POSITIONSPAPIER
N° 7 | Dezember 2021

Künstliche Intelligenz für nachhaltigen Konsum

Ansatzpunkte und Herausforderungen für nachhaltige Konsumentscheidungen auf Basis künstlicher Intelligenz

Autor*innen:
Dr. Justus von Geibler,
Toni Gnanko
(Wuppertal Institut)

mit Unterstützung von:
Prof. Dr. Christa Liedtke,
Dr. Stephan Ramesohl, Daniel Wurm, Maike Jansen, Joscha Wirtz
(Wuppertal Institut)

Kurz gesagt:

Wie kann künstliche Intelligenz private Konsument*innen im Sinne der Nachhaltigkeit unterstützen?
Das Positionspapier stellt Ansatzpunkte und Herausforderungen für nachhaltige Konsumentscheidungen auf Basis künstlicher Intelligenz dar.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung 2

1. Einleitung 3

2. Ansatzpunkte für nachhaltige Konsumentscheidungen 5
2.1 Was ist mit nachhaltigem Konsumverhalten gemeint? 5
2.2 Ansatzpunkte zur Gestaltung 6
2.2.1 Datenbereitstellung und -verarbeitung 7
2.2.2 Nachhaltigkeitsrelevante Informationen 9
2.2.3 Kompetenzen für nachhaltige Konsumentscheidungen 10
2.2.4 Entscheidungsdesigns für nachhaltigen Konsum 11

3. Der Digitale Produktpass als Datengrundlage für nachhaltigen Konsum 16
3.1 Digitale Produktpass aus politischer Sicht 17
3.2 Technische Entwicklungen zum Digitalen Produktpass 19
3.3 Potentielle Anwendungen des digitalen Produktpasses für nachhaltigen Konsum 20
3.4 Herausforderungen der Datenbereitstellung für den digitalen Produktpass 22

4. KI für nachhaltigen Konsum: Mögliche Anwendungen und Herausforderungen 23
4.1 Was ist mit KI gemeint? 23
4.2 Potentielle KI Anwendungen für nachhaltigen Konsum 24
4.3 Herausforderungen 28

5. Fazit und offene Fragen 29

6. Quellen 32

Über die AUTOR*INNEN 38

ABOUT CO:DINA und IMPRESSUM 39

Zusammenfassung

Anwendungen von Künstliche Intelligenz (KI) unterstützen immer mehr Bereiche in unserer Gesellschaft. **Im Alltag nutzen viele Menschen, z.T. unbewusst, schon KI-basierte Entscheidungshilfen oder Feedbacksysteme**, z.B. lernende Spracherkennungssysteme zur stimmgesteuerten Musikauswahl zuhause oder bei der automatisierten Routenoptimierung zur Navigation im Auto. **Auch für nachhaltigen Konsum kann KI förderlich sein**, bspw. durch intelligente Algorithmen bei der ökologisch-orientierten Verkehrsmittelwahl oder Feedbacksysteme zur Vermeidung von Fehlkäufen beim Online-Shopping. Es ist zu erwarten, dass künstliche Intelligenz in Zukunft im Bereich des nachhaltigen Konsums eine zunehmend bessere Datenbasis erhalten wird, bspw. durch die Einführung des digitalen Produktpasses.

Dieses Positionspapier dient als Diskussionsgrundlage zur **Strukturierung des sich ergebenden Handlungs- und Forschungsfeldes zur KI für nachhaltigen Konsum und der Ableitung von Ansatzpunkten und Forschungsfragen zur nachhaltigen Gestaltung im selben Themenfeld.** Dabei wird ein besonderer Fokus auf daten- und entscheidungsbezogene Aspekte gelegt.

Im Papier werden neben potentiellen KI-Anwendungsfeldern für nachhaltigen Konsum **Ansatzpunkte für die Gestaltung des Konsumverhaltens** dargestellt. Dazu gehören die Bereitstellung von **besseren Datengrundlagen** und **KI-basierte Datenanalysen mit höherer Entscheidungsorientierung**. Weitere Ansatzpunkte sind der **Ausbau der Kompetenzen** seitens Konsument*innen für nachhaltigen Konsum sowie die **Gestaltung von Entscheidungsdesigns** für Konsument*innen, bspw. über Nudging Ansätze. Es zeigen sich eine Reihe an Herausforderungen für KI-Anwendungen für den nachhaltigen Konsum, wie bspw. die unzureichende Transparenz und Nachvollziehbarkeit von Algorithmen. Es besteht folglich Forschungs- und Handlungsbedarf, die Herausforderungen zu adressieren, um nachhaltigen Konsum in Zukunft stärker durch daten- und KI-basierte Lösungen zu unterstützen.

1. Einleitung

Ein großer Anteil der globalen Umweltauswirkungen sind auf private Haushalte zurückzuführen. Durch den Konsum und die vorgelagerte Produktion sind private Haushalte für ca. 65 Prozent des globalen Carbon Footprint und 51 Prozent des weltweiten Rohstoffverbrauchs verantwortlich (Ivanova et al. 2015: 528). Ambitionierte Klima- und Ressourcenschutzziele werden nur über eine Umgestaltung der Art und Weise, wie wir produzieren und konsumieren, erreichbar sein. Nachhaltige Produktions- und Konsummuster verfügen auch über eine besondere Rolle für das Erreichen einer generationsübergreifenden und sozialen Gerechtigkeit (Liedtke & Büttgen 2021: 6). Im Rahmen der Gestaltung einer nachhaltigkeitsorientierten Wohlstandstransformation gilt es daher alle Potentiale zur Gestaltung von nachhaltigem Konsumverhalten in den Blick zu nehmen. Wichtig ist dabei, dass **heutzutage Konsum überwiegend digital** stattfindet (Lell et al. 2020: 11). Die deutsche Bevölkerung ist mehr "online" als je zuvor und nutzt mehrheitlich das Internet für die Beantwortung individueller Konsumfragen (Kettner & Thorun 2019: 1; 21).

Die Digitalisierung kann Treiber eines nicht-nachhaltigen Konsums sein, **sie bietet jedoch auch Potentiale für die Förderung von nachhaltigem Konsum** (WBGU 2019: 33). Beispielsweise können digitale Angebote (bspw. Apps, Informationsplattformen, Soziale Medien, Werbung) nachhaltigkeitsorientierte Produktinformationen verfügbar machen, und so Transparenz entlang von Wertschöpfungsketten und nachhaltige Konsumentscheidungen fördern (Frick & Santarius 2019: 43f.; Kahlenborn et al. 2018: 78). Bei einer Vielzahl von Konsument*innen besteht bereits die Bereitschaft, ihr Konsumverhalten nachhaltiger auszurichten (Lell et al. 2020: 11). Eine erforderliche Grundlage stellen dabei Informationen über die Umweltverträglichkeit von Konsumgütern dar, insb. durch digitale "Information Brokern" (Apps, Suchportale etc.) (Lell et al. 2020: 11).

Gemäß der **Fortschreibung der KI-Strategie der Bundesregierung** soll Technologie dem Menschen nutzen und die weitere Entwicklung und **Anwendung von KI an den Zielen für nachhaltige Entwicklung** der

Vereinten Nationen (SDGs) ausgerichtet sein. Zudem unterstützt die KI-Strategie der Bundesregierung, dass die Technologie sowohl energie- und ressourcenschonend gestaltet als auch als Instrumentarium für den Erhalt der Umwelt genutzt wird (Bundesregierung, 2020: 10). Durch die großen Fortschritte in der **Entwicklung der Methoden und Technologien künstlicher Intelligenz** in den letzten zehn Jahren ergeben sich neue Potentiale der Digitalisierung, nachhaltige Konsumentscheidungen zu unterstützen (Lasarov 2021: 252f.). Beispielsweise können KI-Algorithmen Einkaufsprozesse automatisieren oder KI-basierte Expertensysteme individualisierte Handlungsempfehlungen auf Basis ableiten. Parallel zur Entwicklung der KI-basierten Datenanalysen lassen sich **Entwicklungen zu einer verbesserten Datenbasis beobachten** (vgl. Götz et al. 2021), die KI-Anwendungen für den nachhaltigen Konsum bedürfen: Zum Beispiel deutet die aktuelle Debatte zum **Digitalen Produktpass (DPP)** darauf hin, dass auf verschiedenen Ebenen eine harmonisierte Datengrundlage für nachhaltiges Produzieren und Konsumieren geschaffen wird, die auch nachhaltigen Konsum und diesbezügliche KI-Anwendungen fördern kann.

Das Ziel des Positionspapiers ist es, eine Diskussionsgrundlage für das Forschungsfeld zur KI-basierten Unterstützung von nachhaltigen Konsumentscheidungen zu schaffen. Dazu legt das Positionspapier einen besonderem Fokus auf daten- und entscheidungsbezogene Aspekte[1] und geht auf folgende Fragen ein:

1. Welche Ansatzpunkte sind für nachhaltige Konsumentscheidungen relevant?
2. Welche Entwicklungen bestimmen die Datengrundlagen für KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum? Welche Rolle spielt der DPP?
3. Wie können KI-Anwendungen nachhaltige Konsumentscheidungen fördern?

Aus der Analyse werden Herausforderungen für KI-Anwendungen für nachhaltige Konsumentscheidungen und offene Forschungsfragen abgeleitet.

[1] Eine regulierungsbezogene Perspektive im Kontext der Plattformregulierung nehmen an Ramesohl und Gunnemann (2021) ein.

2. Ansatzpunkte für nachhaltige Konsumentscheidungen

Der Konsum privater Haushalte ist für einen Großteil der Ressourceninanspruchnahme und Umwelteinflüsse verantwortlich. **Konsumverhalten birgt ein großes Potenzial zur Verringerung von Umweltbelastungen**, bspw. im Hinblick auf Klimaschutz, Biodiversität, Ressourcenschonung und andere Umweltaspekte. Konsum beeinflusst zudem soziale Aspekte wie Teilhabe aller gesellschaftlichen Gruppen, Arbeitsbedingungen in der Wertschöpfungskette und die Vielfalt der Angebotsstruktur (BMU 2016).

2.1 Was ist mit nachhaltigem Konsumverhalten gemeint?

Um nachhaltige Entwicklung voranzutreiben, die den Schutz der Umwelt, gesellschaftliche Entwicklung und soziale Gerechtigkeit achtet, bedarf es einer **Kompetenz ("Literacy"), welche Individuen dazu befähigt, individuell sowie gesamtgesellschaftlich nachhaltig zu handeln**. Das Nachhaltigkeitsziel 12 "Nachhaltige/r Konsum und Produktion" der Agenda 2030 der Vereinten Nationen nimmt dabei innerhalb der Nachhaltigkeitsziele eine Schlüsselrolle ein (Zimmermann-Jansen et al. 2021: 9f.).

Der **Großteil an Verbraucher*innen hat den Wunsch, umweltfreundlicher und nachhaltiger zu konsumieren**. Der Anteil an Verbraucher*innen, welcher dies tut, ist bislang noch sehr gering. Die zentralen Gründe dafür sind sehr unterschiedlich. Einer vom Sachverständigenrat für Verbraucherfragen (SVRV) beauftragten Bevölkerungsbefragung nach, verweisen rund 92 Prozent der Befragten auf bestehende Barrieren im Zusammenhang mit der Erleichterung nachhaltigen Konsumverhaltens (SVRV 2021: 263). Der Umfrage ist zudem zu entnehmen, dass sich 31 Prozent der Verbraucher*innen eine bessere Kennzeichnung nachhaltiger Produkte, 17 Prozent mehr Transparenz entlang der Lieferketten und 18 Prozent eine bessere Aufklärung/Kommunikation sowie ein verstärktes Informationsangebot wünschen (SVRV 2021: 247).

Die **prioritären Handlungsbereiche** im Bereich des nachhaltigen Konsums, die sich primär auf Basis von Daten der Ökobilanzierungen ableiten lassen, sind in Deutschland **Bauen/Wohnen, Mobilität und Ernährung** (Umweltbundesamt 2021).

Was verstehen wir unter nachhaltigem Konsumverhalten?
"Nachhaltiger Konsum heißt heute so zu konsumieren, dass die Bedürfnisbefriedigung heutiger und zukünftiger Generationen unter Beachtung der Belastbarkeitsgrenzen der Erde nicht gefährdet wird." (BMU 2016: 9) „Nachhaltiges Konsumverhalten umfasst die Wahl von Produkten oder Dienstleistungen, die in der Herstellung, Nutzung und Entsorgung besonders umweltfreundlich und sozialverträglich sind. Hierunter wird u. a. eine **Minimierung des Inputs pro Konsumeinheit (Effizienz)** oder eine besonders **hohe Naturverträglichkeit des Konsums (Konsistenz)** verstanden (Wuppertal Institut 1997). In Gesellschaften mit hohem Konsumniveau zielt nachhaltiges Konsumverhalten zudem auch auf eine **Senkung des Konsumniveau** durch einen suffizienten Lebensstil ab (Balderjahn et al. 2013; Di Giulio und Fuchs 2014; Linz et al. 2002), weil die Höhe des bestehenden Konsumniveaus die Einhaltung der planetaren Grenzen gefährdet (Lorek und Vadovics 2016; Steffen et al. 2015)."
Quelle: Frick & Santarius 2019: 38f.

Grundsätzlich ist das Konsumverhalten von verschiedenen **Einflussfaktoren** abhängig. Zum einen spielen **interne Faktoren**, die den individuellen Prädispositionen und psychischen Prozessen entsprechen, welche während eines Kaufes ablaufen, eine zentrale Rolle. Zum anderen ist das Konsumverhalten an **externe und verkaufsortbezogene Faktoren** gebunden (Buerke 2016: 78). Im Folgenden wird insbesondere auf daten- und entscheidungsbezogene Aspekte eingegangen, die die Kompetenz für Nachhaltigen Konsum fördern.

2.2 Ansatzpunkte zur Gestaltung

Es bestehen verschiedenen Ansatzpunkte für die Gestaltung des Konsumverhaltens. Die folgende Abbildung 1 stellt eine Auswahl von daten- und entscheidungsbezogenen Ansatzpunkte dar, auf die im Folgenden eingegangen werden soll: **Datengrundlagen, Datenanalysen, Kompetenzen und Entscheidungsdesigns.** Zentral sind dabei die Kompetenzen der Verbraucher*innen für Nachhaltigen Konsum. Mit der Förderung von Kompetenzen können Individuen nicht nur nachhaltige Konsum- und

Produktionsmuster verfolgen, sondern auch die gemeinsame Gestaltung einer nachhaltigen Entwicklung anstoßen (Zimmermann-Jansen et al. 2021: 10).

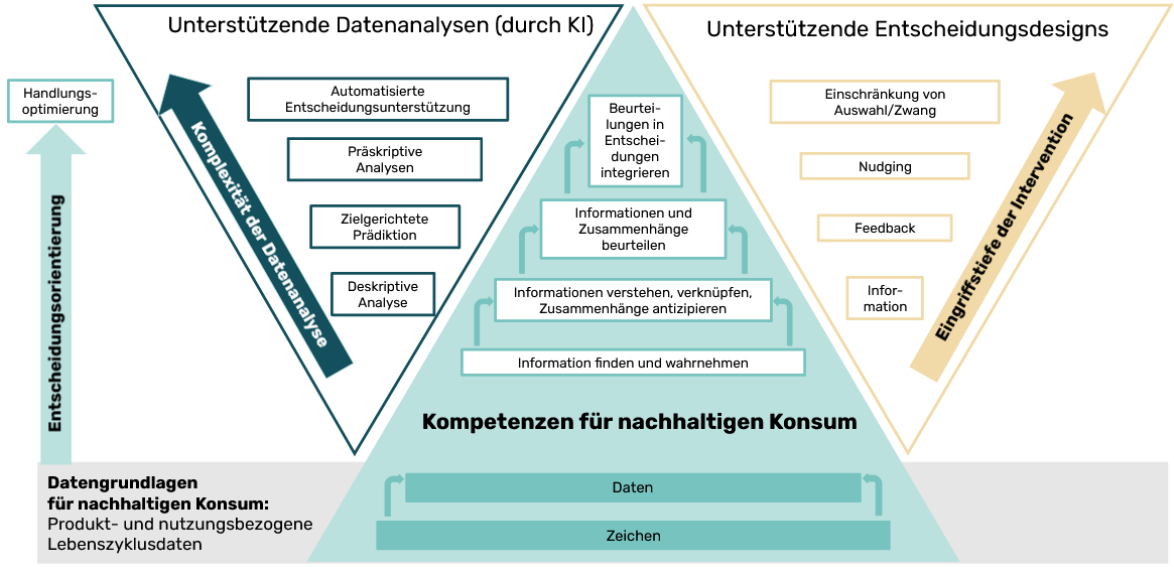

Abbildung 1: Daten- und entscheidungsbezogene Ansatzpunkte zur Unterstützung von Kompetenzen und Handlungsoptimierung für nachhaltigen Konsum (Eigene Abbildung, basierend auf Frické 2019 (2012), Zimmermann-Jansen et al. (2021), Lockten (2013)

2.2.1 Datenbereitstellung und -verarbeitung

Die **Daten-Informations-Wissens-Weisheit-Pyramide (DIKW)** ist ein Modell oder Konstrukt, das in der Informationswissenschaft und im Wissensmanagement weit verbreitet ist (Frické 2019). Durch Verknüpfung und Kontextualisierung werden Daten zu Informationen, Informationen zu Wissen und schließlich Wissen zu "Weisheit". Modellhaft stellt Abbildung 2 die Wissenspyramide der Daten-Transformation dar, ergänzt um eine darunterliegende Ebene der Zeichen, die durch Syntax zu Daten werden.

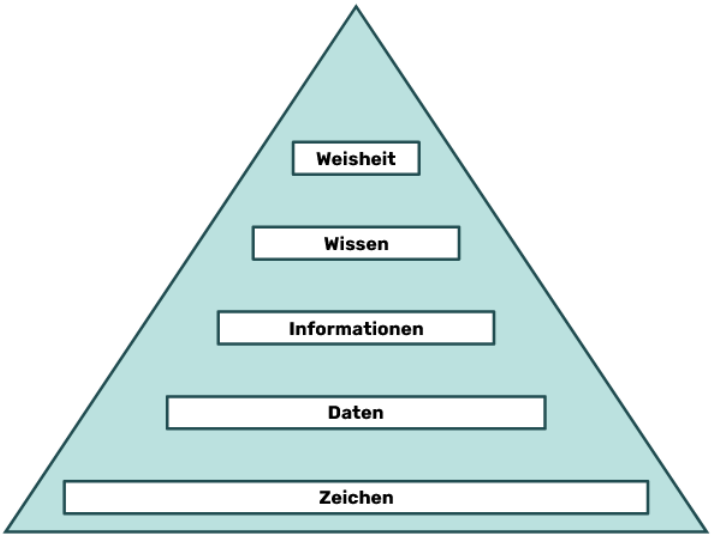

Abbildung 2: Wissenspyramide - Von Zeichen und Daten zu Informationen, Wissen und Weisheit (Eigene Darstellung, basierend auf Frické (2019))

Von Bedeutung für den Sprung von einer Ebene zur anderen ist die Entscheidungsorientierung der zugrundeliegenden Analysen und die Möglichkeit zu automatisierten Handlungen, die von der Zielsetzung und der Komplexität der Analysen beeinflusst werden. Nach Weiber und Morgen (2021) stellen sich **vier Stufen mit einem zunehmenden Erkenntnisgrad für Entscheidungen** dar (siehe Abb. 3), die gleichzeitig aber auch mit einer steigenden Komplexität der Datenanalysen einhergehen. Die vier Stufen lauten nach Weiber & Morgen (2021: 96) wie folgt:

- "**Descriptive Analytics** dient dem Verständnis historischer Daten und beschreibt aktuelle oder vergangene Zustände."
- "**Diagnostic Analytics** untersucht die Ursachen vergangener und auch aktueller Ereignisse unter Zuhilfenahme sowohl konfirmatorischer als auch explorativer Analyseverfahren."
- "**Predictive Analytics** konzentriert sich auf die Vorhersage von Ereignissen und die Schätzung von Eintrittswahrscheinlichkeiten. Dabei gilt es auch, die wichtigsten Einflussfaktoren für zukünftige Ereignisse zu identifizieren."
- **"Prescriptive Analytics** hat zum Ziel, bestmögliche Handlungsoptionen und Ansatzpunkte zu deren Realisierung in der Zukunft zu finden."

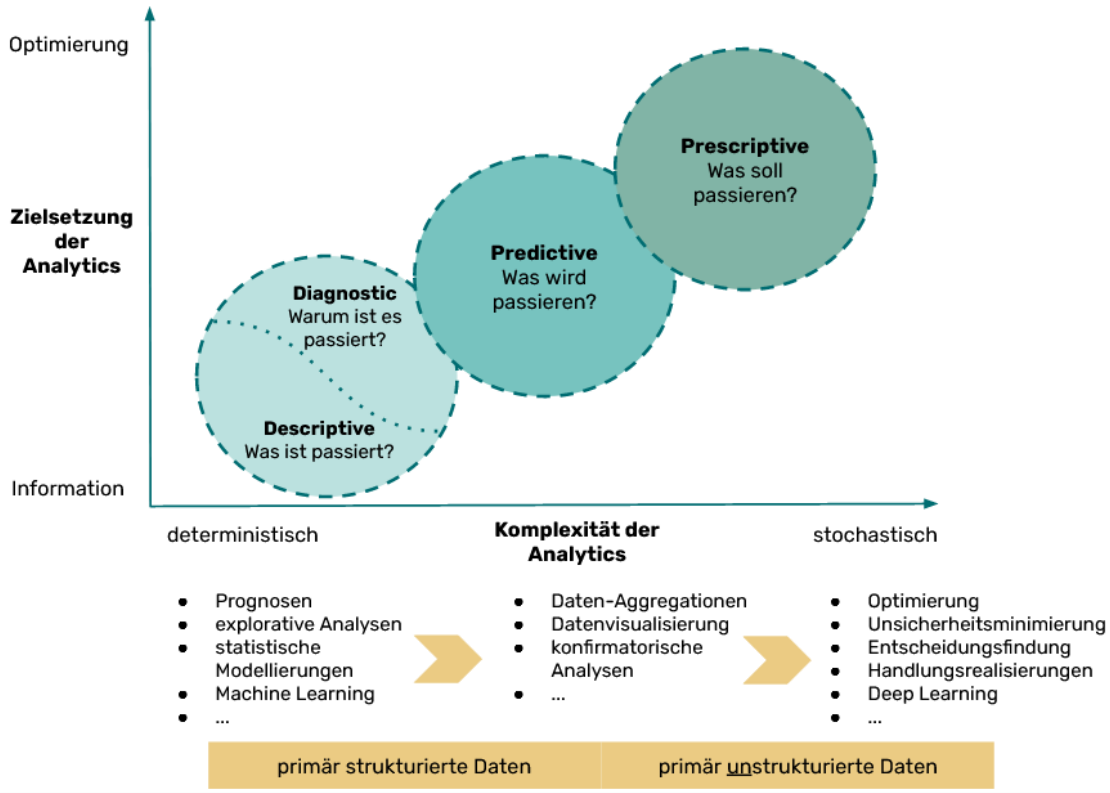

Abbildung 3: Stufen der Datenanalyse zur Entscheidungsunterstützung (Quelle: Weiber & Morgen 2021: 96)

2.2.2 Nachhaltigkeitsrelevante Informationen

Eine Grundlage für nachhaltigen Konsum stellt zunächst die Bereitstellung von nachhaltigkeitsrelevanten Informationen dar. Bei der Bereitstellung dieser Information geht es hierbei insbesondere um **Daten zum gesamten Lebenszyklus** im Kontext der gesamten Wertschöpfungskette mit ihren Nachhaltigkeitswirkungen. Es gilt jedoch zwischen produktbezogenen und nutzungsbezogenen Informationen/Daten zu unterscheiden. **Produktbezogene Daten und Informationen** umfassen sowohl Daten aus den Vorketten bis hin zum Handel, sowie Daten zur fachgerechten Entsorgung eines Produktes. Bereitgestellt werden die Daten daher u.a. von Hersteller*innen und Handel sowie staatlichen Organisationen. **Nutzungsbezogene Daten und Informationen** hingegen werden von Verbraucher*innen bereitgestellt und umfassen z.T. dynamische Daten über den privaten Konsum und die private Nutzung der jeweiligen Produkte. **Für nutzungsbezogene Daten können besondere Datenschutzanforderungen gelten**, um beispielsweise die Privatsphäre der

Konsument*innen zu schützen. Doch auch das Finden und Wahrnehmen der produktbezogenen Daten und Informationen kann mit einigen Herausforderungen verbunden sein. Der Sachverständigenrat für Verbraucherfragen (2020) stellt mit Bezug zum Onlinehandel dar, dass eine "holistische" Betrachtung aller Regelungen entlang der Produktzyklen von der Produktion bis zur erhofften Wiederverwertung zeigt, dass die nicht im Mittelpunkt stehenden Phasen weit vor und nach Vertragsschluss national und international unterschiedlichen rechtlichen Anforderungen unterliegen. "**Für den Verbraucher ist es derzeit nahezu ausgeschlossen, sich über die Regeln einen Überblick zu verschaffen und vor allem herauszufinden, unter welchen Bedingungen die im Onlinehandel gekauften Produkte hergestellt und transportiert werden sowie ob und in welcher Form sie in den Produktkreislauf zurückgeführt werden**" (Micklitz et al. 2020: 5). Einige Hoffnung bietet hier die Zusammenführung von produktbezogenen Informationen über den DPP, vgl. Abschnitt 3.

2.2.3 Kompetenzen für nachhaltige Konsumentscheidungen

Die erforderliche Kompetenz für nachhaltige Konsumentscheidungen ("Literacy für nachhaltigen Konsum")[2] umfasst **verschiedene Fachkompetenzen, die den Umgang mit nachhaltigkeitsrelevanten Daten und Informationen beschreiben** (siehe Abb. 4). Um nachhaltig konsumieren zu können, sollten zunächst die nachhaltigkeitsrelevanten Informationen von Konsument*innen gesucht, gefunden und wahrgenommen werden. Darüber hinaus müssen Konsument*innen diese Informationen verstehen, verknüpfen und Zusammenhänge antizipieren. Im Anschluss müssen diese Zusammenhänge beurteilt werden. Die Beurteilung muss daraufhin in die Entscheidungs- und Handlungsprozesse integriert werden. Erst dann können Konsument*innen nachhaltige Kaufentscheidungen tätigen und/oder andere

[2] "Literacy für nachhaltigen Konsum wird lebenslang erlernt und (weiter-) entwickelt. Aufgrund des konkreten Bezugsrahmens sind die Kompetenzdimensionen dabei als Fachkompetenzen in Anlehnung an den Deutschen Qualifikationsrahmen für lebenslanges Lernen zu verstehen. Diesem gemäß wird unter Fachkompetenz die „Fähigkeit und Bereitschaft, Aufgaben- und Problemstellungen eigenständig, fachlich angemessen, methodengeleitet zu bearbeiten und das Ergebnis zu beurteilen" (BMBF & Sekretariat der Kultusministerkonferenz, 2011) verstanden. Die Fachkompetenz wiederum umfasst sowohl Kenntnisse (Wissen) als auch Fertigkeiten (Fähigkeit der Wissensanwendung)." Quelle: Zimmermann-Jansen et. al 2021: 33f.

Konsument*innen beeinflussen/überzeugen (Zimmermann-Jansen et al. 2021).

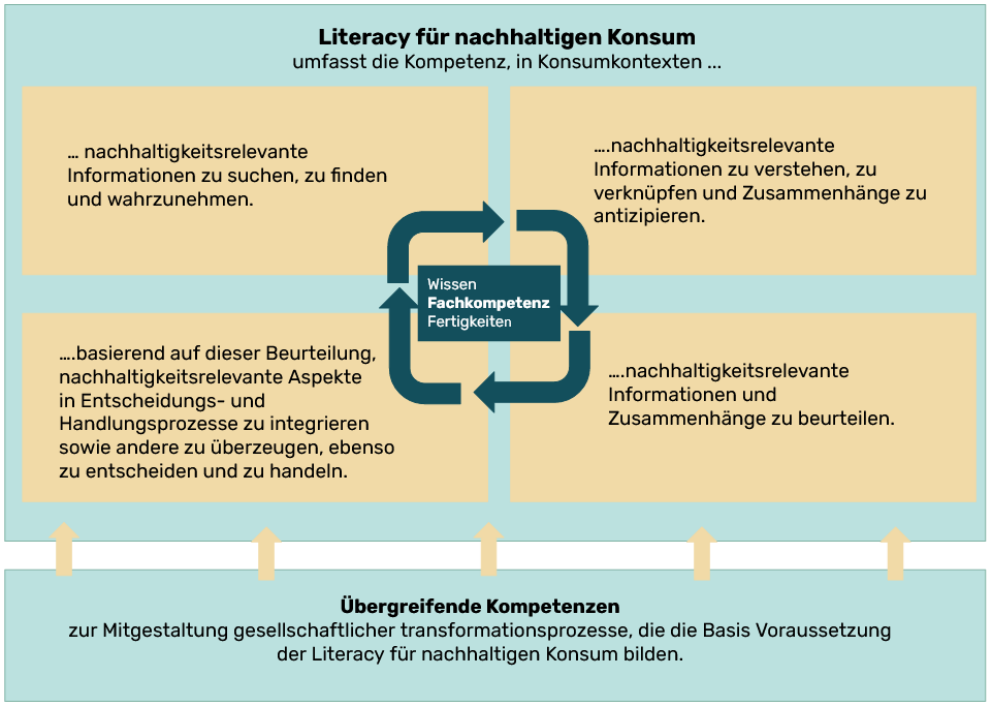

Abbildung 4: Literacy für nachhaltigen Konsum (Eigene Darstellung, basierend auf Zimmermann-Jansen et al. 2021)

In allen vier Kompetenzbereichen (siehe Abb. 4) kann KI unterstützend wirken. Nachhaltige Entscheidungsprozesse können für Verbraucher*innen erleichtert werden, indem KI-Anwendungen unterstützend auf die Fertigkeiten der Verbraucher*innen einwirken.

2.2.4 Entscheidungsdesigns für nachhaltigen Konsum

Ein weiterer Ansatzpunkt für die Gestaltung des Konsumverhaltens ist die Unterstützung von nachhaltigem Verbraucherverhalten durch Entscheidungsdesigns (vgl. Borries 2017, Liedtke et al. 2020a). Ein relevanter **Erklärungsansatz für die Veränderung von Verbraucherverhalten** auf der Basis von nachhaltigkeitsrelevanten Informationen, stellen **drei Nutzungs- und Interventionstypen,** nach Lockton 2013, Baedeker et al. 2020, sowie die Erkenntnisse aus dem Transition Design und Design for Behaviour Change (Liedtke et al. 2020a), dar:

1. **Coercive Intervention/Auswahleinschränkung:** Hierbei denken die Verbraucher*innen nicht über die grundlegenden Reflexreaktionen hinaus, welche durch Designanreize ausgelöst werden. Den Verbraucher*innen werden Funktionen aufgezwungen, die für Erleichterungen sorgen oder Auswahlmöglichkeiten begrenzen oder ausschließen (vgl. Thorun et al. 2017). Bei dieser Form der Intervention liegt jedoch das Problem darin, dass die Verbraucher*innen ihr Verhalten nicht reflektieren und schlechte Erfahrungen dann möglich sind, sobald die eigenen Erfahrungen nicht mit den Prioritäten des Systems übereinstimmen.
2. **Persuasive Intervention/Nudging:** Nutzer*innen seien regional gebunden und suchen den einfachsten Weg den eigenen kognitiven Aufwand zu reduzieren. Hierbei basiert die Entscheidungsfindung der Verbraucher*innen auf automatisierten und unbewussten Aspekten des menschlichen Verhaltens. Über die persuasive Intervention sollen natürliche Aktionen und Reaktionen der Verbraucher*innen unterstützt werden. Dieser Interventionstyp dient der Orientierung innerhalb vorhandener Optionen ("choice architecture") und zielt durch eine Komplexitätsreduktion darauf ab, für Verbraucher*innen die beste Entscheidung zu treffen.[3] Allerdings liegt bei diesem Interventionstypus die moralische Entscheidungshoheit allein bei den Forscher*innen und Designer*innen.
3. **Reflektierte Intervention/Feedback:** In diesem Fall reflektieren die Nutzer*innen ihre Handlungen. Das Verhalten ist als eine Reaktion auf fundierte Argumente und überzeugende Rhetorik zu verstehen. Die Reaktion basiert i.d.R. auf der Bereitstellung von Feedback.

Die Interventionstypen werden in Tabelle 1 mit den primären Initiatoren der Intervention in den Zusammenhang gestellt und anhand von Beispielen erläutert.

[3] Eine Eingliederung des Nudge-Ansatzes in die „klassischen" Instrumente einer ökologischen Verbraucherpolitik liefert Thorun et al. (2017), wobei die mittelbare sowie die unmittelbare Wirkung, die von Nudges ausgehen, aufgeführt werden (vgl. Thorun et al. 2017: 48f.).

Tabelle 1: Interventionstypen für nachhaltigen Konsum mit Beispielen (Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Baedecker et al. 2020 und Lockton 2013)

	Beispiele für Interventionen verschiedener Initiatoren			
Wirk-mechanismus auf Verhalten (Interven-tionstypen)	**Staatliche Organisationen**	**Unternehmen**	**Bürger*innen**	**Konsument*in (eigeninitiativ)**
Auswahlein-schränkung/ Zwang	**Staatliche Ge- und Verbote** für spezifische Produktnut-zungen (Helmpflicht, Geschwindigkeit sbegrenzungen, Ölheizungsver-bot)	**Neue Designs**: Entfernen der ineffizienten Standby-Taste, Fassungs-design nur passend für effiziente LEDs	**Konsum-verbote** für Kinder von Eltern (z.B. zu übermäßigem Süßigkeiten-verzehr)	**Strikte, persönliche Normen** (verhindert Kauf eines spritschluck-enden Autos)
Nudging	Staatliche **finanzielle Anreize bei Kaufentscheid ungen** (CO_2-Steuer beeinflusst Preise); Staatliche Umweltsiegel (Blauer Engel, Bio-Siegel)	Plattformen zur **einfachen Auswahl ökologischer Produkte** (z.B. Utopia.de, too Good to go); **Emotional-isierte Werbung** für freiwillige Umweltsiegel (Fairtrade)	**Elterliche Prägung** für nachhaltigen Konsum (z.B. vegetarische Ernährung); Eine-Welt-Bewegung der Kirchen (für fairen Handel)	Kauf von **transforma-tionalen Produkten,** die das Nutzungs-verhalten nachhaltiger gestalten (Smarthome gibt Feedback und Anreize zur optimierten Raum-temperatur)
Feedback	**Geschwindig-keitkeitsanzei-ge** auf Tafel an Ortseinfahrten	**Feedback-systeme für Energie- oder Strom-verbrauch** (Verbrauchs-anzeige im Auto)	**Benchmarking,** Vergleich mit anderen Konsu-ment*innen (z.B. über Footprint-Rechner)	**Self Tracking**: Tägliche Auswertung eines Schrittzählers; Erinnerungs-notizen (für Bewegung)

Forschungen in der Gesundheits- und Umweltpsychologie haben gezeigt, dass Interventionen, die speziell auf die Phase der Verhaltensänderung zugeschnitten sind, die Erfolgsquote des Interventionsprogramms erhöhen

(Nachreiner et al. 2015: 6). Die Abbildung 4 stellt vier Phasen der Verhaltensänderung dar.

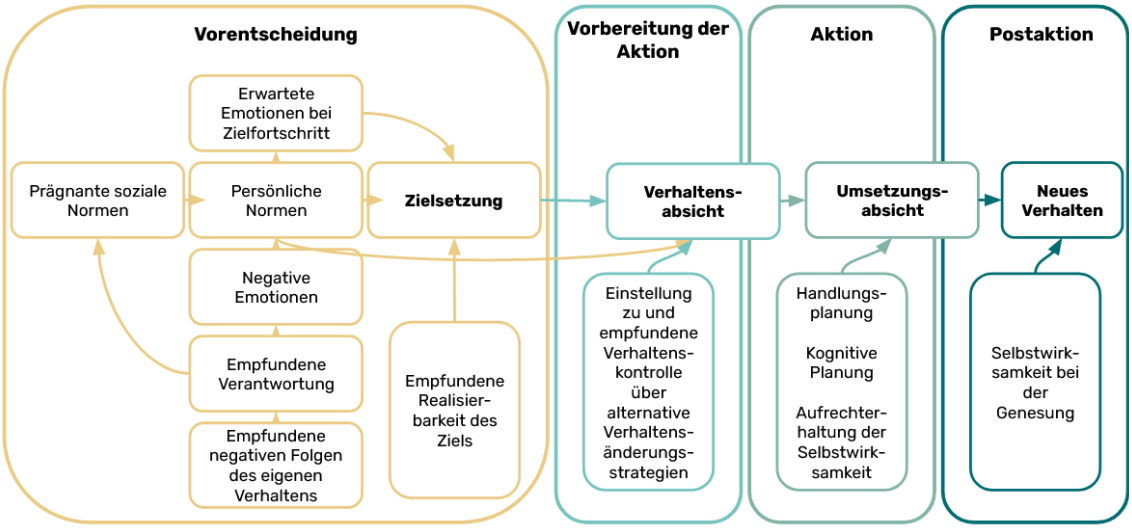

Abbildung 5: Stufen des Entscheidungsprozesses aus psychologischer Sicht (Eigene Darstellung, basierend auf Nachreiner et al., 2015: 6)

Entsprechend des Modells von Nachreiner et al. (2015) verläuft ein Prozess der Verhaltensänderung als kontinuierlicher Ablauf durch die vier Phasen **Vorentscheidung, Vorbereitungsphase der Aktion, Aktion und Postaktions-Phase**. Es kann der Übergang zu einer anderen Stufe allerdings auch stagnieren und muss nicht zwangsläufig dem unidirektionalen Muster folgen. Ein erfolgreicher Abschluss des Prozesses, mit dem Resultat einer nachhaltigen Verhaltensänderung, hängt stark von vielen kontextuellen Bedingungen ab. Insbesondere in Phase der Vorentscheidung nehmen viele Faktoren Einfluss auf den Entscheidungsprozess. Daher gilt es für die Gestaltung des Konsumverhaltens insbesondere diese Phase zu berücksichtigen (Nachreiner et al. 2015: 88).

Nachreiner et al. (2015) leiten ab, dass der Einsatz von **Informationsstrategien für Akteur*innen in der Phase der Vorentscheidung am wirksamsten** ist und am ehesten zu einer nachhaltigen Zielintention des/der Akteurs*in (bspw. nachhaltig zu konsumieren) führt, wenn das Problembewusstsein und die empfundene Eigenverantwortung adressiert und erhöht wird. Zugleich kann gemäß Nachreiner et al. (2015: 89) die Wirksamkeit der Intervention gesteigert werden, sofern die Informationen

unterstützende soziale Normen aktivieren (bspw. Erklärung der Bedeutung von nachhaltigem Konsum durch Vorbilder). Zudem sind **Appelle für die Bestimmung einer individuellen Zielsetzung** und für die Weiterentwicklung des persönlichen Engagements notwendig, um erfolgreich die zweite Stufe im Entscheidungsprozess zu erreichen (Nachreiner et al. 2015: 89). Sobald die Zielintention entwickelt wurde, sind insbesondere Informationen über Verhaltensalternativen sowie die **Vor-/Nachteile dieser Alternativen** für den weiteren Prozess relevant. Innerhalb der Handlungsphase stellen nach Nachreiner et al. (2015) vor allem **Informationsstrategien, die eine differenzierte Verhaltensplanung unterstützen und Probleme antizipieren**, eine gute Intervention dar, um die tatsächliche Umsetzung (bspw. ressourcensparender Verhaltensweisen im Alltag) zu fördern. Akteur*innen, die sich in der Postaktions-Phase befinden und im besten Fall langfristig neue Verhaltensroutinen erlangt haben, würden nach Nachreiner et al. (2015: 89f.) vermutlich am stärksten von ähnlichen Informationsstrategien profitieren und damit die langfristige Beibehaltung des gewählten Verhaltens bzw. der Verhaltensweisen unterstützen. **Detaillierte Feedbacks über langfristige Auswirkungen** (bspw. die potentiellen Gesamteinsparung an Strom, die über einen bestimmten Zeitraum erzielt werden kann) wirken unterstützend. Zudem üben sozialer Beistand (bspw. Lob und Würde über die Bemühungen) sowie die Veränderung der objektiven Kontextbedingungen positive Effekte auf die Akteur*innen entlang des gesamten Entscheidungsprozesses aus (Nachreiner et al. 2015: 90).

Für jede Phase im Entscheidungsprozess stellen Lebenszyklusdaten eine wichtige Grundlage. Um nachhaltig konsumieren zu können, bedarf es einer umfassenden und systematischen Bereitstellung von Produktlebenszyklusdaten, die an der richtigen Stelle im Entscheidungsprozess eingebracht werden müssen. Vor diesem Hintergrund stellt der digitale Produktpass (DPP) ein wichtiges Konzept dar. Im Folgenden soll auf den digitalen Produktpass als potentielle Datengrundlage für nachhaltigen Konsum eingegangen werden.

3. Der Digitale Produktpass als Datengrundlage für nachhaltigen Konsum

Das aktuell intensiv diskutierte Konzept des DPP kann zu einer wichtigen Datengrundlage für die zukünftigen Entwicklung einer umweltorientierten und nachhaltigen Wirtschaft werden (Götz et al. 2021: 7). Der DPP spielt für die Zugänglichkeit von Produktinformationen und die Steigerung von Transparenz eine wichtige Rolle. Der **DPP kann Daten über den gesamten Produktlebenszyklus umfassen,** wodurch die Transparenz und Rückverfolgbarkeit eines Lebenszyklus eines Produktes (Rohstoff - Verarbeitung - Design - Nutzung - Recycling) gesteigert wird.

Was verstehen wir unter dem digitalen Produktpass?
„Der digitale Produktpass ist ein **Datensatz**, der die **Komponenten**, **Materialien** und **chemischen Substanzen** oder auch Informationen zu **Reparierbarkeit**, **Ersatzteilen** oder fachgerechter **Entsorgung** für ein Produkt zusammenfasst. Die Daten stammen **aus allen Phasen des Produktlebenszyklus** und können in all diesen Phasen für verschiedene Zwecke genutzt werden (Design, Herstellung, Nutzung, Entsorgung).
Die **Strukturierung umweltrelevanter Daten** in einem standardisierten, vergleichbaren Format ermöglicht allen Akteuren in der Wertschöpfungs- und Lieferkette, gemeinsam auf eine **Kreislaufwirtschaft** hinzuarbeiten. Der digitale Produktpass ist zugleich eine wichtige Grundlage für **verlässliche Konsumenteninformation und nachhaltige Konsumentscheidungen** im stationären wie auch im Online-Handel.“

Quelle: BMU (2021a, mit eigenen textlichen Hervorhebungen)

Die Daten können für Beziehungen zwischen unterschiedlichen Akteur*innen genutzt werden, unter anderem für Beziehungen zwischen verschiedenen Unternehmen (B2B), zwischen Unternehmen und Staat (B2G), Unternehmen und Verbraucher*innen (B2C) sowie zwischen Verbraucher*innen untereinander (C2C).

Verbraucher*innen können beispielsweise eigenständig und vereinfacht Produktdaten (sowohl Umwelt- als auch Sozialdaten) über die Herstellung, Zusammensetzung, Transport, Reparierbarkeit und Entsorgung abrufen,

wodurch der DPP nachhaltige Konsumentscheidungen unterstützen kann (BMU 2020). Das Abrufen der Daten könnte über einen "Single Point of Truth" erfolgen, an welchem die Daten mit selektiven Zugriffsrechten verfügbar gemacht werden. Verbraucher*innen erhalten durch die produktübergreifende Einführung des DPP die Möglichkeit, Produktdaten über digitale Assistenten/Apps unmittelbar abzurufen und/oder Produkte auf händler*innen-unabhängigen Plattformen zu bewerten.

3.1 Digitale Produktpass aus politischer Sicht

Eine Reihe von politischen Initiativen treiben die Einführung und Umsetzung eines produktübergreifenden DPP (bzw. vergleichbare Ansätze mit anderer Benennung) auf nationaler Ebene und in Europa. In dieser Debatte gehören die folgenden Initiativen zu den wichtigen politischen Impulsen:

- **BMU Digitalagenda:** Die Digitalagenda des BMUs, sieht einen standardisierten, digitalen Produktpass als zentrale Maßnahme im Erreichen einer umweltfreundlichen Digitalisierung an (Götz et al. 2021: 10). Der DPP umfasst nach Angaben des BMUs alle relevanten Umwelt- und Materialdaten eines Produktes, welche stetig aktualisiert sowie ergänzt und zusammengefasst werden (BMU 2020: 13).
- **Sorgfaltspflichtengesetz:** Zudem verweist das im Juni 2021 vom Bundestag beschlossene Sorgfaltspflichtengesetz auf die Entwicklung hin zu mehr Transparenz und Rückverfolgbarkeit entlang von Wertschöpfungsketten.
- **"European Green Deal" und "Circular Economy Action Plan":** Strategiepapiere der Europäischen Kommission benennen den digitalen Produktpass als zentrales Werkzeug in dem Wandel hin zum klimafreundlichen und ressourceneffizienten Wirtschaften.
- **"Sustainable Products Initiative":** Die im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie initiierte Gesetzgebungsinitiative der Europäischen Kommission zielt darauf ab, Produkte an die Forderungen einer klimaneutralen, ressourceneffizienten und kreislauforientierten Wirtschaft anzugleichen, sowie Abfälle zu reduzieren und nachhaltige Produkte zunehmend zu normen (Europäische Kommission 2021). Im

Kontext der Gesetzesinitiative lief im Zeitraum 03.2021 - 06.2021 eine öffentliche Konsultation[4].

Die Themen und Indikatoren des DPP (bzw. die erforderlichen Daten) werden bereits vielseitig diskutiert. Nach Angaben der Digitalagenda sowie dem European Green Deal adressiert der DPP verschiedene Inhalte über verschiedene Produktlebensphasen (siehe Tabelle 2).

Tabelle 2: Vorschläge für Themen des DPP aus der BMU Digitalagenda und dem European Green Deal (Quelle: Götz et al. 2021)

Produktlebensphase	EU Green Deal	BMU Digitalagenda
Herstellung	Herkunft Zusammensetzung	Soziale und ökologische Auswirkungen der Herstellung Enthaltene Materialien und Materialkombinationen
Nutzung	Keine direkten Angaben	Keine direkte Angabe, generell Umwelteigenschaften von Produkten und Dienstleistungen
Reparatur	Reparatur- und Demontagemöglichkeiten	Daten zur Reparatur
Lebensende (End of Life)	Handhabung am Ende der Lebensdauer	Sachgerechte Entsorgung

Die **aktuelle Debatte** verdeutlicht Potentiale des DPP im Bereich der Umsetzbarkeit von KI-Anwendungen in Unternehmen oder den Potentialen für die Kreislaufwirtschaft. Studien dazu sind zum Beispiel Götz et al. (2021), Friedrich et al. (2021), Berg et al. (2020), Berg et al. (2021).

[4] Aktueller Stand der Debatte, siehe https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12567-Initiative-fur-nachhaltige-Produkte_de [Zugriff am 13.12.2021].

3.2 Technische Entwicklungen zum Digitalen Produktpass

Die technische **Machbarkeit der Anwendung** eines digitalen Produktpasses ist durch verschiedene Demonstrationsprojekte gezeigt. Beispiele für einzelne Produktgruppen sind die “Environmental Product Declaration" im Bausektor oder dem kommenden Battery Passport (GS1 Europe 2021). Darüber hinaus demonstrierte das von der Europäischen Kommission geförderte myEcoCost-Projekt die **technische Umsetzbarkeit** einer konkreten Kommunikationsinfrastruktur für Akteur*innen der Wirtschaft (Zuliefer, Hersteller, Handel) und für Verbraucher*innen, bezüglich der Ressourceneffizienz und den ökologischen Auswirkungen (Öko-Kosten) von Produkten (Geibler et al. 2015). Plattformen wie **Siegelklarheit und Label-online** stellen bereits umweltrelevante Informationen bereit und könnten Wirkung für nachhaltigen Konsum entfalten.In diesem Kontext spielen auch die zunehmenden **Informations- und Berichtspflichten** (auch als Mechanismus zur Qualitätssicherung) und die bereits **bestehende Plattformen (z.B. die EPREL-Plattform)** oder sich im Aufbau befindenden **Daten-Infrastrukturen** (wie beispielsweise GAIA-X) eine Rolle, welche als Verweise für den künftig wachsenden Ausbau einer sicheren, digitalen Dateninfrastruktur angesehen werden können. Eine Bereitstellung von umweltrelevanten Daten auf Plattformen sollte integriert, klar strukturiert und mit einer entsprechenden **Kommunikationsstrategie** versehen werden, die dynamische Interaktionen zwischen den Verbraucher*innen, der Politik und Unternehmen erlaubt (Liedtke et al. 2020b: 29).

Neben den bestehenden Berichtspflichten und Datenstrukturen, bilden die **etablierten Standards** der Wertschöpfungsketten-Kommunikation eine nutzbare Struktur für internationalen, projektübergreifenden DPP. Beispielsweise liegen von GS1 **Standards zur Identifikation** (GTIN product identify number), **Erfassung** (Barcodes und EPC/RFID) und zur **Datenfreigabe** (Global Data Synchronisation Network, EPC Information Services, Electronic Data Interchange) vor, die für die Umsetzung eines projektübergreifenden DPP und zur Förderung einer Kreislaufwirtschaft genutzt werden können (vgl. GS1 2020).

Vor dem Hintergrund der Debatte um die technische Entwicklung des DPP gilt es zu beachten, dass **digitale Infrastrukturen** für konsumbezogene Anwendungen auch direkte Umweltwirkungen haben (siehe Kasten), auf die jedoch im Folgenden nicht mehr eingegangen werden soll.

Direkte Umweltwirkungen digitaler Infrastrukturen
Die digitalen Infrastrukturen für konsumbezogene Anwendungen (bspw. Webseiten von Online-Handel, Online-Marketing, „Internet of Things"-Technologie etc.) verbrauchen Energie und Ressourcen. Sowohl bei der Datenerfassung, als auch bei der Verarbeitung, der Übertragung und der Datenspeicherung fallen Energie- und Ressourcenkosten an und müssen daher in der Diskussion über Digitalisierung und nachhaltigen Konsum beachtet werden (Frick et al. 2019: 9). Zweifelsfrei steigern digitale Bezahlvorgänge die Nutzung von mobilen Endgeräten bei Kaufentscheidungen, der Zugriff auf Tauschplattformen oder der Online-Handel etc. das Volumen an Datenströmen und Rechenleistungen, die Nutzungsdauer bzw. die Nutzungshäufigkeit von Endgeräten sowie das Transportaufkommen (Kahlenborn et al. 2018: 77; Frick et al. 2019: 11, Suski et al. 2020). Allerdings ist es bislang nicht möglich, klare Vorhersagen über die konkreten Umwelteffekte des Konsum 4.0 zu treffen, da die Entwicklung von verschiedenen Rahmenbedingung (bspw. Fortschritt in der Energie- und Rohstoffeffizienz) abhängig ist (Kahlenborn et al. 2018: 77; Frick et al. 2019: 11).
Weitere Informationen zur Ressourcenintensität digitaler Infrastrukturen auf Basis von Arbeiten im Rahmen des CO:DINA Projekts finden sich hier: https://codina-transformation.de/systemdesign/

3.3 Potentielle Anwendungen des digitalen Produktpasses für nachhaltigen Konsum

Auf Basis einer Literaturrecherche sowie den im Rahmen eines Projektworkshops erarbeiteten Diskussionsergebnissen wurden potentielle Anwendungen des DPP für nachhaltigen Konsum identifiziert. Ausgewählte Anwendungen werden im Folgenden skizziert.

Potentielle Anwendungen auf B2C- und C2C-Ebene (Verbraucher*innen)

Der DPP kann Verbraucher*innen beispielsweise Informationen zu **ökologischen Wirkungen der Herstellung** sowie **Informationen** zu den **enthaltenen Materialien** liefern. Durch Entscheidungshilfen via Bar-/QR-Codes oder AR-Anwendungen können **nachhaltige Einkaufsentscheidungen gefördert** und **Produkte effizienter genutzt** werden (durch Informationen zur Wiederverwendung, Reparierbarkeit oder der sachgerechten Entsorgung). Darüber hinaus erleichtert das **Benchmarking** durch den DPP nachhaltige Konsumentscheidungen, wie es beispielsweise auch ein "zweites Preisschild" (Teufel et al. 2020) ermöglichen könnte. Zudem kann der DPP der **Automatisierung und Verbesserung der Filterkriterien** in E-Commerce-Systemen dienen. Die Möglichkeit für den Austausch von Bewertungen zwischen Verbraucher*innen auf händler*innen-unabhängigen Plattformen stellt eine weitere wichtige potentielle Anwendung dar. Somit ergeben sich Anwendungsmöglichkeiten für alle oben genannten Entscheidungsdesigns für nachhaltigen Konsum.

Potentielle Anwendungen auf B2B-Ebene (Hersteller*innen und Handel)

Auf **B2B-Ebene** lassen sich ebenfalls diverse potentielle Anwendungen identifizieren. Datengeschützte Ressourceneffizienz kann zur **Einsparung von betrieblichen Kosten** führen. Zudem sorgt die Möglichkeit des Abrufs von aktuellen Daten für eine **verbesserte Datenkontrolle** für Händler*innen und Hersteller*innen. Die Etablierung eines DPP würde zudem die bestehenden **Berichtspflichten für Unternehmen** durch eine echtzeit-aktualisierte Datenbasis in der "Lebenszyklusakte" **erleichtern**. **Neue Vermarktungsmöglichkeiten** durch datengestützte Verwertungsoptionen, wie beispielsweise durch den Einbau von Produktpass-Informationen in Algorithmen und/oder Empfehlungssystemen, stellen weitere potentielle Anwendungsfälle des DPP auf B2B-Ebene dar. Darüber hinaus kann der DPP den **Informationsfluss zwischen Unternehmen**, sowie die **Reaktionsmöglichkeit** von Unternehmen auf zum Beispiel Versorgungsengpässe und das **Benchmarking** (bspw. für die Produktentwicklung) **erleichtern und verbessern.**

Potentielle Anwendungen auf B2G-Ebene (Umweltpolitik)
Potentielle Anwendungen des DPP für die Umweltpolitik können zum einen **bessere Marktüberwachung** und **Kontrollmöglichkeiten** zur Einhaltung gesetzlicher Vorgaben und zum anderen verbesserte Monitoring-Verfahren zu Umwelt-/Materialdaten auf Produktebene (CO_2, Ressourcen etc.) durch automatisierte Datenerfassung über alle Herstellungsschritte sein. Zudem bietet der DPP das **Potential zur Ressourcenschonung** ausschlaggebend beizutragen und die **Kreislaufwirtschaft** anzutreiben. Durch den Abbau von Informationsdefiziten und der Steigerung von Transparenz entlang der Liefer- und Wertschöpfungsketten, können Ressourceneffizienz und Recycling durch die umweltschonende KI-Anwendung des DPP gesteigert werden. Daher stellt die Entwicklung eines DPP und die Harmonisierung von Daten insbesondere für die Kreislaufwirtschaft ein entscheidendes Potential dar.

Neben den oben genannten Anwendungsbereichen bestehen potentielle Anwendungen für das Handeln öffentlicher Akteur*innen auf G2G- sowie G2B- und G2C-Ebene. Da der Fokus der Forschungslinie insbesondere auf den Ebenen B2B, B2C und B2G liegt, werden weitere potentielle Anwendungen an dieser Stelle nicht tiefgreifender dargelegt.

3.4 Herausforderungen der Datenbereitstellung für den digitalen Produktpass

Aus Basis einer Treiber- und Hemmnisanalyse sowie Diskussionen auf einem Projektworkshop wurden Herausforderungen des DPP für nachhaltigen Konsum identifiziert. Die zentralen Herausforderungen werden im Folgenden beschrieben.

Auf Unternehmensebene stellen insbesondere der Arbeits-, Kosten- und Implementierungsaufwand (Götz et al. 2021: 29; Friedrich et al. 2021: 137) sowie die mangelnde Datentransparenz entlang der Lieferketten und die damit einhergehend fehlende Datengrundlage (Götz et al. 2021: 29; Friedrich et al. 2021: 137; Berg et al. 2021) zentrale Hemmnisse dar.

Aus technologischer Perspektive sind zum einen der Mangel an verlässlichen und vergleichbaren Daten für den DPP (auf der Ebene der

Datensammlung) (BMU 2020: 13) und zum anderen die fehlende Gewährleistung eines "Single Point of Truth", mit selektiven Zugriffsrechten (Götz et al. 2021: 39; Berg et al. 2020: 23f.) entscheidende Hemmnisse in der Etablierung eines skalierbaren und technologisch nachhaltigem DPP.

Auch auf politischer Ebene sind, neben Impulsen zu mehr Energie- und Rohstoffeffizienz von Digitalisierungstechnologien, Anreize erforderlich, welche auf Veränderungen im unternehmerischen Handeln sowie im Konsumverhalten abzielen (Kahlenborn et al. 2018: 77, Friedrich et al. 2021). Die bislang geringen Nutzerzahlen und die damit verbundene Wettbewerbsschwäche von nachhaltigkeitsorientierten Apps und Plattformen, lassen sich unter anderem daraus ableiten. Zudem stellt auf umweltpolitischer Ebene die fehlende Festlegung des Detailgrades der benötigten Informationen ein Hemmnis dar (Götz et al. 2021: 28; 37; 40).

Die Überwindung dieser Hemmnisse ist wichtig, um nachhaltigen Konsum und diesbezügliche KI-Anwendungen auf Basis gut fundierter Daten möglich zu machen.

4. KI für nachhaltigen Konsum: Mögliche Anwendungen und Herausforderungen

Der DPP schafft künftig eine neue Datenbasis mit Potentialen für KI-gestützte, entscheidungsorientierte Analysen und Auswertungen, auch zur Unterstützung von nachhaltigen Konsum. In diesem Abschnitt wird daher nach einer kurzen Charakterisierung von KI, auf potentielle KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum und diesbezügliche Herausforderungen eingegangen.

4.1 Was ist mit KI gemeint?

In der Literatur finden sich zahlreiche Definitionen zu KI. Stand jetzt gibt es keine einheitliche Begriffserläuterung, da KI ein multidisziplinares Forschungsfeld umfasst, in dem viele Methoden und Technologien zusammenfließen. Die Gemeinsamkeit liegt jedoch in der Motivation, **Systeme zu schaffen, welche die menschliche Kognition nachempfinden und gar übersteigen können** (Friedrich et al. 2021: 27; Jetzke et al. 2019: 11f.).

Nach Bruhn und Hadwich (2021) ist eine oftmals angewandte **Klassifizierung die Einteilung nach der Stärke der KI.** Zentral dabei ist die Fähigkeit der KI spezifische Schlussfolgerungen ableiten zu können:

- **"Schwache KI-Systeme** sind zunächst dazu geschaffen, mittels elementarer Schlussfolgerungen zu einer Lösung zu gelangen (Russell/Norvig 2016). Grundlegend für diese Einstufung ist die philosophische Einschätzung, dass eine schwache KI ein System darstellt, das vorgibt, menschliche Entscheidungen und Schlussfolgerungen zu treffen und sich so verhält – diesen Vorgang jedoch lediglich simuliert (Russell/Norvig 2016).
- **Starke KI-Systeme** grenzen sich dadurch ab, dass ihnen eine breitere Wissensbasis zugrunde liegt und eigenständige Denkvorgänge stattfinden. Diese Art der starken KI simuliert daher nicht nur einen Denkvorgang, sondern denkt selbstständig und erarbeitet komplexe Lösungen (Russell/Norvig 2016)." (Bruhn & Hadwich 2021: 7f.)

Eng mit der Stärke der KI ist der Begriff der Zielerreichung der KI verbunden. Im Kontext dieses Papiers ist dies der nachhaltige Konsum. Mit Bezug zur oben genannten Verständnis zum nachhaltigen Konsum umfasst nachhaltige Konsumverhalten die Wahl von Produkten oder Dienstleistungen, die in der Herstellung, Nutzung und Entsorgung besonders umweltfreundlich und sozialverträglich sind.

4.2 Potentielle KI Anwendungen für nachhaltigen Konsum

Im Alltag nutzen viele Menschen schon KI-basierte Entscheidungshilfen oder Feedbacksysteme, z.T. ohne dass KI-Technologien offensichtlich werden. Beispiele sind lernende Spracherkennungssysteme zur stimmgesteuerten Musikauswahl zuhause oder automatisierte Routenoptimierung zur Navigation im Auto, unterstützt durch Echtzeit-Datenauswertungen von großen Mengen von Mobilitätsdaten mit intelligenten Algorithmen. KI kann dabei **vielfältige Funktionen** haben und bspw. besseren Komfort oder mehr Sicherheit im Alltag bieten. Auch **für nachhaltigen Konsum** kann KI förderlich sein, bspw. um individuelle Konsummuster und -kontexte besser zu erkennen, Optimierungspotenziale zu identifizieren und Handlungsimpulse zu setzen, wie bspw. eine ökologisch vorteilhaftere

Verkehrsmittelwahl oder zur Vermeidung von Fehlkäufen beim Online-Shopping.

Unter Einbezug der oben dargestellten erforderlichen Fachkompetenzen für nachhaltigen Konsum können KI-basierte Analysen und Technologien folgende **Kompetenzen zur Wahl von Produkten und Dienstleistungen** unterstützen (oder im Sinne starker KI sogar selbst erlangen):

1. Nachhaltigkeitsrelevante Informationen **suchen, finden und wahrnehmen,**
2. Informationen **verstehen, verknüpfen** und Zusammenhänge **antizipieren,**
3. Zusammenhänge **bewerten,**
4. Zusammenhänge in Entscheidungs- und Handlungsprozesse **integrieren.**

Ein Potential von KI in Wertschöpfungsketten stellt die **Transparenzsteigerung infolge von umfangreichen und präzisen Datenanalysen** dar. KI-Technologien können dafür sorgen, dass Daten aus verschiedenen Datenbanken miteinander verknüpft und anschließend intelligent modelliert werden. Zudem ermöglichen intelligente Algorithmen schnellere und automatisierte Informationsvermittlung (bspw. mittels virtueller Sprachassistenten), wodurch die Datenbereitstellung für nachhaltige Konsumentscheidungen gefördert werden kann. Das **Forschungsprojekt KI4NK** entwickelt mit Förderung des Bundesumweltministeriums auf Basis von datengetriebenen Technologien und KI ein Konzept zur Förderung von nachhaltigem Konsum bei Suchmaschinenanbietern, Vergleichsportalen und Online-Shops (BMU, 2020: 54). Das **Projekt „Green Consumption Assistant für nachhaltigen Konsum - Entwicklung, Anwendung, Evaluation (GCA)“** hat zum Ziel, eine KI-gestützte Assistenzsystem zu entwickeln, dass Verbraucher*innen während des Online-Shoppings unterstützt, schnell und einfach ressourcenschonende Produkte und Alternativen zum Neukauf zu entdecken. [5]

Die breite Anwendung von KI-Technologien im Datenaustausch zwischen verschiedenen Akteur*innen der Wertschöpfungskette könnte auch eine

[5] Green Consumption Assistant. https://green-consumption-assistant.de/

Etablierung eines branchenübergreifenden DPP fördern. Zudem könnten Produktinformationen mittels KI-Anwendungen (bspw. intelligente Assistenzsysteme) zunehmend automatisiert erfasst und vereinfacht für alle Akteur*innen entlang der Wertschöpfungskette zugänglich gemacht werden. Mittels maschinellen Lernens oder Deep Learning kann die **personalisierte und datenbasierte Entscheidungsunterstützung** bedeutend **verbessert** werden, da immer **größere Datenmengen** zunehmend **schneller, intelligenter und automatisierter verarbeitet** werden können.

Anhand KI-basierter Analysen können bestimmte Konsummuster nicht nur erklärt, sondern auch **Prognosen** von zukünftigen Verbraucherverhalten gemacht werden. In Ergänzung zu multikriteriellen Szenarioanalysen oder prädiktiven Methoden zu individualisierten Verhaltensvorhersagen (bspw. im Zusammenhang mit Nudging-Konzepten) können **KI-Anwendungen zur verbesserten Erklärung von Verbraucherverhalten** führen. Eine besondere Bedeutung können dabei auch **vernetzte intelligente Objekte** für nachhaltigen Konsum gewinnen, wenn basierend auf bspw. regelmäßigen Abfragen bei Amazon Alexa, intelligente Objekte die täglichen Routinen und Gewohnheiten von Verbraucher*innen erkennen und die Kontexte in Konsumsituation analysieren und daraus individuelle Handlungsempfehlungen ableiten (Lasarov 2021: 255). Darüber hinaus könnte die Erfassung und Analyse von Daten ermöglicht werden, die nicht direkt in Verbindung zu einem Kaufvorgang stehen (wie bspw. Hungergefühl, Pulsfrequenz), wodurch wiederum personalisierte Nudges verbessert werden könnten.Damit öffnet sich ein neues Forschungsfeld: Ein besseres Verständnis von Konsumveränderung durch KI, wobei eine **kritische Überprüfung ethischer Kriterien** bei solchen neuen Visionen eine entscheidende Grundlage darstellt (Lasarov 2021: 255). Dies bezieht sich auch auf Trainingsdaten, die für die Entwicklung der Algorithmen erforderlich sind.

Mithilfe von **präskriptiven Analysen,** welche das Ziel verfolgen personalisierte und nachhaltige Alternativen zu offerieren, können KI-Technologien in komplexen Entscheidungssituationen die Qualität der Konsumentscheidung positiv lenken (Lasarov 2021: 253). Nach Lasarov (2021: 252) können digitale Technologien mit KI unterschiedlich genutzt werden, um bestehende Hemmnisse zu beseitigen, die Konsument*innen vom Kauf nachhaltiger Produkte bislang noch abhalten. Zu den Hemmnissen gehören

u.a. vermeintliche erhöhte individuelle Kosten bei der Suche sowie beim Kauf nachhaltiger Produkte. Lasarov (2021: 254) nennt folgende KI-Anwendungen:

- Mithilfe von **KI-basierten Recommendation Systems** können Unternehmen **effektiveres Nudging begünstigen.** Nach Lasarov (2021) sind Nudges zu nachhaltigem Konsum bislang nicht effektiv genug, weil die Wirkung von vielzähligen persönlichen Faktoren abhängig ist und zu unbeabsichtigten Nachwirkungen führen können. KI-Algorithmen haben dabei die Möglichkeit, die Konsumentenpräferenzen zusammen mit den Präferenzen anderer Konsument*innen, Expert*innenmeinungen sowie produktbezogenen und demographischen Charakteristika zu berücksichtigen und basierend darauf optimale Produktempfehlungen festzustellen (Lasarov 2021: 252).
- Nachhaltige Recommendation Systems erlauben Händler*innen zum einen nicht-nachhaltige **Auswahloptionen** für nachhaltig-gestimmten Konsument*innen **zu beschränkten** und zum anderen die bestehende **Informationsflut** bei Einkaufsentscheidungen **zu reduzieren**. Existierende Recommendation Systems sind bspw. Produktempfehlungen auf Plattformen wie Netflix oder Amazon, wobei den Verbraucher*innen bislang keine Unterstützung für den Konsum nachhaltiger Produkte geboten wird (Lasarov 2021: 252).
- KI-Algorithmen haben zudem das **Potential bestmögliche Preise für Verbraucher*innen festzustellen**, die sich an den jeweiligen Preisbereitschaften der Konsument*innen orientieren. Vermeintlich erhöhte Kosten von nachhaltigen Angeboten bilden häufig eines der größten Hemmnisse für Konsument*innen ab, daher kann der **Verkaufserfolg nachhaltiger Produkte durch KI-Algorithmen erheblich gesteigert** werden (Lasarov 2021: 252).
- KI-Algorithmen können die **optimale und personalisierte Unterstützung von Nudges ermitteln** und somit eine besonders **effiziente Ansprache** sowie ein **erfolgreiches Nudging** (bspw. über soziale Normen) erreichen (Lasarov 2021: 253).

Ghoreishi & Happonen (2020) stellen eine Reihe von **KI-Anwendungen im Kontext der Kreislaufwirtschaft** dar: Dazu gehören intelligente Algorithmen für Wartungsprozesse von Produkten, Plattformen zur Verlängerung von

Produktlebenszyklen, sensorische Technologien für den intelligenten Produktlebenszyklus, Feedbackdaten in Echtzeit oder KI-Analysen für kollaborative Entscheidungsfindung.

4.3 Herausforderungen

Herausforderungen von KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum zeichnen sich auf verschiedenen Ebenen ab.

Konsument*innen fehlt eine ausreichende **Transparenz und Nachvollziehbarkeit** von Algorithmen, z.B. beim Tracking für Big-Data-Analysen und personalisierte Werbung. Denn **Erklärbarkeit wird als notwendige Voraussetzung** für den Einsatz von Methoden der Künstlichen Intelligenz gesehen, was unter dem Stichwort "Erklärbare KI" gefasst wird (vgl. Käde und Maltzan 2020). Im Zusammenhang mit der Nutzung von KI-Anwendungen, insb. im Rahmen der automatisierten Entscheidungsunterstützung, ergeben sich zudem eine Reihe von **ethischen Konflikten und Fragen** (bspw. "Inwieweit entscheide ich beim Kauf dieses Produktes noch selbst?" oder "Welche Trainingsdaten liegen dem KI-Algorithmus zugrunde?"), welche ein Hemmnis in der Debatte zur Akzeptanz von KI darstellen. Eine weitere Herausforderung auf der Ebene der Konsument*innen stellt zum einen das **fehlende Wissen** seitens Konsument*innen über den Wert Ihrer Daten und zum anderen die oft **uninformierten Zustimmung** von persönlichen Daten gegenüber marktführenden, nicht-nachhaltigen Anbietern, dar. Es können die technologischen Möglichkeiten zur Steigerung des nachhaltigen Konsumsmit datenschutzrechtlichen Regeln kollidieren (Micklitz, 2020: 33). Auch als Folge der existierenden **Informationsüberflutung** und dem **Fehlen eines händler-unabhängigen Orientierungsrahmens** für Konsument*innen, können nachhaltige Konsumentscheidungen gehemmt werden.

Für **Unternehmen**, insbesondere kleine Unternehmen, können, neben dem **Datenerhebungsaufwand,** der unzureichenden Datentransparenz und der fehlenden Datengrundlage, auch der Mangel an **technischer Infrastruktur sowie an Fachkräften** für die Etablierung KI-basierter Lösungen für nachhaltigen Konsum, zentrale Hemmnisse darstellen (vgl. Waltersmann et al,

2021). Kooperationen mit anwendungsorientierten Forschungsinstituten in praxisnahen Innovationsinfrastrukturen, wie z.B. Living Labs, können hier unterstützen (vgl. Erdmann et al. 2020; DFKI, 2021).

Auf der **politischen Ebene sind deutlichere** Impulse zu mehr Energie- und Rohstoffeffizienz erforderlich, die auf Veränderungen in digitalen Produktions- und Konsummustern abzielen und die **Wettbewerbsstärke von nachhaltigkeitsorientierten Angeboten** stärken (vgl. Christen et al. 185 ff., Friedrich et al. 2021, Frick et al. 2019: 16). Um Anwendungen der Künstlichen Intelligenz stärker an Nachhaltigkeitszielen auszurichten, bedarf es Förderinitiativen wie die „KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen" des Bundesumweltministeriums.[6] Die **aktuelle Plattformregulierung**[7] unterstützt die Datenmacht und Wettbewerbsstärke von Big Playern, wie Google, Amazon, Metaverse und stellt damit Herausforderungen für kleine und neue Anbieter dar. Es bestehen auch Wissenslücken zur Wirkung von möglichen Regulierungsmaßnahmen. Reallaboransätze und Living Labs für "regulatives Lernen" können helfen, durch Experimentieren neues Wissen zu generieren und regulatorisches Lernen voranzutreiben (Bauknecht et al., 2019, Baedeker et al., 2020, Geibler und Stelzer, 2020, Erdmann et al., 2018).

5. Fazit und offene Fragen

Es sollten die **vielfältigen Potenziale von KI für Nachhaltigkeitsfragen** zum Einsatz kommen, um Nutzungskontexte und Konsummuster besser zu verstehen, wesentliche Trigger zu bestimmen und Optimierungspotenziale zu nutzen (WBGU 2019: 14). Es geht darum, **Konsumoptionen so zu gestalten, dass Verbraucher*'innen nachhaltige Entscheidungen treffen können**. Die **KI-basierte Unterstützung von Konsumentscheidungen birgt diesbezüglich** Potentiale und stellt sich gleichzeitig als noch wenig erforschtes Forschungsfeld dar.

[6] Die Förderinitiative hat das Ziel, verstärkt Anwendungen der Künstlichen Intelligenz für den Umwelt-, Natur- und Klimaschutz zu entwickeln, und ist ein Beitrag zur Umsetzung der KI-Strategie der Bundesregierung (Bundesregierung 2020) u.a. mit dem Ziel, eine verantwortungsvolle und gemeinwohlorientierte Entwicklung und Nutzung von KI voranzubringen (BMU 2021c).

[7] vgl. auch Specht-Riemenschneider et al. 2020 oder Ramesohl & Gunnemann (2021).

Es zeigen sich für potentiellen KI-Anwendungsfeldern **eine Reihe von Herausforderungen für KI-Anwendungen** für verschiedene Akteure im Kontext nachhaltigen Konsums. Um die Herausforderungen besser einschätzen zu können und langfristig nachhaltigen Konsum stärker durch daten- und KI-basierte Lösungen zu fördern, besteht Forschungs- und Handlungsbedarf. Auf der Grundlage der inhaltlichen Fokussierung dieses Positionspapieres und der bisherigen Forschungsergebnisse ergeben sich für die Autor*innen folgende **offene Fragen**:

- Wie wirken **Umweltinformationen und Informationsstrategien** im Entscheidungsprozess der Verbraucher*innen im Sinne nachhaltiger Konsumentscheidungen?
- Welche **Schnittstellen** ergeben sich zwischen KI-Technologien und Konsument*innen **innerhalb der Customer Journey?** Bestehen dabei für digitale, analoge und hybride Einkaufsvorgänge Unterschiede?
- Welche **KI-Technologien** bieten ein **besonderes Potential** zur Gestaltung von nachhaltigen Konsum? Wie relevant sind Risiken automatisierter Entscheidungen durch KI, wie z.B. eine fehlende Reflektion des eigenen Verhaltens oder vermeintliche Fehlentscheidungen?
- Welche Faktoren bestimmen die Akzeptanz und **Erklärbarkeit von KI-Anwendungen** im Konsumbereich? Welche Rolle spielen dabei Datenschutzanforderungen für nutzungsbezogenen und produktbezogene Lebenszyklusdaten?
- Wie können **Ethikrichtlinien** für KI-Anwendungen im Bereich des nachhaltigen Konsums gestaltet werden und die Transparenz für Verbraucher*innen gegenüber Algorithmen erhöht werden?
- Wie kann der **Aufwand** in (kleinen und mittelständigen) Unternehmen für die Etablierung nachhaltigkeitsorientierter KI-basierter Lösungen reduziert werden?
- Wie können **offene Forschungs- und Innovationsinfrastrukturen** (z.B. Reallabore oder Living Labs) zur praxisnahen und akteursübergreifenden Exploration von nachhaltiger KI in unterschiedlichen Konsumfeldern genutzt werden? Welche Prinzipien sollten eine verantwortliche KI-Entwicklung leiten?

- Welche **umweltpolitischen Maßnahmen** haben eine besondere Relevanz für KI-basierte Förderung des Nachhaltigen Konsums?

Trotz neuer technischer Möglichkeiten bleibt die Entwicklung des nachhaltigen Konsum eine gesellschaftliche und damit auch politische Herausforderung. Das Potential von KI, die Kompetenz für nachhaltigen Konsum zu unterstützen, kann erst dann ausgeschöpft werden, wenn die erforderlichen Datengrundlagen gegeben und gesellschaftliche Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz gesteigert wird. Hier sehen wir weiteren Untersuchungsbedarf.

6. Quellen

Baedeker, C., Piwowar, J., Themann, P., Grinewitschus, V., Krisemendt, B., Lepper, K., Zimmer, C., Geibler, v. G., (2020). Interactive Design to Encourage Energy Efficiency in Offices: Developing and Testing a User-Centered Building Management System Based on a Living Lab Approach. Sustainability, 12 (17), 6956. Abrufbar unter https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7573/file/7573_Baedeker.pdf [Zugriff am 16.11.2021].

Bauknecht, D., Bischoff, T., Bizer, K., Heyen, D., Führ, M., Gailhofer, P., Proeger, T. & Von der Leyen, K. (2019). Exploring the pathways: Regulatory experiments for Sustainable Development – an interdisciplinary approach. ifh Working Paper No. 22/2019

Berg, H., Le Blévennec, K., Kristoffersen, E., Strée, B., Witomski, A., Stein, N., Bastein, T., Ramesohl, S., Vrancken, K., (2020). Digital circular economy a cornerstone of a sustainable European industry transformation. White Paper - ECERA European Circular Economy Research Alliance. Abrufbar unter https://www.era-min.eu/sites/default/files/publications/201023_ecera_white_paper_on_digital_circular_economy.pdf [Zugriff am 29.09.2021].

Berg, H., Kulinna, R., Stöcker, C., Guth-Orlowski, S., Thiermann, R., Porepp, N. (2021). Overcoming Information Asymmetry in the Plastics Value Chain with Digital Product Passports. How decentralized identifiers and verifiable credentials can enable a plastics circular economy. Abrufbar unter https://github.com/Spherity/product-pass#readme [Zugriff am 13.12.2021].

Borries, F. (2017). Weltentwerfen – eine politische Designtheorie. Suhrkamp Verlag, Berlin, 2. Auflage.

Bruhn, M., Hadwich, K. (2021). Künstliche Intelligenz im Dienstleistungsmanagement - Anwendungen, Einsatzbereiche und Herangehensweisen. In: Bruhn, M., Hadwich K. (Hrsg.), Künstliche Intelligenz im Dienstleistungsmanagement. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 3-50.

Buerke, A. (2016). Consumer Confusion am Point of Sale. Eine Untersuchung zum Kauf nachhaltiger Produkte im Lebensmitteleinzelhandel. Springer Gabler, Leipzig. Abrufbar unter https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-15201-7 [Zugriff am 08.11.2021].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021a). Umweltpolitische Digitalagenda: Digitaler Produktpass. Abrufbar unter https://www.bmu.de/faqs/umweltpolitische-digitalagenda-digitaler-produktpass/ [Zugriff am 15.06.2021].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021b). Auf einen Klick: Produktpass Lückenloser Lebenslauf. Abrufbar unter https://www.bmu.de/digitalagenda/auf-einen-klick/ [Zugriff am 27.07.2021].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2021c). Fünf-Punkte-Programm „Künstliche Intelligenz für Umwelt und Klima“. Abrufbar unter

https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Digitalisierung/factsheet_ki_bf.pdf [Zugriff am 12.11.2021].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2020). Die Umweltpolitische Digitalagenda. Abrufbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Digitalisierung/digitalagenda_bf.pdf [Zugriff am 06.10.2021].

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (2016). Nationales Programm für nachhaltigen Konsum. Gesellschaftlicher Wandel durch einen nachhaltigen Lebensstil. Abrufbar unter https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/nachhaltiger_konsum_broschuere_bf.pdf [Zugriff am 21.11.2021].

Bundesregierung (2020): Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Fortschreibung 2020. Abrufbar unter: https://www.ki-strategie-deutschland.de/files/downloads/201201_Fortschreibung_KI-Strategie.pdf [Zugriff am 19..10.2021].

Christen, M., Mader, C., Čas, J., Abou-Chadi, T., Bernstein, A., Braun Binder, N., Dell'Aglio, D., Fábián, L., George, D., Gohdes, A., Hilty, L., Kneer, M., Krieger-Lamina, J., Licht, H., Scherer, A., Som, C., Sutter, P., Thouvenin, F. (2020). Wenn Algorithmen für uns entscheiden: Chancen und Risiken der künstlichen Intelligenz. In: TA-SWISS Publikationsreihe (Hrsg.), TA 72/2020. Zürich: vdf.

Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) (2021). Living Labs. Abrufbar unter: https://www.dfki.de/web/technologien-anwendungen/living-labs [Zugriff am 21.11.2021].

Erdmann, L., Geibler, J. v., Dönitz, E., Stadler, K. & Zern, R. (2018). Roadmap Living Labs für eine Green Economy 2030. Langfassung mit Roadmaps in den Konsumfeldern Wohnen, Einkaufen und Mobilität. Ergebnis des Arbeitspakets 7 (AP 7.4) des INNOLAB Projekts. Karlsruhe und Wuppertal: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI; Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie.

Europäische Kommission (2021). Initiative für nachhaltige Produkte. Abrufbar unter https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12567-Sustainable-products-initiative/public-consultation_de [Zugriff am 28.09.2021].

Frick, V., Santarius, T. (2019). Smarte Konsumwende? Chancen und Grenzen der Digitalisierung für den nachhaltigen Konsum. In: Hübner, R., Schmon, B. (Hrsg.), Das transformative Potenzial von Konsum zwischen Nachhaltigkeit und Digitalisierung. Chancen und Risiken. Springer VS, 37-57.

Frick, V., Gossen, M., Lautermann, C., Muster, V., Kettner, S., Santarius, T. (2019). Digitalisierung von Märkten und Lebensstilen: Neue Herausforderungen für nachhaltigen Konsum. Stand der Forschung und Handlungsempfehlungen. Zwischenbericht. In: Umweltbundesamt (Hrsg.). Abrufbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publik

ationen/2019-10-16_texte_124-2019_digitalisierung-von-maerkten-und-lebensstilen.pdf [Zugriff am 06.10.2021].

Frické, M., (2019). The Knowledge Pyramid: the DIKW Hierarchy. Knowl. Org. 46, 1. 33-45. Abrufbar unter https://www.nomos-elibrary.de/10.5771/0943-7444-2019-1-33.pdf [Zugriff am 01.12.2021].

Friedrich, R., Ploner, F., Schäfer, C., T., Disselhoff, T., Petkau, A., Hennemann, C., Moecke, J., Wätzig, T., Zimmert, O., Waltersmann, L., Kiemel, S., Miehe, R., Sauer, A. (2021). Potenziale der Potenziale der schwachen künstlichen Intelligenz schwachen künstlichen Intelligenz für die betriebliche Ressourceneffizienz. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (Hrsg.). Abrufbar unter https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/studien/VDI-ZRE_Studie_KI-betriebliche-Ressourceneffizienz_Web_bf.pdf [Zugriff am 10.06.2021].

Geibler, J.v., & Stelzer, F. (2020). Reallabore als umweltbezogenes Politikinstrument: Kurzstudie im Rahmen der Digitalagenda des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (No. 19). Wuppertal Report.

Geibler, J.v., Riera, N., Echternacht, L., Björling, S. E., et al. (2015). myEcoCost: Forming the nucleus of a novel environmental accounting system. Vision, prototype and way forward (No. 50). Wuppertal Spezial.

Ghoreishi, M., & Happonen, A. (2020). Key enablers for deploying artificial intelligence for circular economy embracing sustainable product design: Three case studies. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2233, No. 1, p. 050008). AIP Publishing LLC.

Götz, T., Adisorn, T., Tholen, L. (2021). Der Digitale Produktpass als Politik-Konzept (Wuppertal Report Nr. 20) Wuppertal Institut. Abrufbar unter https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7694/file/WR20.pdf [Zugriff am 06.10.2021].

GS1 Europe (2020). Circular Data for a Circular Economy. Abrufbar unter https://gs1-germany.de/gs1-solutions/nachhaltigkeit/circular-economy/ [Zugriff am 05.10.2021].

GS1 Europe (2021). Global Battery Alliance and GS1 in Europe signed an MoU. Abrufbar unter https://www.gs1.eu/news/global-battery-alliance-and-gs1-in-europe-signed-an-mou-on-circularity [Zugriff am 05.10.2021].

Ivanova, D., Stadler, K., Steen-Olsen, K., Wood, R., Vita, G., Tukker, A., & Hertwich, E. G. (2016). Environmental impact assessment of household consumption. Journal of Industrial Ecology, 20(3), 526-536.

Jetzke, T., Richter, S., Ferdinand, J. P., Schaat, S. (2019). Künstliche Intelligenz im Umweltbereich. Anwendungsbeispiele und Zukunftsperspektiven im Sinne der Nachhaltigkeit. In: Umweltbundesamt (Hrsg.). Abrufbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publik

ationen/2019-06-04_texte_56-2019_uba_ki_fin.pdf [Zugriff am 07.12.2021].

Kahlenborn, W., Keppner, B., Uhle, C., Richter, S., Jetzke, T. (2018). Die Zukunft im Blick: Konsum 4.0: Wie Digitalisierung den Konsum verändert. Trendbericht zur Abschätzung der Umweltwirkungen. In: Umweltbundesamt (Hrsg.). Abrufbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/fachbroschuere_konsum_4.0_barrierefrei_190322.pdf [Zugriff am 06.10.2021].

Ketter, E., Thorun, C. (2019). Verbraucherstudie 2019: Wie erreicht man Verbraucherinnen und Verbraucher im Zeitalter digitaler Informationsangebote. Endbericht. Abrufbar unter https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/verbraucherschutz/Abschlussbericht_VS19_final.pdf [Zugriff am 06.10.2021].

Lasarov, W. (2021). Nachhaltiger Konsum im digitalen Zeitalter. In: Bruhn, M., Hadwich K. (Hrsg.), Künstliche Intelligenz im Dienstleistungsmanagement. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 235- 262.

Lell, O., Muster, V., Thorun, C. (2020). Förderung des nachhaltigen Konsums durch digitale Produktinformationen: Bestandsaufnahme und Handlungsempfehlungen. In Umweltbundesamt (Hrsg.). Abrufbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_11_17_texte_212_2020_digitalisierung_nachhaltiger_konsum_wirtschaftkonsum.pdf [Zugriff am 06.10.2021].

Liedtke, C., Kühlert, M., Huber, K., & Baedeker, C. (2020a). Transition Design Guide: Design für Nachhaltigkeit; Gestalten für das Heute und Morgen; ein Guide für Gestaltung und Entwicklung in Unternehmen, Städten und Quartieren, Forschung und Lehre. Abrufbar unter https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/7567 [Zugriff am 06.10.2021].

Liedtke, C., Baur, N., Dehmel, S., Grimm, V., Kenning, P., Micklitz, H. W., Specht-Riemenschneider, L., Scharioth, S. (2020b). Nachhaltigen Konsum und nachhaltige Produktion ermöglichen. Empfehlungen für die Verbraucherpolitik. Veröffentlichungen des Sachverständigenrats für Verbraucherfragen. Berlin: Sachverständigenrat für Verbraucherfragen. Abrufbar unter https://www.svr-verbraucherfragen.de/wp-content/uploads/Policy_Brief_Nachhaltiger_Konsum.pdf [Zugriff am 15.12.2021].

Liedtke, C., Büttgen, A. (2021). Zehn Botschaften zu SDG 12 „Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster“ (Zukunftsimpuls Nr. 22). Wuppertal Institut. Abrufbar unter https://wupperinst.org/fa/redaktion/downloads/publications/ZI22_SDG12.pdf [Zugriff am 01.12.2021].

Lockton, D., Harrison, D., Stanton, N.A. (2012). Models of the user: Designers' perspectives on influencing sustainable behaviour. J. Design Research, 10, 7–27. Abrufbar unter http://www.inderscience.com/offer.php?id=46137 [Zugriff am 16.11.2021].

Micklitz, H. W., Schiefke, N., Liedtke, C., Kenning, P., Specht-Riemenschneider, L., Baur, N. (2020). Online-Handel im Spannungsfeld von

Verbraucherschutz und Nachhaltigkeit (Sachverständigenrat für Verbraucherfragen, Hrsg.).

Nachreiner, M., Mack, B., Matthies, E., Tampe-Mai, K. (2015). An analysis of smart metering information systems: A psychological model of self-regulated behavioral change. Energy Research & Social Science 9, 85-97. Abrufbar unter https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629615300396 [Zugriff am 07.12.2021].

Ramesohl & Gunnemann (2021). Plattformregulierung für die Nachhaltigkeitstransformation. Abrufbar unter https://codina-transformation.de/wp-content/uploads/Positionspapier_Plattformregulierung-fu%CC%88r-die-Nachhaltigkeitstransformation.pdf [24.11.2021].

Russell, S., Norvig, P. (2016). Artificial Intelligence – A Modern Approach 3rd ed. Harlow Pearson Education.

Specht-Riemenschneider, L., Dehmel, S., Kenning, P., Liedtke, C., Hans-W. Micklitz & Scharioth, S. (2020). Grundlegung einer verbrauchergerechten Regulierung interaktionsmittelnder Plattformfunktionalitäten. Veröffentlichungen des Sachverständigenrats für Verbraucherfragen. Berlin: Sachverständigenrat für Verbraucherfragen.

SVRV (2021). Gutachten zur Lage der Verbraucherinnen und Verbraucher 2021. Gutachten des Sachverständigenrats für Verbraucherfragen. Abrufbar unter https://www.svr-verbraucherfragen.de/wp-content/uploads/SVRV_Gutachten_2020.pdf [Zugriff am 16.11.2021].

Suski, P., Pohl, J., & Frick, V. (2020). All you can stream: Investigating the role of user behavior for greenhouse gas intensity of video streaming. In Proceedings of the 7th International Conference on ICT for Sustainability (pp. 128-138).

Teufel, J.; Brohmann, B.; Gensch, C.-O.; Gsell, M.; et al. (2020). Fachwissenschaftliche Unterstützung des nationalen Programms für nachhaltigen Konsum - Teilvorhaben 3: Umweltkosten von Konsumgütern als Ansatzpunkt zur Verbesserung marktlicher und nicht-marktlicher Verbraucherinformation (“2. Preisschild“) Umweltbundesamt (UBA), Dessau.

Thorun, C., Diels, J., Vetter, M., Reisch, L., Bernauer, M., Micklitz, H. W., Purnhagen, K., Rosenow, J., Forster, D., Sunstein, C. R. (2017). Nudge-Ansätze beim nachhaltigen Konsum: Ermittlung und Entwicklung von Maßnahmen zum „Anstoßen“ nachhaltiger Konsummuster. In: Umweltbundesamt (Hrsg.). Abrufbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-08-22_texte_69-2017_nudgeansaetze_nach-konsum_0.pdf [Zugriff am 08.12.2021].

Umweltbundesamt (2021). Konsum und Umwelt: Zentrale Handlungsfelder. Abrufbar unter https://www.umweltbundesamt.de/themen/wirtschaft-konsum/konsum-umwelt-zentrale-handlungsfelder#bedarfsfelder [Zugriff am 15.12.2021].

Waltersmann, L., Kiemel, S., Stuhlsatz, J., Sauer, A., & Miehe, R. (2021). Artificial Intelligence Applications for Increasing Resource Efficiency in Manufacturing Companies—A Comprehensive Review. Sustainability, 13(12), 6689.

WBGU – Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (2019). Unsere gemeinsame digitale Zukunft. Berlin: WBGU. Abrufbar unter https://www.wbgu.de/fileadmin/user_upload/wbgu/publikationen/hauptgutachten/hg2019/pdf/WBGU_HGD2019_Z.pdf [Zugriff am 01.12.2021].

Weiber, R., Morgen, J. (2021). Autonomous Consumer Analysis. In: Bruhn, M., Hadwich K. (Hrsg.), Künstliche Intelligenz im Dienstleistungsmanagement. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, 83- 112.

Zimmermann-Janssen, V. E. M., Welfens, M. J., & Liedtke, C. (2021). Transformation zur Nachhaltigkeit – Warum wir eine Literacy für nachhaltigen Konsum brauchen (Zukunftsimpuls Nr. 16). Wuppertal Institut. Abrufbar unter https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7636/file/ZI16_Transformation.pdf [Zugriff am 22.11.2021].

Über die AUTOR*INNEN

Dr. Justus von Geibler
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

Dr. Justus von Geibler ist Co-Leiter des Forschungsbereichs "Innovationslabore" der Abteilung Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie. Seine Arbeitsschwerpunkte umfassen Nachhaltigkeitsinnovation und Innovationsmanagment, LivingLabs für nutzerintegrierte Produkt-Dienstleistungsentwicklung, Umwelt- und Nachhaltigkeitsbewertung von digitalen Technologien, Produkten, Wertschöpfungsketten und Unternehmen.

Toni Gnanko
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie

Toni Gnanko studiert Geographie im Master mit dem Schwerpunkt Umwelt und Gesellschaft an der Universität zu Köln und ist wissenschaftliche Hilfskraft im Forschungsbereich "Innovationslabore" in der Abteilung "Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren" am Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie.

Bitte das Positionspapier folgendermaßen zitieren:
Geibler, J.v.; Gnanko, T. (2021): Künstliche Intelligenz für nachhaltigen Konsum. Ansatzpunkte und Herausforderungen für nachhaltige Konsumentscheidungen auf Basis künstlicher Intelligenz. Positionspapier Nr. 7 im Rahmen des CO:DINA Projektes. Wuppertal Institute, Wuppertal. Verfügbar unter: https://codina-transformation.de

ABOUT CO:DINA

Das Verbundvorhaben CO:DINA – Transformationsroadmap Digitalisierung und Nachhaltigkeit vernetzt Wissenschaft, Politik, Zivilgesellschaft und Wirtschaft, um neue strategische Stoßrichtungen für eine sozial-ökologische Digitalisierung zu identifizieren. Vielfalt in Denkweisen, Perspektiven und Erfahrungen ist die Voraussetzung, um die Komplexität der Digitalisierung besser zu verstehen und grundlegenden Fragen insbesondere zur Künstlichen Intelligenz mit tragfähigen Lösungsansätzen zu begegnen. Dabei entstehen Netzwerke zwischen Akteursgruppen, die bislang unzureichend verbunden waren. So wird die politische und gesellschaftliche Handlungsfähigkeit für einen sozial-ökologisch-digitalen Wandel gestärkt.Das Vorhaben wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) im Rahmen der KI-Leuchtturminitiative gefördert und gemeinsam vom IZT –Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung und dem Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie umgesetzt.

Gefördert durch:

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

IMPRESSUM

IZT -Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gemeinnützige GmbH
Schopenhauerstr. 2614129 Berlin
Berlin, AG Charlottenburg, HRB 18 636

Tel.: +49 (0) 30 803088-0
Fax: +49 (0) 30 803088-88
Email: info@izt.de
Internet: www.izt.de

Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie gGmbH
Döppersberg 19
42103 Wuppertal

Tel.: +49-(0)202-2492-267 (Sekr.: -101)
Fax: +49-(0)202-2492-108
E-Mail: info@wupperinst.org
Internet: http:/wupperinst.org

Weitere Veröffentlichungen unter
www.codina-transformation.de