

Nachhaltige Konsumentenscheidungen durch Künstliche Intelligenz und den Digitalen Produktpass

Forschungsbericht zum Roadmapping der Forschungslinie "Transparente Wertschöpfungsketten" im CO:DINA Projekt

Autor*innen:

Dr. Justus von Geibler und Toni Gnanko
(Wuppertal Institut)

unter Mitarbeit von Vera Austrup, Katharina Gröne, Julius Piwowar, Dr. Stephan Ramesohl, Maren Simon, Christoph Tochtrop (Wuppertal Institut)

Kurz gesagt:

Wie können Künstliche Intelligenz und Daten des Digitalen Produktpass nachhaltige Konsumentenscheidungen fördern? Welche Maßnahmen sind dabei relevant? Der Bericht stellt auf Basis eines Roadmappingprozesses zu diesen Fragen Herausforderungen, Ansatzpunkte und Maßnahmen dar.

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	2
1. Einleitung	3
2. Forschungsansatz und Methodik	5
2.1 Transdisziplinärer und transformativer Forschungsansatz	5
2.2 Methodisches Vorgehen	6
3. KI und Nachhaltiger Konsum - das Forschungsfeld	9
3.1 Zentrale Begriffe und Konzepte	9
3.1.1 Nachhaltiger Konsum	10
3.1.2 Der Digitale Produktpass	14
3.1.3 KI für nachhaltigen Konsum	17
3.1.4 Ansatzpunkte für nachhaltige Konsumententscheidungen	21
3.2 Treiber und Hemmnisse KI-basierter Entscheidungsunterstützung	22
3.3 KI-Anwendung des DPP für nachhaltigen Konsum	26
3.2.1 Potentielle KI-Anwendungen für verbesserte Interaktionen	26
3.2.2 Potentielle KI-Anwendungen mit besserer Datenverarbeitung	29
3.2.3 Potentielle KI-Anwendungen im Handel	30
3.4 Herausforderungen für KI-Anwendungen im nachhaltigen Konsum	34
4. Roadmap mit Zielbild und Maßnahmen	40
4.1 Zielbild für das Roadmapping	40
4.2 Maßnahmen im Überblick	40
4.3 Steckbriefe zu den Maßnahmenvorschlägen	43
5. Fazit und Ausblick	56
6. Literaturverzeichnis	59
Über die Autor*innen und Impressum	67

Zusammenfassung

Die Forschungslinie "Transparente Wertschöpfungsketten" im CO:DINA-Projekt adressiert die Thematik des nachhaltigen Konsums durch Künstliche Intelligenz (KI) und den Digitalen Produktpass (DPP). Das Ziel ist es, relevante Handlungs- und Forschungsmaßnahmen zur Förderung von nachhaltigen Konsumententscheidungen durch KI und den Digitalen Produktpass zu identifizieren.

Das methodische Vorgehen basiert auf einem Roadmappingprozess, der eine Ist- und Trendanalyse (inkl. Analyse von Treibern und Hemmnissen) sowie mehrere Workshops mit Expert*innen zum Scoping und Roadmapping einschließt.

Im Rahmen des Roadmappings werden eine Reihe von Ansatzpunkten und Herausforderungen zur Förderung nachhaltiger Konsumententscheidungen durch KI und den Digitalen Produktpass identifiziert. Mit dem Ziel die Potentiale von KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum effektiv und effizient auf Basis des Digitalen Produktpasses (DPP) bis 2035 zu erschließen, werden zudem Handlungs- und Forschungsmaßnahmen vorgeschlagen. Die Maßnahmen zielen darauf ab, die Datenbereitstellung und -verfügbarkeit zu verbessern, KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum zu fördern und übergreifende politische Rahmenbedingungen zu gestalten. Sie umfassen Regulation, die Förderung von Forschung und Entwicklung, technische Maßnahmen sowie Informations- und Kommunikationsmaßnahmen. Sie zeigen wichtige Ansatzpunkte auf, die gemeinsam mit zentralen Akteur*innen aus Zivilgesellschaft, Politik, Wirtschaft und Wissenschaft weiter konkretisiert und entwickelt werden sollten.

Angesichts der Dynamik im Themenfeld und der Dringlichkeit zur Erreichung von Nachhaltigkeitszielen in den nächsten Jahren gilt es dabei, offene Gelegenheitsfenster auf nationaler und internationaler Ebene zu nutzen. Denn KI-Anwendungen können – zielgerichtet entwickelt – Transparenz zur Nachhaltigkeit in Wertschöpfungsketten erhöhen und dadurch nachhaltige Konsumententscheidungen fördern.

1. Einleitung

Künstliche Intelligenz (KI) ist als Schlüsseltechnologie der Digitalisierung von großem Interesse für Wirtschaft, Gesellschaft und Forschung. Die Relevanz von KI für die nationale Wettbewerbsfähigkeit, den Forschungsstandort Deutschland sowie für die Initiierung und Umsetzung von Transformationen ist unverkennbar (Bundesregierung 2021: 6). Trotz der relativen Neuheit des technologischen Konzepts "KI" konnten einzelne KI-Anwendungen bereits großflächig Einzug in tägliche Routinen der deutschen Bevölkerung finden. Die Bandbreite alltagsunterstützender Anwendungen z.B. zur Navigation, zum Einkaufen oder zur Kommunikation wächst weiter (Europäisches Parlament 2021: 12).

Die Entwicklung und breite Einführung von klima- und umweltfreundlichen KI-Lösungen haben ein großes Potenzial zur Erreichung von ehrgeizigen Klimaschutzzielen und des Europäischen Green Deal (Europäische Kommission 2021: 37, Gailhofer 2021). KI birgt ebenso zahlreiche Chancen im Hinblick auf die Förderung nachhaltigen Konsums (Bundesregierung 2018: 6, 10).

Der Beitrag von KI zu nachhaltigen Konsumententscheidungen mithilfe der Daten eines Digitalen Produktpasses steht im Fokus dieses Forschungsberichts. Der Bericht dient der Darstellung der Forschungsergebnisse aus der Forschungslinie "Transparente Wertschöpfungsketten", ein Teilvorhaben im Gesamtprojekt CO:DINA "Digitalisierung und Nachhaltigkeit" (siehe Kasten unten). Die übergeordnete Zielsetzung der Forschungslinie ist die Förderung von nachhaltigen Konsumententscheidungen mittels KI. Die Forschungslinie fokussiert dabei auf die Identifizierung von Ansatzpunkten sowie von Handlungs- und Forschungsmaßnahmen zur Förderung von nachhaltigen Konsumententscheidungen durch KI-Anwendungen auf der Basis des Digitalen Produktpasses.

Verbundvorhaben 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. Dabei werden sowohl die Voraussetzungen für eine nachhaltige Entwicklung aufgeführt sowie

die identifizierten Zielbilder für die jeweiligen Akteur*innen in entsprechende Handlungsmaßnahmen übersetzt und sowohl in themenspezifischen Transformationsroadmaps als auch in einem forschungslinien-übergreifenden Fahrplan zusammengeführt. Das Vorhaben CO:DINA wird vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) im Rahmen der KI-Leuchtturinitiative gefördert und gemeinsam vom Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (IZT) und dem Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie umgesetzt.

Quelle: CO:DINA 2022

Wie ist der Bericht strukturiert?

In dem dieser Einleitung folgenden Kapitel 2 wird der Forschungsansatz und das methodische Vorgehen erläutert. Es folgt in Kapitel 3 eine Charakterisierung des Forschungsstandes auf Basis der Auswertung einer Status-Quo-Analyse. Dabei werden zentrale Begriffe und Konzepte im Bereich "KI und Nachhaltiger Konsum" bestimmt, KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum sowie Anwendungsfelder von KI im Handel dargelegt und Herausforderungen im Forschungsfeld erläutert. Das Kapitel 4 stellt das Zielbild der Forschungslinie, identifizierte Handlungsfelder und -bedarfe, sowie die abgeleiteten Maßnahmen der Roadmap dar. Das Kapitel 5 zieht ein Fazit und gibt einen Ausblick.

2. Forschungsansatz und Methodik

In diesem Kapitel wird der Forschungsansatz des CO:DINA-Projektes dargestellt und das methodische Vorgehen innerhalb der Forschungslinie "Transparente Wertschöpfungsketten" erläutert.

2.1 Transdisziplinärer und transformativer Forschungsansatz

Der Forschungsansatz des CO:DINA-Projektes ist transdisziplinärer und transformativer Natur. Das Projekt versucht dabei, zentrale Fragestellungen im Themenfeld Nachhaltigkeit und Digitalisierung zu untersuchen, Problemstellungen zu klären und Lösungsansätze zu finden (Fritzsche et al., in Vorbereitung). Der Ansatz sieht vor, Akteur*innen aus Forschung und Praxis in den Forschungsprozess einzubinden, um unterschiedliche Perspektiven zu integrieren. Die anvisierten transdisziplinären Forschungsergebnisse sollen themenfeldübergreifende, anwendungsnahe Handlungsmaßnahmen hervorbringen, die akteursspezifisch kategorisiert und in Form von Roadmaps festgehalten werden. Die Grundlage des Forschungsansatzes stellt im CO:DINA-Vorhaben ein breites und diverses Forschungsnetzwerk (Fritzsche et al., in Vorbereitung).

Das sogenannte "Transformation Policy Lab" stellt ein zentrales ko-kreatives Format dar und findet im Forschungsvorhaben insbesondere innerhalb der Forschungslinien Anwendung. Das Policy Lab-Konzept ermöglicht die Übersetzung von Zielwissen (Wohin soll die Digitalisierung entwickelt werden?) in Transformationswissen (Wie kann Digitalisierung nachhaltig gestaltet werden?) (Fritzsche et al., in Vorbereitung). Dabei werden bestehende konzeptionelle Forschungsthemen aufgegriffen, Problemstellungen daraus abgeleitet und im Anschluss Lösungsoptionen erarbeitet.

Der Innovationsprozess lässt sich, wie in Abbildung 1 dargestellt, in zwei Bereiche unterteilen: die Problembeschreibung und die Lösungssuche. Innerhalb dieser beiden Bereiche durchläuft der Forschungsprozess eine öffnende Phase (zum Erkunden und Sammeln von Inhalten) und eine schließende Phase (zum Strukturieren, Verstehen und Zusammenzuführen von Inhalten), wodurch der Workflow des Forschungskonzeptes insgesamt in vier

Phasen erfolgt, auf deren Basis sich ein explorativen Charakter des Forschungsprozesses ergibt.

1. Die Phase des Erkundens (Problemforschung und Definition der Schwerpunkte der Untersuchung)
2. Die Phase des Erkennens (Problemdefinition)
3. Die Phase des Entwerfens (Ideen für Problemlösung und Identifikation von Potentialen)
4. Die Phase des Erprobens (Entwicklung und Erprobung konkreter Lösungsansätze)

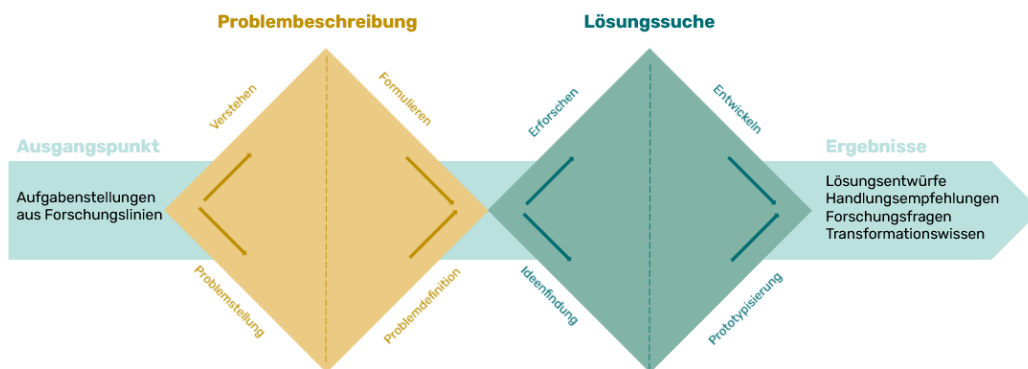


Abb. 1: Der Workflow des "Transformation Policy Labs" (Quelle: eigene Darstellung auf Basis von Fritzsche et al., in Vorbereitung)

2.2 Methodisches Vorgehen

Zur Entwicklung der Transformationsroadmap im Rahmen der Forschungslinie "Transparente Wertschöpfungsketten" wurden folgende Leitfragen entwickelt und verfolgt:

- Welche umweltschonenden Anwendungen des DPP lassen sich identifizieren? Welche Treiber und Hemmnisse bestehen?
- Welche Rolle kann KI für die beschleunigte Anwendung des DPP spielen?
- Wie könnte ein Zielbild für umweltschonende KI-Anwendungen des DPP aussehen?
- Welche Handlungs- und Forschungsmaßnahmen lassen sich zu KI-Anwendungen des DPP für nachhaltigen Konsum ableiten?

Das Vorgehen im Forschungsprozess wird durch die oben beschriebenen vier Phasen bestimmt und mit einzelnen Arbeitsschritten konkretisiert, siehe Abbildung 2. Die jeweiligen Phasen werden im Folgenden einzeln erläutert.

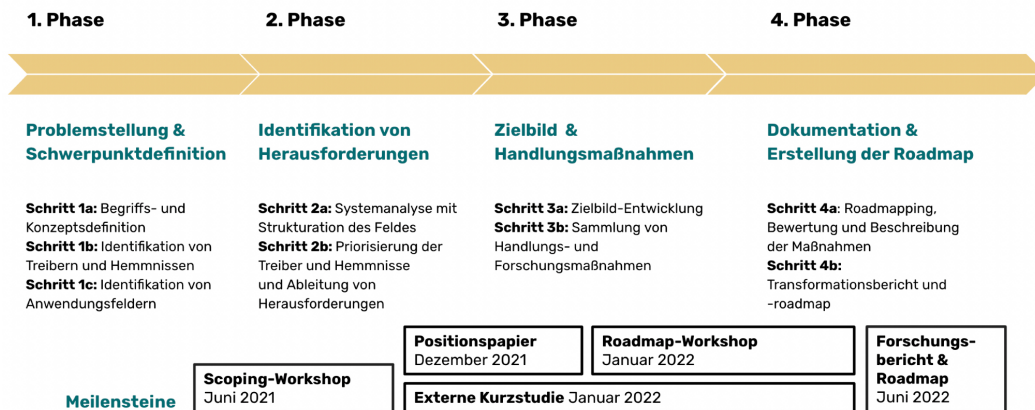


Abb. 2: Arbeitsphasen und -schritte im Forschungsprozess (Quelle: Eigene Darstellung)

Phase 1: Eingeleitet wurde der Forschungsprozess in der ersten Phase mit einer literaturbasierten Ist- und Trendanalyse zum Forschungsstand im Themenfeld Transparenz und KI-basierte Entscheidungsunterstützung für nachhaltige Liefer- und Wertschöpfungsketten, um die Problemstellung und die Schwerpunkte zu definieren. Es wurden zunächst relevante Begriffe und zentrale Konzepte dieser Forschungslinie definiert (Schritt 1a). Ziel dabei ist es, Ansatzpunkte zur Förderung nachhaltiger Konsumententscheidungen durch KI und den DPP zu identifizieren. Als nächster Schritt (Schritt 1b) wurden Treiber und Hemmnisse für die Transparenzsteigerung innerhalb von Wertschöpfungsketten und für die Förderung nachhaltiger Konsumententscheidungen durch KI-basierte Entscheidungsunterstützung identifiziert. Die identifizierten Treiber und Hemmnisse wurden vier Ebenen (der politischen, der technischen sowie der verbraucher*innen- und unternehmensspezifischen Ebene) zugeordnet. Auf der Grundlage der identifizierten Treiber und Hemmnisse wurde das Forschungsfeld zunehmend systematisch strukturiert. Im dritten Schritt der ersten Phase (Schritt 1c) erfolgte die Identifizierung von Anwendungsfeldern von KI auf Basis des DPP. Eine Vertiefung der Anwendungsfelder von KI im Handel ergab sich durch die Kurzstudie "Automatisieren, Personalisieren, Optimieren: Chancen & Herausforderungen von KI-Anwendungen auf Basis des Digitalen Produktpasses im Handel", die vom Deutschen Forschungsinstitut für

künstliche Intelligenz (DFKI) durchgeführt wurde (Altmeyer, Schubhan, Kerber 2022).

Phase 2: In Phase 2 folgte ein Scoping Workshop, in dem in einem Kreis von elf Expert*innen aus verschiedenen gesellschaftlichen Gruppen (Unternehmen, Forschung und Zivilgesellschaft) umweltschonende KI-Anwendungen des Digitalen Produktpasses für Konsumgüter und diesbezügliche Herausforderungen diskutiert wurden, und der ebenfalls dem Framing des Forschungsfeldes diente (Schritt 2a). Die zuvor identifizierten Treiber und Hemmnisse wurden priorisiert, wozu das Forschungsteam und Expert*innen die inhaltlichen Relevanz und Häufigkeit der Benennung in wissenschaftlichen Schlüsselstudien berücksichtigten. Auf dieser Basis wurden dann zentrale Herausforderungen abgeleitet (Schritt 2b).

Phase 3: In Phase 3 erfolgte die Erarbeitung eines anvisierten Zielbildes (Schritt 3a). Das Zielbild fokussiert eine effektive und effiziente Erschließung der Potentiale von KI-Anwendungen (bis 2035) für nachhaltigen Konsum (im Handel), auf der Basis des DPP. Anhand des identifizierten Zielbildes und aufbauend auf den Forschungsergebnissen der vorherigen Arbeitsschritte, konnten in einem weiteren Schritt (Schritt 3b) Handlungs- und Forschungsmaßnahmen abgeleitet werden.

Phase 4: Sowohl die identifizierten Herausforderungen als auch die Handlungs- und Forschungsmaßnahmen wurden im Rahmen eines Roadmappingworkshops (Schritt 4a) zunächst im Expert*innenkreis (13 Expert*innen aus unterschiedlichen gesellschaftlichen Gruppen (Unternehmen, Forschung und Zivilgesellschaft)) diskutiert und anschließend nach Relevanz bewertet. Darauf aufbauend erfolgte das Erstellen der Transformationsroadmap, im Rahmen derer die im Roadmappingworkshop zuvor bestimmten zentralen Maßnahmen detaillierter anhand von Steckbriefen beschrieben wurden (Schritt 4b).

3. KI und Nachhaltiger Konsum – das Forschungsfeld

Im Kapitel 3 wird das Forschungsfeld “KI und Nachhaltiger Konsum” anhand der Schritte aus den ersten beiden Phasen des Forschungsprozesses charakterisiert. Das Kapitel fundiert dabei im Wesentlichen auf vorliegenden Ergebnissen aus der Forschungslinie “Transparente Wertschöpfungsketten” des CO:DINA-Projektes, die als “Positionspapier” (Geibler & Gnanko 2021) bzw. “Kurzstudie” des DFKI (Altmeyer et al. 2022) veröffentlicht wurden.

Mit Bezug zu der Phase 1 erfolgt zunächst eine Einführung und Übersicht über zentrale Begrifflichkeiten und deren Definitionen (Kap. 3.1). Darüber hinaus wird ein Einblick in Ergebnisse der durchgeführten Treiber- und Hemmnisanalyse gegeben (Kap. 3.2). Es werden zudem die Ansatzpunkte zur Förderung von nachhaltigen Konsumententscheidungen dargestellt und einzeln thematisiert. Zudem werden mögliche Anwendungsfelder des DPP für nachhaltigen Konsum aufgeführt (Kap. 3.3). Bezüglich Phase 2 des Forschungsprozesses werden die Herausforderungen von KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum sowie die Herausforderungen im Handelsumfeld erläutert (Kap. 3.4).

3.1 Zentrale Begriffe und Konzepte

Das übergeordnete Thema der Forschungslinie umfasst die fortschreitende Digitalisierung im Bereich des nachhaltigen Produzierens und Konsumierens. Der Fokus der Forschungslinie liegt sowohl auf KI-basierter Entscheidungsunterstützung für nachhaltige Konsumententscheidungen als auch auf KI-Anwendungen im Handelsumfeld, auf der Datenbasis des DPP. Um ein einheitliches Begriffsverständnis zu schaffen, folgt zunächst die Definition von Nachhaltigem Konsum. Daraufhin werden Ansatzpunkte zur Steigerung von nachhaltigen Konsumententscheidungen herausgestellt, wobei der DPP als potentielle Datenbasis, die Entwicklung von persönlichen Kompetenzen für nachhaltigen Konsum sowie unterstützende Entscheidungsdesigns und unterstützende KI-Datenanalysen besonders fokussiert werden (entsprechend Schritt 1a der oben dargestellten Methodik).

3.1.1 Nachhaltiger Konsum

Um eine nachhaltige Entwicklung zu fördern, die sowohl den Schutz der Umwelt als auch gesellschaftliche und soziale Gerechtigkeit anstrebt, muss gesamtgesellschaftlich nachhaltiger gehandelt werden. Nachhaltiges Konsumieren nimmt bei dem Erreichen einer nachhaltigen Entwicklung eine zentrale Rolle ein, da der Konsum im Privaten einen Großteil des weltweiten Ressourcenverbrauchs ausmacht und für vielerlei Umwelteinflüsse verantwortlich ist (BMU 2019a). Der Status-Quo zeigt: Ein Großteil der Verbraucher*innen hegt bereits den Wunsch, ressourcenfreundlich und nachhaltig zu konsumieren. Die Zahl der Verbraucher*innen, die tatsächlich umwelt- und sozial-bewusst konsumiert, ist allerdings noch sehr gering. Die Gründe für diese Diskrepanz zwischen Wunsch und Realität sind vielfältig (SVRV 2021: 263). Unter anderem spielen die unübersichtliche und unzureichende Gestaltung von Verbraucherinformationen sowie das Fehlen von konkreten Umweltinformationen über die gesamte Lieferkette eines Produktes dabei eine entscheidende Rolle (SVRV 2021: 10).

Die Voraussetzung für nachhaltige Konsumententscheidungen bildet die sogenannte "Literacy für nachhaltigen Konsum" (Kompetenz für nachhaltigen Konsum). Die Kompetenz befähigt Individuen u.a. dazu, ihre Kaufentscheidungen zu beurteilen und nachhaltige Konsumententscheidungen zu tätigen (Zimmermann-Jansen et al. 2021).

Die zunehmende Digitalisierung sorgt für spürbare Veränderungen im Konsum entlang der gesamten Customer Journey und sorgt – z.B. durch die zunehmend digitale Informationssuche oder durch Unterstützung von intelligenten Algorithmen in der Bewertung von Alternativen – für neue Möglichkeiten für nachhaltigen Konsum (Kahlenborn et al. 2018: 15.) Technische Innovationen können (neben ökonomischen, sozialen und ordnungsrechtlichen Instrumenten) unter anderem dazu beitragen, strukturelle und transformative Veränderungen anzustoßen (Liedtke et al. 2021: 6f.) Es wird deutlich, dass eine Systemsicht auf Produktion und Konsum erforderlich ist, um ein nachhaltiges Wirtschaftssystem zu entwickeln (Liedtke et al. 2020a, Fishedick et al. 2020).

KI eröffnet im Anwendungsbereich "Konsum" neue Gestaltungsmöglichkeiten (Wahlster & Winterhalter 2020; Kahlenborn et al. 2018: 56), um diesen nachhaltiger auszurichten. Um im weiteren Verlauf mögliche Anwendungsfälle

sowie Ansatzpunkte für die Unterstützung nachhaltiger Konsumententscheidungen durch KI diskutieren zu können, wird zunächst nachhaltiges Konsumverhalten näher definiert (siehe Kasten unten).

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 2019: 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 Konsumniveaus 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.

Nachhaltiges Konsumverhalten ist von internen, wie bspw. psychischen Prozessen oder persönlichen Anfälligkeiten, sowie externen Faktoren abhängig (Buerke 2016: 78). Die notwendige Kompetenz, um nachhaltige Konsumententscheidungen treffen zu können, umfasst unterschiedliche Kompetenzen, die den Umgang mit nachhaltigkeitsrelevanten Daten und Informationen umfassen. Unterteilt lässt sich die Literacy für nachhaltigen Konsum in vier Fachkompetenzbereiche (siehe Abbildung 3). Demnach müssen Konsument*innen zunächst nachhaltigkeitsrelevante Informationen suchen, finden und wahrnehmen können. Darüber hinaus müssen diese Informationen von Konsument*innen verstanden, miteinander verknüpft und Zusammenhänge antizipiert werden können. Zudem umfasst die Literacy auch die Fähigkeit, die Informationen und Zusammenhänge zu beurteilen und die Beurteilung zuletzt auch in eigene Entscheidungs- und Handlungsprozesse zu integrieren.



Abb. 3: Literacy für nachhaltige Konsumententscheidungen (Quelle: Geibler & Gnanko 2021: 11, basierend auf Zimmermann-Jansen et al. 2021)

Entscheidungsdesigns für nachhaltigen Konsum

Entscheidungsdesigns stellen neben der Kompetenz für nachhaltigen Konsum einen weiteren wichtigen Ansatzpunkt für die Unterstützung nachhaltigen Verbraucherverhaltens dar. Einen zentralen Erklärungsansatz dafür bieten, u.a. basierend auf Lockten 2013, Baedeker et al. 2020 sowie Forschungsergebnissen aus dem Transition und dem Design for Behaviour Change (Liedtke et al. 2020b), drei Nutzungs- und Interventionstypen. Die drei Typen lassen sich wie folgt charakterisieren:

1. "Coercive Intervention / Auswahleinschränkung: Bei diesem Interventionstypen denken Konsument*innen nicht über die grundsätzlichen Reflexreaktionen, die mittels Designanreizen ausgelöst werden, hinaus. Durch eine Begrenzung oder einen Ausschluss von Auswahlmöglichkeiten werden den Verbraucher*innen Funktionen aufgezwungen (vgl. Thorun et al. 2017). Die Kritik an diesem Interventionstypen liegt insbesondere darin, dass Verbraucher*innen ihr Verhalten nicht reflektieren und darin, dass, sobald die eigenen Erfahrungen nicht mit den Prioritäten des Systems übereinstimmen, oft schlechte Erfahrungen möglich werden.
2. Persuasive Intervention/Nudging: Dieser Interventionstyp dient der Orientierung innerhalb gegebener Handlungsoptionen ("choice architecture"). Er strebt insbesondere die Entscheidungsoptimierung

infolge einer Komplexitätsreduktion an. Die Verbraucher*innen suchen bei dieser Intervention den einfachsten Weg, den eigenen geistigen Aufwand zu minimieren. Die Entscheidungsfindung basiert hierbei auf automatisierten und unbewussten Zusammenhängen. Problematisch bei dieser Form der Intervention ist, dass die Entscheidungshoheit über die Optionen allein bei den Designer*innen und den Forscher*innen liegt.

3. Reflektierte Intervention/Feedback: Bei der reflektierten Intervention sind Nutzer*innen in der Lage, ihre Handlungen selbst zu reflektieren. Die Entscheidung, bzw. das angewandte Verhalten, ist als eine Reaktion zu verstehen, welche sich anhand fundierter Argumente und einer authentischen Rhetorik ableitet. Die Reaktion der Nutzer*innen gründet sich insbesondere auf der Bereitstellung von Feedback.

Eine detaillierte Darstellung der Interventionstypen für nachhaltigen Konsum, gegliedert nach verschiedenen Initiatoren und inklusive Beispielen, ist im "Positionspapier" zur CO:DINA-Forschungslinie Transparente Wertschöpfungsketten (Geibler & Gnanko 2021: 13ff) gegeben.

Der Entscheidungsprozess aus psychologischer Sicht

Betrachtet man Ansatzpunkte zur Unterstützung von nachhaltigen Konsumententscheidungen, spielen gesundheits- und umweltspsychologische Erklärungsansätze eine entscheidende Rolle. Forschungsergebnissen aus der Gesundheits- und Umweltpsychologie zur Folge steigern insbesondere Interventionen, die konkret auf eine Stufe der Verhaltensänderung abzielen, die Erfolgswahrscheinlichkeit des Interventionsprogramms (Nachreiner et al. 2015: 6). In der Abbildung 4 werden vier Stufen der Verhaltensänderung visualisiert. Der Einsatz von Informationsstrategien ist in der Stufe der Vorentscheidung (1. Stufe) am effektivsten, da ehestmöglich eine nachhaltige Zielintention der Verbraucher*innen erreicht werden kann. Entscheidend dabei ist, dass das Problembewusstsein sowie die empfundene Eigenverantwortung ausdrücklich adressiert und gesteigert werden (Nachreiner et al. 2015). Darüber hinaus wird der Erfolg von Interventionen gefördert, indem die Interventionen soziale Normen bei den Verbraucher*innen aktivieren (bspw. Bedeutung von nachhaltigem Konsum durch Vorbilder erläutern).

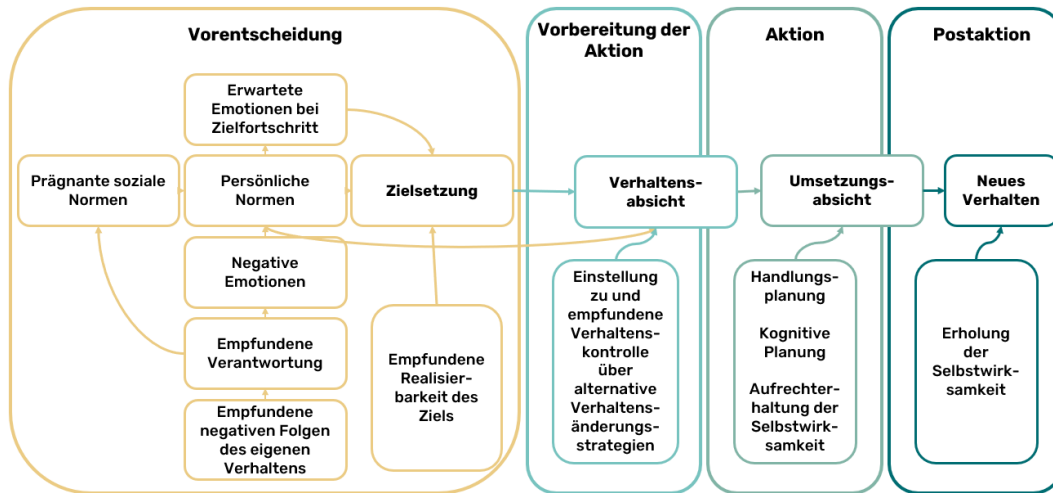


Abb. 4: Stufen des Entscheidungsprozesses aus psychologischer Sicht (Quelle: Geibler & Gnanko 2021, basierend auf Nachreiner et al., 2015: 6)

Eine zentrale Grundlage für den Entscheidungsprozess entlang dieser Stufen stellen Daten dar. Um nachhaltig konsumieren zu können, bedarf es einer umfassenden und systematischen Datenbereitstellung. Dabei sollten die Daten in der richtigen Stufe innerhalb des Entscheidungsprozesses eingebracht werden.

3.1.2 Der Digitale Produktpass

Als produktübergreifender und standardisierter Datensatz kann das Konzept des Digitalen Produktpasses (DPP) (BMUV 2022a) als Datengrundlage für nachhaltigen Konsum eine entscheidende Rolle einnehmen. In dem DPP werden Daten aus dem gesamten Produktlebenszyklus (Rohstoff - Verarbeitung - Design - Nutzung - Recycling) zusammengeführt und für verschiedene Akteur*innen zugänglich gemacht (siehe Abbildung 5). Das diskutierte Konzept des DPP wird im Folgenden, aufbauend auf einer Definition (siehe Kasten) und einer Veranschaulichung (siehe Abbildung 5) näher erläutert.

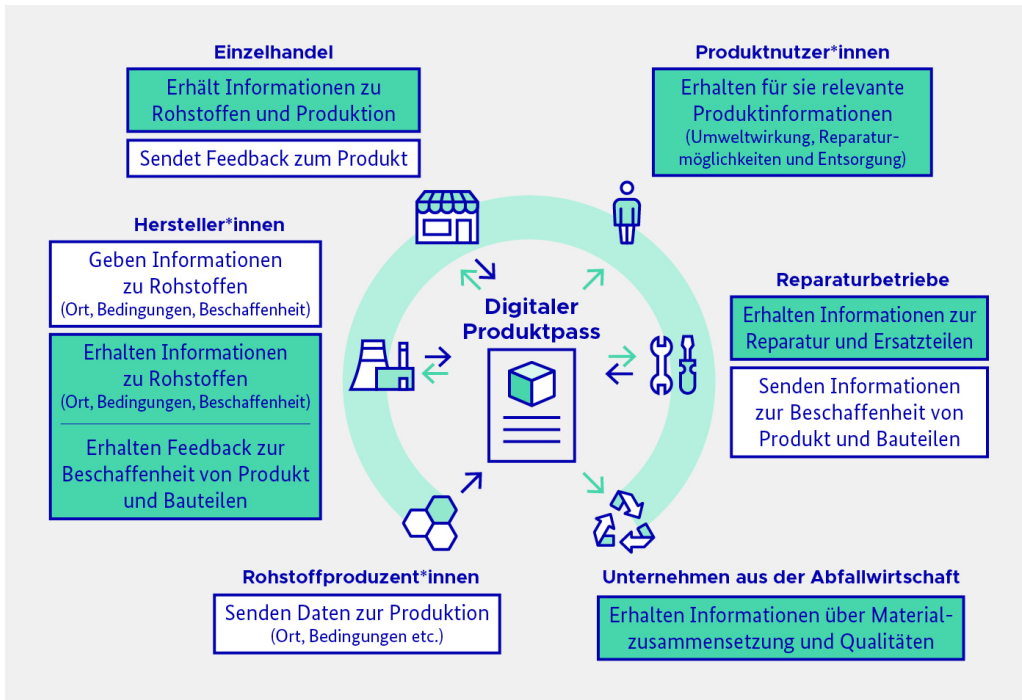


Abb. 5: Konzept des Digitalen Produktpasses (Quelle: BMUV 2022a)

Das Potential des Konzeptes liegt insbesondere darin, Produktinformationen besser und einheitlich zugänglicher zu machen und damit die Transparenz innerhalb von Wertschöpfungsketten zu erhöhen.

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 Akteur*innen in der Wertschöpfungs- und Lieferkette, gemeinsam auf eine Kreislaufwirtschaft hinzuarbeiten. Der digitale Produktpass ist zugleich eine wichtige Grundlage für verlässliche Konsumenteninformation und nachhaltige Konsumententscheidungen im stationären wie auch im Online-Handel.“

Quelle: BMUV (2022b)

Die Daten des DPP sollen verschiedenen Akteur*innen dienen. Beispielsweise sollen Beziehungen zwischen unterschiedlichen Unternehmen (B2B), zwischen Unternehmen und dem Staat (B2G) sowie zwischen Unternehmen und Verbraucher*innen (B2C) und zwischen Verbraucher*innen untereinander (C2C) von den Daten im DPP profitieren. Verbraucher*innen können mithilfe der Daten im DPP selbständig und einfach produktspezifische Daten über bspw. die Herstellung, den Transport oder die Reparierbarkeit abrufen. Durch einen produktübergreifenden DPP können Konsument*innen via digitaler Applikationen/Assistenten die Produktdaten abrufen, Produkte bewerten und die Daten in persönliche Entscheidungsprozesse integrieren. So können nachhaltige Konsumententscheidungen unterstützt werden (BMU 2020). Über einen sogenannten "Single Point of Truth" können die Daten mit selektiven Zugriffsrechten für die Akteur*innen abrufbar gemacht werden.

Auf politischer Ebene (sowohl auf nationaler als auch europäischer Ebene) wird die Einführung und Etablierung eines solchen produktübergreifenden DPP (bzw. vergleichbare Ansätze mit anderer Benennung) diskutiert und vorangetrieben. Impulse sind unter anderem die BMU Digitalagenda (vgl. BMU 2020), das Sorgfaltspflichtengesetz (vgl. Bundesministerium für Arbeit und Soziales 2022), der European Green Deal (vgl. European Commission 2019) sowie die Sustainable Product Initiative (vgl. Europäische Kommission 2022a). Sowohl die Inhalte (die notwendigen Daten) als auch die Indikatoren des DPP stehen dabei im Fokus der aktuellen politischen Diskussionen. Der BMU Digitalagenda und dem European Green Deal zufolge soll der DPP Daten über verschiedene Produktlebensphasen enthalten.

Anhand der laufenden Debatte zum DPP werden die Potentiale des Konzeptes insbesondere im Kontext der Umsetzbarkeit von KI-Anwendungen innerhalb von Unternehmen sowie der Kreislaufwirtschaft deutlich (vgl. Götz et al. 2021, Friedrich et al. 2021, Berg et al. 2020, Berg et al. 2021).

Neben den politischen Diskursen spielen auch technische Entwicklungen bei der Einführung eines solchen DPP eine wichtige Rolle. So kann der DPP als "technischer Enabler" von KI dienen (Altmeyer et al. 2022).

3.1.3 KI für nachhaltigen Konsum

KI ist ein multidisziplinäres Forschungsfeld, welches sowohl Technologien als auch Methoden zusammenführt und daher bislang in der Literatur nicht einheitlich definiert wird. Die Motivation, Systeme zu schaffen, welche menschliche Kognitionen nachempfinden oder übersteigen können, stellt die Schnittmenge zahlreicher unterschiedlicher KI-Definitionen (Friedrich et al. 2021: 27; Jetzke et al. 2019: 11f.).

Nach Wahlster & Winterhalte (2021: 12) kann es in bestimmten Kontexten sinnvoll sein, KI-Ansätze in zwei (nicht immer klar abzugrenzende) Kategorien zu unterteilen: Die "entscheidende KI" und die "generierende KI". Die entscheidende KI dient dazu, anhand der vorhandenen Daten eine abstrahierende oder komplexitätsreduzierende Entscheidung zu treffen oder eine Bewertung abzugeben (Wahlster & Winterhalte 2021: 65). Die generierende KI hingegen erstellt neue Datensätze und hängt nicht zwangsläufig von den Eingabedaten ab oder sorgt für die Erhöhung der Komplexität der Eingabedaten mit Hilfe von synthetischen Ergänzungen (Wahlster & Winterhalte 2021: 65). Nach Wahlster & Winterhalte (2021) können in der KI-Forschung zudem vier Phasen unterschieden werden (siehe Abbildung 6), wobei die hybriden kognitiven Systeme die oberste Stufe der Intelligenz sowie den höchsten Transparenz- und Robustheitsgrad aufweisen.

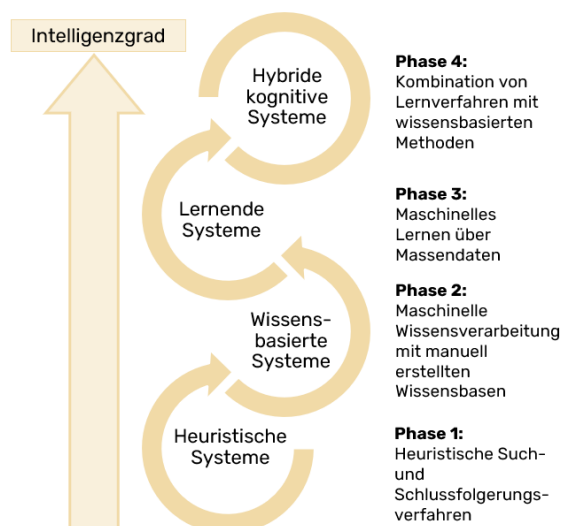


Abb. 6: Phasen der heutigen KI-Forschung (Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf Wahlster & Winterhalter 2020: 13)

Die Definition von KI innerhalb der Forschungslinie basiert auf Bruhn und Hadwich (2021) und kategorisiert KI nach ihrer Stärke. Entscheidend ist zudem die Fähigkeit zur Ableitung von wesentlichen Schlussfolgerungen. "Schwache KI-Systeme" geben (simulativ) vor, menschliche Entscheidungen zu treffen und Konsequenzen zu ziehen und sich (ebenfalls simulativ) demnach zu verhalten. Schwache KI-Systeme werden errichtet, um mit Hilfe grundsätzlicher Schlussfolgerungen zu einer Lösung zu gelangen (Bruhn & Hadwich 2021: 7f.). "Starke KI-Systeme" hingegen können eigenständige Denkvorgänge durchlaufen und basieren auf einer umfassenderen Wissensgrundlage. Anders als schwache KI-Systeme werden die Denkvorgänge nicht nur simuliert. Die KI-Systeme sind befähigt, eigenständig zu "denken" und komplexe Lösungen zu erarbeiten (Bruhn & Hadwich 2021: 7f.).

Nach Wahlster & Winterhalte (2020: 13) können KI-Systeme, wenn sie richtig angewendet werden, einen erheblichen Nachhaltigkeitsbeitrag leisten. Die Zielsetzung der KI-Systeme spielt daher immer eine entscheidende Rolle. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens ist die Zielerreichung die Förderung von nachhaltigen Konsumententscheidungen. Darunter wird im Konkreten die Wahl von Dienstleistungen und Produkten, die in der Herstellung, in der Nutzung und in der späteren Entsorgung möglichst umwelt- sowie sozialverträglich sind, verstanden.

KI-basierte Datenanalysen können nachhaltige Konsumententscheidungen unterstützen. Es können dabei vier verschiedene Stufen der Datenanalyse unterschieden werden, wobei sowohl der Erkenntnisgrad für Entscheidungen als auch die Komplexität der Analyse pro Stufe zunimmt (Weiber & Morgen 2021). Die in Abbildung 7 dargestellten Stufen werden folgend einzeln erklärt.

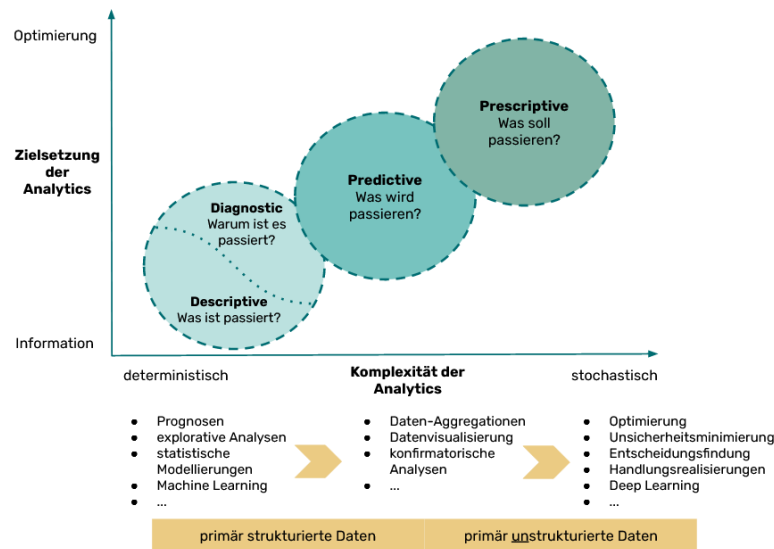


Abb. 7: Stufen der Datenanalyse zur Entscheidungsunterstützung (Quelle: Geibler & Gnanko 2021, basierend auf Weiber & Morgen 2021: 96)

Die erste Stufe ("Descriptive Analytics") dient insbesondere der Wahrnehmung historischer Daten sowie der Darstellung aktueller und nicht-aktueller Umstände, wodurch diese Analyse der Frage nachgeht: "Was ist passiert?" (Weiber & Morgen 2021: 96). Innerhalb der zweiten Stufe, der "Diagnostic Analytics", werden die Auslöser ferner und aktueller Geschehnisse mit Hilfe von konfirmatorischen und explorativen Analyseverfahren untersucht. Die "Predictive Analytics" (3. Stufe) hingegen fokussiert die Prognose und Vorhersage von Ereignissen sowie die Schätzung der jeweiligen Eintrittswahrscheinlichkeiten. Die Identifikation von zentralen Einflussfaktoren für künftige Geschehnisse wird ebenfalls in dieser Stufe untersucht ("Was wird passieren?") (Weiber & Morgen 2021: 96). Der Komplexitätsgrad ist in der vierten Stufe am höchsten. Die "Prescriptive Analytics" zielt darauf ab, die bestmöglichen Handlungsoptionen sowie Orientierungspunkte für die zukünftige Realisierung der Optionen zu finden. Die zugrundeliegende Fragestellung dieser Analyse lautet daher "Was soll passieren?" (Weiber & Morgen 2021: 96). Bei der Durchführung der verschiedenen Datenanalysen (Abbildung 7) spielt der Intelligenzgrad der jeweiligen KI eine zentrale Rolle, denn es gilt: Je höher der Intelligenzgrad der KI (Abbildung 6), desto effizienter und komplexer können die Datenanalysen folglich entwickelt und durchgeführt werden.

Für die Umsetzung von Konzepten zur Förderung nachhaltiger Konsumententscheidungen, wie etwa dem DPP, bedarf es zudem weitere

technische Ansätze. Eine wichtige Rolle spielen dabei die aus dem "Internet of Things" (IoT) bekannten digitalen Objektgedächtnisse. Es handelt sich dabei um einen, an Objekten/Produkten angebrachten, physischen Speicher. Differenziert wird zwischen aktiven und passiven Gedächtnissen (Altmeyer et al. 2022). Der folgende Kasten stellt die digitalen Objektgedächtnisse, basierend auf der CO:DINA-Kurzstudie "Automatisieren, Personalisieren, Optimieren: Chancen & Herausforderungen von KI-Anwendungen auf Basis des Digitalen Produktpasses im Handel" von Altmeyer et al 2022, vor.

Digitale Objektgedächtnisse *(basierend auf Altmeyer et al. 2022)*

Passive Objektgedächtnisse besitzen keine eigenständige Logik. Sie werden ausschließlich über kompatible Hardware beschrieben und ausgelesen. Sie lassen sich wiederum in optische Speicher (bspw. Bar- und QR-Codes) und in funkbasierte Speicher (bspw. RFID- und NFC-Tags) separieren (Altmeyer et al. 2022: 6). Optische Systeme haben den Vorteil, dass sie einfach und günstig an Produkten anzubringen sind und das Auslesen der Codes leicht z.B. per Smartphone-Kamera möglich ist. Andererseits sind sie irreversibel an den Produkten angebracht und nicht anpassbar. Funkbasierte Speicher sind hingegen deutlich flexibler (Inhalt ist änder- und anpassbar). Der Nachteil dieser Speicherobjekte spiegelt sich u.a. in erhöhten Betriebsaufwänden wider (Altmeyer et al. 2022: 6f.).

Anders als passive Objektgedächtnisse bestehen **aktive Objektgedächtnisse** aus einem Datenspeicher und einer zusätzlichen Hardware (bspw. Sensoren, Prozessoren), welche Informationen verarbeiten können. Allerdings bedarf es für die Verwendung einer zusätzlichen Energiequelle (z.B. Batterie). Die Kombination aus Sensoren und Prozessen ermöglicht es dem Gedächtnis, autonom Informationen zu gewinnen. Prototypische Anwendungen und Funktionsweisen von Objektgedächtnissen werden bereits erprobt (Altmeyer et al. 2022: 8f.).

Beide Typen von Objektgedächtnissen im Vergleich führen für Akteur*innen der Wertschöpfungskette im Zusammenhang mit dem DPP schnell zu einer Kosten-Nutzen-Frage: Rentiert sich der Informationsgewinn der aktiven Objektgedächtnisse trotz des erhöhten Hardwarebedarfs und der höheren Kosten oder reichen passive Objektgedächtnisse, welche einfacher und kostengünstiger in der Nutzung sind und ohne dedizierte Energieversorgung auskommen, aus?

Es existieren noch viele weitere technische Entwicklungen, die im Kontext von Konsum und Handel zunehmend an Bedeutung gewinnen. Auch Blockchain-Technologien bieten bspw. ein großes Potential für die Steigerung von Transparenz und Rückverfolgbarkeit (Proff 2020: 425).

3.1.4 Ansatzpunkte für nachhaltige Konsumententscheidungen

Im Forschungsprozess konnten verschiedene Ansatzpunkte zur Gestaltung von nachhaltigem Konsumverhalten identifiziert und differenziert werden, die in Abbildung 8 zusammenfassend dargestellt sind. Um eine Handlungsoptimierung im Kontext nachhaltiger Konsumententscheidungen erzielen zu können, bedarf es zunächst einer guten Datengrundlage, welche auch produkt- und nutzungsbezogene Lebenszyklusdaten umfasst. Darüber hinaus ist die Kompetenz der Konsument*innen essentiell, die sich als vier Stufen der Kompetenz darstellen lässt. Aufbauend auf der Datengrundlage können zudem sowohl KI-basierte Datenanalysen als auch verschiedene Entscheidungsdesigns bzw. Interventionstypen unterstützend wirken (siehe Abbildung 8).

Aus psychologischer Sicht ist der Einsatz von Informationsstrategien in der Phase der Vorentscheidung (1. Stufe) innerhalb eines Entscheidungsprozesses am wirksamsten. Um nachhaltige Konsumententscheidungen zu steigern, muss die erste Stufe daher besonders fokussiert werden.

KI kann darüber hinaus, mittels bestimmter Datenanalysen, eine wichtige Unterstützung für nachhaltigen Konsum darstellen. Mit zunehmendem Erkenntnisstand für Entscheidungen geht zeitgleich eine steigende Komplexität der Datenanalysen einher. Es können daher nicht nur beschreibende (deskriptive) sondern auch voraussagende (prädiktive) sowie vorschreibende (präskriptive) Analysen unterstützend Verwendung finden, um eine entsprechende Handlungsoptimierung zu erreichen. Die Datenanalysen können, je nach Intelligenzgrad der KI (siehe Abbildung 6), die Komplexität der Analysen erhöhen und damit unterschiedlich stark als Entscheidungsunterstützung eingesetzt werden. Der Fokus der Forschungslinie liegt insbesondere auf daten- sowie entscheidungsbezogenen Aspekten, welche unterstützend auf die Literacy einwirken und damit zur Handlungsoptimierung beitragen können.

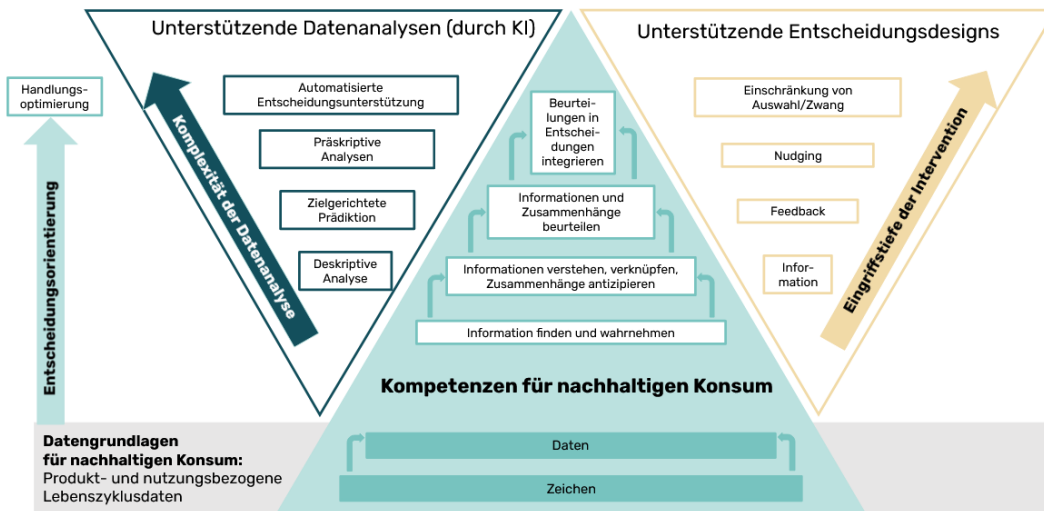


Abb. 8: Daten- und entscheidungsbezogenen Ansatzpunkte zur Förderung von nachhaltigen Konsumentenscheidungen (Quelle: Geibler & Gnanko 2021: 8; basierend auf Frické 2019, Zimmermann-Jansen et al. 2021, Lockten 2013)

3.2 Treiber und Hemmnisse KI-basierter Entscheidungsunterstützung

Im Rahmen der literaturbasierten Ist- und Trendanalyse zum Forschungsstand im Themenfeld der Forschungslinie wurden Treiber und Hemmnisse für die Transparenzsteigerung innerhalb von Wertschöpfungsketten und für die Förderung nachhaltiger Konsumentenscheidungen durch KI-basierte Entscheidungsunterstützung identifiziert. Schematisch wurden die identifizierten Treiber und Hemmnisse vier Ebenen zugeordnet. Sie werden im Folgenden kurz dargestellt.

Soziale Treiber und Hemmnisse: Die Systemebene des sozialen Umfeldes betrachtet soziale und gesellschaftliche Aspekte. Die Tabelle 1 stellt treibende sowie hemmende Faktoren für umweltschonende Anwendungen des DPP aus der Verbraucher*innenperspektive dar.

Tab. 1: Treiber und Hemmnisse für umweltschonende Anwendungen des DPP aus der Verbraucher*innenperspektive (Quelle: eigene Recherche)

Treiber	Hemmnisse
<p>Existente Methoden zur Datenübersetzung und Entscheidungshilfen für Konsument*innen (QR-/Barcodes oder digitale Assistenten) (Götz et al. 2021: 31; KI-Leuchtturm GCA)</p> <p>Anstieg der Marktnachfrage und steigende Bereitschaft zur nachhaltigeren Konsumveränderung (BMU 2018: 53; Geibler et al. 2015: 22)</p> <p>Ethische Mindeststandards für KI und Vertrauensbasis durch Normung (Wahlster & Winterhalte 2021: 67)</p> <p>Bessere Überprüfbarkeit der Einhaltung von Produktionsstandards (Götz et al. 2021: 32)</p> <p>Fortschreitender gesellschaftlicher Wandel - Wunsch nach mehr Umwelt- und Klimaschutz (BMU 2018: 26)</p>	<p>Wettbewerbsstärke von nicht-nachhaltigkeitsorientierten Apps und Plattformen (Lange & Santarius 2018: 47f.)</p> <p>Fehlende Akzeptanz und Vertrauen bezüglich Datenschutz und Sicherheit von sensiblen Daten, Privatsphäre (Europäische Kommission 2020: 12) (Deutscher Bundestag 2019)</p> <p>Kein flächendeckendes Verständnis von KI in der Gesellschaft (Friedrich et al. 2021: 137; 141; Deutscher Bundestag 2019)</p> <p>Rechtsgüterverletzung bei KI-Nutzung häufig nicht nachweisbar (Wahlster & Winterhalte 2021: 64)</p> <p>Unzulängliche kontinuierliche Überprüfung der Systemgrenzen bei lernenden Systemen: Wandelbarkeit von KI für Konsument*innen schwer greifbar (Wahlster & Winterhalte 2021: 65)</p>

Technologische Treiber und Hemmnisse: Die Systemebene des technologischen Umfeldes betrachtet technologische Entwicklungen, welche einen direkten Einfluss auf die Förderung von nachhaltigen Konsumententscheidungen und Transparenz innerhalb von Wertschöpfungsketten haben. Tabelle 2 stellt treibende und hemmende Faktoren aus der technischen Perspektive gegenüber.

Tab. 2: Technische Treiber und Hemmnisse für umweltschonende Anwendungen des DPP
 (Quelle: eigene Recherche)

Treiber	Hemmnisse
<p>Entwicklungen des Internet of Things (IoT) (GS1 2022a)</p> <p>Bestehende Identifikationssysteme für Produkte (z.B. Strich-/QR-Codes) (GS1 2022b; Götz et al. 2021: 31)</p> <p>Existierende (internationale) Datenbanken und Datenplattformen (z.B. EPREL) (Heumann & Jentsch 2019: 6; Götz et al. 2021: 12; 15; Europäische Kommission)</p> <p>Datenbanken und Automatisierungsansätze für Nachhaltigkeitsinformationen und Reporting z.B. über Crawler (BMU 2020: 12; Götz et al. 2021: 31, 34)</p> <p>Nachgewiesene Machbarkeit durch Demonstratoren (Prototypen/Apps) zum Tracing and Tracking und Entscheidungsunterstützung (z.B. F-Trace, Holy grail 2.0, GCA KI-Leuchtturm, myEcoCost) (BMU 2019: 37f.; 40, Geibler et al. 2015)</p>	<p>Mangel an verlässlichen und vergleichbaren Daten für DPP (BMU 2020: 13)</p> <p>Begrenzte unternehmensinterne Ressourcen/Qualifikation, z.B. mangelnde Ausbildung von Data Scientists hinsichtlich der Risiken einer KI-Anwendung (Friedrich et al. 2021, BMWi 2020: 25; vgl. Detecon Studie von Weber & Grosser 2019: 26, 28, Wahlster & Winterhalte 2021: 67)</p> <p>Mangelnder Ausbau einer geeigneten Datenarchitektur, z.B. fehlende Bündelung und Harmonisierung bestehender Datenbanken (Götz et al. 2021: 32; 38; Friedrich et al. 2021: 137)</p> <p>Unzureichende Festlegung von Kriterien/Standards zur umfangreichen Übermittlung von Informationen (Götz et al. 2021: 37; Berg et al. 2020: 24)</p> <p>Mangel einer technologieübergreifenden Normung: Unübersichtlichkeit von Normen und Standards aus verschiedenen Branchen und Anwendungsfeldern für KI-Systeme (Wahlster & Winterhalte 2021: 24)</p> <p>Fehlende Gewährleistung eines "Single Point of Truth" mit selektivem Zugang (Götz et al. 2021: 39; Berg et al. 2020: 23f.)</p> <p>Unzureichende "Actionability" für Verbraucher*innen (Götz et al. 2021: 31; Geibler et al. 2015: 22)</p> <p>Erhöhter Ressourcen- und Energiebedarf durch digitale Transformation (Berg & Ramesohl 2019: 12; Friedrich et al. 2021: 141).</p>

Ökonomische Treiber und Hemmnisse: Die Ebene der Ökonomie umfasst Treiber und Hemmnisse, die sowohl die Hersteller*innen, als auch den Handel und Recyclingunternehmen betreffen.

Tab. 3: Treiber und Hemmnisse für umweltschonende Anwendungen des DPP aus der unternehmerischen Perspektive (Quelle: eigene Recherche)

Treiber	Hemmnisse
<p>Möglicher ökonomischer Mehrwert für Unternehmen:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Effizienzsteigerung (vgl. Detecon Studie von Weber & Grosser 2019; Deloitte Private 2021: 17, Friedrich et al. 2021) • Verlängerung der Produktlebensdauer (Wahlster & Winterhalte 2021: 24) • Verbesserung der Prozesseffizienz (Wahlster & Winterhalte 2021: 24) • Förderung der Kreislaufwirtschaft in Recycling und Abfallwirtschaft (Wahlster & Winterhalte 2021: 24) • Qualitätsverbesserungen und Verlängerung des Lebenszyklus, nachhaltigere und kundenorientierte Sortimentsausrichtung (Götz et al. 2020: 31f.) • Reduziertes Reputationsrisiko durch Transparenz (Batemann & Bonanni 2019) • Abbau von Informationsdefiziten zur Entwicklung der Kreislaufwirtschaft durch digitale Technologien, wie KI im DPP (BMU 2019: 25; Berg et al. 2020; Götz et al. 2020: 7; Kristoffersen et al. 2020) <p>Nutzung bereits existierender KI-Lösungen und Schnittstellen (Friedrich et al. 2021: 144)</p> <p>Qualifizierung und Vernetzung von KI-Anwendern, z.B. Gebrauch von angebotenen KI-Trainings zur Schulung und Steigerung der Akzeptanz innerhalb der Belegschaft (Friedrich et al. 2021: 147)</p>	<p>Hoher Arbeits-, Kosten- und Implementierungsaufwand, fehlende Anreize für Ressourceneffizienz, Aufwand zur Kommunikation innerhalb der Produktionskette, DPP als mögliche "Bürokratische Datenkrake" (Berg 2021, Götz et al. 2021: 29; Friedrich et al. 2021: 137)</p> <p>Kritikalitätsprüfung von KI aktuell nicht standardisiert und für Unternehmen noch zu kompliziert gestaltet (fördert "ethical red tapping") (Wahlster & Winterhalte 2021: 24; 77)</p> <p>Unterschiedlicher Implementierungsstand von KI in Unternehmen sorgt für verschiedene Ausgangslagen und festigt damit ggf. die Wettbewerbsfähigkeit dominierender Unternehmen (Wahlster & Winterhalte 2021: 10; acatech 2020: 54)</p> <p>Mindset-Barrieren bei Akteur*innen, fehlende Akzeptanz von KI und empfundene Bedrohung zu neuen Geschäftsmodellen (mit Einsatz von KI), Kontrollverlust und Intransparenz für Unternehmen durch KI-Methoden (Friedrich et al. 2021: 140; Wangermann 2020: 3; Geibler et al. 2015: 22)</p> <p>Mangelnde Datentransparenz und fehlende Datengrundlage (Götz et al. 2021: 29; Friedrich et al. 2021: 137; Berg et al. 2021)</p> <p>Schutz der ethischen Anforderungen an KI-Systeme als Hemmnis für wirtschaftlichen Einsatz von KI (Red-Taping) (Wahlster & Winterhalte 2021: 65)</p> <p>Unzureichender Schutz der Eigentumsrechte (IPR) (Wangermann 2020: 4)</p>

Politische Treiber und Hemmnisse: Die politische Systemebene richtet sich insbesondere an treibende sowie hemmende staatliche (Steuer-)Maßnahmen für die Förderung der Transparenz in Wertschöpfungsketten und die Steigerung nachhaltiger Konsumentenscheidungen.

Tab. 4: Politische Treiber und Hemmnisse für umweltschonende Anwendungen des DPP
 (Quelle: eigene Recherche)

Treiber	Hemmnisse
Politische Regulationen als Treiber: <ul style="list-style-type: none"> • Bestehende Informations- und Berichtspflichten als Basis für die Umsetzung (z.B.: Ökodesign-Richtlinie) (Götz et al. 2021: 34f.) • Sorgfaltspflichtgesetz als neuer Impuls für digitale Datenerfassung 	Unzureichende Anreize zu Energie- und Rohstoffeffizienz für Änderungen von Unternehmen oder Verhaltensmustern von Konsument*innen (BMU 2018: 77, Friedrich et al. 2021)
Bestehende Normungsansätze zur Produktkennzeichnungen: (z.B. Umweltkennzeichnungen) (Götz et al. 2021: 15ff.)	Fehlende Festlegung des Detailgrades der Informationen (Götz et al. 2021: 28; 37; 40)
Bestehende politische Initiativen als wichtige Anknüpfungspunkte zur Beschleunigung des DPP (z.B. SDGs) (Götz et al. 2021: 41), insb. auf der europäischen Ebene mit Hilfe des zentralisierten Rechts zur Gestaltung nachhaltigen Konsums (Micklitz et al. 2021: 37)	Fehlende Rechtsverbindlichkeit zur Bereitstellung von digitalen Produktinformationen (Götz et al. 2021: 39) und unzureichend sichere Datenzugänge für Unternehmen (Wangermann 2020: 5)
Investitionen in Forschung, Innovation, KI-Kapazitäten (Europäische Kommission 2020: 11)	Unzureichende Förderung der digitalen Infrastruktur, z.B. flächendeckendes 5G-Netz (Deloitte Private 2021: 21)

3.3 KI-Anwendung des DPP für nachhaltigen Konsum

KI-basierte Entscheidungsunterstützung und Feedbacksysteme haben bereits den Weg in unseren Alltag gefunden. Sie können den Alltag erleichtern, die Sicherheit erhöhen und haben vielfältige weitere Funktionen. KI kann auch beim nachhaltigen Konsum eine entscheidende und unterstützende Rolle einnehmen, da bspw. individuelle Konsummuster besser erkannt, Optimierungspotentiale identifiziert und Handlungsimpulse, wie u.a. die umweltfreundlichere Wahl von Verkehrsmitteln oder die Vermeidung von Fehlkäufen, gesetzt werden können (Geibler & Gnanko 2021: 24). In diesem Kapitel werden potentielle KI-Anwendungen auf der Basis des DPP erläutert und anschließend mit einem Exkurs aus dem Handelsumfeld ergänzt.

3.2.1 Potentielle KI-Anwendungen für verbesserte Interaktionen

Der verbesserte Zugang zu großen Datenmengen in Verbindung mit den optimierten technischen Möglichkeiten hat in den vergangenen Jahren erheblich die Anwendungsfelder von KI erweitert (Wahlster & Winterhalter 2020: 13). Potentielle KI-Anwendungen auf der Basis des DPP existieren auf

verschiedenen Ebenen und innerhalb unterschiedlicher Interaktionsbeziehungen. In Tabelle 5 werden potentielle Anwendungsfälle für verschiedene Akteur*inneninteraktionen aufgeführt. Diese Anwendungen leiten sich aus den Forschungsergebnissen einer Literaturrecherche sowie den Diskussionsergebnissen eines Projektworkshops ab. Der Schwerpunkt der Forschenden dieser Forschungslinie liegt insbesondere auf Ebene von Business-to-Consumer (B2C) sowie Consumer-to-Consumer (C2C).¹

Tab. 5: Anwendungsfelder der DPP für nachhaltigen Konsum

B2C/C2C: Verbraucher*innen	<ul style="list-style-type: none"> • Verbraucher*innen-Informationen durch Transparenz zu ökologischen und gesundheitlichen Wirkungen der Herstellung, der enthaltenen Materialien, etc. • Nachhaltigere Einkaufsentscheidungen durch Entscheidungshilfen/KI-basierte Recommendation Systems (via Bar-/QR-Codes, AR-Anwendungen etc.) • Entscheidungshilfen zur effizienten Nutzung, Wiederverwendung, Reparatur oder sachgerechten Entsorgung • Nachhaltigkeitsorientierte Beratung bei Einkaufsentscheidungen am Point of Sale (PoS) • Automatisierung und Verbesserung der Filterkriterien in E-Commerce-Systemen • Benchmarking durch DPP erleichtert nachhaltige Konsumententscheidungen • Austausch von Bewertungen zwischen Konsumenten auf neutraler Plattform (nicht Amazon)
B2B: Hersteller*innen und Handel	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebliche Kosteneinsparungen durch datengestützte Ressourceneffizienz • Datenkontrolle: Hersteller, Handel, Recycler greifen auf eine aktuelle Datenbasis zu • Erleichterung von Berichtspflichten: Echtzeit-aktualisierte Datenbasis in der „Lebenszyklusakte“ zum Erleichtern des Umgangs mit eingesetzten Materialien • Neue Vermarktungsmöglichkeiten durch datengestützte Verwertungsoptionen (z.B. Einbau von Produktpass-Informationen in Algorithmen/Empfehlungssysteme) • Verbesserter Informationsfluss zwischen Unternehmen • Erleichterte Reaktionsmöglichkeit in Folge auf Engpässe/Kontaminationen etc. • Benchmarking durch DPP erleichtert (z.B. für Produktentwicklung, Strategieentwicklung) • Automatisierung der Nachweisführung der Zirkularität
B2G: Umweltpolitik	<ul style="list-style-type: none"> • Marktüberwachung und Kontrollmöglichkeit zur Einhaltung gesetzlicher Vorgaben • Monitoring zu Umwelt-/Materialdaten auf Produktebene (CO2, Ress. etc.) durch automatisierte Datenerfassung über alle Herstellungsschritte • Ressourcenschonung und Kreislaufwirtschaft: Ressourceneffizienz und Recycling über Abbau von Informationsdefiziten und Transparenz in der Liefer-/Wertstoffkette • Notwendige Harmonisierung von Daten: Umfangreiche Entwicklung des DPP insbesondere für die Kreislaufwirtschaft notwendig -> Komplexität und Inhomogenität von Daten bislang noch herausfordernd (Bedarf einer Produkt-DNA)

¹ Es bestehen unzählige weitere Anwendungsbereiche, unter anderem auch für das Handeln öffentlicher Akteur*innen innerhalb von G2G-, G2B- und G2C-Beziehungen. Diese werden auf Grund der thematischen Fokussierung der Forschungslinie hier nicht weiter aufgeführt.

Verbraucher*innen können bspw. Daten über die ökologischen, die sozialen oder die gesundheitlichen Auswirkungen der Herstellung sowie der einzelnen Materialien eines Produktes schneller erlangen. Individuelle Konsummuster und -Kontexte können mittels KI leichter erkannt, Optimierungspotentiale gefunden und anschließend nachhaltige Handlungsimpulse auf Verbraucher*innen-Ebene gesetzt werden. Darüber hinaus können nachhaltige Konsumententscheidungen nachweislich mittels KI-basierter Recommendation-Systems (über digitale Objektgedächtnisse) unterstützt und zudem die Nutzung von konsumierten Produkten, bspw. durch Entscheidungshilfen und Informationen bzgl. Reparatur und Wiederverwendung, effizienter und nachhaltiger gestaltet werden. Zudem liegt eine potentielle Anwendung darin, dass das Benchmarking nachhaltige Konsumententscheidungen begünstigen kann. Ein weiterer potentieller Anwendungsfall besteht darin, dass KI (auf der Datenbasis des DPP) für die Automatisierung und Verbesserung der Filterkriterien in E-Commerce-Systemen sinnvoll eingesetzt werden kann. Des Weiteren stellt der potentielle Austausch von Verbraucher*innen untereinander sowie die Möglichkeit zur Bewertung von Produkten und Dienstleistungen auf händler*innen-unabhängigen Plattformen einen weiteren wichtigen Anwendungsbereich dar.

Für **Hersteller*innen und den Handel** zeichnen sich ebenfalls verschiedene potentielle Anwendungsbereiche ab, wie bspw. Kosteneinsparungen infolge von datengestützter Ressourceneffizienz oder der besseren Datenkontrolle für Händler*innen/Hersteller*innen durch die Gelegenheit aktuelle Daten abzurufen. Darüber hinaus erleichtert die Einführung eines produktübergreifenden DPP mittels einer echtzeit-aktualisierten Datengrundlage erheblich die Ausführung und Übermittlung bereits existierender Berichtspflichten für Unternehmen in die "Lebenszyklusakte". Der Informationsfluss zwischen Unternehmen kann zudem verbessert werden und auch auf unternehmerischer Ebene kann das Benchmarking erleichtert werden.

Auf der **umweltpolitischen Ebene** bietet der DPP durch bessere Marktüberwachung und Kontrollmöglichkeiten gesetzlicher Vorgaben ein wichtiges Potential für nachhaltigen Konsum. Zudem kann mittels automatisierter Datenerfassung aller Herstellungsschritte eines Produktes das Monitoring-Verfahren bezüglich Umwelt-/Materialdaten auf Produktebene verbessert werden. Ein produktübergreifender DPP bietet der Umweltpolitik

zudem die Chance, die Kreislaufwirtschaft anzukurbeln und damit erheblich zur Ressourcenschonung und Ressourceneffizienz beizutragen. Damit stellt die Etablierung eines produktübergreifenden Produktpasses und die daran geknüpfte Harmonisierung von Daten ein zentrales Potential für die Recycling-Branche dar.

3.2.2 Potentielle KI-Anwendungen mit besserer Datenverarbeitung

KI-basierte Analysen und Technologien können zunächst Kompetenzen zur Wahl von Produkten und Dienstleistungen unterstützen. Starke KI-Systemen können diese sogar auch erlangen. Eine zu unterstützende Kompetenz ist dabei die Fähigkeit, Informationen bzgl. Nachhaltigkeit und Ressourcenverbrauch zu suchen, zu finden und wahrzunehmen. Darüber hinaus können KI-basierte Analysen und KI-basierte Technologien die Fähigkeit fördern, diese Informationen zu verstehen, zu verknüpfen und Zusammenhänge zu antizipieren (Geibler & Gnanko 2021: 25). Zudem kann die Kompetenz bestärkt werden, diese Zusammenhänge zu bewerten und im letzten Schritt die Bewertungen in die eigenen Entscheidungs- und Handlungsprozesse zu integrieren.

KI hat das Potential, zur Transparenzsteigerung in Wertschöpfungsketten durch präzise und schnelle Datenanalysen sowie automatisierte Informationsvermittlung (bswp. über virtuelle Sprachassistenten) beizutragen (Geibler & Gnanko 2021: 25).

Zudem kann KI individuelle Präferenzen und Konsummuster erkennen, Optimierungspotentiale finden und in Folge dessen Impulse setzen, welche die Verbraucher*innen zu nachhaltigem Konsum ansporen sollen. Als Beispiel dafür dient das vom BMUV geförderte KI4NK-Projekt (ZUG 2022a), welches darauf abzielt, KI und datengetriebene Technologien zur Steigerung von nachhaltigen Konsumententscheidungen in Suchmaschinen, digitalen Vergleichsportalen und Online-Shops einzusetzen (BMU 2020: 54). Das KI-Leuchtturmprojekt GCA (Green Consumption Assistant 2022) für nachhaltigen Konsum, Entwicklung, Anwendung und Evaluation entwickelt zudem ein KI-Assistenzsystem, welches Verbraucher*innen dabei unterstützt, nachhaltige Produktalternativen im Internet, beispielsweise in Form von Hinweisen auf Repair-, Verleih- oder Sharing-Optionen, zu ermitteln. Mit Hilfe maschineller Lernverfahren wird eine

ausführliche Produkt-Datenbank ("Green Database") erstellt, welche die Grundlage für nachhaltige Kaufempfehlungen darstellt.

Darüber hinaus können KI-basierte Analysen verwendet werden, um Prognosen über zukünftige Konsummuster zu treffen, sowie zur umfangreichen Erklärung von Konsumverhalten beitragen (Geibler & Gnanko 2021: 26). Intelligente Objekte wie bspw. Amazon Alexa sammeln Daten aus täglichen Routinen und Handlungsabläufen, was für die Prognosen eine entscheidende Rolle spielt. Auf der Basis dieser Datensammlungen können mittel Datenanalysen personenbezogene Beratung und individuelle Nudges abgeleitet werden (Lasarov 2021: 255).

Desweiteren können KI-basierte präskriptive Analysen Verbraucher*innen in komplexen Entscheidungssituationen unterstützen und nachhaltige Entscheidungen im Kaufprozess begünstigen (Lasarov 2021: 253). Zudem können KI-basierte Technologien dazu beitragen, bestehende Hemmnisse in Entscheidungsprozessen von Verbraucher*innen abzubauen, wie bspw. fälschlicherweise hohe Preise nachhaltiger Produkte (Lasarov 2021: 254).

KI-basierte Recommendations Systems können zum einen effizienteres Nudging begünstigen und zudem für die Reduzierung der Informationsflut eingesetzt werden. Ferner können Recommendation Systems Verbraucher*innen durch eingeschränkte Auswahloptionen in der Konsumententscheidung erheblich unterstützen. Die Plattformen Netflix und Amazon nutzen solche Recommendation Systems bereits in Form von Produktempfehlungen. Die Recommendation Systems umfassen bislang noch nicht den Support von nachhaltigen Produkten (Lasarov 2021: 252).

Durch den Einsatz von KI-Algorithmen können auch umfangreiche Preis-Leistungs-Recherchen durchgeführt und bestmögliche Preise für Konsument*innen ausfindig gemacht werden, wobei sich die Preisauskünfte an der jeweiligen Zahlungsbereitschaft orientieren (Lasarov 2021: 252).

KI-Algorithmen können die effizienteste und zudem individuelle Unterstützung von Nudges ermitteln und dadurch eine besonders erfolgreiches Nudging (bspw. über soziale Normen) erzielen.

3.2.3 Potentielle KI-Anwendungen im Handel

Für KI im Handel ergeben sich basierend auf Altmeyer et al. 2022 drei zentrale Anwendungsfelder: Automatisierung, Personalisierung und

Optimierung/Planung (siehe Abbildung 9). Die drei folgenden Exkurse in diesem Abschnitt widmen sich diesen Anwendungsfeldern. Einen umfangreichen Einblick bietet die Studie von Altmeyer et al. 2022.

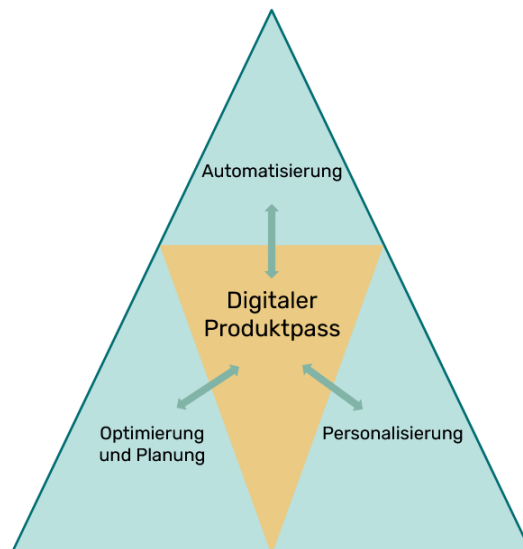


Abb. 9: Der Digitale Produktpass als Basis für Anwendungsfelder von KI im Handel (Quelle: Eigene Darstellung, basierend auf von Altmeyer et al. 2022)

Der erste Exkurs thematisiert das Handlungsfeld der Automatisierung. Dabei werden zunächst Beispiele für die zunehmende Automatisierung im Handelsumfeld herausgestellt, sowie die Potentiale für Kund*innen erläutert.

Exkurs: Anwendungsfeld Automatisierung im Handel

Im Handel zeigt sich der Trend der Automatisierung in KI-basierten Lösungen, die Produkte erkennen, Kund*innen und deren Laufwege analysieren oder Mitarbeiter*innen in Routineaufgaben unterstützen (Altmeyer et al. 2022). KI-basierte Automatisierung kann in der gesamten Wertschöpfungskette eingesetzt werden, wie bspw. in der Lieferung oder der Verwaltung von Lagerbeständen (Altmeyer et al. 2022).

Im Extremfall kann Automatisierung eine vollkommen autonome Filiale, ohne jegliche Mitarbeiter*innen, bedeuten. Dieser Extremfall ist bislang allerdings noch nicht Realität. Stand jetzt werden erste teilautonome Filialen erprobt. Amazon Go ist ein bekanntes Beispiel für eine teilautonome Filiale im

Einzelhandel. Durch das automatische Erfassen von Produkten und das Erstellen von Rechnungen beim Verlassen des Ladens laufen Einkaufsprozesse zunehmend autonom ab (Altmeyer et al. 2022: 16). Ein anderes Beispiel für eine teilautonome Filiale stellt das "Scan & GO"-Konzept von Globus dar. Anders als Amazon Go setzt dieses Konzept darauf, dass Kund*innen selbstständig mit einem Handheld-Gerät oder dem eigenen Smartphone die Produkte im Laden scannen und beim Verlassen des Shops die Produkte nicht erneut auf das Kassenband legen müssen.

Die technische Entwicklung von KI deutet darauf hin, dass künftig mit fortschreitender Entwicklung der Produkt- und Kund*innen-Erkennung die autonomen Filialen die Customer Journey möglicherweise enorm beeinflussen. Ein zentraler Vorteil liegt darin, dass das Kund*innen-Erlebnis verbessert werden kann, indem bspw. Warteschlangen im Kassenbereich vermieden werden und die Bezahlvorgänge bspw. über die privaten Endgeräte ablaufen. Zudem kann der Einkaufsprozess deutlich beschleunigt werden und zu höheren Umsätzen führen. Darüber hinaus kann der Diebstahlschutz deutlich verbessert werden, da beim Einsatz optischer Verfahren die Identifizierungsmerkmale nicht vom Produkt entfernt werden können. Zudem kann dadurch die Inventur deutlich beschleunigt und vereinfacht werden, die Fehlerquote durch hohe Erkennungsraten von KI bei Kassiervorgängen reduziert und manuelle Kassierarbeiten vom Personal eingespart werden. Das hat zur Folge, dass Verkäufer*innen mehr Arbeitszeit in bspw. die Beratung von Kund*innen stecken können.

Das zweite Anwendungsfeld fokussiert die zunehmende Personalisierung durch KI-Anwendungen im Handelsumfeld und die daraus resultierenden Potentiale für die Steigerung nachhaltiger Konsumententscheidungen.

Exkurs: Anwendungsfeld Personalisierung im Handel

Diese Anwendung findet insbesondere im E-Commerce Verwendung, um die persönliche Relevanz von Waren und Dienstleistungen zu steigern, Produktvorschläge zu bieten und die Werbeeffektivität durch zielgerichtete Werbung zu maximieren (Altmeyer et al. 2022: 14). Durch personalisierte Nutzerprofile werden persönlich relevante Angebote priorisiert. Mit Hilfe von

intelligenten Assistenzsystemen können individuelle Präferenzen, Vorlieben und Bedürfnisse der Kund*innen stärker beachtet und eine präzise Beratung gewährleistet werden. Nicht nur im E-Commerce sind diese Vorteile zu identifizieren, sondern auch im stationären Handel. KI-basierte Einkaufsassistenten (virtuell oder als Roboter) können den Kund*innen interaktive Dienstleistungen anbieten, wie bspw. die Suche nach bestimmten Produkten zu vereinfachen indem die Kund*innen autonom zum gesuchten Produkt begleitet werden. Darüber hinaus können personalisierte Kaufempfehlungen entweder auf den privaten Endgeräten oder aber auf den im Einzelhandel installierten Bildschirmen schnell und unkompliziert angezeigt und in die Kaufentscheidung einbezogen werden. Die Produktlupe² bspw. ist ein System, welches Nachhaltigkeitspräferenzen und Informationen bzgl. Allergien verwendet und am Point of Sale über Augmented Reality den Konsument*innen Kaufempfehlungen vermittelt.

Nicht allein in der Kaufentscheidung spielt die Personalisierung eine wichtige Rolle sondern auch im Herstellungsprozess. Durch den 3D-Druck werden individuelle Präferenzen bereits in der Herstellung von Waren beachtet und Produkte explizit daran angepasst (Altmeyer et al. 2022: 14). Wenn die notwendige Informationsgrundlage für eine Produktlupe (vgl. Kahl et al. 2017) gegeben ist, kann das Einkaufserlebnis für die Kund*innen am Point of Sale durch KI-Anwendungen bereichert werden, indem bspw. Umweltinformationen, Inhaltsstoffe, etc. unmittelbar abgerufen werden können und auf Allergien oder individuelle Präferenzen hingewiesen werden kann. Dadurch können fundierte (und potentiell auch nachhaltige) Kaufentscheidungen getroffen werden (Altmeyer et al 2022: 24).

Im letzten Exkurs wird das Anwendungsfeld Optimierung und Planung aufgegriffen und diesbezügliche Potentiale von KI-Anwendungen erläutert.

Exkurs: Anwendungsfeld Optimierung und Planung

KI-basierte Optimierungs- und Planungsassistenten sind entscheidend für die Effizienzsteigerung innerhalb von Wertschöpfungsketten, sowohl aus finanzieller als auch aus ökologischer Sicht, und können daher als zentraler

² [https://www.innovative-retail.de/demonstratoren/im-gesch%C3%A4ft/augmented-reality-\(ar\)-produktlupe.html](https://www.innovative-retail.de/demonstratoren/im-gesch%C3%A4ft/augmented-reality-(ar)-produktlupe.html)

Treiber für die Ausweitung von KI-Technologien im Handel angesehen werden (Altmeyer et al. 2022: 15). Im Kontext dieses Anwendungsfalles kann KI für Prognosen verwendet werden, um Angebot und Nachfrage besser aufeinander abzustimmen. Unterstützend wirken dabei fortlaufende Analysen und die Beachtung von weiteren Faktoren wie bspw. aktuelle Social Media Trends, das Wetter oder Preisinformationen (Altmeyer et al. 2022: 15).

Neben der KI-basierten Prognoseapplikation für die Planung zukünftiger Bestände, spielt die Optimierung von Prozessen auch in der Logistik eine zentrale Rolle. So können z.B. durch den Einsatz von intelligenten und kooperativen Systemen Transportrouten stetig optimiert und effizienter geplant werden. Der Versandhändler Otto bswp. nutzt bereits KI-basierte Prognoseapplikationen und konnte somit 90% der Bestände in Folge von präzisen Nachfrageprognosen minimieren (Altmeyer et al. 2022: 15).

Das Anwendungsfeld Optimierung und Planung hat - anders als die beiden anderen Anwendungsfälle - weniger einen spontanen sondern eher strategischen Charakter. Abgesehen von Optimierungspotentialen in der Produktion, der Logistik und dem Angebot ergeben sich auch vielseitige Potentiale auf Kund*innenseite, wie bspw. effiziente Empfehlungen in Bezug auf gesunde Ernährung. Sobald Produkt- und Konsuminformationen, wie bspw. Angaben über den empfohlenen Tagesbedarf, strukturiert und standardisiert vorliegen, können KI-gestützte Analysen gesundheitliche, ökonomische und ökologische Vorteile bieten und somit auch auf individueller Ebene Optimierungspotentiale gewähren. Es existieren weitere Mehrwerte von KI-Anwendungen für Optimierungs- und Planungsprozesse, wie bspw. die Optimierung von Mülltrennung und Recycling in Folge von Informationen über die Verpackungsmaterialien oder aber Optimierungen von privaten Ausgaben für Konsument*innen durch (teil-) autonome Budgetplanungen (Altmeyer et al. 2022: 27).

3.4 Herausforderungen für KI-Anwendungen im nachhaltigen Konsum

KI kann in vielerlei Hinsicht nachhaltige Konsumententscheidungen unterstützen, sei es in Form von unterstützenden Datenanalysen oder durch intelligente Assistenzsysteme. Allerdings bestehen für KI-Anwendungen für nachhaltigen

Konsum eine Reihe von Herausforderungen, welche im Folgenden als Ergebnis der Analysen und Diskussionen des Scoping Workshops dargelegt werden. Die Herausforderungen von KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum werden dabei unterschiedlichen Ebenen zugeordnet:

1. Datenbereitstellung und -verfügbarkeit
2. KI-Anwendungen in Unternehmen
3. KI-Anwendungen für Verbraucher*innen
4. Übergreifende politische Rahmenbedingungen

Technische Herausforderungen

Für die Umsetzung von KI-Anwendungen zur Förderung von nachhaltigem Konsum bedarf es zentraler technischer Voraussetzungen und einer Datenverfügbarkeit, wie sie aktuell noch nicht gegeben ist. Aus dieser Problematik ergeben sich eine Reihe von technischen Herausforderungen (vgl. Tabelle 6).

Tab. 6: Technische Herausforderungen zur Datenbereitstellung und -verfügbarkeit
 (Quellen: eigene Recherche und Workshop-Diskussion)

Herausforderungen auf technischer Ebene/Ebene der Datenverfügbarkeit	
1	Unzureichend vergleichbare und verlässliche Daten (u.a. fehlende Standards zur Qualitätssicherung) (BMU 2020: 13)
2	Kein "Single Point of Truth" gegeben, der über selektive Zugangsrechte verfügt (Götz et al. 2021: 39; Berg et al. 23f.)
3	Fehlende Standards für die Materialdaten z.B. Kunststoffabfallqualitäten und für Durability/Recyclingfähigkeit und mangelnde standardisierte Schnittstellen (keine "gemeinsame Sprache") für bestimmte Anwendungsfälle
4	Automatisierte Erzeugung aus ERP-System
5	Datenaktualisierung: Unveränderlichkeit vs. Korrekturen
6	Etablierung automatisierter Datenerfassung und Übertragung
7	Energiebedarf zur dezentralen Speicherung von großen Datenmengen
8	Manche KI-Systeme lernen während ihres Einsatzes weiter, wodurch eine einmalige Prüfung des Systems nicht genügt (Wahlster & Winterhalte 2021: 65)
9	"Collingridge-Dilemma": Die Abschätzung von Konsequenzen eines Systems kann erst dann umfangreich und ausreichend getroffen werden, wenn die Technologie von einer breiten Masse über einen längeren Zeitraum genutzt wird, dann allerdings ist die Technologie bereits so etabliert, dass grundlegende Anpassungen/ Änderungen nur sehr schwer umzusetzen sind (Wahlster & Winterhalte 2021: 65)

Herausforderungen für Hersteller*innen und Handel

Herausforderungen für Hersteller*innen und Handel ergeben sich größtenteils aus betriebswirtschaftlichen Problematiken. Die zentralen abgeleiteten Herausforderungen sind in Tabelle 7 aufgeführt.

Tab. 7: Herausforderungen für Hersteller*innen und Handel zu KI-Anwendungen des DPP
 (Quellen: eigene Recherche und Workshop-Diskussion)

Herausforderungen für Hersteller*innen und den Handel	
1	Hoher Arbeits-, Kosten- und Implementierungsaufwand für KI-Anwendungen (Götz et al. 2021: 29; Friedrich et al. 2021: 137)
2	Mangelnde Datentransparenz entlang der Lieferketten und daran gekoppelte fehlende Datengrundlage (Götz et al. 2021: 29; Friedrich et al. 2021: 137; Berg et al. 2021)
3	Fehlende Harmonisierung der Daten
4	Wettbewerbsstärke von nicht-nachhaltigen Apps und Plattformen
5	Mangel an Fachkräften für die Etablierung von KI-basierten Lösungen

Der Exkurs im Folgenden vertieft die für Handel/Hersteller*innen bestehenden Herausforderungen von KI und des DPPs entlang der Customer Journey und greift dabei die oben erwähnten drei Anwendungsfelder (Automatisieren, Personalisierung und Optimierung/Planung) wieder auf. Die ausführliche Erläuterung der Herausforderungen ist der Kurzstudie "Automatisieren, Personalisieren, Optimieren: Chancen & Herausforderungen von KI-Anwendungen auf Basis des Digitalen Produktpasses im Handel" (Altmeyer et al. 2022) zu entnehmen.

Exkurs: Herausforderungen für KI und DPP in der Customer Journey
(basierend auf Altmeyer et al. 2022)

Anwendungsfall Automatisierung am Point of Sale (PoS):

Die Herausforderungen von KI für den DPP im Anwendungsfall Automatisierung am PoS stehen in Abhängigkeit zu der technischen Ausstattung und Umsetzung. Für den Lebensmitteleinzelhandel ist bspw. die Ausstattung der Waren mit flexiblen RFID-Tags, mit denen unter anderem das zuverlässige Erkennen von Waren möglich ist, finanziell nicht umsetzbar sowie mit enorm hohem Aufwand verbunden (Altmeyer et al. 2022: 18). Zudem ergibt sich die Herausforderung, dass bei optischen Verfahren sowie bei der Nutzung von Sensoren die eindeutige Identifizierung von Produkten

nur erschwert umsetzbar ist, wodurch die eindeutige Identifizierung, welches Produkt gekauft wurde, nicht immer möglich ist. Bei kamerabasierten Systemen können bspw. schlechte Lichtverhältnisse zu Fehlerkennungen führen (Altmeyer et al. 2022: 19). Bei Sensoren ist eine zentrale Hürde, dass nicht zwischen unterschiedlichen Produkten innerhalb einer Produktreihe differenziert werden kann (bspw. Geschmacksrichtungen werden aufgrund desselben Gewichts/Maßen nicht beachtet). Darüber hinaus ist bei der Nutzung von Sensoren das Problem, dass sie fest an der Ware installiert sein müssen und daher Umräum-Aktionen im Laden nicht möglich sind und die Wartung aller Sensoren erheblichen Arbeitsaufwand mit sich bringt. Zudem ist die kamerabasierte (fortlaufende) Erkennung von Kund*innen oft noch fehlerhaft (Altmeyer et al. 2022: 19f.)

Anwendungsfall personalisierte Produktberatung:

Im Anwendungsfall der personalisierten Produktberatung konnten Altmeyer et al. 2022 ebenfalls Herausforderung für KI und den DPP identifizieren. Zum einen stellen bei diesem Anwendungsfall die digitalen Objektgedächtnisse (siehe Kapitel 3.1.3) die Grundvoraussetzung dar, wodurch eine zentrale Herausforderung bei der Abwägung zwischen der Nutzung von RFID-Tags oder QR-Codes und der Finanzierung der Ausstattung und deren Implementierung liegt. Zudem setzen RFID-Tags auf Produkten auch bei den Anwendenden (hier Kund*innen oder Einzelhandel) die entsprechende Hardware (Smartphones) zum Auslesen der Tags sowie die Fähigkeit des korrekten Umgang mit der Hardware voraus (Altmeyer et al. 2022: 23).

Anwendungsfall Optimierung und Planung des Einkaufsverhaltens:

Im Bereich der Optimierung und der Planung des Einkaufsverhaltens stellen der Datenschutz und die Gewährleistung des Einhaltens der Datenhoheit die größten Herausforderungen dar. Nach Altmeyer et al. 2022 bedarf es zunächst entweder dezentraler Strukturen oder der Möglichkeit, lokal auf den persönlichen Endgeräten der User*innen die Daten vorzuhalten und in anonymisierter Form oder lokal mit den Onlinedaten des DPP zu verarbeiten und zu analysieren (Altmeyer et al. 2022: 25).

KI kann für Optimierungsprozesse unterstützend eingesetzt werden und das Erreichen eines gesetzten Zielen (bspw. nachhaltige Konsumententscheidungen) unterstützen. Dabei ist allerdings zu beachten, dass KI auch als Unterstützung für etwaige andere Zielkriterien eingesetzt werden kann und dies oftmals in der "Blackbox KI" intransparent gehalten wird und schwer zu regulieren ist (Altmeyer et al. 2022: 26).

Herausforderungen für Verbraucher*Innen

Auch auf der Ebene der Verbraucher*innen existieren momentan noch vielerlei Herausforderungen. Exemplarisch zu nennen ist zum einen die Gewährleistung von Datenschutz, zum anderen ethische Diskurse sowie mangelnde Akzeptanz

und Vertrauen in KI. Tabelle 8 listet weitere Herausforderungen auf der Ebene der Verbraucher*innen auf und erläutert diese.

Tab. 8: Herausforderungen für Verbraucher*innen zu KI-Anwendungen des DPP
 (Quellen: eigene Recherche und Workshop-Diskussion)

Herausforderungen auf der Ebene der Verbraucher*innen	
1	Datenschutz und ethische Konflikte: Diskurs KI und Ethik (einerseits Chancen und ungenutzte Potentiale, andererseits ethische Herausforderungen ("red-taping"), die bislang sowohl Wirtschaft als auch Gesellschaft noch ausbremsen, die vollen Potentiale der KI-Systeme wirtschaftlich einzusetzen) (Wahlster & Winterhalte 2021: 65)
2	Unzureichende Datennutzungsrechte
3	Überforderung seitens Verbraucher*innen durch die Vielfalt und Anzahl von möglichen Konsumententscheidungen
4	Bislang keine hilfreiche Usability
5	Unzureichende Akzeptanz und Vertrauen in KI/Angst vor Kontrollverlust
6	Unzureichende Transparenz und Nachvollziehbarkeit von KI (z.B. für personalisierte Werbung)
7	Fehlendes Wissen/Sensibilisierung von Konsument*innen über den Wert persönlicher Daten und der uninformierten Zustimmung
8	Zum Teil fehlende Technologieaffinität (Umgang/Nutzung wird erschwert)
9	Fehlendes Fachwissen bzgl. Produktinformationen
10	Einführung enorm aufwändig (inkl. Informationen und Marketing)
11	Datenverteilung auf verschiedene Applikationen -> Zugriffe auf die Datenquellen

Umweltpolitische Herausforderungen

Die Umsetzung KI-gestützter Anwendungen zur Förderung nachhaltigen Konsums ist zudem abhängig von den umweltpolitischen Gegebenheiten des jeweiligen Staates. Tabelle 9 stellt politische Herausforderungen für diese Umsetzung dar.

Tab. 9: Politische Herausforderungen für KI-Anwendungen des DPP

(Quellen: eigene Recherche und Workshop-Diskussion)

Herausforderungen auf politischer/staatlicher Ebene	
1	Mangel an entsprechenden Anreizen (wie bspw. Energie- und Rohstoffeffizienz von digitalen Technologien), die sowohl Unternehmen als auch Privatpersonen zur Verhaltensänderung verleiten (Kahlenborn et al. 2018: 77, Friedrich et al. 2021) -> wenig Nutzerzahlen von alternativen, grünen Apps und Plattformen
2	Aktuelle Plattformregulierung sieht vor, dass die Datenmacht und Wettbewerbsstärke bei den Big Playern liegt
3	Unzureichende Harmonisierung auf EU-Ebene
4	Bislang keine Standardisierung in Bezug auf den Detailgrad der Umweltinformation (Götz et al. 2021: 28; 37; 40).
5	Keine Roadmaps für einzelne Domänen (bislang keine Prioritätenliste für Produktgruppen)
6	Zu wenig sektorspezifische Use-Cases: Es fehlt an Illustration der konkreten Machbarkeit und Richtlinien zur Umsetzung
7	Ausweitung von Informations- und Berichtspflichten (auch als Mechanismus zur Qualitätssicherung)
8	Unzureichende staatliche Anreize zur Förderung von Ressourceneffizienz und Kreislaufwirtschaft

4. Roadmap mit Zielbild und Maßnahmen

Das Kapitel 4 umfasst die Ergebnisse des Roadmappings im engeren Sinne. Es geht zunächst auf das identifizierte Zielbild im Themenbereich KI für nachhaltigen Konsum ein (Kap. 4.1). Anschließend werden die identifizierten Maßnahmen im Überblick (Kap. 4.2) und mit kurzen Steckbriefen (Kap. 4.3) dargestellt.

4.1 Zielbild für das Roadmapping

Die Entwicklung des Zielbildes erfolgte in mehreren Schritten. Zunächst wurde das Zielbild im Rahmen des Scoping Workshops diskutiert und im Anschluss in weiteren internen Abstimmungen und Diskussionsrunden sowohl im Forschungsteam (Forschungslinien intern) als auch Forschungslinien übergreifend im CO:DINA-Team erarbeitet. Das Zielbild ist folglich eine Synthese der Diskussions- und Forschungsergebnisse und fokussiert die effiziente und effektive Nutzung der Potentiale von KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum bis zum Jahr 2035 (siehe nachfolgender Kasten).

Zielbild der Forschungslinie "Transparente Wertschöpfungsketten"

Die Potentiale von KI-Anwendungen für nachhaltigen Konsum werden effektiv und effizient auf Basis des Digitalen Produktpasses (DPP) bis 2035 erschlossen. Im Fokus stehen dabei KI-Anwendungen für Konsumgüter im Handel.

Dieses Zielbild war, ebenso wie die identifizierten Herausforderungen, leitend für die Bestimmung von Maßnahmen in dieser Forschungslinie.

4.2 Maßnahmen im Überblick

Um das Zielbild zu erreichen, wurden im Roadmappingprozess verschiedene Maßnahmen identifiziert. Ein wesentlicher Schritt war dabei die Sammlung und Bewertung von Maßnahmen im Rahmen des Roadmapping-Workshops im Januar 2022. Abbildung 10 stellt die gesammelten Maßnahmen mit einer Relevanz-Einschätzung der Teilnehmenden dar. Die Maßnahmen wurden, neben Zielgruppen und einem ungefähren Zeithorizont, verschiedenen

Maßnahmentypen zugeordnet: Regulation, technische Maßnahme, Information und Kommunikation (inkl. Vernetzung und Bildung), F&E Förderung.

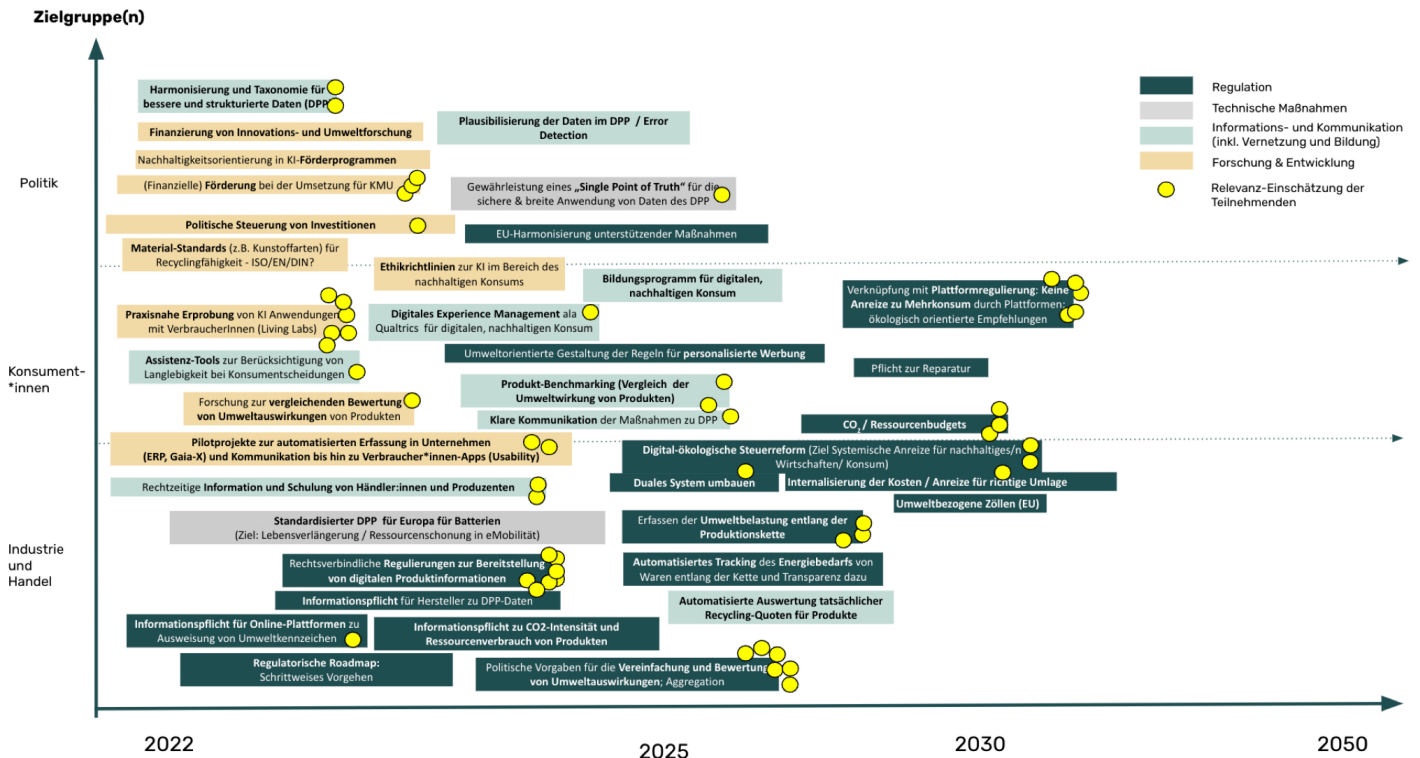


Abb. 10: Maßnahmensammlung und Relevanzbewertung im Rahmen des Roadmapping-Workshops (Quelle: eigene Darstellung)

Die Tabelle 10 gibt einen Überblick zu den im Anschluss an den Workshop weiter ausgearbeiteten Maßnahmen mit einer – nicht immer ganz abgrenzungsscharfen – Zuordnung der Maßnahmen zu den genannten Maßnahmentypen. Zudem erfolgt – mit Bezug zu den in Kapitel 3 genannten Herausforderungen – eine Zuordnung zu den folgenden Handlungsfeldern: 1. Datenbereitstellung und -verfügbarkeit, 2. KI-Anwendungen in Unternehmen und Handel, 3. KI-Anwendungen für Verbraucher*innen und 4. übergreifende Rahmenbedingungen. Die Maßnahmen werden nachfolgend in Steckbriefen beschrieben, die auch weiterführende Informationen enthalten.

Tab. 10: Übersicht zu vorgeschlagenen Maßnahmen für die Roadmap 2035

Nr.	Maßnahmentitel	Maßnahmen-typ	Hand-lungsfeld
1.1	Informationspflicht zur Bereitstellung von digitalen Produktinformationen (Digitaler Produktpass)	Regulation	Datenbereit- stellung und -verfügbarkeit
1.2	Politische Vorgaben für die Vereinfachung und Bewertung von Umweltauswirkungen	Regulation	
1.3	Forschung zur Verfügbarkeit und Aktualität der Daten im Digitalen Produktpass	F&E Förderung	
1.4	Normen und Standards zur Harmonisierung der Taxonomie zum DPP	Information und Kommunikation	
1.5	Informationspflicht innerhalb der Wertschöpfungskette zu Umweltbelastungen	Regulation	
1.6	Informationspflicht für Online-Plattformen zur Ausweisung von Umweltkennzeichen	Regulation	
1.7	Gewährleistung eines „Single Point of Truth“ für die sichere und breite Anwendung von Daten des DPP	Technische Maßnahme	
1.8	Information und Schulungen von Händler*innen und Produzent*innen zum DPP	Information und Kommunikation	
2.1	Pilot- und Demonstrationsprojekte zur automatisierten Datenerfassung in Unternehmen und Kommunikation bis zu Verbraucher*innen (KI-Reallabore)	F&E Förderung	KI- Anwendungen in Unternehmen
2.2	Forschung zur vergleichenden Bewertung von Umweltauswirkungen von Produkten	F&E Förderung	
2.3	Digitales Experience Management für digitalen und nachhaltigen Konsum	Information und Kommunikation	
2.4	Finanzielle Förderung für nachhaltige KI und Aufbau von Expertise in KMUs	F&E Förderung	
2.5	Produkt-Benchmarking zum Vergleich der Umweltwirkung von Produkten	Information und Kommunikation	
3.1	Praxisnahe Erprobung von KI-Anwendungen mit Verbraucher*innen in Living Labs	F&E Förderung	KI- Anwendungen für Verbraucher* innen
3.2	Nachhaltigkeitsorientierung von Fördermaßnahmen zu KI und Konsum	F&E Förderung	
3.3	Ethikrichtlinie und Standards für KI-Anwendungen im Konsum	Information und Kommunikation	
3.4	Umweltorientierte Gestaltung der Regeln für personalisierte Werbung	Regulation	
4.1	Digital-ökologische Steuerreform für systemische Anreize zum nachhaltigen Wirtschaften und Konsumieren	Regulation	Übergreifende Rahmen- bedingungen
4.2	Festlegung von Einhaltung von CO ₂ -/Ressourcen-Budgets	Regulation	
4.3	Suffizienzpolitik für weniger Anreize zu Mehrkonsum	Regulation	

4.3 Steckbriefe zu den Maßnahmenvorschlägen

Dieser Abschnitt stellt die Maßnahmenvorschläge anhand von kurzen Steckbriefen dar, die im Folgenden, nicht ganz abgrenzungsscharf nach den vier Handlungsfeldern gruppiert, vorgestellt werden.

Maßnahmen im Handlungsfeld Datenbereitstellung und -verfügbarkeit

In den folgenden Tabellen werden die Steckbriefe zu den vorgeschlagenen Maßnahmen im Handlungsfeld Datenbereitstellung und Datenverfügbarkeit beschrieben.

Tab. 11: Steckbrief Maßnahme 1.1

1.1 Informationspflicht zur Bereitstellung von digitalen Produktinformationen (Digitaler Produktpass)	
Kurzbeschreibung	Die Einführung einer rechtsverbindlichen Informationspflicht zum Digitalen Produktpass forciert die Bereitstellung von umweltrelevanten Produktinformationen durch Unternehmen. Ein Ausgangspunkt kann die im Rahmen der „Initiative für nachhaltige Produkte“ am 30. März 2022 von der Europäischen Kommission vorgeschlagene „Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte“ sein, die sich auf die derzeit geltende Ökodesign-Richtlinie 2009/125/EG stützt. Der vorgeschlagene „digitale Produktpass“ enthält Informationen über die ökologische Nachhaltigkeit von Produkten. Er hilft Verbraucher*innen und Unternehmen, beim Kauf von Produkten fundierte Entscheidungen zu treffen, vereinfacht Reparaturen und Recycling und erhöht die Transparenz hinsichtlich der Umweltauswirkungen von Produkten. Außerdem helfen die Pässe den Behörden bei der Durchführung von Prüfungen und Kontrollen.
Maßnahmentyp	Regulation
Initiierung	Europäisches Parlament, Europäische Kommission
Umsetzung	Hersteller und Entwickler; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	EU
Zeithorizont	Mittel- bis langfristig (Beginn in 1-5 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Europäische Kommission (2022b), BMUV (2022a, 2022b, 2022c), Götz et al. (2021), Berg et al. (2021)

Tab. 12: Steckbrief Maßnahme 1.2

1.2 Politische Vorgaben für die vereinfachende Bewertung von Umweltauswirkungen	
Kurzbeschreibung	Konkrete politische Vorgaben können aussagekräftige und vergleichbare Bewertungen der Umweltauswirkungen von Produkten unterstützen und Risiken von „Greenwashing“ (d. h. die Vermittlung eines falschen Eindrucks der Umweltauswirkungen eines Unternehmens) verringern. Hersteller*innen und Händler*innen müssten verlässliche Daten erfassen und zur Verfügung stellen. Von Seiten der Politik bedarf es einer Regulierung im Sinne eindeutiger politischer Vorgaben bzgl. der öffentlichen Bereitstellung bereits vorliegender (unternehmensinterner) Daten, deren Standardisierung und Aggregation, sowie geeigneter Schnittstellen für die Vereinfachung der Bewertung von Umweltwirkungen von Produkten und Dienstleistungen. Ein Ausgangspunkt kann hier neben entsprechenden Normungsinitiativen die Initiative der Europäischen Kommission „Umweltleistung von Produkten & Unternehmen – Nachweise“ sein, in deren Rahmen Unternehmen künftig dazu verpflichtet werden sollen, ihre Angaben zum ökologischen Fußabdruck ihrer Produkte/Dienstleistungen anhand standardisierter Quantifizierungsmethoden zu machen.
Maßnahmentyp	Regulation
Initiierung	Europäisches Parlament, Bundesregierung
Umsetzung	Hersteller und Entwickler; Anwendende Unternehmen; Verbraucher*innen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	EU/National
Zeithorizont	Mittelfristig (Beginn in 1-3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Europäische Kommission (2022c), DIN (2022a), DIN und DKE (2022)

Tab. 13: Steckbrief Maßnahme 1.3

1.3 Forschung zur Verfügbarkeit und Aktualität der Daten im Digitalen Produktpass	
Kurzbeschreibung	Nationale und internationale Forschungsprojekte sollten wissenschaftliche Grundlagen zur Datenverfügbarkeit und -aktualität geben. Für den DPP sollten folgende Fragen adressiert werden: Wer sichert rechtlich die Haftung für die Richtigkeit der Daten? Wie kann die Verantwortlichkeit für Richtigkeit und Aktualität gewährleistet werden? Bedarf es einer Zertifizierung? Wie unterscheiden sich Bedingungen für unterschiedliche Produktgruppen? Ausgangspunkte können aktuell laufende Forschungsprojekte bieten, wie z.B. das im Auftrag des UBA durchgeführte Projekt „Produktinformation 4.0“, das vom BLE geförderte Projekt „Frische Daten“ oder die vom BMUV geförderten KI-Leuchtturmprojekte „KI4NK“ und „Green Consumption Assistant“.
Maßnahmentyp	F&E Förderung
Initiierung	Bundesregierung / Europäische Kommission

Umsetzung	Anwendende Unternehmen; Verbraucher*innen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National, EU
Zeithorizont	Kurzfristig (Beginn in < 1 Jahr)
Quellen u. weitere Informationen	Geibler et al. (2015), TU Berlin (2021), TU Berlin (2022), FriDa - Frische Daten (2020), Fraunhofer IAO (2022), Altmeyer et al. (2022)

Tab. 14: Steckbrief Maßnahme 1.4

1.4 Normen und Standards zur Harmonisierung der Taxonomie zum DPP	
Kurzbeschreibung	Die Ergänzung von Normen und Standards stellt eine wichtige Grundlage für die Weiterentwicklungen von KI und ihren Anwendungen dar. Die Harmonisierung einer einheitlichen Taxonomie zum DPP kann eine strukturierte Datensammlungen und Einführung von produktübergreifenden KI-Anwendungen erleichtern. Hierzu gehören die Entwicklung von Datenreferenzmodellen zur Gewährleistung der Interoperabilität zwischen Systemen, Sicherheitsnormen und die Standardisierung technischer, ethischer und gesellschaftlicher Anforderungen an KI.
Maßnahmentyp	Information und Kommunikation
Initiierung	Bundesregierung, Europäisches Parlament, Forschung
Umsetzung	Hersteller; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National, EU
Zeithorizont	Mittel- bis langfristig (Beginn in 1-5 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	McFadden et al. (2021), DIN (2022a), DIN (2022b), ITU (2022)

Tab. 15: Steckbrief Maßnahme 1.5

1.5 Informationspflicht innerhalb der Wertschöpfungskette zu Umweltbelastungen	
Kurzbeschreibung	Zur Steigerung der Transparenz für unterschiedliche Akteur*innen entlang von Wertschöpfungsketten, ist die Einführung verbindlicher und EU-weiter Vorgaben bzgl. der Weitergabe von Daten zur Umweltbelastung notwendig. Insbesondere den Konsument*innen - aber auch verarbeitenden Unternehmen - stehen häufig nur wenige Informationen über die Schritte der Produktion zur Verfügung. Die Weitergabe von umweltrelevanten Informationen über die einzelnen Prozessebenen hinaus ermöglicht einen ganzheitlichen Blick auf das Produkt und bewusste Konsumententscheidungen.
Maßnahmentyp	Regulation
Initiierung	Europäische Kommission
Umsetzung	Hersteller; Anwendende Unternehmen; Verbraucher*innen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	EU
Zeithorizont	Mittelfristig (Beginn in 1-3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Götz et al. 2021 (insb. Kapitel 5.3 "Transparenz in der Lieferkette"), European Commission (2022a)

Tab. 16: Steckbrief Maßnahme 1.6

1.6 Informationspflicht für Online-Plattformen zur Ausweisung von Umweltkennzeichen	
Kurzbeschreibung	Ein europäischer rechtlicher Rahmen kann Online-Verkaufsplattformen und Händler*innen verpflichten, auf Umweltkennzeichen hinzuweisen, um so Kund*innen umweltbewusste Kaufentscheidungen zu erleichtern. Eine breite Umsetzung der Bereitstellung von Umweltkennzeichen auf digitalen Plattformen kann als gut umsetzbar eingestuft werden, da die erforderlichen Daten zur Produktkennzeichnung bereits vorhanden sein sollten und lediglich online zur Verfügung gestellt werden müssten. Zudem bestehen Erfahrungen aus der Implementierung der im Rahmen der Ökodesign-Richtlinie verpflichtenden Kennzeichnung von energierelevanten Produkten mit Energieeffizienzlabels. Bezüglich der rechtlichen Rahmenbedingungen und Umsetzung werden in der CO:DINA-Forschungslinie "Digital-ökologische Staatskunst" weitere Maßnahmen zu Plattformregulierungen diskutiert.
Maßnahmentyp	Regulation
Initiierung	Europäisches Parlament / Europäische Kommission
Umsetzung	Hersteller; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	EU

Zeithorizont	Mittelfristig (Beginn in 1-3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Ökodesign-Verordnung für nachhaltige Produkte (Europäische Kommission 2022b); CO:DINA Forschungslinie "Digital-ökologische Staatskunst (Ramesohl & Gunnemann 2021).

Tab. 17: Steckbrief Maßnahme 1.7

1.7 Gewährleistung eines „Single Point of Truth“ für die sichere und breite Anwendung von Daten des DPP	
Kurzbeschreibung	Die Konzeption und Entwicklung eines sogenannten "Single Point of Truth" (SPOT) mit selektiven Zugriffsrechten kann genutzt werden, um Datensicherheit (insb. von vertraulichen Unternehmensdaten) für die jeweiligen Akteur*innen zu gewährleisten und das Vertrauen für die Datenfreigabe für den DPP zu schaffen. Weiterhin können so für die Nutzer*innen Unsicherheiten über die Echtheit und Aktualität der Daten minimiert werden. Um Manipulationen der Informationen des Digitalen Produktpasses zu verhindern, ist insbesondere angewandte Forschung im Bereich Kryptographie und Sicherheit notwendig.
Maßnahmentyp	F&E Förderung
Initiierung	Europäische Kommission und Unternehmen
Umsetzung	Hersteller; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	EU
Zeithorizont	Mittelfristig (Beginn in 1-3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Götz et al. (2020), BMUV (2022b), Altmeyer et al. (2022)

Tab. 18: Steckbrief Maßnahme 1.8

1.8 Information und Schulungen von Händler*innen und Produzent*innen zum DPP	
Kurzbeschreibung	Der Wissenstransfer von der Wissenschaft in die Industrie und den Handel, sodass bei Produzent*innen und Händler*innen Kompetenzen im Bereich von KI-Anwendungen für Konsumgüter auf Basis des DPP aufgebaut werden können. Hier sollte zunächst bei den Grundlagen angesetzt werden, da bei vielen Unternehmen Kenntnisse und Fähigkeiten bei der Bereitstellung von Umweltkennzeichen und ähnlichen Informationen auf den jeweiligen Online-Plattformen fehlen (Frick, Gossen 2019: 10). Erst wenn flächendeckend ein guter Umgang mit digitalen Daten sichergestellt ist, kann mit der Einführung in KI-Anwendungen begonnen werden.
Maßnahmentyp	Information und Kommunikation
Initiierung	Bundesregierung und Forschung
Umsetzung	Hersteller; Anwendende Unternehmen

Umsetzungs- und Wirkungsebene	National
Zeithorizont	Kurzfristig (Beginn innerhalb eines Jahres)
Quellen u. weitere Informationen	Frick und Gossen (2019)

Maßnahmen im Handlungsfeld KI-Anwendungen in Unternehmen

In den folgenden Tabellen werden die Steckbriefe zu den identifizierten Maßnahmen im Handlungsfeld KI-Anwendungen in Unternehmen beschrieben.

Tab. 19: Steckbrief Maßnahme 2.1

2.1 Pilot- und Demonstrationsprojekte zur automatisierten Datenerfassung in Unternehmen und Kommunikation bis zu Verbraucher*innen (KI-Reallabore)	
Kurzbeschreibung	Die Implementierung von Pilot- und Demonstrationsprojekten, um technische Anwendungen zu entwickeln, zu testen und ihre Anwendbarkeit zu demonstrieren. Fokus wäre das Themenfeld der automatisierten Erfassung von Daten z.B. in Bezug zu ERP-Systemen oder Gaia-x sowie Kommunikation über KI-gestützte Entwicklung nutzerorientierter Verbraucher*innen-Apps. Der Vorschlag der Europäischen Kommission zum Artificial Intelligence Act schlägt "KI-Reallabore" als Maßnahmen zur Innovationsförderung vor. Dabei sollen KI-Reallabore eine kontrollierte Umgebung bieten, um die Entwicklung, Erprobung und Validierung innovativer KI-Systeme für einen begrenzten Zeitraum vor ihrem Inverkehrbringen oder ihrer Inbetriebnahme zu erleichtern. Nationale Ausgangspunkte können das Gaia-X-Netzwerk mit seinem nationalen Hub als zentrale und länderspezifische Anlaufstellen für Akteur*innen sein. Weitere Möglichkeiten bieten die vom BMUV geförderten KI-Leuchtturmprojekte, z.B. das Projekt "KI4NK" oder das anvisierte Anwendungslabor am Umweltbundesamt für KI und Big Data.
Maßnahmentyp	F&E Förderung
Initiierung	Forschung
Umsetzung	Hersteller; Anwendende Unternehmen; Verbraucher*innen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	EU, national
Zeithorizont	Kurzfristig (Beginn innerhalb eines Jahres)
Quellen u. weitere Informationen	ZUG (2022a), UBA (2022), Der deutschen Gaia-X Hub (BMW, 2022a), Fraunhofer IAO (2022), Geibler, J.v. und Stelzer, F. (2021)

Tab. 20: Steckbrief Maßnahme 2.2

2.2 Forschung zur vergleichenden Bewertung von Umweltauswirkungen von Produkten	
Kurzbeschreibung	Eine anwendungsorientierte Forschung mit Fokus auf Vergleichskriterien und weitere Grundlagen für eine standardisierte Bewertungsmethodik. Ein Ziel sollte es sein, die Vielzahl der Bewertungskriterien zu reduzieren und einfache und robuste Produktvergleiche über unterschiedliche Produktgruppen hinaus zu ermöglichen. Die Leitfrage wäre: Wie sind Umweltauswirkungen von Produkten vergleichend und einfach zu bewerten? Neben einer Reihe von gesetzlichen Vorschriften zur produktbezogenen Umweltinformation gibt es bereits eine beachtliche Zahl von freiwilligen Normen. Die EU-Kommission hat für den Product Environmental Footprint (PEF) auch einen Vorschlag für eine Gewichtung und Zusammenfassung der Indikatorwerte verschiedener Umweltwirkungen vorgelegt und zur Anwendung empfohlen, um einen Vergleich mit anderen Produkten bzw. einem Benchmark derselben Kategorie mit durchschnittlichen Umwelteigenschaften zu ermöglichen. Zu diesem Vorschlag gibt es in den fachlichen und politischen Debatten derzeit kein Einvernehmen.
Maßnahmentyp	F&E Förderung
Initiierung	Bundesregierung
Umsetzung	Forschung; Anwendende Unternehmen; Verbraucher*innen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National
Zeithorizont	Mittelfristig (Beginn in 1 bis 3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	BMU (2019a), Plattform Siegelklarheit des GIZ (2022), Kompetenzzentrum Nachhaltiger Konsum (2022)

Tab. 21: Steckbrief Maßnahme 2.3

2.3 Digitales Experience Management für digitalen und nachhaltigen Konsum	
Kurzbeschreibung	Eine KI-gestützte, automatisierte Verbraucher*innen- und Marktforschung sollte nachhaltigen Konsum fördern. Die durch Nutzer*innen auf Plattformen erzeugten Daten werden bereits heute intensiv algorithmisch ausgewertet und im Interesse der Plattformbetreiber*innen genutzt. Mit dem Anwachsen von (verpflichtenden) Nachhaltigkeitsinformationen wird die Datenbasis breiter und kann so dazu genutzt werden, mit diesen Mitteln auch nachhaltigen Konsum zu unterstützen.
Maßnahmentyp	Information und Kommunikation
Initiierung	Forschung und Unternehmen
Umsetzung	Hersteller und Entwickler; Anwendende Unternehmen; Verbraucher*innen

Umsetzungs- und Wirkungsebene	EU
Zeithorizont	Mittelfristig (Beginn in 1 – 3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Holland (2020), Grønholdt (2021)

Tab. 22: Steckbrief Maßnahme 2.4

2.4 Finanzielle Förderung für nachhaltige KI und Aufbau von Expertise in KMUs	
Kurzbeschreibung	Neue Förderprogramme für die Umsetzung von nachhaltigkeitsorientierten KI-Anwendungen in KMUs und Budgets zur Implementierung von nachhaltigen KI-Prototypen und entsprechenden Pilotprojekten. Beispielsweise kann KI die effizientere und umweltschonende Verwendung von Material, Energie und Wasser und die geringere Emission von Treibhausgasen durch vorausschauende Wartung von Maschinen (Predictive Maintenance), die Prozess- und Produktoptimierung oder eine verbesserte Logistikplanung unterstützen. Als Initiative des Bundesumwelt- und Verbraucherschutzministeriums soll z.B. der Green-AI Hub Mittelstand solche Potentiale von KI-Systemen zur Steigerung der betrieblichen Ressourceneffizienz in KMUs vermitteln. Gleichzeitig sollten Kompetenzen im Bereich umweltorientierter KI-Anwendungen aufgebaut und durch Schulung der Mitarbeitenden diese Expertise bedarfsorientiert weitergegeben werden.
Maßnahmentyp	F&E Förderung
Initiierung	Bundesregierung
Umsetzung	Hersteller und Entwickler; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National
Zeithorizont	Kurzfristig (Beginn innerhalb eines Jahres)
Quellen u. weitere Informationen	Waltersmann et al. 2021, Bundesverband Deutsche Startups e.V. (2021), BMU (2021)

Tab. 23: Steckbrief Maßnahme 2.5

2.5 Produkt-Benchmarking zum Vergleich der Umweltwirkung von Produkten	
Kurzbeschreibung	Aufbauend auf den zahlreichen freiwilligen Normen zur produktbezogenen Umweltinformation sollten Industrie und Handel Instrumente zum Produkt-Benchmarking in Bezug auf Umweltwirkungen von Produkten anbieten, z.B. Assistenz-Tools zur Berücksichtigung von Langlebigkeit oder Reparierbarkeit bei Konsumentenscheidungen. Die grundsätzliche Funktion bieten heute bekannte Filter- und Sortierfunktionen in digitalen Sales Channels.

	Diese würden durch die Harmonisierung von Daten differenzierter und können perspektivisch auch viele Datentypen zu Prognosen verknüpfen, z.B. indem potenziellen Käufer*innen die erwarteten lebenslangen Energie-Betriebskosten oder der Stromverbrauch pro Monat beim Kauf dargestellt werden.
Maßnahmentyp	Information und Kommunikation
Initiierung	Forschung und Unternehmen
Umsetzung	Hersteller; Anwendende Unternehmen; Verbraucher*innen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	EU
Zeithorizont	Mittelfristig (Beginn in 1 – 3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Umweltinformationen für Produkte und Dienstleistungen (BMU 2019b), Thorun et al. (2017)

Maßnahmen im Handlungsfeld KI-Anwendungen für Verbraucher*innen

Im Folgenden werden die Steckbriefe zu den identifizierten Maßnahmen im Handlungsfeld KI-Anwendungen für Verbraucher*innen beschrieben.

Tab. 24: Steckbrief Maßnahme 3.1

3.1 Praxisnahe Erprobung von KI-Anwendungen mit Verbraucher*innen in Living Labs	
Kurzbeschreibung	Die staatlich geförderte Schaffung und Vernetzung von praxisnahen Gestaltungs- und Erprobungsorten (wie Living Labs oder Reallaboren) und Forschungsprojekten, um Verbraucher*innen das Erlangen von Erfahrungswissen und Kompetenzen im Umgang mit KI zu ermöglichen und das Vertrauen und die Akzeptanz bei potenziellen Nutzer*innen zu stärken. Daher sollten entsprechende Forschungs- infrastrukturen auf kommunaler Ebene mit entsprechender digitaler Vernetzung ausgebaut und gefördert werden. Es wird eine Experimentierumgebung mit der nötigen Hard- und Software geboten. Einen Anknüpfungspunkt bietet das KI-Innovationsnetz "Civic Coding".
Maßnahmentyp	F&E Förderung
Initiierung	Bundesregierung
Umsetzung	Forschung; Hersteller und Entwickler; Anwendende Unternehmen; Verbraucher*innen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National
Zeithorizont	Kurzfristig (Beginn innerhalb eines Jahres)
Quellen u. weitere Informationen	Civic Coding - Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl (2021), European Commission (2022b); Geibler, J.v. und Stelzer, F. (2020); Erdmann et al. (2018), Liedtke, C. und Büttgen, A. (2021)

Tab. 25: Steckbrief Maßnahme 3.2

3.2 Nachhaltigkeitsorientierung von Fördermaßnahmen zu KI und Konsum	
Kurzbeschreibung	Die von der Bundesregierung vorgestellten Förderbekanntmachungen im Bereich KI und Konsum sollten einen klaren Bezug zur Nachhaltigkeit der zu fördernden Projekte haben, z.B. bei Förderprogrammen zu KI-Anwendungen oder über Forschungsprogramme im Bereich KI für nachhaltigen Konsum. Im Rahmen der KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen des BMU wurde dies bereits umgesetzt und sollte nun mit besonderem Fokus auf die Schnittstelle von KI und nachhaltigem Konsum intensiviert werden.
Maßnahmentyp	F&E Förderung
Initiierung	Bundesregierung
Umsetzung	Hersteller und Entwickler; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National
Zeithorizont	Kurzfristig (Beginn innerhalb eines Jahres)
Quellen u. weitere Informationen	Zukunft Umwelt Gesellschaft (2022b), Jetzke et al. 2019

Tab. 26: Steckbrief Maßnahme 3.3

3.3 Ethikrichtlinien und Standards für KI-Anwendungen	
Kurzbeschreibung	Durch die Entwicklung, Einführung und Nutzung von KI zentrale entstehen ethische Fragen, u.a. inwiefern KI das Leben von Bürger*innen verbessern kann bzw. welche Bedenken dabei entstehen. Die Entwicklung und Nutzung von Ethikrichtlinien bzw. Standards für KI-Anwendungen kann dazu beitragen, Transparenz und Vertrauen zu schaffen. Bürger*innen sollten z.B. zu Algorithmen und möglichen Datenschutzaspekten aufgeklärt und im Sinne von "Fairer KI", "trusted KI" und "Erklärbarer KI" sensibilisiert werden. Zudem bedarf es verlässlicher Qualitätskriterien und Prüfverfahren für die marktfähige Konformitätsbewertung und Zertifizierung von KI-Systemen.
Maßnahmentyp	Information und Kommunikation
Initiierung	Forschung, Unternehmen, Bundesregierung
Umsetzung	Hersteller und Entwickler; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National
Zeithorizont	Mittelfristig (Beginn in 1-3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Unabhängige hochrangige Expertengruppe für Künstliche Intelligenz (2018), Wahlster & Winterhalter (2021), REWE Digital "AI Manifesto" (REWE Digital, 2022)

Tab. 27: Steckbrief Maßnahme 3.4

3.4 Umweltorientierte Gestaltung der Regeln für personalisierte Werbung	
Kurzbeschreibung	Auf Basis von KI-Technologien kann eine Marketingautomatisierung für personalisierte Werbung umgesetzt werden. Mit Hilfe von KI werden Muster in den Nutzer*innendaten identifiziert, um Werbung zum passenden Zeitpunkt und mit relevantem Inhalt personalisiert anzubieten. Es bedarf der Entwicklung von Gestaltungsregeln für personalisierte Werbung durch Zusammenarbeit von Wissenschaft und Politik – insbesondere bei der Erstellung ethischer Richtlinien zum Schutz der Privatsphäre von Nutzer*innen. Gleichzeitig gilt es, die Umweltrelevanz der Werbung zu berücksichtigen. Da Konsument*innen die Funktionsweise von KI oft nicht bekannt oder verständlich ist, müssen Kompetenzen im Themenfeld Nachhaltigkeit und Digitalisierung ausgebaut werden, Vertrauen gestärkt und Digital- und Datensouveränität gewährleistet werden. Ein wichtiger Anknüpfungspunkt ist hier das europäische Gesetz über digitale Märkte (Digital Markets Act, DMA) als erstes internationales Regelwerk, das einen speziellen Rechtsrahmen für Big-Tech-Unternehmen setzt, um so Fairness und Wettbewerb auf digitalen Märkten sicherzustellen.
Maßnahmentyp	F&E Förderung
Initiierung	Forschung und Bundesregierung
Umsetzung	Hersteller und Entwickler; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National, EU
Zeithorizont	Kurzfristig (Beginn innerhalb eines Jahres)
Quellen u. weitere Informationen	BMWK (2022b); Jenny et al. (2019); Wahlster & Winterhalter (2021) S. 77f

Maßnahmen zu übergreifenden Rahmenbedingungen

In den folgenden Tabellen werden Steckbriefe zu den identifizierten Maßnahmen zu übergreifenden politischen Rahmenbedingungen vorgestellt.

Tab. 28: Steckbrief Maßnahme 4.1

4.1 Digital-ökologische Steuerreform für systemische Anreize zum nachhaltigen Wirtschaften und Konsumieren	
Kurzbeschreibung	Durch eine Änderung des Steuersystems können systemische Anreize zum nachhaltigen Wirtschaften und Konsumieren gegeben werden. Beispielsweise lassen sich Umweltinnovationen durch reduzierte Mehrwertsteuersätze für ökologisch vorteilhafte Produkte oder Dienstleistungen fördern. Grundlage für die Einschätzung der ökologischen Vorteilhaftigkeit können dabei z.B. das EU-Energielabel oder (künftig) auch Daten des Digitalen Produktpasses sein. Ökologische Steuerreformen sollten an die zunehmend digitale Ökonomie und

	Gesellschaft angepasst und zu einer "digital-ökologischen Steuerreform" weiterentwickelt werden. Dabei sollte die Steuerbasis nicht nur auf Energie und Ressourcen beschränkt werden, sondern kann auch Gewinne aus der digitalen Automatisierung miteinbeziehen. Allerdings ist das ökologische Potenzial der Mehrwertsteuer durch den aktuell engen europäischen Rechtsrahmen limitiert. Daher sollten auch andere finanzielle Anreizsysteme zur Internalisierung von externen Umweltkosten, wie sie z.B. die im Rahmen des Dualen System für Verpackungen genutzt werden, ergänzend berücksichtigt werden.
Maßnahmentyp	Regulation
Initiierung	Bundesregierung
Umsetzung	Hersteller; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National
Zeithorizont	Mittel- bis langfristig (Beginn in 1-5 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Postpischil et al. (2022)

Tab. 29: Steckbrief Maßnahme 4.2

4.2 Festlegung von Einhaltung von CO₂-/Ressourcen-Budgets	
Kurzbeschreibung	Als politische Steuerungsgröße zur Erreichung der Klimaziele stellt das CO ₂ -Budget einen Ansatz zur Reduzierung von klimaschädlichen Emissionen dar. Für die Berechnung des Budgets ist es notwendig, die Pro-Kopf-Beiträge auf nationaler Ebene konkret zu bestimmen und die Einhaltung einer nationalen Obergrenze kontinuierlich zu überprüfen. Auch für Plattformen sollte auf nationaler Ebene die Einhaltung von CO ₂ -Budgets pro Kopf berechnet und kontrolliert werden, um das Klimaziel von 1,5 Grad Celsius zu erreichen. Ein ähnliches Modell könnte für die Berechnung und Einhaltung der Ressourcennutzung pro Kopf eingeführt werden.
Maßnahmentyp	Regulation
Initiierung	Regierung
Umsetzung	Hersteller; Anwendende Unternehmen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National
Zeithorizont	Langfristig (Beginn in mehr als 3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	SRU (2020)

Tab. 30: Steckbrief Maßnahme 4.3

4.3 Plattformregulierung mit weniger Anreizen zu Mehrkonsum	
Kurzbeschreibung	Die Logik von Suffizienzansätzen und alternative Konsummustern sollte in umweltpolitische Maßnahmen zur Plattformregulierung einfließen, denn mit fortschreitender Digitalisierung und der Ausweitung von Plattform-Angeboten werden steigende Konsumniveaus gefördert. Umfassende und ständig verfügbare Angebote, die digitalisiertes Bezahlen, "Instant Shopping" und Multi-Channel-Marketing, ggf. mit Nutzung von KI-Technologien, sind starke Konsumtreiber. Verkaufsplattformen sollten Konsument*innen ökologisch orientierte Empfehlungen geben und die Anreize zur Reduktion von "Überfluss-Konsum". Plattformregulierung kann so zur Dematerialisierung beitragen und nachhaltigeren Konsum ermöglichen. Wird z.B. die Ausrichtung von Plattformen als „Grüne Berater“ anvisiert, muss diese Rolle institutionell abgesichert werden. Die umfangreichen Beratungsleistungen, die dieses Werkzeug entlang der gesamten Customer Journey erfordert, macht komplexe und umfassende digitalisierte Vorgänge notwendig, die in ihren Einzelheiten eine gründliche Untersuchung der Umsetzungsmöglichkeiten bedürfen.
Maßnahmentyp	Regulation
Initiierung	Regierung
Umsetzung	Verbraucher*innen
Umsetzungs- und Wirkungsebene	National
Zeithorizont	Langfristig (Beginn in mehr als 3 Jahren)
Quellen u. weitere Informationen	Kahlenborn et al. (2018), Micklitz et al. (2021)

5. Fazit und Ausblick

Die Forschungslinie „Transparente Wertschöpfungsketten“ sollte explorativ aufzeigen, wie nachhaltige Konsumententscheidungen durch Künstliche Intelligenz und den Digitalen Produktpass gefördert werden können. Dazu wurde ein Roadmappingprozess durchlaufen, der eine Ist- und Trendanalyse (inkl. Analyse von Treibern und Hemmnissen) sowie Workshops mit Expert*innen einschloss. Eine Vielzahl von Herausforderungen wurde identifiziert und eine Reihe von Maßnahmen zur Förderung von nachhaltigen Konsumententscheidungen wurde vorgeschlagen.

Im Forschungsprozess wurden Ansatzpunkte zur Kompetenzentwicklung für nachhaltige Konsumententscheidungen herausgearbeitet und aufgezeigt, dass Künstliche Intelligenz viele Potentiale bietet, um die Kompetenzen der Verbraucher*innen zu stärken, z.B. durch prädiktive oder präskriptive Analysen oder automatisierte Entscheidungsunterstützung.

Nachhaltiger Konsum im zunehmend digitalen Umfeld stellt sich als komplexes und sich dynamisch entwickelndes Themenfeld dar. Gründe hierfür liegen u.a. in den vielfältigen, schnellen Innovationszyklen im Bereich der KI, aber auch in verzweigten, oft grenzüberschreitenden Vernetzungen zwischen verschiedenen Akteur*innen in globalen Lieferbeziehungen. Daraus resultieren auch vielschichtige Governancestrukturen für Wertschöpfungsketten und nachhaltigen Konsum in Rahmen eines Mehrebenensystems, das regionale, nationale und internationale Ebenen einschließt.

Diese Komplexität spiegelt sich auch in den vielfältigen Herausforderungen im Themenfeld. Sie reichen von unzureichender Verfügbarkeit von produktbezogenen Umweltinformationen, fehlenden Kompetenzen für die Entwicklung und Nutzung von nachhaltigkeitsorientierten KI-Anwendungen, über z.T. für Verbraucher*innen schwer nachvollziehbare KI-Anwendungen und fehlendes Vertrauen, unterschiedliche politische Rahmenbedingungen auf verschiedenen Ebenen bis hin zu z.T. ungeklärten, ethischen Fragestellungen.

Eine kohärente Politikgestaltung ist angesichts der Komplexität des Themenfeldes von besonderer Bedeutung. Daher zielen einige der

vorgeschlagenen Maßnahmen auf die Entwicklung eines strengen und kohärenten europäischen Politikrahmens zum DPP ab. Dazu gehört z.B. die Entwicklung von international akzeptierten Normen und Standards zur Harmonisierung der Taxonomie des DPP und zu ethischen Fragestellungen der Anwendung von KI, Informationspflichten für Unternehmen zur digitalen Bereitstellung von umweltrelevanten Produktinformationen oder die Gewährleistung eines „Single Point of Truth“ für die sichere und breite Anwendung von Daten des DPP. Diese bilden die Basis für Transparenz in Wertschöpfungsketten.

Die Komplexität und Dynamik des Themenfeldes bedingt auch die Notwendigkeit von weiteren Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen. Dazu werden im Rahmen des Roadmappings einige Maßnahmen vorgeschlagen, wie z.B. die anwendungsorientierte Forschung zur Verfügbarkeit und Aktualität der Daten im Digitalen Produktpass oder zur nachhaltigkeitsorientierten KI-Anwendung im Handel. Dabei ist eine intensive Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Praxis, insbesondere mit den für die Gestaltung der Transformationsprozesse zentralen Akteur*innen aus Politik (auf europäischer, nationaler, regionaler und lokaler Ebene), Zivilgesellschaft, Wirtschaft und Wissenschaft/Bildung erforderlich. Aufgrund der komplexen Akteurs- und Problemlagen und zur Überbrückung von handlungsfeldspezifischen Wissenbeständen sollten dabei neben klassischen disziplinären Forschungsansätzen auch die Konzepte und Methoden der transdisziplinären und transformativen Forschung genutzt werden. Dazu gehört beispielsweise die Methodik der Experimente in „Reallaboren“ und „Living Labs“, in denen KI-Anwendungen gemeinsam mit Verbraucher*innen entwickelt und erprobt werden können. Reallabore und Living Labs bieten auch die Möglichkeiten zur Unterstützung von Kompetenzentwicklung für nachhaltigen Konsum.

Die im Rahmen des mit begrenzten Ressourcen umgesetzten Roadmappingprozesses vorgeschlagenen Maßnahmen sind nicht erschöpfend, um nachhaltige Konsumententscheidungen durch Künstliche Intelligenz und den DPP umfassend zu fördern. Die Maßnahmen zeigen allerdings wichtige Ansatzpunkte auf, die weiter konkretisiert und entwickelt werden sollten. Dazu gehört auch, zentrale Akteur*innen einzubinden sowie die Wechselwirkungen und mögliche Zielkonflikte zu berücksichtigen. Angesichts der Dynamik im Themenfeld und der Dringlichkeit zur Erreichung von ambitionierten

Nachhaltigkeitszielen in den nächsten Jahren gilt es dabei, offene Gelegenheitsfenster zu nutzen. Dazu sollten auch die genannten kurz- und mittelfristigen Maßnahmen zügig umgesetzt werden. Langfristige Maßnahmen sollten zeitnah in die Entwicklung und Erprobung gebracht und in einem iterativen Prozess zur Umsetzungsreife weiterentwickelt werden. Denn viele KI-Anwendungen können Transparenz zur Nachhaltigkeit in Wertschöpfungsketten erhöhen und dadurch nachhaltige Konsumententscheidungen fördern.

6. Literaturverzeichnis

- acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften (Hrsg.) (2020): Künstliche Intelligenz in der Industrie. In acatech HORIZONTE, München. Online verfügbar unter: <https://www.acatech.de/publikation/acatech-horizonte-ki-in-der-industrie/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.
- Altmeyer, M., Schubhan, M., Kerber, F., (2022): Automatisieren Personalisieren, Optimieren: Chancen & Herausforderungen von KI-Anwendungen auf Basis des Digitalen Produktpasses im Handel. Online verfügbar unter: <https://codina-transformation.de/kurzstudie/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.
- 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. In Sustainability, 12 (17), 6956. Online verfügbar unter: https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7573/file/7573_Baedeker.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.
- Bateman, A., Bonanni, L. (2019): What Supply Chain Transparency Really Means. Online verfügbar unter: <https://hbr.org/2019/08/what-supply-chain-transparency-really-means>, letzter Zugriff am 13.06.2022.
- 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. Online verfügbar unter: <https://github.com/Spherity/product-pass#readme>, letzter Zugriff am 13.06.2022.
- Berg, H., Le Blévenec, 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. Online verfügbar unter: https://www.era-min.eu/sites/default/files/publications/201023_ecera_white_paper_on_digital_circular_economy.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.
- Berg, H., Ramesohl, S. (2019): Nachhaltigkeit und digitale Transformation. Bericht zum Forschungsmodul B1 im Forschungsprojekt „Umsetzungserfahrungen mit Landesnachhaltigkeitsstrategien–Fallstudie Nachhaltigkeitsstrategie NRW“. Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (Hrsg.).
- BMU (2019a): Nationales Programm für nachhaltigen Konsum. Gesellschaftlicher Wandel durch einen nachhaltigen Lebensstil. Online verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/nachhaltiger_konsum_broschuere_bf.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.
- BMU (2019b): Umweltinformationen für Produkte und Dienstleistungen. Anforderungen – Instrumente – Beispiele. Online verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Pool/Broschueren/umweltinformationen_produkte_dienstleistungen.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.
- BMU (2020): Die Umweltpolitische Digitalagenda. Online verfügbar unter: https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Digitalisierung/digitalagenda_bf.pdf, zuletzt geprüft am 13.06.2022.

BMU (2021): Fünf-Punkte-Programm des Bundesumweltministeriums für Künstliche Intelligenz. Online verfügbar unter: <https://www.bmu.de/themen/nachhaltigkeit-digitalisierung/digitalisierung/kuenstliche-intelligenz-fuer-umwelt-und-klimaschutz/fuenf-punkte-programm-des-bundesumweltministeriums-fuer-kuenstliche-intelligenz#c59496>, zuletzt geprüft am 13.06.2022

BMUV (2022a). So funktioniert der Produktpass. Ein Pass für den gesamten Produktkreislauf. Online verfügbar unter: <https://www.bmu.de/digitalagenda/so-funktioniert>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

BMUV (2022b). Umweltpolitische Digitalagenda: Digitaler Produktpass. Online verfügbar unter <https://www.bmu.de/faqs/umweltpolitische-digitalagenda-digitaler-produktpass>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

BMUV (2022c): Der BMU Design-Sprint zum Digitalen Produktpass für die Elektromobilität. Online verfügbar unter: <https://www.bmu.de/digitalagenda/produktpass/pkw-batterie>, letzter Zugriff am 13.06.2022)

BMWK (2022a): Der deutsche Gaia-X Hub. Die Stimme der Nutzer des Gaia-X Ökosystems und die zentrale Anlaufstelle für Interessierte in Deutschland. Online verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/gaia-x.html>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

BMWK (2022b): Digital Markets Act. Ein EU-weiter Verhaltenskodex für große Digitalunternehmen soll fairen Wettbewerb auf digitalen Märkten sichern. Online verfügbar unter: <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2022/06/12-digital-market-act.html>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Buerke, A. (2016): Nachhaltigkeit und Consumer Confusion am Point of Sale. Eine Untersuchung zum Kauf nachhaltiger Produkte im Lebensmitteleinzelhandel. Springer Gabler, Leipzig. Online verfügbar unter: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-658-15201-7>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Bundesministerium für Arbeit und Soziales (2022): Sorgfaltspflichtengesetz. Online verfügbar unter <https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze-und-Gesetzesvorhaben/gesetz-unternehmerische-sorgfaltspflichten-lieferketten.html>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2020): Einsatz von Künstlicher Intelligenz in der Deutschen Wirtschaft. Stand der KI-Nutzung im Jahr 2019. Online verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Wirtschaft/einsatz-von-ki-deutsche-wirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=8, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Bundesregierung (2018): Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung. Online verfügbar unter: https://www.bmbf.de/bmbf/de/forschung/digitale-wirtschaft-und-gesellschaft/kuenstliche-intelligenz/kuenstliche-intelligenz_node.html, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Bundesverband Deutsche Startups e.V. (2021): Startups und künstliche Intelligenz. Innovation trifft Verantwortung. Online verfügbar unter: <https://ki-verband.de/wp-content/uploads/2021/12/dl-studie-startups-ki.pdf>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Civic Coding - Innovationsnetz KI für das Gemeinwohl (2021): Viele Akteur*innen, ein Ziel: Mit Künstlicher Intelligenz die Welt besser machen. Online verfügbar unter: <https://www.civic-coding.de/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

CO:DINA (2022): Unser Ansatz. Online verfügbar unter: <https://codina-transformation.de/hintergrund/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Deloitte Private (2021): Künstliche Intelligenz im Mittelstand. Online verfügbar unter: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Mittelstand/Erfolgsfaktorenstudie_K%C3%BCnstliche%20Intelligenz%20im%20Mittelstand.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Deutscher Bundestag (2019): Gesellschaftliche Akzeptanz der KI. Online abrufbar unter <https://www.bundestag.de/presse/hib/592768-592768>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

DIN (2022a): Normungsroadmap KI: Startschuss für die zweite Ausgabe. Online verfügbar unter: <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/kuenstliche-intelligenz/fahrplan-estlegen>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

DIN (2022b): Normen und Standards ebnen der Circular Economy den Weg. Online verfügbar unter: <https://www.din.de/de/forschung-und-innovation/themen/circular-economy>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

DIN und DKE (2022): Fortschrittsbericht Normungsroadmap Industrie 4.0. Berlin/ Offenbach am Main. Online verfügbar unter: <https://www.din.de/resource/blob/868856/5c6022929e31cfccc1efc5a1eed3e59f/nrm-industrie-4-0-fortschrittsbericht-web-data.pdf>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

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 (2020): Weissbuch zur Künstlichen Intelligenz - ein europäisches Konzept für Exzellenz und Vertrauen. Online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/commission-white-paper-artificial-intelligence-feb2020_de.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Europäische Kommission (2022a). Initiative für nachhaltige Produkte. Online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12567-Sustainable-products-initiative/public-consultation_de, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Europäische Kommission (2022b). Ökodesign für nachhaltige Produkte. Online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/sustainable-products/ecodesign-sustainable-products_de, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Europäische Kommission (2022c). Umweltleistung von Produkten & Unternehmen - Nachweise. Online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12511-Umweltleistung-von-Produkten-Unternehmen-Nachweise_de, letzter Zugriff am 13.06.2022.

European Commission (2019): Communication from the commission to the European Parliament, the European Council, the Council, the European Economic and social committee and the committee of the regions. The European Green Deal. Online verfügbar unter https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/european-green-deal-communication_en.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

European Commission (2022a): Environmental performance of products & businesses - substantiating claims. Online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12511-Environmental-performance-of-products-businesses-substantiating-claims_en, letzter Zugriff am 13.06.2022.

European Commission (2022b): Consumer policy – strengthening the role of consumers in the green transition. Online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/12467-Consumer-policy-strengthening-the-role-of-consumers-in-the-green-transition_en, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Fischedick, M., Baedeker, C., Bienge, K., von Geibler, J., Hermwille, L., Kiyar, D., Kobiela, G., Koska, T., Liedtke, C., März, S., Rehm, A., Samadi, S., Schostok, D., Schüwer, D., Speck, M., Thomas, S., Wagner, O., Wehnert, T., & Wilts, H. (2020). Konjunkturprogramm unter der Klimaschutzlupe: Viele gute Impulse, aber Nachbesserungen für nachhaltige Wirkung erforderlich?! Eine erste Bewertung des Konjunkturprogramms der Bundesregierung unter besonderer Berücksichtigung des Klimaschutzes (Research Report Nr. 13). Zukunftsimpuls. Online verfügbar unter: <https://www.econstor.eu/handle/10419/229621>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Fraunhofer IAO (2022): Leuchtturminitiative »KI4NK«. Nachhaltigen Konsum durch Künstliche Intelligenz (KI) erleichtern. Online verfügbar unter: <https://www.iao.fraunhofer.de/de/forschung/responsible-research-and-innovation/leuchtturminitiative-ki4nk.html>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Frick, V. und Gossen, M. (2019): Digitalisierung von Märkten und Lebensstilen: Neue Herausforderungen für nachhaltigen Konsum. Online verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/digitalisierung-von-maerkten-lebensstilen-neue>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

FriDa – Frische Daten (2020): Über das Forschungsprojekt FriDA. Gefördert durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. FKZ: 281A505A-E. Online verfügbar unter: <https://frische-daten.de/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

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 schwachen künstlichen Intelligenz für die betriebliche Ressourceneffizienz. VDI Zentrum Ressourceneffizienz GmbH (Hrsg.). Online verfügbar unter: https://www.ressource-deutschland.de/fileadmin/user_upload/downloads/studien/VDI-ZRE_Studie_KI-betriebliche-Ressourceneffizienz_Web_bf.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Fritzsche, K., Ramesohl, S., Sühlmann, F., Wurm, D., Beer, F., (in Vorbereitung): CO:DINA Transformationsroadmap Digitalisierung und Nachhaltigkeit. CO:DINA Projekthandbuch.

Gailhofer, P., Herold, A., Schemmel, J.P., Scherf, C., Urrutia, C., Köhler, A., Braungardt, S. (2021): The role of artificial intelligence in the European Green Deal. Online verfügbar unter: [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662906/IPOL_STU\(2021\)662906_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2021/662906/IPOL_STU(2021)662906_EN.pdf), letzter Zugriff am 13.06.2022.

Geibler, J.v. und Gnanko, T. (2021): Künstliche Intelligenz für nachhaltigen Konsum. Ansatzpunkte und Herausforderungen für nachhaltige Konsumententscheidungen auf Basis künstlicher Intelligenz. Positionspapier Nr. 7 im Rahmen des CO:DINA Projektes. Wuppertal Institut, Wuppertal. Online verfügbar unter: <https://codina-transformation.de/positionspapier-7-kuenstliche-intelligenz-fuer-nachhaltigen-konsum/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Geibler, J.v. und Stelzer, F. (2020): Reallabore als umweltbezogenes Politikinstrument. Kurzstudie im Rahmen der Digitalagenda des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. Online verfügbar unter: <https://wupperinst.org/a/wi/a/s/ad/7251>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

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. Online verfügbar unter: <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/6009>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Götz, T., Adisorn, T., Tholen, L. (2021): Der Digitale Produktpass als Politikkonzept (Wuppertal Report Nr. 20). Wuppertal Institut. Online verfügbar unter: <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/7694>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Green Consumption Assistant (2022): Green Consumption Assistant. Ein Leuchtturmprojekt für nachhaltigen Konsum. Online verfügbar unter: <https://green-consumption-assistant.de/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Grønholdt, L. (2021): Digital Customer Experience: An Emerging Theme in Customer Service Excellence. In S. M. Dahlgard-Park, & J. J. Dahlgard (Eds.), Key Challenges and Opportunities for Quality, Sustainability and Innovation in the Fourth Industrial Revolution: Quality and Service Management in the Fourth Industrial Revolution - Sustainability and Value Co-creation (pp. 143-152). World Scientific. Online verfügbar unter: https://doi.org/10.1142/9789811230356_0008, letzter Zugriff am 13.06.2022.

GS1 (2022a): Internet of Things (IoT). Online verfügbar unter: <https://www.gs1-germany.de/gs1-solutions/iot/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

GS1 (2022b). Barcodes/RFID. GS1 Barcodes vereinfachen & beschleunigen Prozesse. Online verfügbar unter: <https://www.gs1-germany.de/gs1-standards/barcodesrfid>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Heumann, S., Jentzsch, N. (2019): Wettbewerb um Daten. Über Datenpools zu Innovationen. Stiftung Neue Verantwortung. Online verfügbar unter: https://www.stiftung-nv.de/sites/default/files/wettbewerb_um_daten.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Holland, H. (2020): Customer Experience Management. In: Holland, H. (eds) Digitales Dialogmarketing. Springer Gabler, Wiesbaden. Online verfügbar unter: https://doi.org/10.1007/978-3-658-28973-7_6-1, letzter Zugriff am 13.06.2022.

ITU (2022): Focus Group on Environmental Efficiency for Artificial Intelligence and other Emerging Technologies (FG-AI4EE). Online verfügbar unter: <https://www.itu.int/en/ITU-T/focusgroups/ai4ee/Pages/default.aspx>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Jenny, M., Meißner, A., Glende, S., Bauer, K., Will, N., Nowak, A. L., Dellbrügge, G., Kruse, A. (2019): Perspektiven der künstlichen Intelligenz für den Einzelhandel in Deutschland. Online verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Studien/perspektiven-kuenstliche-intelligenz-fuer-einzelhandel.pdf?__blob=publicationFile&v=12, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Jetzke, T., Richter, S., Ferdinand, J.P. und Schaat, S. (2019): Künstliche Intelligenz im Umweltbereich. Online verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2019-06-04_texte_56-2019_uba_ki_fin.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Kahl, G., Herbig, N., Erdmann, L., Stadler, K., Peters, A. (2017): Ergebnisdokumentation des Praxisprojekts „Kundenführung am Point of Sale“: Arbeitspapier im Arbeitspaket 4 (AP 4.4) des INNOLAB Projekts. Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI GmbH), Saarbrücken 2017.

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. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/fachbroschueere_konsum_4.0_barrierefrei_190322.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Kompetenzzentrum Nachhaltiger Konsum (2022). Online verfügbar unter: <https://nachhaltigerkonsum.info/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Kristoffersen, E., Blomsma, F., Mikalef, P., Li, J. (2020): The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies. *Journal of Business Research* 120, 241-261.

Lange, S., Santarius, T. (2018): *Smarte grüne Welt? Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit*. Oekom Verlag München.

Liedtke, C. und Büttgen, A. (2021): Zehn Botschaften zu SDG 12 „Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster“. Online verfügbar unter: https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7901/file/ZI22_SDG12.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Liedtke, C., Brauch, v. J., Gossen, M., Lewandowski, I., Parodi, O., Prätorius, G., Rotter, V. S., Schell, U., Vogt, M., (2021): Konsumpolitiken stärken, transformative Schritte einleiten, gesellschaftliche Potentiale weiter entfalten. Online abrufbar unter https://publications.iass-potsdam.de/rest/items/item_6001454_6/component/file_6001455/content, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Liedtke, C., Köhlert, M., Huber, K., & Baedeker, C. (2020b): *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*. Online verfügbar unter: <https://epub.wupperinst.org/frontdoor/index/index/docId/7567>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Liedtke, C., Scharioth, S., Baur, N., Dehmel, S., Grimm, V., Specht-Riemenschneider, L., Kenning, P., & Micklitz, H.-W. (2020a). *Nachhaltigen Konsum und nachhaltige Produktion ermöglichen. Empfehlungen für die Verbraucherpolitik [Veröffentlichungen des Sachverständigenrats für Verbraucherfragen]*. Sachverständigenrat für Verbraucherfragen, Berlin.

Lockton, D., Harrison, D., Stanton, N.A. (2012): Models of the user: Designers' perspectives on influencing sustainable behaviour. In: *J. Design Research*, 10, 7-27. Online verfügbar unter: <http://www.inderscience.com/offer.php?id=46137>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

McFadden, M., Jones, K., Taylor, E. und Osborn, G. (2021): *Harmonising Artificial Intelligence: The role of standards in the EU AI Regulation*. Oxford Information Labs. Online verfügbar unter: <https://oxil.uk/publications/2021-12-02-oxford-internet-institute-oxil-harmonising-ai/Harmonising-AI-OXIL.pdf>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Micklitz, H., Schiefke, N., Liedtke, C., Kenning, P., Specht-Riemenschneider, L., & Baur, N. (2021). *Onlinehandel im Spannungsfeld von Verbraucherschutz und Nachhaltigkeit*. Sachverständigenrat für Verbraucherfragen, Berlin.

Nachreiner, M., Mack, B., Matthies, E., Tampe-Mai, K. (2015): An analysis of smart metering information systems: A psychological model of selfregulated behavioral change. In *Energy Research & Social Science* 9, 85-97. Online verfügbar unter: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2214629615300396>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Postpischil, R.; Jacob, Dr. K.; Bär, H.; Beermann, A.C.; Siemons, A.; Schumacher, K.; Keimeyer, F. (2022): *Abschlussbericht. Ökologische Finanzreform: Produktbezogene Anreize als Treiber umweltfreundlicher Produktions- und Konsumweisen*. Online verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_38-2022_oekologische_finanzreform.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Proff, H. (2020): Neue Dimensionen der Mobilität. Technische und betriebswirtschaftliche Aspekte. Springer Gabler, Wiesbaden. Pflaum, A., Fischer, R. (Hrsg.). In: Fraunhofer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS.

Ramesohl, S. und Gunnemann, A. (2021): Plattformregulierung für die Nachhaltigkeitstransformation - Ansatzpunkte und Handlungsbedarfe für eine Plattformökonomie im Dienst des sozial-ökologischen Wandels. Positionspapier. Online verfügbar unter:
https://codina-transformation.de/wp-content/uploads/CODINA_Positionspapier-5_Plattformregulierung-fuer-die-Nachhaltigkeitstransformation.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

REWE Digital (2022): REWE Digital "AI Manifesto". Online verfügbar unter:
<https://rewe-digital.com/ai-manifesto.html>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Siegelklarheit (2022): Siegelklarheit. Startseite. Online verfügbar unter:
<https://www.siegelklarheit.de/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

SRU (2020): Pariser Klimaziele erreichen mit dem CO2-Budget. In: Umweltgutachten 2020: Für eine entschlossene Umweltpolitik in Deutschland und Europa. Online verfügbar unter:
https://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/01_Umweltgutachten/2016_2020/20_Umweltgutachten_Entschlossene_Umweltpolitik.html, letzter Zugriff am 13.06.2022.

SVRV (2021): Gutachten zur Lage der Verbraucherinnen und Verbraucher (2021). Gutachten des Sachverständigenrats für Verbraucherfragen. Online verfügbar unter:
https://www.svr-verbraucherfragen.de/wp-content/uploads/SVRV_Gutachten_2020.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

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.). Online verfügbar unter:
https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-08-22_texte_69-2017_nudgeansaetze_nach-konsum_0.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Tripp, C. (2019): Distributions- und Handelslogistik: Netzwerke und Strategien der Omnichannel-Distribution im Handel. Springer Gabler, Wiesbaden. Online verfügbar unter:
<https://doi.org/10.1007/978-3-658-24118-6>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

TU Berlin (2021): Transdisziplinäre Nachhaltigkeitsforschung in der Elektronik: Produktinformation 4.0. Online verfügbar unter:
<https://www.tne.tu-berlin.de/menue/forschung/projekte/pi/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

TU Berlin (2022): Green Consumption Assistant: Ein Leuchtturmprojekt für nachhaltigen Konsum. Online verfügbar unter: <https://green-consumption-assistant.de/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

UBA (2019): Künstliche Intelligenz im Umweltbereich – Anwendungsbeispiele und Zukunftsperspektiven im Sinne der Nachhaltigkeit. Dessau-Roßlau. Online verfügbar unter:
<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/kuenstliche-intelligenz-im-umweltbereich>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

UBA (2022): Anwendungslabor für Künstliche Intelligenz und Big Data am UBA. Online verfügbar unter:
<https://www.umweltbundesamt.de/anwendungslabor-fuer-kuenstliche-intelligenz-big>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Unabhängige hochrangige Expertengruppe für Künstliche Intelligenz (2018): Ethik-Leitlinien für eine vertrauensvolle KI. Online verfügbar unter: https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=60425, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Wahlster, W., Winterhalter, C. (Hrsg.) (2020): Deutsche Normungsroadmap Künstliche Intelligenz. DIN e. V./ DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik, Elektronik, Informationstechnik in DIN und VDE, Berlin/ Frankfurt am Main. Online verfügbar unter: <https://www.din.de/resource/blob/772438/6b5ac6680543eff9fe372603514be3e6/normungsroadmap-ki-data.pdf>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

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

Wangermann, T. (2020): KI in KMU – Rahmenbedingungen für die Transformation von KI-Anwendungen in kleine und mittlere Unternehmen. Konrad-Adenauer-Stiftung e. V, Berlin, *Analysen & Argumente*, 381. Online verfügbar unter <https://www.kas.de/de/analysen-und-argumente/detail/-/content/ki-in-kmu>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Weber, U., Grosser, H. (2019) Digitale Zwillinge. Wegbereiter für Ökosysteme für morgen. In: Detecon Consulting (Hrsg.). Online verfügbar unter https://www.detecon.com/drupal/sites/default/files/2019-10/ST_Digitaler_Zwilling_final_online_091019_0.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

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., und Liedtke, C. (2021): Transformation zur Nachhaltigkeit – Warum wir eine Literacy für nachhaltigen Konsum brauchen (Zukunftsimpuls Nr. 16). Wuppertal Institut. Online verfügbar unter: https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/7636/file/ZI16_Transformation.pdf, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG) (2022a): KI4NK. Online verfügbar unter: <https://www.z-u-g.org/aufgaben/ki-leuchttuerme/projektuebersicht/ki4nk/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Zukunft-Umwelt-Gesellschaft (ZUG) (2022b): KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen. Online verfügbar unter: <https://www.z-u-g.org/aufgaben/ki-leuchttuerme/>, letzter Zugriff am 13.06.2022.

Über die Autor*innen, CO:DINA und Impressum

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 Innovationsmanagement, Living Labs 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 im Rahmen eines Werkvertrages für das Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie im Forschungsbereich "Innovationslabore" in der Abteilung "Nachhaltiges Produzieren und Konsumieren" tätig.

Dank

Wir bedanken uns herzlich bei den Expert*innen, die im Rahmen des Roadmapping ihre Zeit und ihre Expertise eingebracht haben.

Bitte den Forschungsbericht folgendermaßen zitieren:

Geibler, J.v.; Gnanko, T. (2022): Nachhaltige Konsumententscheidungen durch Künstliche Intelligenz und den Digitalen Produktpass: Forschungsbericht zum Roadmapping der Forschungslinie "Transparente Wertschöpfungsketten" im CO:DINA Projekt. Wuppertal Institut, Wuppertal. Online verfügbar unter: <https://codina-transformation.de>

Über 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, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) 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:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Impressum



IZT – Institut für Zukunftsstudien und
Technologiebewertung gemeinnützige GmbH
Schopenhauerstr. 26, 14129 Berlin
Tel.: +49 (0) 30 803088-0
Fax: +49 (0) 30 803088-88
E-Mail: info@izt.de
Internet: www.izt.de



Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie
GmbH
Döppersberg 19, 42103 Wuppertal
Tel.: +49 (0) 202-2492-101
Fax: +49 (0) 202-2492-108
E-Mail: info@wupperinst.org
Internet: www.wupperinst.org



Weitere Veröffentlichungen unter:
www.codina-transformation.de