

Öffentliche Anhörung „Digitalisierung und Nachhaltigkeit“ am Montag, 28. November 2022, 14:00 – 16:00 Uhr, Sitzungssaal PRT 3 S 001 Reichstag

Schriftliche Stellungnahme von Prof. Dr. Tilman Santarius
Einstein Centre Digital Future/ TU Berlin,
www.tu.berlin/transformation, www.santarius.de

Rechenzentren (Fragen 1, 2)

In Deutschland nimmt die Zahl an Rechenzentren rapide zu. Teils sind Rechenzentren heute schon nicht optimal ausgelastet. Ein Überangebot an Kapazitäten verringert die Energieeffizienz im Betrieb und verbraucht unnötig Ressourcen. Auf Rechenzentren entfallen derzeit mind. 3% des nationalen Stromverbrauchs. Bei Rechenzentren lagen die durchschnittlichen globalen Verbesserungen der Energieeffizienz in den vergangenen Jahren zwischen 10 % und 15 %; beim Betrieb der Kommunikationsnetze sogar im Durchschnitt bei 20% bis 25% (Digitalization for Sustainability (D4S), 2022). Doch die starken Zunahmen des Internetverkehrs und die Etablierung neuer datenintensiver mobiler Dienste wirken den Effizienzgewinnen massiv entgegen (siehe auch Cisco, 2020). Darüber hinaus gibt es einen Trend zu größeren Rechenzentren mit zunehmender Kapazität, die in Multi-Tenant-Cloud-Infrastrukturen bereitgestellt werden. Obwohl auch in Zukunft weitere Effizienzsteigerungen erwartet werden, gehen Szenarien von einem deutlich steigenden Stromverbrauch aus – in Deutschland (von ca. 14 Mrd. TWh in 2018 auf ca. 18 Mrd. TWh in 2025) wie auch in der gesamten Europäischen Union (von 76,8 TWh im Jahr 2018 auf ca. 98,52 TWh bis 2030) (Deutscher Bundestag, 2021; siehe auch Masanet et al., 2020).

Zwar wird mit der EU-Energieeffizienzrichtlinie derzeit ein EU-weit harmonisiertes System zur Berichterstattung von Rechenzentren entwickelt. Im Sinne einer klima- und energiepolitisch dringend erforderlichen Vorreiterschaft ist es jedoch wünschenswert und sinnvoll, dass die Bundesregierung a) weitergehende Berichtspflichten über relevante Daten zur Messung des Energieverbrauchs und der Emissionen von Rechenzentren einführt sowie perspektivisch b) verbindliche Reduktionsziele festlegt. Die im „Sofortprogramm mit Klimaschutzmaßnahmen für den Gebäudesektor“ der Bundesregierung geforderte *power usage effectiveness* (PUE) von 1,3 stellt einen guten Einstieg, langfristig aber kein hinreichendes Ziel dar. Für den IKT-Sektor als einem schnell wachsenden Nachfragebereich ist es von besonderer Bedeutung, perspektivisch Standards für absolute Verbrauchsminderungen einzuführen, damit alle Wirtschaftssektoren ihren Beitrag zur Null-Emissionsgesellschaft und einem ambitionierten Ressourcenschutz leisten.

Dass im Koalitionsvertrag formulierte Ziel der Bundesregierung, für neue Rechenzentren ab 2027 Klimaneutralität zu fordern, ist machbar, könnte angesichts der klimapolitischen Herausforderungen aber ambitionierter sein. Neu zu bauende Rechenzentren könnten bereits früher dieses Ziel erreichen. Und auch für bestehende Rechenzentren sollten rasch Maßnahmen eingeführt werden (darunter das geplante Energieeffizienzgesetz), damit Klimaneutralität perspektivisch für alle Standorte realisiert werden kann.

Ein Rechenzentrum kann erst dann als tatsächlich klimaneutral bezeichnet werden, wenn es dieses Ziel ohne Kompensationsmechanismen (z.B. Einkauf von Emissionszertifikaten) realisiert. Folgende Maßnahmen können zur Erreichung beitragen: 1) Rechenzentren sollten ihren Energiebedarf vollständig aus Erneuerbaren Energien decken müssen (*renewable energy factor*, REF = 100%). Dies kann entweder durch Selbstbau entsprechender z.B. Wind- oder Solaranlagen erzielt werden (hier würde es sich bspw. anbieten, die diskutierte Solardach-Pflicht auf Rechenzentren ausdehnen); oder es kann durch den Einkauf von erneuerbarem Strom im Rahmen von *power purchase agreements* (PPA) erreicht werden. 2) Rechenzentren sollten verpflichtet werden, einen steigenden Anteil ihrer Abwärme zu nutzen (*energy reuse factor*, ERF). Die im „Sofortprogramm mit Klimaschutzmaßnahmen für den Gebäudesektor“ der Bundesregierung geforderte Nutzung von mindestens 30% der Abwärme kann ambitionierter ausfallen, da einige bestehende Rechenzentren bereits über 50% der Abwärme nutzen. Eine effektivere Nutzung von Abwärme kann entweder durch eine direkte Kooperation mit Gewerbe vor Ort erzielt werden oder durch Anschluss an ein Wärmenetz. Um der Herausforderung zu begegnen, dass Rechenzentren mitunter nicht direkt an ein Wärmenetz angeschlossen werden können, sollte ein Rahmen geschaffen werden, wie Rechenzentrumsbetreiber, Wärmenetzbetreiber und Kommunen, die die Wärmeleitplanung vornehmen, ein gemeinsames Konzept entwickeln können. Ferner sollten 3) die Notstrom-Aggregate sowie 4) die eingesetzten Kühlmittel in Rechenzentren treibhausgasneutral werden. Es sollte beachtet werden, dass auch weitere Kriterien für Rohstoff- und Wasserverbräuche von Rechenzentren (Bsp. WUE, *water usage effectiveness*, WUE; *material recycling rule*, MRR) umweltpolitisch von großer Bedeutung sind.

Dynamische Stromtarife (Frage 4)

Hier könnten die Netzentgelte, die einen signifikanten Teil des Strompreises für Endkunden ausmachen, dynamisch und nach Maßgabe des Angebots von Strom aus Erneuerbaren Energieträgern (EE) im Netz angepasst werden (hohe Entgelte bei wenig verfügbaren EE-Strom und vice versa). Allerdings können gewerbliche Nutzer, z.B. Rechenzentrumsbetreiber, sich besser auf flexible Strompreise einstellen und haben im Fall hoher Energieintensität auch höhere Anreize, dies zu tun; für viele Endkund*innen (Haushalte) stellen dynamische Stromtarife ggf. nur einen moderaten Anreiz dar, das Verhalten zu ändern.

Smart Metering alleine schafft für die meisten Haushalte noch nicht die erforderliche Flexibilität, um auf dynamische Tarife angemessen reagieren zu können. Haushalte mit eigener PV-Anlage, eigener Batterie, mit Elektroauto oder mit einer teilweisen Automatisierung des Managements von Haushaltsgeräten (Smart Home) haben bessere Voraussetzungen, auf dynamische Stromtarife zu reagieren; dies trifft aber auf kleinere Haushalte, insbesondere auf Mieter*innen, oft nicht zu. Für Mieter*innen sollten eine Bezahlung der Ausstattung mit Smart Meters und ggf. auch der automatisierten Steuerung (Smarthome) von der Bundesregierung übernommen werden, um sozialer Diskriminierung entgegen zu wirken.

Kreislaufwirtschaft (Frage 5)

Einige digitale Anwendungen bieten wichtige Beiträge, um dem Ziel einer gesamtwirtschaftlichen Kreislaufwirtschaft näher zu kommen. Bspw. kann ein entsprechend ausgestalteter digitaler Produktpass, der derzeit auf EU-Ebene diskutiert wird, dazu beitragen, relevante Informationen zu Ressourcen, Komponenten, Konstruktion und Produktionsstandards entlang der Lieferkette zu veröffentlichen und somit die Informationen bereitzustellen, die für die Umsetzung einer Kreislaufwirtschaft erforderlich sind. Ferner können alternative Plattformen (bspw. Kleiderkreisel) dazu beitragen, neue Konsumkulturen zu etablieren die eine lange Nutzungsdauer von Gütern anstreben. In technischer Hinsicht können digitale Technologien die Messung, Automatisierung und Optimierung von Produktions-, Verbrauchs- und Abfallsystemen verbessern. Da der Zirkularität jedoch physikalische Grenzen gesetzt sind, wird die Wirtschaft nur dann innerhalb der planetaren Grenzen bleiben, wenn das Prinzip der Zirkularität mit dem Prinzip der Digitalen Suffizienz kombiniert wird (Santarius et al., 2022).

Eine bisher ungelöste Herausforderung besteht darin, auch die Produktion hoch komplexer digitaler Geräte zirkulär zu gestalten. Hier sollten verstärkt Anreize gesetzt werden, nicht-erneuerbare Ressourcen länger zu nutzen und Forschung zur Substitution kritischer Rohstoffe zu fördern. Ferner kann eine Reduzierung der Materialkomplexität in der Hardware durch Design-Kriterien für die Herstellung von Geräten erzielt werden, um Reparaturfähigkeit, Langlebigkeit und Recyclingfähigkeit zu gewährleisten; dies sollte Kriterien für möglichst modulare Bauweisen, Verwendung standardisierter Komponenten, und eine verpflichtende Veröffentlichung von Bauplänen und Software-Codes (Open-Source Hard- und -Software) beinhalten (Digitalization for Sustainability (D4S), 2022).

Datennutzung und Künstliche Intelligenz (Fragen 6, 12)

In der EU werden derzeit verschiedene Legislativen zur Governance Künstlicher Intelligenz (KI) (z.B. der AI Act) entwickelt. Überlegungen zu den Umweltauswirkungen von KI stecken jedoch noch in den Kinderschuhen, und die aktuellen EU Gesetzesvorhaben enthalten noch keinerlei umweltpolitische Bezüge. An der Schnittstelle von KI und ökologischer Nachhaltigkeit stellen sich zwei zentrale Fragen: Wie kann KI so eingesetzt werden, dass sie einen positiven Beitrag zu nachhaltiger Entwicklung und Klimaschutz leistet? („KI für Nachhaltigkeit“) Und wie können direkte negative soziale und ökologische Auswirkungen des Betriebs von KI-basierten Systemen minimiert werden? („Nachhaltige KI“).

Als Grundlagentechnologie können Anwendungen des maschinellen Lernens oder des *deep learning* in vielen nachhaltigkeits-relevanten Handlungsfeldern eingesetzt werden („KI für Nachhaltigkeit“). Beispiele sind: Zur verbesserten Koordination von Smart Grids, einem effizienten Management von Verkehrsflüssen, zur präzisen Erdbeobachtung, für Abfall- und Ressourcenmanagement in einer Kreislaufwirtschaft, oder um Verbraucher*innen bei der Suche nach nachhaltigen Produkten zu unterstützen (Rolnick et al., 2022). Etliche Projekte der KI-Leuchttürme des BMUV bieten weitere mögliche Anwendungsbeispiele (siehe <https://www.z-u-g.org/aufgaben/ki-leuchttuerme/>). Allerdings dient derzeit nur ein sehr kleiner Teil der globalen KI-Forschung und -Entwicklung tatsächlich sozial-ökologischen Zielen. Ein erheblicher Teil zielt u.a. darauf ab, durch die Optimierung von Werbung, Marketing und Plattform-Interaktionen den Konsum zu steigern. Während solche nicht-

nachhaltigen KI-Anwendungen vermutlich nur schwer politisch zu regulieren sein werden, sollten jedenfalls öffentliche Forschungsmittel für KI-Entwicklungen – auch in Bereichen wie etwa der medizinischen Forschung – klar (auch) an Nachhaltigkeitskriterien gebunden werden.

Um sicherzustellen, dass KI-Modelle selber möglichst wenig Energie und Ressourcen beanspruchen („nachhaltige KI“) und ökologisch einen Netto-Nutzen generieren, sollte der Energiebedarf für Modellentwicklung, Modelltuning, Modelltraining und Modellnutzung gemessen und berichtet werden. Entsprechende Politiken können KI-Entwickler*innen zunächst unterstützen und später verpflichten, über den Energiebedarf und die CO₂-Emissionen von verwendeten Modellen zu berichten. Softwaretools, Metriken zur Berichterstattung über die Modellgenauigkeit und Benchmarks zur Messung der Energie- und Kohlenstoffintensität von KI sind bereits verfügbar (Anthony et al., 2020; Kaack et al., 2022).

Für die Entwicklung von KI ist der Zugang zu und die Verfügbarkeit von großen Datensätzen (*Big Data*) unabdingbar. Auch die politische Governance von Daten sollte daher Nachhaltigkeitskriterien erfüllen und Nachhaltigkeitszielen dienen; in den bisherigen Legislativen in der EU, z.B. dem Data Act und dem Data Governance Act, fehlen umweltpolitische Ziele jedoch noch gänzlich. Eine nachhaltigkeitsorientierte Daten Governance sollte eine dreifache Strategie verfolgen: Erstens die Nutzung von Daten für Zwecke einschränken und regulieren, die soziale und ökologische Risiken verschärfen. Beispielsweise zählen hierzu diverse Geschäftspraktiken, die auch als „Überwachungskapitalismus“ bezeichnet werden (Zuboff, 2018). Zweitens sollten Datenmonopole möglichst verhindert werden, etwa die asymmetrische Akkumulation von Daten bei großen Plattformbetreibern. Hierfür müssen Datenasymmetrien und sektorübergreifende Marktmacht zu einem Kriterium von Wettbewerbsverzerrungen im Kartell- und Monopolrecht werden. Drittens kann eine nachhaltigkeitsorientierte Daten Governance die Erfassung, Verfügbarkeit, Analyse und Nutzung von Daten für Nachhaltigkeits-Zwecke verbessern. Dies umfasst eine Vielzahl von Ansätzen, darunter die Einrichtung neuer öffentlicher oder zivilgesellschaftlicher Institutionen, Anreize für Selbstregulierung und Datenmanagement durch Unternehmen sowie die Etablierung von Ethikräten und Verhaltenskodizes für einen verantwortlichen und nachhaltigkeits-orientierten Umgang mit Daten.

Rechtliche Rahmenbedingungen (Frage 7)

Digitalisierung findet in allen Sektoren statt. Daher ist es wichtig, rechtliche Anpassungen nicht nur auf digitale Geräte im engeren Sinne und den IKT-Sektor zu fassen, sondern rechtliche Rahmenbedingungen sollten in allen Sektoren dafür sorgen, digitale Technologien für Nachhaltigkeit auszurichten. Entsprechend sollten sektorale (Nachhaltigkeits-)Politiken jeweils die Chancen und Risiken digitaler Technologien adressieren (siehe auch unten zu Fragen 11 und 13) .

Auch übergeordnete Maßnahmen wie die CO₂-Bepreisung tragen zu einer ökologischeren Digitalisierung bei, da sie insgesamt Anreize zur Verwendung erneuerbarer Energien und zum

Stromsparen setzen und hierdurch wiederum auch Anreize zu energieeffizienten Servern etc. setzen.

Grenzausgleichsmechanismen sind sinnvoll, sobald in der EU tatsächlich eine ambitionierte CO₂-Bepreisung erfolgt; bei dem gegenwärtigen Niveau bleiben die Risiken eines Leakage bzw. der Abwanderung auf wenige Einzelfälle beschränkt. Durch Grenzausgleichsmechanismen könnte beispielsweise die Produktion von Hardware aber auch der Betrieb von Servern an ökologisch sinnvollen Standorten begünstigt werden.

Ein großes Defizit besteht darin, dass bisher kaum ökologisch gelabelte IKT-Produkte auf dem Markt existieren (abgesehen von Nischenprodukten wie dem Fairphone, dem Shiftphone oder der Nager IT-Maus). Dies könnte durch staatliche Vorgaben im Vergaberecht befördert werden.

Schließlich könnte diskutiert werden, IKT als eigenen Wirtschafts-Sektor zu definieren und äquivalent zu anderen Sektoren (z.B. Mobilität, Landwirtschaft etc.) mit eigenen Klima-Zielen auszustatten.

Methodischen Ansätze (Frage 8)

Grundsätzlich bieten Lebenszyklusanalysen eine gute Grundlage, um belastbare Daten über den Energie- und Ressourcenverbrauch von digitalen Geräten und Infrastrukturen zu erzielen (Pohl et al., 2019). Diese werden aber meist an einzelnen Fallstudien erstellt und sind teils nicht auf eine große Produktpalette skalierbar. Für Software-Programmierung und insbesondere für die Entwicklung von Systemen des maschinellen Lernens gibt es bereits eine Vielzahl von Instrumenten, die Programmierer*innen anwenden können, um Effizienz, Energieverbräuche, Rechenzeit, CPU-Intensität und viele anderen Metriken zu überprüfen (siehe ausführlich Kaack et al., 2022). Ebenfalls gibt es verschiedene python scripts, etwa den experiment-impact-tracker, CodeCarbon u.a., die verschiedene Indikatoren kombiniert messen und übersichtlich darstellen. Von politischer Seite könnten hier eine vereinheitlichte Standardsetzung unterstützt, Labels entwickelt und perspektivisch reguliert werden, dass diese Tools bei Softwareentwicklung verpflichtend eingesetzt werden.

BMBF-Aktionsplan „Natürlich.Digital.Nachhaltig“ (Frage 9)

Der BMBF-Aktionsplan stellt eine gute Grundlage dar, um forschungspolitische Schwerpunkte der Bundesregierung zu setzen und insgesamt Digitalisierungs-Forschung stärker an Zielen und Kriterien der Nachhaltigkeit auszurichten. Einige der aufgeführten Einzelmaßnahmen bzw. Forschungs- und Förderprogramme lassen neue Impulse sowohl für eine ökologisch nachhaltigere IT als auch für Beiträge digitaler Technologien für nachhaltiges Produzieren und Konsumieren erwarten.

Allerdings stellt der Aktionsplan weder eine kohärente noch eine umfassende forschungspolitische Strategie zu Digitalisierung und Nachhaltigkeit dar. Nicht zuletzt weil der Aktionsplan sich an den 17 Sustainable Development Goals (SDG) orientiert, ist er thematisch sehr breit. Etliche Maßnahmen dienen nur einzelnen SDG. Dadurch besteht die Gefahr, dass

einzelne Vorhaben sich sogar kontraproduktiv auf die Zielerreichung anderer SDG auswirken. Um nur ein Beispiel zu geben: die Implikationen der Förderung von Hochleistungsrechnern für deren direkte Energieverbräuche sowie für künftige, neue datenintensive Anwendungen (indirekte Energieverbräuche) lassen sich derzeit kaum abschätzen. Weil Umweltschutz ein Querschnittsthema ist und sich bspw. die ambitionierten Klimaziele nur erreichen lassen, wenn alle Anwendungen sensibel mit Energie und Emissionen umgehen, sollten grundsätzlich alle mit öffentlichen Mitteln geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekte (bspw. auch solche in der Gesundheitsforschung) einen Umwelt-/Klima-Check erfüllen und bei Zuwendung klima-/umweltpolitische Kriterien berücksichtigen müssen.

Rolle digitaler Technologien für nachhaltige Wirtschaften (Frage 11, 13)

Die Digitalisierung umfasst eine große Zahl verschiedener Technologien, deren Rolle im Einzelnen hier aus Platzgründen nicht differenziert dargestellt werden kann. Selektiv und zielgerichtet eingesetzt, können spezifische digitale Technologien eine Nachhaltigkeits-Transformation verschiedener Sektoren und Handlungsfelder unterstützen. Diese umfassen sowohl die Produktions- als auch die Konsumseite:

- In der **Landwirtschaft** können digitale Technologien wie Vernetzungsplattformen für agrarbiologische Anbaumethoden oder Ernte-Roboter einen Wandel zugunsten lokal angepasster und ökologischer Anbaumethoden unterstützen. Die dominanten technologischen Innovationen dienen derzeit jedoch der Optimierung umweltschädlicher Großlandwirtschaft in Monokulturen (Hilbeck et al., 2022)
- Im Bereich der **Mobilität** kann insbesondere die Entwicklung und Unterstützung von Plattformen zur multi-modalen Vernetzung und vereinfachten Nutzung diverser Verkehrsträger die Abhängigkeit vom PkW-Verkehr verringern und eine emissionsärmere Mobilität ermöglichen (Creutzig et al., 2019; Digitalization for Sustainability (D4S), 2022). Die enormen finanziellen Mittel, die indessen in Assistenzsysteme und das autonome Fahren inklusive des Ausbaus erforderlicher Infrastrukturen (wie 5G) laufen einer nachhaltigen Mobilitätswende zuwider
- In der **Industrie** können digitale Technologien Geschäftsmodellen der Kreislaufwirtschaft zum Durchbruch verhelfen und die Ressourceneffizienz der Produktion erhöhen (Staab et al., 2022)
- Im **Gebäudesektor** kann die Förderung einer neuen Datenkultur die Nachfrage nach Neubauten verringern, den Energieverbrauch beim Betrieb von Gebäuden senken und eine Kreislaufwirtschaft bei der Planung und Renovierung erleichtern (Digitalization for Sustainability (D4S), 2022)
- Bezüglich des allgemeinen **Konsums** können Plattformen für ein peer-to-peer-Sharing (bsp. von Werkzeugen, Kleidung, Verkehrsmitteln) die Notwendigkeit für den Neukauf von Gütern verringern und den Umstieg auf umweltfreundlichere Produkte und Dienstleistungen fördern (siehe im Folgenden ausführlich zum Konsum).

Bewertung einzelner Good-Practice-Politiken (Frage 17)

- a) Reparierbarkeitslabel

Das in Frankreich eingeführte Reparierbarkeitslabel stellt sich laut Studien und Umfragen unter Verbraucher*innen als sehr hilfreich dar. Die Ressourcen für eine valide Überprüfung und Einstufung der Reparierbarkeit von Geräten sollten nicht unterschätzt werden; hier ließen sich mit mehr Kapazitäten Verbesserungen erzielen.

b) Reparatur-Bonus

Auch der Reparaturbonus in Thüringen wird stark nachgefragt; es hatten bereits wenige Monate nach dessen Einführung tausende Bürger*innen den Fördertopf beansprucht.

c) Absenkung Mehrwertsteuer

Die mögliche Rückerstattung von Reparaturleistungen von der Einkommenssteuer wird in Schweden stark beansprucht. Auch die Absenkung der MWSt. für Reparaturdienstleistungen ist eine sinnvolle Maßnahme. Beides hat aber vermutlich nur einen moderaten Effekt auf die Nachfrage nach Reparaturleistungen. Fragen der Zugänglichkeit, des Reparatur-Angebots (Verfügbarkeit von Dienstleistern), die Kosten für Reparaturen u.a. waren Hemmnisse, die angegangen werden müssen, um Hürden für Verbraucher*innen abzubauen.

d) Sozial-ökologische Steuerreform

Auch wenn in der gegenwärtigen Energiepreiskrise preissteigernde Maßnahmen wenig populär sind, muss es langfristig weiterhin darum gehen, bestehende externe Kosten zu internalisieren; nur dann haben Unternehmen ausreichend Anreize, die Digitalisierung ökologisch zu gestalten. Hierfür könnte beispielsweise die Weiterentwicklung der ökologischen Steuerreform zu einer *digital-ökologischen Steuerreform* dienlich sein (Lange & Santarius, 2018). Zum einen sollten Strompreise moderat steigend besteuert werden, um Anreize für die Herstellung energiesparender Endgeräte und Dienstleistungen und effizienter Rechenzentren zu setzen. Zum anderen könnte die Weiterentwicklung des Konzepts der ökologischen Steuerreform darin bestehen, die Steuerbasis nicht nur auf Energie zu beschränken, sondern auch Datenströme und/oder die Gewinne aus der digitalen Automatisierung miteinzubeziehen; etwa durch eine "Robotersteuer" oder eine stärkere Gewinnbesteuerung digitaler Unternehmen.

e) Rechtliche Ansprüche auf Reparierbarkeit

Die Einführung eines „right to repair“ sollte sowohl im Sinne des Verbraucherschutzes (Konsumentensouveränität) als auch der Nachhaltigkeit unbedingt unterstützt werden und wird derzeit auf EU-Ebene geprüft.

f) Förderung dezentraler, gemeinwohlorientierter Infrastrukturen

Der Beitrag von Repair-Cafés und offenen Werkstätten zur Steigerung von Verbraucherkompetenzen und einem verbesserten Zugang zu Reparaturoptionen ist wissenschaftlich dokumentiert (siehe z.B. Simons et al., 2016). Diese Einrichtungen sollten öffentlich (z.B. kommunal) gefördert werden.

Bedeutung von Online-Werbung und Nutzer-Tracking (Frage 18)

Im Jahr 2021 wurden geschätzt 455,30 Milliarden Dollar für Werbung in digitalen Medien ausgegeben, was 61 % der gesamten Medienwerbeausgaben entspricht (Insider Intelligence,

2021). Dies führt zu einer Allgegenwart kommerzieller Botschaften auf digitalen Medien, insbesondere auf Such-Seiten, Social Media und E-Commerce-Plattformen, und einer entsprechend hohen täglichen Exposition gegenüber Werbung von Internetnutzer*innen. Ferner hat sich nicht nur die Quantität, sondern auch die Qualität der Werbung verändert: Es bestehen laufende Bemühungen, die Effektivität von Online-Werbung zu steigern; darunter Suchmaschinenoptimierung (SEO), Personalisierung von Werbung sowie der Einsatz systematischer Big Data Analysen und KI-Anwendungen, u.a. zum Tracking von Nutzerverhalten in Smartphone Apps und auf Webseiten.

Einer Analyse der Organisation CE Delft für das Europäische Parlament zufolge betragen allein die durch Werbung und Tracking auf Smartphones in der Europäischen Union verursachten Treibhausgasemissionen zwischen 5 und 14 Megatonnen CO₂-Äquivalente pro Jahr, was in den Emissionen von 500.000 bis 2 Millionen EU-Bürger*innen entspricht (Uijtewaal et al., 2021). Darüber hinaus erhöht Werbung im digitalen Raum und die personalisierte Ansprache das in Deutschland und der EU ohnehin bereits nicht-nachhaltig hohe Konsumniveau (Frick et al., 2021). Ferner zeigen Studien, dass personalisierte Werbung impulsives Kaufverhalten fördert (Zafar et al., 2021) und dass Influencer-Kampagnen Kaufabsichten stimulieren können (Jiménez-Castillo & Sánchez-Fernández, 2019).

Politische Regulierung könnte erstens bei der Zweckbindung der Datennutzung von Apps für deren Funktionalität ansetzen; hier müssten die Grundsätze des Kopplungsverbots und der Datensparsamkeit aus der Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) wesentlich konsequenter umgesetzt und im Vollzug tatsächlich nachgehalten werden. Zum Schutz von Persönlichkeitsrechten und Verbraucher*innenrechten wäre es sinnvoll, der Erhebung, Auswertung und Analyse von persönlichen Daten verbindliche Grenzen zu setzen – und zwar über jene Standards der DSGVO hinaus, die durch Einwilligungen in die Allgemeinen Geschäftsbedingungen von Plattformen und digitalen Diensten derzeit praktisch flächendeckend ausgehebelt werden.

Zweitens sollte das Wettbewerbsrecht effektiver werden, um subtile Manipulationen durch die Gestaltung der Benutzerführung und durch Empfehlungsalgorithmen zu verhindern. Erforderlich ist vor allem eine Beweislastumkehr zulasten marktmächtiger Digitalunternehmen: Diese müssen beweisen, dass die Benutzerführung und die Empfehlungssysteme nicht manipulativ sind zugunsten der eigenen Interessen der Plattform, sondern an den Interessen der Verbraucher*innen orientiert (Gossen et al., 2022).

Drittens sollten Standards für verbraucherfreundliche Benutzerführung und Empfehlungsalgorithmen entwickelt werden. Diese Standards können ähnlich wie die der Stand-der-Technik-Regeln des Umweltrechts flexibel entsprechend den technischen Möglichkeiten fortgeschrieben und öffentlich kontrolliert werden.

Schließlich können digitale Geschäftsmodelle gefördert und z.B. in der öffentlichen Beschaffung präferentiell behandelt werden, die sich nicht aus Werbeeinnahmen und der Drittnutzung von Daten finanzieren.

Zitierte Literatur

- Anthony, L. F. W., Kanding, B., & Selvan, R. (2020). *Carbontracker: Tracking and Predicting the Carbon Footprint of Training Deep Learning Models*.
- Cisco. (2020). *Cisco Annual Internet Report (2018–2023)* (S. 35) [Cisco White Paper]. Cisco Public.
- Creutzig, F., Franzen, M., Moeckel, R., Heinrichs, D., Nagel, K., Nieland, S., & Weisz, H. (2019). Leveraging digitalization for sustainability in urban transport. *Global Sustainability*, 2.
- Deutscher Bundestag. (2021). *Energieverbrauch von Rechenzentren Sachstand* [WD 8 - 3000 - 070/21]. Deutscher Bundestag.
- Digitalization for Sustainability (D4S). (2022). *Digital Reset. Redirecting Digitalisation for the Deep Sustainability Transformation*. TU Berlin.
- Frick, V., Gossen, M., Santarius, T., & Geiger, S. (2021). When your shop says #lessismore. A field and laboratory intervention on online communication for clothing sufficiency. *Journal of Environmental Psychology*.
- Gossen, M., Frick, V., Lell, O., & Scholl, G. (2022). *Politik für nachhaltigen Konsum in der digitalen Welt* (S. 31). Umweltbundesamt.
- Hilbeck, A., McCarrick, H., Tisselli, E., Pohl, J., & Kleine, D. (2022). *Aligning digitalization with agroecological principles to support a transformation agenda*.
- Jiménez-Castillo, D., & Sánchez-Fernández, R. (2019). The role of digital influencers in brand recommendation: Examining their impact on engagement, expected value and purchase intention. *International Journal of Information Management*, 49, 366–376.
- Kaack, L. H., Donti, P. L., Strubell, E., Kamiya, G., Creutzig, F., & Rolnick, D. (2022). Aligning artificial intelligence with climate change mitigation. *Nature Climate Change*, 12, 518–527.
- Lange, S., & Santarius, T. (2018). *Smarte grüne Welt? Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit*. oekom.
- Masanet, E., Shehabi, A., Lei, N., Smith, S., & Koomey, J. (2020). Recalibrating global data center energy-use estimates. *Science*, 367(6481), 984–986.
- Pohl, J., Hilty, L. M., & Finkbeiner, M. (2019). How LCA contributes to the environmental assessment of higher order effects of ICT application: A review of different approaches. *Journal of Cleaner Production*, 219, 698–712.
- Rolnick, D., Donti, P. L., Kaack, L. H., Kochanski, K., Lacoste, A., Sankaran, K., Ross, A. S., Milojevic-Dupont, N., Jaques, N., Waldman-Brown, A., Luccioni, A. S., Maharaj, T., Sherwin, E. D., Mukkavilli, S. K., Kording, K. P., Gomes, C. P., Ng, A. Y., Hassabis, D., Platt, J. C., ... Bengio, Y. (2022). Tackling Climate Change with Machine Learning. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 55(2), 1–96.
- Santarius, T., Bieser, J. C. T., Frick, V., Höjer, M., Gossen, M., Hilty, L. M., Kern, E., Pohl, J., Rohde, F., & Lange, S. (2022). Digital Sufficiency: Conceptual Considerations for ICTs on a Finite Planet. *Annals of Telecommunications*.
- Simons, A., Petschow, U., & Peuckert, J. (2016). *Offene Werkstätten nachhaltig innovativ?* (Nr. 212; Schriftenreihe des IÖW). IÖW.
- Staab, P., Pietrón, D., & Hofmann, F. (2022). *Sustainable Digital Market Design: A Data-Based Approach to the Circular Economy*.
- Uijttewaal, M., Bergsma, G., & Scholten, T. (2021). *Carbon footprint of unwanted data-use by smartphones: An analysis for the EU*. CE Delft.
- Zafar, A. U., Shen, J., Shahzad, M., & Islam, T. (2021). Relation of impulsive urges and sustainable purchase decisions in the personalized environment of social media. *Sustainable Production and Consumption*, 25, 591–603.
- Zuboff, S. (2018). *Das Zeitalter des Überwachungskapitalismus*. Campus Verlag.