

sustain

KI und ihre Folgen für die Nachhaltigkeit



KI anders denken:

Wie wir selber entscheiden,
mit welcher KI wir leben wollen

Fallstudie:

Tracking und
Personalisierung

KI-Ressourcenverbrauch
durch Online-Marketing

Regulierung:

Umweltschäden
reduzieren

Es braucht politische
Lösungen

Standpunkt:

Künstliche Intelligenz,
enormer Durst

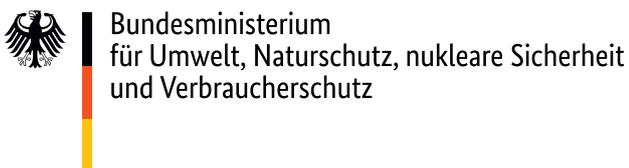
Der Wasserverbrauch von KI
muss kleiner werden



Projektpartner:



Gefördert vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Liebe Leser*innen,

wenn sich in der Abfalltonne Flyer und Werbeprospekte stapeln, ist allen klar, dass dieser Werbemüll die Umwelt belastet. Aber wie wirkt sich eigentlich personalisierte Werbung im Internet auf die Umwelt aus? Bei fast jedem Aufruf einer Webseite werden Hunderte von Cookies mitgeladen, um eine unsichtbare, aber trotzdem extrem energieintensive Werbeinfrastruktur mit personalisierten Daten über Nutzer*innen zu füttern.

KI verschlingt viele Ressourcen und hat oft negative Folgen für unsere Gesellschaft und unsere Umwelt. Um KI nachhaltig und sinnvoll einzusetzen, sind wir alle gefragt: Wir sollten gemeinsam entscheiden, wozu wir KI brauchen – und wozu nicht.

Ob in Zukunft KI-Systeme entwickelt werden, die uns allen dienen, hängt auch von den richtigen politischen Rahmenbedingungen ab. Erste europaweit geltende Verpflichtungen, KI-Produkte nachhaltiger zu gestalten, könnten bald mit der KI-Verordnung der Europäischen Union eingeführt werden. Allerdings scheinen die nationalen Regierungen wenig Interesse daran zu haben, in der Verordnung zu verankern, dass Umweltauswirkungen von KI-Technologien gemessen werden müssen. Sie handeln damit fahrlässig und werden ihrer politischen Verantwortung nicht gerecht. Wir werden erst wissen, wie umweltschädlich diese Technologien sind, wenn umfassende Messwerte dazu vorhanden sind. Das Problem verschwindet nicht einfach, wenn wir es ignorieren. Mit aussagekräftigen Daten würden wir das Problem besser verstehen und mehr Druck auf die politischen Entscheidungsträger*innen ausüben können. Aus diesem Grund brauchen wir mehr davon. Wir sollten also einfach mit dem Messen anfangen.

Dieses Magazin lädt dazu ein, mehr über konkrete Möglichkeiten nachzudenken, wie die Entwicklung und der Einsatz von KI-Technologien besser reguliert werden könnten: über mehr Transparenz bei ihrem Energie- und Wasserverbrauch, über Verbote schädlicher Anwendungen oder über stärkere Anreize, sie effizienter zu machen.

Dr. Anne Mollen
Projektleiterin „SustAIIn“

Self-Assessment-Tool:

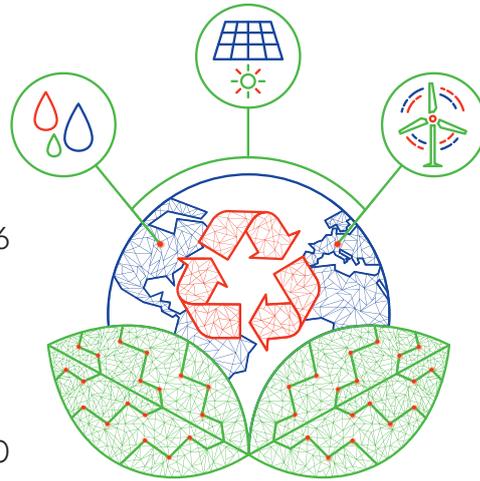
Wie nachhaltig ist meine KI?

Organisationen können ihre KI-Systeme jetzt selbst auf den Prüfstand stellen 6

Glossar:

KI mit Augenmaß

Wir müssen gemeinsam auf Fehlentwicklungen bei der KI-Entwicklung reagieren 10



Projekt-Outputs:

SustAIIn zum Nachlesen und Nachhören

Was dabei herausgekommen ist 13



Fallstudie:

Personalisierung im Online-Marketing: KI auf Abwegen

Wie funktionieren personalisierte Anzeigen? 14

Modellierung:

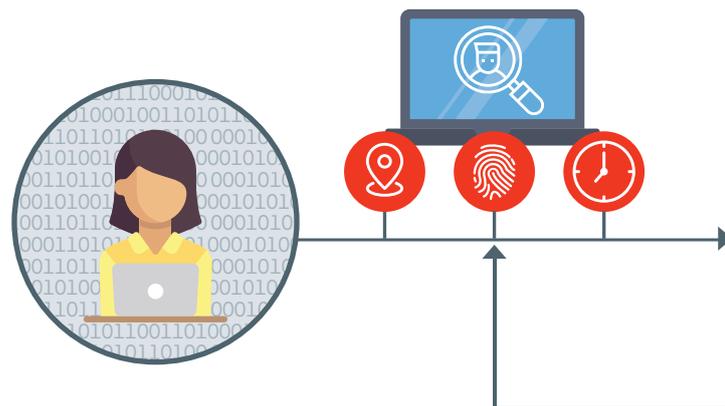
Wie wirkt sich personalisiertes Online-Marketing auf den Energieverbrauch aus?

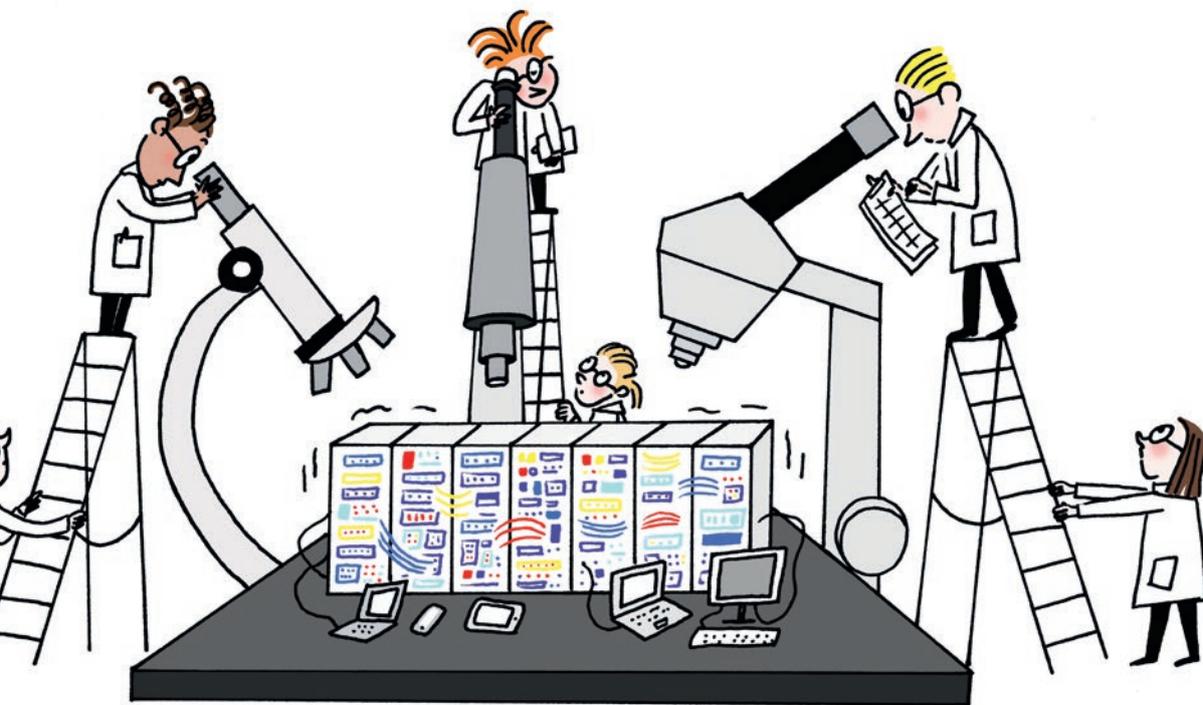
Simulationen liefern Daten über Risiken 19

Befragung:

Künstliche Intelligenz und Marketing: Eine bedenkliche Kombination?

Was Unternehmen und die Zivilgesellschaft darüber denken 21





Policy Brief:

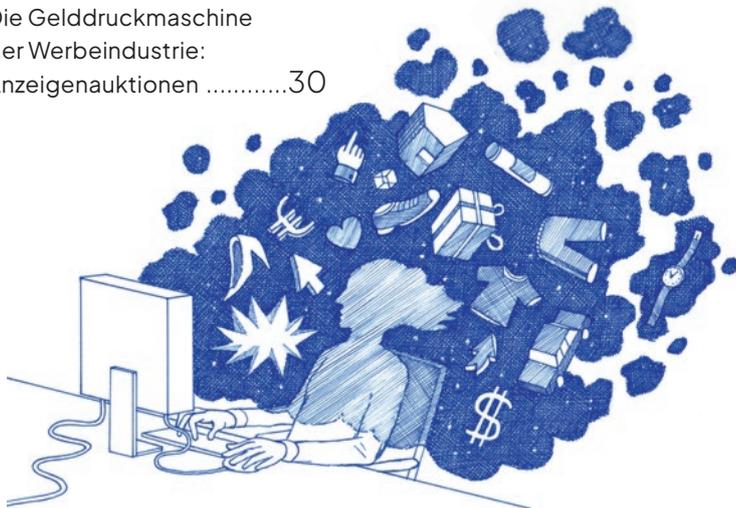
**Fangt einfach an zu messen:
Wie KI sich auf die Umwelt auswirkt**

KI verbraucht immer mehr Ressourcen. Was tun?..... 26

Standpunkt:

**Die Energie fressenden Gebote
unserer Konsumkultur**

Die Gelddruckmaschine
der Werbeindustrie:
Anzeigenauktionen30



Standpunkt:

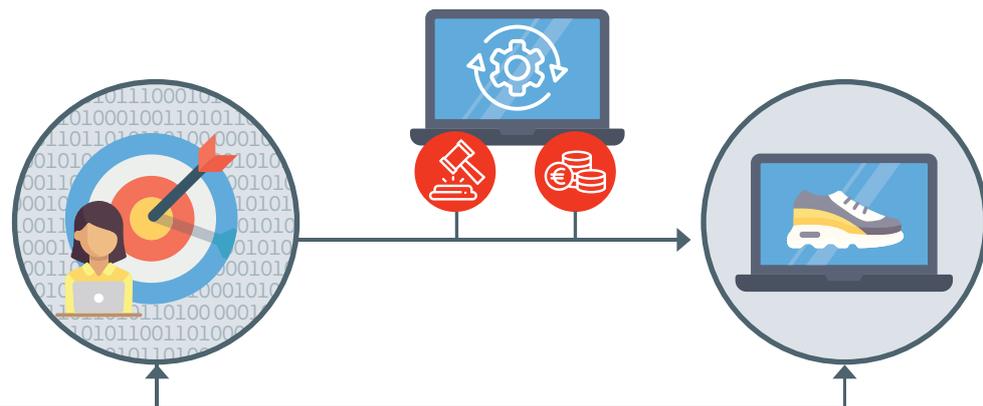
Wasser ist das neue CO2

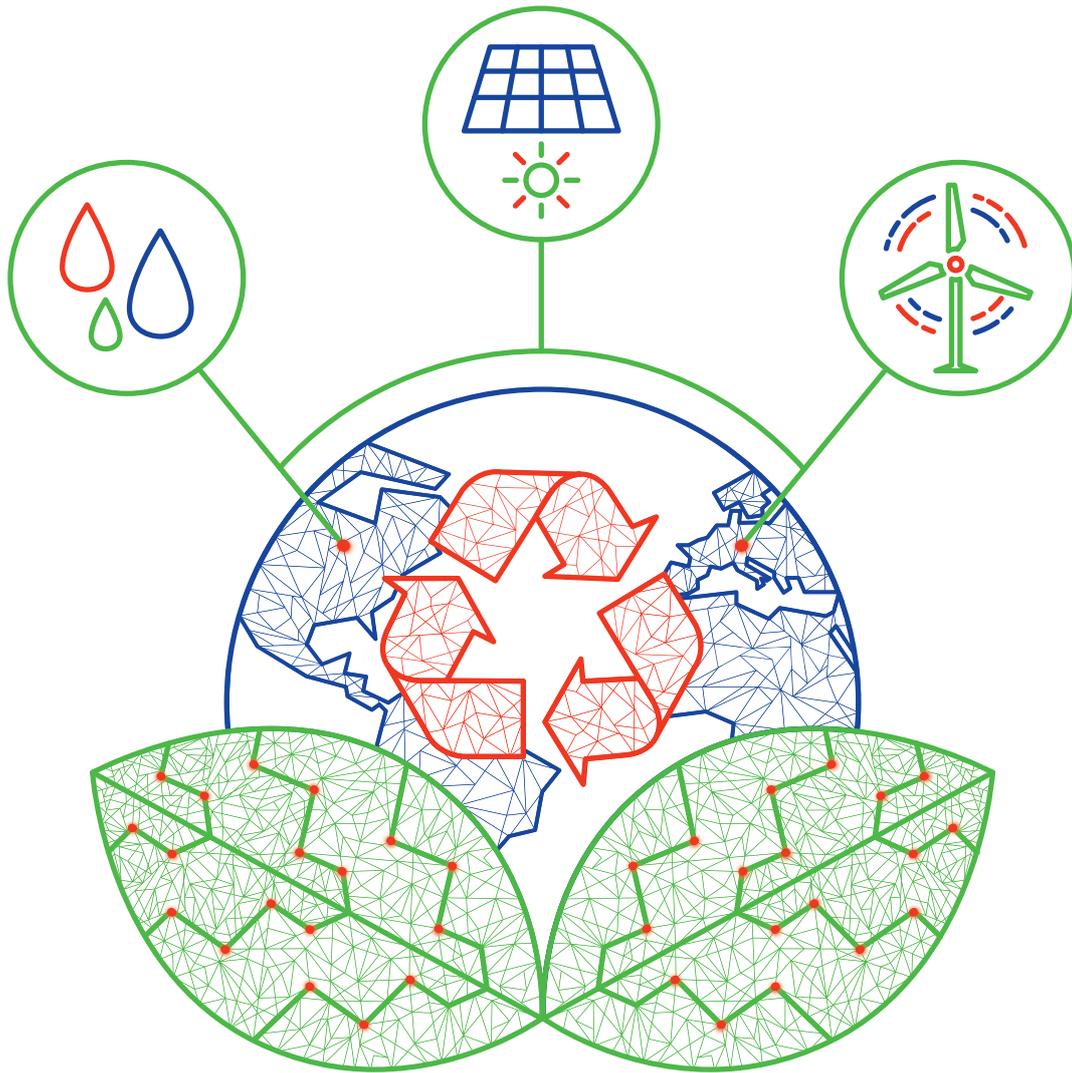
Wir dürfen beim Wasserfußabdruck
von KI-Systemen nicht länger
wegsehen..... 32

Projektabschluss:

**SustAI endet,
die Arbeit an
nachhaltiger KI beginnt**

Wir müssen über die Nach-
haltigkeit von KI reden..... 34





Wie nachhaltig ist meine KI?

Im SustAIIn-Projekt haben wir Pionierarbeit geleistet und umfassende Indikatoren zusammengestellt, mit denen sich die soziale, ökologische und ökonomische Nachhaltigkeit von KI-Systemen bewerten lässt. Mit einem digitalen Self-Assessment-Tool können Organisationen, die selbst KI entwickeln oder sie extern einkaufen, ihre KI-Systeme jetzt auf den Nachhaltigkeitsprüfstand stellen.

Künstliche Intelligenz ist in aller Munde, nicht nur durch die bevorstehende KI-Verordnung der EU. Dadurch stellt sich aber immer dringlicher die Frage, wie nachhaltig die von Unternehmen und Organisationen eingesetzten KI-Systeme sind. Der Ressourcen- und insbesondere der Energieverbrauch von KI kann immens sein. In Zeiten einer Energie- und Klimakrise dürfen wir daher ihre ökologischen Auswirkungen nicht unter den Teppich kehren. Die Systeme lassen auch in sozialer und ökonomischer Hinsicht in puncto Nachhaltigkeit zu wünschen übrig: In der KI-Industrie konzentriert sich die Marktmacht auf wenige Großunternehmen, was zu Zugangsbarrieren für kleinere Unternehmen führt, entlang der KI-Wertschöpfungskette herrschen ausbeuterische Arbeitsbedingungen, mithilfe von KI automatisierte Entscheidungen können zu Diskriminierung oder zu einer kulturellen Dominanz westlicher Werte führen, die KI-Systeme in der ganzen Welt latent propagieren.

In dem Projekt „SustAIIn: Der Nachhaltigkeitsindex für Künstliche Intelligenz“ haben wir erstmalig einen umfassenden Entwurf vorgelegt, mit dem sich die Nachhaltigkeit von KI-Systemen bewerten und verbessern lässt. Damit möchten wir einen Beitrag dazu leisten, dass bei der Entwicklung und beim Einsatz von KI Nachhaltigkeit praktisch umgesetzt wird. Mit unserem Self-Assessment-Tool geben wir Organisationen jetzt einen Fragebogen an die Hand, mit dem sie prüfen können, wie nachhaltig ihre KI-Systeme sind. Unser Ampel-System hilft ihnen dabei, ihre Antworten selbst einzuordnen. Außerdem geben wir Empfehlungen, wie sich die Systeme nachhaltiger gestalten lassen.

Der Kriterienkatalog

Als Grundlage für den Fragebogen des Self-Assessment-Tools dienen die im SustAIIn-Projekt entwickelten Kriterien und Indikatoren. Sie spiegeln den aktuellen Diskussionstand zur sozialen, ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit von KI-Systemen wider. Wir haben 13 übergeordnete Kriterien zur Bewertung der Nachhaltigkeit von KI-Systemen identifiziert. Diese Kriterien sind in über 40 Indikatoren aufgeschlüsselt und so operationalisiert, dass sie praktisch anwendbar sind.

Ein Beispiel

Das soziale Nachhaltigkeitskriterium „Selbstbestimmung und Datenschutz“ umfasst den Indikator „Sicherstellung der informationellen Selbstbestimmung“. Diese Selbstbestimmung lässt sich dadurch umsetzen, dass die von KI-Systemen Betroffenen erfahren, wie ihre personenbezogenen Daten von den Systemen genutzt werden. Ihnen sollte die Kontrolle über die Verwendung dieser Daten eingeräumt werden – beispielsweise über Opt-in- oder Opt-out-Funktionen. In den aktuellen Diskussionen um große Sprachmodelle und Chatbots wie

ChatGPT und die massenhafte Nutzung von geschützten Daten zum Training dieser Systeme ist immer wieder deutlich geworden, wie wichtig solche Ansätze sind, um zu verhindern, dass personenbezogene Daten missbraucht oder Urheberrechte verletzt werden.

Die 13 Nachhaltigkeitskriterien für KI-Systeme



Transparenz und Verantwortungsübernahme



Nicht-Diskriminierung und Fairness



Technische Verlässlichkeit und menschliche Aufsicht



Selbstbestimmung und Datenschutz



Inklusives und partizipatives Design



Kulturelle Sensibilität



Marktvierfalt und Ausschöpfung des Innovationspotenzials



Verteilungswirkung in Zielmärkten



Arbeitsbedingungen und Arbeitsplätze



Energieverbrauch



CO₂- und Treibhausgasemissionen



Nachhaltigkeitspotenziale in der Anwendung



Indirekter Ressourcenverbrauch

Selbstbewertungstool zur Nachhaltigkeit von KI

Der Fragebogen zur Selbstbewertung gibt Ihnen Orientierung, wie nachhaltig Ihre KI-Systeme sind und wo Sie nachbessern können.

Das Bewertungstool ist für Organisationen ausgelegt, die KI selbst entwickeln oder in ihrer Organisation einsetzen. Es basiert auf den im Projekt „SustAln“ entwickelten Kriterien zur sozialen, ökologischen und ökonomischen Nachhaltigkeit von KI. Nach Beantworten des Fragebogens erhalten Sie ein Auswertungsdokument. Ihre Antworten werden nicht bei uns gespeichert.

Das Tool zur Bewertung der Nachhaltigkeit von KI

Schritt 1 von 8

Organisation

Was trifft auf Sie und Ihre Organisation zu? (erforderlich)

- Wir entwickeln intern KI-Systeme für den Einsatz in unserer Organisation
- Wir setzen KI in unserer Organisation ein, die wir extern entwickeln lassen oder einkaufen
- Wir sind eine Organisation, die KI als Dienstleister für Kund*innen entwickelt

Transparenz und Verantwortungsübernahme

Liegt in Ihrer Organisation ein Code of Conduct (wie z. B. ein AI Code of Ethics) vor, in dem grundlegende Werte und Normen beschrieben werden, die bei der Implementierung und Nutzung von KI-Systemen beachtet werden sollen? (erforderlich)

- Ja
- Nein

Gibt es in Ihrer Organisation Ansprechpartner*innen oder Organisationseinheiten, die für ethische Belange in Bezug auf die Entwicklung und den Einsatz von Künstlicher Intelligenz in Ihrer Organisation verantwortlich sind und an die sich Entwickler*innen, Anwender*innen, Endnutzer*innen, Auditor*innen etc. ggf. wenden können? (erforderlich)

- Ja
- Nein

Stellen Sie detaillierte Informationen zu einzelnen, mehreren oder allen KI-Systemen bereit? (erforderlich)

- Nein, zu keinem System
- Ja, zu einzelnen Systemen
- Ja, zu den meisten Systemen
- Ja, zu allen Systemen

Zu welchen Aspekten stellen Sie in Ihrer Organisation in der Regel Informationen bereit?

- Zur Zielsetzung des Systems
- Zum Anwendungsbereich
- Zuden Nutzer*innen
- Zuden verwendeten Daten
- Zur Art des Modells
- Zum Umfang des Modells
- Zur Anzahl und Auswahl der Parameter und Features
- Zuden genutzten Inputs
- Zuden Testverfahren
- Zuden Herstellern
- Zur Risiko-Analyse
- Sonstige Informationen

Werden Komplexität oder Verständlichkeit zur Entscheidungsgrundlage im Entwicklungs- oder Einkaufsprozess, indem z. B. weniger komplexe Systeme bevorzugt werden?

- Ja
- Nein

Welche Methoden zur Erhöhung der Transparenz und Erklärbarkeit werden in der Regel eingesetzt?

- Einsatz von transparenten Machine Learning Modellen (z. B. Lineare/Logistische Regression, Entscheidungsbäume, Rule-based learning)
- Vereinfachung der Modelle
- Erhebung der Feature Importance
- Visualisierung
- Sonstige Methoden

Speichern und später fortfahren Zurück Weiter

Der Fragebogen

Der Fragebogen des Self-Assessment-Tools ergab sich aus diesem Set an Kriterien, Indikatoren und Operationalisierungen. Nicht alle Fragen darin sind für alle KI entwickelnden oder KI einsetzenden Organisationen relevant. Wenn eine Organisation KI-Systeme herstellt, die keine direkten Entscheidungen über Menschen treffen, sondern zum Beispiel nur in Industrieprozessen eingesetzt werden, erübrigen sich Fragen zu deren Fairness. Insgesamt müssen Organisationen zwischen 48 bis maximal 66 Fragen beantworten, um eine Bewertung der Nachhaltigkeit ihrer KI-Systeme zu erhalten. Sie sollen etwa angeben, ob sie einem Code of Conduct folgen, der grundlegende Werte und Normen bei der Implementierung und Nutzung von KI-Systemen aufführt, oder auch, ob für die von ihnen genutzten Rechenzentren und die Hardware Nachhaltigkeitszertifizierungen vorliegen. Da dem Fragebogen ein weit gefasstes Verständnis von Nachhaltigkeit zugrunde liegt, deckt er sehr unterschiedliche Bereiche ab. Vermutlich müssen die Fragen also von mehreren Ansprechpersonen in der Organisation beantwortet werden.

Die Auswertung

Die Ergebnisse des Self-Assessment-Tools werden den Organisationen als PDF-Download zur Verfügung gestellt. Sie sind nicht für Dritte einsehbar und werden nicht gespeichert. Unsere Grafiken sollen den Organisationen eine Orientierung darüber bieten, in welchen Bereichen es gut um die Nachhaltigkeit ihrer KI-Systeme bestellt ist und wo es Nachbesserungsbedarf gibt. Die Auswertung des Fragebogens erfolgt nach einem Punktesystem. Wir haben uns aufgrund der Komplexität und Vielschichtigkeit des Themas dagegen entschieden, aus den Antworten einen Nachhaltigkeitscore zu ermitteln. Stattdessen geben wir den Organisationen eine granulare, d.h. differenzierte Bewertung an die Hand, die KI-Produkten kein „grünes“ Label verpasst, sondern die Organisationen, die sie entwickeln oder anwenden, für die Nachhaltigkeit ihrer Systeme sensibilisieren soll.

Die Empfehlungen

Unser Online-Tool zur Selbstbewertung gibt Organisationen konkrete Handlungsempfehlungen. Es gibt kein Patentrezept für die Nachhaltigkeit von

KI mit Augenmaß

Wir dürfen KI nicht den technischen Anbietern überlassen, sondern müssen gemeinsam auf Fehlentwicklungen reagieren.

Der Rebound-Effekt

Wenn eine Technik zur Effizienzsteigerung entwickelt wurde, sie aber zu einem steigenden Energieverbrauch führt, wird dieses Phänomen Rebound-Effekt genannt (auch als Jevons-Paradoxon bekannt, was beides im Prinzip dem alltagssprachlichen Bumerangeffekt entspricht). Größere Einsparungen können ins Gegenteil umschlagen, wenn sich unsere Nutzungsmuster ändern. Wenn Konsument*innen beispielsweise denken, dass bestimmte Produkte oder Dienstleistungen besonders effizient sind, kann das dazu führen, dass sie sie mit einem besseren Gewissen nutzen – und deswegen häufiger. Dieser psychologische Effekt setzt etwa bei sparsamen Autos ein, die oft mehr gefahren werden als ineffizientere Vorgängermodelle. Eine ähnliche Wirkung tritt auf, wenn die Nutzung technischer Geräte durch Effizienzsteigerungen attraktiver wird. Unsere Laptop- und Smartphone-Prozessoren sind zum Beispiel effizienter geworden, aber wir benutzen deswegen immer mehr Geräte immer länger und öfter und lasten sie stärker mit aufwendigeren

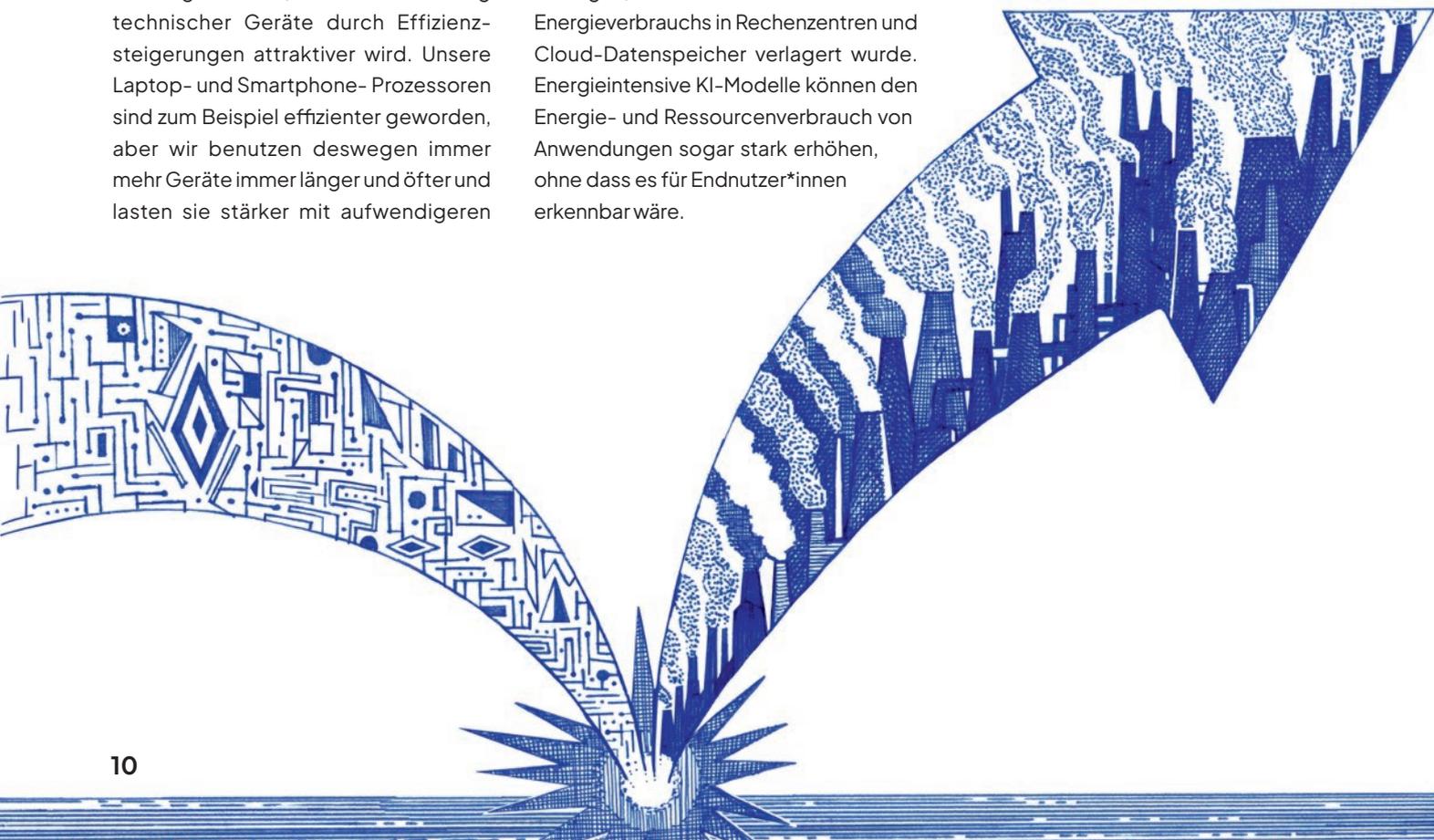
Programmen aus, so dass sie (und wir) insgesamt mehr Energie verbrauchen.

Der Rebound-Effekt betrifft allerdings nicht nur Endverbraucher*innen. Er lässt sich in allen Bereichen beobachten, in denen eine wachsende Nachfrage Effizienzgewinne aushebelt. Wenn zum Beispiel Unternehmen erfolgreich KI einsetzen, um Transportsysteme zu optimieren und die Kosten zu senken, kann das schnell zur Folge haben, dass sie die Effizienzgewinne dazu nutzen, ihr Transportvolumen zu erhöhen.

Manchmal beruhen vermeintliche Energie-Einsparungen durch die Einbindung von KI-Systemen aber bloß auf einem Trugschluss, etwa wenn sich dahinter größere Energiekosten für Server-Infrastrukturen verstecken. Analog dazu kann die längere Akkulaufzeit eines Tablets daran liegen, dass ein beträchtlicher Teil des Energieverbrauchs in Rechenzentren und Cloud-Datenspeicher verlagert wurde. Energieintensive KI-Modelle können den Energie- und Ressourcenverbrauch von Anwendungen sogar stark erhöhen, ohne dass es für Endnutzer*innen erkennbar wäre.

Durch den Einsatz von KI-Anwendungen kann es auch zu einem Freizeit-Rebound-Effekt kommen. Wenn ein voll-automatischer Saug- und Wischroboter den Wohnungsputz übernimmt, sparen Menschen Arbeitszeit ein. Doch wenn sie die gewonnene Freizeit mit energieintensiven Aktivitäten verbringen, kann sich über diesen Umweg ihr Gesamtenergiebedarf erhöhen.

Verpuffen technische Fortschritte bei der Effizienzsteigerung von KI also ohnehin durch Rebound-Effekte? Nicht unbedingt. Rebound-Effekte zeigen vielmehr, dass wir politische und regulatorische Maßnahmen brauchen, um sie auszugleichen, wenn sie auftreten. Nur so können wir wirklich den Energieverbrauch nachhaltig senken.





K

Kulturelle Hegemonie: Generative KI-Systeme als Büttel der Macht

KI-Systeme sind in ihrer Entwicklung und bei ihrem Einsatz immer in einen konkreten sozialen Kontext eingebettet. Das gilt auch für große text- oder bildgenerierende Modelle, deren Output suggeriert, dass wir es mit Fakten oder realistischen Abbildungen zu tun haben. Letztlich sind es jedoch nur realistisch erscheinende Inhalte, die bestimmte kulturelle Codes verbreiten.

Große KI-Bildgeneratoren wie Stable Diffusion, DALL-E 2 oder Midjourney werden mit enorm großen Datensätzen trainiert. Sie analysieren häufig darin auftretende Muster, zum Beispiel welche typischen Proportionen ein Gesicht hat oder wie Bilder von Landschaften üblicherweise aussehen. Wenn sie dann selbst Bilder von Gesichtern oder Landschaften erzeugen, können sie Vorurteile reproduzieren, die in den Datensätzen vorhanden sind (zum Beispiel Verzerrungen menschlicher Gesichtszüge aus rassistischen Karikaturen), oder falsche Darstellungen daraus übernehmen (zum Beispiel typisch westliche Architektur einer Stadt zuordnen, die in einer

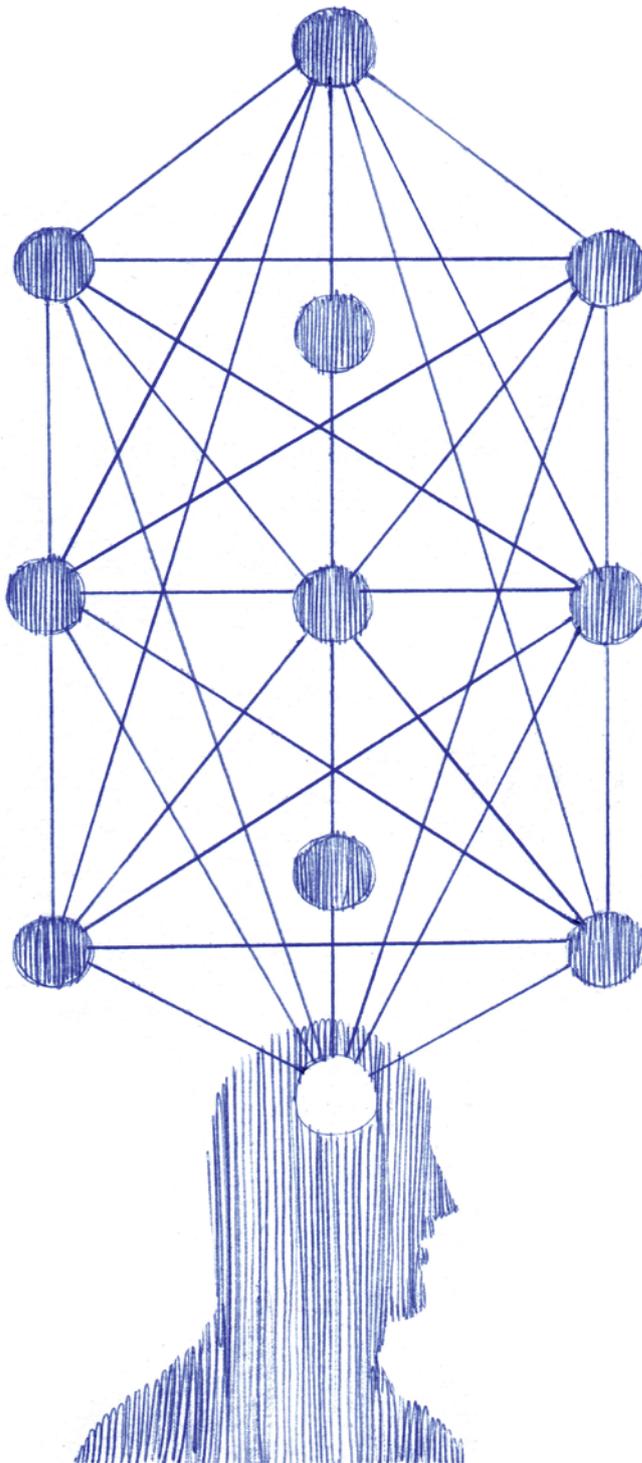
anderen Weltregion liegt und eine ganz andere Skyline hat).

Verzerrte Trainingsdaten sind allerdings nicht das einzige Problem. Viele Bildmodelle können deutlich schlechter realistische Bilder Schwarzer Frauen generieren als Bilder von Weißen Frauen. Sie enthalten häufiger Verfremdungen und Fehler, wie die Künstlerinnen Stephanie Dinkins und Minne Atairu herausgefunden haben. Manche Anbieter von Bildgeneratoren reagieren auf solche potenziell schädlichen (da latent rassistischen) Outputs, indem sie bestimmte Stichwörter für Prompts (die Aufforderungen an das KI-System, einen bestimmten Output zu generieren) blockieren. Die Künstlerin Auriea Harvey hat zum Beispiel entdeckt, dass einige bildgenerierende Systeme Eingabewörter wie „Sklave“ oder „Sklavenschiff“ sperren. Dadurch wird das Problem allerdings eher verdeckt als gelöst. Die Generatoren blenden so einen Teil der Geschichte aus, was wiederum eine kulturelle Dominanz verstärken kann, da sie die Perspektiven und Erfahrungen von Minderheiten unterdrücken.

Solch eine kulturelle Dominanz muss sich nicht unbedingt durch Diskriminierung äußern. Westliche Normen werden den Rezipient*innen oft subtil aufgedrängt,

was sich zum Beispiel in der Art und Weise zeigt, wie Menschen auf KI-generierten Bildern lächeln. Auch eine urmenschliche Ausdrucksform wie ein Lächeln löst bei Menschen, die aus unterschiedlichen Kulturen stammen, unterschiedliche Wahrnehmungen und Reaktionen aus.

Das gleiche Risiko, eine hegemoniale Monokultur zu propagieren, besteht natürlich auch bei Textgeneratoren wie ChatGPT. Verschiedene Sprachen beschreiben menschliche Erfahrungen auf ihre eigene Art. Doch die Vielfalt kleiner Sprachen droht in der algorithmischen Hegemonie unterzugehen, da das Training generativer Sprachmodelle extrem große Datenmengen aus Büchern, Magazinen, Zeitungen und Online-Inhalten erfordert, die kleine Sprachen nicht liefern können – weil ihnen vielleicht ein ausreichend großer Textfundus fehlt oder sie sogar ausschließlich gesprochen werden. Es ist kein Geheimnis, dass Englisch die vorherrschende Sprache auf dem Gebiet der Technologie ist und dass viele weniger verbreitete Sprachen bei KI-Anwendungen auf der Strecke bleiben. Das Team hinter Stable Diffusion weist in seiner Model Card selbst darauf hin, dass die Trainingsdaten größtenteils englischsprachig sind und somit Eingaben in anderen Sprachen nicht gut funktionieren.



R

Regulierung von Rechenzentren

Im Jahr 2020 haben Rechenzentren in Deutschland insgesamt 16 Milliarden Kilowattstunden Strom verbraucht. Das sind rund drei Prozent des gesamten Stromverbrauchs in Deutschland. Die in den Rechenzentren erzeugte Abwärme bleibt bisher zu großen Teilen ungenutzt, obwohl sie sehr dazu beitragen könnte, den CO₂-Ausstoß bei der Wärmeversorgung zu reduzieren.

Um etwas an diesem Missstand zu ändern, will die deutsche Bundesregierung ein Gesetz einführen, durch das die Energie in Rechenzentren effizienter genutzt werden soll. Dieses Vorhaben wurde jedoch im Vergleich zu den Versprechen im Koalitionsvertrag stark abgeschwächt. Spätestens ab 2030 darf in Rechenzentren der Stromverbrauch für die Kühlung, Energieverteilung und Energiespeicherung nicht mehr als 30 Prozent des Strombedarfs für die eigentliche Rechenleistung ausmachen. Dieses Ziel wird aber in großen Rechen-

zentren meist ohnehin erreicht. Zudem sieht der Gesetzentwurf keine Sanktionen vor, wenn die Vorgaben nicht eingehalten werden.

Lediglich die allergrößten Rechenzentren sind durch das Gesetz betroffen (voraussichtlich weniger als ein Prozent aller deutschen Rechenzentren) und die Auflagen zur Abwärmenutzung (etwa eine verpflichtende Einspeisung in Wärmenetze) sind lasch. Das aktuelle Gesetzesvorhaben berücksichtigt die etwa 40.000 kleineren deutschen Rechenzentren nicht. Sie bieten allerdings ebenfalls große Möglichkeiten zur Nutzung von Wärme, die nicht eigens erzeugt werden müsste. Die Bundesregierung versäumt es außerdem, eine notwendige ressourcenschonende Gestaltung von Rechenzentren zu fördern, die über den reinen Energieverbrauch hinausgeht.

Immer wieder ist die Behauptung zu hören, dass zu strenge Effizienzvorgaben ein Wettbewerbsnachteil seien. Das ist aber kaum zu erwarten. Auch andere Länder wie zum Beispiel Frankreich haben eine gesetzliche Verpflichtung zur Veröffentlichung von Umweltauswirkungen von digitalen Diensten und Rechenzentren erlassen. Das französische Gesetz soll das Bewusstsein für die Umweltfolgen von digitalen Technologien stärken, indem über den gesamten Lebenszyklus hinweg regelmäßig zentrale Indikatoren für Umwelteinflüsse offengelegt werden müssen, etwa die CO₂-Emissionen oder der Energie- und Wasserverbrauch.

Da die Infrastrukturen von Rechenzentren sich nicht von heute auf morgen ändern lassen, wird unsere Gesellschaft mit nicht nachhaltigen Infrastrukturen in den nächsten Jahrzehnten leben müssen. Wir brauchen also Gesetzesvorstöße, die im Gegensatz zu dem der Bundesregierung die Digitalisierung in Deutschland wirklich auf einen nachhaltigeren Weg bringen.

SustAIIn zum Nachlesen und Nachhören

Das vom Umweltministerium geförderte KI-Leuchtturmprojekt „SustAIIn: Der Nachhaltigkeitsindex für Künstliche Intelligenz“ hat von 2020 bis 2023 Grundlagen für die Diskussion über die Nachhaltigkeit von KI geschaffen. Die wichtigsten Ergebnisse sind auf der [Projekt-Website](#) versammelt. Daneben sind weitere wichtige Outputs hier zu finden:



1) Ein Diskussionspapier zu Nachhaltigkeitskriterien für Künstliche Intelligenz

Entwicklung eines Kriterien- und Indikatorensets für die Nachhaltigkeitsbewertung von KI-Systemen entlang des Lebenszyklus

Von Friederike Rohde, Josephin Wagner, Philipp Reinhard, Ulrich Petschow, Andreas Meyer, Marcus Voß, Anne Mollen

2) Eine Videoaufzeichnung der digitalpolitischen Diskussion auf der Konferenz Bits und Bäume 2022

Politische Antworten auf die Nachhaltigkeitskosten von KI

Mit Alexandra Geese, Tabea Rößner, Marina Köhn

3) Eine englischsprachige Publikation zu Nachhaltigkeitskriterien für Künstliche Intelligenz

Broadening the perspective for sustainable AI: Comprehensive sustainability criteria and indicators for AI systems

Von Friederike Rohde, Josephin Wagner, Andreas Meyer, Philipp Reinhard, Marcus Voss, Ulrich Petschow

4) Eine Kurzstudie zur Frage nach einem nachhaltigen Umgang mit KI-Systemen

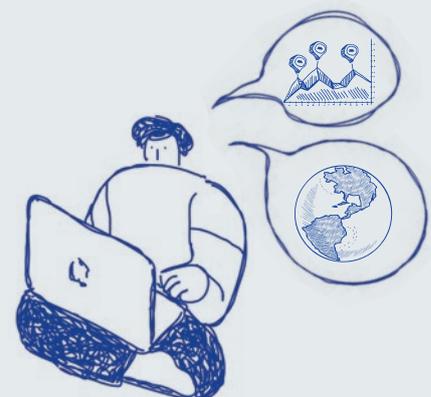
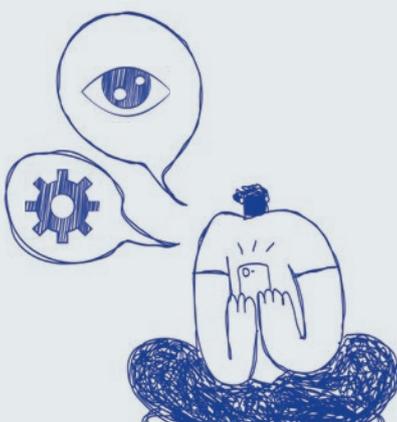
Nachhaltige KI und digitale Selbstbestimmung: Voraussetzungen für einen selbstbestimmten und nachhaltigen Umgang mit KI im Alltag

Von Anne Mollen

5) Eine Videoaufzeichnung der digitalpolitischen Diskussion zum Launch des ersten SustAIIn-Magazins

Politischer Rückenwind für nachhaltige KI?

Mit Lynn Kaack, Sergey Lagodinsky, Pascal König, Marcel Dickow



Personalisierung im Online-Marketing: KI auf Abwegen

Weltweit verwenden neun von zehn Internet-Nutzer*innen die Google-Suchmaschine, Facebook hat drei Milliarden Nutzer*innen, Instagram zwei Milliarden. In Deutschland haben 70 Prozent der Bevölkerung einen Facebook-Account und über 60 Prozent benutzen Instagram. Obwohl die Dienste dieser Plattformen kostenlos sind, sind die Unternehmen dahinter, Meta und Alphabet, zwei der größten Konzerne der Welt, deren Gewinne in die Milliarden gehen. Wie kann das sein?

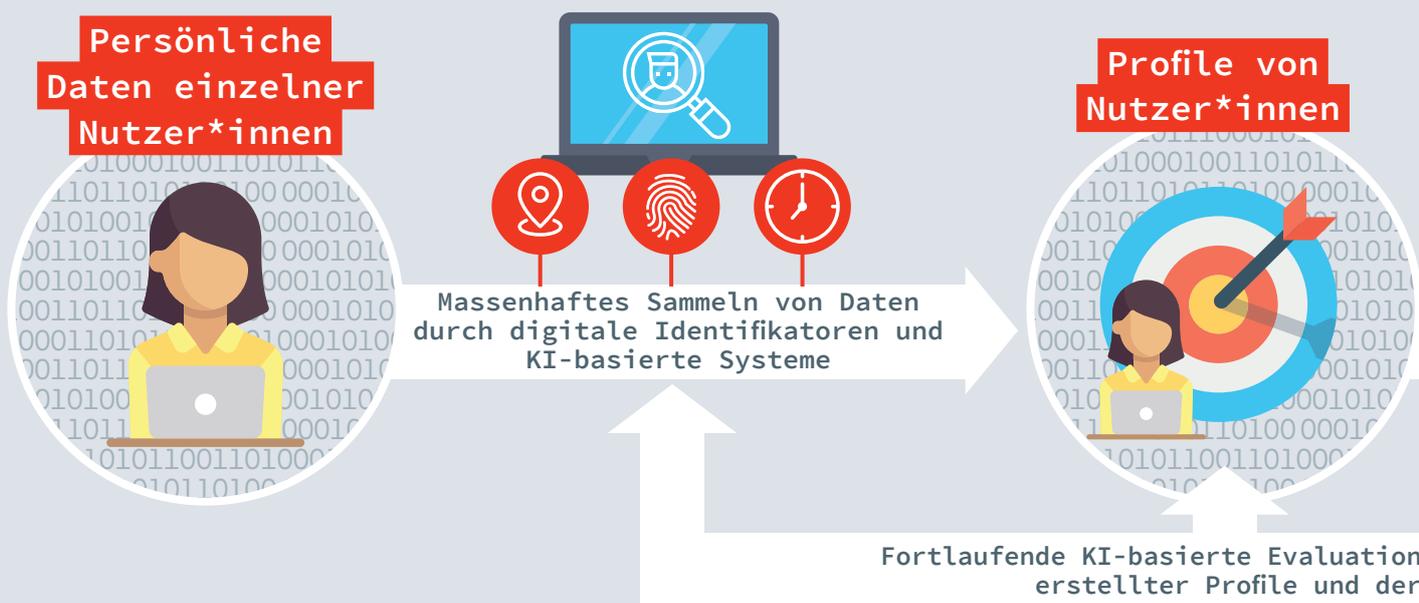
Die Antwort: Ihre Geschäftsmodelle basieren darauf, die persönlichen Daten

ihrer Nutzer*innen dazu zu verwenden, zielgruppenspezifisch Anzeigen zu schalten und damit Werbeeinnahmen zu generieren. So erklärt sich der „kostenlose“ Zugang zu den Diensten und Inhalten. Google generiert zum Beispiel 78 Prozent seines Umsatzes durch Werbung.

Die Nutzer*innen müssen zwar kein Geld bezahlen, aber die durch Anzeigen finanzierten Inhalte und Dienste haben dennoch ihren Preis. Alle Personen, die auf Plattformen aktiv sind, geben persönliche Daten preis und setzen sich Werbeanzeigen aus. Hauptsächlich se-

hen wir bezahlte Anzeigen in den Trefferlisten von Suchmaschinen, auf Social-Media-Kanälen oder auf Webseiten, wo sie zum Beispiel in Gestalt von Bannern oder Videos allgegenwärtig sind. Ihr immenser finanzieller Wert ergibt sich aber nicht allein daraus, dass sie online erscheinen. Werbetreibende geben erhebliche Summen dafür aus, dass die Werbeanzeigen genau dort veröffentlicht werden, wo sie die meisten Klicks, Aufrufe und Käufe versprechen. Diese Strategie ist unter dem Namen „personalisierte Werbung“ bekannt. Die digitale Zielgruppenansprache hat den Markt für Online-Anzeigen explodier-

DIE ZIRKULATION VON DATEN UND WERBEANZEIGEN



PROZESSSCHRITTE UND ROLLEN

ren lassen. In Deutschland hat sich das Marktvolumen in den letzten sechs Jahren verdoppelt. Außerdem macht personalisiertes Online-Marketing durch Technologien Künstlicher Intelligenz (KI) große Fortschritte. Marketing ist eines der wichtigsten Einsatzfelder für KI-Anwendungen.

Wie funktionieren personalisierte Online-Anzeigen?

Personalisierte Anzeigen legen lange Wege zurück: Werbetreibende entwerfen sie, dann durchlaufen sie bei sogenannten Intermediären im AdTech-Sektor verschiedene Zwischenstationen, bevor sie schließlich zielgerichtet bestimmten Internetnutzer*innen angezeigt werden. Die Grundlage für diesen Personalisierungsprozess bilden die persönlichen Daten, die üblicherweise von den Intermediären analysiert und verwaltet werden.

All diese Schritte basieren immer stärker auf Techniken Maschinellen Lernens

(ML), die üblicherweise die Grundlage für KI-Systeme bilden. Um die Wahrscheinlichkeit zu erhöhen, dass Anzeigen zu Käufen führen, sind Marketing-Strategien meistens so ausgerichtet, dass bestimmte Online-Nutzer*innen so genau wie möglich als Zielgruppen definiert und angesteuert werden. Die Funktion der Intermediäre ist es, die persönlichen Daten von Nutzer*innen zu beschaffen und sie aufzubereiten. Zu solchen Daten gehören: Online- und zunehmend auch Offline-Verhaltensmuster, Geolokalisierungsdaten und Bewegungsverläufe, Geräte- und Nutzer*innen-Identifikatoren (zum Beispiel Mobile-IDs oder Advertising-IDs) oder auch Informationen aus Profilen von Nutzer*innen, die sensible demographische Daten wie Alter, Geschlecht, ethnische Zugehörigkeit, sexuelle Orientierung, politische oder religiöse Überzeugungen, Bildungsniveau, Beschäftigungsverhältnis oder Einkommen enthalten können. Selbst wenn diese Daten nicht unmittelbar verfügbar sind, können ML-Modelle sie mit erstaunlich großer Genauigkeit ableiten.

Um die KI-Systeme mit Daten zu füttern, werden häufig Cookies eingesetzt – kleine Dateien, in denen die Besuche bestimmter Websites und Hintergrunddaten verzeichnet sind.

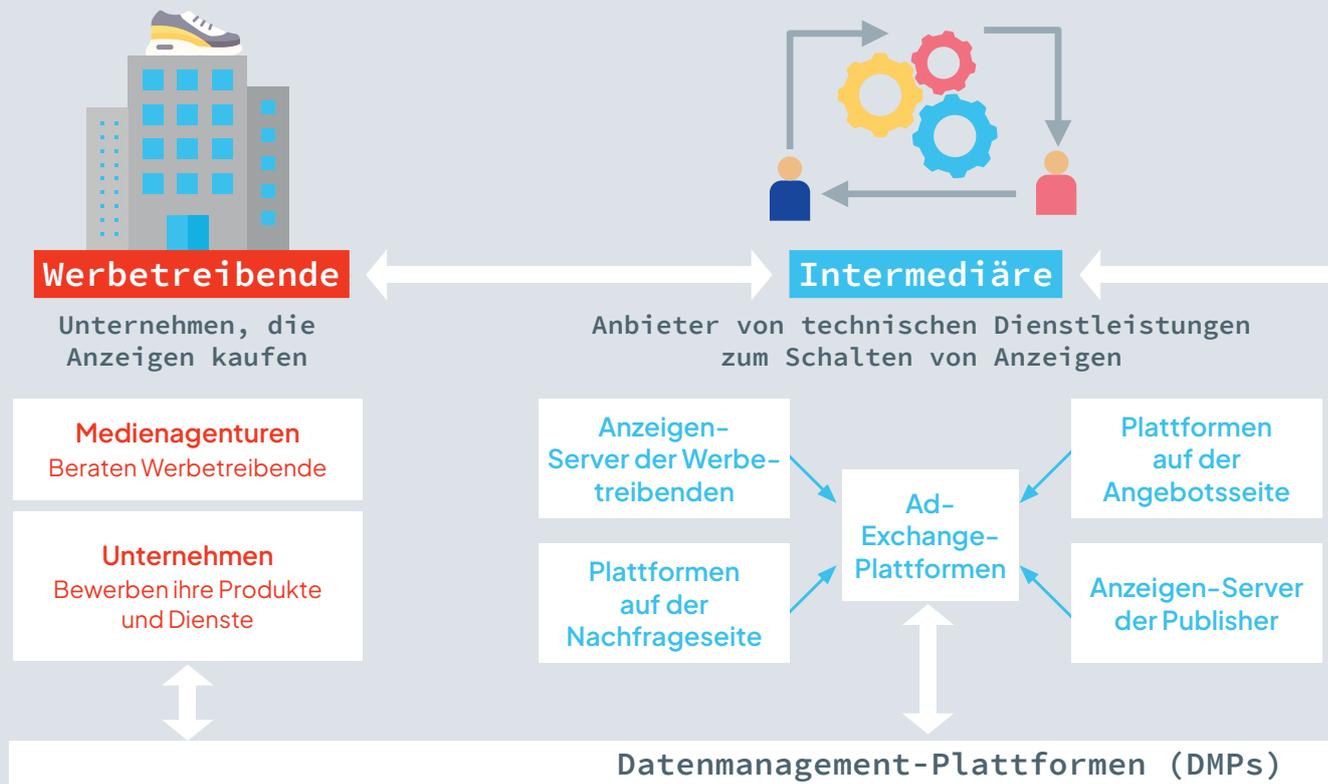
Intermediäre verwenden diese persönlichen Daten dann zusammen mit digitalen Identifikatoren, um Nutzungsprofile zu erstellen. Mit einer als Fingerprinting bezeichneten Verfahrensweise des Online-Trackings erfassen sie Identifikatoren, indem sie Nutzer*innen-Attribute mit Daten kombinieren, die in der Regel bei Netzwerkanfragen bereitgestellt werden (zum Beispiel die IP-Adresse, der Webbrowser-Typ, das Betriebssystem und Hardware-Spezifikationen). Anschließend komprimieren sie die Daten in einem „digitalen Fingerabdruck“. Weitere Datenquellen sind Zahlungsverläufe oder auch plattformübergreifende Verifizierungsdaten, etwa eine bestimmte Telefonnummer. Relevante persönliche Daten werden auch von Dritten eingeholt. Die digitalen Fingerabdrücke werden in verschiedene Arten von Gruppen segmentiert, so dass die Werbeanzeigen zielgerichtet individuell konfigurierten Profilen von Nutzer*innen zugeordnet werden können – denjenigen, bei denen die größte Wahrscheinlichkeit besteht, dass ein Kauf folgt. Die Profile werden in ML-Modelle eingespeist, die daraufhin so trainiert werden, dass sie den Erfolg einer bestimmten Anzeige möglichst genau „vorhersagen“ (also abschätzen) können. Diese Vorhersagen bilden die Grundlage für Echtzeit-Auktionen, bei denen die einzelnen Internet-Werbeflächen an die Höchstbietenden verkauft werden. Sie finden unsichtbar im Hintergrund statt, während Nutzer*innen auf eine Website zugreifen, eine E-Mail öffnen oder auch eine mobile App.

Abbildung 1



Werbetreibende sind in der Praxis nicht in erster Linie Unternehmen, die ihre Produkte vermarkten, sondern eigens dafür eingerichtete Medienagenturen, die den Unternehmen zusätzlich

AKTEURSMAPPING



Akteure:

Werbetreibende wollen durch Online-Werbung die Sichtbarkeit von Produkten erhöhen und den Absatz steigern. Sie entwickeln Anzeigen und kaufen Werbeflächen.

Intermediäre befinden sich an der Schnittstelle zwischen Werbetreibenden und Publishern. Sie bilden ein komplexes Netzwerk von Akteuren, die technische Dienste anbieten.

Publisher stellen Werbeflächen im Internet bereit, die sich am besten zur (profitablen) Platzierung bestimmter Anzeigen eignen, um damit bestimmte Nutzer*innen zu erreichen. Bei ihnen kann es sich um Suchmaschinen oder Social-Media-, Medien- und Videoplattformen handeln. Sie stellen in Form von Bannern, Videoclips oder Suchergebnissen Werbeflächen bereit. Prominente Beispiele für Publisher sind Meta und Alphabet, ebenso App-Anbieter oder Website-Betreiber wie Online-Nachrichtenagenturen.

Nutzer*innen interagieren mit ihren Geräten, den Betriebssystemen, der Anwendungssoftware oder Online-Diensten. Durch diese Interaktionen wird ihnen Werbung angezeigt. Gleichzeitig geben sie dadurch direkt oder indirekt persönliche Daten preis, die zur weiteren Personalisierung der angezeigten Werbung dienen.

Dienstleistungen wie die Anzeigenverifizierung und -evaluation anbieten. Intermediäre verknüpfen Plattformen von Werbetreibenden auf der Seite der Nachfrage mit Plattformen von Publishern, also den Veröffentlichungsinstanzen, auf der Angebotsseite. Auf diese Art verteilen sie die genutzten Werbeflächen so, wie die Endnutzer*innen schließlich die Anzeigen sehen. Die Flächen tauchen in Feeds, Apps, Suchmaschinen, Websites oder anderen Web-Oberflächen auf. Sie werden ständig beobachtet, um die Anzeigenleistung zu maximieren. Verschiedene Faktoren können den Erfolg bestimmter Anzeigen positiv beeinflussen: die Variation des Anzeigeninhalts, die Frequenz, in der sie geschaltet werden, oder auch ihre Größe und Form. Der Kauf und Verkauf von Werbeflächen wird über Ad-Exchange-Plattformen abgewickelt. Auf Datenmanagement-Plattformen können Daten gespeichert, angereichert, analysiert und segmentiert werden. Außerdem dienen sie der Erstellung von Nutzungsprofilen.

Die Werbetreibenden beauftragen Medienagenturen damit, den Erfolg ge-

schalteter Anzeigen anhand verschiedener Kriterien zu messen und vorherzusagen: Interaktionsraten geben Aufschluss darüber, wie viele Menschen auf eine bestimmte Anzeige klicken; Ad Impressions geben an, wie oft eine Anzeige aufgerufen wird; durch die Viewability-Kennzahl wird deutlich, wie gut eine Anzeige tatsächlich gesehen wird; die Reichweite beschreibt die Anzahl der einzelnen Nutzer*innen, die die Anzeige sehen; die Frequenz beschreibt, wie oft einzelne Nutzer*innen eine bestimmte Anzeige sehen; und durch die Konversionsrate erfahren wir, in welchem Ausmaß eine Anzeige Menschen dazu bringt, auf eine bestimmte Art zu handeln, also zum Beispiel ein Produkt zu kaufen. Die dabei eingesetzten ML-Technologien dienen nicht nur dazu, gezielt Nutzer*innen anzusprechen. Sie evaluieren die Performance und passen daraufhin Werbestrategien an. KI-Systeme sind also im gesamten Lebenszyklus personalisierter Anzeigen sehr wichtig: bei der Datenerfassung, der Datenanalyse, beim Targeting von Nutzer*innen und bei der kontinuierlichen Anpassung der gesamten Prozesse.



Abbildung 2: Konstellation der Akteure nach Armitage et al. (2022)

Die Gefahren der Marktkonzentration

Der Online-Werbemarkt wird von zwei Unternehmen beherrscht: Alphabet beziehungsweise seine Tochterunternehmen Google und YouTube sowie Meta mit den Tochterunternehmen Facebook und Instagram. Sie sind nicht nur die wichtigsten Publisher für Anzeigen, sondern auch die Auftraggeber für einige der größten Intermediäre, die persönliche Daten nutzen, um die Zielgruppen für Werbung besser erreichen zu können. Damit liegen die drei wichtigsten Bereiche der Branche – Werbung, Vermittlung und Veröffentlichung – in der Hand weniger Konzerne, die den gesamten Lebenszyklus einer Anzeige bestimmen.

Alphabet und Meta stellen neben einem Großteil der Werbeflächen auch die technische Infrastruktur bereit. Sie sind zudem im Besitz riesiger Mengen von Nutzungsdaten. Das Sammeln dieser Daten auf ihren Plattformen und über sie hinaus verschafft den Unternehmen einen erheblichen Wettbewerbsvorteil, durch den sämtliche Marktkonkurrenten nahezu abgehängt sind. Diese

Dominanz auf dem Online-Werbemarkt wird oft mit dem Begriff „Duopol“ beschrieben, ein Monopol, das sich zwei Unternehmen teilen. Viele ihrer Dienste (Suchmaschinen, soziale Netzwerke, Navigations- und Office-Apps, Cloud-Speicher, Übersetzungstools, Unterhaltungsplattformen, Entwicklungstools, Newsfeeds usw.) sind unverzichtbar geworden. Es mangelt an ähnlich praktischen Alternativen. Die Nutzer*innen haben deshalb oft keine andere Wahl, als diesen Diensten treu zu bleiben. Diese Marktkonzentration ist für die Digitalwirtschaft nicht neu, die insgesamt von den fünf als GAFAM (Google, Amazon, Facebook, Apple und Microsoft) bekannten Unternehmen dominiert wird. Sie alle gehörten 2022 zu den acht Unternehmen mit dem weltweit höchsten Marktwert. Im Werbesektor ist diese geballte Macht besonders extrem spürbar, da der Wert und der Erfolg von Werbung stark von der Menge und Genauigkeit von Daten abhängt.

Da es auf dem Marketing-Markt an Wettbewerb fehlt, beherrschen Alphabet und Meta die Preise, Praktiken und technischen Standards. Werbe-

treibende sind auf die technologische Infrastruktur angewiesen, die beispielsweise Google für Cloud-Systeme und KI-Algorithmen anbietet. Die beiden dominanten Marktakteure lassen auch Nutzer*innen kaum Entscheidungsfreiräume, ob und an wen sie ihre persönlichen Daten weitergeben möchten. Dieses Ungleichgewicht wird durch das Design der Plattformen bewusst verstärkt. Regierungen fällt es nach wie vor schwer, diese Unternehmen zu regulieren und technologische Entwicklungen angemessen einzuordnen. Der derzeitige Werbemarkt bleibt deshalb weitestgehend auf die Konzernbedürfnisse zugeschnitten.

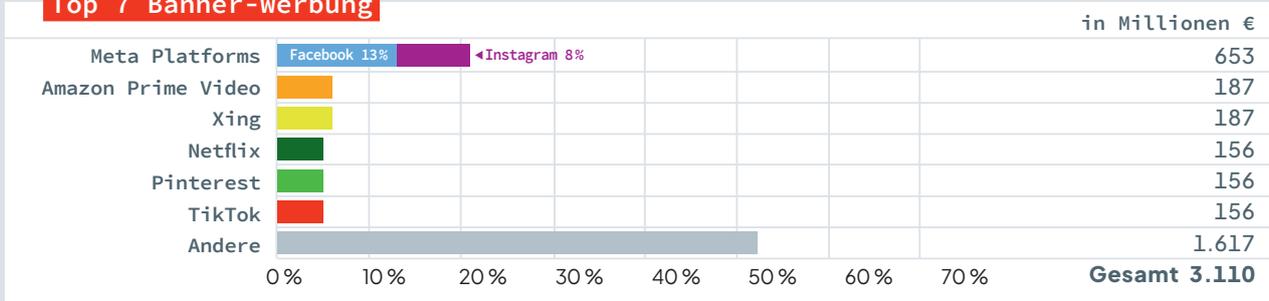
Die Menschen und der Planet zahlen den Preis

Diese Situation ist auch eine Gefahr für uns alle und die Gesellschaft. Die umfassende Sammlung und Analyse persönlicher Daten untergräbt die Privatsphäre und den Datenschutz und führt zu einer Überwachungsökonomie. Die ungebremste Macht der Konzerne und ihr Informationsmonopol beeinflussen auch politische Prozesse. Der Skandal um Cambridge Analytica hat gezeigt, in welchem Ausmaß politisches Mikrotargeting und die Verbreitung von Desinformationen die öffentliche Meinungsbildung und damit die Demokratie insgesamt gefährden.

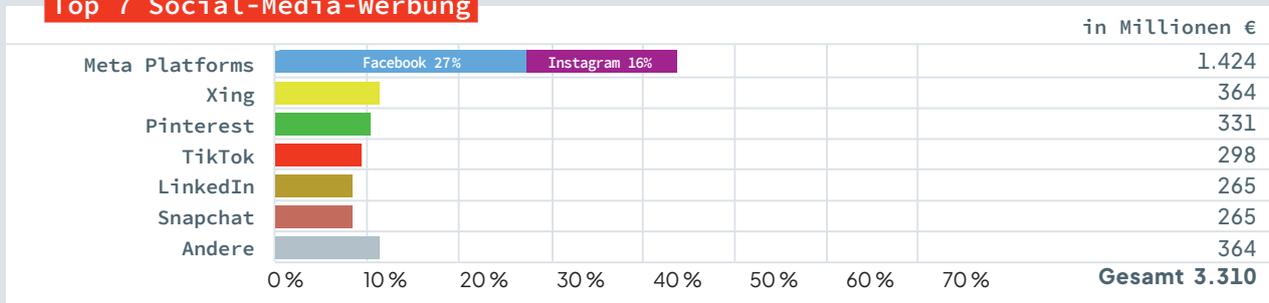
Hinzu kommt, dass die beschriebenen Marketing-Prozesse eine enorme Menge an Ressourcen verschlingen. Etwa 15 Prozent der Netzwerkaktivitäten, die durch das Laden einer Nachrichten-Website ausgelöst werden, sind dazu da, uns Werbung anzuzeigen. Ad-Exchange-Server sind ununterbrochen in Betrieb, um über das gesamte kommerzielle Web hinweg Werbung zu verwalten. Die Server verbrauchen Energie, verursachen Kohlenstoffdioxid-Emissionen und führen letztlich dazu, dass Menschen weitere ressourcenintensive Konsumgüter und Dienstleistungen kaufen.

RISIKEN VON MONOPOLEN: AUSGEWÄHLTE ONLINE-WERBEMARKTANTEILE IN DEUTSCHLAND

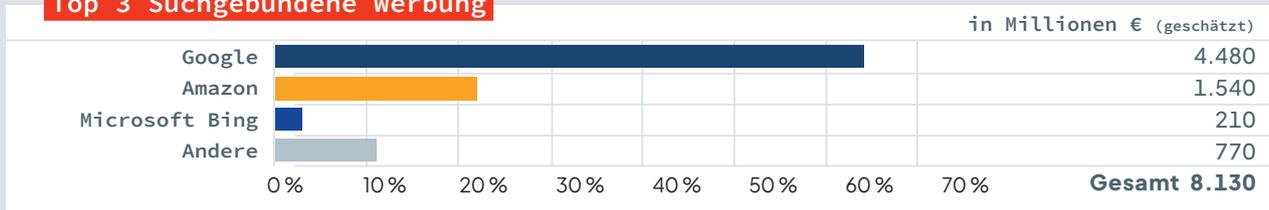
Top 7 Banner-Werbung



Top 7 Social-Media-Werbung



Top 3 Suchgebundene Werbung



Prozentualer Anteil am Gesamtumsatz

Die Marktanteile beziehen sich auf die Werbeausgaben der Unternehmen in Deutschland für die drei Segmente im Jahr 2022. Overlays, Pre-, Mid- und Post-Rolls sowie web- und app-basierte Videoanzeigen sind nicht darin enthalten. Die Ausgaben für Suchmaschinenwerbung werden auf der Grundlage der gesamten deutschen Marktgröße und der globalen Anteile geschätzt.

Um die Online-Marketingbranche nachhaltiger zu machen, wird es wahrscheinlich nicht reichen, den Markt nur für neue private Akteure zu öffnen. Ein echter Wettbewerb allein würde das Problem nicht aus der Welt schaffen. Vielmehr müssen sich die Infrastruktur der Online-Wirtschaft und die Kommunikationsnetze vom Prinzip der personalisierten Werbung lösen. Erste Schritte dazu könnten in der Regulierung von Tracking und der massenhaften Sammlung von Daten bestehen. Wir müssen nach Alternativen suchen, damit die öffentlichen digitalen Infrastrukturen nicht länger auf der Ausbeutung persönlicher Daten beruhen.

Vollständige Studie:

Frick, V., Marken, G., Schmelzle, F. & Meyer, A. (2023). The (Un-)Sustainability of Artificial Intelligence in Online Marketing. A Case Study on the Environmental, Social and Economic Impacts of Personalised Advertising. IÖW Schriftenreihe 228/2023. ISBN 978-3-940920-33-1.

Weiterführende Literatur:

[Armitage et al \(2023\) Study on the impact of recent developments in digital advertising on privacy, publishers and advertisers \(EU report\).](#)



VIVIAN FRICK, GESA MARKEN UND FRIEDER SCHMELZLE

...sind wissenschaftliche Mitarbeiter*innen am *Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW)*. Sie erforschen die Rolle der Digitalisierung in der sozial-ökologischen Transformation.

Wie wirkt sich personalisiertes Online-Marketing auf den Energieverbrauch aus?

Eine Modellierung

Das Internet und Smartphones sind allgegenwärtig geworden. Das hat über die letzten Jahre dazu geführt, dass Technologiefirmen so gut wie noch nie auf detaillierte Kundeninformationen zugreifen können: Surfgewohnheiten von Nutzer*innen, ihr Kaufverhalten, ihre Interaktionen in sozialen Medien oder auch ihren Standort. Diese Informationen ermöglichen Werbetreibenden, ihre Anzeigen sehr präzise auf bestimmte Zielgruppen auszurichten. Dadurch hat sich das Online-Marketing verändert: Statt ihre Werbestrategien breit anzulegen und damit zu versuchen, möglichst viele potenzielle Interessierte anzusprechen, sind Unternehmen dazu übergegangen, ihre Werbung personalisiert und zielgerichtet zu schalten. Dazu werten sie mit KI-Systemen große Mengen von Nutzungsdaten aus und erstellen auf dieser Grundlage detaillierte Profile von Nutzer*innen. Die Kund*innen werden nach der Analyse der gesammelten Daten in Zielgruppen unterteilt. Für die jeweiligen Gruppen werden eigene Bedarfsprognosen generiert, an denen die Inhalte ausgerichtet werden, die den Nutzer*innen angezeigt werden.

In diesem Zusammenhang werden häufig datenschutzrechtliche und ethische Bedenken diskutiert, seltener jedoch ökologische Risiken. Durch die Internetnutzung werden jährlich schätzungswei-

se über 400 TWh an Strom verbraucht. Die Tendenz geht dahin, dass dieser Energieverbrauch in den kommenden Jahren weiterhin stark ansteigen wird. Es ist noch wenig erforscht, welchen Anteil die Personalisierung von Werbeanzeigen durch Datenanalyse-Verfahren daran hat. Allerdings ist anzunehmen, dass sie diese Entwicklung weiter forciert.

Die analysierten Nutzungsdaten stammen aus verschiedenen Quellen: Websites, Social-Media-Plattformen und mobilen Anwendungen. An diesem Datenübertragungsprozess sind Netzwerkinfrastrukturen und Rechenzentren beteiligt, die Energie verbrauchen. Die gesammelten Daten müssen über lange Zeiträume hinweg in Rechenzentren und auf Servern gespeichert und verwaltet werden. Auch bei der Datenspeicherung und -sicherung und beim Abrufen der Daten wird Energie verbraucht. Eine hochleistungsfähige Computerinfrastruktur mit vernetzten Servern ist notwendig, um mit diesen Daten Modelle des Maschinellen Lernens zu trainieren, aus deren Analysen Erkenntnisse für personalisierte Werbekampagnen gewonnen werden sollen – und damit auch erhebliche Rechenressourcen, die mit einem entsprechenden kontinuierlichen Energieverbrauch einhergehen. Während des Betriebs müssen die Server außerdem gekühlt werden, was einen großen

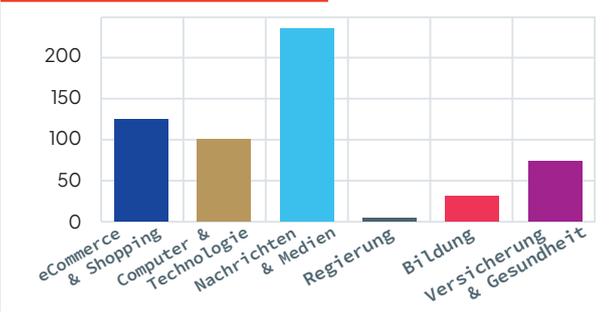
Teil des Energieverbrauchs von Rechenzentren ausmacht.

Schließlich findet ein Real-Time-Bidding statt, beim dem bestimmt wird, wie die Anzeigen platziert werden. Werbetreibende geben in Echtzeit Gebote für Anzeigenplatzierungen ab, die ihnen zum Erreichen ihrer Zielgruppen relevant erscheinen. Diese Auktionen erfordern eine schnelle Datenverarbeitung, damit diejenigen, die Anzeigen platzieren möchten, und diejenigen, die die Medien dafür anbieten, miteinander kommunizieren können. Auch das Rendern von Multimedia-Inhalten wie Bildern oder Videos, damit die Werbung auf den Endgeräten dargestellt werden kann, verbraucht Energie.

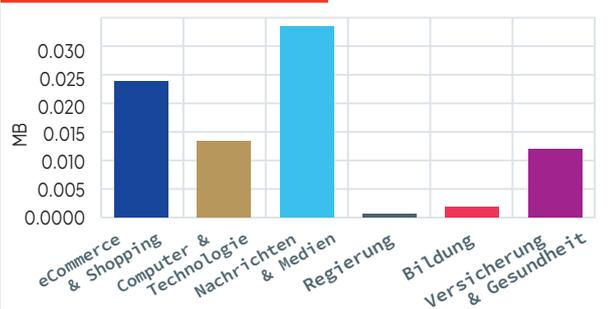
Simulationsstudien

Simulationen sollen Daten darüber liefern, wie hoch der Energieverbrauch beim Einsatz von personalisierten Werbeanzeigen im Internet ist. Sie beruhen vor allem auf Daten darüber, wie hoch der Energiebedarf auf dem Endgerät ist, wenn Daten für Werbeanzeigen übertragen werden. Es ist schwierig einzuschätzen, wie viel Strom die für die Personalisierung eingesetzten KI-Systeme und Datenanalyseverfahren verbrauchen, oder auch das hierfür notwendige Spei-

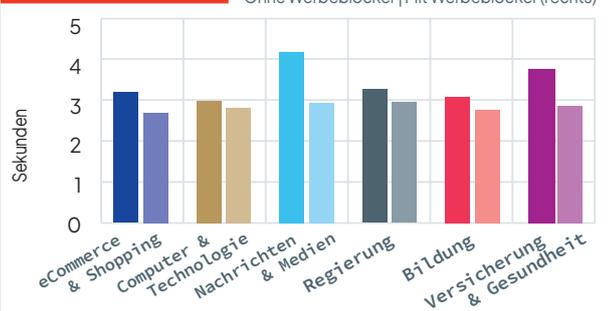
Durchschnittliche Anzahl
Drittanbieter-Cookies*



Durchschnittlicher Datentransfer durch
Drittanbieter-Cookies*



Durchschnittliche Ladezeit für
Website-Aufruf*



*nach Website-Kategorie

chern der Daten in Rechenzentren. Die werbetreibenden Unternehmen geizen mit Informationen darüber.

Wir haben für unsere Studie das Datenschutz-Tool OpenWPM verwendet, um Daten über Besuche von Webseiten zu sammeln, und etwa 200 der am meisten aufgerufenen deutschen Internet-Domains untersucht. Auf einem Notebook ließen wir einen Crawler automatisiert wiederholt Webseiten aufrufen und sammelten währenddessen Daten zum Energieverbrauch durch die CPU des Computers und Daten zu den übertragenen Cookies. Wir führten die Simulationen mit und ohne Werbeblocker durch, um zu messen, wie sich Werbeanzeigen

auf den Energieverbrauch am Endgerät auswirken.

Die Zeit zum Aufrufen der Webseiten verringerte sich um 14 Prozent, wenn die Werbeanzeigen blockiert wurden, wodurch der Energieverbrauch durch die CPU des verwendeten Endgeräts um 10 Prozent geringer ausfiel. Abhängig von der Komplexität der besuchten Website, der Hardware des eingesetzten Endgeräts und des verwendeten Browsers fällt für den Webseiten-Aufruf für gewöhnlich ein Stromverbrauch von 0,01 - 1 Wh an. Beim Rendern einer Werbeanzeige durch die Grafikkarte fiel durchschnittlich ein Stromverbrauch von 0,005 Wh an. Von den durchschnittlich 155 Cookies mit einer mittleren Größe von

139 Bytes, die pro Webseiten-Aufruf übertragen wurden, stammten etwa 87 Prozent von Drittanbietern. Beim Aufrufen einer Webseite wurden durchschnittlich 0,2 MB an Daten durch Cookies transferiert. Durch das Ablehnen nicht essenzieller Cookies ließ sich die Anzahl der übertragenen Cookies und der entsprechende Datentransfer um jeweils 75 Prozent reduzieren. Die größten Energie-Einsparungen konnten bei Webseiten aus der Kategorie „Nachrichten und Medien“ erzielt werden, die häufig durch das Schalten von Werbeanzeigen finanziert werden.

Zwar ist der Stromverbrauch beim Aufrufen einzelner Webseiten und bei der

Datenübertragung durch Cookies ziemlich gering. Allerdings werden alleine die etwa 200 hier untersuchten deutschen Webseiten monatlich über 4,5 Milliarden Mal aufgerufen. In unserem Experiment wurden jeweils nur die Startseiten besucht. In der Regel rufen Besucher*innen von Websites aber auch noch Unterseiten auf. Auf ihnen sind üblicherweise weitere Anzeigen geschaltet, für die wiederum zusätzlich Daten übertragen werden müssen.

Unsere Ergebnisse zeigen, dass die Risiken personalisierten Online-Marketings nicht nur den Schutz der Privatsphäre betreffen. Schätzungen zufolge ist das Internet für fünf bis 15 Prozent des globalen Stromverbrauches verantwortlich – Tendenz stark steigend. Werbeanzeigen und das Sammeln von Nutzungsdaten tragen stark dazu bei. Der Datenfluss und Datenverarbeitungsprozesse, die durch Online-Werbung verursacht werden, ließen sich durch eine entsprechende Gestaltung der Technologie („Privacy by Design“) und entsprechende Voreinstellungen („Privacy by Default“) eindämmen. Unternehmen, die KI-basierte Datenanalyseverfahren einsetzen, um Nutzungsdaten für ein personalisiertes Online-Marketing zu analysieren, sollten stärker dazu verpflichtet werden, solche Ansätze zu verfolgen und Daten über den Energieverbrauch ihrer Systeme bereitzustellen, um so deren ökologischen Auswirkungen einschätzen zu können.



ANDREAS MEYER

... ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am *Distributed Artificial Intelligence Labor* der TU Berlin und forscht dort unter anderem an Anwendungen von Machine-Learning-Verfahren zur Lastprognose und Nachhaltigkeit von KI-Systemen.

Künstliche Intelligenz und Marketing: Eine bedenkliche Kombination?

Was Unternehmen und die Zivilgesellschaft darüber denken

Die Werbeindustrie verspricht sich viel davon, KI im Online-Marketing einzusetzen. Auch ihrer Kundschaft verspricht sie dadurch Vorteile. Werbetreibenden geht es aber vor allem darum, Umsätze zu erhöhen. Solange die großen Unternehmen unreguliert KI für Tracking, Personalisierung und maßgeschneiderte Werbeanzeigen verwenden, bleibt KI ein Nachhaltigkeitsrisiko. Die ökologische und soziale Belastung steigt, und kleinere Unternehmen und Endnutzer*innen finden kaum nachhaltige Handlungsspielräume.

KI-gestützte personalisierte Online-Werbung breitet sich rasant aus. Unternehmen versprechen sich davon, ihre Werbung gezielt an jene Menschen richten zu können, die ihre Produkte mit der höchsten Wahrscheinlichkeit kaufen werden. Das bringt einen großen Vorteil gegenüber Anzeigen in Printprodukten, auf Plakaten oder im Fernsehen, mit denen nicht so zielgerichtet potenzielle Käufer*innen erreicht werden können. Unternehmensberatungen prognostizieren, dass ein effizienter Einsatz von KI im Marketing deutliche Umsatzsteigerungen für Unternehmen herbeiführen werden. Eine Personalisierung soll auch ganz im Sinne der Verbraucher*innen sein, da ihnen vor allem die Angebote angezeigt werden, die sie wirklich interessieren. Für ein personalisiertes Marke-

ting wird sogar mit einem ökologischen Argument geworben: Es helfe dabei, weniger Ressourcen und Energie für irrelevante Werbung zu verschwenden, da Fehlkäufe und dadurch anfallende Retouren seltener vorkämen.

Was halten Unternehmen und die Zivilgesellschaft von diesen Versprechen? Wir haben dazu Expert*innen aus werbetreibenden Unternehmen und Marketing-Agenturen sowie aus zivilgesellschaftlich-netzpolitischen Organisationen interviewt. Darüber hinaus haben wir im Sommer 2023 zwei repräsentative Online-Befragungen durchgeführt und 2.000 Menschen aus deutschen Privathaushalten und Entscheidungsträger*innen aus rund 500 Unternehmen dazu be-

fragt, welche Chancen und Risiken sie beim Einsatz von KI-gestützter personalisierter Werbung sehen.

Wenige finden personalisierte Online-Werbung hilfreich

Die vorgebrachten Vorteile von KI im Marketing beruhen auf der Annahme, dass alle Personen, die online sind, auch tatsächlich etwas kaufen möchten. Aus Unternehmenssicht lassen sich prinzipiell alle Nutzer*innen in Käufer*innen umwandeln. Dieser Prozess wird im Marketing als „conversion“ („Umwandlung“) bezeichnet. Den Unternehmen geht es darum, ihre potenzielle Kundschaft zum Handeln zu bewegen, indem sie auf sich und ihre Produkte aufmerksam machen

WIE EMPFINDEN SIE PERSONALISIERTE ONLINE-WERBUNG?



Abbildung 1

und vom Kauf überzeugen. Aus dieser Unternehmensperspektive spielt es nur eine untergeordnete Rolle, ob die Nutzer*innen mit der Verwendung ihrer personenbezogenen Daten und dem Erhalt von Werbeanzeigen einverstanden sind. Um sich davor zu schützen, können sie zwar auf Adblocker zurückgreifen und die Cookie-Einstellungen entsprechend anpassen. Allerdings sind sie oft nicht in der Lage, autonom darüber zu entscheiden, welchen Zugriff auf ihre persönlichen Daten sie erlauben möchten.

Unsere Umfrage zeigte, dass nur zwischen 13 und 22 Prozent der Nutzer*innen personalisierte Werbung als „interessant“, „hilfreich“, „willkommen“ und „vertrauenswürdig“ bewerten. Hingegen finden sie zwischen 44 und 55 Prozent der Befragten „uninteressant“, „störend“, „unerwünscht“ und

„manipulativ“. Nur eine Minderheit der Verbraucher*innen beurteilt personalisierte Werbung also positiv (siehe Abbildung 1).

Etwa die Hälfte der Befragten schützt sich gegen das Sammeln personenbezogener Daten. Siehe Abbildung 2. Rund 50 Prozent der Befragten nutzen Adblocker und vermeiden (zumindest teilweise) intensiv datensammelnde digitale Dienste. Weniger als die Hälfte der Befragten benutzt spezielle datensparsame Suchmaschinen und Browser. Die restlichen Befragten geben als Gründe dafür, dies nicht zu tun, mehrheitlich an, dass sie diese Möglichkeiten nicht kennen, nicht wissen, wie man sie umsetzt, es ihnen zu aufwendig sei oder dass es nichts bringe. Etwa der Hälfte aller Befragten gelingt es also laut eigener Aussage nicht, eigenständig geeignete Maßnahmen

gegen Tracking und Datensammlung zu ergreifen, obwohl viele sich diesen Schutzwünschen. Schutzmöglichkeiten müssen daher zumindest zugänglicher, effektiver und sichtbarer gestaltet werden – oder Unternehmen könnten auf das Sammeln personenbezogener Daten verzichten (siehe Abbildung 2).

Datenschutz ist Unternehmen wichtig, doch sie sehen wenig Spielraum dafür

Auf der anderen Seite beschreiben auch die interviewten Unternehmensvertreter*innen einen geringen Handlungsspielraum, wenn sie die von den großen Playern bereitgestellten personalisierten Anzeigen einsetzen wollen: „Bestimmte Dinge kann man, wenn man am Markt teilnehmen will, gar nicht ausschließen. [...] Zum Beispiel ist eine un-

Der Energieverbrauch der Tech-Branche wird zwar vielerorts kritisch betrachtet, im Alltagsgeschäft des Online-Marketings spielen solche Bedenken aber nur eine untergeordnete Rolle.

serer wichtigsten [Einnahme-]Quellen Google als Anzeigenmedium. Da haben wir keinen Einfluss. Da müssen wir einfach mit dem Markt [gehen], sonst wären wir gar nicht vorhanden oder nicht in der Größe, wenn wir dort nicht mitmachen würden“, erklärt der Marketing-Leiter eines Online-Versandhandels.

Die von uns interviewten Unternehmen setzen sich in erster Linie mit Datenschutzthemen auseinander, da rechtliche Vorgaben wie die Datenschutz-Grundverordnung (DSGVO) sie dazu verpflichten und sie Verstöße dagegen vermeiden möchten. Nicht nur rund 80 Prozent der in der Studie befragten Haushalte, sondern auch ebenso

viele befragte Unternehmen sind der Ansicht, dass der Einsatz von KI bei der Personalisierung von Online-Werbung mindestens teilweise Nachteile für Verbraucher*innen im Bereich Datenschutz und Privatsphäre mit sich bringe (siehe Abbildung 3).

Insbesondere die für die Studie interviewten Unternehmen mit einer starken Nachhaltigkeitsorientierung beabsichtigen auch, verantwortungsvoll mit Daten ihrer Kund*innen umzugehen. So führte ein solches Unternehmen im Interview an, dass es nur die für Marketingzwecke relevanten Daten erhebe und Werbeanzeigen nur sparsam und gezielt schalte. Solche Strategien sind jedoch nicht

weit verbreitet: „Ich würde eher die Vorteile [von Personalisierung] sehen oder die Möglichkeiten, die dadurch entstehen. Für die User*innen sehe ich jetzt erstmal keine große Gefahr“, so der Marketingleiter eines kleineren Online-Marketingplatzes (siehe Abbildung 3).

Ökologische Auswirkungen: Der blinde Fleck von KI im Marketing?

Der Energieverbrauch der Tech-Branche wird zwar vielerorts kritisch betrachtet, im Alltagsgeschäft des Online-Marketings spielen solche Bedenken aber nur eine untergeordnete Rolle. Diese Entwicklung wird dadurch begünstigt, dass sich Technologien, die auf KI und Erkenntnissen der Datenwissenschaft beruhen, immer einfacher und günstiger anwenden lassen. Das führt wiederum dazu, dass der Energieverbrauch der Branche weiter steigt: „Die Technologie zur Datenverarbeitung wird immer billiger. Dadurch

WIE STARK SCHÜTZEN VERBRAUCHER*INNEN IHRE DATEN?



Abbildung 2

WIE SCHÄTZEN HAUSHALTE UND UNTERNEHMEN DIE CHANCEN UND RISIKEN VON KI-GESTÜTZTER PERSONALISIERTER WERBUNG EIN?

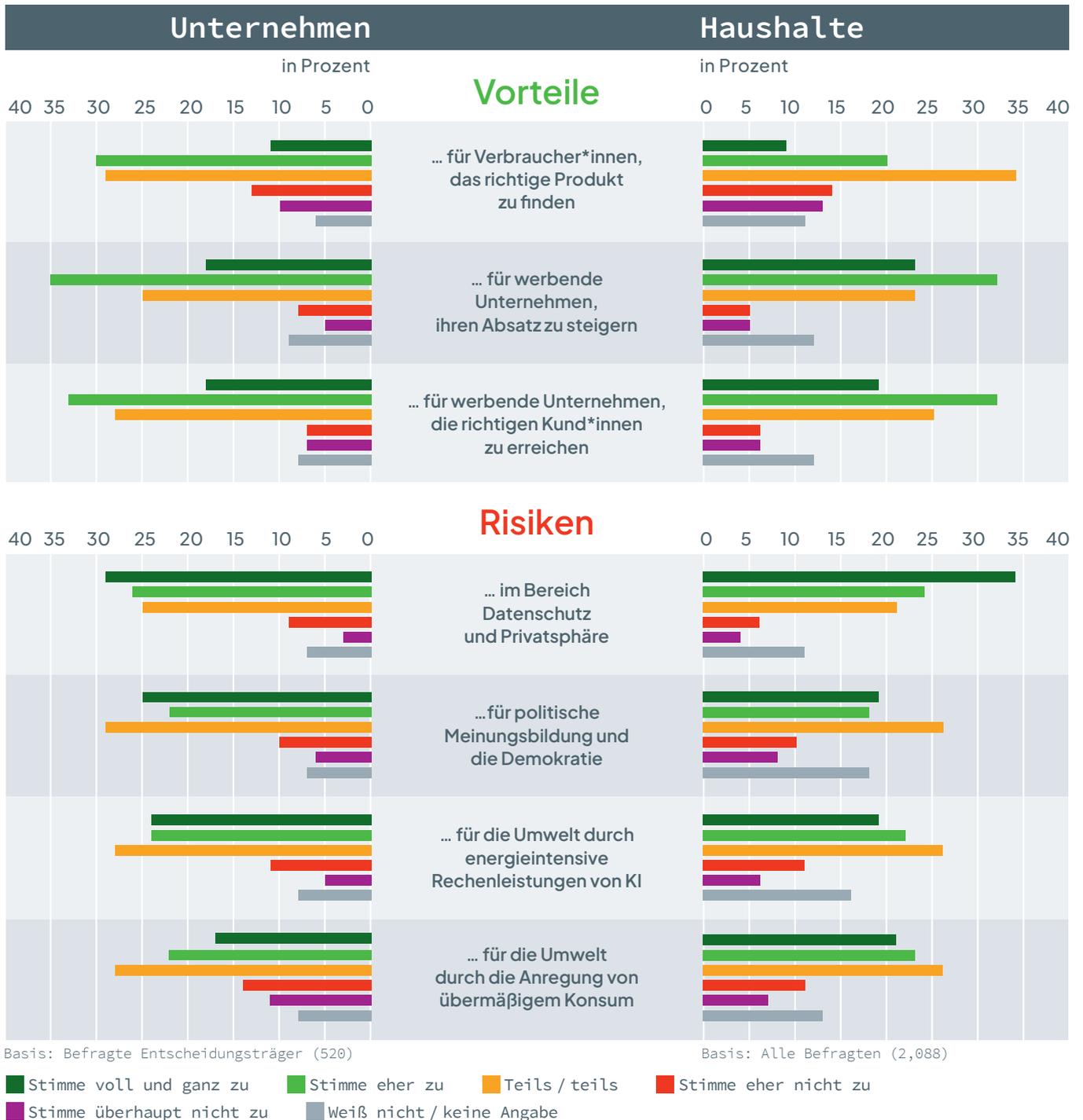


Abbildung 3

wird tendenziell weniger auf die Leistungsfähigkeit bestimmter Algorithmen geachtet. Bei Bedarf lässt sich bei Cloud-Anbietern ganz leicht die Rechenleistung hochskalieren. Wenn Sie also wollen, können Sie sich sehr ein-

fach einen sehr energieintensiven Algorithmus beschaffen, der leistungsfähig ist", erklärte ein Datenwissenschaftler einer Marketing-Agentur. Effektivität, Schnelligkeit und Kosten seien wichtiger als ökologische Effizienz, führte er

weiter aus: „Es ist kein Geheimnis, wie energieintensiv Maschinelles Lernen ist. Aber ich glaube kaum, dass versucht wird, der Umwelt zuliebe die Energieeffizienz zu erhöhen – nicht einmal von umweltbewussten Menschen.“

Größere und kleinere Anbieter bieten zwar an, den CO₂-Abdruck zu messen. Unser Interviewpartner zweifelt aber an der Durchschlagskraft solcher Maßnahmen: „Google stellt Dienste bereit, mit denen während einer Rechenleistung der CO₂-Ausstoß berechnet werden kann. [...] Manche Datenquellen sind mit einem grünen Blatt versehen, um damit zu kennzeichnen, dass dort erneuerbare Energien eingesetzt werden. Transparent ist das Ganze allerdings nicht, außerdem besteht immer die Gefahr, dass damit Greenwashing betrieben wird.“ Es sei zudem schwierig, die dominierenden Marktakteure wie Google, Microsoft oder Amazon dazu anzutreiben, dass sie transparenter und nachhaltiger werden. Dadurch werde der Handlungsspielraum werbetreibender Unternehmen begrenzt, die sich eine ökologischere Ausrichtung wünschen.

„Es werden Bedürfnisse gestillt, von denen wir vor 20 Jahren gar nicht wussten, dass wir sie haben können.“

Weitere umweltschädliche Effekte können entstehen, wenn durch Werbung mehr Produkte verkauft und dadurch auch mehr Energie und Ressourcen verbraucht werden. Es ist schwer quantifizierbar, wie sehr sich das auf die Umwelt auswirkt. Doch Unternehmen verfolgen selbstverständlich das Ziel, ihren Absatz durch Werbung zu steigern und stellen dieses Ziel nicht infrage. Die immensen Ausgaben für personalisierte Werbung legen nahe, dass durch Werbung der Konsum potenziell substantiell gesteigert wird. Ein Marketing-Mitarbeiter eines mittelgroßen Versandhandels bemerkt dazu: „[Durch Marketing] wer-

den Bedürfnisse gestillt, von denen wir vor 20 Jahren gar nicht wussten, dass wir sie haben können. Also das spricht meines Erachtens eher dafür, dass durch Marketing Bedürfnisse geweckt werden.“ Der Einsatz von KI zur Personalisierung von Werbeanzeigen dient dazu, die Interessen und Präferenzen von Nutzer*innen effektiv in Käufe umzuwandeln, indem bei ihnen solche neuen Bedürfnisse geweckt werden.

Es fehlt an Wissen bei Nutzer*innen und Unternehmen

Auf die Frage, ob sie wussten, dass in der Werbung im Internet KI zur Personalisierung eingesetzt wird, antworteten nur 55 Prozent der Befragten aus Privathaushalten mit „ja“. Nur 29 Prozent fühlen sich gut darüber informiert, wann welche Unternehmen welche Daten online von ihnen sammeln. Die Gefahren für Datenschutz und Privatsphäre werden sowohl unter Unternehmensvertreter*innen als auch in der Bevölkerung jeweils von über der Hälfte der Befragten anerkannt. Viele Privatpersonen und Unternehmen sind sich aber unsicher darüber, ob KI in der Online-Werbung auch ökologische Risiken oder Risiken für die Meinungsbildung und Demokratie mit sich bringen könnte (Abbildung 3).

Dieses mangelnde Wissen und die mangelnde Transparenz in der Marketingpraxis sind Gründe dafür, dass zivilgesellschaftliche und wissenschaftliche Akteure fordern, Datenschutz nicht auf individuelle Entscheidungen zu reduzieren, sondern ihn als gesetzlich geschütztes Grundrecht zu verfechten. Organisationen wie [Digitalcourage](#), der Chaos Computer Club (CCC) oder Netzpolitik, aber auch Unternehmen wie Mozilla oder politische Akteure wie die [EU-Kommission](#) weisen schon seit Jahren auf die [Intransparenz](#), [Überwachung](#), Manipulation und Diskriminierung in der Werbebranche hin. „Das größte Risiko sind die Manipulationsmöglichkeiten.

[...] Je detaillierter jemand durchleuchtet [...] wird, desto einfacher ist es, diese Person zu manipulieren oder ein bestimmtes Verhalten hervorzurufen“, erklärte die Vertreterin eines Vereins, der sich für digitalen Datenschutz einsetzt.

Viele zivilgesellschaftliche, wissenschaftliche und politische Expert*innen fordern daher die Kennzeichnung von Künstlicher Intelligenz in Werbekampagnen oder ein generelles [Verbot der Nutzung personenbezogener Daten in der Online-Werbung](#). Personalisiertes Online-Marketing muss reguliert und die generelle Einschränkung von Werbung diskutiert werden, um gleichermaßen die demokratische Gesellschaft und die Umwelt zu schützen.

Vollständige Studie:

Frick, V., Marken, G., Schmelzle, F. & Meyer, A. (2023). The (Un-)Sustainability of Artificial Intelligence in Online Marketing. A Case Study on the Environmental, Social and Economic Impacts of Personalised Advertising. IÖW Schriftenreihe 228/2023. ISBN 978-3-940920-33-1.



GESA MARKEN
UND VIVIAN FRICK

...sind wissenschaftliche Mitarbeiterinnen am *Institut für ökologische Wirtschaftsforschung* (IÖW). Sie erforschen die Rolle der Digitalisierung in der sozial-ökologischen Transformation.

Wie KI sich auf die Umwelt auswirkt

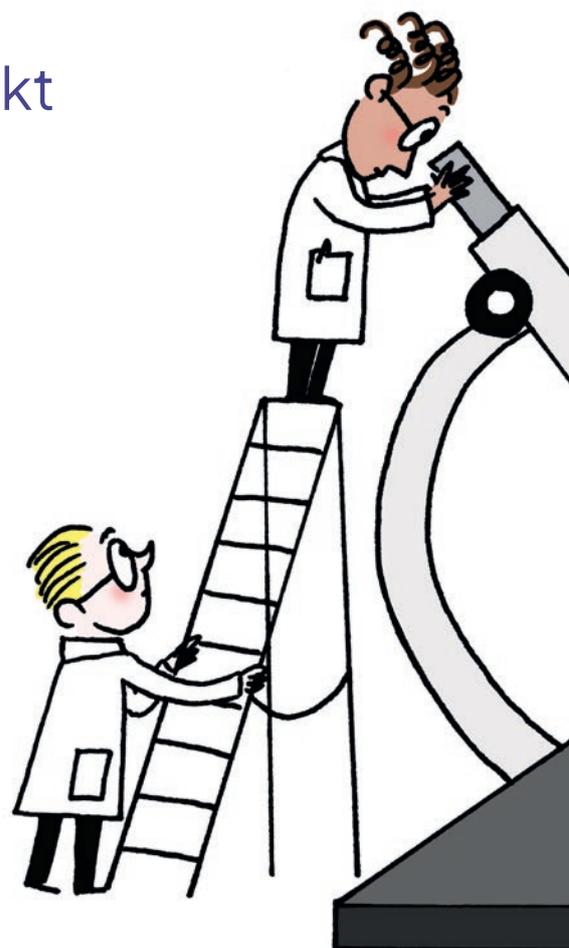
Fangt einfach an zu messen

Da immer mehr Ressourcen aufgewendet werden, Technologien Künstlicher Intelligenz zu entwickeln und anzuwenden, wird es auch immer wichtiger zu verstehen, welche Folgen diese Technologien auf die Umwelt und das Klima haben.

Die Infrastruktur, die ihnen zugrunde liegt, muss ökologisch nachhaltig sein und darf nicht dazu beitragen, dass die Belastungsgrenzen unseres Planeten noch weiter überschritten werden. Die Diskussion darüber, in welchem Verhältnis der Nutzen von KI-Systemen zu deren Umweltkosten steht, muss jedoch auf Fakten und Zahlen über den tatsächlichen Energie- und Ressourcenverbrauch beruhen – über den wir derzeit von den Entwicklern und Betreibern der Systeme nicht hinreichend informiert werden. Dieser Mangel an öffentlich zugänglichen Informationen erschwert es, über wirksame politische Maßnahmen nachzudenken und sie in die Wege zu leiten.

Die Europäische Union arbeitet derzeit die sogenannte KI-Verordnung (AI Act) aus. Das Gesetz könnte erstmals Unternehmen dazu verpflichten, die Auswirkungen bestimmter KI-Systeme auf die Umwelt zu messen und Informationen darüber zu veröffentlichen. Das Europäische Parlament hat vorgeschlagen, dass Unternehmen auch den Energie- und Ressourcenverbrauch von sogenannten Foundation Models und Hochrisiko-Systemen messen müssten. Das setzt voraus, dass in diesen Systemen Möglichkeiten zur Erhebung der relevanten Daten integriert sind.

Es ist oft zu hören, dass die Verpflichtung zum Messen der Umweltauswirkungen von KI-Systemen eine zu große Auflage sei und vor allem kleine und mittlere Unternehmen überfordere – und letztlich Innovationen im Weg stehe. Einfach anzuwendende Messmethoden existieren allerdings bereits. Mit ihnen könnten der Energieverbrauch, die Emissionen von CO₂-Äquivalenten, der Wasserverbrauch, der Verbrauch von Mineralien für die Hardware oder die Produktion von Elektroschrott unkompliziert überwacht werden, um die Nachhaltigkeit der KI-Systeme zu bewerten.



Der Blick aufs Ganze

Ohne eine umfassende Lebenszyklus-Analyse können wir den ökologischen Fußabdruck von KI-Modellen nicht angemessen erfassen. Anbieter großer Sprachmodelle (Large Language Models, LLMs) geben gerne nur an, wie hoch der direkte Energieverbrauch und die Emissionen für einen Trainingszyklus sind. So bleibt das Bild allerdings völlig unvollständig. Nehmen wir zum [Beispiel das Training des BLOOM-Modells](#). Durch den Energieverbrauch während der Trainingsphase wurden etwa 24,7 Tonnen CO₂-Äquivalente emittiert. Wenn aber die Hardware-Produktion und die Betriebsenergie in die Rechnung einfließen, verdoppelt sich der Emissionswert bereits. Darin sind allerdings noch nicht die kontinuierlichen Emissionen während der Anwendung des Modells enthalten. Es fehlen verlässliche Zahlen aus dieser sogenannten Inferenzphase, aber erste Indizien weisen darauf hin, dass [die Emissionswerte sehr hoch sind](#) – sowohl bei der Herstellung der notwendigen Hardware für die Anwendung als auch bei ihrem Betrieb. Deshalb müssen wir über den gesamten Lebenszyklus hinweg messen, wie sich KI-Systeme auf das Klima auswirken – angefangen bei der Rohstoffgewinnung bis hin zur Entsorgung – um auf einer soliden Wissensbasis fundierte Entscheidungen treffen und gezielte Klimaschutzmaßnahmen ergreifen zu können (siehe dazu die Grafik rechts).



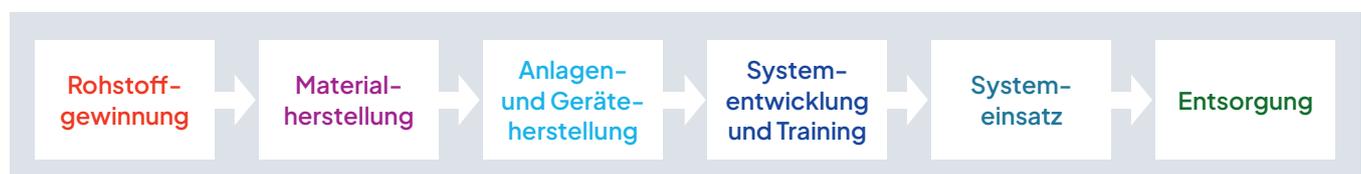
Wir wissen zwar, dass der Betrieb von Rechenzentren und die Hardware-Produktion erheblich zu den weltweiten Kohlenstoffdioxid-Emissionen beitragen, doch es fehlen spezifische und aussagekräftige Daten darüber, welchen Anteil KI-Systeme daran haben. Das betrifft die Herstellung und Entsorgung ihrer Hardware sowie ihren Energieverbrauch samt allen daraus resultierenden Umweltschäden, also die CO₂-Emissionen, die Umweltverschmutzung, den Ressourcen- und den Wasserverbrauch.

Die relevanten Daten aufzeichnen

Unternehmen können bereits jetzt einen Großteil der Daten, die zur Beurteilung der Nachhaltigkeit von KI-Systemen notwendig

sind, automatisch aufzeichnen und melden, etwa die Betriebsdaten von Computersystemen, also wie häufig Berechnungen durchgeführt werden und wie lange diese Prozesse dauern. Wenn solche Metadaten in einer Tabelle gespeichert werden, können damit Effizienzmetriken erstellt werden. Kennzahlen wie die „Power Usage Effectiveness“ (PUE) zeigen beispielsweise, wie viel Energie ein Rechenzentrum für Berechnungen im Verhältnis zu seinem Gesamtenergiebedarf verbraucht. Durch diesen Parameter lässt sich die Energie-Effizienz von Rechenzentren vergleichen. Auf der Grundlage des ermittelten Stromverbrauchs, des Energiemixes des Rechenzentrums, der Kohlenstoffintensität des Energienetzes und der prozentualen CO₂-Kompensation der Anbieter können wiederum die Emissionen errechnet werden.

LEBENSZYKLUS-PHASEN VON KI-SYSTEMEN



Quelle: Luccioni et al. 2022

Allein während der Systementwicklung und des Trainings sollten alle in der unten stehenden Tabelle aufgeführten Daten erfasst werden, um den Energieverbrauch der KI-Systeme umfassend bewerten und vergleichen zu können. Ähnliche Anforderungen können für alle anderen Umweltauswirkungen formuliert werden: die Emissionen, den Wasserverbrauch, den Abbau von Mineralien oder die Entsorgung der Hardware.

Detaillierte und standardisierte Dokumentationen sind notwendig

Der Lebenszyklus-Ansatz zeigt, dass verschiedene Akteursgruppen genaue Messungen bereitstellen müssen. Hardware-Hersteller wie Nvidia sollten beispielsweise Umweltdaten zu Produkten offenlegen, die häufig bei der Entwicklung und Anwendung von KI-Modellen zum Einsatz kommen.

Es gibt bereits eine Reihe von Messmethoden zur Bewertung der Umweltauswirkungen während der Systementwicklung und des Trainings, der Materialgewinnung, der Hardware-

Herstellung und der Entsorgung, ebenso verschiedene Messinstrumente, um den CO₂-Ausstoß zu ermitteln. Manche Hardware-Hersteller geben bereits für einige ihrer Produkte Emissionswerte an. Weitere Ansätze zur Bewertung der Umweltauswirkungen im Zuge der konkreten Nutzung eines Systems müssen noch entwickelt werden – zum Beispiel verlässliche Metriken und vergleichbare Maßeinheiten zur Bewertung der Emissionen während des Systemeinsatzes (siehe dazu die Grafik rechts).

Die Messung von Umweltauswirkungen während des Systemeinsatzes

Verfahren und Methoden zur Bewertung der Umweltauswirkungen während der Systemverwendung wurden noch nicht etabliert. Entwickler von KI-Systemen können deren Energieverbrauch während des Trainings erfassen. Die im Rahmen der KI-Verordnung diskutierten Vorgaben zur Dokumentation des Energieverbrauchs lassen sich jedoch höchstwahrscheinlich nicht unmittelbar auf die Inferenz übertragen.

ENERGIEVERBRAUCH WÄHREND DER SYSTEMENTWICKLUNG UND DES TRAININGS

Einflussgröße	Angabe	Prozess	Zweck	Quelle
Energie	Eingesetzte Hardware (z.B. die Anzahl der GPU-Modelle)	Dokumentation	- Berechnung des Energieverbrauchs und der dadurch verursachten Emissionen - Ressourcenverbrauch bei der Herstellung	Anbieter / Rechenzentrum
	Anzahl der Gleitkommaoperationen pro Sekunde (FLOPS)	Dokumentation	Berechnung des Energieverbrauchs und der dadurch verursachten Emissionen	
	Rechenzeit	Dokumentation	Berechnung des Energieverbrauchs und der dadurch verursachten Emissionen	
	Betriebsstunden der GPU (der Hardware entsprechend)	Dokumentation	Berechnung des Energieverbrauchs und der dadurch verursachten Emissionen	
	Verbrauchte Energie	Dokumentation	Berechnung der Emissionen	
	Power Usage Effectiveness der Rechenzentren (PuE)	Dokumentation	Berechnung des Energieverbrauchs und der dadurch verursachten Emissionen	
	Energieverbrauch der Hardware: - Verbrauch der Infrastruktur (ohne Rechenleistung) - Verbrauch im Leerlauf (im Standby-Modus) - Dynamischer Verbrauch (im Rechenbetrieb)	Dokumentation/ Informationsanfrage	Berechnung des Energieverbrauchs und der dadurch verursachten Emissionen	

ÜBERSICHT VON METHODEN ZUM KI-LEBENSZYKLUS

	Rohstoff-gewinnung	Material-herstellung	Anlagen- und Geräte-herstellung	System-entwicklung und Training	System-einsatz	Entsorgung
Energie	●	●	●	●	●	
Emissionen (CO ₂ -Äquivalente)	●	●	●	●	●	
Wasser	●	●	●	●	●	
Mineralien	●	●				●
Elektro-schrott						●

Der Energieverbrauch im Laufe der Anwendungsphase und das Ausmaß der dabei erzeugten Emissionen müssen also geschätzt werden. Dazu schlagen wir zwei grundlegende Optionen vor, die auch kombiniert werden könnten:

- Vor der Markteinführung eines KI-Produkts werden auf der Grundlage von Testläufen oder vorzugsweise Simulationen verschiedene Standard- Einsatzszenarien (niedrige, mittlere, hohe Auslastung) bewertet.
- Nach der Markteinführung sollte der faktische durchschnittliche Energieverbrauch über einen bestimmten Zeitraum hinweg berechnet werden. Dadurch ließen sich die geschätzten Standard- Einsatzszenarien bewerten und anpassen, falls sie wesentlich vom tatsächlichen Wert abweichen.

Mehr Transparenz ist machbar – und längst überfällig

Es mangelt nicht an technischen Möglichkeiten, um die Umweltauswirkungen von KI-Systemen zu messen. Bisher fehlt es am politischen Willen, KI nachhaltiger zu gestalten. Dies ist umso unverantwortlicher, als KI eine ressourcen- und energieintensive Technologie ist, die immer stärker in alle Lebensbereiche einfließt. Deswegen sind verlässliche Daten über die Umweltauswirkungen von KI-Systemen unerlässlich. Das Europäische Parlament hat einige wichtige Schritte in die richtige Richtung unternommen, damit KI die Umwelt, das Klima, die Menschen und den Planeten nicht noch mehr belastet. Aber sie gehen nicht weit genug. Grundsätzlich müssen klare und umfassende Vorgaben für öffentlich zugängliche Umweltdaten eingeführt werden. Dadurch könnten KI-Systeme ökologisch

nachhaltiger werden, gleichzeitig aber auch deren Risiken, schädliche Folgen und Vorteile weltweit gerechter verteilt werden. Wenn die EU es ernst mit ihrem Vorhaben meint, den Einsatz von KI auf das Wohl der Menschheit auszurichten, dann sollte das für alle Menschen gelten – und nicht nur für Europäer*innen. In welcher Form auch immer die KI-Verordnung schließlich in Kraft treten wird: Menschen werden vor den negativen Folgen von KI-Systemen nur dann wirklich geschützt, wenn ihre Auswirkungen auf die Umwelt effektiv überwacht werden.



DR. ANNE
MOLLEN

... ist Post-Doc-Researcher an der Universität Münster und Senior Research Associate bei *Algorithm-Watch*. Sie forscht zur Nachhaltigkeit von Systemen des automatisierten Entscheidens (automated decision-making, ADM) und geht Fragen nach, die sich aus deren Einsatz für die globale Gerechtigkeit ergeben.



KILIAN
VIETH-DITLMANN

... ist stellvertretender Leiter des Policy- und Advocacy-Teams bei *AlgorithmWatch*. Seine Arbeit konzentriert sich auf den staatlichen Einsatz von algorithmischen Entscheidungssystemen und auf die Nachhaltigkeit von KI-Technologien.

Die Energie fressenden Gebote unserer Konsumkultur



Was für das Internet insgesamt gilt, gilt auch für digitale Werbeanzeigen: Der CO₂-Ausstoß nimmt durch sie zu. Aktuell sind knapp zwei Milliarden Websites online und die Zahl der auf ihnen geschalteten Anzeigen schnell in die Höhe.

Der CO₂-Abdruck der digitalen Welt könnte sogar noch größer sein als der der Luftfahrtindustrie.¹ Dennoch wissen 60 Prozent aller Konsument*innen nicht, dass digitale Anzeigen und das Surfen im Internet Emissionen verursachen, wie in einer [aktuellen Studie](#) zu lesen ist.

Das Tracking-basierte Ökosystem für Online-Werbung verschlimmert die Klimakrise in dreierlei Hinsicht:

Erstens beruhen die technischen Prozesse, mit denen Daten gesammelt und im Anschluss Profile von Nutzer*innen erstellt werden, in immer größerem Ausmaß auf komplexen Systemen Maschinellen Lernens, wodurch zusätzliche CO₂-Emissionen freigesetzt werden. Das Internet hat global einen Anteil von vier Prozent an diesen Emissionen, digitale Werbeanzeigen tragen erheblich dazu bei. Von den durch digitale Dienste hervorgerufenen Emissionen wird erwartet, dass sie sich bis 2025 verdoppeln werden.

Zweitens dienen Werbeanzeigen dazu, uns zum Kauf von Dingen zu animieren, die wir nicht unbedingt brauchen. *Purpose Disruptors* – ein Netzwerk von Marketing-Experten, die sich für ein größeres Umweltbewusstsein in der Branche einsetzen – hat jüngst eine [Studie](#) veröffentlicht, in der geschätzt wird, dass personalisierte Anzeigen 2022 im Vereinten Königreich durch einen größeren Konsum für einen Anstieg der Pro-Kopf-Emissionen von 32 Prozent gesorgt haben.

Drittens ist Tracking-basierte Werbung ein Mittel, um die Gesellschaft zu spalten. Dieselben Algorithmen, die zu Werbezwecken

Nutzungsprofile erstellen, eignen sich auch als Tools dafür, in sich abgeschlossene Parallelrealitäten und Desinformationen über die Klimakrise zu verbreiten. Dadurch schaffen sie Bedingungen, unter denen die gesamte Demokratie gefährdet ist und eine faire und ambitionierte Klimapolitik in weite Ferne rückt. Da bereits in anderen Publikationen ausgiebig über diesen Aspekt berichtet wurde, werde ich mich hier auf den CO₂-Ausstoß konzentrieren, den Werbetechniken indirekt verursachen, indem sie zum Konsum anregen.

Energie verschwendende Auktionen

Eine einzige digitale Werbeanzeige verbraucht relativ wenig Energie, durch die Anzahl solcher Anzeigen ist die globale Wirkung sehr groß. Ryan Cochrane, der Geschäftsführer der global operierenden AdTech-Plattform *Good-Loop*, [schätzt](#), dass die Anzahl der Gebote im Werbe-Ökosystem die täglich acht Billionen Transaktionen an der New Yorker Börse um das 2.000-fache übersteigen. Einer [Hochrechnung](#) des *Irish Council of Civil Liberties* zufolge werden bei den Echtzeit-Auktionen der Werbebranche jährlich 178 Billionen Anzeigen in den USA und Europa platziert.

[Neue Daten](#) zeigen, dass der Energiebedarf für eine einzige Ad Impression, also den Aufruf einer Anzeige auf einem Server, ungefähr einem Gramm CO₂-Emission entspricht. Dieser Wert beinhaltet den Energieverbrauch auf den einzelnen Geräten von Endnutzer*innen sowie den Energieverbrauch durch die Daten- und den Anzeigenserver. Darin sind Aktivitäten wie das Sammeln, Verarbeiten, Speichern und Verwalten von Daten sowie das Erstellen von detaillierten Nutzungsprofilen enthalten. Hinzu kommt, dass viele der komplexen Algorithmen des Maschinellen Lernens, die Rohdaten so verarbeiten, dass sie für die

¹ Lancaster University, "Emissions from computing and ICT could be worse than previously thought", 2021



Anzeigenvergabe verwertbar und wertvoll werden, extrem viel Strom verbrauchen. In einer aktuellen Studie von *Global Action Plan* heißt es, dass in etwa ein Prozent des gesamten globalen Energieverbrauchs von Online-Werbung verursacht wird.

Der größte Teil davon ist reine Verschwendung. Der ganze Energieverbrauch hat nämlich nicht unbedingt zur Folge, dass irgendwo auch nur eine einzige Anzeige platziert wird. Das liegt an dem zugrunde liegenden Auktionssystem. Für jede der Billionen Anzeigen, die täglich geschaltet werden, gibt es etliche Gebote für die einzelnen Platzierungen – manchmal gehen sie in die Tausende. Durch die Geschäftslogik hinter diesem System wird sichergestellt, dass für jede Platzierung der höchste Preis gezahlt wird. Der Preis dafür wiederum ist, dass die vom AdTech-Ökosystem verursachten Emissionen explodieren.

Außerdem laufen viele Online-Anzeigen auf Betrugsversuche hinaus. Dieses Problem geht so weit, dass der globale Werbetreibenden-Verband *World Federation of Advertisers* das jährliche Wertvolumen von betrügerischen Anzeigen auf bald über 50 Milliarden US-Dollar schätzt. Sie sind nach dem Drogenhandel sogar die zweitgrößte Einnahmequelle des organisierten Verbrechens. Die AdTech-Industrie selbst beziffert den Wert von betrügerischen Anzeigen auf etwa vier Prozent des gesamten Branchenwerts, während die unabhängige Forschung ihn bei über 25 Prozent ansetzt. In Anbetracht der schieren Anzahl an täglich geschalteten Online-Anzeigen ist das ein gewaltiges Ausmaß – unabhängig davon, welche dieser Schätzungen zutrifft.

Kauft!

Die Werbeindustrie generiert jährlich Hunderte von Milliarden an Umsätzen, was, es sei nochmals gesagt, sich sehr nachteilig

auf den CO₂-Fußabdruck der Konsument*innen auswirkt, da sie zum Kaufen animiert werden. Das *New Weather Institute* kam zu dem Schluss, dass die Werbeindustrie indirekt eine Ursache für die Umweltzerstörung und die Klimakrise sei, da sie materialistische Werte verbreite und zu materialistischem Handeln auffordere, wie stichhaltige empirische Beweise nahelegen. Alle, die in der Werbung arbeiten, sollten sich der unbequemen Wahrheit stellen, dass sie „umso mehr Schaden anrichten, je besser sie in ihrem Job sind“.

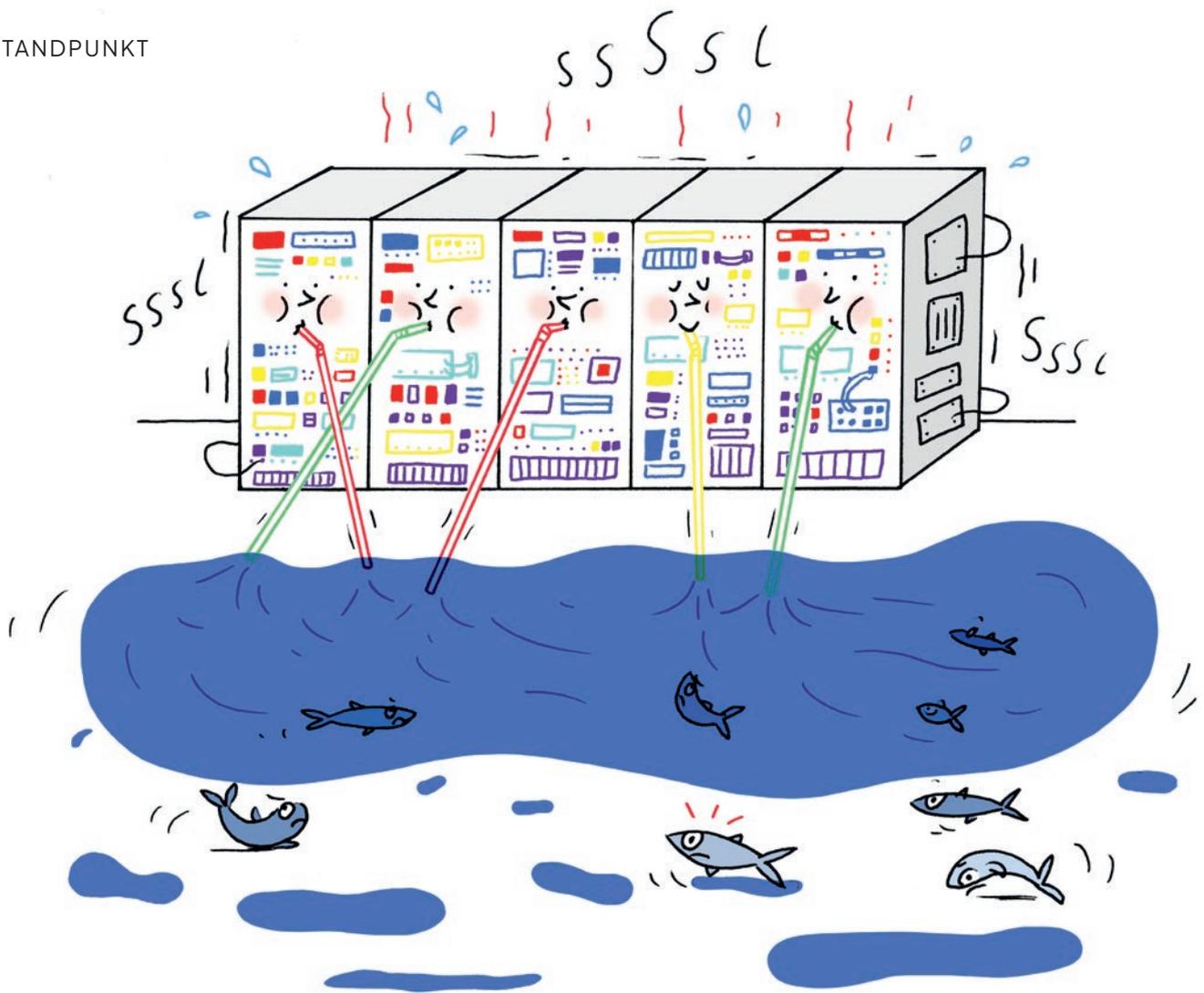
Zum Glück gibt es schon eine Alternative: Um die schädlichen Auswirkungen auf das Klima zu reduzieren, die AdTech mitverantwortet, müssen wir auf Kontext-Targeting umsteigen. Solche semantischen Targeting-Systeme greifen auf den Kontext der Inhalte auf einer Webseite zurück, um darauf nur kontextuell sinnvolle Werbung anzuzeigen. Sie werden also nicht allen Nutzer*innen einer Website angezeigt, sondern nur den Besucher*innen einer bestimmten Webseite. Allein dadurch wird bereits die Anzahl der notwendigen Datenverarbeitungsprozesse deutlich reduziert – und daraus folgend auch der damit verbundene Energieverbrauch. Durch Kontext-Targeting wird nicht nur das Sammeln von Massen an persönlichen Daten hinfällig, um damit Nutzungsprofile zu erstellen. Außerdem geht dadurch die Anzahl der Ad Impressions für die einzelnen Gebote im Online-Auktionssystem zurück, was sich ebenso vorteilhaft auf den Energieverbrauch auswirkt.

Wir können nicht ernsthaft erwarten, dass die Werbeindustrie freiwillig von einem System abrückt, das sich für sie als wahre Gelddruckmaschine erwiesen hat. Deshalb müssen wir unbedingt Entscheidungsträger*innen davon überzeugen, Anzeigen-Targeting zu verbieten, das auf dem Sammeln persönlicher Daten beruht – so wie der Digital Services Act der Europäischen Union auf Kinder ausgerichtetes Targeting verboten hat. Nur so kann der klimaschädliche Einfluss von AdTech deutlich eingedämmt werden.



DUNCAN
MCCANN

... ist Leiter der Abteilung „Accountability“ bei *5Rights*, einer gemeinnützigen, international tätigen NGO, die sich für die digitalen Rechte von Kindern und Jugendlichen einsetzt. Zuvor leitete er das Programm für digitale Wirtschaft bei der *New Economics Foundation*. Er hat eine juristische Ausbildung und war über zehn Jahre lang bei *Cisco Systems* in der Technologiebranche tätig.



Wasser ist das neue CO₂

Durch die Fortschritte auf dem Gebiet des Deep Learning, das zur Analyse großer Datensätze künstliche neuronale Netze verwendet, hat Künstliche Intelligenz sich zu einem wahren Zugpferd entwickelt: Die neuen technologischen Möglichkeiten führen zu wissenschaftlichen Durchbrüchen, beschleunigen Unternehmenswachstum und scheinen sich als Lösungen für globale Herausforderungen in wichtigen Bereichen wie der Klimakrise anzubieten.

Die KI-Systeme können aber nur so gut funktionieren, wenn die entsprechenden Rechenkapazitäten vorhanden sind. Es ist nämlich sehr rechenintensiv, beim Training verwertbare Muster in Datensätzen zu finden und während der Inferenz, also der Anwendungsphase der KI-Systeme, zu prüfen, ob die darauf

beruhenden Vorhersagen auch eintreffen. Daher werden KI-Modelle – insbesondere große generative Modelle wie GPT-3 und LaMDA – in der Regel auf großen Server-Clustern mit jeweils mehreren Grafikprozessoren (GPUs) trainiert, die wahre Stromfresser sind. Um den enormen Energiebedarf von KI-Systemen zu drosseln, wird es Zeit, dass wir uns ihren ökologischen Fußabdruck in seinem gesamten Ausmaß ansehen.

Während ein geringer CO₂-Fußabdruck inzwischen als Indikator für Nachhaltigkeit ins öffentliche Bewusstsein gerückt ist, wird der Wasserfußabdruck von KI-Systemen – das für die Stromerzeugung und die Kühlung der Server verbrauchte Frischwasser – noch zu wenig beachtet. Selbst wenn wir den massiven Wasserverbrauch bei der Herstellung von Computerchips außer Acht lassen, können beim Training großer Sprachmodelle wie GPT-3 und LaMDA Millionen Liter Frischwasser für die Kühlung der Kraftwerke und KI-Server verdampfen. Dies ist umso besorgniserregender, als Wasser durch ein rasantes Bevölkerungswachstum und/oder veraltete Wasserinfrastrukturen immer knapper wird, insbesondere in dürregefährdeten Gebieten. Die Wasserknappheit ist zu einer der größten globalen Herausforderungen geworden. Trotz aller Effizienzgewinne, die auf dem

Gebiet der Künstlichen Intelligenz beim Ressourcenverbrauch erzielt werden, führt die exponentiell gestiegene Nachfrage danach zu einem immer größeren Wasserfußabdruck. Der direkte Wasserverbrauch von Google ist beispielsweise zwischen 2021 und 2022 um 20 Prozent gestiegen und hat sich in bestimmten Dürregebieten sogar verdoppelt. In diesem Zeitraum verzeichnete Microsoft einen Anstieg seines direkten Wasserverbrauchs um 34 Prozent.

Der durch den Stromverbrauch beim Training von KI-Systemen verursachte indirekte CO₂-Fußabdruck nach Scope-2 wird routinemäßig auf der Model Card eines veröffentlichten KI-Modells festgehalten. Dagegen wird noch nicht einmal der direkte Wasserverbrauch durch das Training des KI-Modells auf der Model Card verzeichnet, ganz zu schweigen von dem indirekten Wasserverbrauch durch den Stromverbrauch. Das Vorenthalten von Informationen über den KI-Wasserfußabdruck ist genauso fahrlässig, wie wenn auf einem Lebensmittel-Etikett der Kaloriengehalt nicht angegeben wäre. Ein solcher Mangel an Transparenz steht nicht nur Innovationen im Weg, durch die Wasser nachhaltig genutzt werden könnte. Er ist auch schwer mit den jüngsten Aussagen der großen Technologiekonzerne zum Thema Wasser zu vereinbaren. Google kündigte zum Beispiel an, dass es bis 2030 wasserneutral werden wolle.

Die Entwickler von KI-Modellen müssen dringend Maßnahmen ergreifen, um den wachsenden Wasserverbrauch einzudämmen. Ein erster und wichtiger Schritt bestünde darin, die Transparenz zu erhöhen und öffentlich Angaben darüber zu machen, wie viel Wasser für das Training und die Inferenz von KI-Modellen verbraucht wird, sowohl direkt für die Kühlung von Servern als auch indirekt für die Stromerzeugung zur Versorgung der Server. Der KI-Wasserfußabdruck sollte auf der Model Card verzeichnet werden. Erst wenn genaue Informationen darüber vorlägen, würde der ökologische Fußabdruck ganzheitlich abgebildet werden. Diese Maßnahme würde aktuelle

Bemühungen ergänzen und unterstützen, die Wasserversorgung nachhaltiger zu gestalten, zum Beispiel wassersparende Techniken zur Kühlung von Servern in KI-Systeme zu integrieren. Wenn der KI-Wasserfußabdruck transparenter werden würde,

könnten Entwickler*innen außerdem die räumliche und zeitliche Flexibilität von KI stärker nutzen und KI-Modelle dort trainieren und einsetzen, wo ein kleinerer Fußabdruck zu erwarten ist. Außerdem würde es Abwägungsspielräume eröffnen: Wenn ein KI-Modell zum Beispiel in einem Dürregebiet eingesetzt werden soll, wäre es wahrscheinlich sinnvoller, ein kompaktes Modell mit einem kleineren Wasserfußabdruck zu verwenden als das vollständige, ressourcenintensivere Modell. Durch Angaben zum KI-Wasserfußabdruck könnte auch die durch KI-Systeme beschleunigte ökologische Ungerechtigkeit abgefedert werden. Wir könnten KI-Arbeitslasten verschieben, um den KI-Wasserfußabdruck über verschiedene Regionen hinweg auszugleichen, statt benachteiligte und dürrgeplagte Regionen unverhältnismäßig stark unter den negativen Auswirkungen leiden zu lassen.

Wir dürfen beim Wasserfußabdruck von KI-Systemen nicht länger wegschauen. Er muss im Zuge der globalen Bekämpfung von Wasserknappheit mit Priorität behandelt werden. Der erste Schritt dazu wäre so einfach: Der KI-Wasserfußabdruck müsste gemessen und die Ergebnisse veröffentlicht werden.

Wie durstig ist KI?

ChatGPT benötigt 500 Milliliter Wasser für einen einfachen Dialog mit 20 bis 50 Fragen und Antworten. Da der Chatbot mehr als 100 Millionen aktive Nutzer*innen hat, von denen alle mehrere Dialoge eröffnen, ist der Wasserverbrauch von ChatGPT schwindelerregend. Und diese Zahlen beziehen sich nur auf den Anwendungsmodus: Das Training von GPT-3 in den State-of-the-Art-Rechenzentren von Microsoft in den USA kann direkt 700.000 Liter sauberes Frischwasser verbrauchen, was für die Produktion von 370 BMWs oder 320 Teslas ausreichen würde. Der Wasserverbrauch beim GPT-3-Training würde sich sogar verdreifachen, wenn es in den asiatischen Microsoft-Rechenzentren stattfände. Bisher werden solche Informationen aber geheim gehalten.

Diese Schätzungen sind in der Studie *Making AI Less „Thirsty“: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models* zu finden. (Eine Peer-Review der Studie steht noch aus.) Deren Autoren haben öffentlich zugängliche Datenquellen ausgewertet und stellen einen Ansatz vor, um systematisch zu evaluieren, wie viel Wasser KI in der Entwicklung und Anwendung benötigt. Sie erklären, wie Entwickler den Wasserfußabdruck ihrer KI-Modelle verringern und die Wassereffizienz erhöhen könnten, wenn sie das Training und die Inferenz der Modelle über verschiedene Orte und Zeiten verteilen würden.

[Making AI Less „Thirsty“: Uncovering and Addressing the Secret Water Footprint of AI Models von Pengfei Li, Jianyi Yang, Mohammad A. Islam, Shaolei Ren](#)



SHAOLEI
REN

... ist Associate Professor für Elektrotechnik und Informatik an der University of California, Riverside. Sein Forschungsschwerpunkt liegt auf KI und Nachhaltigkeit, um eine ökologisch nachhaltige und gerechte Zukunft zu schaffen.

Das SustAIIn-Projekt endet, die Arbeit an nachhaltiger KI beginnt



Die dritte Ausgabe des SustAIIn-Magazins markiert den **Schlusspunkt** unseres Projekts „SustAIIn: Der Nachhaltigkeitsindex für Künstliche Intelligenz“. Die wichtigsten Projektergebnisse sind unter <https://sustain.algorithmwatch.org/> weiter verfügbar:

- ▶ Die drei Ausgaben des SustAIIn-Magazins
- ▶ Unser Self-Assessment-Tool für Organisationen, die **ermitteln möchten**, wie nachhaltig ihre KI-Systeme sind
- ▶ Unsere Guidelines für eine nachhaltige Entwicklung von KI-Systemen

Das Projekt hat eine Grundlage dafür geliefert, die **Diskussion** über die Nachhaltigkeit von KI anzustoßen. Wir haben mit unseren Nachhaltigkeitsindikatoren gezeigt, dass sich die Nachhaltigkeit von KI-Systemen nicht allein durch deren Energieverbrauch definiert, sondern entlang der KI-Wertschöpfungskette auch der Datenschutz, ungerechte globale Verhältnisse, die Arbeitsbedingungen für Menschen, die an der Herstellung der Systeme mitwirken, oder auch niedrigere Markteintrittsbarrieren in der KI-Industrie berücksichtigt werden müssen.

Jetzt sind die Entscheidungsträger*innen in Politik, Gesellschaft und Industrie gefragt. Wir haben Anregungen dazu gegeben, wie KI-Systeme nachhaltiger gestaltet werden können – die Umsetzung muss folgen.

Gleichzeitig bleiben viele Fragen offen: Wie gehen wir mit Widersprüchen zwischen den Nachhaltigkeitskriterien um? Wie hoch darf angesichts der Leistungsfähigkeit bestimmter KI-Systeme deren Energieverbrauch sein? Wie lässt sich die Marktkonzentration in der KI-Industrie aufheben? Um solche Fragen zu beantworten, sind dringend mehr Forschung und eine größere Bereitschaft notwendig, KI nachhaltiger zu machen.

Impressum

SustAln-Magazin #3

Oktober 2023

Online verfügbar unter
<http://bit.ly/SustainDE>

Herausgeber

AW AlgorithmWatch gGmbH
Verantwortlicher (gemäß § 5 TMG und § 55 RStV): Matthias Spielkamp
Linienstr. 13
10178 Berlin
Deutschland

Inhaltliche Leitung

Anne Mollen & Kilian Vieth-Ditlmann

Redaktionelle Leitung

Waldemar Kesler

Inhaltliche Mitarbeit

Vivian Frick (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung)
Gesa Marken (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung)
Andreas Meyer (DAI Labor, TU Berlin)
Friederike Rohde (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung)
Frieder Schmelzle (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung)
Josephin Wagner (Institut für ökologische Wirtschaftsforschung)

Illustrationen

Juliette Baily
Kevin Lucbert
Beate Autering

Presse- und Öffentlichkeitsarbeit

Marc Thümmler

Gestaltung / Layout

Beate Autering

Entstanden im Rahmen des Projekts
„SustAln: Der Nachhaltigkeitsindex für Künstliche Intelligenz“



Projektpartner:



Diese Publikation steht unter der Lizenz Creative Commons Namensnennung 3.0 Deutschland:
<https://creativecommons.org/licenses/by/3.0/de/legalcode>

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages



Projektpartner:

AlgorithmWatch

AlgorithmWatch ist eine gemeinnützige Forschungs- und Advocacy-Organisation mit dem Ziel, Systeme automatisierter Entscheidungsfindung (ADM) und deren Auswirkungen auf die Gesellschaft zu beobachten und zu analysieren. Eine Säule unserer Arbeit ist die Auseinandersetzung mit ADM-Systemen und Nachhaltigkeit. <https://algorithmwatch.org/de/>



Institut für ökologische Wirtschaftsforschung

Das IÖW ist ein führendes wissenschaftliches Institut auf dem Gebiet der praxisorientierten Nachhaltigkeitsforschung. Wir erarbeiten Strategien und Handlungsansätze für ein zukunftsfähiges Wirtschaften – für eine Ökonomie, die ein gutes Leben ermöglicht und die natürlichen Grundlagen erhält. Seit über 30 Jahren beschäftigen wir uns mit Zukunftsfragen und finden immer wieder neue, oft auch ungewöhnliche Antworten. <https://www.ioew.de/>



Distributed Artificial Intelligence Labor

Das DAI-Labor an der TU Berlin sieht sich als Mittler zwischen universitärer Forschung und industrieller Verwertung. Mit unserem interdisziplinären Team erzeugen wir Innovationen und überführen universitäre Forschung in Anwendungen des täglichen Lebens. Dies geschieht in enger Kooperation mit anderen wissenschaftlichen und industriellen Institutionen. <https://dai-labor.de/>

