

Mit Künstlicher Intelligenz zu nachhaltigen Geschäftsmodellen

Whitepaper

Boll, S. & Schnell, M. et al.
Arbeitsgruppe Geschäftsmodellinnovationen



Kurzfassung

Emissionsreduzierung, Ressourcenschonung und Effizienzgewinne – Künstliche Intelligenz (KI) bietet viele Potenziale, nachhaltige Geschäftsmodelle zu entwickeln sowie bestehende Prozesse zu optimieren. Der Klimawandel zählt ebenso wie der digitale Wandel zu den prägendsten Veränderungen in unserer Gesellschaft und gleichzeitig zu einer der größten Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Beide Veränderungen lösen bereits heute tiefgreifende Transformationsprozesse in verschiedenen Gesellschaftsbereichen aus. KI gilt im Nachhaltigkeitskontext als Schlüsseltechnologie: So kann KI zur Effizienzsteigerung bestehender Prozesse, zur Umsetzung innovativer, datengetriebener und plattformbasierter Geschäftsmodelle, zur Reduzierung unseres Energie- und Ressourcenverbrauchs sowie zur Entwicklung nachhaltiger Produkte, Dienstleistungen und Mobilitätskonzepte beitragen. Gleichzeitig muss der hohe Energieverbrauch beim Einsatz von KI-Technologien sorgsam abgewogen und langfristig reduziert oder kompensiert werden, um Rebound-Effekte zu vermeiden.

Expertinnen und Experten der Arbeitsgruppe Geschäftsmodellinnovationen der Plattform Lernende Systeme haben hierzu die Bedeutung von KI-Technologien für nachhaltige Geschäftsmodelle sowie Potenziale KI-basierter Geschäftsprozessoptimierungen für mehr Nachhaltigkeit entlang von drei Dimensionen untersucht:



Nachhaltigkeit von KI: Der große Energieverbrauch von KI steht den Effizienzgewinnen gegenüber. Die Potenziale von KI-Technologien können nur dann voll ausgeschöpft werden, wenn Kosten, Aufwand sowie Nutzen vor dem Hintergrund eines möglichst niedrigen Ressourcenverbrauchs sorgfältig abgewogen werden. Zum einen kann durch neue Methoden des Lernens, die Wiederverwendung von Modellen und effizientere Hardware die benötigte Energie reduziert werden. Zum anderen kann die Abwärme von Rechenzentren genutzt werden, um den Energieverbrauch in anderen Bereichen (z. B. für Gebäudebeheizung, Kühlen von Anlagen) zu reduzieren.

Nachhaltigkeit durch KI: Für die Bewältigung des Klimawandels müssen Emissionen reduziert werden, was Veränderungen unter anderem in den Bereichen Mobilität, Land-, Energie- und Kreislaufwirtschaft erforderlich macht, gleichzeitig sind Anpassung an die Folgen des Klimawandels sowie Planung der Widerstandsfähigkeit und des Katastrophenmanagements auf der Grundlage eines Verständnisses des Klimas und extremer Ereignisse nötig. Vom Start-up über den Mittelständler zum Großkonzern – Unternehmen sind Haupttreiber bei der Entwicklung von KI-Anwendungen, viele bringen inzwischen KI-basierte Lösungen auf den Markt, die helfen, Umweltbelastungen zu reduzieren, Systeme und Prozesse ressourceneffizienter zu gestalten und das Systemverständnis von Umwelt und Klima zu verbessern. Gleichzeitig gibt es auch an Hochschulen und Universitäten viele anwendungsbezogene Forschungsprojekte, um Prozesse oder Geschäftsmodelle mithilfe von KI „grüner“ zu machen.

Nachhaltigkeit mit KI: Künstliche Intelligenz kann auch dafür eingesetzt werden, die Nachhaltigkeit von Unternehmen zu monitoren, zu bewerten bzw. das Investment in Unternehmen an bestimmte Nachhaltigkeitskriterien zu koppeln. Auch beim Naturschutz und Umweltmonitoring existieren bereits vielversprechende Projekte und Ansätze, bei denen KI-Methoden zur Überwachung und Evaluation von Nachhaltigkeitszusagen eingesetzt werden.

Bedeutung von KI für eine nachhaltige Entwicklung

Eine nachhaltige Entwicklung befriedigt die Bedürfnisse der Gegenwart, ohne zu riskieren, dass künftige Generationen ihre eigenen Bedürfnisse nicht befriedigen können. Aufbauend auf dieser Konzeption hat sich die Weltgemeinschaft 2015 unter dem Dach der Vereinten Nationen mit der Agenda 2030 zu 17 globalen Zielen (UN Sustainable Development Goals, [SDGs]) für eine nachhaltige Entwicklung verpflichtet. Leitbild der Agenda 2030 ist es, weltweit ein menschenwürdiges Leben zu ermöglichen und gleichzeitig die natürlichen Lebensgrundlagen dauerhaft zu bewahren. Dies umfasst ökonomische, ökologische und soziale Aspekte. Gleichzeitig unterstreicht die Agenda 2030 die gemeinsame

Verantwortung aller Akteure aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft, Zivilgesellschaft – und jedes einzelnen Menschen. Diese Vision wurde in Ziele für eine nachhaltige Entwicklung übersetzt, die unter anderem eine Welt ohne Armut und Hunger, bezahlbare und saubere Energie, nachhaltigen Konsum und Klimaschutz ermöglichen sollen.

Zahlreiche Anwendungsbeispiele belegen bereits, dass KI großes Potenzial besitzt, uns bei der Erreichung ökonomischer, sozialer und ökologischer Nachhaltigkeitsziele zu unterstützen, und KI daher auf die UN-Nachhaltigkeitsziele eine überwiegend positive Wirkung entfalten kann. So wird auch erwartet, dass sich KI sowohl kurz- als auch langfristig auf die globale Produktivität, die Chancengleichheit und Integration, die ökologische Umwelt und verschiedene andere Bereiche auswirken wird, wenn es gelingt, diese Positivbeispiele in breite Anwendungen und gesellschaftliche Akzeptanz zu überführen. Der Einsatz von KI kann daher das Wohlergehen der Menschen in vielerlei Hinsicht verbessern, etwa durch die Steigerung der Produktivität von Dienstleistungen in den Bereichen Ernährung, Gesundheit, Wasser, Bildung und Energie – welche einen direkten Beitrag zur Erreichung der SDGs liefern. KI hat zudem das Potenzial, Menschen besser auszubilden und zu schulen, damit sie ihre Aufgaben und Tätigkeiten angemessen bewältigen können. Künstliche Intelligenz spielt daher nicht nur bei der Verwirklichung der Umweltziele eine wichtige Rolle, sondern auch bei der Verwirklichung aller anderen Nachhaltigkeitsziele in der Entwicklung, im Konsum und der Produktion.

Die zentralen positiven KI-Wirkungspotenziale, wie KI-Technologien die Nachhaltigkeit bestehender Geschäftsmodelle optimieren und neue ermöglichen können, lassen sich unter folgenden Kategorien zusammenfassen:

Dimensionen für positive Wirkungspotenziale von KI für mehr Nachhaltigkeit (Geschäftsmodelle bzw. Geschäftsprozessoptimierung)

	Bestehendes besser nutzen
	Effizienzsteigerung
	Energieeinsparung
	Entscheidungsunterstützung
	Materialeinsparung
	Qualitätsverbesserung
	Verbesserte Arbeitsbedingungen
	Verbesserte Informationsverarbeitung
	Zeiteinsparung

Eigene Darstellung nach Terzidis, Eckerle, Manthey – ARRTI, Karlsruher Institut für Technologie, 2021, angelehnt an Di Vaio et al., 2020; Vinuesa et al., 2020; Cows et al., 2021; Yang et al., 2021.

© Plattform Lernende Systeme

Gleichzeitig muss berücksichtigt werden, dass der Einsatz von KI-Lösungen nicht per se wirtschaftlich, ökologisch und sozial nachhaltig ist. So muss der Einsatz von KI-Technologien immer vor dem Hintergrund des hohen Energie- bzw. Ressourcenverbrauchs, der potenziellen Einsparungspotenziale sowie in Anbetracht von Unterschieden zwischen Trainings- und Einsatzphase eines KI-Systems abgewogen werden. Eine weitere Herausforderung stellen Rückkopplungseffekte (Rebound-Effekte) neuer KI-Lösungen dar, die sich dann entwickeln können, wenn etwa durch die breitere Anwendung von KI-Technologien oder durch Effizienzsteigerungen (z. B. Mobilität) insgesamt ein höherer Energieverbrauch entsteht. Wenn Rebound-Effekte frühzeitig schon bei der Planung neuer KI-Anwendungen berücksichtigt werden, bieten sich auch Chancen, das volle Potenzial von KI für die Ressourcenschonung zu nutzen. So könnten bei der Einführung neuer KI-Anwendungen Maßnahmen zur Aufklärung (ggf. auch Nudging) der Anwenderinnen und Anwender und das Aufzeigen umweltschonender Alternativen Rebound-Effekte abmildern, indem sie etwa zu einer energiesparenderen und/oder suffizienteren Nutzung führen. Im Anwendungsbereich Mobilität können so beispielsweise neue KI-basierte Geschäftsmodelle auch zu ressourcenschonenderen Sharing-Modellen führen sowie dazu, dass multimodale Mobilität einfacher und der ÖPNV flexibilisiert wird.

Lösungen für ressourceneffizientere KI-Technologien

Für die objektive Evaluation und Regulierung des KI-bedingten Ressourcenverbrauchs gibt es einige Ansatzpunkte und technologische Lösungen, die bereits jetzt oder zukünftig dabei helfen können, den Energie- und Ressourcenverbrauch und damit den ökologischen Fußabdruck von eingesetzten KI-Technologien besser bewerten, erforschen und senken zu können. Zu diesen Ansätzen gehören unter anderem folgende:

- **Suffizienzprinzip:** KI ist kein Selbstzweck – im Hinblick auf eine nachhaltige Entwicklung ist es wichtig, sich um einen möglichst geringen Rohstoff- und Energieverbrauch zu bemühen und damit konkret die Frage zu berücksichtigen, welcher Technologieeinsatz für die Bearbeitung welchen Problems unter Abwägung von Nachhaltigkeitszielsetzungen sinnvoll ist und welcher nicht. Insgesamt kann eine Entscheidung für eine nachhaltige Entwicklung auch bedeuten, gar keine KI oder energiesparende Alternativen einzusetzen.
- **Hardware-Effizienz:** Verbesserungen der Hardware-Effizienz sind eine zentrale Möglichkeit, um den Anstieg des Energieverbrauchs abzufedern, der auf das Training größerer Modelle und die weit verbreitete Einführung von KI zurückgeführt werden kann.
- **Verlängerung der Lebenszyklen und zirkuläre Wertschöpfungsketten:** Ein möglicher weiterer Lösungsansatz für einen reduzierten Ressourcenverbrauch ist die Verlängerung der Lebenszyklen der Geräte sowie eine zirkuläre, möglichst rückstandsfreie Wertschöpfungskette.
- **Schaffung eines nachhaltigen Bewusstseins:** Um Rebound-Effekte möglichst zu reduzieren, sollten bei Entwicklerinnen und Entwicklern von KI ein Bewusst-

sein über die Emissionen des KI-Trainingseinsatzes über den ganzen Entwicklungszyklus geschaffen und innovative Möglichkeiten zur Reduktion entwickelt werden.

- **Energieeffiziente Infrastruktur, Umstellung auf erneuerbare Energien und intelligentes Recycling von Abwärme:** Betreiber von Rechenzentren sollten innovative Konzepte entwickeln, um ihren CO₂-Fußabdruck durch Investitionen in energieeffiziente Infrastrukturen, die Umstellung auf erneuerbare Energien, das Recycling von Abwärme und weitere Lösungskonzepte zu verringern.
- **Reinvestition der eingesparten Ressourcen in nachhaltige Prozesse:** Etwaige Rebound-Effekte müssen auch bei den durch KI ermöglichten Effizienzsteigerungen im Industrie-Kontext berücksichtigt werden. Entscheidend dabei ist, dass Unternehmen die eingesparten Ressourcen weiter in Umwelttechnologien und -prozesse investieren, um positive ökologische Effekte zu erzielen. Nicht im Sinne der Nachhaltigkeit wäre, eingesparte Ressourcen zu reinvestieren, um dadurch die Wertschöpfung weiter zu steigern.
- **Effizienz statt Expansion – Verringerung des absoluten Energie- und Ressourcenverbrauchs:** Nachhaltige KI behandelt die Ressourceneffizienz als primäres Bewertungskriterium und fördert durch die breite Zurverfügungstellung von Trainingsdaten und Modellen die Transparenz und Wiedernutzung vorhandener Lösungen.
- **Nachhaltigkeit by Design:** Nachhaltigkeit in der KI-Forschung wird durch viele Faktoren beeinflusst: Der größte Effekt kann nur erreicht werden, wenn Nachhaltigkeit stets und von Anfang an mitgedacht wird, etwa, indem Datensätze in verschiedenen Größen angeboten oder nur Daten verwendet werden, die nachweisbar einen Beitrag zur Systemperformance leisten. Zudem kann es bei manchen KI-Anwendungen sinnvoll sein, vortrainierte Modelle zu verwenden. Eine weitere Möglichkeit stellt die Kombination von semantischen Methoden oder digitalen Zwillingen und dem Anlernen von KI-Modellen dar.
- **Federated Learning und Wiederverwendung von Modellrechnungen:** Wiederverwertung ist offensichtlich nachhaltig – und auch im Bereich des Maschinellen Lernens möglich. Allerdings spiegeln einmal trainierte Modelle die den Trainingsdaten zugrundeliegende Systematik wider. Ändert sich das Einsatzgebiet, das heißt, passt das Modell nicht mehr zu den Daten, mit denen es trainiert wurde, wird die Abweichung zwischen den vom Modell prädizierten und den tatsächlichen (Ausgangs-)Daten so groß, dass das Modell nicht mehr sinnvoll eingesetzt werden kann. Um Modelle innerhalb einer Anwendungsdomäne auf verwandte Aufgaben zu übertragen, kann man sogenanntes Transferlernen einsetzen. Bei der Übertragung von der Quell- auf die Zieldomäne benötigt der Transferlernen-Algorithmus nur einen Bruchteil der Daten, die für das initiale Training notwendig waren. Damit werden große Modelle auch dann einsetzbar, wenn die Nutzerin oder der Nutzer nicht über einen großen Datenschatz oder die Rechenressourcen für das Training verfügt.

Mögliche Gestaltungsoptionen

KI kann einen wesentlichen Beitrag zu mehr ökologischer, ökonomischer und sozialer Nachhaltigkeit für unsere Gesellschaft leisten. Gleichwohl muss der hohe Energiebedarf von KI und die möglichen Rebound-Effekten von KI-Technologien immer mitberücksichtigt und kritisch reflektiert werden, ob KI für ein Problem ein Teil der Lösung sein muss oder es alternative, energieärmere Lösungswege gibt. Zusätzlich braucht es innovative Lösungen und Forschung, um KI-Technologien an sich nachhaltiger zu gestalten. Gezielte Forschung und Investitionen in KI-Anwendungen können dabei unterstützen, dass KI-Technologien in allen drei Dimensionen zu mehr Nachhaltigkeit führen und ihr Potenzial somit voll ausgeschöpft werden kann. Wirtschaft, Wissenschaft und Politik können gemeinsam die Rahmenbedingungen verbessern, damit die Nachhaltigkeit von und durch KI gefördert wird:

Technologische Maßnahmen

- Smarte Lösungen für CO₂-Verringerung
- Nachhaltige technologische Innovationen fördern
- Bewusstsein für KI-bedingte Rebound-Effekte & Energieverbrauch schaffen
- Weitere Forschung: Trainingsaufwand von ML-Modellen und ihr Einsatz; Datenbasis schaffen

Regulierungsansätze

- Nachhaltigkeitslabel (Sustainable AI) für energieeffiziente KI-Anwendungen
- Tracking von verwendeten Ressourcen für Produkte/Dienstleistungen
- Standardisierung & Datenaustausch

Standardisierung & Interoperabilität erfasster Daten

- Datenaustausch zwischen Unternehmen
- Standardisierte Ermittlung von Unternehmens-Emissionen
- Interdisziplinäre und branchenübergreifende Kooperation

Impressum

Herausgeber: Lernende Systeme – Die Plattform für Künstliche Intelligenz | Geschäftsstelle | c/o acatech | Karolinenplatz 4 | D-80333 München | kontakt@plattform-lernende-systeme.de | www.plattform-lernende-systeme.de | Folgen Sie uns auf Twitter: @Lernende Systeme | Stand: Februar 2022 | Bildnachweis: dusanpetkovic1/Adobe Stock/Titel.

Diese Kurzfassung entstand auf Grundlage des Whitepapers *Mit Künstlicher Intelligenz zu nachhaltigen Geschäftsmodellen – Nachhaltigkeit von, durch und mit KI*. München, 2022. Es wurde erstellt von Mitgliedern der Arbeitsgruppe Geschäftsmodellinnovationen der Plattform Lernende Systeme. https://doi.org/10.48669/pls_2022-1

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

 **acatech**
DEUTSCHE AKADEMIE DER
TECHNIKWISSENSCHAFTEN