

Künstliche Intelligenz und ihr nachhaltiger Einsatz für den Umweltschutz

Lisa Ponse
lp105ehdm-stuttgart.de
44559

30.09.2023



Die Rolle von KI im Umweltschutz

Der Umweltschutz ist eine der drängendsten Herausforderungen unserer Zeit. Der Klimawandel, der Verlust der Biodiversität, die Verschmutzung von Gewässern und Böden – all diese und weitere globale Umweltprobleme bedrohen nicht nur die Ökosysteme und die Artenvielfalt, sondern auch die Lebensgrundlage künftiger Generationen. Um diesen komplexen Herausforderungen wirksam zu begegnen, bedarf es innovativer und nachhaltiger Lösungsansätze.

Hier gewinnt die Verschmelzung von Künstlicher Intelligenz (KI) und Umweltschutz zunehmend an Bedeutung. Die Potenziale von KI in Bezug auf die Bewältigung der globalen Umweltkrise sind beinahe grenzenlos. Durch die Fähigkeit, große Datenmengen in Echtzeit zu analysieren, Muster zu erkennen und komplexe Zusammenhänge zu verstehen, kann KI einen wesentlichen Beitrag zum Umweltschutz leisten. Dieses Whitepaper hat das Ziel das Bewusstsein für die Potenziale künstlicher Intelligenz im Umweltschutz zu schärfen. Außerdem wird thematisiert, welche negativen Umwelteinflüsse der Einsatz von KI mit sich ziehen kann. Die Förderinitiative *KI-Leuchttürme* der Bundesregierung wird vorgestellt, sowie weitere Bereiche in denen KI einen nachhaltigen Beitrag leisten kann. [1]

Hoher Energieverbrauch von KI-Technologien

Der Energieverbrauch von KI kann stark variieren, abhängig von verschiedenen Faktoren wie beispielsweise der Art der KI-Anwendung, der verwendeten Hardware und Software, dem Trainingsprozess, sowie der Skalierung. In einer Studie im November 2022 untersuchten Luccioni, Viguier und Ligozat den CO₂-Fußabdruck von BLOOM, einem KI-Sprachmodell mit 176 Milliarden Parametern. Über dessen gesamten Lebenszyklus hinweg ermittelten die Forschenden einen Kohlendioxid-äquivalent von 50,5 Tonnen, was alle Prozesse von der Herstellung bis hin zum Betriebsverbrauch berücksichtigt. [2]

Für eine bessere Einordnung lässt sich dieser Wert mit der jährlichen Kohlendioxidemission pro Einwohner:in in Deutschland vergleichen. Der Umweltbundesamt-CO₂-Rechner, Stand 2023, verzeichnet eine pro Kopf-Emission von 10,5 Tonnen pro Jahr. Somit verbrauchten der Trainingsprozess und der Betrieb von BLOOM etwa genau so viel, wie fünf in Deutschland lebende Personen in einem Jahr. Geht man von dem in den Klimazielen angestrebten pro-Kopf-Verbrauch von einer Tonne CO₂ pro Jahr aus, so hat das Training und der Betrieb des KI-Sprachmodells etwa das 50-fache an Kohlendioxid-Emissionen verursacht. [3]

Der hohe Energiebedarf des rechenintensiven Trainings von KI-Modellen, sowie ihrem Betrieb resultiert in der Herausforderung den Energieaufwand zu minimieren, um die negativen Umweltauswirkungen zu reduzieren.

Maßnahmen der Bundesregierung

Im August diesen Jahres veröffentlichte die Bundesregierung ihren Plan im Rahmen des KI-Aktionsplans bis 2025 1,6 Milliarden Euro in die Forschung zu Künstlicher Intelligenz zu investieren. Davon sind 500 Millionen Euro für das Jahr 2024 vorgesehen. Die übergeordneten Ziele des Aktionsplans heben den Europa-Fokus hervor, betonen die angestrebten wirtschaftlichen Erfolge und einen spürbaren Mehrwert durch die Forschung im Bereich KI und die Ausgestaltung derselben. Eine nachhaltige KI-Gestaltung wird in den übergeordneten Zielen nicht erwähnt. [4] Mit 50 Milliarden Euro zuzüglich von 8,4 Milliarden Euro aus einem Sondervermögen stammend, stehen die Ausgaben der Bundesregierung für den Verteidigungshaushalt dieses Jahres der Investition für die KI-Forschung gegenüber. [5]

Diese Zahlen sollen Anhaltspunkte liefern, wenn es nun um die Größeneinordnung der Investitionen der Bundesregierung in eine nachhaltige KI-Gestaltung geht. Im Rahmen des Fünf-Punkte-Programms

“Künstliche Intelligenz für Umwelt und Klima” investierte das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit seit dem Jahr 2021 einmalig 150 Millionen Euro. Im Rahmen des Programms wurden die folgenden Hauptziele festgehalten. Erstens wurde festgelegt KI-Innovationen für die Reduktion von Treibhausgasemissionen zu erforschen und anzuwenden. Zweitens sollen dabei direkte und indirekte Umwelteinwirkungen der KI möglichst geringgehalten werden, was der anfangs beschriebenen Problematik des hohen Energieaufwands begegnen soll. [6] Daraus entsprang die Förderinitiative KI-Leuchttürme, welche im Folgenden vorgestellt wird.

KI-Leuchttürme

Die Initiative konzentriert sich auf die Unterstützung von Projekten, die sich auf die zwei genannten Hauptthemen konzentrieren: KI-Innovationen für den Klimaschutz und eine ressourceneffiziente Gestaltung von KI. Seit Herbst 2021 läuft die zweite Förderphase, in der bis 2025 insgesamt rund 70 Millionen Euro zur Verfügung gestellt werden, einschließlich der Projekte aus der ersten Phase. Im Juni dieses Jahres wurden Förderzusagen an vier neue KI-Projekte mit Fokus auf Umweltschutz vergeben. Im weiteren Verlauf werden diese Projekte näher erläutert. [7]

Die weltweit steigenden Mengen an Elektroschrott fordern effizientere Möglichkeiten der Aufbereitung und des Remanufacturings von Elektrokleingeräten. Die Verbundpartner:innen von **Desire4Electronics** haben sich das Ziel gesetzt, mithilfe von KI-Technologien automatisierte Demontageprozesse für das Recycling von Elektrogeräten zu erforschen. Bisher erfolgten die Sortierung und die Demontage der Kleingeräte in ihre Bestandteile in dafür vorgesehenen Einrichtungen per Hand. Das Förderprojekt arbeitet an einer automatisierten Lösung mit spezieller Sensorik, die auf den Methoden des maschinellen Lernens aufbaut. Die Datengrundlage bildet dabei eine Produktanalyse von Fokusproduktgruppen wie Saugrobotern oder smarten Rasenmähern. Das Projekt leistet einen Beitrag eine Kreislaufwirtschaft bei Elektrokleingeräten einzuführen und ihre Wiederverwertung und Wiederverwendung zu fördern. Bis Ende 2025 wird das Projekt mit rund 1,7 Millionen Euro unterstützt. [8]

Ein weiteres Förderprojekt der KI-Leuchttürme ist **KiKka**, welches mithilfe von KI klimaneutrale Kläranlagen mitgestaltet. Auf kommunaler Ebene nehmen diese einen maßgeblichen Einfluss auf die Klimaneutralität. Im Prozess der Wasserreinigung kann die schädliche chemische Verbindung N₂O bzw. Lachgas frei-

gesetzt werden. Im Vergleich zu CO₂ ist Lachgas um ein hundertfaches schädlicher, außerdem macht es etwa drei Prozent des weltweit emittierten, äquivalenten CO₂ aus. Hier sieht das Projektteam von **KiKka** Einsparungspotenzial. Durch den Einsatz von KI-Technologien soll der gesamte Prozess der Abwasserreinigung besser nachvollzogen und klimaoptimiert werden. So soll künftig der Energieverbrauch, sowie die Lachgas-Emission in Wasserreinigungsanlagen minimiert werden. [9]

Das Projektteam von **NADIKI** (Nachhaltigkeitsindikatoren für digitale Infrastruktur und KI-Anwendungen) stellt sich den Herausforderungen, die mit dem erheblichen Ressourcenverbrauch von KI-Anwendungen und ihrer zugrundeliegenden Infrastruktur einhergehen. Es arbeitet daran, den präzisen Energieverbrauch von KI-Modellen zu ermitteln, um ihre Nutzung zu optimieren und gleichzeitig den Ressourcenbedarf sowie die damit verbundenen CO₂-Emissionen transparent zu machen. Bisher beruhten diese Informationen oftmals auf Schätzungen. Mit NADIKI soll über eine Schnittstelle der tatsächliche Energie- und Ressourcenverbrauch von KI-Systemen sowie die daran gekoppelten CO₂-Emissionen offengelegt und mit relevanten Interessensgruppen geteilt werden. Außerdem wird im Rahmen des Forschungspro-

jektes eine Umweltkennzeichnung geprüft, die zur besseren Einordnung anhand ökologischer Faktoren beitragen soll. [10]

Das vierte Projekt trägt den Namen **RecycleBot** und knüpft ähnlich wie *Desire4Electronics* an den Forschungsschwerpunkten in den Bereichen Recycling und Kreislaufwirtschaft an. Im Zentrum des Projektes stehen Verpackungen aus Kunststoff. Im Recyclingprozess ist hier eine sortenreine Trennung der Materialien entscheidend, um eine verbesserte Recyclingrate und damit die anschließende Wiedereingliederung in den Materialkreislauf zu ermöglichen. Im Sortierungsvorgang soll die KI-Technologie des *RecycleBots* zum Einsatz kommen. Durch sie wird eine präzisere Unterscheidung der unterschiedlichen Kunststoffarten ermöglicht, was die Sortierung leichter gestaltet und die Fehleranfälligkeit im Prozess verringert. Auch neue Kunststoffzusammensetzungen sollen dabei berücksichtigt werden. Das Fördervolumen beläuft sich bis Februar 2026 auf knapp zwei Millionen Euro. [11]

Insgesamt tragen die von der Initiative *KI-Leuchttürme* unterstützten Projekte dazu bei, effizientere Lösungen zu entwickeln, Ressourcen effektiver zu nutzen und den ökologischen Fußabdruck in verschiedenen Industrien zu verkleinern.

Die Potenziale von KI für einen nachhaltigen Einsatz

Neben den genannten Beispielen existieren viele weitere Anwendungsbereiche, in denen KI einen Beitrag zum Umweltschutz leisten kann. Im Schlüsselbereich rund um die Energieeffizienz wird KI eingesetzt, um den Energieverbrauch in Gebäuden, Industrieanlagen und um, wie bereits erwähnt, Rechenzentren zu optimieren. Durch die Analyse von Energiemustern kann KI den Betrieb von Heizungs-, Lüftungs- und Klimaanlage sowie Beleuchtungssystemen anpassen. Darüber hinaus ermöglicht sie eine effizientere Distribution erneuerbarer Energien, was dazu beitragen kann, den Anteil an grüner Energie im Stromnetz zu maximieren. [1]

Die Umweltüberwachung stellt ein weiteres Gebiet dar, in dem KI eine immer bedeutendere Rolle spielt. KI-gesteuerte Sensoren und Überwachungssysteme sind in der Lage, Umweltverschmutzung in Echtzeit zu erkennen, sowie die Luft- und Wasserqualität kontinuierlich zu erfassen. Diese Daten ermöglichen es, Umweltschäden zu minimieren und rasch auf Umweltkrisen zu reagieren. In den Bereich der Umweltüberwachung fällt außerdem das Einsatzgebiet der Landwirtschaft. Hier kann KI die Bewirtschaftung von Feldern optimieren, indem sie bei-

spielsweise präzise Bewässerungspläne erstellt und den Einsatz von Düngemitteln an die Bedürfnisse der Pflanzen anpasst. Zusätzlich ermöglicht KI die Erstellung genauer Erntevorhersagen, um Lebensmittelverschwendung zu reduzieren. Auch im Wassermanagement kann KI wertvolle Dienste leisten. Sie kann den Wasserverbrauch in Städten und Industriegebieten überwachen und reduzieren sowie, wie im Projekt *KikKa* vorgestellt, bei der effizienteren Aufbereitung von Abwasser helfen. So kommt die Rolle von KI auch im Naturschutz zum Tragen. Von der Überwachung von Wildtieren und Lebensräumen bis zur Bekämpfung des Wildtierhandels und der Kontrolle invasiver Arten kann KI umfassende Datenanalyse und Überwachung in Echtzeit ermöglichen. So kann ihr Einsatz auch die Rettung bedrohter Arten, das Ökosystemmanagement und die Umweltbildung unterstützen. [1]

Die Abfallwirtschaft profitiert ebenfalls von KI, indem sie bei der automatisierten Sortierung von Abfällen hilft. Wie in den beiden Projekten von *RecycleBot* und *Desire4Electronics* aufgezeigt, erkennt KI verschiedene Materialien und sortiert sie entsprechend, was die Recyclingrate steigert und wertvolle Ressourcen wiederverwendet. [1]

Im Verkehr und der Mobilität kann KI dabei helfen, den Verkehrsfluss in Städten zu verbessern und Staus reduzieren. Insgesamt ermöglichen die Potenziale ein intelligentes Verkehrsmanagement, eine effizientere Steuerung von Elektrofahrzeugen, sie ermöglicht autonomes Fahren mit umweltfreundlicheren Fahrverhalten, unterstützt die Planung nachhaltiger Verkehrssysteme, reduziert Emissionen und kann die Elektromobilität durch effizienteres Laden fördern. [1]

Im Gesundheitswesen kann KI personalisierte Medizin fördern indem sie genetische und klinische Daten analysiert und individualisierte Behandlungspläne erstellt. Zudem kann KI die Früherkennung von Krankheiten unterstützen, die Ressourcennutzung im Gesundheitswesen optimieren und die Verwaltung von Patientendaten verbessern. In der Arzneimittelentwicklung hat sie das Potenzial die Entdeckung neuer Medikamente zu beschleunigen, während sie in der Radiologie Bilder schneller und genauer ausgewertet kann. Gesundheitsüberwachung durch Wearables und Telemedizin werden ebenfalls gefördert. Schließlich kann KI zur Bildung und Aufklärung beitragen, indem sie medizinisches Wissen verständlich vermittelt und nachhaltige Lebensstilentscheidungen unterstützt. [1]

Fazit

Die Anwendung von KI in diesen und zahlreichen weiteren Gebieten bietet vielfältige Möglichkeiten, zur Bewältigung der globalen Umwelt- und Nachhaltigkeitsprobleme beizutragen. Durch neue Dimensionen in der umfassenden Datenanalyse, Mustererkennung, Echtzeitüberwachung, Datenvisualisierung sowie des damit verbundenen optimierten Ressourcenmanagements und der Automatisierung scheint KI einen vielversprechenden Lösungsweg globaler Probleme aufzuzeigen. Eine große Herausforderung stellt dabei jedoch der hohe Energieaufwand für das Training und den Betrieb von KI-Modellen dar, den es transparent und energiesparender zu gestalten gilt. Diese Potenziale und Hindernisse werden auch von der Bundesregierung erkannt. Fraglich ist jedoch, ob die Fördersummen für nachhaltige KI-Projekte ausreichen werden, um Deutschland zu einem führenden, nachhaltigen KI-Standort ausbauen zu können, dessen Potenziale von allen Bevölkerungsgruppen in gleichem Maße genutzt werden können.

Quellenverzeichnis

[1] ChatGPT mit eigener Überarbeitung

[2] Luccioni, A. S., Viguier, S., & Ligozat, A.-L. (2022). Estimating the Carbon Footprint of BLOOM, a 176B Parameter Language Model. Progress in Machine Learning (ML). <https://doi.org/10.48550/arXiv.2211.02001>

[3] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). (2023). Kohlenstoffdioxid-Fußabdruck pro Kopf in Deutschland. Abgerufen am 16.09.2023 von <https://www.bmuv.de/media/kohlenstoffdioxid-fussabdruck-pro-kopf-in-deutschland>

[4] Bundesregierung. (2023). KI-Aktionsplan der Bundesregierung. Abgerufen am 17.09.2023 von <https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/forschung/ki-aktionsplan-2215658>

[5] Bundesministerium der Verteidigung. (2023). Verteidigungshaushalt. Abgerufen am 16.09.2023 von <https://www.bmvg.de/de/themen/verteidigungshaushalt>

[6] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit. (2023). Künstliche Intelligenz für Umwelt und Klima. Abgerufen am 17.09.2023 von <https://www.bmuv.de/themen/digitalisierung/kuenstliche-intelligenz-fuer-umwelt-und-klima>

[7] Zukunft Umwelt Gesellschaft. (2023). KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen. Abgerufen am 18.09.2023 von <https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/>

[8] Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA). (2023). Projekt "Desire4Electronics." Abgerufen am 18.09.2023 von <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/Desire4Electronics.html>

[9] Zukunft Umwelt Gesellschaft. (2023). Verbund – KI: Künstliche Intelligenz für klimaneutrale Kläranlagen. Abgerufen am 18.09.2023 von <https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/klkka/>

[10] Zukunft Umwelt Gesellschaft. (2023) Nachhaltigkeitsindikatoren für digitale Infrastruktur & KI-Anwendungen. Abgerufen am 19.09.2023 von <https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/nadiki/>

[11] Zukunft Umwelt Gesellschaft. (2023). Steigerung des Nutzungsgrads von Kunststoffabfällen durch KI-basierte Kombination von manueller Sortierung und Mikro-Automatisierung. Abgerufen am 28.09.2023 von <https://www.z-u-g.org/foerderung/ki-leuchttuerme-fuer-umwelt-klima-natur-und-ressourcen/projekt/recyclebot/>