

### *Hintergrund und Ziel dieses Diskussionspapiers*

Das „**Forum Bits & Bäume**“ bietet einen Ort für die Vernetzung von Politik, angewandter Wissenschaft und Zivilgesellschaft aus der Tech- und Nachhaltigkeits-Community und möchte Handlungsvorschläge erarbeiten, wie die Digitalisierung zukunftsfähig gestaltet werden kann. Es wird von der Forschungsgruppe „Digitalisierung und sozial-ökologische Transformation“ am Institut für ökologische Wirtschaftsforschung (IÖW) und der Technischen Universität Berlin ausgerichtet und in Kooperation mit dem Einstein Center Digital Future und weiteren wechselnden Partnern veranstaltet. Das Projekt wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Förderschwerpunkt Sozial-ökologische Forschung (SÖF) gefördert.

Dieses kurze **Diskussionspapier** dient der inhaltlichen Vorbereitung der ersten Veranstaltung des Forum Bits & Bäume zum Thema „**Künstliche Intelligenz und nachhaltige Entwicklung**“. Die Autor\*innen möchten mit diesem Papier Fragen für die Diskussionen aufwerfen und einen Vorschlag für die inhaltliche Zuspitzung und Strukturierung des Themas unterbreiten. Das Papier befindet sich im Entwurfsstadium und wird im Nachgang zur Veranstaltung um die Ergebnisse und Erkenntnisse der Diskussionen angereichert und weiterentwickelt.

## Künstliche Intelligenz für nachhaltige Entwicklung?

von Friederike Rohde, Maike Gossen, Josephin Wagner und Tilman Santarius

Die Nutzung sogenannter ‚künstlicher Intelligenz‘ (KI) für komplexe Problemlösungen wird als wichtiges Zukunftsthema betrachtet. KI kann zum Wohle der Gesellschaft eingesetzt werden und dabei helfen, komplexe Entscheidungsprozesse zu unterstützen. In der allgemeinen Debatte über die Chancen und Risiken von KI wird bereits eingewandt, dass KI-Anwendungen nur dann dem Gemeinwohl dienen, wenn sie dem Transparenzgebot folgen und demokratisch kontrolliert werden. An der Einhaltung dieser Kriterien mangelt es in der Praxis jedoch häufig (Rohner et al. 2018). Mit diesem Diskussionspapier möchten wir uns damit auseinandersetzen, inwiefern KI-Anwendungen auch den global vereinbarten Zielen für eine nachhaltige Entwicklung dienen können.

Wie wir im Folgenden ausführlicher darstellen, wird KI-Anwendungen eine wachsende Bedeutung für die Lösung einer Reihe von ökologischen Problemlagen zugeschrieben. Es stellt sich jedoch die Frage, welche Instrumente und Maßnahmen der politischen Gestaltung vonnöten sind, um diese Potenziale tatsächlich zu heben. Zugleich weisen wir auf den vergleichsweise hohen Energieverbrauch von KI-Anwendungen, etwa dem *Deep Learning*, hin und stellen die Frage, in welchen Fällen der Einsatz von energie- und datenintensiver KI ‚netto‘ tatsächlich zu einer Verringerung der Umweltbelastungen führen kann. Ferner wollen wir insbesondere solche KI-Anwendungen kritisch in den Blick nehmen, die einer Transformation von Produktions- und Konsummustern in Richtung Nachhaltigkeit zuwiderlaufen. Insgesamt halten wir eine umfassende Debatte über die Potenziale und Risiken von KI für Gesellschaft, Umwelt und Wirtschaft für dringend geboten.

#### Was ist ‚künstliche Intelligenz‘?

Unter künstlicher Intelligenz wird im Allgemeinen die maschinelle Nachbildung von kognitiven menschlichen Fähigkeiten verstanden, indem beispielsweise Entscheidungsstrukturen des Menschen durch Programmierung nachgebaut werden. Auch die Fähigkeit zum Lernen oder zur Improvisation wird dazu gezählt. Während die umfassende Nachbildung menschlicher Intelligenz, die in der Regel als „starke KI“ bezeichnet wird (z.B. CogPrime, vgl. hierzu Goertzel et al. 2014), noch vergleichsweise wenig verbreitet ist, finden sich Ansätze des maschinellen Lernens als „schwache KI“ mittlerweile in etlichen Anwendungsfeldern. Hierzu zählen Sprach- oder Gesichtserkennung, Suchmaschinen, selbstfahrende Autos, Computerspiele oder Social Bots (Chatbots, die menschliche Kommunikation nachahmen). Diese sehr heterogenen Anwendungen können unter dem Schlagwort der ‚künstlichen Intelligenz‘ zusammengefasst werden, denn die derzeit verbreiteten KI-Systeme basieren nicht auf klassischer deterministischer Programmierung, sondern auf statistischer Datenanalyse (Zinke 2018). Das heißt, sie stellen Relationen zwischen verschiedenen Daten her, um diese für das Aufzeigen von Abhängigkeiten, für Vorhersagen oder für Klassifikationen zu verwenden (UBA 2019).

#### KI-Anwendungen für Umwelt- und Klimaschutz

Bislang werden Bezüge zu Nachhaltigkeit und insbesondere zu Umwelt- und Klimaschutz in den Diskussionen über die Chancen und Risiken von KI kaum genannt – weder in politischen Strategien noch auf Seiten von Unternehmen und Start-Ups (UBA 2019). Allerdings hat das Bundesumweltministerium (BMU) kürzlich ein Förderprogramm „KI-Leuchttürme für Umwelt, Klima, Natur und Ressourcen“ ausgeschrieben, welches in den folgenden Jahren die Forschung und Entwicklung von KI-Anwendungen mit Nachhaltigkeitsbezug maßgeblich beeinflussen dürfte. Unter den großen Technologieunternehmen betreibt Microsoft das Förderprogramm „AI for Earth“ (Joppa 2017). Bei den dort geförderten Projekten geht es in der Mehrzahl um Monitoring, Modellierung und Management in verschiedenen Bereichen (z.B. Forstwirtschaft, Landwirtschaft, Fischerei) sowie um die Beobachtung von Ökosystemen und Biodiversität.

Verfahren der Mustererkennung und die Verknüpfung großer Datenmengen für die Erdbeobachtung können dabei behilflich sein, um präzise Aussagen zu verschiedenen Umweltauswirkungen, beispielsweise klimatische Veränderungen, treffen zu können. Maschinelles Lernen kann ferner dazu beitragen, Nachhaltigkeitsindikatoren trotz lückenhafter Datenlagen robust und adaptiv zu ermitteln (UBA 2019: 28). Im Energiesektor kann mithilfe von KI der wachsenden Komplexität sowie der durch die Umstellung auf erneuerbare Energieträger bedingten Dezentralisierung des Energiesystems begegnet werden. Weitere Anwendungsmöglichkeiten können dazu beitragen, Infrastrukturen effizienter zu nutzen (z.B. Netzauslastung) und die Flexibilität des Energiesystems zu erhöhen, etwa durch intelligent vernetzte Energiesysteme (Smart Grids), intelligente Gebäudesteuerung, Energiedatenmanagement oder die Koordination dezentral verteilter Energiesystemkomponenten (Zinke 2019). Auch für die umweltfreundlichere Gestaltung des Verkehrssystems oder für Abfall- und Kreislaufwirtschaft könnten KI-Anwendungen einen Beitrag leisten.

Insgesamt finden sich in der erst beginnenden Diskussion um KI und Nachhaltigkeit noch keine belastbaren Aussagen, dass mithilfe von KI-Anwendungen tatsächlich signifikante Ressourceneinsparungen oder Emissionsreduktionen realisiert werden können.

### Energie- und Ressourcenverbrauch von KI

In der Diskussion über mögliche Anwendungsbereiche von KI wird die Frage nach dem Energie- und Ressourcenverbrauch für die Rechenprozesse und Datenströme, die dabei entstehen, nur sehr selten berücksichtigt. Es ist aber davon auszugehen, dass eine durch KI-Anwendungen stark wachsende Menge übertragener Daten immer mehr Rechenzentren benötigen wird, und dies wiederum wird einen steigenden Energieverbrauch nach sich ziehen (Hintemann 2018). Als KI-Anwendungen mit besonders hohem Energieverbrauch gelten beispielsweise Tensor Processing Units (TPUs), die für das Trainieren von lernenden Systemen auf Basis großer Bild- bzw. Datenmengen eingesetzt werden. Eine exemplarische Studie berechnet, dass das Trainieren eines typischen neuronalen Netzes rund 313 Tonnen CO<sub>2</sub> verursachen könne, das dem Fünffachen dessen entsprechen würde, was ein durchschnittliches Fahrzeug in seinem gesamten Lebenszyklus (inklusive Kraftstoff) verbraucht (Strubell et al. 2019). Allerdings muss bei diesem Vergleich berücksichtigt werden, dass durch das einmalige Trainieren eines solchen Netzes möglicherweise Dienstleistungen für eine große Zahl von Nutzer\*innen generiert werden könnten, die je nach Anwendungsfeld wiederum zu Emissionsreduktionen führen können.

Die meisten der derzeit entwickelten KI-Anwendungen sparen indessen gar keine Energie ein, sondern sind im Gegenteil sehr energieintensiv. Selbstfahrende Autos etwa sind so datenintensiv, dass allein zwei Millionen solcher Fahrzeuge die gleiche Datenmenge hervorrufen könnte, wie heute alle Nutzer\*innen weltweit (Lange & Santarius 2018). Die Abwägung zwischen dem möglichen Nutzen von KI-Anwendungen für Umwelt- und Klimaschutz und den dabei entstehenden Energie- und Ressourcenverbräuchen sollte bei der KI-Entwicklung daher im Zentrum stehen.

### Ethische Fragestellungen nachhaltigkeitsorientierter KI-Anwendungen

Beim Einsatz von KI-Anwendungen stellen sich ferner eine Reihe von ethischen Fragen. In der allgemeinen Diskussion um KI geht es dabei unter anderem um die Themen Transparenz, Vertrauenswürdigkeit, Autonomie und Datenschutz. Mit Blick auf die Ziele einer global nachhaltigen Entwicklung stellen sich mindestens zwei weitere wichtige Fragen. Erstens, ob heute bestehende Datensätze, auf deren Grundlage KI-Algorithmen in der Regel trainiert werden, überhaupt dienlich sind, um bestehende Produktions- und Konsummuster nicht nur unter Effizienzgesichtspunkten zu optimieren, sondern grundständig in Richtung Nachhaltigkeit zu transformieren. Die Herausforderung besteht dabei darin, dass bestehende Datensätze zwar vielfältige Informationen über die Vergangenheit liefern, aber kaum Aufschluss über erwünschte Zukünfte. Daher werden auf der Basis historischer Datensätze trainierte KI-Anwendungen möglicherweise eine Neigung („bias“) aufweisen, den nicht-nachhaltigen Status-Quo abzubilden. Um ein Beispiel zu geben: KI-Algorithmen können das Verkehrsflussmanagement in Städten oder in der Logistik optimieren und dabei zur Senkung der Treibstoffverbräuche pro gefahrenem Kilometer beitragen. Aber (wie) können bestehende Datensätze eine KI trainieren, die dabei helfen soll, im Sinne einer Mobilitätswende das Verkehrssystem insgesamt umzubauen? Diese Herausforderung ist womöglich vergleichbar mit dem häufig zitierten Negativ-Beispiel einer KI-Anwendung für Predictive Policing in Florida: sie sollte Richter\*innen helfen, zu entscheiden, welche Häftlinge vorzeitig entlassen werden sollen, hat aber aufgrund des bestehenden „bias“ der Datensätze Menschen mit dunkler Hautfarbe bei den gleichen Tatbeständen doppelt so häufig mit hohen Risikoquoten bewertet wie Menschen mit weißer Hautfarbe (Angwin et al. 2016).

Zweitens stellt sich die Herausforderung, wie eine KI-gestützte Transformation von Produktions- und Konsumweisen demokratisch legitimiert werden kann. Um bei dem Verkehrsbeispiel zu bleiben: könnten Algorithmen Präferenzen eingeschrieben werden, ökologische Verkehrsmittel (Fahrrad, Bus & Bahn) grundsätzlich gegenüber weniger ökologischen Verkehrsmitteln (PKW, Taxi, Flugzeug) zu bevorzugen? Allerdings ist davon auszugehen, dass für die Nutzer\*innen noch etliche weitere Kriterien für die Wahl des Verkehrsmittels entscheidend sind. Insgesamt kann die Situation entstehen, dass für Nutzer\*innen nicht klar nachzuvollziehen ist, aufgrund welcher Kriterien (sprich: mit welchem spezifischen Präferenzbündel) eine KI Entscheidungen trifft bzw. vorschlägt. Um zu vermeiden, dass Nachhaltigkeitstransformationen erst durch den Output der Systeme sichtbar werden, muss eine größtmögliche Transparenz der Algorithmen gewährleistet werden. Dabei sollten auch die Trainingsdaten für Algorithmen inklusiver gestaltet werden. Damit könnte verhindert werden, dass sie die in der Gesellschaft vorhandenen diskriminierenden Muster reproduzieren (Wolfangel 2018).

### Macht und Märkte – wer profitiert von KI?

Ob und wie KI-Anwendungen so entwickelt werden können, dass sie nachhaltige Produktions- und Konsumweisen unterstützen, wird auch dadurch bedingt, welche Akteure mit welchen Interessen über Zugang zu den neuen KI-Märkten verfügen. Hier zeigt sich, dass sich die Dominanz der großen IT- und Internet-Konzerne (Google, Microsoft, Apple, Facebook, IBM, Amazon usw.), die generell innerhalb der digitalen Ökonomie beobachtet werden kann, auch im KI-Bereich fortsetzt (Staab & Butollo 2018). Letztlich wirkt die Verfügungsgewalt über große Datenmengen (big data) als zentrale Eintrittsbarriere für KI-Märkte (Wiggerthale 2019; Heumann & Jentzsch 2019). Als Anbieter digitaler Dienste mit Quasi-Monopolstellung verfügen diese Konzerne über große Datenpools (Heumann & Jentzsch 2019; Staab & Nyckel 2019) und dürften daher – wenn nicht politisch gesteuert wird – auch den größten ökonomischen Gewinn aus den KI-Märkten ziehen.

Hinzu kommt, dass die KI-Anwendungen von etwa Google, Amazon und Facebook derzeit vornehmlich auf die Personalisierung von Diensten sowie auf Prognosen über Kaufinteressen von Kund\*innen abzielen (Heumann & Jentzsch 2019: 5) und damit letztlich zu Konsumsteigerungen, aber nicht zu einer nachhaltigen Transformation von Konsummustern beitragen werden. Die hohen Umsätze aus der Vermarktung von KI-Anwendungen (z. B. werden allein im Marktsegment der sogenannten Mehrzweckassistenten (z.B. Siri oder Alexa) für das Jahr 2021 Umsätze in Höhe von 11,9 Mrd. US-Dollar prognostiziert (Hecker et al. 2017: 37)) könnte die Chance bieten, mittels Steuern und Abgaben der Tech-Konzerne wenigstens staatlich angeschobene Transformationsbemühungen zu finanzieren. Aktuell wird über eine ‚Digitalsteuer‘ auf der nationalen oder der europäischen Ebene diskutiert, um auch die Wertschöpfung in der digitalen Ökonomie an der Finanzierung öffentlicher Aufgaben zu beteiligen. Aus Nachhaltigkeitsperspektive sollte noch ein Schritt weitergegangen und über die anschließende Mittelverwendung im Sinne einer zukunftsfähigen Gestaltung von KI-Anwendungen gesprochen werden.

### Fazit

Für die Frage, wie und ob maschinelles Lernen und andere KI-Ansätze einen Beitrag zu einer nachhaltigen Entwicklung leisten können, ist es nicht nur von Bedeutung, sich mit möglichen KI-Anwendungen für Umwelt- und Klimaschutz zu beschäftigen, sondern auch notwendig, die Energie- und Ressourcen-

intensität sowie die sozialen Folgen von KI generell zu hinterfragen. Insgesamt sollte zunächst die gesellschaftliche Frage gestellt werden, für welche konkreten Anwendungen eine umfassende Verknüpfung von Daten beispielsweise zu Ressourcenströmen, Konsumstilen, Energieverbräuchen, Finanztransaktionen usw. (UBA 2019) überhaupt wünschenswert ist. Ganz gleich für welche Ziele oder Zwecke sie eingesetzt werden soll, ist eine umfassende Debatte notwendig, bei der eine kritische Distanz zu gegenwärtig grassierenden ‚Heilsversprechen‘ der KI eingenommen wird und die Chancen und Risiken dieser Technologieentwicklung für Menschen, Umwelt und Zusammenleben abwägend in den Blick genommen werden.

### Quellenverzeichnis

- Angwin, J., Larson, J., Mattu, S., Kirchner, L. (2016). Machine Bias: There’s software used across the country to predict future criminals. And it’s biased against blacks; In: ProPublica (Online: <https://www.propublica.org/article/machine-bias-risk-assessments-in-criminal-sentencing> abgerufen am 16.08.2019).
- Goertzel, B., Pennachin, C. & Geisweiller, N. (2014). A Brief Overview of CogPrime. In B. Goertzel, C. Pennachin & N. Geisweiller (Hrsg.), Engineering General Intelligence, Part 1. A Path to Advanced AGI via Embodied Learning and Cognitive Synergy (Atlantis Thinking Machines, Bd. 5, S. 21–40). Paris: Atlantis Press. [https://doi.org/10.2991/978-94-6239-027-0\\_2](https://doi.org/10.2991/978-94-6239-027-0_2)
- Hecker, D., Döbel, I., Petersen, U., Rauschert, A., Schmitz, V. & Voss, A. (2017). Zukunftsmarkt Künstliche Intelligenz: Potentiale und Anwendungen.
- Heumann, S. & Jentsch, N. (2019). Wettbewerb um Daten. Über Datenpools zu Innovationen. Stiftung Neue Verantwortung. [https://www.stiftung-nv.de/sites/default/files/wettbewerb\\_um\\_daten.pdf](https://www.stiftung-nv.de/sites/default/files/wettbewerb_um_daten.pdf).
- Hintemann, R. (2018). Nachhaltige Rechenzentren: Viel mehr als nur Energieeffizienz. In: Funkschau, 19.11.2018. Online: <https://www.funkschau.de/datacenter/artikel/159905/> (abgerufen am 15.08.2019)
- Joppa, L. N. (2017). The case for technology investments in the environment. In: Nature 552, 325-328 (2017), doi: 10.1038/d41586-017-08675-7
- Lange, S. & Santarius, T. (2018). Smarte grüne Welt? Digitalisierung zwischen Überwachung, Konsum und Nachhaltigkeit. München: oekom Verlag.
- Rohner, S., Stubbe J., Wessels J., Zinke, G. (2018). Gute KI, böse KI? Ein Streitgespräch zur Künstlichen Intelligenz. Institut für Innovation und Technik (Hrsg.). Berlin
- Staab, P. & Butollo, F. (2018). Digitaler Kapitalismus – Wie China das Silikon Valley herausfordert. WISO direkt. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Staab, P. & Nyckel, E.-M. (2019). Digitaler Kapitalismus und Unternehmenssoftware. Herrschaft der Betriebssysteme? WISO direkt. Bonn: Friedrich-Ebert-Stiftung.
- Strubell, Emma, Ananya Ganesh, & Andrew McCallum. (2019). Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP. ArXiv:1906.02243 [Cs], Juni. <http://arxiv.org/abs/1906.02243>.
- Umweltbundesamt (2019). Künstliche Intelligenz im Umweltbereich - Anwendungsbeispiele und Zukunftsperspektiven im Sinne der Nachhaltigkeit. Kurzstudie, Autoren: Tobias Jetzke, Stephan Richter, Jan-Peter Ferdinand und Samer Schaat.
- Wiggerthale, M. (2019). Konzernmacht in der digitalen Welt. Ökologisches Wirtschaften-Fachzeitschrift, Nr. 33(1): 10.
- Wolfangel, Eva (2018). Programmierter Rassismus, In: Zeit Online (online: <https://www.zeit.de/digital/internet/2018-05/algorithmien-rassismus-diskriminierung-daten-vorurteile-alltagsrassismus> abgerufen am 16.08.2019).
- Zinke, G. (2018). Anwendung künstlicher Intelligenz im Energiesektor. Ein Policy Paper der wissenschaftlichen Begleitforschung des Technologieprogramms Smart Service Welt II gefördert vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie.



[www.nachhaltige-digitalisierung.de](http://www.nachhaltige-digitalisierung.de)

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung



**i | ö | w**  
INSTITUT FÜR ÖKOLOGISCHE  
WIRTSCHAFTSFORSCHUNG

