06.02.2020 • Fabian Hoch, LBBW Research Associate
Dr. Guido Zimmermann, Senior Economist

LBBW
Bereit für Neues

Die Nachhaltigkeit der Digitalisierung

Daten sind das „neue Öl“ und sind gleichfalls umweltschädlich

Unsere Thesen

- **Digitalisierung beinhaltet notwendigerweise einen immensen Stromverbrauch.** So verbraucht das Trainieren von Modellen der Künstlichen Intelligenz, das Streamen von Videos und das Validieren von Kryptowährungen enorme Energiemengen. **„Daten sind das neue Öl“ und deren Analyse durch die „Raffinerien“ von Anwendungen der KI geht mit gleichfalls enormen Umweltschäden einher.**
- Eigenen Berechnungen zu Folge, bei denen wir Prognosen zum zukünftigen Stromverbrauch von Informations- und Kommunikationstechnologien mit Prognosen zum CO_2 -Ausstoß des zukünftig vorherrschenden Energiemix verrechneten, **wird in Deutschland im Jahr 2025 ein Anteil von knapp 3% der CO_2 -Emissionen von digitalen Technologien verursacht, global gesehen sind es zwischen 1,7% und 2,5%.** Diese Werte sind eher als Untergrenze zu betrachten.
- **Wir prognostizieren für das Jahr 2025 einen globalen energiebedingten CO_2-Ausstoß von digitalen Technologien von rund 1000 Mt (Metertonnen), was knapp drei Prozent an den weltweiten Gesamtemissionen ausmacht.** Andere Studien kommen zu ähnlichen Ergebnissen. Allerdings ist bei derartigen Übungen zu konstatieren, dass die Datenlage zum Stromverbrauch digitaler Technologien bisher relativ überschaubar ist. Was jedoch nicht präzise definiert und gemessen werden kann, kann auch nicht durch z.B. eine entsprechende CO_2-Steuer reguliert werden.
- **Digitale Technologien bieten andererseits auf vielfältige Art und Weise Potenzial zum Schutz der Umwelt: So kommen Schätzungen zu dem Ergebnis, dass allein KI durch höhere Effizienz zu einem prognostizierten Einsparpotenzial von 1,5-4,0% von CO_2 bis 2030 beiträgt, und dies besonders in den Bereichen Energie und Transport.**
- **Eine zentrale Frage vor dem Hintergrund des Klimawandels ist daher, wie die zunehmende Digitalisierung mit dem Nachhaltigkeitsziel vereinbart werden kann. Essenziell ist es u. E., den Fokus auf eine „grüne“ Digitalisierung der Volkswirtschaft zu legen**, sollen die Konsumenten nicht alsbald auch eine „Digital-Scham“ in Analogie zur „Flug-Scham“ an den Tag legen müssen. **Hierzu ist ein zügiges Vorantreiben der Energiewende dringend erforderlich.**
- Die Forschung und die Politik müssen daher verstärkte Anstrengungen leisten, um mit einer Clean IT oder Green IT die Voraussetzungen für eine ökologisch nachhaltige Digitalisierung der modernen Volkswirtschaften zu gewährleisten.
- **Die KI-Anwender müssen verstärkt Instrumente verwenden, die den Energiebedarf ihrer Algorithmen verfolgen oder Maßnahmen zum Ausgleich ihrer Emissionen ergreifen.** Hierbei helfen z. B. Anwendungen im Internet wie https://mlco2.github.io/impact/#home, mit denen KI-Anwendungen auf ihren CO_2 -Ausstoß getestet werden können.
- Gleichzeitig muss bei Blockchain-Lösungen insbesondere im Bereich der sog. Kryptowährungen auch aus ökologischer Sicht von der Aufsicht her gefragt werden, welchen Sinn derartige Anwendungen machen. **Ein ökologisches Argument für die Einführung einer digitalen Zentralbankwährung wäre z. B., dass der Großteil der existierenden Kryptowährungen dann noch weniger Sinn machen würde als bislang schon.**

06.02.2020 • Nachhaltigkeit der Digitalisierung

LB BW
Bereit für Neues

Wie Zukunftstechnologien unserer Umwelt schaden können

Die Beispiele Künstliche Intelligenz und Kryptowährungen

Der ökologische Fußabdruck von künstlicher Intelligenz

Schätzungen zu den CO_2-Emission unterschiedlicher Aktivitäten

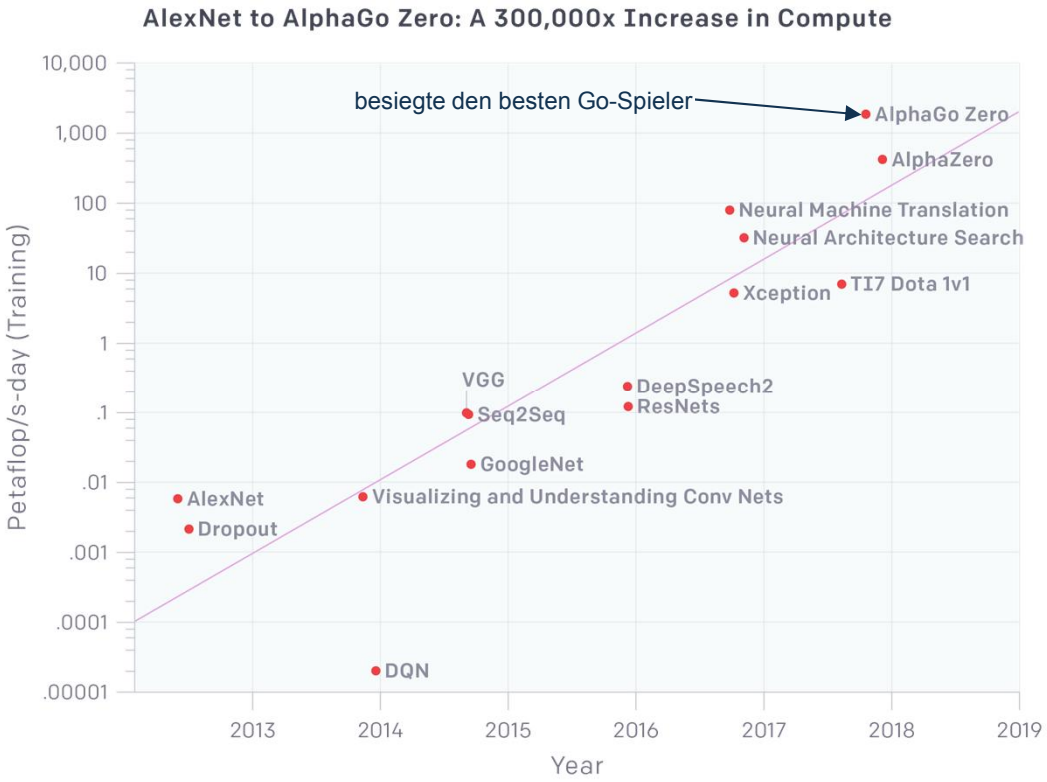
Verbraucher	CO_2-Emission in kg
Luftverkehr, ein Passagier, von New York nach San Francisco	900
Menschliches Leben, Durchschnitt, 1 Jahr	5000
Auto inklusive Kraftstoff, gesamter Lebenszyklus	57.153
Training eines modernen NLP-Models	652
Training eines der zurzeit leistungsfähigsten NLP-Modelle (Transformer (big) Models mit NAS)	284.019

- In einer Studie zum Energieverbrauch und zur CO_2-Emission von gängigen Modellen der KI-Anwendung Natural Language Processing (NLP) kamen die Autoren (Strubell et al. 2019) zu ernüchternden Ergebnissen: Die Entwicklung, das Trainings sowie die Verwendung von Machine-Learning (ML)-Modellen bringen einen **enormen Ausstoß von Kohlenstoffdioxid** mit sich. NLP-Modelle werden zur Verarbeitung natürlicher Sprache verwendet. Sie finden beispielsweise **Anwendung bei Sprachassistenten** wie Siri oder Alexa sowie bei Übersetzungen oder beim Extrahieren von Informationen aus einem Text.
- Die Verfasser der Studie haben für diese Berechnung den Stromverbrauch von geläufigen NLP-Modellen berechnet und dann mit dem durchschnittlichen CO_2-Ausstoß pro Kilowattstunde unter Berücksichtigung des US-Energiemixes multipliziert. Zusätzlich wurden die Emissionen der für den Betrieb der Computerinfrastruktur notwendigen Systeme, hauptsächlich der Kühlung, miteinberechnet.
- **Plakativ gesagt, emittieren derartige KI-Anwendungen so viel CO_2 wie fünf Autos über ihren Lebenszyklus hinweg.**

Quelle: „Energy and Policy Considerations for Deep Learning in NLP“, Strubell et al., Juni 2019

Die für KI benötigte Rechenleistung steigt exponenziell

Verschiedene KI-Modellanwendungen und deren benötigte Berechnungen pro Sekunde



- Der Trend in der für die Entwicklung von KI-Modellen benötigten Rechenleistung von Computern und der damit korrespondierende Energieverbrauch kennt in den zurückliegenden Jahren nur eine Richtung: steil nach oben (siehe Abbildung).
- Schwartz et al. (2019) definieren eine sogenannte **„Red AI“** als „AI research that seeks to obtain state-of-the-art results in accuracy through the use of massive computational power“ –, es handelt sich hierbei also um das **Optimieren der Modellperformance zu immer höheren Kosten.**
- Die Abbildung links zeigt eine Gesamtsteigerung um den Faktor 300.000 in der benötigten Rechenleistung seit 2012. Alle paar Monate verdoppelt sich der notwendige Rechenbedarf, somit deutlich schneller als es „Moore‘s Law“ (grob: Verdopplung der Prozessor-Leistung von Computern alle 18 Monate) prognostiziert.
- Der Fokus in der Forschung und Entwicklung von KI-Modellen liegt bislang leider hauptsächlich auf der Modell-Performance und **nur selten auf** der Effizienz oder dem **Energieverbrauch** eines Modells. Oft bleiben diese Parameter in wissenschaftlichen Arbeiten gänzlich unerwähnt. Nur 10-20% der von den oben genannten Autoren untersuchten wissenschaftlichen Arbeiten namhafter KI-Konferenzen ließen Effizienzkriterien in ihre Bewertung mit einfließen.
- Ein Hauptproblem hierbei ist, dass ein höherer Energieverbrauch nur einen **abnehmenden Grenzertrag** in der Performance liefert. Der Zusammenhang zwischen Modell-Performance und Komplexität ist bestenfalls logarithmisch, d.h. eine exponentielle Steigerung der Komplexität resultiert in einer lediglich linear ansteigenden Modellperformance (siehe Diagramm links, welches eine logarithmische Skala benutzt).
- Das im Diagramm markierte Modell **Alpha Go** z.B. kostet während des Spielens **1000 US-Dollar in Energiekosten pro Stunde.**

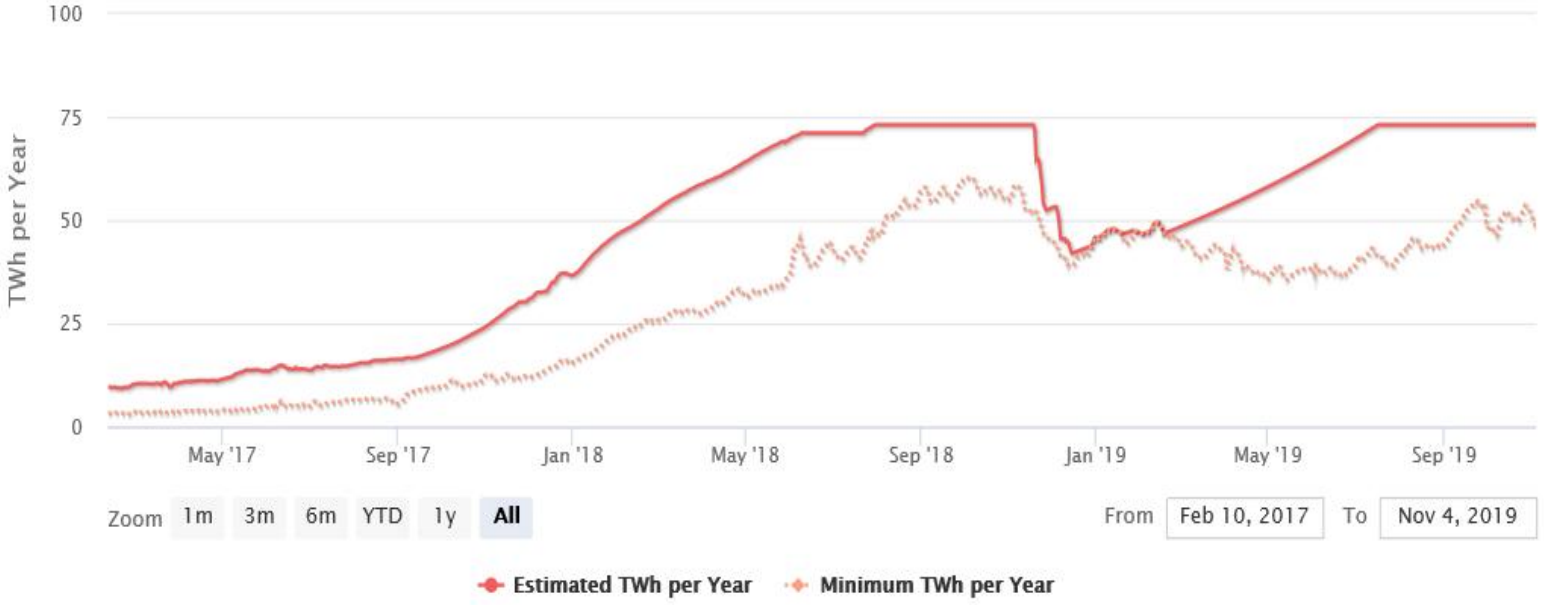
Quelle: „Green AI“, Schwartz et al., August 2019

Was macht Bitcoin so umweltbelastend?

- Für jede getätigte Bitcoin-Transaktion bedarf es sogenannter Miner, welche durch das Lösen einer komplexen Rechenaufgabe einen Hash (eine längere Hexadezimalzahl) suchen. Durch diesen Prozess wird die Transaktion als valide bestätigt. Als Anreiz für dieses Validieren erhält derjenige, der den Hash als Erstes erfolgreich berechnet, eine bestimmte Anzahl von Bitcoins (aktuell 12,5 Bitcoin, entspricht zurzeit 104.498 Euro), er „schürft" damit Bitcoins und speist sie in das System ein. Dabei gilt: je höher die Rechenleistung eines Miners, desto höher seine Chancen auf Erfolg, da die höhere Rechnerleistung mit einer höheren Rechengeschwindigkeit einhergeht. Damit die Höchstgrenze von 21 Millionen Bitcoins programmgemäß erreicht wird, wird die Schwierigkeit der Hash-Berechnung alle 2016 Blöcke nach oben angepasst, da die verfügbare Rechenleistung aufgrund des technischen Fortschritts gemäß „Moore' s Law" (Verdopplung der Prozessorleistung von Computern ca. alle 1,5 Jahre) ansteigt und somit bei gleichbleibender Schwierigkeit das Mining immer schneller gehen würde. Infolge der zunehmenden Schwierigkeit sind die Berechnungen mit immer höheren Energiekosten verbunden.
- **Da eine hohe Anzahl an Minern versucht, den nächsten Hash zu berechnen, jedoch nur der Erste, der damit Erfolg hat, belohnt wird, ist ein Großteil der aufgewendeten Energie aus ökonomischer und gesellschaftlicher Sicht nutzlos**, da der Hash nur einmal berechnet werden muss, um die Transaktion zu bestätigen und die Berechnung an sich darüber hinaus keinen Mehrwert bietet.
- Da sowohl die Anzahl derer, die das Bitcoin-Mining praktizieren, als auch die Komplexität der Berechnungen stetig zunimmt, wird auch der Gesamtenergieverbrauch der Technologie in ihrer jetzigen Form weiter ansteigen.
- **Aktuell verwenden die beiden größten Kryptowährungen Bitcoin und Ethereum diesen sog. Proof-of-Work-Algorithmus.**
- Eine deutlich weniger aufwändige und dabei sicherere Technologie ist der sogenannte Proof-of-Stake-Algorithmus: Anstelle des Lösens einer komplexen mathematischen Aufgabe wie beim Proof-of-Work, entscheidet ein Zufallsprozess, wer als „Validierer" fungieren und den nächsten Block kreieren darf. Durch das Wegfallen des Rechenprozesses wird viel weniger Energie benötigt. Dabei entscheidet der gehaltene Anteil bzw. der eingebrachte Einsatz eines Miners („Stake"), nicht die Rechenleistung, wie wahrscheinlich er den nächsten Block schürfen darf. Dabei gilt: je höher der Eigenkapitalanteil eines Miners, desto einfacher ist für ihn das Finden einer Zufallszahl. Wer die Zufallszahl findet, darf anschließend die Transaktion bestätigen. Als Belohnung erhält man die Transaktionsgebühren der bestätigten Transaktion. Ethereum plant, ab 2020 diesen Algorithmus zu verwenden.

Kryptowährungen sind bislang eine Klimasünde

Einige Schätzungen zum ökologischen Fußabdruck von Bitcoin, Terrawatt-Stunden pro Jahr, 2017-2019

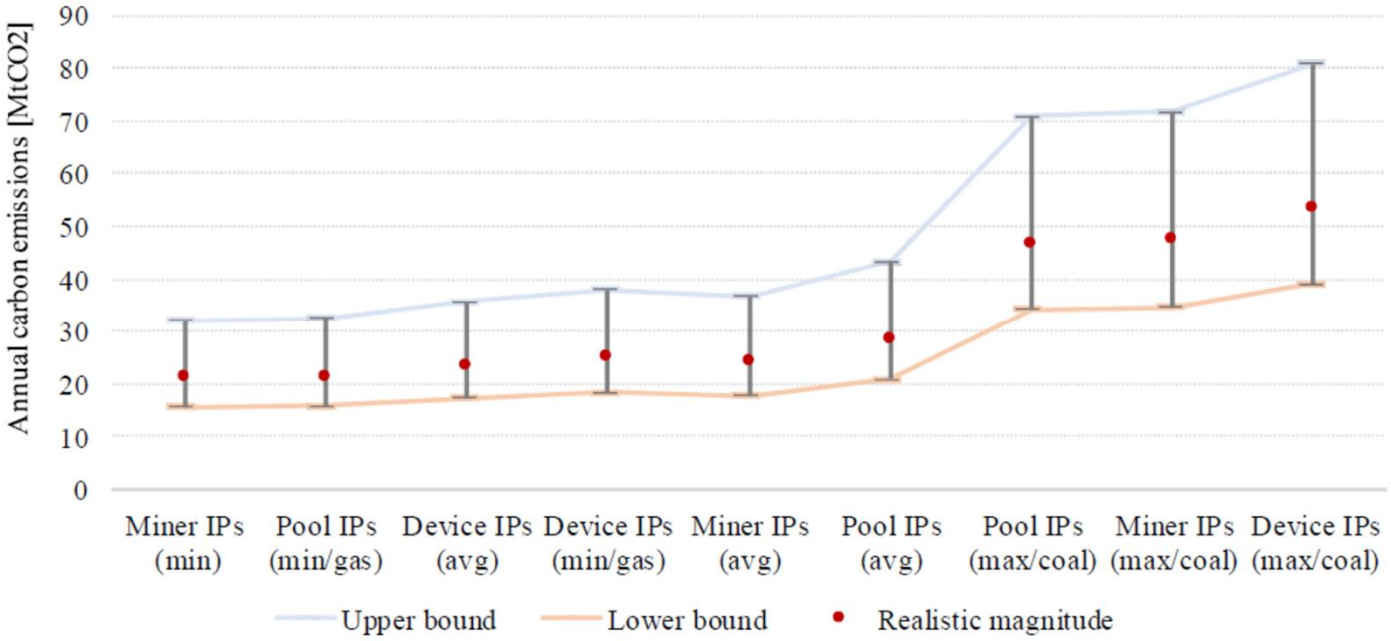


- Kryptowährungen gehen bekanntermaßen mit einem hohen Energieverbrauch einher, kämpfen doch Computer bei der Validierung von Transaktionen von Bitcoin oder Ether auf den entsprechenden Blockchains darum, als erste diese Transaktionen zu validieren.
- Eine **einzige Bitcoin-Transaktion** verbraucht aktuell **643.83 kWh Strom** - damit könnte man einen durchschnittlichen US-Haushalt 21,8 Tage versorgen. Die Stromproduktion dafür verursacht **305,82 kg CO_2** - das entspricht 764.552 VISA-Transaktionen. Dabei werden pro Transaktion **91,3 g** Elektroschrott produziert. Auf das **ganze Netzwerk** übertragen verbraucht die Technologie aktuell ca. **73,12 TWh Strom** – ungefähr denselben Verbrauch, wie ihn Österreich erzeugt. Dadurch werden **34,73 Mt CO_2** produziert – das entspricht ca. dem jährlichen Ausstoß von Dänemark. Wäre Bitcoin ein Land, würde es beim Energieverbrauch pro Jahr im Ländervergleich auf Platz 40 liegen, vor Österreich und hinter Venezuela. Jährlich werden durch Bitcoin insgesamt **10,37 Kilotonnen** Elektroschrott produziert. Die Tendenz des Energieverbrauchs ist steigend: Der von dem Online-Blog „Digiconomist“ berechnete **Bitcoin Energy Consumption Index** zeigt seit seiner Auflegung einen klaren Trend nach oben.

Quelle: Digiconomist: https://digiconomist.net/bitcoin-energy-consumption

Kryptowährungen sind bislang eine Klimasünde

Jährliche CO_2-Emissionen (Ordinate) des Schürfens von Bitcoin und geschätzte Bandbreiten je nach Standortbestimmung mittels IP-Adresse

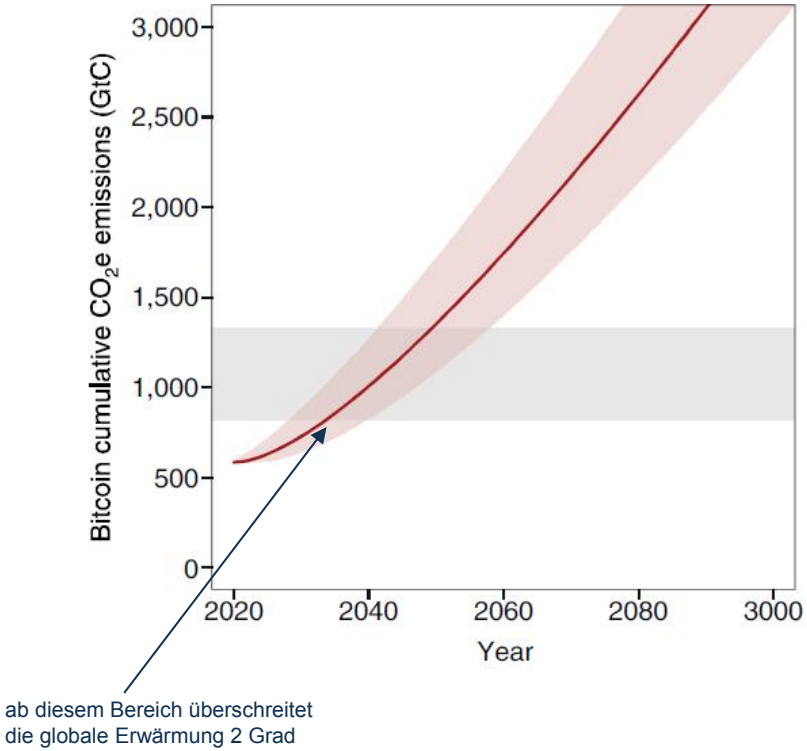


- In einer aktuellen Studie berechnen Stoll et al. (2019) den jährlichen Energieverbrauch und die CO_2-Emissionen der größten Kryptowährung Bitcoin. Dazu nutzen die Autoren Daten zur verwendeten Mining-Hardware, zur Größenstruktur der Mining-Fazilitäten und damit verbunden der sog. Power Usage Effectiveness (Gesamtstromverbrauch geteilt durch Stromverbrauch für Rechenprozess) sowie den Mining-Standort, um den gesamten Stromverbrauch zu berechnen. Zur Berechnung der CO_2-Emissionen nehmen die Verfasser an, das der zusätzliche Stromaufwand für das Bitcoin-Mining durch fossile Energiequellen gedeckt wird, und berechnen eine Bandbreite zwischen der Verwendung von Gas (Minimum) und der Verwendung von Kohle (Maximum) zur Energiegewinnung. Dabei kommen sie auf eine Bandbreite zwischen **minimal 21,5 und maximal 53,6 Mt CO_2-Ausstoß pro Jahr.**

Quelle: „The Carbon Footprint of Bitcoin“, Stoll et al., Juni 2019

Bitcoin alleine könnte globale Temperaturen um zwei Grad erhöhen

Geschätzte kumulierte CO_2-Emissionen von Bitcoin



- In einer weiteren Studie projizieren Mora et al. (2018) die **kumulativen CO_2-Emissionen von Bitcoin** unter der Annahme, dass die Technologie eine vergleichbare Entwicklung in der Adaption wie vorherige Technologien durchläuft. Annahmegemäß würde in 100 Jahren jede bargeldlose Zahlung mit Bitcoin stattfinden.
- Würde Bitcoin mit der Mediangeschwindigkeit von vergleichbaren Technologieadaptionen gesellschaftlich angenommen, **würden die CO_2-Emissionen von Bitcoin von ca. 16 Jahren ausreichen, das vom Pariser Klimaabkommen gesteckte Ziel einer Erderwärmung von lediglich zwei Grad Erwärmungsgrenze zu überschreiten.** Hierbei wird allerdings angenommen, dass der aktuelle Energiemix konstant bleibt.
- Diese Ergebnisse halten wir in Anbetracht der Tatsache, dass Bitcoin bisher für hohe Mengen an CO_2-Emissionen verantwortlich ist, jedoch lediglich einen Anteil am bargeldlosen Zahlungsverkehr von 0,033 % (2018) hat, für plausibel.

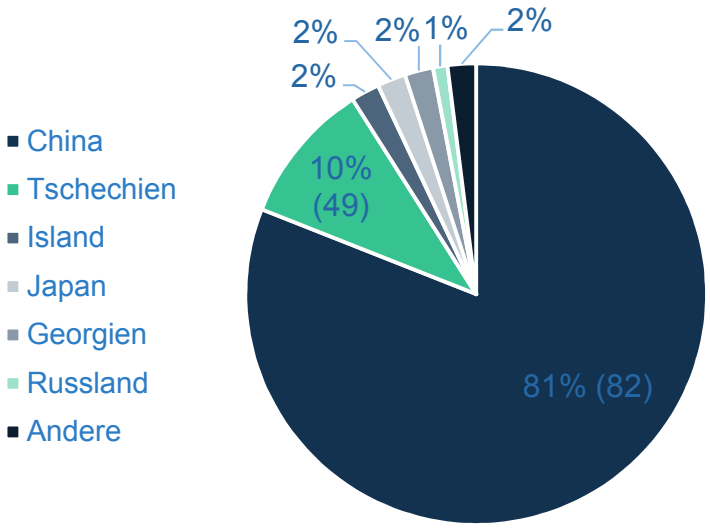
→ Sollten Kryptowährungen in Zukunft nicht auf deutlich sparsamere Algorithmen basieren, könnte alleine der digitale Zahlungsverkehr als Teilaspekt einer digitalisierten Welt dem Abwenden einer drohenden Klimakatastrophe entgegenstehen.

Quelle: „Bitcoin emissions alone could push global warming above 2°C", Mora et al., Oktober 2018

Problem: Ökonomische Anreize dominieren Nachhaltigkeitsbedenken

Bitcoin-Mining wird vor allem an Orten mit geringem Nachhaltigkeitsgrad im Energiemix betrieben

Anteil an gesamter Bitcoin-Network-Hash-Rate pro Land[1]



In Klammern: Rang im Energy Transition Index (insgesamt 115 Länder)

Quelle: [1] basierend auf Schätzungen von: https://www.buybitcoinworldwide.com/mining/pools/, Oktober 2019, LBBW Research

Gegenüberstellung von Energiepreisen und Rang im Energiewende-Ranking

Land	Energie-Preis in $/kWH	Rang im „Energy Transition Index“
Dänemark	0,34	5
Deutschland	0,35	17
Kolumbien	0,15	34
Indien	0,08	76
China	0,08	82
Ukraine	0,05	107
Iran	0,03	101

Quelle: IWF Report: „Fostering Effective Energy Transition“, 2019;
Global Petrol Prices: https://de.globalpetrolprices.com/electricity_prices/, März 2019; LBBW Research

- Allgemein ist Energie tendenziell in Ländern günstiger, die einen wenig nachhaltigen Energiemix aufweisen und durch Verwendung fossiler Brennstoffe zur Energiegewinnung einen hohen CO_2-Ausstoß pro produzierter kWh Strom haben (siehe Tabelle rechts). Bedingt ist das vor allem durch das dort vorherrschende niedrigere Preisniveau.
- Durch die dezentrale Funktionsweise der Technologie und dem hohen Kostenanteil für Energie (ca. 60 Prozent) verlegen Miner ihre **Aktivität dorthin, wo die Energiepreise niedrig sind**.
- Über 90% der Network-Hash-Rate (Anzahl der Hashes pro Sekunde, ein Maß für die „Versuche“ pro Zeiteinheit, den nächsten Bitcoins zu schürfen) kommt aus Ländern (China und Tschechien), die bislang einen wenig nachhaltigen Energiemix aufweisen (siehe Diagramm links).

06.02.2020 • Nachhaltigkeit der Digitalisierung

LB≡BW
Bereit für Neues

Die Gesamtemissionen der Digitalisierung

Eine Schätzung

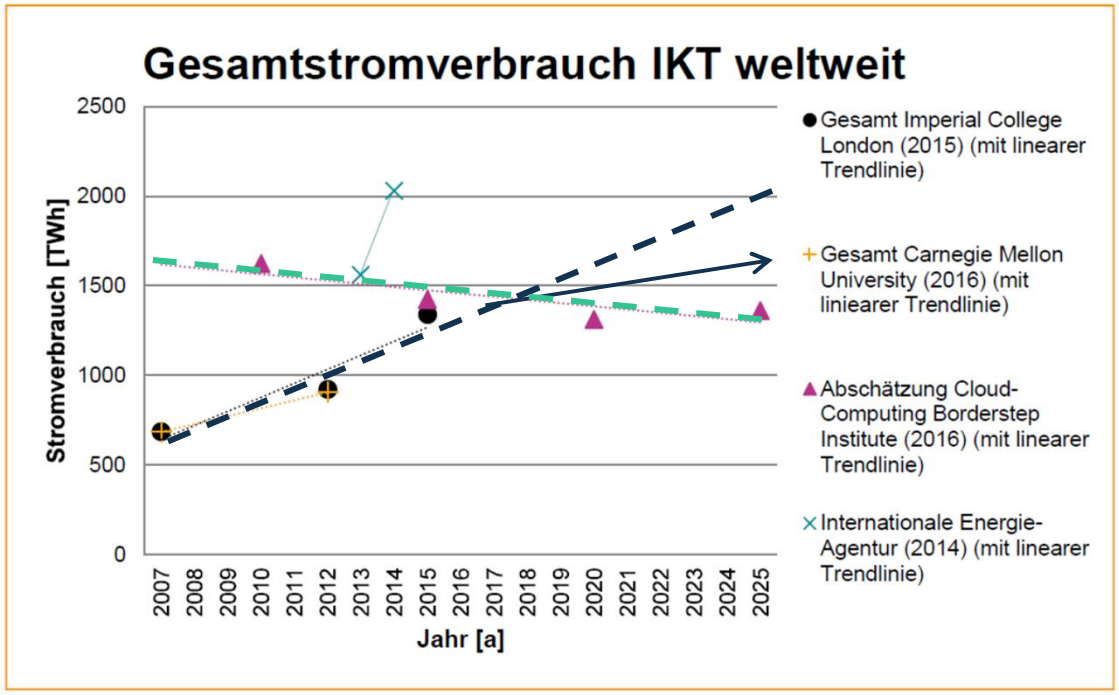
Wie entwickelt sich der Gesamtstromverbrauch von digitalen Technologien?

- Um eine ungefähre Schätzung der durch die Digitalisierung emittierte CO_2-Emissionen treffen zu können, braucht es eine Prognose zum zukünftigen Stromverbrauch der damit assoziierten Technologien.
- In der Metastudie „Analyse der mit erhöhten IT-Einsatz verbundenen Energieverbräuche“ der Deutschen Energie Agentur (dena) aus dem Jahr 2017 erfassen die Autoren den von zehn bereits vorhandenen Studien prognostizierten Stromverbrauch von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) für verschiedene Regionen (weltweit, EU, Deutschland) und Unterkategorien.
- Es ist hierbei wichtig darauf hinzuweisen, dass solche Prognosen schwierig zu treffen sind, da eine Reihe an gegensätzlichen Effekten berücksichtigt und gewichtet werden müssen:
  - die zukünftige Ausweitung der Nutzung von digitalen Technologien;
  - der Fortschritt hin zu energieeffizienteren Technologien („Green IT“);
  - bei der Umrechnung in Emissionen: Unsicherheit über zukünftigen Strom-und Energie-Mix;
- Im Folgenden soll nach einer Vorstellung von ausgewählten Studienergebnissen versucht werden, mithilfe eigener Berechnungen den Stromverbrauch in CO_2-Emissionen zu „übersetzen“ um einen Einblick auf die Klimaauswirkungen der Digitalisierung zu erhalten.

Quelle: „Analyse der mit erhöhten IT-Einsatz verbundenen Energieverbräuche“, Deutschen Energie Agentur, 2017

Gemischte globale Prognosen

Weltweite Betrachtung des Gesamtstromverbrauchs von IKT weltweit



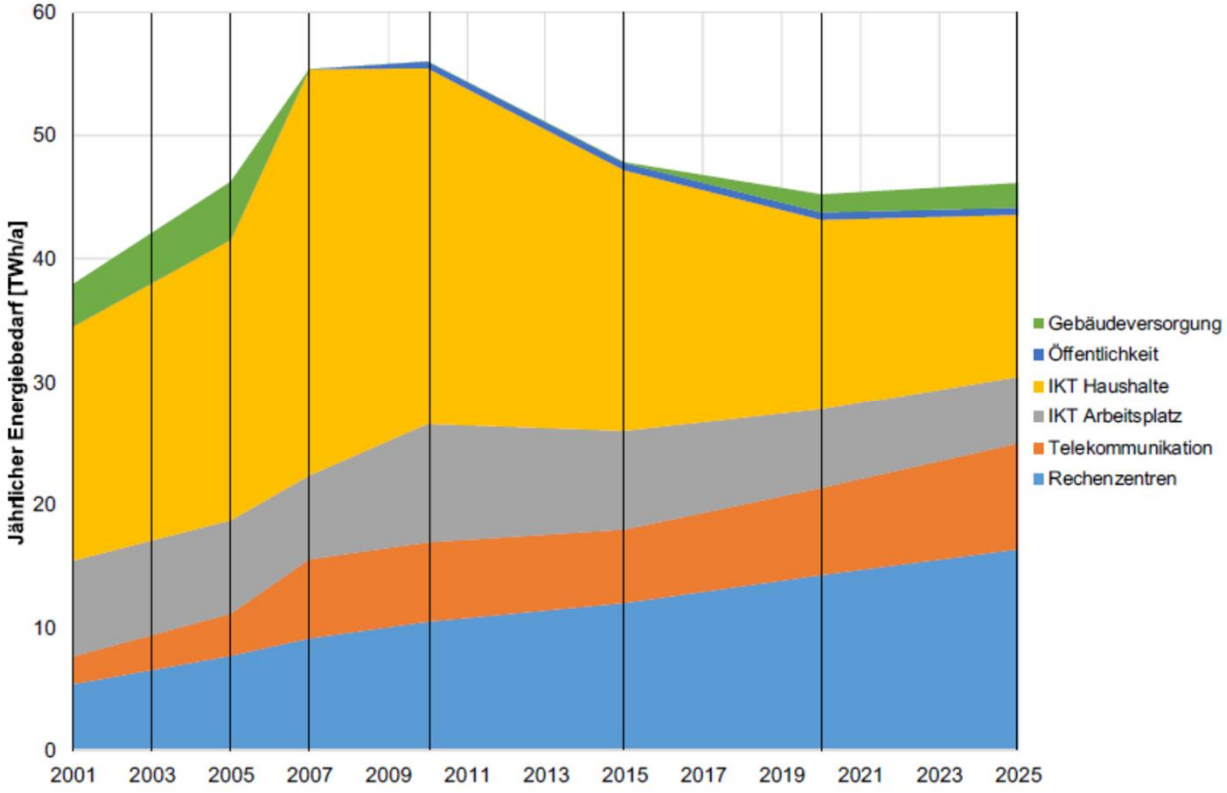
- Die Abschätzungen für den weltweiten Verbrauch von IKT ergeben ein gemischtes Bild: drei der von uns analysierten Studien weisen einen steigenden Trend auf, eine Studie hingegen einen fallenden Trend mit einer Stagnation bis 2025.
- Die Autoren der Metastudie Richard et al. (2017) selbst schätzen, dass sich die Entwicklung bis 2025 in der Bandbreite zwischen der dunkelblau und der grün gestrichelten Linie befinden wird (ungefährer Mittelwert wird in der Abbildung links durch den Pfeil angezeigt). Die geringe Datenbasis ist bei dieser Studie allerdings ein Problem.
- Es ist zu beachten, dass die Studie vom Borderstep Institute[1] nur den Stromverbrauch von Cloud-Computing berücksichtigt, daher liegt der tatsächliche Gesamtverbrauch höher als dargestellt und ein Wert am oberen Ende der Range ist wahrscheinlicher.
- Unter Berücksichtigung der Studie des Imperial College London[2] und des Borderstep Institutes[1] weisen IKT einen jährlichen Stromverbrauch im Jahr **2025** von ca. **1360 bis 2000 TWh** auf.

→ Unter Berücksichtigung der Prognose für den Gesamtstromverbrauch werden IKT im **Jahr 2025** global **zwischen 4,5 und 6,7 Prozent** des gesamten Stroms benötigen.

Quelle: „Analyse der mit erhöhten IT-Einsatz verbundenen Energieverbräuche“, Richard et al., Deutschen Energie Agentur, 2017; https://www.iea.org/weo/;
[1] „Green Cloud? The current and future development of energy consumption by data centers, networks and end-user devices”, Hintemann, R. & Clausen, J., Borderstep Institute, 2016;
[2] „The impact of information technology on energy consumption and carbon emissions“, Gelenbe et al., Imperial College, 2015

Deutschland als Beispiel für eine langsame Entwicklung hin zu mehr Energieeffizienz

Entwicklung des IKT-bedingten Stromverbrauchs in Deutschland



Auch beim Anteil am Gesamtverbrauch ergibt sich ein anderes Bild als bei der globalen Betrachtung: Im **Jahr 2025** werden IKT in Deutschland lediglich ca. **1,5 Prozent** des Stroms benötigen.

- In Deutschland ist das Bild eindeutiger, jedoch gegensätzlich zum weltweiten und europäischen Trend: Eine Studie des Fraunhofer Instituts prognostiziert eine **Absenkung des Stromverbrauchs von IKT um ca. 18 % von 56 TWh im Jahr 2010 auf 46 TWh im Jahr 2025**. Die kommenden fünf Jahre sind jedoch isoliert betrachtet eher von einer Stagnation geprägt.
- Regulatorisch bedingt wurde die Entwicklung der vergangenen Jahre vor allem durch die **Europäische Ökodesign-Richtlinie** bestimmt, welche ab 2005 eine Entwicklung und schrittweise Implementierung energiesparender Technologien im Bereich IKT vorantrieb. Zusätzlich dazu wurde eine produktweite Vereinheitlichung der Höchstleistungsaufnahme im Bereitschaftszustand („Standby“) vorgenommen.
- Den Unterschied im Trend zur globalen Betrachtung erklären die Autoren Stobbe et al. (2015) damit, dass Deutschland als hochindustrialisiertes Land mit hoher Exportausrichtung stark auf High-Tech angewiesen ist, jedoch im Gegensatz zu anderen Ländern selbst **wenige Energieträger besitzt**, wodurch ein Anreiz entsteht, die **Priorität auf Energieeffizienz** zu legen.
- Den Studienergebnissen zu Folge wird in den nächsten Jahren der Energieverbrauch von IKT am Arbeitsplatz und im Haushalt weiter abnehmen, vor allem getrieben durch energieeffiziente Endgeräte und einen Umstieg auf effiziente mobile Geräte (z.B. Laptop statt Desktop-PC).
- Der Energiebedarf von Rechenzentren hingegen verzeichnet einen linearen Trend nach oben (2015: 12 TWh, 2025: 16,4 TWh). Treiber dieser Entwicklung ist die erhöhte Nachfrage nach Rechenleistung sowie Speicherkapazität.

Quelle: „Entwicklung des IKT-bedingten Stromverbrauchs in Deutschland“, Stobbe et al., Fraunhofer IZM, 2015; https://www.iea.org/weo/

Übersicht über die verwendeten Studienergebnisse

Prognose Deutschland

Jahr	Studie	Stromverbrauch in TWh/a
2025	Fraunhofer IZM [1]	46

Prognose Weltweit

Jahr	Studie	Stromverbrauch in TWh/a
2025	Borderstep Institute [2]	1360
2025	Imperial College [3*]	ca. 2000

*linear fortgeführt

Quellen: „Analyse der mit erhöhten IT-Einsatz verbundenen Energieverbräuche“, Richard et al., Deutschen Energie Agentur, 2017

[1] „Entwicklung des IKT-bedingten Stromverbrauchs in Deutschland“, Stobbe et al., Fraunhofer IZM, 2015

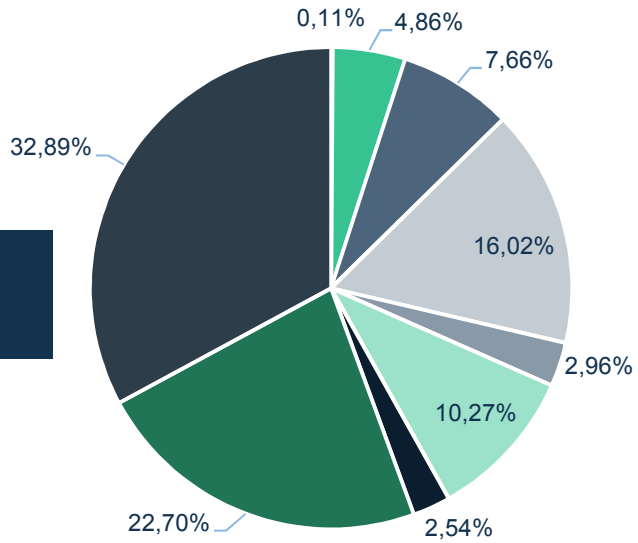
[2] „Green Cloud? The current and future development of energy consumption by data centers, networks and end-user devices”, Hintemann, R. & Clausen, J., Borderstep Institute, 2016

[3] „The impact of information technology on energy consumption and carbon emissions“, Gelenbe et al., Imperial College, 2015;

Berechnung der CO_2-Faktoren: Wie verändert sich der globale Energiemix?

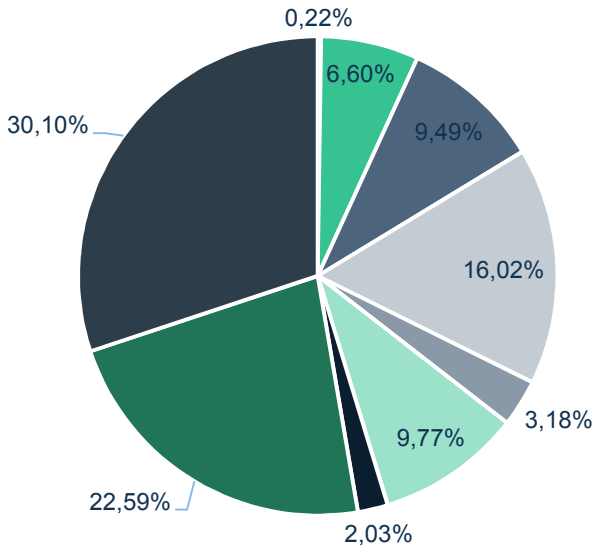
Prognosen des globalen Energiemixes weltweit, 2025 und 2030

Prognose Energiemix 2025 global



415,8 gCO_2/kWh

Prognose Energiemix 2030 global

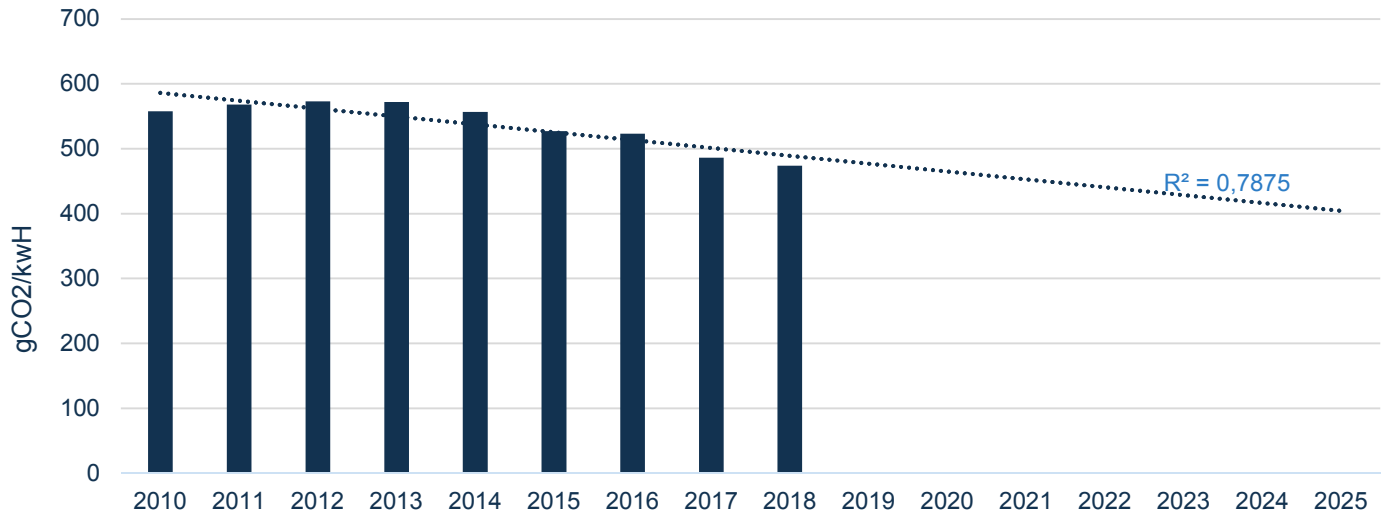


390,1 gCO_2/kWh

- Für eine globale Betrachtung wurde der prognostizierte Energiemix der Internationalen Energie Agentur (World Energy Outlook 2018) für das Jahr 2025 bzw. 2030 mit dem CO_2-Ausstoß der jeweiligen Technologie (hervorgehend aus einem Bericht des Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC) verrechnet, um einen gewichteten Durchschnitt zu erhalten (415 T/kWh bzw. 390 T/kWh). Die Diagramme zeigen den prognostizierten Anteil der jeweiligen Technologie an der gesamten Stromproduktion.
- Der prognostizierte Energiemix im zitierten WEO bezieht sich auf das konservativere New-Policies-Scenario, bei dem angenommen wird, das bestehende Klimapolitik implementiert und angekündigte Maßnahmen umgesetzt werden.
- Insgesamt verringert sich die pro produzierter kWh emittierte CO_2-Menge zwischen den beiden Betrachtungszeitpunkten. Zurückzuführen ist das auf den (leichten) Rückgang von Öl, Kohle und Erdgas zur Energiegewinnung sowie die steigende Verwendung regenerativer Energiequellen (v.a. Solar- und Windenergie).

Berechnung der CO_2-Faktoren für Deutschland

Prognose des CO_2-Faktors (gCO2/kWh) für Deutschland mittels Extrapolation



2025:
404,3
gCO_2/kWh

- Für Deutschland wurde mithilfe einer Extrapolation (Trendverlängerung) die Entwicklung des CO_2-Ausstoßes pro produzierter Kilowattstunde der letzten Jahre (2010 bis 2018) bis ins Jahr 2025 projiziert und der entsprechende Wert angenommen (404 T/kWh). Die zugrundeliegenden Daten stammen vom Umweltbundesamt.
- Wir nehmen dabei an, dass die Entwicklung der Energiewende in den vergangenen Jahren repräsentativ für die Entwicklung der folgenden 7 Jahre (2019-2025) ist.
- Aufgrund mangelnder Datenzugänglichkeit sollte dieser zugegebenermaßen einfache Ansatz eine entsprechende Illustration der Problematik und Trends widerspiegeln. Vor dem Hintergrund der aktuell eher stockenden Energiewende und der gleichzeitigen Digitalisierung der deutschen Volkswirtschaft im Rahmen der Industrie 4.0 halten wir diese Vorgehensweise für eine illustrativ plausible Herangehensweise.

Quelle: Bundesumweltamt, LBBW Research.

Was bedeutet das für die Umwelt?

Umrechnung des prognostizierten Stromverbrauchs in energiebedingte CO_2-Emissionen

Prognose Deutschland

Jahr	gCO_2 / kWh[1]	CO_2 in Mt	Anteil[2]
2025	404,3	18,6	2,83%*

entspricht ca. der aktuellen Menge von:

Zweifacher Ausstoß der deutschen Landwirtschaft

Prognose Weltweit

Jahr	gCO_2 / kWh[1]	CO_2 in Mt	Anteil[2]
2025 min	415,8	565,5	1,67%
2025 max	415,8	831,6	2,45%

Internationaler Flugverkehr

Internationaler Schiffverkehr

[1] basierend auf eigener Berechnung, siehe Methodik [2] am prognostizierten Gesamtausstoß, * gegeben, dass die der Bundesregierung gesteckten Ziele eingehalten werden;
Quelle: „Fossil CO2 emissions of all world countries", 2018 report, Joint Research Centre

Was bedeutet das für die Umwelt?

Kommentar zu den Ergebnissen und weitere Ausführungen

- Aus den Resultaten wird klar, dass die CO_2-Emissionen durch digitale Technologien und deren Ausbau in Zukunft kein marginaler Faktor mehr sind, sondern, vor allem global betrachtet, einen **beachtenswerten Anteil am Gesamtausstoß** ausmachen werden.
- In unserer Berechnung fokussieren wir uns auf die energiebedingten CO_2-Emissionen von IKT. Darüber hinaus erhöht der realwirtschaftliche Produktionsprozess und die Entsorgung der Hardware die Umweltschädlichkeit weiter.
- Eine andere Studie[1] kommt auf etwas höhere Werte (3,0-3,6% am globalen Gesamtausstoß bereits im Jahr 2020). Diese gibt als Langzeitprognose einen Anteil der Tech-Industrie von **14% am Gesamtausstoß im Jahr 2040** an, vorausgesetzt das exponentielle Wachstum der letzten Jahre setzt sich fort. Das wäre ungefähr die Hälfte des aktuellen Anteils der Emissionen des Transportsektors.
- Ein großer Anteil von digitalen Technologien (vor allem Datenzentren) wird durch deren dezentrale Natur wahrscheinlich mit unterdurchschnittlich umweltfreundlichen Energiequellen betrieben (in unseren Berechnungen wurde eine durchschnittliche Umweltfreundlichkeit angenommen).
- Ein **Treiber der globalen Emissionen von IKT sind Rechenzentren**: Datenzentren stoßen über ihren Energieverbrauch in Deutschland heute schon so viel CO_2 aus wie der deutsche Flugverkehr (10-15 TWh) [2].
- Obige Berechnungen, vor allem die für Deutschland und die Welt, sollten somit eher als Untergrenze betrachtet werden. **Besonders bei der globalen Prognose schätzen wir das Ergebnis am oberen Rand (832 $MtCO_2$) als realistischer ein.** Aufgrund der hohen Innovationsgeschwindigkeit im IKT-Sektor lässt sich ebenfalls annehmen, dass in den nächsten Jahren weitere digitale Technologien mit hohem Stromverbrauch in Anwendung kommen werden, die wir heute noch gar nicht in Betracht ziehen („unknown Unknowns“). Auch berücksichtigen die Studien in ihrem Ausmaß noch schwierig prognostizierbare Technologien wie z.B. Kryptowährungen und die u. U. zunehmende Bedeutung von Blockchain-Technologie in der Industrie nicht. **Die mit der Prognose verbundenen Unsicherheiten, sollten sie sich (teilweise) realisieren, haben deshalb eher eine weiter emissionserhöhende Wirkung.** Ein weiterer Grund dafür ist unseres Erachtens auch, dass es wahrscheinlicher ist, dass in den nächsten Jahren weitere, extrem energiehungrige digitale Technologien erfunden werden, als dass es einen ähnlich rapiden Fortschritt bei grüner Energietechnologie gibt, die erstere Entwicklung kompensieren könnte. **Anders formuliert: die Innovation schreitet bei digitalen Technologien schneller voran als die Wende zu emissionsfreier Energie erfolgt.**

→ Unter Einbezug dieser Faktoren prognostizieren wir für **2025 global** einen energiebedingten CO_2-Ausstoß von IKT von rund **1000 Mt**, was einen Anteil von **drei Prozent** am Gesamtausstoß ausmachen würde. Von 2015 (668 Mt) bis 2025 würde somit der Ausstoß um **knapp 50 % ansteigen**.

Quelle: [1] Belkhir, Lotfi & Elmeligi, Ahmed. (2018). Assessing ICT global emissions footprint: Trends to 2040 & recommendations. Journal of Cleaner Production;
[2] Clemens Rohde, Fraunhofer Institut.

06.02.2020 • Nachhaltigkeit der Digitalisierung

LB≡BW
Bereit für Neues

Wie digitale Technologien zu einer grüneren Zukunft beitragen können

Anwendungen von KI und Co. als „Green-through-IT“-Technologien

Digitalisierung kann Nachhaltigkeit auch befördern

- Trotz ihres bereits großen und tendenziell zunehmenden Stromverbrauchs bieten digitale Technologien wie KI und Blockchain Potenzial für die Reduktion von CO_2-Emissionen in einem solchen Ausmaß, dass sie u. U. ceteris paribus **netto eine Einsparung** erzielen könnten
- Studien schätzen das Einsparungspotenzial von IKT-Technologien auf bis zu 15 %[1] der globalen Treibhausgasemissionen bis 2020, somit fünf mal höher als die dadurch verursachten Emissionen. Allein **KI wird ein prognostiziertes Einsparpotenzial von 1,5 – 4,0 % bis 2030 zugesprochen[2].** Dabei haben KI-Anwendungen im Bereich Energie (2,2 %) und Transport (1,7 %) das höchste Einsparpotenzial.
- Die Autoren der schon erwähnten Studie des Imperial College London schätzen, dass durch die steigende Verwendung von IKT bis zu 4 GT CO_2 bis 2030 eingespart werden kann.
- Insgesamt können digitale Technologien damit auch eine **unterstützende Rolle bei klimaschützenden Maßnahmen** einnehmen („Green-through-IT“). Sie sind also nicht selbst besonders sparsam im Energieverbrauch (wie oben gezeigt), sondern können andere Prozesse umweltfreundlicher machen.
- Im Folgenden sollen „grüne“ Anwendungsmöglichkeiten von KI in verschiedenen Sektoren sowie von Blockchain-basierenden Technologien vorgestellt und Schätzungen zur konkreten Einsparung präsentiert werden.
- Dabei wollen wir exemplarisch eine Auswahl an Anwendungen aufzeigen, für eine genauere Ausführung sei auf die Studie von PwC[2] sowie insbesondere auf die umfassende Arbeit von Rolnick et al. (2019)[3] verwiesen.

[1] SMART2020 Report, GeSI [2]„How AI can enable a Sustainable Future“, PwC ; Grafik: [2]„How AI can enable a Sustainable Future“, PwC [3] „Tackling Climate Change with ML“, 2019

KI in der Landwirtschaft

Weniger Pestizide, bessere Ernten

- Mithilfe von KI könnten **landwirtschaftliche Prozesse** wie z.B. das Ernten oder Säen mit optimalem Timing **automatisiert** ausgeführt werden.
- KI könnte auch zur Überwachung und **Kontrolle von Umweltbedingungen** wie z.B. dem Wetter eingesetzt werden und darüber hinaus vorhersagen, was bestimmte Bedingungen für einen Einfluss auf z.B. die Ernte haben werden. Auch der **Zustand von Feldern, Früchten oder Nutztieren** könnte mit KI, im Verbund mit Drohnen oder Feldsensoren, überwacht werden. Dadurch wäre ein früheres Eingreifen beim Ausbrechen einer Pflanzenkrankheit und der gezieltere Einsatz von Pestiziden möglich. KI-basierte Modelle zur **Vorhersage von Wetterentwicklungen** helfen Landwirten ihre Effizienz zu steigern und die Ernte zu planen.
- Neue Technologien könnten somit nicht nur positiv durch Emissionseinsparungen auf die Umwelt wirken, sondern auch andere Aspekte wie **Artenvielfalt oder Qualität der Nahrungsmittel** verbessern.
- Die **Aufforstung** könnte in Zukunft durch schnellere und präzisere Drohnen erfolgen, die mit Hilfe von KI geeignete Standorte zur Bepflanzung finden. Bestehende Wälder könnten durch KI-basierte Früherkennungssysteme vor Waldbränden geschützt werden.
- Insgesamt schätzt die Beratungsgesellschaft PwC die möglichen **Einsparungen im CO_2-Ausstoß auf 0,1 bis 0,3 % in der Landwirtschaft** bis 2030 gegenüber dem Basisszenario. Auch wenn dieser Beitrag bislang nicht sehr hoch ist, so ist doch interessant zu sehen, was mit KI in diesem Sektor möglich ist. Daneben gilt es auch zu bedenken, dass u. U. viele diesbezügliche Aspekte nicht quantifiziert werden können.

Quelle: „How AI can enable a Sustainable Future“, PwC; „Tackling Climate Change with ML“, Rolnick et al., 2019

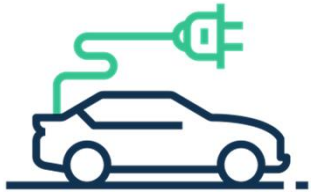
KI in der Energiebranche

„Smart Grids“ als Voraussetzung für die Energiewende

- Sogenannte „Smart Grids“ sind **intelligente Stromnetze, die Erzeugung, Speicherung und Verbrauch kombinieren und optimal aufeinander abstimmen**. Der Informationsaustausch zu diesen Parametern erfolgt direkt durch das Netz, das nicht nur Strom, sondern auch Daten transportiert.
- Grund für die zukünftig steigende Notwendigkeit der „Smart Grids“ ist die **volatilere Stromversorgung durch erneuerbare Energien** im Vergleich zu bisherigen Methoden. Sie sind also eine Grundvoraussetzung für den Umstieg auf nachhaltige Energieerzeugung.
- Auch der steigende punktuelle Energiebedarf (Beispiel: alle Leute wollen nach der Arbeit ihr Elektroauto gleichzeitig aufladen), erhöht die Notwendigkeit einer intelligenten Stromsteuerung (z.B. wird ein Teil der Autos erst Nachts, wenn die Nachfrage niedrig und der Strom günstig ist, aufgeladen, steht aber dennoch pünktlich am nächsten Morgen für den Weg zur Arbeit zur Verfügung).
- KI spielt dabei eine wichtige Rolle in der **Koordination des Netzes, der Datenverarbeitung sowie der Vorhersage** von Stromnachfrage und -angebot.
- Eine mögliche weitere Anwendung ist der Einsatz von KI zur Vorhersage von z.B. Sonnenstand oder Windrichtung, um Solar-Panels oder Windräder nutzenbringender einzusetzen.
- Insgesamt schätzt die Beratungsgesellschaft PwC die diesbezüglich möglichen **Einsparungen im CO_2-Ausstoß auf 1,6 bis 2,2 %** bis 2030 gegenüber dem Basisszenario.

Quelle: „How AI can enable a Sustainable Future“, PwC

KI im Transportsektor



Effekt von Autonomen Fahren auf die Umwelt unklar

- Autonomes Fahren kann durch eine prinzipiell **effiziente Fahrweise** im Vergleich zu der des Menschen zur Senkung des Energieverbrauchs eines Autos beitragen, darüber hinaus erleichtert es neue Mobilitätskonzepte wie z.B. Car Sharing. Allerdings benötigt Autonomes Fahren wiederum enorme Energieleistung, da für sein Funktionieren viele KI-Berechnungen notwendig sind.
- Durch Konnektivität zwischen den Verkehrsteilnehmern kann eine **optimierte Verkehrssteuerung** erreicht werden. Durch Navigationssysteme können Fahrer so geleitet werden, dass Stau und Verkehrsüberlastung vermieden und dadurch unnötiges Herumstehen verhindert wird. Mautgebühren könnten durch eine dynamische Anpassung die Nachfrage regulieren und dadurch ebenfalls Überlastungen eindämmen.
- Durch KI kann die Datengrundlage über Auslastung und Verkehrsmuster einer Straße erweitert und analysiert werden, um z.B. eine **bessere Infrastrukturplanung** zu erreichen.
- Im Güterverkehr könnte KI dazu eingesetzt werden, frachtlose Fahrten von z.B. LKWs zu minimieren, in dem eine bessere Routenplanung erzielt wird.
- Auch die **Alternativen zum Verkehr** können durch KI vielfältiger werden: 3D-Druck könnte den Lieferverkehr teilweise obsolet machen, da eine lokalere Produktion von Gütern ermöglicht wird. Virtuelle Kommunikation könnte durch KI verbessert und zunehmend als Alternative zur physischen Präsenz, die das Zurücklegen weiter Strecken voraussetzt, eingesetzt werden.
- **Im Transportsektor ist jedoch das Potenzial zur Einsparung nicht eindeutig**. Vielmehr könnten durch den sogenannten **Rebound-Effekt** (Nachfragesteigerung aufgrund gesunkener Kosten oder höherem Komfort) die Nettoemissionen durch den Einsatz von KI höher sein als ohne (+0,3%).
- Insgesamt schätzt PwC die diesbezüglich möglichen **Einsparungen im CO_2-Ausstoß auf bis zu 1,7 %** bis 2030 gegenüber dem Basisszenario.

Quelle: „How AI can enable a Sustainable Future“, PwC

Fazit: Clean IT und Green IT zwingend notwendig!

- Die Nachhaltigkeitsfrage bzw. der ökologische Fußabdruck ist für das Gelingen der Digitalisierung der modernen Volkswirtschaften zentral. **Sind Daten „das neue Öl“, so gehen KI-basierte Datenanalysen bislang auch mit einem entsprechenden negativen CO_2 -Ausstoß wie die „alten“ Industrien einher.**
- **Die KI-Anwender muss daher verstärkt Instrumente verwenden, die den Energiebedarf ihrer Algorithmen verfolgen oder Maßnahmen zum Ausgleich ihrer Emissionen ergreifen.** Hierbei helfen z. B. Anwendungen im Internet wie https://mlco2.github.io/impact/#home, mit denen KI-Anwendungen auf ihren CO_2 -Ausstoß getestet werden können.
- Dies ist nicht nur aus ökologischen Gesichtspunkten wichtig, sondern auch in Bezug auf die gleichen Forschungschancen von verschiedenen Institutionen, die mit unterschiedlichen monetären Ressourcen ausgestattet sind. Verfügen nämlich kleinere private oder akademische Forschungsinstitute über weniger Ressourcen als z. B. die Big-Tech-Giganten, so können sie auch entsprechend nicht ähnliche Forschung auf demselben Niveau liefern, wenn sie die hierfür notwendigen Energiekosten gar nicht tragen können. Wichtig wäre es daher u. U., dass in der KI-Wissenschaft a) eine größere Transparenz gezeigt wird, was die zur Erlangung der Ergebnisse notwendigen Energiekosten sind und b), dass im Begutachtungsprozess der Forschungspapiere auch die Energieeffizienz eine Rolle spielt. Zumindest die großen Cloud-Services-Anbieter wie Google, Amazon und Microsoft streben eine „Karbon-Neutralität“, wenn nicht sogar „Karbon-Negativität“ ihrer angebotenen Lösungen an.
- Gleichzeitig muss bei Blockchain-Lösungen insbesondere im Bereich der sog. Kryptowährungen auch von der Aufsicht her gefragt werden, welchen Sinn derartige Anwendungen machen. **Ein ökologisches Argument für die Einführung einer digitalen Zentralbankwährung wäre z. B., dass der Großteil der existierenden Kryptowährungen dann noch weniger Sinn machen würde als bislang schon.**

Quelle: https://www.technologyreview.com/s/613630/training-a-single-ai-model-can-emit-as-much-carbon-as-five-cars-in-their-lifetimes/?utm_source=newsletters&utm_medium=email&utm_campaign=the_algorithm.unpaid.engagement; https://www.technologyreview.com/f/614056/ai-research-has-an-environment-climate-toll/?utm_source=newsletters&utm_medium=email&utm_campaign=the_algorithm.unpaid.engagement; https://www.wired.com/story/amazon-google-microsoft-green-clouds-and-hyperscale-data-centers/; https://www.wired.com/story/ai-great-things-burn-planet/

Anhang: Methodik

1. Prognosen zum weltweiten Energiemix im Jahr 2025 bzw. 2030 liefert der World Energy Outlook 2018 der International Energy Agency. Mithilfe der entsprechenden Anzahl an Terrawattstunden pro Technologie wurde der jeweilige prozentualer Anteil an der Gesamtproduktion errechnet.
2. Die IPCC veröffentlichte 2014 Zahlen zur CO_2-Emission pro produzierter kWh gängiger Energieerzeugungen:

Options	Direct emissions	Infrastructure & supply chain emissions	Biogenic CO_2 emissions and albedo effect	Methane emissions	Lifecycle emissions (incl. albedo effect)
	Min/Median/Max	Typical values			Min/Median/Max
Currently Commercially Available Technologies					
Coal—PC	670/760/870	*9.6*	*0*	*47*	**740/820/910**
Gas—Combined Cycle	350/370/490	*1.6*	*0*	*91*	**410/490/650**
Biomass—cofiring	n.a.[ii]	–	–	–	**620/740/890**[iii]
Biomass—dedicated	n.a.[ii]	*210*	*27*	*0*	**130/230/420**[iv]
Geothermal	0	*45*	*0*	*0*	**6.0/38/79**
Hydropower	0	*19*	*0*	*88*	**1.0/24/2200**
Nuclear	0	*18*	*0*	*0*	**3.7/12/110**
Concentrated Solar Power	0	*29*	*0*	*0*	**8.8/27/63**
Solar PV—rooftop	0	*42*	*0*	*0*	**26/41/60**
Solar PV—utility	0	*66*	*0*	*0*	**18/48/180**
Wind onshore	0	*15*	*0*	*0*	**7.0/11/56**
Wind offshore	0	*17*	*0*	*0*	**8.0/12/35**
Pre-commercial Technologies					
CCS—Coal—Oxyfuel	14/76/110	*17*	*0*	*67*	**100/160/200**
CCS—Coal—PC	95/120/140	*28*	*0*	*68*	**190/220/250**
CCS—Coal—IGCC	100/120/150	*9.9*	*0*	*62*	**170/200/230**
CCS—Gas—Combined Cycle	30/57/98	*8.9*	*0*	*110*	**94/170/340**
Ocean	0	*17*	*0*	*0*	**5.6/17/28**

Mithilfe der errechneten Anteile wurde anschließend ein gewichteter Durchschnitt der Medianemissionen der gängigen Technologien über den Lebenszyklus berechnet.

Fortsetzung Methodik

3. Für Deutschland gibt es keine vergleichbaren Prognosen zum zukünftigen Strom-Mix. Stattdessen projizierten wir die Entwicklung des CO_2-Faktors der vergangenen 9 Jahr mithilfe einer einfachen Extrapolation bis ins Jahr 2025 voraus. Die zugrundeliegenden Daten stammten vom Umweltbundesamt.
4. Die Prognosen des Stromverbrauchs von Informations- und Kommunikationstechnologien liefern die oben beschriebenen Studien. Die Prognosezeitpunkte sind dabei 2025 bzw. 2030 für Datenzentren, woran wir auch unsere Prognose der CO_2-Faktoren angepasst haben. Durch Multiplikation des prognostizierten Stromverbrauchs (Einheit kWh) mit den CO_2-Faktoren (gCO_2/kWh) erhält man den prognostizierten energiebedingten Kohlenstoffdioxidausstoß von IKT in Gramm. Zur besseren Darstellung rechneten wir diese Werte in Megatonnen (1 Mt = 1.000.000 Tonnen) um.
5. Um auszurechnen, wie hoch dieser Ausstoß relativ zum Gesamtausstoß im jeweiligen Jahr ist, benötigt man hierfür ebenfalls Prognosen: Für Deutschland bieten sich die vom Umweltbundesamt veröffentlichten Ziele der Bundesregierung an. International liefert dazu die International Energy Agency Daten. Mithilfe des prognostizierten Gesamtausstoßes lässt sich der Anteil von IKT daran berechnen.

Disclaimer.

- Diese Publikation richtet sich ausschließlich an Empfänger in der EU, Schweiz und Liechtenstein.
- Diese Publikation wird von der LBBW nicht an Personen in den USA vertrieben und die LBBW beabsichtigt nicht, Personen in den USA anzusprechen.

- Aufsichtsbehörden der LBBW: Europäische Zentralbank (EZB), Sonnemannstraße 22, 60314 Frankfurt am Main und Bundesanstalt für Finanzdienstleistungsaufsicht (BaFin), Graurheindorfer Str. 108, 53117 Bonn / Marie-Curie-Str. 24-28, 60439 Frankfurt.

- Diese Publikation beruht auf von uns nicht überprüfbaren, allgemein zugänglichen Quellen, die wir für zuverlässig halten, für deren Richtigkeit und Vollständigkeit wir jedoch keine Gewähr übernehmen können. Sie gibt unsere unverbindliche Auffassung über den Markt und die Produkte zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses wieder, ungeachtet etwaiger Eigenbestände in diesen Produkten. Diese Publikation ersetzt nicht die persönliche Beratung. Sie dient nur zu Informationszwecken und gilt nicht als Angebot oder Aufforderung zum Kauf oder Verkauf. Für weitere zeitnähere Informationen über konkrete Anlagemöglichkeiten und zum Zwecke einer individuellen Anlageberatung wenden Sie sich bitte an Ihren Anlageberater.

- **Wir behalten uns vor, unsere hier geäußerte Meinung jederzeit und ohne Vorankündigung zu ändern. Wir behalten uns des Weiteren vor, ohne weitere Vorankündigung Aktualisierungen dieser Information nicht vorzunehmen oder völlig einzustellen.**

- Die in dieser Ausarbeitung abgebildeten oder beschriebenen früheren Wertentwicklungen, Simulationen oder Prognosen stellen keinen verlässlichen Indikator für die künftige Wertentwicklung dar.

- Die Entgegennahme von Research Dienstleistungen durch ein Wertpapierdienstleistungsunternehmen kann aufsichtsrechtlich als Zuwendung qualifiziert werden. In diesen Fällen geht die LBBW davon aus, dass die Zuwendung dazu bestimmt ist, die Qualität der jeweiligen Dienstleistung für den Kunden des Zuwendungsempfängers zu verbessern.

#RELEASE_DATE# #PDFRELEASE_DATE#