

Stellungnahme zur Bitkom-Studie „Klimaeffekte der Digitalisierung 2.0“

Wissenschaftliche Einordnung



Jahre
Umweltbundesamt
1974–2024

1. Gesamteinschätzung

Der Branchenverband der deutschen Informations- und Telekommunikationsbranche (Bitkom) hat zum zweiten Mal die Unternehmensberatung Accenture damit beauftragt eine Studie zu den Klimaeffekten der Digitalisierung durchzuführen, welche am 26.02.2024 unter dem Titel „Klimaeffekte der Digitalisierung 2.0“ veröffentlicht wurde. Die erste Bitkom-Studie wurde 2021 herausgegeben und prognostizierte, dass digitale Technologien ca. 23 bis 34 Prozent, je nach Verbreitungsgeschwindigkeit, zum deutschen Emissionsreduktionsziel 2030 beitragen können. Die erste Studie wurde jedoch stark wegen intransparenten, unplausiblen Annahmen kritisiert. Trotzdem hat diese die öffentliche Meinung zu den Klimaschutzpotenzialen von digitalen Technologien maßgeblich beeinflusst. Auch die zweite Studie, die einen Beitrag von ca. 14 bis 26 Prozent zum Emissionsreduktionsziel prognostiziert, erhielt bereits (positive) mediale Aufmerksamkeit. Deswegen ist es von hoher umweltpolitischer Relevanz, die Ergebnisse der zweiten Studie ebenfalls wissenschaftlich einzuordnen.

Wir kommen zur Einschätzung, dass auch die 2.0-Studie keine valide Grundlage für eine Abschätzung des Klimabeitrags der Digitalisierung darstellt. Das technisch mögliche Einsparpotenzial, gemessen in Kohlenstoffdioxidäquivalenten (CO₂e), für die jeweilige digitale Anwendung ist oft unplausibel hoch. Demgegenüber fällt die Berechnung zum CO₂e-Fußabdruck der digitalen Infrastrukturen ausgesprochen niedrig aus, was teilweise an der schlechten Datenlage, unplausiblen Annahmen zu Rechen- und Speicherleistungen, den optimistischen Annahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien in den Zulieferländern und der engen Bilanzgrenze Deutschland liegt.

In der 2.0-Studie wird der Netto-Beitrag zu den 2030er Klimaschutzzielen von spezifischen digitalen Anwendungen in fünf verschiedenen Sektoren (Energie, Gebäude, Industrie, Landwirtschaft und Verkehr) quantifiziert. Hierzu werden Einsparungen von Treibhausgasemissionen durch diese Anwendungen abzüglich der CO₂e der digitalen Infrastruktur berechnet. Folglich werden nur die Klimaeffekte von ausgewählten Anwendungsfällen bestimmt und nicht der gesamten Digitalisierung.

Positiv zu bewerten ist, dass die Studie sich im Gegensatz zur Vorgängerstudie an den derzeit noch gültigen Sektoren des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG-Sektoren) orientiert. Das erleichtert die Einordnung des CO₂e-Einsparpotenzials in den verschiedenen Projektionsszenarien.

Grundsätzlich muss jedoch angemerkt werden, dass für die Bewertung der Umweltauswirkungen der Digitalisierung keine gesicherte Datenbasis existiert. In den klassischen Wirtschaftsbereichen stellen häufig Industrieverbände Umweltproduktdeklarationen oder ähnliches zur Verfügung. Vergleichbares existiert für die Digitalwirtschaft nicht. Dieser internationale Wirtschaftsraum zeichnet sich durch eine unglaubliche Dynamik hinsichtlich neuer Produkte, Dienstleistungen und Wachstum sowie einer hohen Intransparenz aus. Das Umweltbundesamt hat seit Jahren diesen Zustand beklagt und über Forschungsvorhaben zu ausgewählten digitalen Leistungen, wie Speicherung von Daten in der Cloud, Streamingdiensten und ähnlichem, eigene Messungen in den Rechenzentren vorgenommen und Berechnungen zu den Umweltwirkungen durchgeführt. Die Methode zur Ermittlung der Umweltwirkungen von Rechenzentrumsdienstleistungen ist öffentlich und hätte die Ergebnisse der Bitkom-Studie, die auf einem abstrakten Top-down-Ansatz beruhen, mit Bottom-up-Daten verifizieren können.

1.1 Transparenz und Datenqualität

Hauptkritikpunkt ist die fehlende Transparenz, um die Annahmen und Berechnungen der jeweiligen Netto-Emissionseinsparpotenziale im Detail nachvollziehen zu können. Die Ergebnisse können in den meisten Fällen nicht nachvollzogen werden, einige Daten wurden fehlerhaft aus Studien übernommen und die wissenschaftliche Qualität der zitierten Quellen ist oft nicht ausreichend. Viele Studien haben kein wissenschaftliches Begutachtungsverfahren durchlaufen, sind teilweise veraltet oder stimmen inhaltlich nicht mit dem Anwendungsfall überein. Die Berechnung der CO₂e-Fußabdrücke von digitalen Technologien ist lediglich grob skizziert, obwohl sie entscheidend für die Bewertung des Nettobeitrags der Digitalisierung sind.

1.1 Methodische Schwächen

Die Studie fokussiert sich vor allem auf Effizienzpotenziale und bezieht Verhaltensänderungen, die u.a. zu Reboundeffekten führen, nicht in die Berechnung mit ein. Zudem basiert die Methode auf der Annahme, dass es einen linearen Zusammenhang zwischen der Marktdurchdringung der jeweiligen Anwendung und einem Rückgang der CO₂e-Emissionen gibt und dass ein Optimum der Marktdurchdringung bei 100% liegt. Einsparungen werden in den einzelnen Sektoren zu einem Gesamteffekt addiert, damit sind Doppelzählungen nicht vermeidbar.

1.3 Vorschläge zur Verbesserung künftiger Studien zu den Klimaeffekten der Digitalisierung

Im Hinblick auf die Verbesserung der wissenschaftlichen Qualität zukünftiger Studien empfehlen wir Bitkom folgende Maßnahmen:

- ▶ Einrichtung eines unabhängigen Expertengremiums zur Begutachtung des nächsten Berichts.
- ▶ Selbstverpflichtung unter den Mitgliedern des Bitkom Umweltdaten zu den digitalen Leistungen zu veröffentlichen, um die Datenlage für die Berechnungen des CO₂e-Fußabdrucks der digitalen Infrastrukturen zu verbessern.
- ▶ Weitere Detaillierung des technischen Anhangs und eine kompakte Darstellung der Annahmen und Zwischenergebnisse, um die lückenlose Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse zu gewähren.
- ▶ Einbezug von Bottom-up-Bilanzen für ausgewählte Anwendungsfelder, um die Plausibilität von Größenordnungen (Richtungssicherheit) zu gewährleisten.
- ▶ Umfassende Literaturrecherche mit hoher Validität zur Bestimmung von Potenzialen zur CO₂e-Einsparung. Wobei eine breite Auswahl an bisherigen Ergebnissen ohne systematische Verzerrungen berücksichtigt wird.

In den folgenden Abschnitten werden der Aufbau und die Kernergebnisse der 2.0-Studie zusammengefasst. Zudem wird die wissenschaftliche Einordnung im Detail dargelegt.

2. Wissenschaftliche Einordnung

2.1 Aufbau der Studie

Die 2.0-Studie quantifiziert den Netto-Beitrag von spezifischen digitalen Anwendungen zu den Klimazielen 2030 in den Sektoren: Energie, Gebäude, Industrie, Landwirtschaft und Verkehr.

Die absoluten CO₂e-Einsparungen (Variable „Reduktion“) werden für den jeweiligen Anwendungsfall i im Sektor j anhand folgender Formel berechnet:

$$\text{Reduktion}_{jipv} = \text{adressierbare Emissionen}_{jip} \times \text{Reduktionspotenzial}_i \times \text{Zunahme}_{jiv}$$

Die Variable „adressierbare Emissionen“ umfasst alle Kohlenstoffdioxidäquivalente im Jahr 2030, die durch einen Anwendungsfall (z.B. Smart Home) adressiert werden. Diese werden dann unter Anwendung des Verursacherprinzips jeweils einem Sektor zugeordnet. Zum Beispiel werden CO₂e-Emissionen, die durch den Stromverbrauch in Haushalten entstehen, dem Gebäudesektor zugeordnet.¹ Zusätzlich werden bei den adressierbaren Emissionen unterschiedliche CO₂e-Projektionen p berücksichtigt: „hoch“ (Emissionsentwicklung anhand historischer Einsparparameter), „niedrig“ (Emissionsentwicklung anhand des UBA-Projektionsberichts²) und „mittel“ (zwischen „niedrig“ und „hoch“).

Die Variable „Reduktionspotenzial“ meint die technisch mögliche durchschnittliche CO₂e-Einsparung durch die jeweiligen Technologien in Prozent bezogen auf die adressierbaren Emissionen. Für dessen Bestimmung werden Werte aus unterschiedlichen Studien zu den Anwendungsfällen berücksichtigt. Pro Sektor werden zwei bis fünf Anwendungsfälle betrachtet: „Smart Grid“ und „Smarte Produktion von Erneuerbaren“ im Energiesektor, „Smart Homes“ und „vernetzte Gebäude“ im Gebäudesektor, „Automatisierung“ und der „digitale Zwilling“ in der Industrie, „intelligente Bodenbewirtschaftung“ und „intelligente Nutztierhaltung“ in der Landwirtschaft sowie „Ride-Sharing“, „Car-Sharing“, „PKW-Routenoptimierung“, ein „digitales öffentliches Verkehrsnetz“ und „LKW-Routenoptimierung“ im Verkehrssektor.

Die Variable „Zunahme“ gibt die erwartete Zunahme der durchschnittlichen Marktdurchdringung der betrachteten digitalen Anwendung im Jahr 2030 an. Hier werden zwei Szenarien v berücksichtigt. Einmal wird von einer beschleunigten Digitalisierung ausgegangen und einmal nicht (Standard-Digitalisierung).

¹ Es ist in der Studie nicht transparent, inwieweit diese Emissionen dann im Energiesektor weiterhin berücksichtigt werden.

² Umweltbundesamt (2023) „Projektionsbericht 2023 für Deutschland“ (https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/11740/publikationen/2023_08_21_climate_change_39_2023_projektionsbericht_2023_0.pdf). .

Zur Berechnung des Nettoeffekts wird dann der CO₂e-Fußabdruck der jeweiligen Anwendung, der je nach Digitalisierungsgeschwindigkeit variiert, von den ermittelten absoluten CO₂e-Einsparungen abgezogen.

2.2 Kernergebnisse

Tabelle 1: Kernergebnisse der 2.0-Studie

Die Tabelle zeigt die gerundeten Netto-Beiträge zu den Klimazielen 2030 pro Sektor, die sich zum Gesamteffekt addieren. Der erste Wert pro Spalte ist der relative Klimabeitrag bei einer Standard-Digitalisierung und der zweite Wert der relative Klimabeitrag bei einer beschleunigten Digitalisierung. Je nach Spalte wird von einem hohen, mittleren oder niedrigen CO₂e-Ausstoß im Jahr 2030 ausgegangen.

Sektor	CO ₂ e-Projektion		
	Hoch	Mittel	Niedrig
Energie	6,2–6,7%	8,0–8,6%	8,1–8,7%
Gebäude	6,4–9,4%	4,0–6,0%	2,3–3,4%
Industrie	2,1–4,8%	1,8–4,1%	1,5–3,4%
Verkehr	1,1–3,0%	1,1–3,0%	1,1–2,9%
Landwirtschaft	1,3–2,2%	1,1–1,9%	1,0–1,7%
Gesamt	17,1–26,1%	16,1–23,6%	14,0–20,2%

Tabelle 1 beinhaltet die Kernergebnisse. Laut der 2.0-Studie können die betrachteten digitalen Anwendungen beispielsweise etwa 16 Prozent zum Klimaziel 2030 beitragen, wenn eine Standard-Digitalisierung im mittleren Projektionsszenario erfolgt. Bei einer beschleunigten Digitalisierung sind es im selben Projektionsszenario rund 24 Prozent. Somit hat sich der prognostizierte Klimabeitrag im Vergleich zur Vorgängerstudie verringert (s.o.).

2.3 Bewertung der Studie

2.3.1 Vorgehensweise

Angesichts der Komplexität der Forschungsfrage, die sich aus den vielfältigen Auswirkungen verschiedener Technologien ergibt, ist es sinnvoll, die Klimaschutzpotenziale der Digitalisierung anhand spezifischer Anwendungsfälle zu ermitteln. Hierdurch lassen sich bereits durchgeführte Studien zu einzelnen Technologien kombinieren und es ergibt sich ein umfassendes Bild. Die namentliche Orientierung an den noch gültigen Sektoren des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG-Sektoren) erleichtert die Einordnung der Effekte. Zusätzlich wird berücksichtigt, dass das CO₂e-Einsparpotenzial in verschiedenen Projektionsszenarien variiert und dass digitale Technologien selbst Energie und Ressourcen verbrauchen.

Grundsätzlich zeigt die Studie jedoch keine Nettobilanz der Digitalisierung auf, sondern sie betrachtet ausgewählte Technologien, die Chancen für den Klimaschutz bieten und zieht die durch diese Technologien verursachten negativen Klimaeffekte ab. Völlig unbeachtet bleiben aber der Energie- und Ressourcenverbrauch von allen anderen digitalen Technologien und die

negativen Klimaeffekte durch die Anwendung von digitalen Technologien. Für eine Nettobilanz der Effekte der Digitalisierung auf das Klima müsste dies aber auch betrachtet werden.

Eine weitere Limitation der Studie ist, dass ein linearer Zusammenhang zwischen der Marktdurchdringung der jeweiligen Anwendung und einem Rückgang der CO₂e-Emissionen angenommen wird (z.B. der Anstieg an intelligenten Messsystemen um 1 Prozentpunkt führt stets zu 0.1 Prozentpunkten weniger CO₂e-Emissionen). Angesichts der Heterogenität von Verbrauchern (z.B. unterschiedlich gedämmte Gebäude oder energieintensive vs. weniger energieintensive Industrien) ist diese Annahme nicht immer plausibel. Es gibt in vielen der Sektoren Verbraucher, die viel mehr Emissionen verursachen als der Durchschnitt. Bei diesen lassen sich viel höhere Netto-Einsparungen an CO₂e-Emissionen erzielen. Umgekehrt gibt es viele Marktteilnehmer, die sehr wenige Emissionen verursachen, hier kann es zu einem negativen Netto-Klimabeitrag der digitalen Anwendung kommen. Die Studie geht jedoch nicht darauf ein, dass es aus klimapolitischer Sicht ein Optimum bei der Marktdurchdringung gibt, welches sehr wahrscheinlich nicht bei 100% liegt.

Darüber hinaus fokussiert sich die Studie vor allem auf Effizienzpotenziale und lässt Verhaltensänderungen außer Acht. Dies führt zu zwei Limitationen. Erstens ermöglichen Technologien wie der digitale Produktpass ein besseres Monitoring von Umwelt- und Klimaauswirkungen. Durch die Transparenz werden umwelt- und klimaverträgliche Verhaltensweisen oft erst ermöglicht. Hier werden Einsparungen nicht beziffert. Zweitens können Effizienzmaßnahmen zu unterschiedlichen Reboundeffekten führen, was bedeutet, dass potenzielle Einsparungen sich durch Verhaltensänderungen nicht vollständig realisieren lassen. Die 2.0-Studie diskutiert zwar mögliche Reboundeffekte und nennt auch mögliche Größenordnungen, bezieht diese jedoch aus Gründen der Komplexität nicht in ihre Berechnung mit ein.³

2.3.2 Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse

Im Vergleich zur Vorgängerstudie ist der technische Anhang der 2.0-Studie detaillierter, dennoch lassen sich viele Berechnungen und Annahmen nicht nachvollziehen. Dies betrifft vor allem (1) die adressierbaren Emissionen, (2) die technisch möglichen Einsparpotenziale und (3) die CO₂e-Fußabdrücke der digitalen Anwendungen.

Bei den adressierbaren Emissionen ist es nicht ausreichend transparent, wie die Gesamtemissionen zwischen den einzelnen Sektoren aufgeteilt wurden und unter welchen Annahmen doppelt bilanziert wurde. Es wird lediglich auf das Verursacherprinzip verwiesen. Teilweise werden nicht alle

³ Eine vergleichbare österreichische Studie macht hier Angaben: Austrian Energy Agency (2022) „Auswirkungen der Digitalisierung auf Energieverbrauch und Klima in Österreich“ (https://www.energyagency.at/fileadmin/1_energyagency/projekte/digitalisierung/digat/digat2040_d3.1_szenarien_final.pdf).

Emissionen eines Sektors von einer digitalen Anwendung adressiert. Wie dies genau berücksichtigt wurde, lässt sich nicht genau genug nachvollziehen.

Auch die Berechnung der jeweiligen absoluten Energieeinsparpotenziale lässt sich nicht im Detail nachvollziehen. Es werden zwar meist mehrere Studien genannt, aus denen Werte bezogen wurden. Welche Werte genommen wurden und wie diese miteinander verrechnet wurden, lässt sich jedoch nicht nachvollziehen (vgl. A.1 Einschätzung der Plausibilität am Beispiel Verkehr). Darüber hinaus haben viele der herangezogenen Studien kein wissenschaftliches Begutachtungsverfahren durchlaufen und es bleibt unklar, wie es zur Auswahl der Studien gekommen ist bzw. ob es andere Studien gibt, die nicht berücksichtigt wurden. Die Metastudie „Nachhaltigkeitseffekte der Digitalisierung“ von Technopolis und dem IÖW (2024) nennt zum Beispiel 53 relevante Studien im Energie- und Gebäudebereich. Zusätzlich wird oft als Quelle „Accenture Experteninterviews“ angegeben und es wird nicht genauer beschrieben, wer befragt wurde.

Die Berechnung der CO₂e-Fußabdrücke von digitalen Technologien ist lediglich grob skizziert. Die Berechnung ist so intransparent, dass ihre Sinnhaftigkeit nicht nachvollzogen werden kann und erfüllt keine wissenschaftlichen Standards. Dies betrifft besonders die Darstellung der Berechnung der relativen IT-Intensität. Darüber hinaus ist künstliche Intelligenz (KI) in allen untersuchten Sektoren als wichtigste digitale Technologie genannt, die zu den CO₂e-Einsparungen beiträgt. Ob und mit welchem Anteil der CO₂e-Fußabdruck von KI berücksichtigt wurde, kann aufgrund fehlender Transparenz nicht verifiziert werden.

Darüber hinaus wird bei der Ergebnisdarstellung oft zwischen den Klimaschutzzielen 2030 und den absoluten Emissionen eines Sektors gewechselt. Dies führt zu Verwirrungen in der Interpretation der Ergebnisse.

Insgesamt fehlt folglich eine kompakte Auflistung aller Annahmen, Zwischenergebnisse und Rechnungen, die die Ergebnisse im Detail nachvollziehbar machen.

2.3.3 Güte bzw. Plausibilität der Werte

Durch die oft fehlende Transparenz lässt sich die Richtigkeit der Rechenschritte und Ergebnisse nicht beurteilen. Es lassen sich lediglich Aussagen zur Plausibilität der einzelnen Daten und zur Güte der Studien treffen, aus denen Werte bezogen wurden.

Wenig plausibel scheinen zum Beispiel die Projektionsszenarien. Im Szenario „hoch“ sind die adressierbaren CO₂e-Emissionen der ausgewählten Sektoren im Jahr 2030 (978 MT CO₂e) höher als im Jahr 2023 (746MT CO₂e). Dies stellt keine plausible Annahme anhand der Definition des Szenarios⁴

⁴ Ein Anstieg der CO₂e-Emissionen ist nicht plausibel, da das Szenario „hoch“ anhand historischer Parameter berechnet wurde und CO₂e-Emissionen seit den 1990ern gesunken sind.

dar und lässt sich nur dadurch erklären, dass Emissionen in unterschiedlichen Sektoren doppelt bilanziert wurden, was die absoluten Emissionen künstlich aufbläht. Dies würde aber bedeuten, dass Einsparungen, die in einem Bereich beziffert werden, in einem anderen Bereich bereits eingespart wurden. Bei der Aufsummierung der Einsparungen in den einzelnen Sektoren führt dies zu einer Überschätzung der Gesamteinspareffekte. Bei den Projektionsszenarien „niedrig“ und „mittel“ wird größtenteils unterschlagen, dass Digitalisierungsmaßnahmen im UBA-Projektionsbericht bereits beachtet wurden.⁵ Hierdurch verzerrt sich der relative Beitrag der digitalen Anwendungen. Zusätzlich ist die Anwendung des Verursacherprinzips inkonsistent. Zum Beispiel wurde der Energieverbrauch der Landwirtschaft nicht in diesem Sektor berücksichtigt. Auch die adressierbaren Emissionen in der Industrie scheinen nicht plausibel, da hier Prozessemissionen berücksichtigt wurden. Die herangezogenen Studien beziehen sich jedoch nur auf den Energieverbrauch.

Das technisch mögliche CO₂e-Einsparpotenzial für die jeweilige digitale Anwendung ist oft unplausibel hoch und lässt sich anhand der zitierten Studien nicht nachvollziehen. Im Anhang dieser Stellungnahme befindet sich eine exemplarische Einschätzung der Plausibilität des CO₂e-Einsparpotenzials am Beispiel des Verkehrssektors (siehe Seite 11). Die hier aufgezeigte Problematik zeigt sich in ähnlicher Form auch für die anderen Sektoren.

Darüber hinaus ist an dieser Stelle ebenfalls zu betonen, dass viele der genannten Quellen zur Errechnung des technisch möglichen Reduktionspotenzials kein externes Begutachtungsverfahren durchlaufen haben. Teilweise sind es interessensgeleitete Studien (z.B. von WindEurope, IDC, Huawei oder Interroll). Bei der Industrie wird darüber hinaus auf eine Sekundärquelle verwiesen, die dann wieder bezüglich des Einsparpotenzials auf die Bitkom-Studie von 2021 verweist. Zusätzlich werden akademische Studien zitiert, die einen anderen Kontext besitzen. Zum Beispiel werden im Anwendungsbeispiel „intelligente Bodenbewirtschaftung“ unter anderem Studien zu Pflanzenschutzmitteln zitiert, die oft keinen Stickstoffanteil besitzen und somit wenig mit hohen CO₂e-Emissionen in Verbindung gebracht werden können.

Zudem wird bezüglich der CO₂e-Einsparungen teilweise nicht diskutiert, dass andere Faktoren eintreffen müssen, damit die Einsparungen überhaupt möglich werden. Im Energiesektor machen beispielsweise die breitflächige Nutzung von E-Autos und Wärmepumpen eine großflächige Lastenverschiebungen im Smart Grid überhaupt erst möglich.⁶

⁵ Siehe „Beispiele von Digitalisierungsmaßnahmen, die im UBA-Projektionsbericht bereits berücksichtigt wurden“ im Anhang. Lediglich der Smart-Meter-Einsatz in privaten Häusern wurde im Gebäudesektor rausgerechnet.

⁶ Siehe die an dieser Stelle zitierte Studie: https://www.tu-braunschweig.de/fileadmin/Redaktionsgruppen/Institute_Fakultaet_5/Elenia/Forschung/Forschungsprojekte/flexess/dokumente/flexess_AP_1_2_Potenzialanalyse.pdf.

Die für die Berechnung des CO₂e-Fußabdrucks von digitalen Technologien verwendeten Quellen sind teilweise veraltet. So werden Bestands- und Prognosedaten aus der Studie „Entwicklung des IKT-bedingten Strombedarfs in Deutschland“ des BMWK von 2015 für die Bilanzierung herangezogen. Beispielsweise spielte Cloud-Computing zum Zeitpunkt der Studiererstellung noch eine untergeordnete Rolle, dies gilt aber als ein aktueller Wachstumstreiber von Rechenzentrumskapazitäten.⁷

Für die Berechnung der Klimabelastungen der Herstellung der IKT werden die sogenannten embodied-Emissionen der IKT ermittelt. Die Höhe der embodied-Emissionen hängen stark davon ab, wie hoch der Anteil erneuerbarer Energie in den Herstellungsländern ist. Wie hoch der Energie- und Rohstoffeinsatz für die Herstellung der Produkte tatsächlich ist, kann hier nicht ermittelt werden. Die Studie geht von sehr optimistischen Emissionsfaktoren für die führenden IKT-Zulieferländer (beispielsweise China, Taiwan und Südkorea) aus. Demnach sollen die Emissionsfaktoren dieser Länder für das Jahr 2030 einen durchschnittlichen Emissionsfaktor von 435g CO₂e/kWh aufweisen, ungeachtet der Tatsache, dass Chinas aktuelle Energieversorgung zu 90 Prozent aus fossilen Brennstoffen besteht.⁸ Somit reduziert sich der CO₂e-Beitrag für die Herstellung der IKT, was schließlich eine positive Wirkung auf die Nettobilanz hat. Darüber hinaus gibt die Studie keine Auskunft darüber welche Datenquellen für die Berechnung der Herstellungsaufwände der IKT herangezogen wurden. Auf entsprechende Studien des UBA, die zu einzelnen Komponenten und Produkten den Umweltaufwand der Herstellung bilanziert haben,⁹ wurde nicht verwiesen.

Unzureichend bei der Berechnung des CO₂e-Fußabdruckes der digitalen Infrastrukturen ist außerdem die Annahme des geringen Anteils des IKT-Strombedarfs am Gesamtenergiebedarf in 2030. Die Werte, die für eine hohe Prognose in die Berechnungen einfließen, liegen unterhalb der Ergebnisse aus den beiden zitierten Quellen. Ebenfalls problematisch ist, dass für den Bilanzrahmen zur Berechnung des CO₂e-Fußabdrucks der Rechenzentren ausschließlich Deutschland genommen wurde. Insbesondere KI-Systeme und Cloud-Dienste können nicht auf Ländergrenzen bezogen werden, sofern eine realistische Abschätzung beabsichtigt ist.

Insgesamt scheinen die möglichen Einsparungen in den verschiedenen Handlungsfeldern überschätzt und der CO₂e-Fußabdruck der digitalen Anwendungsfällen unterschätzt.

⁷ Bitkom hat in seiner kürzlich erschienen Studie „Rechenzentrum in Deutschland 2023“ erklärt, dass zwischen 2010 und 2022 die Kapazitäten der Rechenzentren um über 90 % gewachsen ist. Treiber dieses Wachstums sind die verstärkte Nutzung von Cloud-Diensten durch Unternehmen und private Haushalte.

⁸ Siehe <https://www.iea.org/countries/china/energy-mix>.

⁹ Siehe <https://www.umweltbundesamt.de/themen/digitalisierung/gruene-informatik-onstechnik-green-it>

2.3.4 Wissenschaftliche Unabhängigkeit

Bitkom, als Verband für IKT-Unternehmen und somit der Vertreter der deutschen Digitalwirtschaft, ist kein unabhängiger Herausgeber. Ein Eigeninteresse daran, dass digitale Produkte und Dienstleistungen eine positive Klimabilanz aufweisen, kann nicht ausgeschlossen werden. Die Ergebnisse der Studie wurden weder durch eine externe Begutachtung verifiziert, noch öffentlich fachlich diskutiert. In solchen Fällen ist es umso wichtiger, dass die lückenlose Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse gewährleistet ist.

3. Anhang

1 A.1 Einschätzung der Plausibilität am Beispiel Verkehr

Die Berechnung des technisch möglichen CO₂e-Einsparpotenzial ist zum Beispiel bei der digitalen Routenoptimierung im PKW-Verkehr nicht nachvollziehbar: Hier wird für die Berechnung ein Reduktionspotenzial der Fahrleistung durch Routenoptimierung von 22 Prozent angenommen. Die vier verlinkten Studien geben Minderungspotenziale von 5, 8 und 15 Prozent an (die vierte Studie nennt kein Minderungspotenzial).

Wechselwirkungen mit anderen Klimaschutzmaßnahmen werden nicht ausreichend berücksichtigt, da die gewählten Szenarien, auf welche die digitalen Technologien angewendet werden, kaum weitere Klimaschutzmaßnahmen enthalten. Das Bitkom-Szenario mit den „ambitioniertesten“ Klimaschutzinstrumenten und den geringsten Emissionen ist das Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS) des Projektionsberichts 2030 (also die Umsetzung bereits beschlossener Politik). Das Szenario mit den höchsten Emissionen nimmt beispielsweise an, dass die Fahrleistung von Elektrofahrzeugen in 2030 denen von heute entspricht. Mit diesem Vorgehen wird die Klimaschutzwirkung digitaler Technologien aufgebläht.

Die ausgewiesene Minderung bezieht sich auf direkte und indirekte Emissionen. Mit indirekten Emissionen sind die Emissionen von Elektrofahrzeugen im Stromsektor gemeint. Die genaue Aufteilung wird nicht ausgewiesen. Es wäre zu prüfen, wie die THG-Minderung im Energiesektor gemessen wurde und ob es hier möglicherweise zu einer Doppelzählung kommt. Insgesamt sind die Ergebnisse damit nicht vergleichbar mit gängigen Studien, die nur die direkten Emissionen im Verkehrssektor betrachten (z.B. Projektionsbericht der Bundesregierung).

Reboundeffekte werden in der Bitkom-Studie nicht berücksichtigt. Insbesondere Maßnahmen, die die Kosten des Verkehrs senken (inkl. Zeitkosten) führen tendenziell zu Mehrverkehr.

Die Szenarien aus dem REFOPLAN-Projekt „Digitalisierung im Verkehr – Potenziale und Risiken für Umwelt und Klima“ zeigen, dass eine vollständige Vernetzung im Individualverkehr eine deutlich erhöhte Fahrleistung und damit im „Worst Case“ 2040 eine Erhöhung der THG-Emissionen um 22% gegenüber 2017 bedeutet. Das Einhalten der Ziele des KSG würden so deutlich erschwert. Nur bei einer vollständigen Verlagerung des motorisierten Individualverkehrs (MIV) auf automatisiertes Ride-Sharing, Bus und Bahn (also einer starken Regulierung) können THG-Emissionen bis 2040 um 20% reduziert werden. Dass sich durch eine Vernetzung im Individualverkehr die Fahrleistung erhöhen könnte, wird in der Bitkom-Studie nicht beachtet.

Im Bereich „digitale Routen- und Frachtoptimierung im LKW-Güterverkehr“ zeigen Berechnungen des REFOPLAN-Projektes „Umwelt- und Klimaschutz in der Logistik“, dass eine Vermeidung von LKW-Leerfahrten 2030 0,8 bis max. 2,9 Mio. t CO₂eq/a ergeben könnte. Allerdings nur durch ein

umfassendes gemeinsames Wirken von Logistikern und Digitalisierungsmaßnahmen (z.B. durch Frachtbörsen). Eine intelligente Telematik umfasst intelligentes Routing, Fahrassistenzsysteme, Fahrtraining, Tempomat, Vernetzung (V2V, V2I) - z.B. Platooning - und könnte die THG-Emissionen um 0,4 bis 1,2 Mio. t CO₂eq/a senken. Der Effekt von in Echtzeit optimierten Frachtrouten in urbanen Räumen ist mit 28 bis 83 kt CO₂eq-Reduktion zu vernachlässigen.

A.2 Beispiele von Digitalisierungsmaßnahmen, die bereits im UBA-Projektionsbericht berücksichtigt wurden (MMS-Szenario)

Tabelle 2 Beispiele von Digitalisierungsmaßnahmen, die bereits im UBA-Projektionsbericht berücksichtigt wurden (MMS-Szenario)

Sektor	Maßnahme
Energie	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Energieeffizienzstrategie 2050 (flankierendes Instrument¹⁰) ▶ Digitalisierung der Energiewende (flankierendes Instrument)
Industrie	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Digitale und datenbasierte Infrastrukturen für eine klimafreundliche Industrie ▶ Verpflichtung zur Einführung von Energiemanagementsystemen <p>(Zusätzlich gibt es mehrere Effizienzmaßnahmen, bei denen anzunehmen ist, dass digitale Technologien hier auch gefördert werden.)</p>
Verkehr	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Verkehr automatisieren, vernetzen, verflüssigen und innovative Mobilitätsformen ermöglichen (flankierendes Instrument) ▶ Digitalstrategie Deutschland (flankierendes Instrument)
Gebäude	<ul style="list-style-type: none"> ▶ Bundesförderung für effiziente Gebäude (BEG) insbesondere Anlagentechnik, Heizungsoptimierung

¹⁰ Flankierende Instrumente unterstützen die Umsetzung quantifizierbarer Instrumente. So können beispielsweise informatorische Instrumente Hemmnisse für andere Instrumente in einzelnen Sektoren reduzieren. Die Instrumentenwirkung wird dabei dem quantifizierbaren Instrument zugeordnet.

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Autorinnen und Autoren

Dr. Janna Axenbeck, Rosemarie Bähne,
Manuel Hendzlik, Marina Köhn, Juliane
Schicketanz

Stand: 05/2024