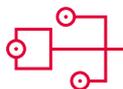


DIGITALE TRANSFORMATION FÜR MEHR NACHHALTIGKEIT

Positive Effekte digitaler Technologien und
Infrastrukturen auf die Klimabilanz von
Wirtschaft und Gesellschaft

Eine Studie von

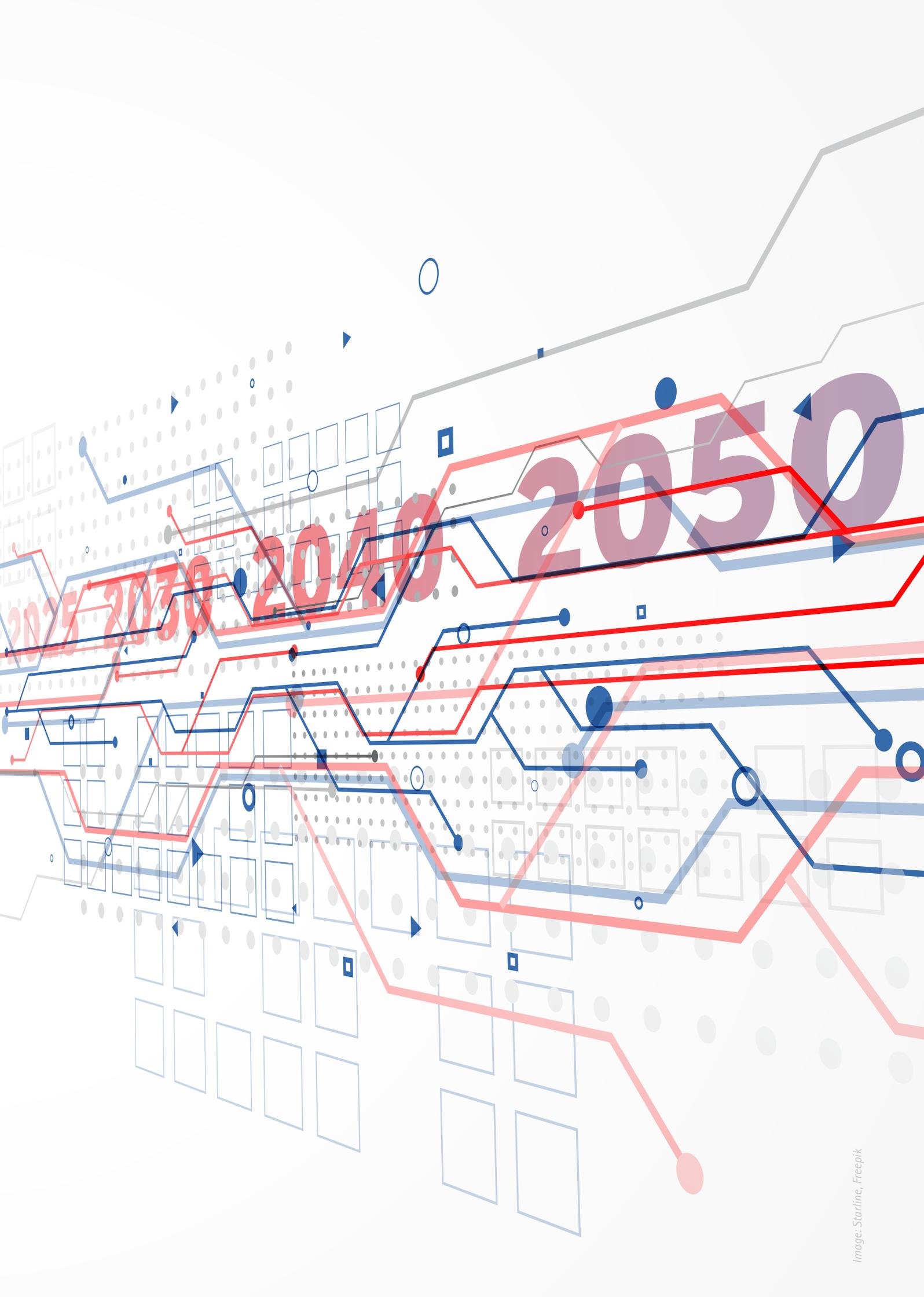
ARTHUR LITTLE

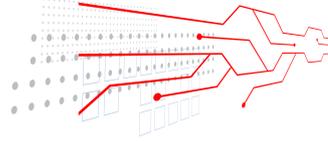


DIGITALE
INFRASTRUKTUREN

WIR SIND DAS INTERNET

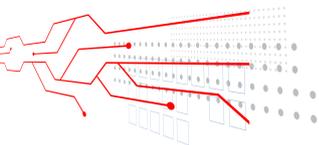






Inhalt

| | |
|---|----|
| Vorwort | 2 |
| Management Summary | 4 |
| Kurzeinführung | 6 |
| Kerninhalt | 6 |
| Globale Nachhaltigkeitsziele erfordern technologieübergreifende Innovation, einschliesslich der Digitalisierung. | 6 |
| Digitalisierung als zentrale Möglichkeit zur Reduzierung der CO ₂ -Emissionen ohne wesentliche Beeinträchtigung unseres Lebensstandards | 8 |
| Industrie | 10 |
| Intelligente Industrie | 10 |
| Intelligente Stromnetze. | 10 |
| Stadt | 10 |
| Vernetzte Mobilität | 11 |
| Intelligentes Parken | 11 |
| Intelligente Wohnräume | 11 |
| Intelligente Abfallentsorgung | 12 |
| Landleben und Landwirtschaft | 12 |
| Telearbeit & Homeoffice | 12 |
| Intelligente Landwirtschaft | 12 |
| Rechenzentren verbrauchen Energie, aber ermöglichen eine nachhaltige Digitalisierung | 13 |
| Digitalisierung ermöglicht eine signifikante Verringerung der deutschen Emissionsprognosen | 16 |
| Deutschlands Energiesektor wandelt sich vom Grosse mittlen von Treibhausgasen hin zu Netto-Null-Emissionszielen | 17 |
| Die Schaffung eines nachhaltigen digitalen Ökosystems erfordert die Mitwirkung aller beteiligten Interessengruppen | 18 |
| Literatur | 20 |



Vorwort

Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Nachhaltigkeit ist eines der dringendsten Themen unserer Zeit. Um die Klimaziele zu erreichen, Ressourcen effizient einzusetzen und CO₂-Emissionen zu reduzieren, sind die Digitalisierung und der Ausbau digitaler Infrastrukturen unerlässlich.

Schon heute ist die Ökobilanz der Digitalisierung positiv, in zahlreichen Wirtschaftsbereichen wird netto CO₂ durch digitale Technologien und -anwendungen eingespart. Lassen Sie uns als Beispiel nur einmal auf die massiven Emissionseinsparungen während der Covid19-Pandemie durch den Umstieg auf hybride Arbeitswelten und digitale Collaboration-Tools schauen: Mit der Verlagerung ins Homeoffice und dem damit einhergehenden Rückgang des Pendelverkehrs konnten Fahrzeug-Emissionen allein im Jahr 2020 um 3,2 Megatonnen reduziert werden. Auch die Branche nimmt ihre Verantwortung wahr und treibt die Entwicklung energieeffizienter innovativer Lösungen voran – sei es in Form intermodularer Mobility-as-a-Service-Lösungen, Green IT und Green Coding oder Smart-City-Konzepten, die unsere Städte lebenswerter, ressourcenschonender und energieeffizienter gestalten. Das Gleiche gilt für die benötigten leistungsstarken digitalen Infrastrukturen dahinter: Deutschlands Rechenzentren gehören bereits heute zu den energieeffizientesten weltweit. Sie bilden das Fundament für einen wettbewerbsfähigen und unabhängigen Digitalstandort Europa auf Basis einer innovationsstarken Datenökonomie.

Digitale Infrastrukturen sowie digitale Technologien und Dienste bieten – in den richtigen Domänen konsequent eingesetzt – jedoch enorme weitere Potenziale für die Reduktion von Treibhausemissionen. Welche enorme Hebelwirkung digitale Dienste und Technologien als Teil der Lösung bei der Bewältigung der Klimakrise entfalten können, verdeutlicht die vorliegende Studie. Im Rahmen der Kurz-Studie haben die Autoren die prognostizierten CO₂-Emissionen für Deutschland bis zum Jahr 2050 ermittelt und die zu erwartenden Emissionseinsparungen durch Digitalisierungshebel in den Bereichen Industrie sowie im urbanen und ländlichen Raum modelliert. Lassen Sie mich nur eines der Kernergebnisse vorwegnehmen: Bis zum Jahr 2050 können durch den konsequenten Einsatz von Digitalisierungshebeln in der Industrie, im urbanem sowie im ländlichen Raum Emissionseinsparungen in Höhe von 163 Megatonnen CO₂ erzielt werden. Dies entspricht rund 20 Prozent der für Deutschland prognostizierten Gesamt-Emissionen. Werden diese um innovative Technologien im Bereich Datenspeicherung und Übertragungen



Oliver Süme
Vorstandsvorsitzender
eco Verband

ergänzt, können die CO₂-Emissionen bis 2050 sogar um 30 Prozent gesenkt werden.

Die Ergebnisse sprechen eine deutliche Sprache: Die digitale Transformation ist Teil der Lösung. Deutschland und Europa werden ihre ambitionierten Klimaziele nur durch den konsequenten Einsatz digitaler Technologien erreichen können. Das betrifft nicht nur unmittelbare energiepolitische Aspekte. Auch ein rascher Ausbau vernetzter Mobilität sowie eine Stärkung des Technologiestandorts in Bezug auf innovative Technologien wie beispielsweise KI oder das Internet der Dinge (IoT) werden sich mittelfristig positiv auf Nachhaltigkeits- und Klimaschutzziele auswirken.

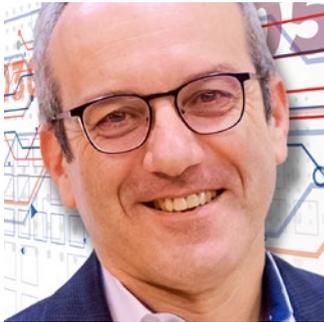
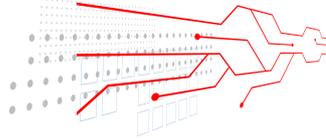
Es ist Aufgabe der Politik, jetzt im engen Austausch mit der Wirtschaft ganzheitliche und konsistente Konzepte zu entwickeln, um diese Potenziale vollständig zu heben. Für eine nachhaltige digitale Zukunft.

Ich wünsche mir eindringlich, dass wir die Debatte um Klima- und Nachhaltigkeitseffekte von Digitalisierung noch intensiver zwischen Politik, Wirtschaft und Zivilgesellschaft führen und sie vor allem auf ein faktenbasiertes Level heben. Denn digitale Souveränität, nachhaltige Digitalisierung, sowie eine Führungsrolle im digitalen Weltmarkt erreichen wir nur, wenn die europäische Politik Nachhaltigkeit und Digitalisierung nicht als Gegensatz, sondern als zwei Seiten derselben Medaille begreifen sowie die Potenziale der Internetwirtschaft entsprechend fördern und nutzen. Mit dem eco Verband werden wir dazu nicht nur durch die vorliegende Studie beitragen, sondern im Laufe des Jahres weitere Diskussionsformate und Plattformen zum konstruktiven Austausch anregen und bereitstellen. Ich lade Sie dazu schon jetzt herzlichst ein.

Hinweisen möchte ich Sie an dieser Stelle daher auch auf unsere eco Initiative **#JOINTHESOLUTION: Wir sind Teil der Lösung die Internetwirtschaft**. Technologie-basierte Lösungsansätze wie Green IT oder Green Coding, IoT- und 5G-basierte Smart-Farming-Lösungen oder vernetzte Mobilität bilden dabei den Fokus. Sie machen die Bedeutung der digitalen Transformation für eine lebenswertere, ressourcenschonendere und nachhaltigere Zukunft unserer Gesellschaft auf Basis digitaler Dienste und Technologien anhand anschaulicher Praxisbeispiele und Forschungsergebnissen erlebbar.

Wir wünschen Ihnen eine inspirierende und erkenntnisreiche Lektüre!

Oliver Süme
Vorstandsvorsitzender eco Verband



Dr. Béla Waldhauser
Sprecher der Allianz zur Stärkung digitaler
Infrastrukturen in Deutschland

Digitalisierung und Nachhaltigkeit – so schaffen Politik und Wirtschaft die perfekte Symbiose

Digitalisierung und Nachhaltigkeit von Anfang an zusammendenken – eine Kernbotschaft der 2018 unter dem Dach des eco Verbands gegründeten **Allianz zur Stärkung digitaler Infrastrukturen in Deutschland**. Denn die digitale Transformation und der Klimaschutz schließen sich nicht gegenseitig aus, sondern ergänzen sich viel eher, wie zahlreiche Studien unterstreichen. Um die Klimaziele der EU bis 2030 zu erreichen, gibt die Internetwirtschaft aktuell wichtige Impulse: Als Keimwurzel der Digitalisierung bieten vor allem Rechenzentren innovative Lösungen. Doch auch die politischen Rahmenbedingungen müssen stimmen.

Die positiven Effekte der Digitalisierung werden vor allem in Krisenzeiten immer deutlicher: Digitale Technologien und Anwendungen sorgen für wertvolle Informationsströme innerhalb unserer Gesellschaft und halten die Wirtschaft am Laufen. Dies ist den meisten Menschen spätestens seit Beginn der Coronapandemie bewusst. Gleichzeitig ist die Digitalisierung Teil der Lösung, um die Klimakrise zu bewältigen: Denn auch wenn digitale Anwendungen und Technologien Strom verbrauchen, ist die Ökobilanz der Digitalisierung eindeutig positiv.

Für diese These liefert auch die vorliegende Studie einmal mehr Belege.

Die 2018 unter dem Dach des eco Verbands gegründete Allianz zur Stärkung digitaler Infrastrukturen in Deutschland möchte das Bewusstsein von Politik und Öffentlichkeit dafür schärfen, die Potenziale der Digitalisierung für weniger CO₂-Verbrauch ganzheitlich zu nutzen. Denn nur dann können Deutschland und Europa auch wirklich ihre Klimaziele erreichen.

Rechenzentren sind das Fundament der digitalen Transformation. Entsprechend halten auch sie enorme Potenziale für mehr Nachhaltigkeit bereit. Durch eine konsequente und strategisch bei der Erschließung neuer Quartiere mitgedachte Nutzung von Abwärme könnte die bislang zu 90 Prozent auf dem Primärenergieträger Gas basierende Wärmeversorgung der Stadt künftig klimafreundlich realisiert werden. Eine starke Rechenzentrumsinfrastruktur bietet somit gerade in Ballungszentren eine Chance für künftige nachhaltige Energiekonzepte.

Bislang wird die Abwärme aus Rechenzentren jedoch nur an sehr wenigen Standorten im Rahmen von Pilotprojekten genutzt – und verpufft damit größtenteils ungenutzt in der Luft. Denn noch bestehen viele politische wie bürokratische Hürden, die zunächst überwunden werden müssen. Hierzu zählen unter anderem die hohen Stromkosten für den notwendigen Wärmepumpenbetrieb.

Politik muss den Ausbau digitaler Infrastrukturen fördern

Für einen deutschlandweiten Ansatz braucht es somit die notwendigen politischen Rahmenbedingungen. Auch ist hierzu ein enger Austausch zwischen Politik, der Internetwirtschaft, kommunalen Behörden, Stadtwerken sowie Stadtplanern erforderlich.

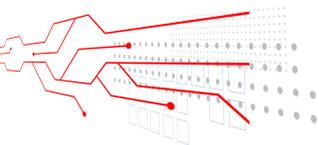
Durch den Einsatz von Künstlicher Intelligenz könnte die Abwärmennutzung von Rechenzentren künftig noch attraktiver und rentabler werden. Zudem kann KI dabei helfen, Planungsphasen effektiv zu gestalten sowie neue Konzepte für Rechenzentrumsinfrastrukturen zu konzipieren und zu bewerten.

Mit einer zusätzlichen politischen Förderung in den Ausbau digitaler Infrastrukturen, weiteren Investitionen in die Erforschung innovativer Technologien und einem nachhaltigkeitsorientierten Energiemix kann es zudem gelingen, die CO₂-Emissionen von Rechenzentren bis 2030 zu 100 Prozent einzusparen. Damit bildet die Branche einen zentralen Baustein, um die Klimaziele der Europäischen Union auch wirklich umzusetzen.

Und schon jetzt ist die Branche auf einem guten Weg: Europäische Rechenzentren zählen im weltweiten Vergleich zu den energieeffizientesten. Ihr Energieverbrauch ist in den vergangenen zehn Jahren pro Recheneinheit um das zehnfache gesunken. Bereits seit fünf Jahren sind die CO₂-Emissionen europäischer Data Center rückläufig.

Damit schaffen Rechenzentrenbetreiber sowie die gesamte Internetwirtschaft eine geeignete Basis, um die Klimaziele weiter voranzutreiben. Für die perfekte Symbiose zwischen Digitalisierung und Nachhaltigkeit braucht es nun vor allem politischen Rückenwind.

Dr. Béla Waldhauser
Sprecher der Allianz zur Stärkung digitaler
Infrastrukturen in Deutschland



Management Summary

Hintergrund zur Studie/Anmerkung zum Vorgehen:

Die vorliegende Studie untersucht die Effekte der digitalen Transformation in den Bereichen Industrie, urbaner Raum (Stadt) und ländlicher Raum (Land) auf Ressourceneffizienz und CO₂-Emissionen. Der Fokus liegt in der Anwendung innovativer Technologien basierend auf digitalen Infrastrukturen in den Bereichen Datenverarbeitung, Datenübertragung und Datenspeicherung.

Die Studie prognostiziert die CO₂-Emissionen für Deutschland im Jahre 2050 und stellt sie den Einsparungspotenzialen durch die Einführung von digitalen Technologien und Diensten gegenüber. Die Daten zur Berechnungsgrundlage stammen aus offiziellen Quellen, z.B. EUR-Lex, dem Umweltbundesamt, dem Kraftfahrt-Bundesamt, dem Statistischen Bundesamt und Statistik-Datenbanken (z. B. Statista) und wurden durch Experteneinschätzungen ergänzt. Die Effekte wurden systematisch in einem quantitativen Modell eingebracht und berechnet.

Eines zeigt sich deutlich: Eine bessere CO₂-Bilanz lässt sich durch smarte Technologien in verschiedenen Sektoren erreichen – diese beruhen insbesondere auf Internet of Things (IoT)-Anwendungsszenarien. Von intelligenten Stromzählern zur kontinuierlichen Überwachung des Energieverbrauchs bis hin zu intelligenten Park- oder Abfallsystemen gibt es zahllose Formen der Nutzung technologischer Innovationen, die enorm positive Effekte auf die CO₂-Bilanz nach sich ziehen. Smarte Technologien ermöglichen einen – verglichen mit analogen Methoden – effizienteren Einsatz von Energie und Ressourcen, indem sie beispielsweise zur Automatisierung von Prozessen beitragen, die mit einer Produktivitätssteigerung einhergehen und infolgedessen Emissionen reduzieren.

Basierend auf den Berechnungen des ADL-Nachhaltigkeitsmodells lassen sich durch den konsequenten Einsatz von Digitalisierungshebeln die jährlichen Emissionen im Industriesektor um durchschnittlich 4,3 Prozent senken, während im städtischen Bereich 4,1 Prozent und im ländlichen Bereich 4,6 Prozent möglich sind.

Digitalisierungshebel Industrie

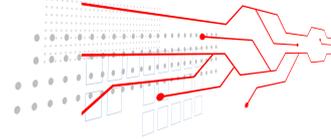
Smart Factory, Internet of Things (IoT) und digitale Zwillinge: Im Industriesektor eröffnen digitale Hebel erhebliche Potenziale, das Emissionsvolumen durch Automatisierung, Datenaustausch in Fertigungstechnologien und den Einsatz künstliche Intelligenz (KI) signifikant zu senken.

- Internet of Things-Anwendungen reduzieren den industriellen CO₂-Ausstoß bis 2050 um 37 Prozent. Dies entspricht 55 Megatonnen.
- Intelligente Stromzähler (Smart Meter) werden sich positiv auf die CO₂-Bilanz auswirken, prognostiziert wird ein bis 2050 ein Emissionsrückgang um 9 Prozent. Dies entspricht 42,6 Megatonnen.

Digitalisierungshebel urbaner Raum

Ganzheitliche Smart-City-Konzepte und intermodulare Mobility-as-a-Service-Konzepte bilden die Lösungsszenarien für steigende Emissionen im städtischen Raum. Aktuell entfallen beispielsweise 95 Prozent der deutschen Transportemissionen auf den Bereich Verkehr. Die zunehmende Urbanisierung stellt eine immense Herausforderung dar: In Deutschland wird bis 2050 mit einem Anstieg städtischer Wohnungen um zehn Millionen Wohneinheiten gerechnet. Digitale Technologien und Anwendungen wie Big Data, Internet of Things (IoT), Interoperabilität und künstliche Intelligenz (KI) sind einer der wenigen Hebel, um die Ressourceneffizienz zu verbessern, indem sie beispielsweise vernetzte Mobilität, einen intelligenten Energieverbrauch und eine smarte Abfallwirtschaft ermöglichen.

- Durch Smart-City-Technologien sind bis 2030 Einsparungen von 80.000 Tonnen CO₂ pro Tag möglich. Bis 2050 ließe sich das CO₂-Emissionsvolumen um ein Sechstel der prognostizierten Gesamtemissionen reduzieren
- Mittels vernetzter Mobilität lässt sich bis 2030 das CO₂-Emissionsvolumen um 14 Megatonnen verringern. Bis 2050 könnten mittels smarten Mobilitätslösungen 20 Prozent der für das Jahr 2050 prognostizierten Transportemissionen eingespart werden.



- Bis zum Jahr 2050 sind durch Smart-Parking-Technologien Einsparungen in Höhe von bis zu 9,3 Megatonnen CO₂ möglich
- Allein im Wohngebäudesektor ist bis zum Jahr 2050 mit 60 Megatonnen CO₂-Emissionen zu rechnen, mittels energieeffizienter Smart-Home-Technologie könnten diese um 15 Prozent verringert werden.
- Der CO₂-Ausstoß der Abfallwirtschaft ließe sich bis 2050 um 95 Prozent verringern. Dies entspricht einer Einsparung von CO₂ in Höhe von 3,8 Megatonnen.

Digitalisierungshebel Land + Landwirtschaft

Hybride Arbeitsmodelle, digitale Kollaborationstools und standortunabhängige Zusammenarbeit tragen insbesondere zur Reduktion des Pendelverkehrs und den damit verbundenen Emissionen bei, dies gilt insbesondere für den ländlichen Raum, da Mobilitätsangebote fehlen und Menschen aus ländlichen Regionen beispielsweise für den täglichen Arbeitsweg auf den eigenen PkW angewiesen waren. Auch die Landwirtschaft ist für einen großen Anteil an CO₂-Emissionen verantwortlich. Abhilfe schaffen Smart-Farming-Technologien wie beispielsweise der Einsatz von Sensoren. Sie geben beispielsweise Aufschluss über den Zustand des Bodens und der Pflanzen und ermöglichen so einen effizienteren Einsatz von Wasser, Dünger und Pestiziden.

- Die langfristige Umstellung auf hybride Arbeitsmodelle eröffnet die Möglichkeit, 25 Prozent aller durch beruflichen Pendelverkehr verursachten Emissionen einzusparen, wodurch sich das CO₂-Emissionsvolumen bis 2040 um 3 Megatonnen verringern lässt.
- Durch IoT-Einsatz in landwirtschaftlichen Betrieben lassen sich bis 2050 18 Megatonnen an CO₂ einsparen. Die Nutzung von digitalen Innovationen ermöglicht eine Reduktion der gesamten landwirtschaftlichen Emissionen bis 2050 um 39 Prozent.

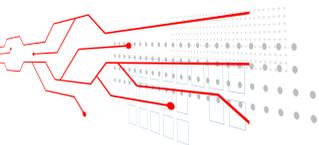
Gesamtergebnisse aller Digitalisierungshebel

- Digitalisierungshebel in Stadt, Land und Industrie zusammen genommen ermöglichen bis zum Jahre 2050 CO₂-Emissionseinsparungen von 163 Megatonnen. Dies entspricht 20 Prozent der für 2050 prognostizierten Gesamtemissionen.
- Für den Bereich Datenspeicherung und -übertragungen wird ein Einsparungspotenzial von 104 Megatonnen prognostiziert.
- Addiert man die Einsparungspotenziale durch neue Technologien im Bereich Datenspeicherung und Datenübertragung mit den weiteren Digitalisierungshebeln im Bereich Industrie, Stadt und Land führen sie insgesamt zu einer Verringerung der CO₂-Emissionen um 30 Prozent bis 2050.

Disclaimer/Fußnoten

Da der Begriff Nachhaltigkeit mitunter ein unscharfes Konstrukt mit unterschiedlich weitgefassten Definitionen darstellt, sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass Nachhaltigkeit im Kontext der vorliegenden Studie im Sinne der Reduktion von Emissionen insbesondere durch digitale Technologien verstanden wird.

Die für die Zukunft berechneten Emissionseinsparungen berücksichtigen keinerlei Veränderungen im Energiemix (bspw. Umstellung auf erneuerbare Energien wie grünen Strom), da die Veränderungen im Energiemix – zwar erwartbar – aktuell jedoch nicht vorhersehbar und somit prognostizierbar sind.



**„Als Europäer
wollen wir zukünftigen
Generationen einen gesünderen
Planeten hinterlassen.
Wir können natürlich nicht so tun,
als gäbe es keinen Klimawandel.
Wir müssen in die Zukunft
blicken.“**

Jean-Claude Juncker,
State of Union address

93 %

**aller Europäer glauben,
dass der Klimawandel
menschengemacht ist.**

Kurzeinführung

Im Zuge der angestrebten Klimaneutralität steht Deutschland vor einer Vielzahl von Herausforderungen. Neben einer klimaneutralen und damit nachhaltigen Energieerzeugung, bei der sozio-ökonomische Aspekte berücksichtigt werden müssen, stehen auch die Auswirkungen der fortschreitenden digitalen Transformation auf unser Klima zunehmend auf dem Prüfstand. Die Autoren des hier vorgelegten Impulspapiers vertreten die These, dass eine leistungsstarke Datenökonomie, für die Lösung des Klimaproblems von zentraler Bedeutung sein wird. Ein besonderer Fokus der Argumentation liegt auf den hierfür notwendigen digitalen Infrastrukturen und den sich dort ergebenden Emissionseinsparpotenzialen. Eine ähnliche Ansicht äußerte kürzlich auch Andreas Kuhlmann, Geschäftsführer der Deutschen Energie-Agentur (dena): „Energieeffizienz, erneuerbare Energien und Daten sind die drei wichtigsten Treiber auf dem Weg zur Klimaneutralität.“

Kerninhalt

Globale Nachhaltigkeitsziele erfordern technologieüber- greifende Innovation, ein- schliesslich der Digitalisierung

Der Klimawandel hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zu einem immer wichtigeren Thema entwickelt und es bedarf progressiver Maßnahmen zur Minderung seiner negativen Auswirkungen. Die Dringlichkeit dieses Themas spiegelt sich unter anderem auch in der Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung der Vereinten Nationen wider, die einen ökologischen Wandel auf volkswirtschaftlicher Ebene fordert. Infolgedessen hat das Pariser Klimaabkommen einen Rahmenplan geschaffen, um die Erderwärmung auf 1,5°C zu begrenzen und bis 2050 weltweite Klimaneutralität zu erreichen. Während die zunehmende Globalisierung eine rasante wirtschaftliche Entwicklung ermöglicht hat, verursachen ihre Auswirkungen auf die Umwelt langfristige Schäden. Tatsächlich war das vergangene Jahrzehnt (2010–2020) das wärmste seit Beginn der Wetteraufzeichnung. Der aktuelle, tradierte Lebensstil, der durch einen stetig steigenden Verbrauch von Ressourcen und Energie geprägt ist, ist nicht nachhaltig.

Es gilt festzuhalten: Obwohl einige technologische Entwicklungen im Laufe der letzten Jahrzehnte zum Anstieg der CO₂-Emissionen beigetragen haben, führte die überwiegende Mehrheit der digitalen

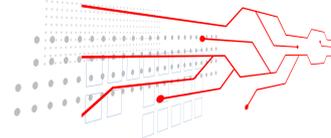
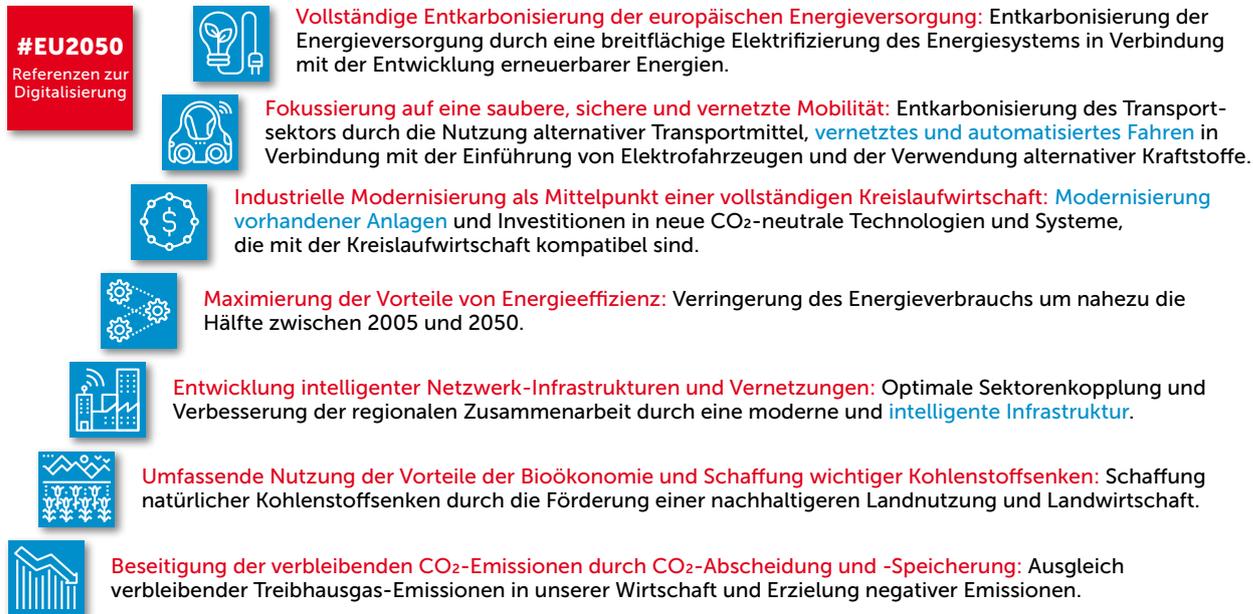


Abb. 1

Auszug aus dem Klimaplan der EU-Kommission für das Jahr 2050

Strategische Prioritäten: Der Weg zu einer klimaneutralen Wirtschaft



Technologien zur Reduktion von CO₂-Emissionen in den Anwendungsbereichen wie bspw. der industriellen Produktion, Logistik, Mobilität u.v.m. und spielten entsprechend signifikante Rollen bei der Förderung von Nachhaltigkeitsinnovationen. Aufgrund der leichten Zugänglichkeit und der massenhaften Nutzung von digitalen Technologien, sind die absoluten CO₂-Emissionen aber weiterhin gestiegen und haben so gesehen bisher keine CO₂-Einsparungen ermöglicht.

Die Europäische Union hat verschiedene Maßnahmen und Ziele formuliert, um bis zum Jahr 2050 Klimaneutralität zu erreichen, jedoch wird den Mitgliedstaaten die praktische Umsetzung selbst überlassen. Dies führt aufgrund der unterschiedlichen Energiemixe der jeweiligen Mitgliedsstaaten wiederum zu sehr unterschiedlichen Rahmenbedingungen für die jeweiligen Wirtschaftsakteure.

Das Thema Nachhaltigkeit ist unbestritten von zentraler Bedeutung für die Zukunft. Die absoluten Energieverbrauchsmengen werden erwartungsgemäß weiter steigen und eine Umstellung auf die Produktion von rein erneuerbaren Energien lässt weiterhin auf sich warten. Nachhaltigkeit wird in diesem Report als die Reduzierung von Treibhausgasen wie CO₂ und vergleichbaren Emissionen, mithilfe verschiedener (auch digitaler) Technologien definiert.

Der Grund für die Zunahme des Energieverbrauchs liegt unter anderem in einer stetigen Elektrifizierung unseres Alltags, als auch im Aufkommen von elektronischen Produkten wie beispielsweise Elektrofahrzeugen, die zukünftig durch ihr Ladeverhalten einen signifikanten Anstieg des Stromverbrauchs erwarten lassen.

Alleine 2021 wurden weltweit rund 7 Millionen E-Fahrzeuge verkauft (die Verkaufsprognosen für das Jahr 2022 belaufen sich auf 9 Millionen Fahrzeuge).

Aber auch Smartphones verzeichnen seit 2016 ein weltweites Marktdurchdringungswachstum von rund 10 % pro Jahr. Der Anteil der deutschen Haushalte, die mindestens einen Computer besitzen, hat 2020 einen neuen Rekordwert von 90 % erreicht. Neben dem gesteigerten Energieladeverbrauch tragen diese Entwicklungen auch zu einem stetig wachsenden Datenverkehr in der komplexen, digitalen Welt bei, der wiederum Energie verbraucht.

Bisherige industrielle Revolutionen haben global betrachtet immer zu einem technologischen Fortschritt geführt, der allerdings entsprechenden Bedarf an deutlich vermehrter Energieerzeugung und -verbrauch mit sich brachte. Da immernoch überwiegend aus fossilen Brennstoffen Energie erzeugt wird, ergibt sich hieraus eine erhebliche Belastung für die Umwelt. Folglich wird zur Erreichung der Klimaziele und somit eines nachhaltigen Wirtschaftens und Lebensstils das Thema Energieeffizienz immer bedeutsamer.

Der Energiehistoriker Vaclav Smil führt hierzu jedoch an, dass „historische Belege eindeutig zeigen, dass langanhaltende Verbesserungen im Bereich Energieeffizienz nicht zu einem Rückgang des Gesamtenergieverbrauchs geführt haben“.

Stand 2021 hat der ICT-Sektor einen maßgeblichen Anteil am allgemeinen Energieverbrauch, wobei einige Szenarien von bis zu 4 % (weltweit) (Malmodin und Lundén, 2018) und andere von rund 2,5 % (Europa) (Hintemann und Hinterholzer, 2020) ausgehen.

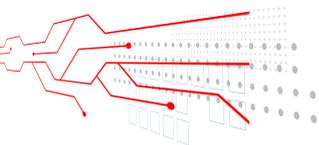
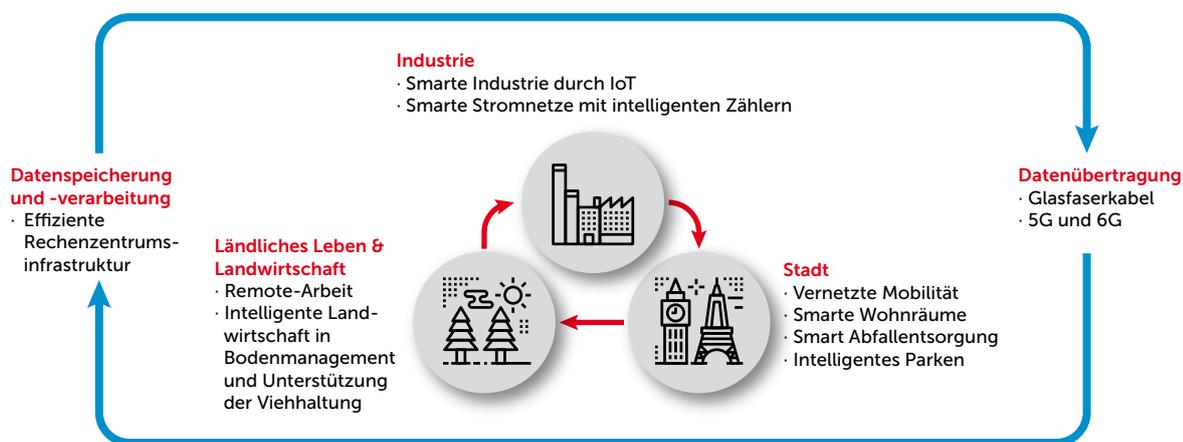


Abb. 2

Überblick über verschiedene Digitalisierungsebenen



Gleichzeitig ist die ICT-Branche dagegen für lediglich 1,4 % aller CO₂-Emissionen verantwortlich, während beispielsweise 27 % des gesamten Emissionsvolumens auf den Transportsektor entfallen. Dies verdeutlicht, dass der Energieverbrauch nicht mit CO₂-Emissionen gleichgesetzt werden kann.

So haben Rechenzentren, als Teil des ICT-Sektors, beispielsweise keinen direkten CO₂-Ausstoß. Allerdings wird etwa bei der Produktion von Serverschränken, beim Bau eines Rechenzentrums sowie durch den täglichen Betrieb sehr wohl CO₂ freigesetzt, wodurch sich ein rechnerischer CO₂-Emissionswert ergibt. Der jeweilige Energiemix am betroffenen Standort kann diese Rechnung im Vergleich zum Median entsprechend verschlechtern oder verbessern.

In ähnlicher Weise verursachen auch Elektrogeräte wie Mobiltelefone oder Laptops nicht direkt Emissionen, ihre Produktion und Nutzung dagegen aber durchaus. Der im Rahmen der digitalen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft stetig wachsende Datenverkehr erfordert zudem eine stetig wachsende Speicher- und Rechenleistung, was zu einem weiteren Anstieg des Energiebedarfs führt.

Auf dem Weg zu einer klimaneutralen und nachhaltigen digitalisierten Wirtschaftslandschaft sind daher zwei zentrale Herausforderungen zu bewältigen:

Zunächst muss die Energieproduktion durch Umstieg auf eine 100-prozentig grüne Energieversorgung dringend beschleunigt werden, um mit den Bedarfen Schritt zu halten. Das aktuelle Ausbautempo in Deutschland ist eindeutig zu langsam. Darüber hinaus kam es Ende 2021 und 2022 und erstmals seit 2017 in Deutschland infolge der Abhängigkeit von immer mehr volatilen Stromquellen und einem fehlenden digitalen Strommanagement zu einer Zunahme von Stromausfällen.

Die Auswirkungen des russischen Angriffskrieges gegen die Ukraine haben indes einen Engpass in Deutschland bei der Versorgung mit Erdgas aufgezeigt und zeitgleich einen Anstieg der Energiepreise ausgelöst. In der Folge fand die Wiederinbetriebnahme von Kohlekraftwerken mit einer Kapazität von 45 GW statt.

Bei der Frage der Nachhaltigkeit geht es somit darum, wie Politik, Wirtschaft und Gesellschaft diese Herausforderungen in Angriff nehmen können, und zwar idealerweise ohne signifikante Abstriche bei der gewohnten Lebensweise hinnehmen zu müssen.

Eine Antwort lautet: mit Hilfe der Digitalisierung

Digitalisierung als zentrale Möglichkeit zur Reduzierung der CO₂-Emissionen ohne wesentliche Beeinträchtigung unseres Lebensstandards

Die unbestreitbaren Vorteile der Digitalisierung zeigen sich in ihrem maßgeblichen Beitrag zur Reduzierung von Emissionen und zur Aufrechterhaltung unseres Lebensstandards. Besonders deutlich wurden diese Auswirkungen in der Zeit der COVID-19 Pandemie, als sich zum Beispiel die Zahl der Microsoft-Teams-Nutzer auf 145 Millionen verdoppelte, die Zoom-Teilnehmerzahl auf 300 Millionen verdreifachte und es infolge des Einbruchs des Pendlerverkehrs zu deutlichen CO₂-Einsparungen kam (Statista, 2023).

Die Auswirkungen von Digitalisierung lassen sich im Wesentlichen auf drei verschiedenen Ebenen beobachten, nämlich in der Industrie (Produktion), in der Stadt (urbane Lebensräume) und auf dem Land (rurale Lebensräume und Landwirtschaft) – Siehe Abbildung 2. Auf

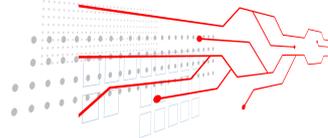
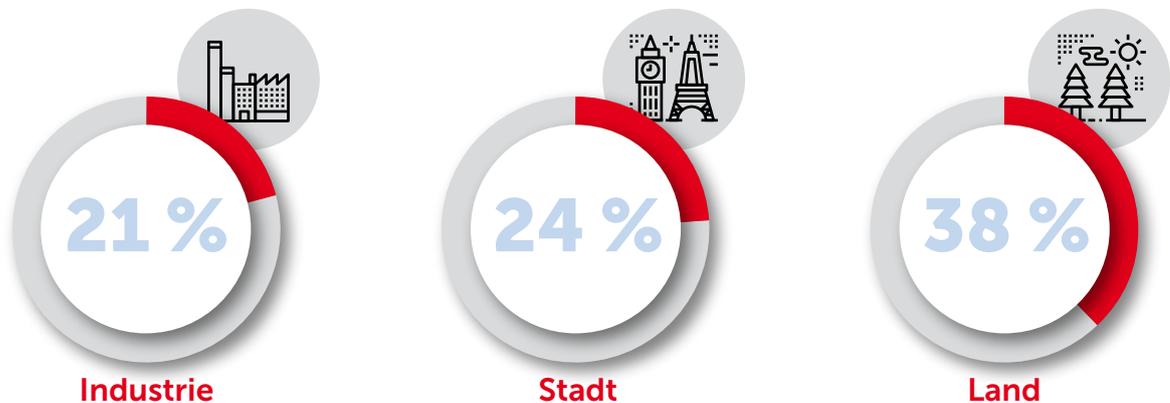


Abb. 3

Überblick über die CO₂-Auswirkungen ausgewählter Digitalisierungshebel auf jeder Ebene: % der 2050 durch Digitalisierung eingesparten Netto-Emissionen (Ausgangsbasis: prognostizierte deutsche Bruttoemissionen für das Jahr 2050)



jeder Ebene gibt es digitale Hebel, die eine effizientere Ressourcennutzung ermöglichen, während die erwartete Weiterentwicklung des Lebensstandards gewahrt oder erhöht wird. Bei digitalen Hebeln handelt es sich um Technologien, die weitere Nachhaltigkeitspotentiale bestehender Prozesse vorantreiben (siehe Abbildung 3):

- Die Hebel im Bereich Industrie legen den Schwerpunkt auf intelligente Stromnetze (Smart Grids) und eine intelligente Industrie (Smart Industry).
- Die stadtbezogenen Hebel (Smart City) zielen u.a. auf die Verringerung von Emissionen durch vernetzte Mobilität (Smart Mobility), intelligente Wohnräume (Smart Homes), eine intelligente Abfallwirtschaft und vernetztes Parken ab.
- Ansatzpunkte der Hebel in den Bereichen Landleben und Landwirtschaft sind Telearbeit (Homeoffice) und eine intelligente Landwirtschaft (Smart Farming).

Zusätzlich zu diesen drei grundlegenden Hebelkategorien lassen sich mit Datenspeicherung und -verarbeitung sowie -Datenübertragung zwei weitere Ebenen ausmachen, die die digitale Transformation unterstützen. Beide Ebenen werden ebenfalls im weiteren Verlauf dieses Berichtes erörtert

Das ADL-Nachhaltigkeitsmodell

Zur Beurteilung der Emissionen und Einsparungen der drei Hebelgruppen und der Unterstützungsebenen (Datenspeicherung, -verarbeitung und -übertragung) wurde ein Modell entwickelt, bei dem mithilfe analysierter historischer Emissionsdaten für einzelne Kategorien (z. B. Pendelverkehr und Stromnetze) Prognosen bis zum Jahr 2050 erstellt wurden. Die Emissionsvorhersagen beruhen dabei auf den wesentlichen Treibern der Kategorien (bspw. Fahrgemeinschaftstaps und optimierte Routenplanung für Pendelverkehr) und entsprechenden Wachstumsprognosen. Zusätzlich wird die Emissionsentwicklung nach der Einführung von Digitalisierungsinnovationen (z. B. Groupware oder Internet of Things (IoT))

modelliert. Die Daten stammen aus offiziellen Quellen, z.B. EUR-Lex, dem Umweltbundesamt, dem Kraftfahrt-Bundesamt, dem Statistischen Bundesamt und Statistik-Datenbanken (z. B. Statista) und wurden durch Experteneinschätzungen ergänzt, wenn keine Daten verfügbar waren.

Allen drei Ebenen (Industrie, Stadt und Land) ist eine besondere Aufmerksamkeit beizumessen. Historischen Trends folgend lassen sich für diese Bereiche in Deutschland bis zum Jahr 2050 weitere CO₂-Emissionen von insgesamt bis zu 870 Megatonnen (Mt) erwarten.

Die Auswirkungen der Umstellung der Energieerzeugung sind hierbei noch nicht berücksichtigt, da diese zurzeit kaum solide prognostizierbar sind (vgl. Umstellung auf Flüssiggas und Kohlekraftwerke nach dem Angriffskrieg Russlands).

Da sich Deutschland jedoch dem Pariser Klimaabkommen angeschlossen hat, ist eine Emissionsreduzierung auf 60 Mt vorgegeben. Letztendlich liefert die Digitalisierung hierfür die entscheidenden Instrumente, um Deutschlands Gesamtversprechen zu erreichen, die angestrebten Verringerung der für 2030 prognostizierten Emissionen um 12 % (siehe ADL Nachhaltigkeitsmodell) auf 84 Mt (siehe Abbildung 4 unten) zu senken. Die digitale Transformation ist daher ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Einhaltung von Deutschlands Klimaversprechen.

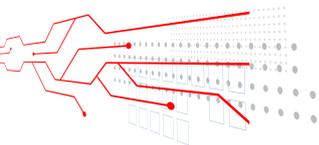
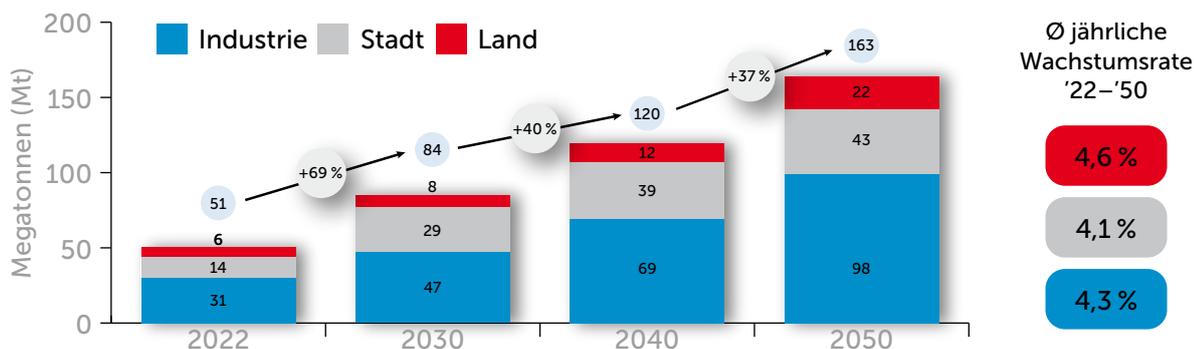


Abb. 4

Überblick über die in Deutschland im Zeitraum 2022 – 2050 durch Digitalisierung ermöglichten CO₂-Emissionseinsparungen in den Bereichen Industrie, Stadt und Land, basieren auf dem ADL-Nachhaltigkeitsmodell.

Eingesparte CO₂ Emissionen
Deutschland, 2022–2050, Einsparungen im angegebenen Jahr

Quelle: Arthur D. Little
Nachhaltigkeit in
Digitalisierungsmodell



Industrie

Im Industriesektor eröffnen digitale Hebel erhebliche Potenziale, das Emissionsvolumen durch Automatisierung, Datenaustausch in Elektrizitäts-/Fertigungstechnologien und den Einsatz von KI (Künstliche Intelligenz) signifikant zu senken. Dies macht sich sowohl auf der Input-Seite als auch auf der Output-Seite der industriellen Produktion bemerkbar. Ferner lassen Branchentrends erkennen, dass digitale Technologien und Anwendungen die Hauptquelle künftigen wirtschaftlichen und ökologischen Wohlstandes sein werden, was einen Anreiz für eine weitere Optimierung solcher Technologien und Geschäftsmodelle darstellt.

Intelligente Industrie

Ähnliche Vorteile einer Weiterentwicklung von Smart-Industry-Systemen zeigen sich in einer Verringerung des Energieverbrauchs durch IoT, Augmented Reality (AR), Enterprise-Systemen und digitalen Zwillingen. So erzeugen etwa digitale Zwillinge eine digitale Simulation eines physischen Produkts, was eine simultane, digitale Modifizierung, Überwachung und Anpassung ermöglicht. Hierdurch minimieren sich die Energiekosten für den Einsatz physischer Ressourcen. Die Nutzung solcher progressiven Technologien wird sich im Laufe des kommenden Jahrzehnts vermutlich verdreifachen – ein Indiz dafür, wie wichtig diese Neuerungen in Zukunft für die Verringerung von Emissionen sein werden. Gegenwärtig kommen solche Innovationen meist in größeren Unternehmen zum Einsatz. Da sie jedoch in zunehmendem Maße auch für das mittelständische Marktsegment verfügbar sind, dürfte sich die Zahl der Unternehmen, die eine Verbesserung ihrer CO₂-Bilanz in Angriff nehmen, in absehbarer Zeit signifikant erhöhen. 2021 wurden im deutschen Industriesektor 150 Millionen IoT-Geräte genutzt. Schätzungen gehen davon aus, dass es bis zum Jahr 2030 380 Millionen Geräte sein werden. IoT-Geräte haben erhebliche Auswirkungen auf den industriellen CO₂-Ausstoß und sollen bis 2050 eine Verringerung des Emissionsvolumens um 37 % (55 Mt) ermöglichen (siehe Abbildung 5).

Intelligente Stromnetze

Intelligente Stromnetze (Smart Grids) erleichtern eine effiziente Lieferung von Energieressourcen durch Innovationen, indem sie die Energiewende hin zu einem aus erneuerbaren Energien gespeisten dezentralisierten Stromnetz unterstützen. Eine Innovation, die hierzu beiträgt, sind die bereits erwähnten intelligenten Stromzähler, die eine Demand-Response-Technologie und die Analyse von Big Data ermöglichen, wodurch eine Zwei-Wege-Kommunikation zwischen Versorgungsunternehmen und Kunden ermöglicht wird. Die Nachfrage nach intelligenten Zählern (Smart Meter) dürfte im nächsten Jahrzehnt um 30 % steigen und in Deutschland bis 2030 15 Millionen Einheiten erreichen. Entscheidend für dieses Wachstum ist das Faktum, dass solche Zähler eine Selbstüberwachung und somit eine Stromkostensenkung ermöglichen. Unserer Einschätzung nach wird diese Technologie daher bis 2030 einen Rückgang der CO₂-Emissionen um 9 % bewirken und bis 2050 Einsparungen in Höhe von 42,6 Mt zur Folge haben (siehe Abbildung 5).

Stadt

Aus ökologischer Perspektive ist davon auszugehen, dass die Zunahme an städtischen Wohnungen einen maßgeblichen Beitrag zur Erhöhung der CO₂-Bilanz leistet. In Deutschland wird bis 2050 mit einem Anstieg städtischer Wohnungen um zehn Millionen Wohneinheiten gerechnet. Durch die aufeinander abgestimmte Verwendung von Big Data, IoT, die Interoperabilität von digitalen Endgeräten sowie durch den Einsatz von KI bieten intelligente Städte (Smart Cities) relevante Lösungspotentiale für das Problem steigender Emissionen in Städten. Digitale Technologien und Anwendungen verbessern die Effizienz der Ressourcennutzung und fördern gleichzeitig die Entwicklung des urbanen Lebensstils, indem sie beispielsweise auf vernetzte Mobilität, einen intelligenten Energieverbrauch und eine smarte Abfallwirtschaft setzen. Ohne nachhaltige und digitale Maßnahmen würden die CO₂-Emissionen von deutschen Smart Cities bis 2050 ein Niveau von 300 Mt erreichen. Im Vergleich dazu werden CO₂-Emissionen von Smart Cities

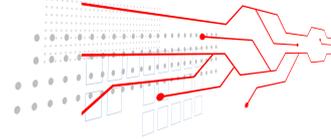
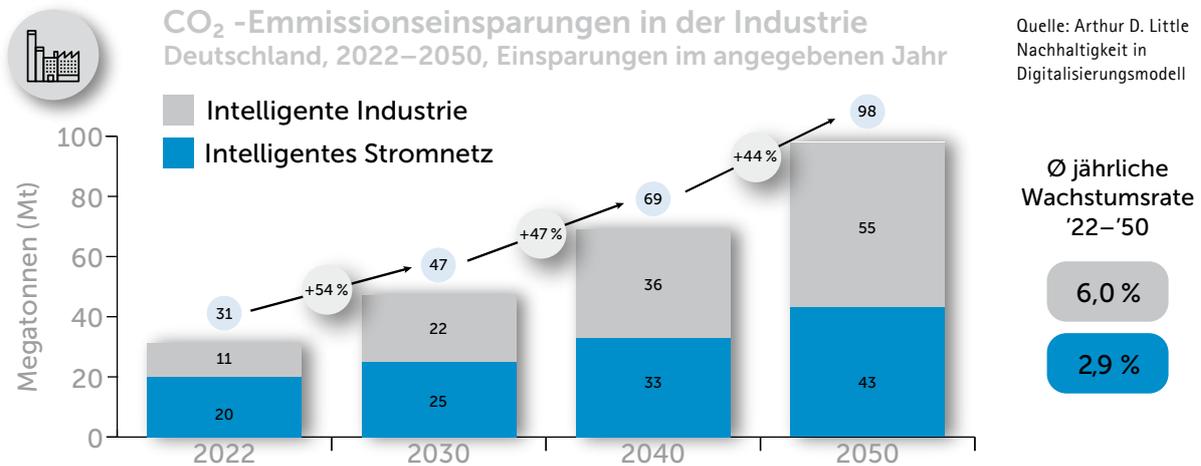


Abb. 5

Überblick über die in Deutschland im Zeitraum 2022 – 2050 durch Digitalisierung ermöglichten CO₂-Emissionseinsparungen im industriellen Bereich



europaweit rund 1600 Mt betragen. Dank der Komponenten eines ganzheitlichen Smart-City-Konzepts ließen sich bis 2030 jedoch allein in Deutschland Einsparungen von über 80 000 Tonnen CO₂ pro Tag erreichen, womit ein Sechstel, der für 2050 prognostizierten Emissionen eliminiert würde.

Vernetzte Mobilität

Die globale Digitalisierung der Mobilitätsangebote führt zu Interdependenzen von ständiger Konnektivität und Funktionalität, die laut Prognosen eine Zunahme der Nutzung intelligenter und vernetzter Fahrzeuge nach sich ziehen wird. Während für die Verbreitung in Deutschland bis 2022 fast 20 Millionen der intelligenten und vernetzten Fahrzeuge erwartet und bis 2034 eine vollständige Marktdurchdringung prognostiziert wird, verläuft die Verbreitung in Europa etwas langsamer und wird bis 2035 voraussichtlich bei 93 % liegen. Grund für die erwartete weitverbreitete Präsenz intelligenter Fahrzeuge ist das Bedürfnis der Verbraucher nach einem besseren Zugang zu intelligenten Serviceleistungen (Smart Services) wie digitalen Fahrassistenzsystemen, die optimale Verkehrsrouten ermitteln und Unfälle minimieren. Die flächendeckende Einführung solcher Technologien ist von entscheidender Bedeutung für mehr Nachhaltigkeit im Mobilitätssektor, da der zunehmende Mangel an flexibler städtischer Mobilität zeitgleich maßgeblich zum steigenden CO₂-Ausstoß dieses Sektors beiträgt. So entfallen etwa 95 % der deutschen Transportemissionen auf den Verkehr (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, 2022). Beachtung gebührt zudem auch dem erheblichen Potenzial, das vernetzte Mobilität (privat und öffentlich) im Hinblick auf Deutschlands Nachhaltigkeitsziele in sich birgt. Mit Hilfe dieses digitalen Hebels lässt sich das CO₂-Emissionsvolumen in Deutschland bis 2030 um rund 15 Mt verringern, was in etwa 20 % der für 2050 prognostizierten Transportemissionen ausmacht (siehe Abbildung 6 unten). Im Vergleich zu anderen EU-Staaten hat Deutschland damit ein überdurchschnittlich hohes Einsparpotenzial, wobei es für etwa 36 % des 42 Mt-Einsparpotenzials auf EU-Ebene verantwortlich ist.

Intelligentes Parken

Die effizienzsteigernde Funktion intelligenter Fahrzeuge wird zudem auch im Bereich des Parkens deutlich. Hier tragen eingebaute Echtzeitsensoren bei der Suche nach einem Parkplatz dazu bei, unnötigen Kraftstoffverbrauch zu vermeiden und so den Parkplatzsuchprozess nachhaltiger als bisher zu gestalten. Analysen zeigen, dass durch solch eine vergleichsweise simple Technologieanwendung bis zum Jahr 2050 Einsparungen in Höhe von bis zu 9,3 Mt CO₂ ermöglichen kann (siehe Abbildung 6).

Intelligente Wohnräume

Ein zusätzliches – oft übersehenes – Problem sind die Emissionen aus dem Wohnungsbau: Deutsche Haushalte stießen im Jahr 2021 85 Mio. Tonnen CO₂ aus (dies stellt 23 % der stadtbezogenen Emissionen dar und entspricht somit dem EU-Durchschnitt). Energieeffiziente Smart-Home-Konzepte, die umweltbasierte Vorhersagetechnologien nutzen, wirken diesem Problem entgegen. Obgleich die Emissionen dieses Sektors aufgrund von Fortschritten im Bereich der Bauressourcen bereits einen rückläufigen Trend erkennen lassen, sind nach wie vor weitere Maßnahmen erforderlich. Ohne Digitalisierung ist allein im Wohngebäudesektor bis zum Jahr 2050 mit CO₂-Emissionen in Höhe von 60 Mt zu rechnen. Durch eine intensivere Nutzung von Smart-Home-Technologien lässt sich dieses Volumen jedoch um 15 % verringern. Bis 2026 werden 20,5 Millionen Haushalte und Bürogebäude über eine automatisierte Heizung verfügen, während es in 26,7 Millionen Einheiten intelligente Beleuchtungs- und Sicherheitsschalter geben wird. Sowohl das Konzept der intelligenten Sicherheit (Smart Security) als auch intelligente Haushaltsgeräte werden voraussichtlich von 16 Mio. Anwender genutzt, was bis 2050 Emissionseinsparungen von insgesamt 8,5 Mt CO₂ ermöglichen würde (siehe Abbildung 6).

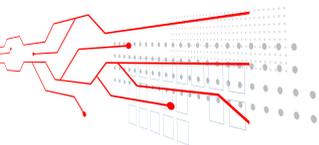


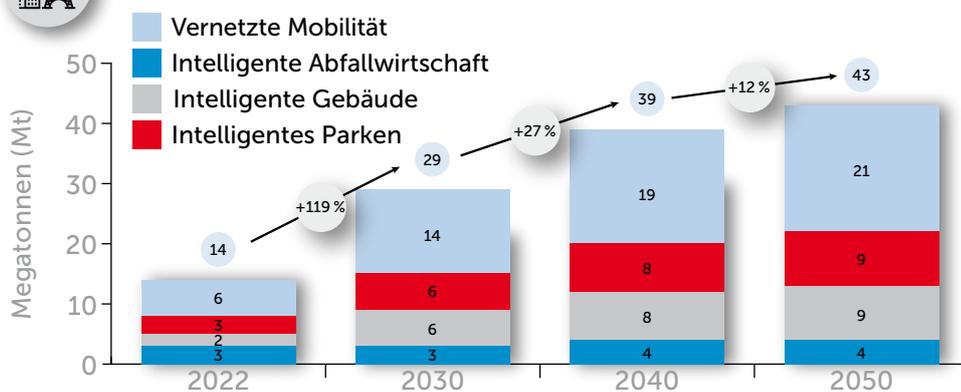
Abb. 6

Abbildung 6: Überblick über die in Deutschland im Zeitraum 2022 – 2050 durch Digitalisierung ermöglichten CO₂-Emissionseinsparungen in Städten



CO₂ Emissionseinsparungen in der Stadt
Deutschland, 2022–2050, Einsparungen im angegebenen Jahr

Quelle: Arthur D. Little
Nachhaltigkeit in
Digitalisierungsmodell



Intelligente Abfallentsorgung

Intelligente Technologien können ebenso in der Abfallwirtschaft wesentlich zum Erreichen von Netto-Null-Emissionen beitragen. Deutschland ist in der EU bereits führend im Bereich Recycling und hat auch die größte installierte Kapazität für die Energiegewinnung aus der kommunalen Abfallwirtschaft. Die absoluten Abfallmengen nehmen jedoch beständig um 3 Mio. Tonnen pro Jahr zu und werden bis 2050 500 Mio. Tonnen erreichen, was 4 Mt an CO₂-Emissionen ausmachen wird. 95 % dieser Emissionen (das entspricht 3,8 Mt) lassen sich bis zum Jahr 2050 durch intelligente Abfallwirtschaftsmethoden wie Kompostieranlagen, eine intelligente Sortierung oder Füllstandsensoren zur Optimierung der Sammelwege einsparen. Es besteht ein direkter Zusammenhang zwischen der Digitalisierung und den Vorteilen einer intelligenten Abfallwirtschaft (siehe Abbildung 6).

Landleben und Landwirtschaft

Telearbeit & Homeoffice

Schlussendlich ist das ländliche Umfeld eine weitere Wettbewerbslandschaft, in der Digitalisierung bei der Verringerung der CO₂-Emissionen einen zentralen Aspekt darstellt. Die COVID-19-Pandemie hat zu einer Verlagerung des Arbeitsalltags vom Büro ins Home-Office geführt. Dies wäre ohne die Entwicklung entsprechender Hardware und Software sowie digitaler Collaboration-Tools nicht möglich gewesen. Allein durch diese Umstellung fiel ein beträchtlicher Teil des vorpandemischen Pendelverkehrs weg, da die Zahl der deutschen Arbeitnehmer, die von Zuhause aus oder in einem hybriden Umfeld arbeiten, um etwa 25 % zunahm. Dies führte wiederum dazu, dass die Zahl der in Deutschland gefahrenen Kilometer im Jahr 2020 um insgesamt 25 % zurückging. Im Zuge dessen nahmen die Fahrzeugemissionen im selben Jahr um 3,2 Mt ab, was sich auf globaler Ebene in einem Rückgang des weltweiten Ölverbrauchs um 15 % niederschlug. Gesellschaftliche Präferenzen haben eine langfristige Umstellung auf hybride Arbeitsmodelle vorangetrieben, wodurch sich die Möglichkeit eröffnet, ein Viertel aller durch den beruflichen Pendelverkehr verursachten Emissionen einzusparen und das CO₂-Emissionsvolumen bis zum Jahr 2040 um 3 Mt zu verringern (siehe Abbildung 7).

Intelligente Landwirtschaft

Digitalisierung sorgt auch im landwirtschaftlichen Bereich für mehr Effizienz und eröffnet mit Technologien wie IoT, Drohnen und fortschrittlichen Datenanalysen ein neues Entwicklungszeitalter. Die Landwirtschaft wird von IoT-Technologie wie zum Beispiel einem automatisierten Bodenmanagement vermutlich in erheblichem Maße profitieren, wodurch sich das Emissionsvolumen deutlich reduzieren dürfte. Analysen lassen erwarten, dass sich die Zahl, der im deutschen Landwirtschaftssektor genutzten IoT-Geräte im Laufe der nächsten zehn Jahre verdoppeln und bis 2050 um das Zehnfache auf 2 Mio. erhöhen wird. Somit könnten bis zum Jahr 2050 19 Mt an CO₂-Emissionen eingespart werden. Obgleich Deutschlands Rinderbestand jährlich um 100 000 Tiere abnimmt

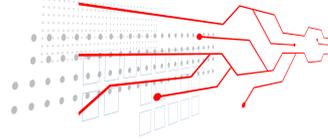


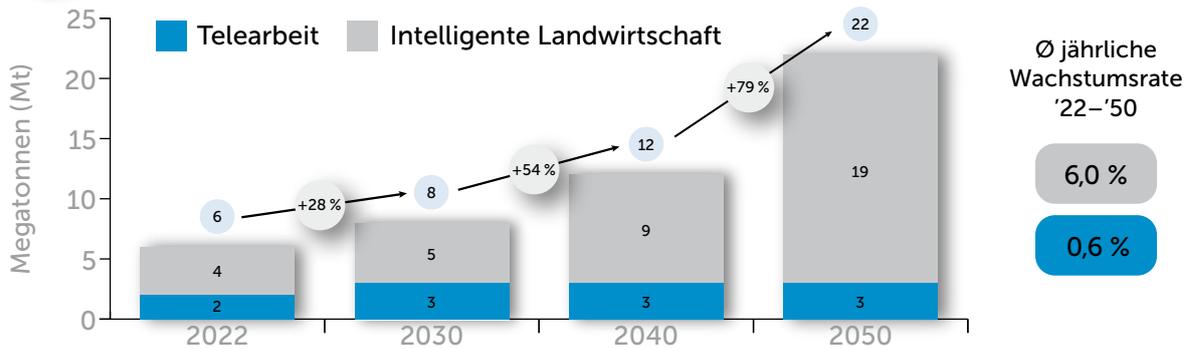
Abb. 7

Überblick über die in Deutschland im Zeitraum 2022 – 2050 durch Digitalisierung ermöglichten CO₂-Emissionseinsparungen in den Bereichen Landleben und Landwirtschaft



CO₂ Emissionseinsparungen auf dem Land
Deutschland, 2022–2050, Einsparungen im angegebenen Jahr

Quelle: Arthur D. Little
Nachhaltigkeit in
Digitalisierungsmodell



(von 11 Mio. im Jahr 2021 auf prognostiziert weniger als 8 Mio. in 2050), stellen die durch Viehhaltung verursachten Emissionen nach wie vor ein großes Problem dar. Digitalisierung wird für die Reduzierung dieser CO₂-Bilanz von entscheidender Bedeutung sein. Dank neuer Technologien, die auf einer intelligenten Überwachung von Krankheiten und Methan-Emissionen basieren, können CO₂-Emissionseinsparungen in Höhe von jährlich 2 Mt ermöglicht werden. Durch den Einsatz dieser fortschrittlichen Technologien werden die gesamten landwirtschaftlichen Emissionen bis 2050 um voraussichtlich 39 % zurückgehen (siehe Abbildung 7).

In den Bereichen Industrie, Stadt und Land wird Digitalisierung letztlich ein maßgeblicher Treiber dafür sein, dass Deutschland das Ziel einer nachhaltigen Zukunft erreichen und gleichzeitig die Lebensqualität der Bevölkerung erhalten kann. Zusammengefasst werden die zuvor genannten Hebel bis zum Jahr 2050 CO₂-Emissionseinsparungen in Höhe von 163 Mt ermöglichen. Dies macht rund 20 % der für das Land prognostizierten Gesamtemissionen aus.

Rechenzentren verbrauchen Energie, aber ermöglichen eine nachhaltige Digitalisierung

Seit der Jahrhundertwende spielt Cloud Computing im Bereich der Digitalisierung eine immer wichtigere Rolle. Mit diesem Begriff bezeichnet man die Nutzung externer Online-Server zur Speicherung und Verarbeitung von Daten. Die Cloud-Computing-Branche und die damit verbundene Datenspeicherung sind in den letzten fünf bis zehn Jahren rasant um rund das Zehnfache gewachsen. Im Zuge dessen haben sich die Ausgaben für Cloud-Dienste jährlich um 20 % erhöht, was wiederum einen Ausbau des Datenverkehrs erforderlich macht. Um einen solchen Datenfluss in einer expandierenden digitalen Gesellschaft zu unterstützen, braucht es Rechenzentren als Fundament der Digitalisierung. Hierbei sind physische Rechenzentren als Infrastrukturkomponente unverzichtbar, um diesen Prozess zu ermöglichen und alle Cloud-Anwendungen unterzubringen.

Vor diesem Hintergrund ist eine Expansion des weltweiten Rechenzentrumsmarktes zu beobachten, was eine Erhöhung der prognostizierten Ausgaben für den Bau von Rechenzentren von 51 Mrd. \$ im Jahr 2021 auf geschätzte 71 Mrd. \$ im Jahr 2027 nach sich ziehen wird. Aufgrund der Beschaffenheit dieser Zentren und ihrer ständigen Vergrößerung hat sich ihr Energieverbrauch von 97,6 TWh im Jahr 2015 auf rund 200 TWh im Jahr 2020 erhöht (iea, 2022). Nach einem möglichen Szenario für diese Entwicklung entfielen 2020 104 TWh auf die Europäische Union (Garcia, 2022). Infolgedessen sind Rechenzentren für 1 % des weltweiten Stromverbrauchs (iea, 2022) und ebenfalls rund 1 % der weltweiten CO₂-Emissionen (Datacenter Frontier, 2021) verantwortlich. In Anbetracht der potentiell nachhaltigen Anwendungsszenarien (vgl. Hebelwirkungen in den Anwendungsfeldern) indes ein im Vergleich zu tradierten Wirtschafts- und Industrieunternehmen geringer Anteil.

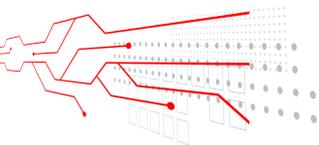
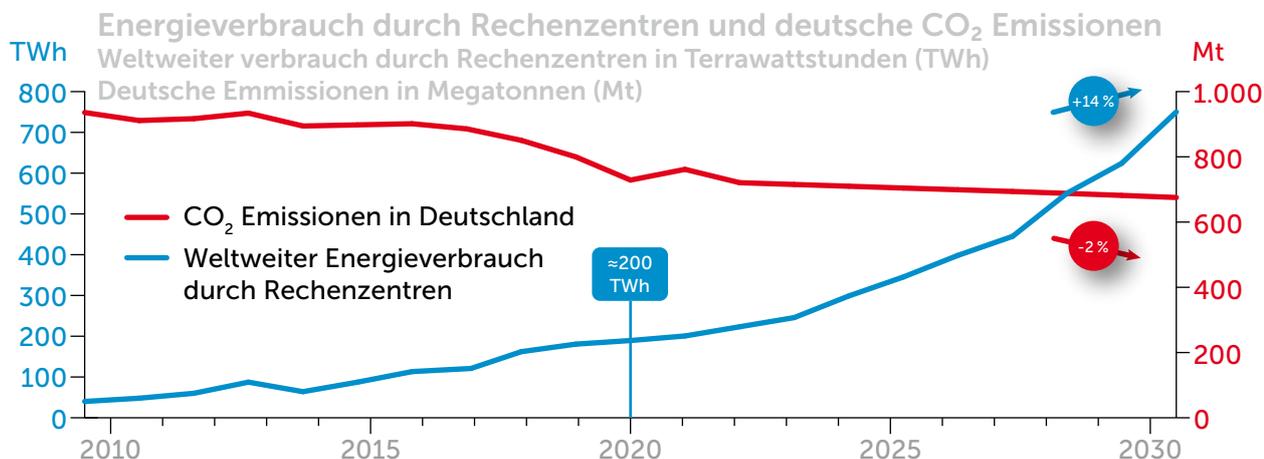


Abb. 8

Weltweiter Energieverbrauch von Rechenzentren und deutsche CO₂-Emissionen im Zeitraum 2010 – 2030 (iea, 2022; Umweltbundesamt, 2022)



In Frankfurt am Main setzen Energieversorger und Rechenzentrenbetreiber bereits umweltfreundliche Konzepte zur Wiederverwendung der in den rund 60 Rechenzentren anfallenden Abwärme um. Während die überschüssige Wärme zuvor in die Atmosphäre freigesetzt wurde, wird derzeit ein Teil davon beispielsweise im Rahmen eines Pilotprojekts erfolgreich zum Eurotheum-Hochhaus weitergeleitet und zur Beheizung und Warmwasserversorgung weiterverwendet. Hierdurch lassen sich beträchtliche Energieressourcen einsparen.

Im Frankfurter Gallus-Viertel entsteht derzeit das Wohnquartier „franky“. Innerhalb des neuen Quartiers entstehen auf sechs Baufeldern insgesamt über 1.300 Wohneinheiten im KfW-55-Standard, davon 380 Wohnungen öffentlich gefördert. Die Planungen beinhalten darüber hinaus drei Kindertagesstätten, sechs Kinderspielplätze sowie Gewerbe- und Einzelhandelsflächen. Circa 80 Prozent des Gesamtwärmebedarfs werden über die Abwärme, die in den Serverfarmen des benachbarten Rechenzentrums Telehouse entsteht, gedeckt. Das ist in dieser Größenordnung ein deutschlandweit einmaliges Verfahren und spart im Vergleich zu konventioneller Wärmeerzeugung rund 440 Tonnen CO₂ pro Jahr ein.

Insgesamt sind Deutschlands Rechenzentren in der Lage, genug Abwärme zu produzieren, um rund 350.000 Wohnungen zu heizen. Das entspricht in etwa der Anzahl der Wohnungen in der Freien Hansestadt Bremen. Das Bundeswirtschaftsministerium unter Bundeswirtschaftsminister Robert Habeck will die Betreiber nun verpflichten, diese Abwärme effektiver zu nutzen. Die Bundesregierung sieht in ihrem Energieeffizienzgesetz für Rechenzentren, die ab dem 1. Juli 2026 den Betrieb aufnehmen, zunächst eine Abgabe von zehn Prozent der Abwärme vor. In den darauffolgenden zwei Jahren soll die Abgabe zeitlich gestaffelt auf 15 bzw. 20 Prozent erhöht werden. Ferner kann sich Deutschland auch am Beispiel der skandinavischen Länder orientieren, in denen Fernwärmenetze der neuesten Generation wie das des Energieversorgers Fortum im finnischen Helsinki weit verbreitet sind. Hierdurch wird deutlich, dass eine derart effiziente Ressourcennutzung in erheblichem Maße

dazu beitragen kann, die Energieeffizienz von Rechenzentren auf ein Maximum zu steigern.

Den größten Kostenpunkt eines Rechenzentrums stellt mit einem Anteil von rund 35 % an den Gesamtkosten die Energieversorgung dar, weshalb das Thema Energieeffizienz auch für die Betreiber selbst seit jeher von Interesse ist. Darüberhinaus hat die Beschaffung grüner Energie in den vergangenen Jahren weiter an Bedeutung gewonnen.

In Deutschland investieren einige Branchengrößen derzeit eine Mrd. Euro in den Auf- und Ausbau von Cloud-Dateneinrichtungen und die Beschaffung erneuerbarer Energieressourcen. Andere haben bereits umweltfreundliche Konzepte im laufenden Betrieb implementiert, indem sie beispielsweise ihren gesamten Strom von Wasserkraftwerken beziehen.

Weitere konkrete Maßnahmen zur Optimierung der Nachhaltigkeitsaspekte und Energieeffizienz beim Betrieb von Rechenzentren stellen etwa neuartige Kühlungsformen dar:

Zum Beispiel Flüssigkeits- und Immersionskühlungen, die effizientere Kühlung ermöglichen und damit für eine Energieeinsparung von bis zu 15 % pro Server sorgen. Diese Technologien sind gegenwärtig allerdings noch nicht auf breiter Basis verfügbar und ausreichend im Einsatz, um eine zeitnahe Lösung für die Energiefrage liefern zu können. Führende Akteure der Branche beabsichtigen zurzeit, mehr als 700 Mio. \$ in die Entwicklung dieser zukunftssicheren Technologie (z.B. Immersionskühlung) zu investieren, um ihre Rechenzentren damit auszustatten.

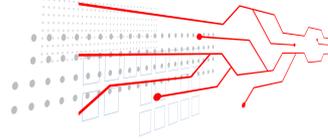
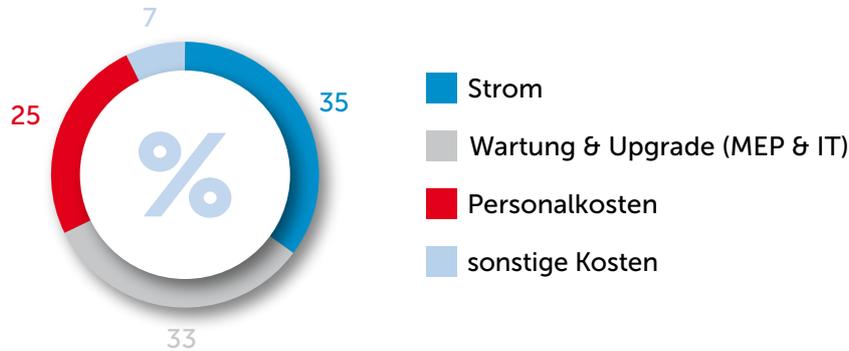


Abb. 9

Struktur der Kosten eines Rechenzentrums



Außerdem wird an baulichen Anlagen und Prozessen gearbeitet, die eine möglichst kohlenstoffneutrale Errichtung von Rechenzentren sicherstellen sollen. Beispiele hierfür sind Ziegelsteine aus Algen als nachhaltiger Baustoff oder eine modulare Bauweise, um die Einrichtung eines Zentrums effizienter zu gestalten.

Nachhaltigkeit ist also ein wichtiges Thema, das auch in der IT-Branche immer mehr Beachtung findet. Rechenzentren sind dabei ein bedeutender Teil der IT-Infrastruktur und verbrauchen aufgrund ihrer hohen Leistungsaufnahme und Kühlbedarf wie beschrieben eine erhebliche Menge an Energie.

Wenngleich sich das Datenvolumen in der Vergangenheit insgesamt beträchtlich erhöht hat, konnten Rechenzentren ihre Energieeffizienz deutlich optimieren. So ist z.B. der Energieverbrauch pro Workload seit 2010 um das Sechsfache zurückgegangen, während die Energieeffizienz pro übertragenem GB sogar einen Anstieg um das Zwölfwache zu verzeichnen hat (Hintemann und Hinterholzer, 2020). Sicher ist aber auch, dass sich die Rechenzentrumsbranche derzeit nur am Anfang ihrer „grünen Energiewende“ und der Energieoptimierung befindet, sodass es noch viel Spielraum für Verbesserungen gibt.

Die digitale Infrastruktur wird im Laufe der Zeit deutlich effizienter

Während die vorstehend genannten drei Ebenen und ihre Hebel in den Bereichen Industrie, Stadt und Land durchaus schon einen erheblichen Beitrag zur Reduzierung der CO₂-Emissionen leisten können, wird der maßgebliche Faktor für den Erfolg dieser digitalen Bewegung in einer energieeffizienteren Datenübertragung und -speicherung gesehen. Infrastrukturverbesserungen wie etwa der flächendeckende Ausbau von Glasfasernetzen in Deutschland oder auch der Ausbau von 5G Netzen, die von Telekommunikationsunternehmen wie Deutsche Telekom oder Vodafone getrieben werden, führen zu mehr Nachhaltigkeit.

Wie erwähnt stellen Rechenzentren das Fundament der digitalen Transformation dar. Ungeachtet des Energieverbrauchs der deutschen Rechenzentrums-Branche, der sich zwischen 2023 und 2050 verdreifachen könnte (s. ADL-Nachhaltigkeitsmodell), nimmt die Energieeffizienz von Rechenzentren (Power Usage Effectiveness, PUE) derzeit deutlich zu.

Dies hat ebenfalls bereits einen Rückgang der Rechenzentren zugeschriebenen CO₂-Emissionen zur Folge. Jede weitere Abnahme um 0,1 PUE bedeutet eine Einsparung von rund 105 000 Tonnen CO₂ pro TWh im Jahr 2035.

Derzeit liegt der historische PUE-Wert von bestehenden Rechenzentren bei durchschnittlich 1,63 PUE, wobei für neu errichtete Rechenzentren ab 2025 ein Rückgang auf 1,3 PUE erwartet wird. Aufgrund der Nutzung innovativer Technologien wie Immersionskühlungen und des Baus nachhaltiger Infrastruktur wird sich dieser Trend wahrscheinlich ausweiten. Bis 2050 werden Rechenzentren aller Voraussicht nach immer nachhaltiger werden, was einen PUE-Wert im Bereich von 1,0 und CO₂-Emissionseinsparungen in Höhe von 17 Mt erwarten lässt. Dies entspricht 60% der von solchen Einrichtungen insgesamt freigesetzten Emissionen (siehe Abbildung 10).

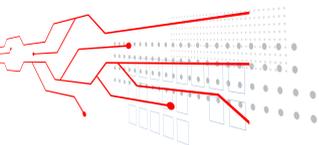
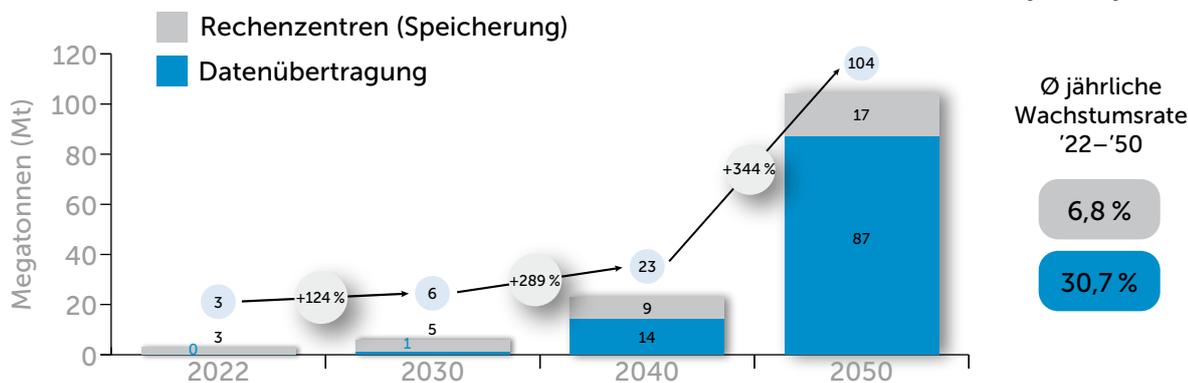


Abb. 10

Überblick über die in Deutschland im Zeitraum 2022 – 2050 durch Datenspeicherung und Datenübertragung ermöglichten CO₂-Emissionseinsparungen

CO₂ Emissionseinsparungen durch Datenoptimierung
Deutschland, 2022–2050, Einsparungen im angegebenen Jahr

Quelle: Arthur D. Little
Nachhaltigkeit in
Digitalisierungsmodell



Neben der Speicherung von Daten ist auch im Bereich der Datenübertragung eine wachsende Energieeffizienz zu beobachten. Datenübertragung bedeutet, dass digitale Inhalte über drahtgestützte oder drahtlose Kommunikationsmedien von einem Gerät an einen bestimmten Zielort übermittelt werden.

Das Datenverkehrsvolumen nimmt in rasantem Tempo zu: Nachdem 2021 in ganz Deutschland 62 XB an Daten übertragen wurden, belaufen sich die Prognosen für das Jahr 2050 auf 30 000 XB. Dies entspricht einem CO₂-Ausstoß von 110 Mt, was 13 % sämtlicher CO₂-Emissionen in Deutschland ausmacht, allerdings nur bei unverändertem Energiemix in Deutschland und ohne Gegenrechnung der real eingesparten CO₂-Emissionen. Doch auch die Übertragung von Daten wird im Laufe der Zeit immer effizienter. Dies hat in erster Linie zwei Gründe: Zum ersten ermöglicht die Umstellung von Kupferkabeln auf Glasfaserkabel eine relevante Signifikanz in der Energieeinsparung, wobei Glasfaserkabel auch eine längere Haltbarkeit haben und somit einen geringeren Wartungsaufwand erforderlich machen. Zum zweiten lassen sich durch den Ausbau des Glasfasernetzes bis 2026 schätzungsweise 270 000 Tonnen an CO₂-Emissionen vermeiden.

Darüber hinaus werden die Umstellung von 4G auf 5G und die geplante Einführung von 6G die Nachhaltigkeit und die Energieeffizienz der mobilen Datenübertragung optimieren. Bis zum Jahr 2030 lässt sich der CO₂-Ausstoß um bis zu 60 % reduzieren, was einem Volumen von 1,2 Mt entspricht (siehe Abbildung 10). Erwartungen zufolge wird der 6G-Standard allein eine Emissionsverringerung um 80 % bewirken, sodass die CO₂-Einsparungen bis 2040 bei 14 Mt und bis 2050 bei circa 90 Mt liegen können (siehe Abbildung 10).

Digitalisierung ermöglicht eine signifikante Verringerung der deutschen Emissionsprognosen

Wie ausführlich dargestellt, wird die in den Bereichen Industrie, Stadt und Land durch Digitalisierung erreichte Verringerung des CO₂-Ausstoßes bis zum Jahr 2050, Emissionseinsparungen in Höhe von 163 Mt CO₂ ermöglicht, was rund 20 % der für Deutschland prognostizierten Gesamtemissionen entspricht. Rechnet man die bis 2050 bei der Übertragung und Speicherung von Daten eingesparten 104 Mt an CO₂-Emissionen hinzu, so kann allein die Digitalisierung eine Verringerung des Emissionsvolumens um bis zu 30 % bewirken, ohne Deutschlands Lebensstandard zu beeinträchtigen (siehe Abbildung 11 unten). Allerdings liegen die erreichten Einsparungen um bis zu 540 Mt hinter den von der Bundesregierung für das Jahr 2050 vorgegebenen Gesamtzielen zurück, sodass die Bundesregierung zwingend auf reale CO₂ Einsparungen in anderen Industriebereichen und im Verkehr einwirken, als auch den Energiewandel hin zu erneuerbaren Energien dringend vorantreiben muss.

Bei den nachfolgend abgebildeten Digitalisierungszahlen werden keinerlei Veränderungen im Energiemix berücksichtigt [mehr hierzu im folgenden Kapitel]. Die CO₂-Emissionseinsparungen werden sich vervielfachen, wenn Deutschland zu einer vollständig nachhaltigen Energieerzeugung übergeht und die bestehende Lücke somit langfristig schließt. Zwar können Digitalisierungsmaßnahmen für sich allein betrachtet keine Veränderung der deutschen CO₂-Bilanz bewirken. Jedoch stellen sie einen wesentlichen Bestandteil einer hebel- und verhaltensübergreifenden umfassenden Strategie dar.

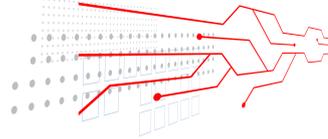
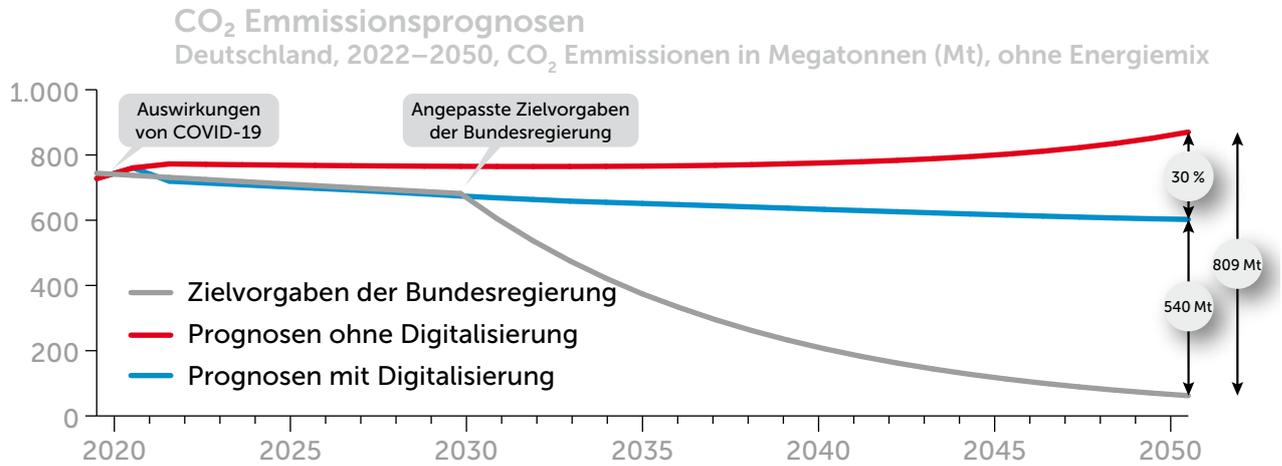


Abb. 11

Übersicht über die CO₂-Emissionsprognosen bis zum Jahr 2050



Deutschlands Energiesektor wandelt sich vom Grossemittenten von Treibhausgasen hin zu Netto-Null-Emissionszielen

Deutschland hat sich der Digitalisierung geöffnet und nimmt nun auch die Beschaffung erneuerbarer Energie in Angriff. Der weltweite Energieverbrauch wird Erwartungen zufolge in den kommenden Jahren noch erheblich zunehmen und einen Anstieg der Treibhausgasemissionen nach sich ziehen. Nach Schätzungen der Internationalen Energieagentur (IEA) dürfte der weltweite Stromverbrauch gegenüber 2020 bis zum Jahr 2030 um 30 % und bis zum Jahr 2050 um 80 % zunehmen. Allein für China, Brasilien und Indien sagen Prognosen bis 2030 ein Wachstum des Energieverbrauchs um 20 % bis 45 % voraus. In Anbetracht der gegenwärtigen politischen Maßnahmen werden die chinesischen CO₂-Emissionen im Energiesektor zwischen 2025 und 2030 voraussichtlich einen Höchststand erreichen, während in Brasilien und Indien bis zum Jahr 2030 ein kontinuierlicher Anstieg um 2 % bis 3 % bzw. 30 % bis 40 % zu erwarten ist.

Deutschland verfolgt einen grundlegend anderen Ansatz und gibt mit ehrgeizigen Klimazielen für das Jahr 2030 und darüber hinaus den Weg vor. Wie die aktuelle Energiekrise jedoch deutlich macht, muss zwischen Zielen einerseits und ihrer Umsetzung andererseits unterschieden werden. Analog zu weltweiten Entwicklungen ist davon auszugehen, dass Deutschlands Energieverbrauch bis 2050 erheblich steigen und 984 TWh erreichen wird (siehe Abbildung 12), was in erster Linie auf weitreichende Elektrifizierung als auch die Produktion von grünem Wasserstoff zurückzuführen sein wird. Haupttreiber für die Elektrifizierungsmaßnahmen sind die zusätzliche Nachfrage im Transport- und Heizsektor. Beispiele hierfür sind die zunehmende Nutzung von Elektrofahrzeugen und der Ersatz konventioneller Heizungssysteme durch elektrische

Wärmepumpen, von denen es Schätzungen zufolge im Jahr 2045 14 Millionen geben wird (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021). Die Produktion von grünem Wasserstoff durch Elektrolyse hat bis 2045 voraussichtlich einen Anstieg der Nachfrage um 150 TWh zur Folge (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut, 2021).

Darüber hinaus ist eine grundlegende Umstellung des deutschen Elektrizitätsmix hin zur vollständigen Dominanz erneuerbarer Energiequellen und weg von der konventionellen Stromerzeugung geplant. Aufgrund der wachsenden Zahl von Solar- und Photovoltaikanlagen sowie Onshore- und Offshore-Windparks wird sich der Anteil erneuerbarer Energiequellen bis zum Jahr 2045 auf 90 % erhöhen. Die verbleibenden 10 % sollen durch die Nutzung von auf erneuerbaren Energiequellen basierendem grünem Wasserstoff und Energiespeicherungslösungen abgedeckt werden. In Anbetracht der in Deutschland bestehenden geografischen Einschränkungen wird der Anteil von Wasserkraft auf einem konstanten Niveau verbleiben, während Biomasse und Biogas geringfügig zulegen dürften.

Dem steht ein signifikanter Rückgang der Inanspruchnahme konventioneller Energiequellen gegenüber. Die letzten Kernkraftwerke sollten ursprünglich Ende 2022 vom Netz gehen. Vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Energiesituation begründet mit der russischen Invasion der Ukraine ist nun jedoch geplant, sie bis 2023 in Reserve zu halten. Für die letzten kohlebetriebenen Kraftwerke wird das Aus zwischen 2030 und 2035 kommen. Die Nutzung von Erdgas bzw. Flüssiggas wird als Überbrückungstechnologie bis zum Jahr 2030 an Bedeutung gewinnen und im Vergleich zu 2020 um das 2,5-Fache zunehmen. Anschließend soll Erdgas bis 2045 vollständig durch erneuerbare Energien und eine auf erneuerbaren Quellen basierende Energieerzeugung ersetzt werden.

Die ehrgeizige Ausweitung der Nutzung erneuerbarer Energiequellen soll bis zum Jahr 2045 zu einer vollständigen Entkarbonisierung des Energiesektors führen und für negative Emissionen sorgen. In Übereinstimmung mit den Klimazielen der Bundesregierung sollen die Treibhausgasemissionen im Energiesektor verglichen mit 1990

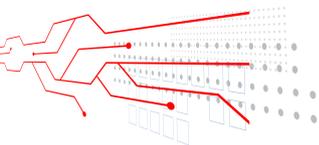
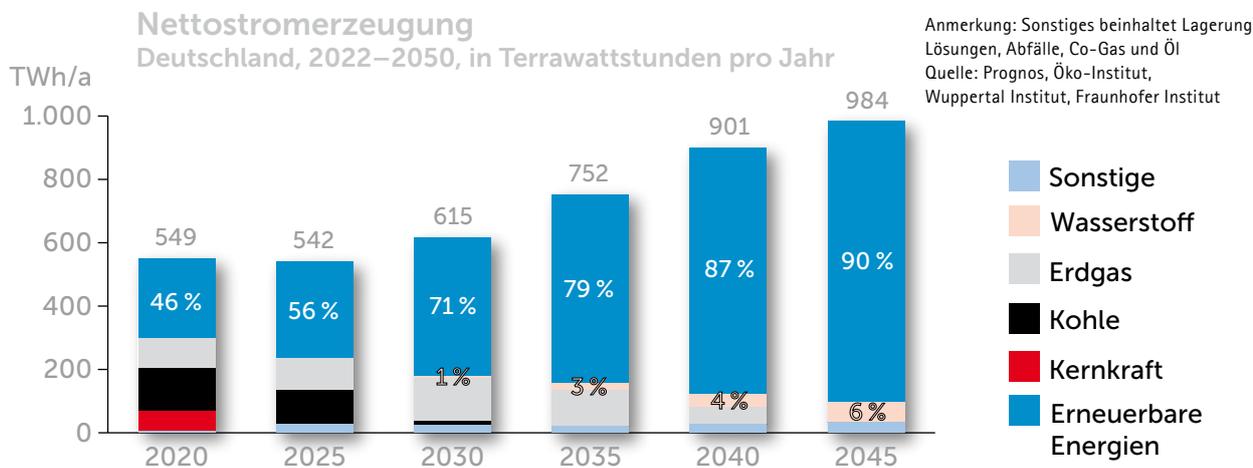


Abb. 12

Überblick über die Netto-Stromerzeugung in Deutschland bis zum Jahr 2050



bis 2030 um 80 % und bis 2040 um 95 % reduziert werden (siehe Abbildung 13). Die Erreichung der Klimaneutralität ist für 2043 vorgesehen.

Die Umsetzung ergänzender Maßnahmen wird bis zum Jahr 2045 Netto-Negativ-Emissionen zur Folge haben. Ein Beispiel für solche Maßnahmen ist die derzeit diskutierte CO₂-Abscheidung und -Speicherung (Carbon Capture and Storage, CCS), etwa im Rahmen der Stromerzeugung aus Biomasse und Biogas. Der Energiesektor befindet sich somit im Wandel von einem der Hauptemittenten von Treibhausgasen hin zu einem wichtigen Hebel für den globalen Klimaschutz.

Die ehrgeizigen Zielvorgaben der Bundesregierung im Bereich der erneuerbaren Energiequellen sind mit erheblichen Herausforderungen verbunden, da ein Wandel von einem zentralen Stromversorgungssystem hin zu einer dezentralisierten Stromversorgung erfolgen soll. Hierin zeigt sich erneut, dass die anspruchsvollen Ziele nur mithilfe der Digitalisierung erreicht werden können. Voraussetzung für die Umstellung auf dezentralisierte Stromversorgungssysteme sind Digitalisierungsmaßnahmen wie zum Beispiel die Einführung von Energielast-Managementsystemen, die für eine konstante Systembalance sorgen.

In Verbindung mit dem in Deutschland bestehenden wachsenden Digitalisierungsbedarf beschleunigt die Entwicklung des Energiemix die Nachhaltigkeit von Digitalisierungsmaßnahmen.

Die Schaffung eines nachhaltigen digitalen Ökosystems erfordert die Mitwirkung aller beteiligten Interessengruppen

Obwohl Deutschland im Bereich Digitalisierung und im Kampf gegen den Klimawandel Schritt für Schritt vorankommt, ist die kontinuierliche Mitwirkung aller beteiligten Interessengruppen weiterhin zwingend erforderlich, damit das Land die selbstgesteckten Ziele erreichen kann. Die Politik kann die nötigen regulatorischen Rahmenbedingungen schaffen, die für die Industrie wichtig sind. Gleichzeitig muss jedoch auch die Industrie Verantwortung übernehmen und den Entscheidungsträgern der deutschen Politik vor Augen führen, welche positiven Auswirkungen die Digitalisierung auf Nachhaltigkeit hat.

Das Hauptaugenmerk aller politischen Bestrebungen muss darauf liegen, Deutschland als wichtigen Infrastrukturlotus und Rechenzentrumsstandort zu stärken und weiter zu entwickeln. In strategischer Hinsicht sind Rechenzentren die tragende Säule der digitalen Transformation. Um diesen Prozess weiter voranzutreiben, müssen Entscheidungsträger:innen in der deutschen Politik ein Bewusstsein dafür entwickeln, welche Wettbewerbsfaktoren ein Rechenzentrum strategisch attraktiv machen. In Europa haben die skandinavischen Länder aufgrund des kälteren Klimas und der regulatorischen Handhabung von Investmentparametern derzeit einen Vorteil gegenüber den anderen europäischen Ländern. Diese Parameter führen zu Investments in nachhaltige Energiequellen und allgemein niedrigeren Energiepreisen sowie zu einer vorteilhaften steuerlichen Behandlung. Ein Beispiel hierfür ist Schweden. Hier wurde die Steuer auf Strom für Rechenzentren im Jahr 2016 um 97 % gesenkt (Judge, 2016). Auch die deutsche Politik könnte Anreize in

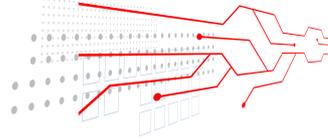
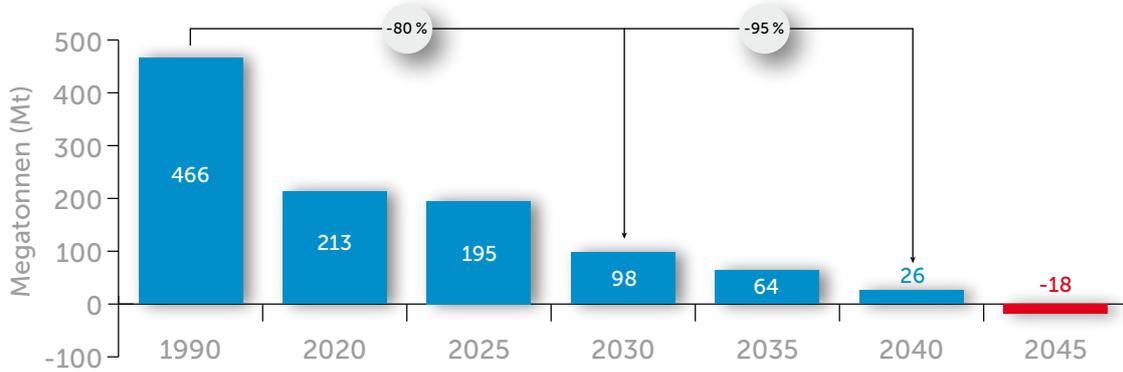


Abb. 13

Überblick über die CO₂-Emissionen im deutschen Energiesektor bis zum Jahr 2050

Entwicklung der CO₂ Emissionen im Energiesektor
Deutschland, 2022–2050, in Megatonnen (Mt)



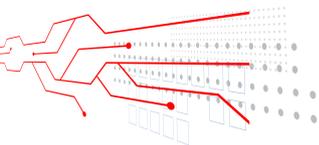
Form einer Abgabensenkung setzen. In Verbindung mit niedrigeren Abgaben und der eigenen Stärke im Bereich Netzwerkverbindung wäre Deutschland in der Lage, sich als zentraler Knotenpunkt für die Rechenzentrumsbranche zu positionieren.

Mit der zusätzlichen Fokussierung auf nachhaltige Energiequellen können die Bemühungen um Nachhaltigkeit die Entwicklung erneuerbarer Energiequellen beschleunigen. Dies wird nicht nur der Digitalisierungsinfrastruktur im Allgemeinen zugutekommen, sondern zudem auch positive Auswirkungen auf alle Branchen der deutschen Wirtschaft haben.

Diese politischen Ideen können nur dann effizient umgesetzt werden, wenn die zugrunde liegende Infrastruktur bestmöglich ausgebaut ist. Forschungen zu rechenzentrumsbezogenen Themen und zu Infrastruktur-Assets im Allgemeinen werden helfen, die erforderliche Qualität zu erreichen, damit Deutschland im Bereich der Digitalisierung und Nachhaltigkeit eine führende Rolle in Europa und der Welt übernehmen kann. Der Ausbau von Gigabitnetzen in Deutschland gibt die Richtung für die weitere Entwicklung vor, an der sich andere Infrastruktur-Assets orientieren können.

Ein Beispiel hierfür ist das Gaia-X-Projekt, bei dem Rechenzentrumsbetreiber europaweiten Standards folgen. Im Rahmen dieses Projektes entwickeln „Vertreterinnen und Vertreter aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik auf internationaler Ebene einen nachhaltigen Beitrag zur Gestaltung der nächsten Generation einer europäischen Dateninfrastruktur“. Das Ziel dabei ist eine souveräne und vernetzte Dateninfrastruktur, die Innovationen fördert. Durch diese Organisationsstruktur herrscht ein ständiger Informationsfluss zwischen allen Interessenträgern, aber auch innerhalb der Branche selbst.

Anhand solcher Beispiele lassen sich Organisations- und Prozessmuster für politische Entscheidungsträger ableiten, anhand derer die Legislative ihrerseits für ein Maximum an Effizienz sorgen muss, indem bürokratische Hindernisse abgebaut werden und die ministeriumsübergreifende Zusammenarbeit verbessert wird. Diese „Speed Boat“-Ideen versetzen Deutschland als Ganzes in die Lage, effizienter auf das sich verändernde Umfeld zu reagieren.



Literatur

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, (2022), Verkehr und Umwelt – Worum geht es?, Verfügbar unter: <https://www.bmu.de/en/topics/air-noise-mobility/mobility/what-is-mobility-and-environment-all-about>

Data Center Frontier (2021), For the Balance Sheet and the Sake of the Planet, It's Time Data Centers Reduce Power Consumption By Improving Utilization, Verfügbar unter: <https://datacenterfrontier.com/data-center-management-solutions-reduce-costs-and-carbon-emissions/>

Destatis (2020), Abfallaufkommen in Deutschland 2018 bei 417,2 Millionen Tonnen, Verfügbar unter: https://www.destatis.de/EN/Press/2020/06/PE20_195_321.html

European Commission Staff Working Document (2013), Country fiches for electricity smart metering, Verfügbar unter: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1403084595595&uri=SWD:2014:188:FIN%20>

Garcia, Clarissa (2022), The Amount of Data Center Energy Use, AKCP Monitoring, Verfügbar unter: <https://www.akcp.com/blog/the-real-amount-of-energy-a-data-center-use/#:~:text=In%202020%2C%20the%20data%20center,require%20104%20TWh%20in%202020.>

German Environment Agency (2022), Nationaler Inventarbericht Zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2020 (Stand: 01/2022), Verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/eu-nir_germany_2022.pdf

Hintemann, R. & Hinterholzer, S. (2020), Data Centres in Europe – Opportunities for Sustainable Digitalization. Berlin: Borderstep Institute

iea (2022), Data centres and networks, Verfügbar unter: <https://www.iea.org/fuels-and-technologies/data-centres-networks>

Judge, Peter (2016), Sweden cuts electricity tax for data centers, Datacenterdynamics, Verfügbar unter: <https://www.datacenterdynamics.com/en/news/sweden-cuts-electricity-tax-for-data-centers/>

Kraftfahrt-Bundesamt (2021), Verkehr in Kilometern – Inländerfahrleistung (VK), Entwicklung der Fahrleistungen nach Fahrzeugarten seit 2017, Verfügbar unter: https://www.kba.de/DE/Statistik/Kraftverkehr/VerkehrKilometer/vk_inlaenderfahrleistung/2021/verkehr_in_kilometern_kurzbericht_pdf.pdf?__blob=publicationFile&t=2

Malmodin, Jens & Lundén, Dag, (2018), The Energy and Carbon Footprint of the Global ICT and E&M Sectors 2010–2015, Verfügbar unter: <https://www.ericsson.com/en/reports-and-papers/research-papers/the-future-carbon-footprint-of-the-ict-and-em-sectors>

Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann Zusammenfassung im Auftrag von Stiftung Klimaneutralität, Agora Energiewende und Agora Verkehrswende, Verfügbar unter: https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_209_KNDE2045_Zusammenfassung_DE_WEB.pdf

Statista (2022), Number of Internet of Things (IoT) connected devices worldwide from 2019 to 2021, Verfügbar unter: <https://www.statista.com/statistics/1183457/iot-connected-devices-worldwide/>

Statista (2023), Number of daily active users (DAU) of Microsoft Teams worldwide as of 2022

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), (2022), Referentenentwurf

Des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz – Entwurf eines Gesetzes zur Steigerung der Energieeffizienz, Verbesserung des Klimaschutzes im Immissionsschutzrecht und zur Umsetzung von EU-Recht

Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK), (2023), Der deutsche Gaia-X Hub, Verfügbar unter: BMWK – Der deutsche Gaia-X Hub



2025 2030

2040

2050

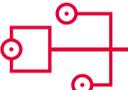


Arthur D. Little
The Square 13
60600 Frankfurt am Main
www.adlittle.com

ARTHUR LITTLE

Allianz zur Stärkung digitaler Infrastrukturen in Deutschland

Tel.: +49(0)30/2021567-0/-19
info@digitale-infrastrukturen.net
<https://digitale-infrastrukturen.net>

 **DIGITALE
INFRASTRUKTUREN**

WIR SIND DAS INTERNET

**eco –
Verband der Internetwirtschaft**

Lichtstr 43h
50825 Köln
Tel : +49(0)221/700048-0
Fax: +49 (0)221 / 700048-111
info@eco.de
www.eco.de

