

Digitalisierung und natürliche Ressourcen

Analyse der Ressourcenintensität des digitalen Wandels in Deutschland („DigitalRessourcen“)



Jahre
Umweltbundesamt
1974–2024

Das Forschungsprojekt DigitalRessourcen hat die Ressourcenintensität und das Treibhausgaspotential der digitalen Transformation in Deutschland sowohl auf **Mikro**- als auch auf Makroebene analysiert. In zehn Fallstudien wurde die Ressourcenintensität digitaler Anwendungen nach LCA-Methodik berechnet (Beispiele siehe Tab. 1). Auf

Makroebene wurden für die IKT-Branche der Rohstoffkonsum RMC (*raw material consumption*), der Rohstoffeinsatz RMI (*raw material input*) sowie der CO₂-Fußabdruck der Digitalisierung für die Jahre 2000-2020 mithilfe eines Multi-Regionalen-Input-Output-Modells berechnet und analysiert (siehe Abb. 1 und 2). In einem weiteren Teilschritt wurde eine **Modellierung** des digitalen Wandels in Deutschland bis zum Jahr 2050 in sieben verschiedenen Szenarien durchgeführt (siehe Abb. 3). Abschließend wurden im Projekt **Gestaltungsfelder** einschließlich Beispielmaßnahmen für eine nachhaltigere Digitalisierung formuliert sowie weiterer Forschungsbedarf benannt. Das Projekt (2020 - 2023) wird in einem Folgevorhaben fortgesetzt (Aug. 2024 - Juli 2027).

Tabelle 1: Analysen auf Mikro-Ebene (Bsp.) zu Ressourcenintensität und CO₂-Fußabdruck nach LCA-Methodik: Videokonferenz, Homeoffice, Privater 3D-Druck, Kryptowährung, E-Sport

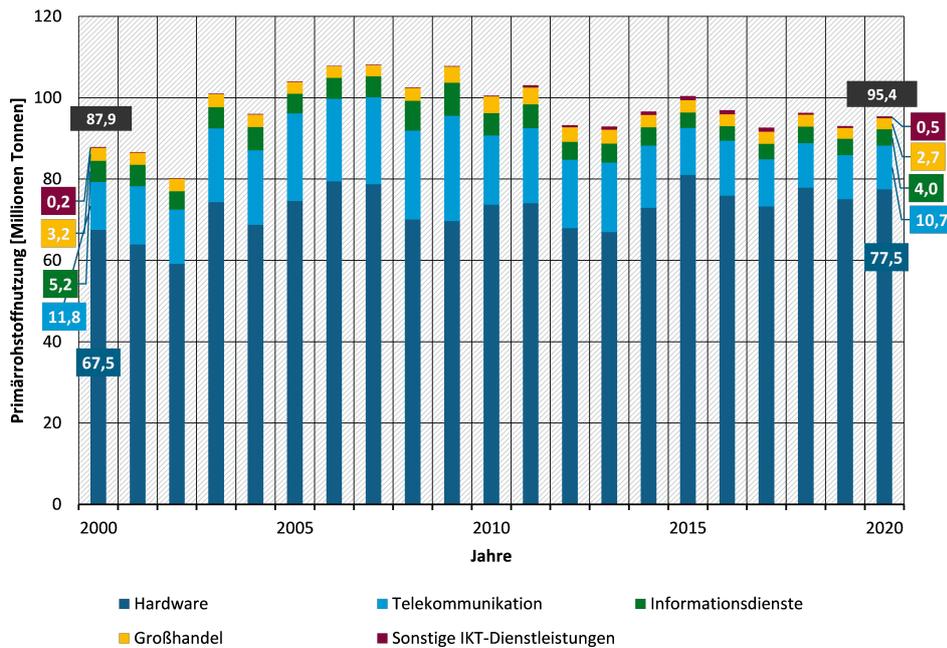
Digitaler Anwendungsfall (Auswahl)	Ergebnisse nach Indikatoren *	
Teilnahme 1 Person an einer 1-stündigen Videokonferenz berufl. Kontext	RMI: 116 g CED: 1,03 MJ WDP: 0,85 L	TMR: 134 g GWP: 70 g CO ₂ -Äq. LOP: 0,0044 m ² a
1 Stunde Nutzung eines 3D-Druckers für den Heimgebrauch	RMI: 4,6 kg CED: 29 MJ WDP: 0,014 m ³	TMR: 5,7 kg GWP: 1,9 kg CO ₂ -Äq. LOP: 0,12 m ² a
Betrieb des Bitcoin-Netzwerks über 1 Jahr	RMI: 38,1 Mt CED: 641 PJ WDP: 0,16 km ³	TMR: 44,8 Mt GWP: 33,7 Mt CO ₂ -Äq. LOP: 618 km ² a
1 Stunde <i>Gaming</i> und <i>Streaming</i> von <i>League of Legends</i>	RMI: 3,1 kg CED: 45 MJ WDP: 0,02 m ³	TMR: 3,9 kg GWP: 2,5 kg CO ₂ -Äq. LOP: 0,13 m ² a

* RMI = Primärrohstoffeinsatz; TMR = Gesamtprimärmaterialaufwand; CED = kumulierter Energieaufwand; GWP = CO₂-Fußabdruck; WDP = Wasserfußabdruck; LOP = Landnutzungspotenzial

Quelle: Milde K et al. (2023)

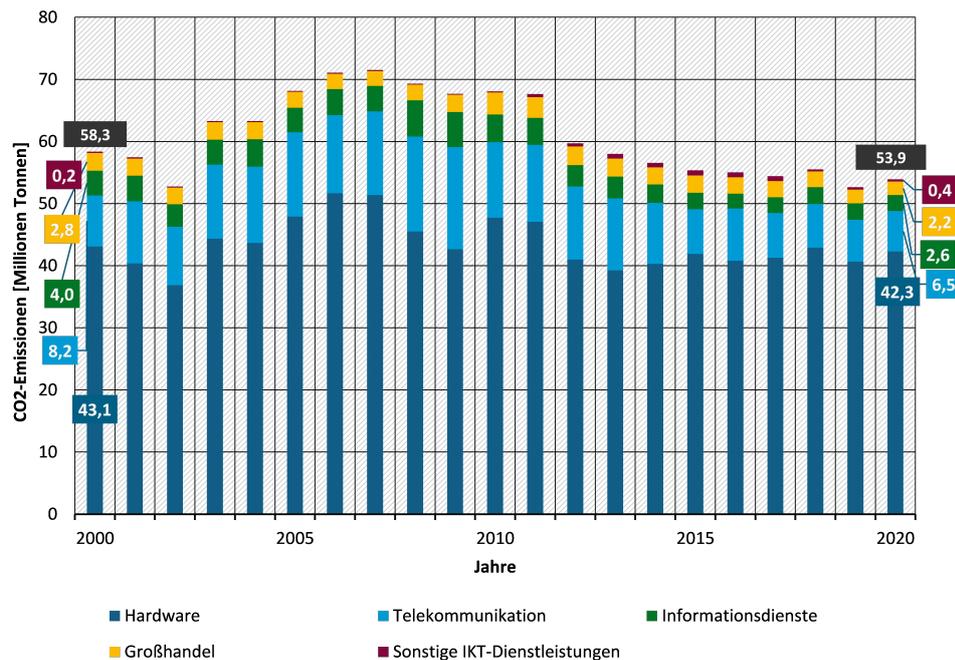
Der **Rohstoffkonsum** des gesamten „Sektors“ Digitalisierung in Deutschland ($RMC_{Dig.}$) belief sich im Jahr 2020 auf 95,4 Mill. Tonnen. Von 2000 bis 2020 ist er um **8,5 % angestiegen**. Wichtigste Einflussgröße ist Hardware (siehe Abb. 1). Der Anteil des IKT-Bereichs am gesamten deutschen Rohstoffkonsum liegt bei rund 5,6 %. Die geografische Analyse zeigt, dass IKT vor allem aus fernöstliche Weltregionen importiert wird. Abbildung 2 zeigt analog die Analyse des $CO_{2, Dig.}$ -Fußabdrucks, der seit 2000 leicht gesunken ist; sein Anteil am $CO_{2, Ges.}$ nahm hingegen zu.

Abbildung 1: Analyse des Rohstoffkonsums ($RMC_{Dig.}$) der Digitalisierung in Deutschland



Quelle: Milde K et al. (2023)

Abbildung 2: Analyse des $CO_{2, Dig.}$ -Fußabdrucks der Digitalisierung in Deutschland



Quelle: Milde K et al. (2023)

Modellierung der Rohstoffkonsums des digitalen Wandels

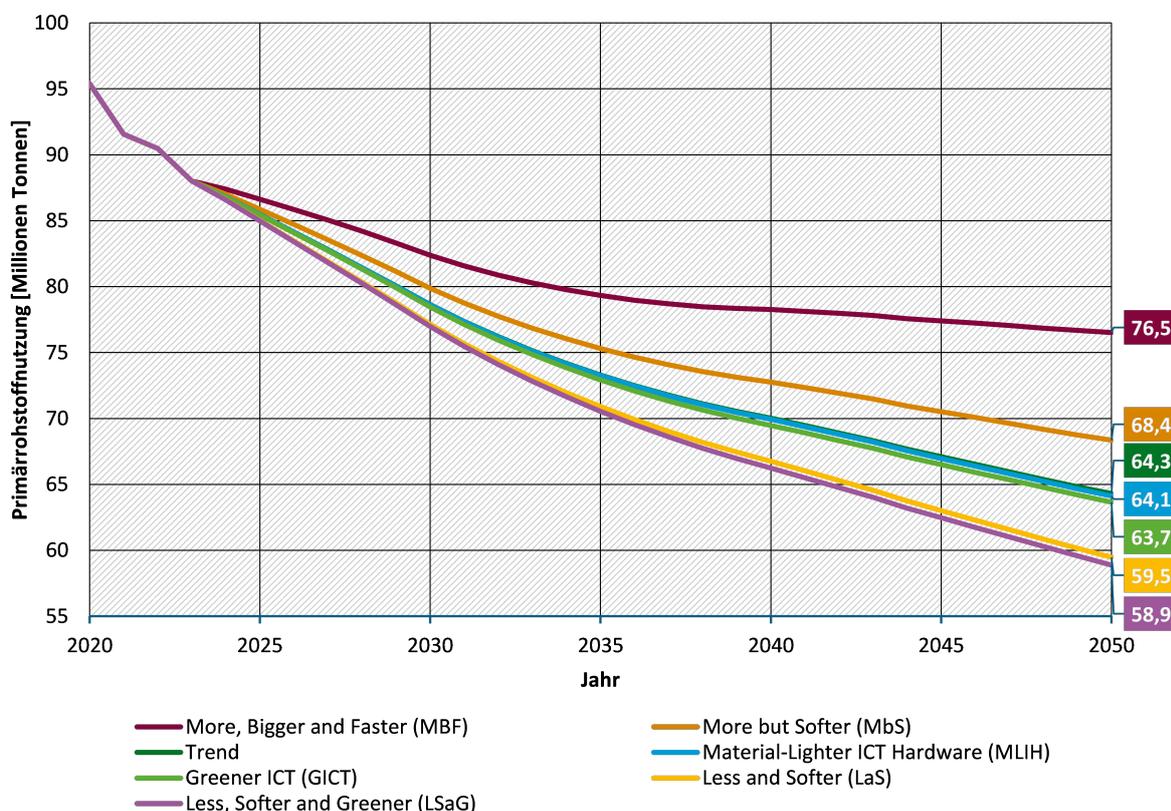
Für die Modellierung des Rohstoffkonsums des digitalen Wandels (RMC_{Dig.}) in Deutschland von 2020 bis 2050 wurde zunächst ein **Trendszenario** berechnet. Digitalisierungsunabhängige Parameter wurden dabei an internationale Projektionen der globalen Entwicklungen angelehnt (u. a. Bruttoinlandsprodukt und Bevölkerungsentwicklung). Im Trendszenario wird sowohl für den deutschen RMC_{Ges.} insgesamt wie auch für den RMC_{Dig.} eine **absolute Entkopplung** vom Wirtschaftswachstum bis 2050 erreicht.

Darauf aufbauend wurden sechs alternative Zukunftsszenarien definiert und berechnet (siehe Abb. 3). Das ökologisch ambitionierteste Szenario wurde mit dem „*Less, Softer and Greener*“ (LSaG) Szenario definiert (u. a. reduzierte Produktnachfrage, erhöhte Nachfrage nach Dienstleistungen, weniger materialintensive Produktion, geringerer Energieverbrauch).

Über den gesamten Zeitraum 2020 - 2050 (siehe Abb. 3) geht die Primärrohstoffnutzung der Digitalisierung **in allen Szenarien zurück**, ausgehend von den 95,4 Millionen Tonnen im Jahr 2020. Beim Szenario „*Less, Softer and Greener*“ mit der stärksten Abnahme beträgt der RMC_{Dig.} im Jahr 2050 dann 58,9 Millionen Tonnen (minus 38 %). Das Szenario „*More, Bigger and Faster*“ weist die höchste Primärrohstoffnutzung auf. Die Differenz zwischen diesem Szenario und dem Szenario „LSaG“ beläuft sich im Jahr 2050 auf etwa 17,6 Millionen Tonnen Rohstoffe.

Analoge Szenario-Betrachtungen wurden in diesem Forschungsprojekt für den CO₂-**Fußabdruck** der Digitalisierung in Deutschland durchgeführt (siehe Quellenverweis am Ende dieses Factsheets).

Abbildung 3: Entwicklung des Rohstoffkonsums (RMC_{Dig.}) der Digitalisierung in Deutschland für unterschiedlich ambitionierte Szenarien im Zeitraum 2020 bis 2050



Quelle: Milde K et al. (2023)

Gestaltungsfelder und weiterer Forschungsbedarf für eine nachhaltigere Digitalisierung

1. Kreislaufwirtschaft – Rohstoffverbrauch reduzieren, Produkte länger nutzen
2. Besonders digitalisierungsrelevante Rohstoffe wie Gallium, Tantal, Scandium etc. beachten
3. Globale Lieferketten – Transparenz und internationale Zusammenarbeit ermöglichen
4. Rebound-Effekte vermindern – reale Effizienz- und Nachhaltigkeitseffekte umsetzen
5. Energiebedarf von Geräten und Infrastrukturen senken, erneuerbare Energie stärken
6. Relevante Sektoren: Produktgruppe Hardware besonders beachten
7. Suffizienz bei Konsum- und Kaufverhalten bedenken
8. Datenlage und Transparenz verbessern
9. Folgenabschätzung – Verständnis für Umweltwirkungen digitaler Anwendungen schärfen
10. Weiterer Forschungsbedarf: Fallstudien KI, Sektor/Bedarfsfeld-Analysen, Stakeholder*innen

Quellen:

Abraham V, Kirchdorfer R, Albus N et al. (2023): Digitalisierung und natürliche Ressourcen. Analyse der Ressourcenintensität des digitalen Wandels in Deutschland. Abschlussbericht. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau.

Abraham V, Kirchdorfer R, Albus N et al. (2023): Digitalisierung und natürliche Ressourcen. Analyse der Ressourcenintensität des digitalen Wandels in Deutschland. Anhang zum Abschlussbericht. Im Auftrag des Umweltbundesamtes. Dessau-Roßlau.

Milde K, Klose A, Böbel M et al. (2023): Digitalisierung und natürliche Ressourcen. Analyse der Ressourcenintensität des digitalen Wandels in Deutschland. Fachbroschüre. Umweltbundesamtes (Hrsg.). Dessau-Roßlau.

www.umweltbundesamt.de/digitalressourcen

Impressum

Herausgeber

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

Autorenschaft, Institution

Factsheet: Manstein C, UBA
Projekt:
Abraham V, Kirchdorfer R, Albus N et al., Ramboll Deutschland GmbH
Milde K, Klose A, Böbel M et al., Fraunhofer IAIS
Meyer M, Distelkamp M, Banning M et al., GWS Osnabrück
Haack D, Risch L, Phuong-Vy Elsesser, Deutsches Institut für Normung

Stand: August/2024