

Juni 2023

Zusammenfassung


DIGITALE DEKARBONISIERUNG

Mit digitalen Lösungen
den Klimaschutz in
Deutschland voranbringen

Eine Studie der Implement Consulting Group
im Auftrag von Google





The background image shows a modern office interior with large windows and people working at computers. The scene is dimly lit, with light coming from the windows and some overhead lights. The office has a glass railing and a curved ceiling.

Dieser Bericht baut auf der europäischen Perspektive in unserem Bericht über *Digitale Dekarbonisierung* von Oktober 2022 auf. In der vorliegenden Version wird die Situation in Deutschland näher beleuchtet.

Dieser Bericht befasst sich mit der Bedeutung digitaler Technologien für den Klimaschutz. Es werden Fallstudien deutscher Unternehmen aus verschiedenen Branchen vorgestellt, die den ökologischen Wandel in Wirtschaft und Gesellschaft fördern und vorantreiben. Ferner werden die bislang erzielten Fortschritte hin zu einem CO₂-freien und klimafreundlichen Technologiesektor vorgestellt.

Zudem befasst sich der Bericht mit der deutschen Klimapolitik und den Bemühungen im Bereich der digitalen Transformation. Er unterstreicht die Bedeutung einer engen Zusammenarbeit zwischen dem Technologiesektor und den politischen Entscheidungsträgern, um wichtige ökologische Herausforderungen zu meistern und gleichzeitig die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen zu stärken.

Der Bericht regt zu einer Diskussion darüber an, wie digitale Technologien die ökologische Transformation in Europa beschleunigen und damit zu wichtigen kurz- und langfristigen politischen Zielen beitragen können.

Im Auftrag von

Google

Digitale Technologien sind ein wichtiger Faktor zur Dekarbonisierung in Deutschland und Europa

Der digitale Sektor unterstützt alle wichtigen Wirtschaftszweige bei ihrer Dekarbonisierung.

20-25%

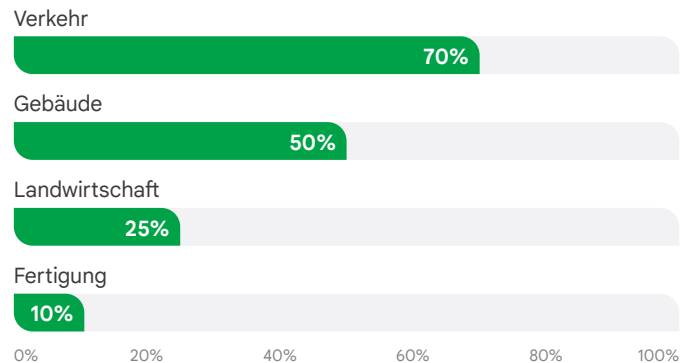
der nötigen **Treibhausgas-Reduktionen (THG)**, um in Deutschland Netto-Null-Emissionen zu erreichen, erfordern **digitale Lösungen**. Das sind 150-180 Mt CO₂e – etwa so viel, wie der Fertigungssektor in Deutschland produziert.



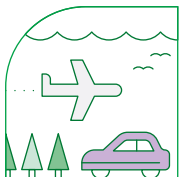
Vier Sektoren – Verkehr, Gebäude, Landwirtschaft und Fertigung – produzieren **zwei Drittel** der deutschen Treibhausgasemissionen.

Digitale Technologien spielen eine Schlüsselrolle bei der **Dekarbonisierung dieser Sektoren**.

Digitaler Beitrag – Anteil des durch digitale Technologien ermöglichten Fortschritts auf dem Weg zu Netto-Null-Emissionen in jedem Sektor

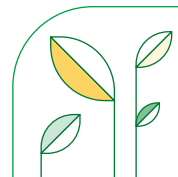


Beispiele für den Beitrag der Digitalisierung zur Emissionsreduktion



Verkehr

Intelligente Apps laden E-Autos dann, wenn Strom aus erneuerbaren Quellen verfügbar ist.



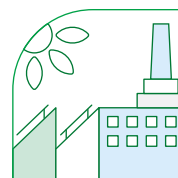
Landwirtschaft

Sensoren und Satellitendaten steigern die Effizienz der Ernte.



Gebäude

Künstliche Intelligenz nutzt Echtzeitdaten zur Senkung des Energieverbrauchs.



Fertigung

Energieeinsparungen durch digital unterstützte Prozessoptimierung.

Der digitale Sektor senkt durch fortlaufende Innovationen seine eigenen Emissionen

Der digitale Sektor ist Vorreiter beim Übergang zu einer CO₂-freien Wirtschaft und Rechenzentren tragen dazu bei, mehr Emissionen zu reduzieren, als sie erzeugen.

7.8 Mt CO₂e

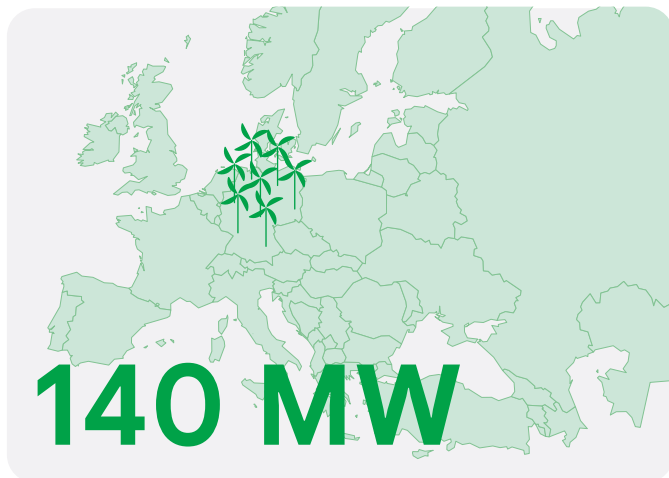
Geschätzte Menge an **Treibhausgasen aus Rechenzentren in Deutschland** bei einem standortbasierten Ansatz.

Quelle: BitKom/Borderstep 2023.

Nicht alle Emissionen im digitalen Sektor haben ihren Ursprung in Rechenzentren. Sie sind jedoch ein Bereich, in dem Technologieunternehmen **direkten Einfluss** auf die Reduzierung ihres CO₂-Fußabdrucks nehmen können.

1.3 Mt CO₂e

Treibhausgasemissionen aus deutschen Rechenzentren bei **Anwendung optimaler Verfahrensweisen** führender Betreiber.



Google hat mit ENGIE in Deutschland einen 24/7-Strombezugsvertrag (PPA) unterzeichnet.

Der nächste Schritt für den digitalen Sektor sind **Netto-Null-Emissionen in der gesamten Lieferkette**.

Google hat sich zum Ziel gesetzt, dies bis 2030 zu erreichen.

Google plant, bis 2030 alle Einrichtungen rund um die Uhr mit **CO₂-freier Energie** zu betreiben.

Der für das Jahr 2022 erwartete Anteil für CO₂-freie Energie für die Rechenzentren von Google in Deutschland liegt bei ca. 80 %.

Hinweis: Die exakten Zahlen für 2022 werden im Laufe des Folgejahres im Umweltbericht von Google veröffentlicht.

2 der 6 europäischen Rechenzentren von Google, darunter Dänemark und Finnland, arbeiten bereits seit 2021 zu rund **90 % mit CO₂-freiem Strom**.



ZUSAMMENFASSUNG

Digitale Lösungen sind ein wichtiger Faktor für die Wettbewerbsfähigkeit Europas ebenso wie für die Klima- und Energiewende.

Digitale Lösungen wie Cloud, künstliche Intelligenz und maschinelles Lernen sind entscheidend für den Weg in eine grüne Wirtschaft und bergen enormes Potenzial. Digitale Technologie ist universell einsetzbar. Wir beobachten bereits heute, wie innovative Lösungen in vielen Sektoren Anwendung finden. Diese Technologien haben das Potenzial, unseren Weg in eine grüne Zukunft weiter zu beschleunigen.

Die Ergebnisse

Alles in allem empfiehlt dieser Bericht zwei gleichermaßen wichtige Prioritäten – ein Win-win-Ansatz für die Wettbewerbsfähigkeit und Energiewende in Europa:

- **DIGITALE DEKARBONISIERUNG:** Maximierung der positiven Wirkung digitaler Technologien durch die groß angelegte Förderung bereits verfügbarer digitaler Lösungen in vier Schlüsselsektoren der europäischen Wirtschaft.
- **DEKARBONISIERUNG DES DIGITALEN SEKTORS:** Minimierung des CO₂-Ausstoßes in der gesamten digitalen Wertschöpfungskette durch die Dekarbonisierung aller betriebsbedingten Emissionen und die Reduktion der durch Geräte, Server, Gebäude sowie andere Verbraucher verursachten Emissionen.

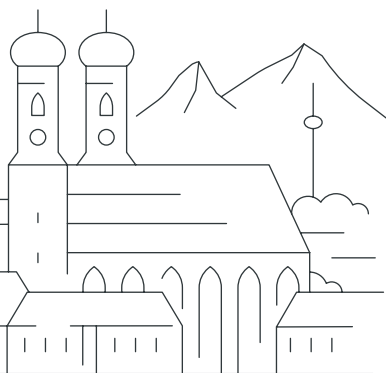
Die Ergebnisse für Deutschland

Die digitale Transformation ist eine große Chance für Deutschland. Neue digitale Anwendungen und Lösungen vereinfachen und verbessern sowohl den privaten Alltag als auch die Abläufe in Unternehmen und im öffentlichen Sektor.

Die digitale Transformation leistet bereits einen wichtigen Beitrag zur Umsetzung der Klimaschutzziele, einschließlich der Dekarbonisierung unserer Volkswirtschaften. Digitale Prozesse und neue Technologien eröffnen zahlreiche Vorteile, zum Beispiel:

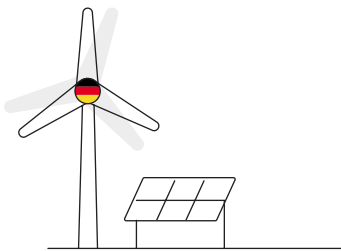
- Einsparung und effizientere Nutzung von Energie
- Nachhaltiger Umgang mit Ressourcen
- Reduzierung von Verkehr durch Home-Office und Verwendung von Videokonferenzen anstelle von Flugreisen
- Vermehrte Nutzung von Strom aus regenerativen Quellen mit intelligenten Stromnetzen

Für Deutschland kommt der Bericht zu dem Ergebnis, dass die bestehenden digitalen Lösungen wesentlich dazu beitragen können, den Weg zum deutschen Netto-Null-Ziel im Jahr 2045 zu ebnen. Der Bericht präsentiert zudem digitale Anwendungsbeispiele aus Deutschland, die das Potenzial des deutschen Technologiesektors im Hinblick auf die wichtigen Klimaschutzziele verdeutlichen.



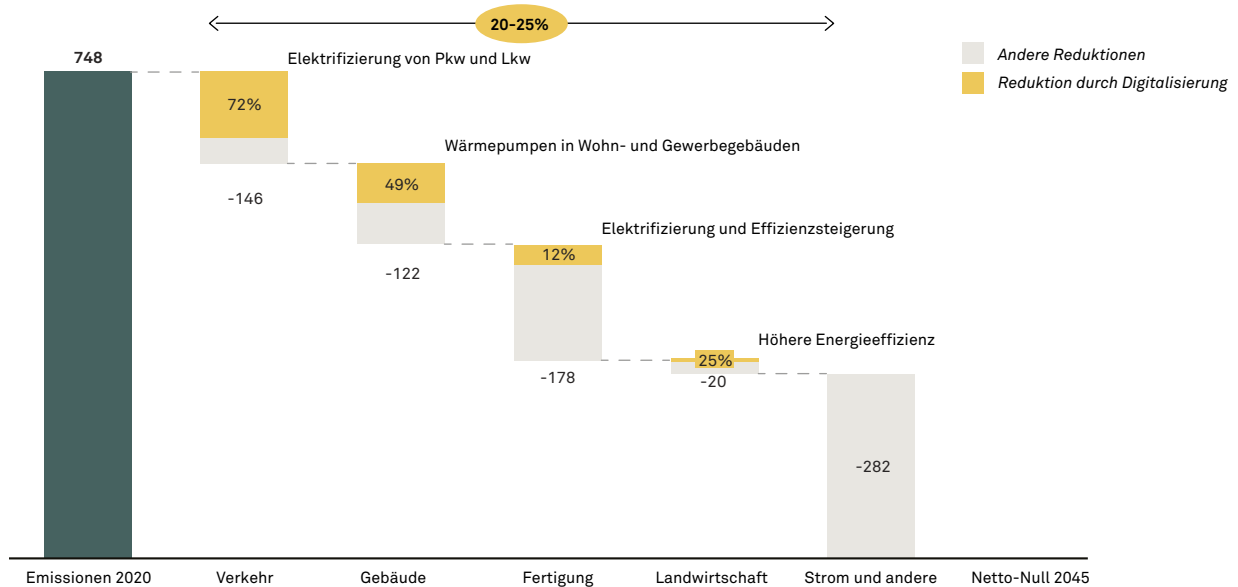
Der deutsche Bericht stellt fest:

- **Vier Hauptsektoren**, die für zwei Drittel der gesamten Treibhausgasemissionen in Deutschland verantwortlich sind, **bergen ein erhebliches Potenzial für digital unterstützte Klimaschutzmaßnahmen und Energieeinsparungen**. Diese sind: Binnenverkehr, Gebäude, Fertigung und Landwirtschaft.
- Insgesamt erfordern **20-25 % der notwendigen Treibhausgas-Reduktionen für eine Netto-Null-Wirtschaft in Deutschland einen gewissen Grad an Digitalisierung**, um flächendeckend und zu gesellschaftlich akzeptablen Kosten realisierbar zu sein. Dies entspricht einer Treibhausgas-Reduktion in Deutschland von 150-180 Mt CO₂e.
 - Der deutsche **Verkehrssektor** produzierte im Jahr 2020 146 Mt CO₂e. Rund 70 % dieser Emissionen können durch den Wechsel zu E-Autos und -Lastwagen eingespart werden. Dazu braucht es jedoch intelligente Lade-Apps, digital integrierte Ladestationsnetze und eine Smart-Grid-Lösung zur Gewährleistung der Nachfrageflexibilität – also ein hohes Maß an Digitalisierung im großen Maßstab und zu erschwinglichen Kosten. Videokonferenzen können über 90 % des CO₂-Ausstoßes einer typischen internationalen Konferenz einsparen.
 - Deutschlands **Gebäudesektor** produzierte im Jahr 2020 122 Mt CO₂e. Rund 50 % dieser Emissionen lassen sich einsparen, indem Gas- und Ölkessel durch elektrische Wärmepumpen in Wohn- und Gewerbegebäuden ersetzt werden. Die Beheizung unserer Wohn- und Gewerbegebäude verändert sich auch durch neue Gebäudemanagementsysteme basierend auf KI und maschinellem Lernen, die bereits heute kosteneffiziente Energieeinsparungen und die Umstellung auf CO₂-freie Energiequellen ermöglichen. Intelligente Apps helfen Verbrauchern bei einem umweltbewussteren Heizverhalten in Privathaushalten. Große Gebäude sind digital mit Energieplattformen verbunden, um flexibel auf die Nachfrage zu reagieren. Die Transformation des deutschen Gebäudebestands schreitet voran und digitale Lösungen helfen bei der Dekarbonisierung.
 - Der deutsche **Fertigungssektor** produzierte im Jahr 2020 178 Mt CO₂e. Mindestens 10-15 % dieser Emissionen sollen durch die Elektrifizierung leichterer Industrieprozesse und durch eine verbesserte Energieeffizienz eingespart werden. Wie in mehreren Studien festgestellt und durch die digitalen Anwendungsbeispiele belegt wurde, spielen digitale Lösungen in Deutschlands verarbeitendem Gewerbe eine Schlüsselrolle – nicht nur für die Wettbewerbsfähigkeit, sondern auch für den Weg zur Dekarbonisierung und Netto-Null-Emissionen.
 - Der deutsche **Landwirtschaftssektor** produzierte im Jahr 2020 64 Mt CO₂e. Diese Emissionen sollen um 20 Mt CO₂e reduziert werden, wovon mindestens 20-25 % einen gewissen Grad an Digitalisierung erfordern. Solarbetriebene Roboter mit künstlicher Intelligenz, die Maschinen zum Unkrautjäten auf den Feldern ersetzen, sind ein Beispiel einer solchen digitalen Lösung für eine klimafreundlichere Landwirtschaft.



Die obigen Schätzungen und Beispiele erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr gibt es zahlreiche weitere Ansätze, wie digitale Lösungen Deutschland bereits heute auf dem Weg zur Dekarbonisierung unterstützen.

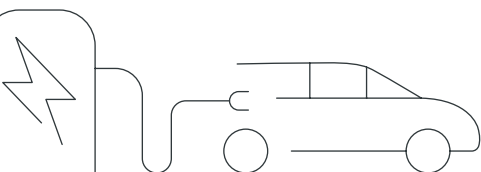
Deutschlands Treibhausgasemissionen Mt CO₂e



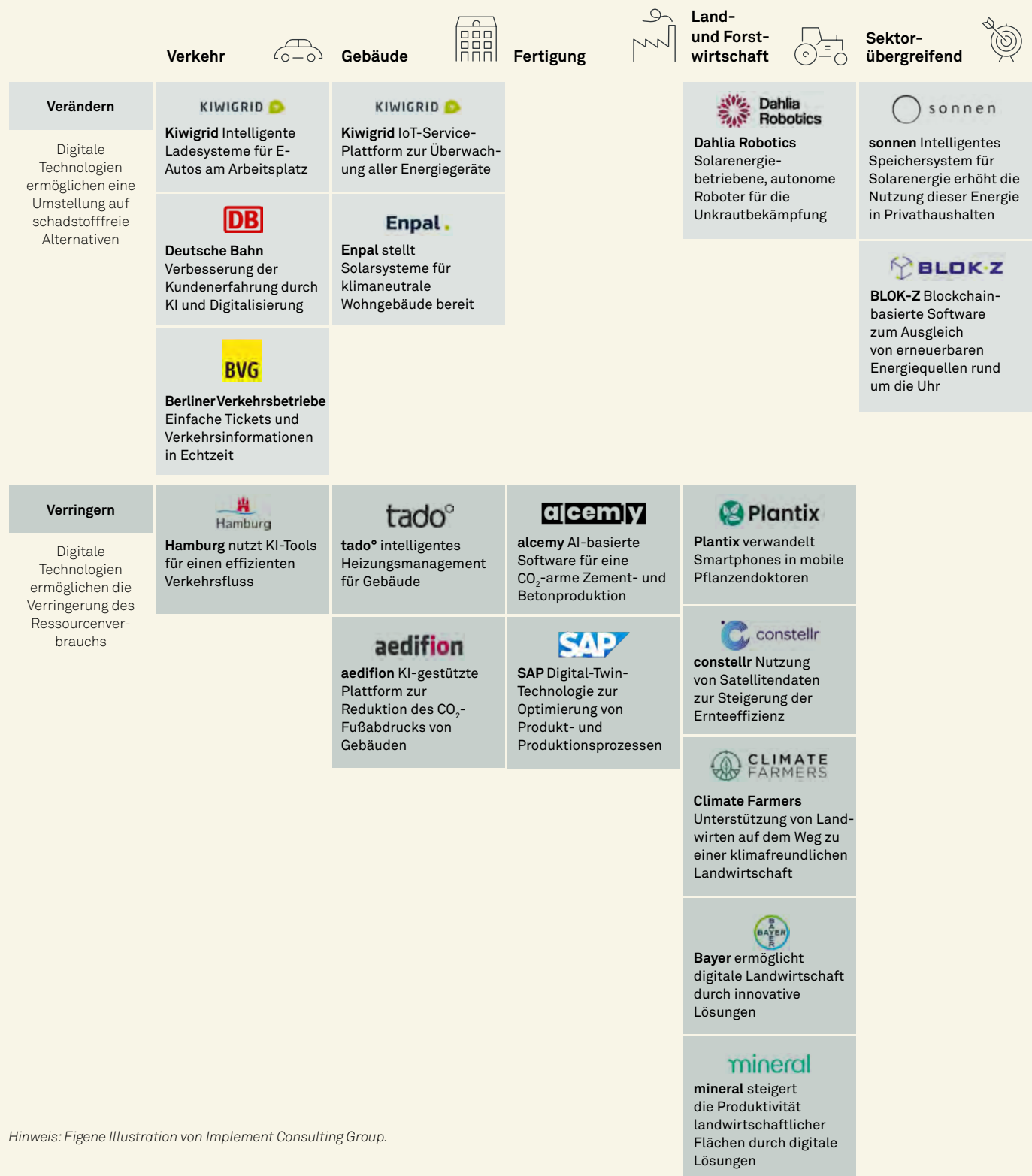
Deutsche Unternehmen ebnen den Weg zur digitalen Dekarbonisierung

Der deutsche Technologiesektor ist der größte in Europa. Führende deutsche Innovationsunternehmen und Technologie-Startups arbeiten bereits an digitalen Anwendungsfällen für den Weg Europas zur Dekarbonisierung.

In diesem Bericht stellen wir einige der führenden digitalen Lösungen aus deutscher Feder vor, die zu einer Reduktion der CO₂-Emissionen in allen Wirtschaftszweigen beitragen.



Anwendungsfälle für digitale Technologien zum Wohle des Klimaschutzes in den wichtigsten Sektoren in Deutschland



Hinweis: Eigene Illustration von Implement Consulting Group.

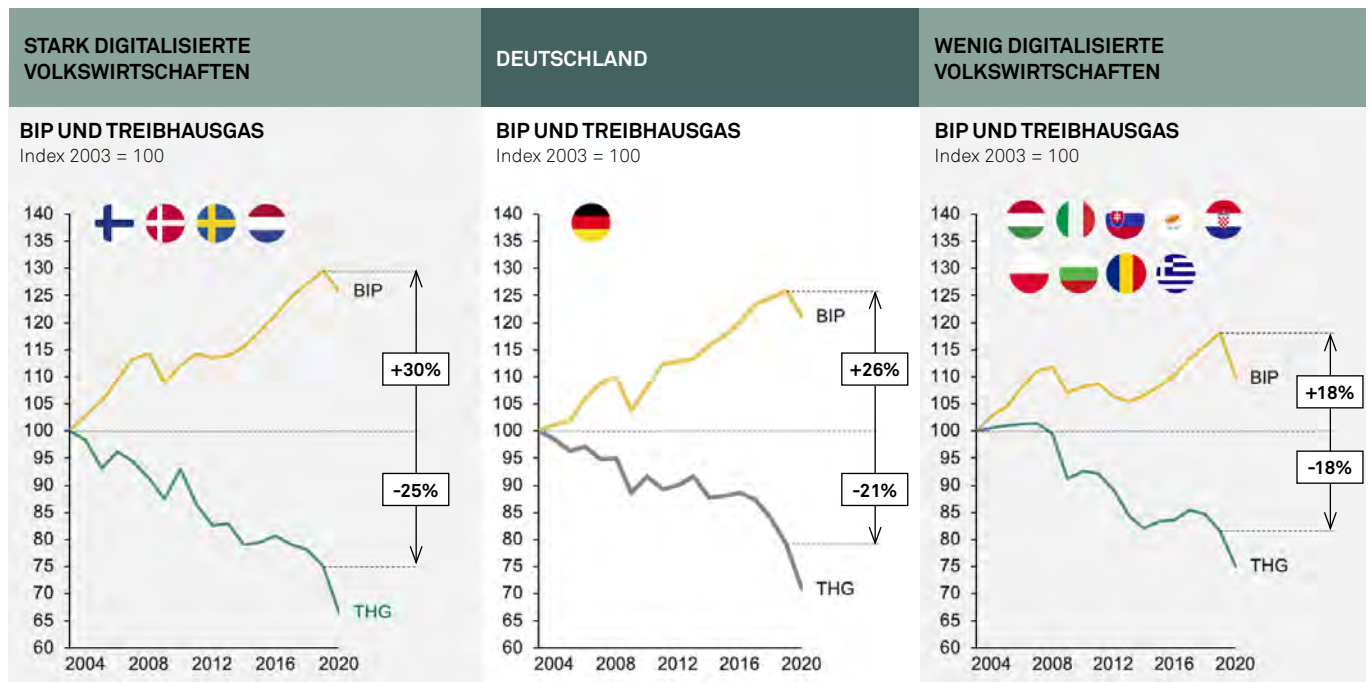
Digitale Dekarbonisierung auf europäischer Ebene

Auf EU-Ebene möchte dieser Bericht digitale Lösungen identifizieren, die in den relevanten Bereichen bereits im Einsatz sind und das größte Potenzial für eine kurzfristige Emissionsreduzierung und Energieeinsparung bieten.

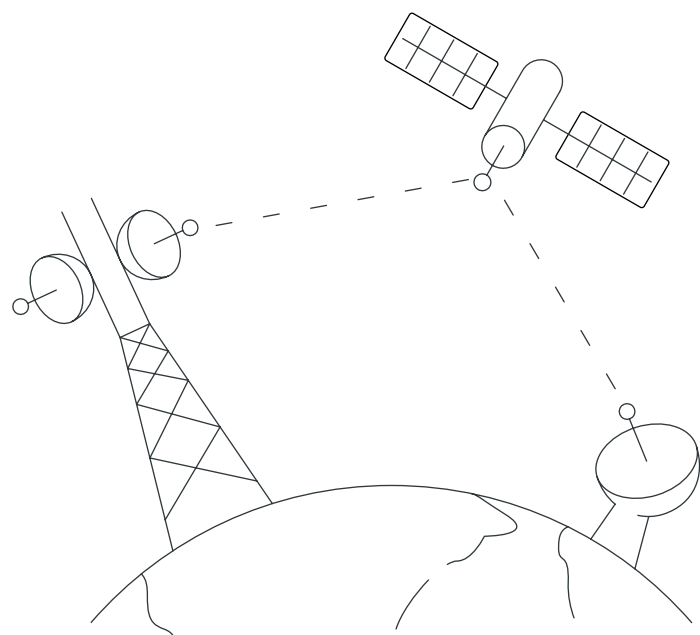
Der Bericht stellt fest:

- **Europa hat ähnliche Herausforderungen und Chancen wie Deutschland.** Das größte Potenzial für Klimaschutz und Energieeinsparung mittels digitaler Technologien konzentriert sich auf dieselben vier Sektoren, nämlich Verkehr, Gebäude, Fertigung und Landwirtschaft.
- Auf EU-Ebene werden **20-25 % der Treibhausgasemissionen, die für eine Netto-Null-Wirtschaft erforderlich sind, ein gewisses Maß an Digitalisierung benötigen.** Dies bedeutet eine EU-weite Treibhaus-Reduktion um 700-900 Mt CO₂e, was den Gesamtemissionen Deutschlands entspricht.
 - *Elektrifizierung* ist der wichtigste Faktor für die Dekarbonisierung und ermöglicht sektorübergreifend eine Reduktion der Treibhausgasemissionen in der EU um etwa 350-450 Mt CO₂e, was ein gewisses Maß an Digitalisierung voraussetzt. Dies entspricht den gesamten Emissionen Frankreichs im Jahr 2020. Um dies zu erreichen, werden bereits mehrere digitale Lösungen eingesetzt, aber die Akzeptanz liegt weit unter dem Potenzial.
 - *Energieeffizienz* ist der zweitwichtigste Faktor für die Dekarbonisierung und kann die Treibhausgasemissionen in der EU sektorübergreifend um etwa 250-300 Mt CO₂e reduzieren, wofür ein gewisses Maß an Digitalisierung erforderlich ist. Dies entspricht den Emissionen Spaniens im Jahr 2020. Verschiedene digitale Lösungen tragen bereits zur Effizienzsteigerung bei, aber die Akzeptanz steckt noch in den Kinderschuhen.
 - *Digitale Verlagerung* ist ein dritter, aber weniger wirkungsvoller Faktor für die Dekarbonisierung. Eine geringere Menge an Treibhausgasen lässt sich einsparen, indem weniger nachhaltige Aktivitäten durch digitale Lösungen ersetzt werden, z. B. wenn Videokonferenzen Geschäftsreisen überflüssig machen.
 - *Zur Sicherung der Energieversorgung* und zur Verringerung des Imports fossiler Energieträger durch die EU braucht es ebenfalls digitale Lösungen. Rund 40 % des Weges zum Erreichen des von der EU angestrebten Gasbedarfs erfordern ein gewisses Maß an Digitalisierung.
- Auf der Makroebene zeigt sich, dass die **Dekarbonisierung in den am stärksten digitalisierten Volkswirtschaften schneller voranschreitet.** Die am stärksten digitalisierten Volkswirtschaften haben eine starke Abkopplung der Treibhausgasemissionen (-25 % seit 2003) von der Wirtschaftstätigkeit (+30 %) erreicht. Deutschland liegt im Mittelfeld der digitalen Volkswirtschaften Europas und verzeichnete ein etwas langsames Wachstum (+26 %) und eine etwas langsamere Dekarbonisierung (-21 %). Deutschland müsste seine Digitalisierung und Kohlenstoffeffizienz beschleunigen, um zu den Spitzenreitern in Europa zu gehören.

Die am stärksten digitalisierten Volkswirtschaften haben eine starke Abkopplung der Treibhausgasemissionen vom Wirtschaftswachstum erreicht



Hinweis: Das angegebene BIP basiert auf konstanten Preisen und die Treibhausgasemissionen auf absoluten Emissionen. Der Digitalisierungsgrad wurde anhand des DESI-Index ermittelt, der die Digitalisierung von Wirtschaft und Gesellschaft anhand verschiedener Parameter wie Qualifikationen, Konnektivität und Verbreitung digitaler Technologien misst. ICG-Analyse basierend auf Daten von Eurostat.



Dekarbonisierung der digitalen Wertschöpfungskette in Europa

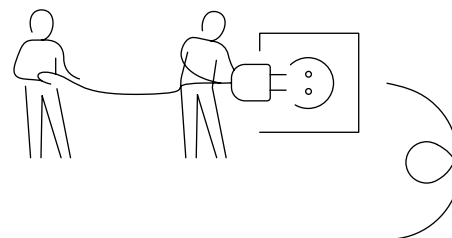
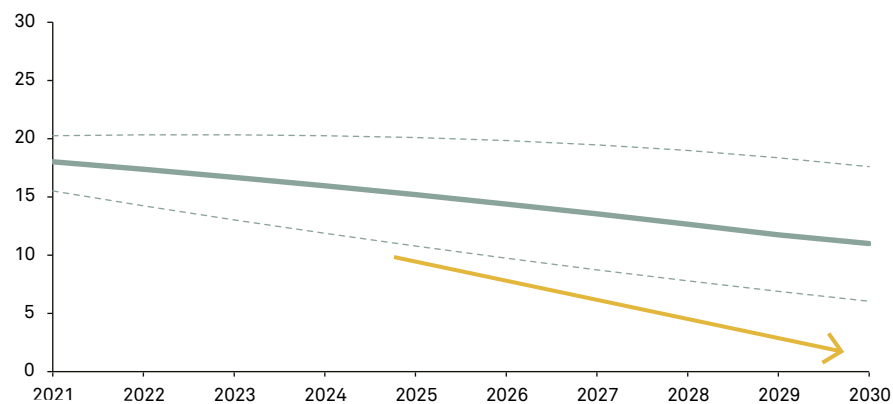
- **Die Dekarbonisierung mittels digitaler Technologien bietet im Vergleich zu den Emissionen der digitalen Wertschöpfungskette ein enormes Potenzial.**

Schätzungen zufolge produzierten Rechenzentren in Europa im Jahr 2020 betriebsbedingte Emissionen von 15-20 Mt CO₂e. Wichtig ist, die Emissionen über die gesamte Wertschöpfungskette hinweg zu berücksichtigen, einschließlich der durch Datennetze und Endnutzergeräte verursachten Emissionen sowie den verbundenen Emissionen.

- Ein aktueller Bericht schätzt die von deutschen Rechenzentren produzierten Emissionen auf fast 8 Mt CO₂e im Jahr 2022 mit einem sogenannten standortbasierten Ansatz bei durchschnittlichen Netzemissionen.
- Führende Rechenzentrumsbetreiber wie Microsoft, Iron Mountain und Google wollen bis 2030 ihren Betrieb rund um die Uhr auf CO₂-freien Strom umstellen, d. h. sie werden ihren Verbrauch rund um die Uhr mit CO₂-freier Energie aus dem örtlichen Stromnetz decken.
- Drei der sechs europäischen Rechenzentren von Google arbeiten bereits heute zu mehr als 80 % mit CO₂-freiem Strom (in Finnland, Dänemark und Belgien) und zwei weitere (in Finnland und Dänemark) nutzen sogar zu rund 90 % CO₂-freien Strom. Damit sind diese Standorte auf dem Weg zu einem CO₂-freien Betrieb rund um die Uhr bereits weit fortgeschritten.
- Der für das Jahr 2022 erwartete Anteil für CO₂-freie Energie für die Rechenzentren von Google in Deutschland liegt bei ca. 80 %.*
- Wenn alle Rechenzentren in Deutschland die optimalen Verfahrensweisen der führenden Betreiber hinsichtlich Energieeffizienz und Ökostrombezug befolgen würden, lägen die Emissionen deutscher Rechenzentren unter Berücksichtigung der oben aufgeführten Nutzung CO₂-freier Energie bei etwa 1 Mt CO₂e.
- Der schwierigste Teil der Dekarbonisierung liegt allerdings noch vor uns, und es sind noch erhebliche Anstrengungen notwendig, bis die digitale Wertschöpfungskette vollständig CO₂-frei ist.

**Hinweis: Die exakten Zahlen für 2022 werden im Laufe des Folgejahres im Umweltbericht von Google veröffentlicht.*

Prognostizierte CO₂-Emissionen europäischer Rechenzentren Mt CO₂e



Prognostizierte Emissionen bei Verwendung des Stromnetzes

- ... mit starkem Anstieg des Stromverbrauchs (+100%)
- ... mit tendenziellem Anstieg des Stromverbrauchs (+30%)
- ... mit Rückgang des Stromverbrauchs (-30%)

Entwicklung, wenn alle EU-Rechenzentren das von einigen Vorreitern gesetzte Ziel eines CO₂-freien Betriebs rund um die Uhr erreichen

Quelle: ICG-Analyse basierend auf Daten der EEA und Montevecchi et al. (2020).



Die Empfehlungen

Die Kombination aus digitaler und grüner Transformation steht ganz oben auf der politischen Agenda Europas. In den Schlussfolgerungen des Rates der Europäischen Union von Dezember 2020 über Digitalisierung zum Wohle der Umwelt wurde hervorgehoben, dass die Digitalisierung eine Schlüsselrolle bei der Umsetzung des europäischen „Grünen Deals“ und der Nachhaltigkeitsziele (SDGs) spielen wird, wie in der digitalen Strategie der EU dargelegt.

Auch das Modernisierungspaket der Bundesregierung räumt ein, dass die Vorteile und Chancen der Digitalisierung für die Energiewende stärker genutzt werden müssen. Das Stromversorgungssystem muss modernisiert und digitalisiert werden, um den Anteil erneuerbarer Energien zu erhöhen, und auf der Nachfrageseite wird ein flexiblerer Verbrauch benötigt (z. B. smarte Lade-Apps für E-Autos). Dies erfordert eine Weiterentwicklung sowohl des rechtlichen Rahmens als auch der Normen.

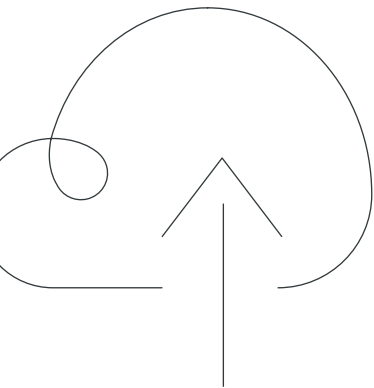
Die Strategische Vorausschau 2022 der Europäischen Kommission empfiehlt ebenfalls eine Beschleunigung des digitalen und ökologischen Wandels. Derzeit laufen mehrere unterstützende Initiativen, darunter die European Green Digital Coalition, eine von der Kommission geleitete Kooperation digitaler Unternehmen.


Basierend auf den Ergebnissen sehen wir zwei gleichermaßen wichtige Prioritäten als **Win-win-Ansatz** für die Wettbewerbsfähigkeit und die grüne Energiewende in Europa:

- **DIGITALE DEKARBONISIERUNG:** Maximierung der positiven Wirkung digitaler Technologien durch die großangelegte Förderung bereits verfügbarer digitaler Lösungen in vier Schlüsselsektoren der europäischen Wirtschaft.
- **DEKARBONISIERUNG DES DIGITALEN SEKTORS:** Minimierung des CO₂-Ausstoßes in der gesamten digitalen Wertschöpfungskette durch die Dekarbonisierung aller betriebsbedingten Emissionen und die Reduktion der durch Geräte, Server, Gebäude usw. verursachten Emissionen.

Bei der **digitalen Dekarbonisierung** geht es darum, die Einführung digitaler Lösungen zur Eindämmung des Klimawandels zu beschleunigen. Dazu bedarf es eines unterstützenden politischen Rahmens.

Deutsche Unternehmen haben in den letzten fünf Jahren die Nutzung von Cloud-Lösungen mehr als verdoppelt und fordern umweltfreundliche digitale Lösungen, um ihr Geschäft und ihr Wachstum voranzutreiben. Ein unvollständiger politischer Rahmen bedeutet jedoch, dass Möglichkeiten zur Finanzierung der Entwicklung und des Einsatzes umweltfreundlicher digitaler Lösungen ungenutzt bleiben. Außerdem besteht die Gefahr, dass die Hürden und Schwierigkeiten bei der Beschaffung von umweltfreundlichen digitalen Technologielösungen im Binnenmarkt zunehmen. Dies steht im Widerspruch zu dem Anspruch, die Umwelt- und Energiewende voranzutreiben.

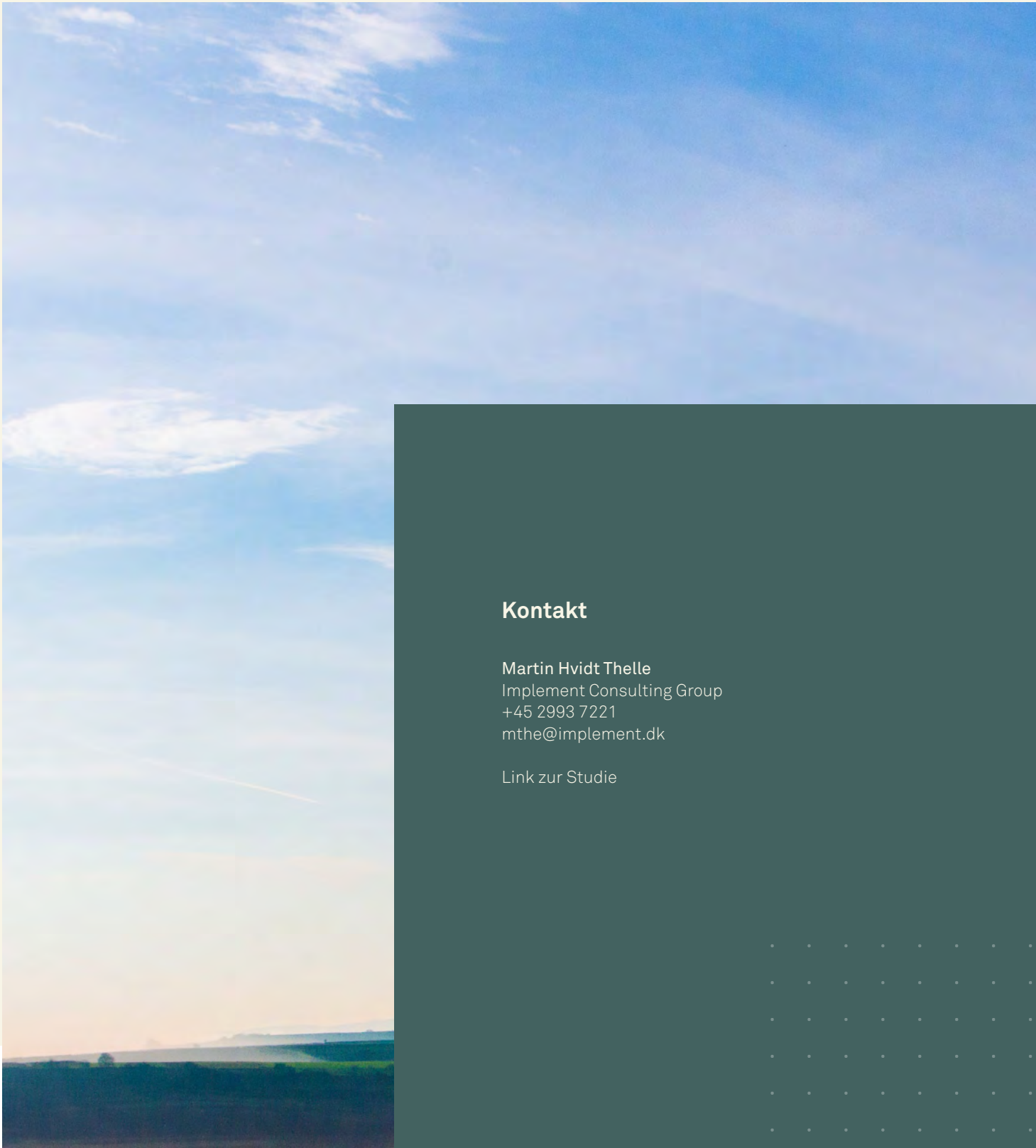




Der EU-Rechtsrahmen muss daher kurzfristig gestärkt werden, um Anreize für Investitionen in kosteneffiziente und klimafreundliche digitale Lösungen zu schaffen und einen effizienten Kapitalfluss innerhalb des Binnenmarktes in die effektivsten digitalen Lösungen für den Klimaschutz zu gewährleisten. Dies erfordert:

- Angleichung der verschiedenen politischen Initiativen auf EU-Ebene hinsichtlich der Definition von umweltfreundlichen Aktivitäten und Aktivitäten, die einen signifikanten Beitrag zur Eindämmung des Klimawandels leisten. Die Arbeit der European Green Digital Coalition an diesem Ziel ist von großer Bedeutung.
- Kohärenz zwischen den politischen Initiativen der EU und der Mitgliedstaaten für nachhaltige digitale Lösungen, um Hindernisse auf dem Binnenmarkt für Technologien zu vermeiden, die einen wesentlichen Beitrag zu den Umweltzielen leisten.
- Eine EU-Außenhandelspolitik, die diese Ziele unterstützt, indem sie den Handel mit digitalen Dienstleistungen fördert, die sich positiv auf die Umwelt auswirken.

Der Bericht empfiehlt außerdem, die laufenden Maßnahmen zur **Dekarbonisierung des digitalen Sektors** zu beschleunigen. Dazu sollte eine Umstellung auf CO₂-freie Energie rund um die Uhr gefördert werden, um die betriebsbedingten Emissionen zu minimieren. Dies würde die Dekarbonisierung in den stromintensiven Branchen am effektivsten vorantreiben. Dazu bedarf es unter anderem einer Abstimmung der EU- und nationalen Politik hinsichtlich des Ansatzes, der zur Dekarbonisierung der digitalen Wertschöpfungskette verfolgt werden soll.



Kontakt

Martin Hvidt Thelle
Implement Consulting Group
+45 2993 7221
mthe@implement.dk

[Link zur Studie](#)