

DIGITAL
INFRASTRUCTURES

WE ARE THE INTERNET

Eine Initiative von **eco**

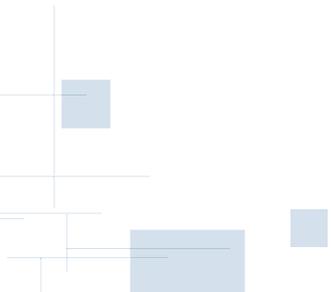
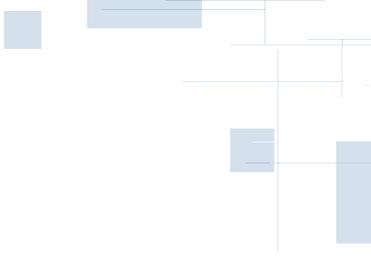


SPILOVER-EFFEKTE VON RECHENZENTREN: RÜCKGRAT DER KI-REVOLUTION IN DEUTSCHLAND

iwCONSULT

Mit erweiterter Unterstützung





SPILOVER-EFFEKTE VON
RECHENZENTREN: RÜCKGRAT DER
KI-REVOLUTION IN DEUTSCHLAND

IMPRESSUM

© 2024

AUFTRAGGEBER

eco – Verband der Internetwirtschaft e. V.
Französische Straße 48
10117 Berlin
030 – 20 21 567-0
030 – 20 21 567-19
info@digitale-infrastrukturen.net
digitale-infrastrukturen.net

VERANTWORTLICH

IW Consult GmbH
Konrad-Adenauer-Ufer 21
50668 Köln
0221 49 81-758
www.iwconsult.de

AUTOREN

Dr. Henry Goecke
Hanno Kempermann
Christian Kestermann
Johannes Ewald
Prof. Dr. Sebastian van Baal

BILDNACHWEISE

Titelseite RedhavenPhotography@Adobestock.com

Inhalt

Vorwort	6
1 Executive Summary	7
2 Einordnung	14
3 KI als Wegbereiter für die digitale Transformation	17
4 Rechenzentren als Rückgrat für zukünftiges Wachstum in Deutschland	24
5 Handlungsempfehlungen	34
6 Methodik	37
7 Literaturverzeichnis	39

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1: Kernergebnisse der Studie	12
Abb. 1-2: Handlungsempfehlungen	13
Abb. 2-1: KI-Modelle und Trainingsrechenleistung	14
Abb. 3-1: Entwicklung der Produktivität nach Ländern und Zeitabschnitten	17
Abb. 3-2: Einsatzzwecke von KI in den Unternehmen bei Rechenzentrumsnutzern	19
Abb. 3-3: Produktivitätseffekte und Innovationserfolg nach Rechenzentrumsnutzung	21
Abb. 3-4: Nutzung generativer KI nach Regionen	22
Abb. 4-1: Gründe für Rechenzentrumsnutzung	24
Abb. 4-2: Nutzungsgrad von Rechenzentren	25
Abb. 4-3: Nutzungsgrad von IT-Infrastrukturen	26
Abb. 4-4: Technologienutzung in Cloud und Colocation	27
Abb. 4-5: Umsatzanteil neuer Produkte und Dienstleistungen	27
Abb. 4-6: Innovationsaktivitäten	28
Abb. 4-7: Erzielung zusätzlicher Umsätze durch Cloud-Technologie	29
Abb. 4-8: Geschäftsmodell ohne Cloud	30
Abb. 4-9: Erwerbstätige durch Cloud-Geschäftsmodelle	31
Abb. 4-10: Erwerbstätige durch Cloud-Geschäftsmodelle im Zeitverlauf	31
Abb. 4-11: Gründe gegen Cloud-Nutzung	32
Abb. 4-12: Nähe zu Rechenzentren	33
Abb. 5-1: Kernergebnisse der Studie	34
Abb. 5-2: Handlungsempfehlungen	36

VORWORT



**DR. BÉLA WALDHAUSER –
SPRECHER DER ALLIANZ
ZUR STÄRKUNG DIGITALER
INFRASTRUKTUREN**

Die Allianz zur Stärkung digitaler Infrastrukturen in Deutschland unter dem Dach des eco-Verbands fordert seit Jahren von der Politik die passenden Rahmenbedingungen für den Aufbau eines leistungsfähigen Ökosystems digitaler Infrastrukturen in Deutschland, da dieses das Fundament für eine gelingende digitale Transformation, aber auch für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft, ist.

Die Bedeutung digitaler Infrastrukturen für die internationale Wettbewerbsfähigkeit Deutschlands kann kaum überschätzt werden. Cloud-Infrastrukturen und Rechenzentren sind für den Wirtschaftsstandort Deutschland, dessen Erfolg maßgeblich von der Innovationskraft seiner Unternehmen abhängt, ein zentraler Treiber für digitale Innovationen.

Dies belegt die vorliegende Studie eindrücklich, indem sie aufzeigt, welche Innovationspotenziale sich durch KI für Unternehmen in Deutschland ergeben und welche Rolle digitale Infrastrukturen, wie beispielsweise Rechenzentren, dabei spielen, diese Innovationspotenziale tatsächlich zu heben.

Der Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) ist in den nächsten Jahren für die Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit des Wirtschaftsstandorts Deutschland von entscheidender Bedeutung. Neue digitale Geschäftsmodelle eröffnen in allen Branchen dynamische Wachstumschancen durch Produktivitätssteigerung und Innovationen.

Um jedoch das volle Potenzial von KI auszuschöpfen, braucht es ein leistungsfähiges Ökosystem digitaler Infrastrukturen.

Diesen Kontext untermauert die Studie erstmals mit Fakten: Fortschrittliche Unternehmen, die KI einsetzen, sind produktiver und innovativer. Unternehmen, die Rechenzentren nutzen, sind dabei nochmal innovativer als Unternehmen, die nur auf eine lokale IT-Infrastruktur im eigenen Unternehmen setzen. Zusätzlich weisen Rechenzentrumsnutzer ein doppelt so hohes Produktivitätswachstums durch die Anwendung generativer KI auf.

Ich appelliere daher an alle Entscheider:innen in Politik und Behörden, die Rolle digitaler Infrastrukturen als Motor für die digitale Transformation ernst zu nehmen. Die volkswirtschaftlichen Produktivitätseffekte der Digitalisierung lassen sich nur mit einer geeigneten Infrastruktur-Landschaft realisieren.

EXECUTIVE SUMMARY

Die digitale Transformation ist gleichzeitig eine der größten Herausforderungen und Chancen des 21. Jahrhunderts. Produkte, Prozesse und Geschäftsmodelle wandeln sich schnell und radikal, wodurch neue Märkte entstehen, aber auch alte Märkte in der Bedeutungslosigkeit verschwinden. Rechenzentren (RZ) sind ein Herzstück dieser Entwicklung, da sie die Verarbeitung und Speicherung großer Datenmengen ermöglichen, die durch die fortschreitende Digitalisierung in allen Bereichen der Gesellschaft generiert werden.

Dennoch wird der Bedeutung von Rechenzentren in der Öffentlichkeit häufig nicht in angemessener Weise Rechnung getragen – der Begriff weckt zunächst nicht die Assoziation, wesentlich zur Zukunftsfähigkeit Deutschlands beizutragen. Die Rolle eines leistungsfähigen Ökosystems digitaler Infrastrukturen kann jedoch nur schwer überschätzt werden. Es ist nicht nur eine technische Notwendigkeit, sondern auch ein essenzieller Faktor für das Wirtschaftswachstum und die internationale Wettbewerbsfähigkeit. Der Einsatz neuer Technologien und damit verbundene Potenziale für Produktivitätswachstum und Innovation und dadurch letztlich die materielle Lebensqualität hängen im Zeitalter der Digitalisierung davon ab, ob die technische Infrastruktur und daher die Ausstattung mit Rechenzentrumskapazitäten den Anforderungen gewachsen ist. Nicht zuletzt deshalb würde eine Erhöhung der Investitionen in Rechenzentren und andere digitale Hardware auf

das Level von den USA einen Potenzialraum in Deutschland erschließen, der etwa 410 Milliarden Euro zusätzliche Wertschöpfung bedeutet (IW Consult, 2024a).

Deutschland und Europa als Ganzes weisen Nachholbedarf beim Ausbau der Infrastruktur auf, wie internationale Vergleiche eindrücklich zeigen – die Rechen- und Rechenzentrumskapazitäten sind in Anbetracht der wachsenden Nachfrage nicht ausreichend (FAZ, 2024). Infolgedessen nutzen viele europäische Unternehmen beispielsweise Rechenkapazitäten in den USA. Der sich ergebende Nachholbedarf in Deutschland und Europa ist erstens wegen der strategischen Bedeutung der Datensouveränität bedenklich. Knapp die Hälfte der im Rahmen dieser Studie befragten Unternehmen gibt an, dass der Standort der Rechenzentren, die sie nutzen, sich in Deutschland befinden sollte. Zweitens müssen auch geopolitische Herausforderungen (Stichwort De-Globalisierung) berücksichtigt werden, die es erschweren, sich auf internationale Kapazitäten zu verlassen. Hierbei geht es rein um den Standort der Rechenzentren und nicht um den Betreiber per se. Darauf zu reagieren, erfordert enorme Investitionen – wobei die Investitionsbereitschaft privater Anbieter gegeben ist. So kündigten Microsoft, Google und AWS als Cloud-Sparte von Amazon kürzlich Investitionen in Deutschland von über 14 Milliarden Euro an, wovon ein großer Teil in Rechenzentren fließen soll (FAZ, 2024).

RECHENZENTREN SIND DAS RÜCKGRAT FÜR DIE TECHNOLOGISCHE ZUKUNFT DER DEUTSCHEN WIRTSCHAFT

Investitionen in Rechenzentren sind Investitionen in die technologische Zukunft. Ein leistungsfähiges Ökosystem digitaler Infrastruktur ist das Rückgrat für den Einsatz neuer Technologien – insbesondere künstlicher Intelligenz (KI). Der Einsatz von KI ist in den nächsten Jahren von entscheidender Bedeutung, um als industriegeprägte Nation den Sprung in das neue Zeitalter zu schaffen. Die Verbindung des exzellenten Engineering-Know-hows in Deutschland mit neuem Digital-Know-how kann dazu beitragen, den Trend des zurückgehenden Produktivitätswachstums umzukehren. Neue digitale Geschäftsmodelle eröffnen in allen Branchen dynamische Wachstumschancen – das autonome Fahren ist nur ein Beispiel von vielen.

Diese Chancen müssen ergriffen werden, weil Deutschland aktuell von seiner Substanz lebt. In den Jahren von 2001 bis 2020 lag die jährliche Wachstumsrate der Arbeitsproduktivität nur knapp über 0 Prozent, von 2021 bis 2023 bei 0,8 Prozent (ILO, 2024). KI hat das Potenzial, das Produktivitätswachstum in der Spitze um rund 1,3 Prozent pro Jahr zu erhöhen – die Bruttowert-

schöpfung in Deutschland stiege damit um 330 Milliarden Euro (IW Consult, 2023a). Hierbei sind Rechenzentren das Rückgrat für KI: Gemäß der im Rahmen dieser Studie durchgeführten Unternehmensbefragung setzen 34 Prozent der Unternehmen, die Rechenzentren nutzen, KI ein, während dies nur 10 Prozent der Unternehmen tun, die keine Rechenzentren nutzen. Als Rechenzentrumsnutzer werden in dieser Studie Unternehmen erfasst, die Public-Cloud-, Private-Cloud- oder Colocation-Services in Anspruch nehmen. Auf Unternehmensebene werden die modellierten Produktivitätspotenziale schon heute gehoben: 82 Prozent der Unternehmen geben an, dass sie produktivitätssteigernde Effekte durch KI registrieren. Im Durchschnitt liegen diese Effekte bei 13 Prozent, wobei insbesondere kleine Unternehmen hohe Effekte angeben. Große Unternehmen schätzen den Produktivitätszuwachs auf rund 3 Prozent. Während kleine Unternehmen am Anfang der Kurve stehen und noch vergleichsweise große Potenziale ausschöpfen können, sind große Unternehmen offenbar schon weiter vorne auf dem Adaptionpfad.

KI-NUTZUNG TRÄGT ZU EFFIZIENZ UND INNOVATIONSKRAFT BEI – RECHENZENTREN VERSTÄRKEN DEN EFFEKT

KI wirkt über zwei Pfade positiv auf die Produktivität:

- Unternehmen setzen generative KI für Effizienzsteigerungen ein. Die eingesparte Arbeitszeit kann wertschöpfend an anderer Stelle eingesetzt werden.
- Unternehmen setzen KI zur Erhöhung ihrer Innovationsaktivitäten ein, beispielsweise zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle auf Grundlage großer Datenmengen wie Predictive Maintenance oder zur Verbesserung der internen Prozesse durch KI-gesteuerte Analyse und Entscheidungsfindung.

66 Prozent der KI-nutzenden Unternehmen gehen aktuell primär den ersten Pfad, 42 Prozent konzentrieren sich auf den zweiten Pfad. Auf diese Weise erzielen innovative Unternehmen, die KI einsetzen, 32 Prozent ihres Umsatzes mit neuen Produkten oder Dienstleistungen. Bei innovativen Unternehmen, die keine KI einsetzen, liegt der Anteil bei 25 Prozent. Das Ökosystem digitaler Infrastrukturen dient dabei als besonderer Treiber: Wenn die KI-Tools in der Cloud eingesetzt werden, liegt der Anteil neuer Produkte und Dienstleistungen am Umsatz bei rund 40 Prozent.

Die größere Innovationskraft durch KI hat auch einen wichtigen Effekt mit Blick auf die Wettbewerbsfähigkeit der ländlich gelegenen Unternehmen. Unternehmen auf dem Land haben im

Durchschnitt eine geringere digitale Reife (IW et al., 2022), setzen seltener die Cloud ein (IW Consult, 2022) und nutzen gemäß unserer Befragung seltener KI. Während 24 Prozent der Unternehmen in Städten generative KI einsetzen, sind es nur 17 Prozent der Unternehmen in ländlichen Räumen. Wenn ländliche Unternehmen aber die Leistungen von Rechenzentren in Anspruch nehmen, nutzen sie mit 35 Prozent ähnlich häufig KI wie rechenzentrumnutzende Unternehmen in den Städten. Die ländlich geprägte digitale Avantgarde kann dementsprechend über Rechenzentren ihre Distanznachteile zu den Städten kompensieren.

Die größere Innovationskraft durch KI hat auch einen wichtigen Effekt mit Blick auf die Wettbewerbsfähigkeit der ländlich gelegenen Unternehmen. Unternehmen auf dem Land haben im Durchschnitt eine geringere digitale Reife (IW et al., 2022), setzen seltener die Cloud ein (IW Consult, 2022) und nutzen gemäß unserer Befragung seltener KI. Während 24 Prozent der Unternehmen in Städten generative KI einsetzen, sind es nur 17 Prozent der Unternehmen in ländlichen Räumen. Wenn ländliche Unternehmen aber die Leistungen von Rechenzentren in Anspruch nehmen, nutzen sie mit 35 Prozent ähnlich häufig KI wie rechenzentrumnutzende Unternehmen in den Städten. Die ländlich geprägte digitale Avantgarde kann dementsprechend über Rechenzentren ihre Distanznachteile zu den Städten kompensieren.

DIE ZAHL DER RECHENZENTRUMSNUTZER WÄCHST

Rechenzentren haben aber nicht nur eine zentrale Bedeutung für die Wirtschaft mit Blick auf ganz neue Technologien wie KI. Sie entfalten auch immer stärker die grundlegenden Vorteile einer IT-Infrastruktur, die nicht nur vor Ort im Unternehmen, sondern auch in externen Rechenzentren lokalisiert ist. In den heutigen Zeiten hoher Volatilität, Ungewissheit, Komplexität und Ambiguität (sog. VUCA) müssen die Unternehmen dafür sorgen, dass sie eine hohe Resilienz sicherstellen. Über 40 Prozent der Rechenzentrumsnutzer sehen durch ihr Cloud-Engagement die Widerstandsfähigkeit des Unternehmens gegenüber externen Schocks erhöht (IW Consult, 2022). Eine hohe Resilienz ist Ausdruck einer Kombination aus höherer Skalierbarkeit, einer stärkeren Kosten- und Energieeffizienz, einer ausgeprägten Innovationsfähigkeit und einer leistungsfähigeren Datensicherheit.

Die Vorteile führen zu einer weiter stark wachsenden Nutzung von Rechenzentren: Aktuell sind 51 Prozent der Unternehmen Rechenzentrumsnutzer. Im Vergleich zu den Werten vor zwei Jahren ist dies ein Anstieg um gut 25 Prozent. 48 Prozent der Unternehmen nutzen entweder eine Public Cloud, eine Private Cloud oder beides. Colocation-Services werden aktuell bereits von 11 Prozent aller Unternehmen verwendet. Die Bedeutung von Colocation-Rechenzentren für das gesamte Ökosystems digitaler Infrastrukturen geht hierüber weit hinaus, da Clouddienstleistungen aktuell fast ausschließlich in Colocation-Rechenzentren erbracht werden.

Viele Unternehmen nutzen das ganze Spektrum des Ökosystems digitaler Infrastrukturen parallel. Auf allen Ebenen zeigt sich ein Anstieg der Verbreitung mit der Größe der Unternehmen. 69 Prozent aller großen Unternehmen ab 250 Mitarbeitenden nutzen die Cloud und bereits 22 Prozent dieser Unternehmen nehmen Colocation-Services in Anspruch. Bei kleinen Unternehmen sind es aktuell noch 47 beziehungsweise 10 Prozent.

Alle drei genannten Formen von IT-Infrastruktur bieten passende Lösungen für die Bedarfe der Unternehmen. Das Spektrum der von den Unternehmen in der Cloud- und Colocation-Infrastruktur verwendeten Technologien und Anwendungszwecke ist breit. Am häufigsten werden Rechenzentren als virtuelle Speichermöglichkeit (78 Prozent), für Office-Software (68 Prozent), als Datenbank (65 Prozent) und zur Durchführung von Videokonferenzen (60 Prozent) von den Unternehmen genutzt. Zudem ist die Nutzung von Clouds mit Blick auf Sicherheitssoftware (48 Prozent der Unternehmen), virtuelle Rechenleistung (32 Prozent), Prozessautomatisierung (26 Prozent) und KI (18 Prozent) von Bedeutung.

RECHENZENTRUMSNUTZER SIND INNOVATIVER

Diese vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten des Ökosystems digitaler Infrastrukturen ermöglicht es den Unternehmen, innovativer und erfolgreicher zu sein: Rechenzentrumsnutzer konnten bezogen auf das Jahr 2023 18 Prozent ihrer Umsätze mit neuen Produkten oder Dienstleistungen generieren, die es vorher noch nicht gab. Bei den Unternehmen, die keine Rechenzentrums-Infrastruktur nutzen, lag dieser Wert lediglich bei knapp 8 Prozent. Zudem zeigt sich im Vergleich zu zwei Jahren vorher, dass Rechenzentrumsnutzer den Umsatzanteil von neuen Produkten und Dienstleistungen um über 4 Prozentpunkte steigern konnten, wohingegen der Wert bei den Unternehmen, die keine Rechenzentrums-Infrastruktur nutzen, nahezu unverändert blieb.

Für Deutschland, dessen Erfolg maßgeblich von der Innovationskraft seiner Unternehmen abhängt, sind Rechenzentren ein zentraler Ermöglicher für digitale Innovationen:

- Insgesamt geben 55 Prozent der Unternehmen, die Rechenzentren nutzen, an, dass sich die Nutzung von Cloud-Technologie positiv auf ihre Innovationsaktivitäten bei neuen Produkten und Dienstleistungen auswirkt.
- 58 Prozent sehen eine positive Auswirkung der Cloud-Nutzung auf die Innovationsaktivität bei den Themen „Prozesse und Standards“.
- 35 Prozent der Unternehmen, die Rechenzentren nutzen, konnten Innovationsimpulse im Hinblick auf digitale Geschäftsmodelle entfalten.

DIE DEUTSCHE WIRTSCHAFT PROFITIERT VON DER NUTZUNG VON RECHENZENTREN

Die höhere Innovationsleistung macht die Rechenzentrumsnutzer auch ökonomisch erfolgreicher: 72 Prozent dieser Unternehmen geben an, dass verbesserte Prozesse durch die Cloud-Nutzung zu zusätzlichen Umsätzen führen. 57 Prozent der Unternehmen können Kundenwünsche besser bedienen, 42 Prozent geben an, durch die Cloud konkurrenzfähiger zu sein.

Diese Verbesserungen auf Unternehmensebene zeigen sich auch aus einer gesamtwirtschaftlichen Perspektive. Gemäß den Befragungsergebnissen und unter Berücksichtigung der indirekten Effekte

auf andere Unternehmen ergibt sich durch Rechenzentrumsnutzung eine zusätzliche Bruttowertschöpfung von rund 250 Milliarden Euro für die deutsche Volkswirtschaft. Dies spiegelt sich in einer hohen Bedeutung der Rechenzentren für die Erwerbstätigkeit in Deutschland wider: Insgesamt sind im Jahr 2024 etwa 5,9 Millionen Erwerbstätige in Unternehmen tätig, deren Geschäftsmodell ohne die Cloud nicht möglich wäre. Vor zwei Jahren lag dieser Wert noch bei gut 2,8 Millionen Erwerbstätigen. Das bedeutet einen monatlichen Zuwachs von 126.000 Erwerbstätigen in Unternehmen, deren Geschäftsmodell ohne die Cloud nicht funktionieren würde.

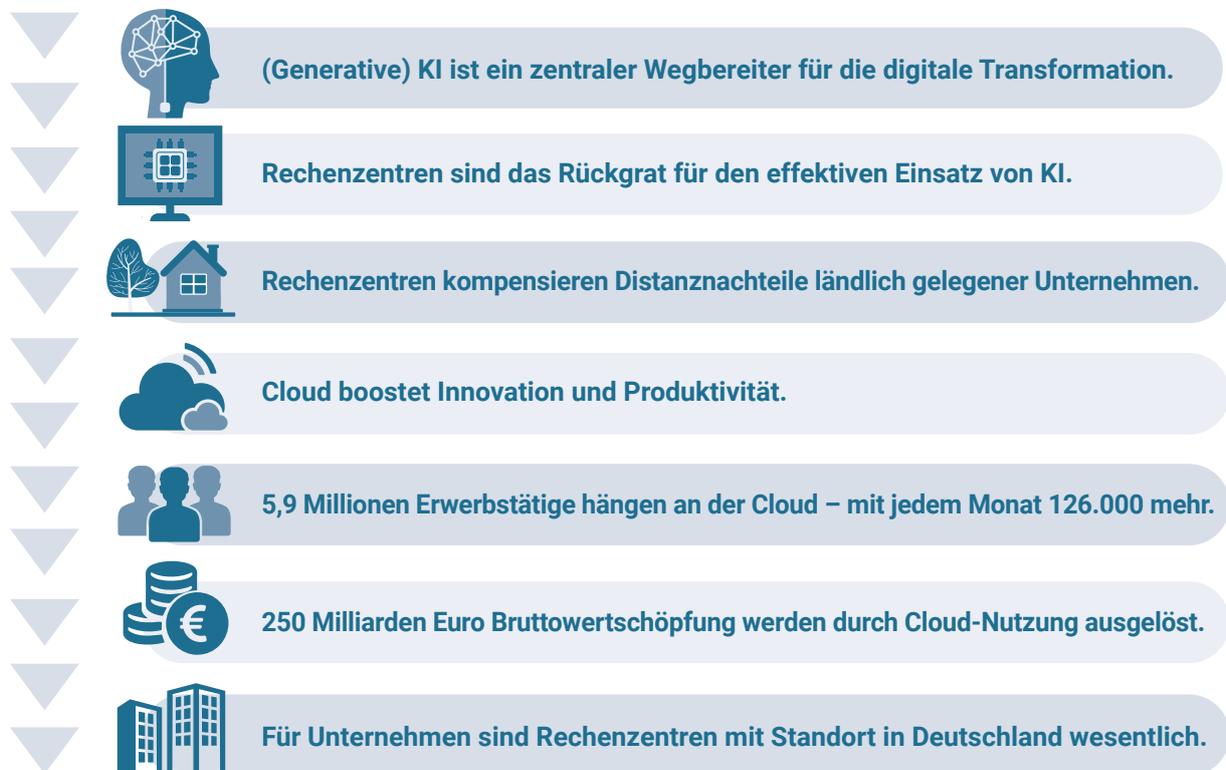
FAST DER HÄLFTE DER NUTZER IST DER STANDORT VON RECHENZENTREN IN DEUTSCHLAND WICHTIG

Dabei ist es den Unternehmen nicht egal, wo die Rechenzentren, deren Services sie nutzen, ihren Standort haben. 45 Prozent der Unternehmen ist es wichtig, dass die Rechenzentren in Deutschland liegen. Bei den großen Unternehmen ist dieser Wert mit 59 Prozent (50 bis 249 Mitarbeitende) beziehungs-

weise 54 Prozent (ab 250 Mitarbeitende) besonders hoch. Ansiedlungen innerhalb Deutschlands wirken auch den datenschutzrechtlichen Bedenken entgegen, die knapp die Hälfte aller Unternehmen als Grund nennen, warum sie keine Cloud-Technologie nutzen.

Abbildung 1-1: Kernergebnisse der Studie

Rechenzentren sind das Rückgrat der technologischen Zukunft



Quelle: eigene Darstellung

Um die volle positive Wirkung des leistungsfähigen Ökosystems digitaler Infrastrukturen zu entfalten und damit die volkswirtschaftlich notwendigen Produktivitätseffekte realisieren zu können, sollten folgende Handlungsfelder (Abbildung 1-2) adressiert werden:

- **Beschleunigung des Ausbaus digitaler Infrastruktur:** Um die notwendigen Rechenzentrumskapazitäten errichten zu können, bedarf es einer neuen Flächen- und Genehmigungspolitik, die in diesen Prozess nicht hindernd, sondern unterstützend hineinwirkt. Es muss ein Mindset-Wechsel bei Teilen der Entscheidungsträger einsetzen, damit die benötigten Rechenzentrumskapazitäten in der notwendigen Geschwindigkeit errichtet werden können, etwa mit Blick auf Planungs- und Genehmigungsverfahren.
- **IKT-Investitionen steigern:** Grundlage des technologischen Fortschritts ist eine passende Kapitalausstattung. Hierfür sind entsprechende Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) die Grundvoraussetzung. Die von der Politik angekündigte, aber nicht umgesetzte Superabschreibung von Investitionen sollte deshalb zügig umgesetzt werden.
- **Dezentrale Stärken bewahren:** Deutschland weist mit seiner dezentralen Struktur der wirtschaftlichen Aktivität eine Stärke auf, die erhalten werden muss. Um Distanznachteilen ländlicher Räume entgegenzuwirken, muss die digitale Infrastruktur vor allem dort zügig ausgebaut werden, wo sich wirtschaftliche Aktivitäten konzentrieren. Regionale Akteure wie beispielsweise in den Mittelstand-4.0-Kompetenzzentren sollten insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) stärker auf die Vorteile der Rechenzentrumsnutzung hinweisen und Vorbehalte abbauen.
- **KI in die Breite bringen:** Künstliche Intelligenz ist die Technologie, die einen gesamtwirtschaftlichen Produktivitätssprung erzeugen kann. Für eine möglichst maximale Wirkung muss die Technologie in der Breite der Unternehmen Anwendung finden. KI-Hubs, die vor allem KMU bei der Entwicklung von Use Cases und Implementierung von KI unterstützen, können hier einen wichtigen Beitrag leisten.

Abbildung 1-2: Handlungsempfehlungen



Beschleunigung des Ausbaus digitaler Infrastruktur
Mindset-Wechsel in der Verwaltung, neue Flächen- und Genehmigungspolitik



IKT-Investitionen steigern
Superabschreibungen umsetzen



Dezentrale Stärke bewahren
Transformationsprozesse in ländlichen Räumen begleiten



KI in die Breite bringen
KI-Hubs für den deutschen Mittelstand

Quelle: eigene Darstellung

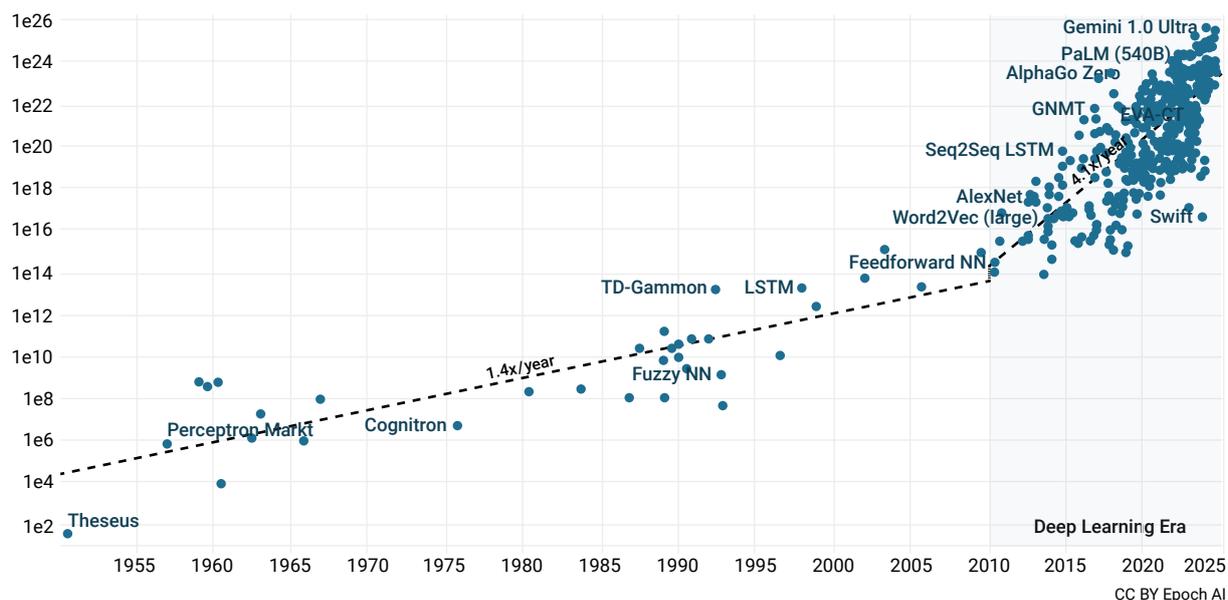
EINORDNUNG

Die rasante Entwicklung der künstlichen Intelligenz (KI), insbesondere der generativen KI, ist einer der meistbeachteten technischen Fortschritte der letzten Jahre. In der deutschen und internationalen Wirtschaft gewinnt die Anwendung von generativer KI zunehmend an Bedeutung. Unternehmen nutzen sie zur Automatisierung von Prozessen, zur Entwicklung neuer Produkte und Dienstleistungen sowie zur Effizienzsteigerung beispielsweise im Kundenservice, in der Fertigung und in Forschung und Entwicklung. Generative KI trägt insofern nicht nur dazu bei, die Produktivität zu steigern, sondern hat auch das Potenzial, die Innovativität der deutschen Wirtschaft zu erhöhen: KI-Technologien unterstützen die Kreativität von Mitarbeitenden, indem sie Routineaufgaben automatisieren und Ideen oder Lösungen generieren, die über den eigenen Wissens- und Erfahrungshintergrund hinausgehen. Unternehmen, die generative KI frühzeitig und intensiv in ihre Abläufe integrieren, können somit Wettbewerbsvorteile erlangen und ihre Innovationskraft steigern. Generative KI-Modelle, wie etwa große Sprachmodelle oder Systeme zur

Erstellung von Bildern und Texten, benötigen enorme Rechenkapazitäten und Datenmengen, um zu funktionieren. Daher sind Rechenzentren auch und insbesondere hinsichtlich der Entwicklung und Nutzung von KI von zentraler Bedeutung. Der Bedarf an entsprechenden Rechenkapazitäten ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen (Abbildung 2-1) und wird voraussichtlich weiterhin zulegen, da moderne KI-Modelle wegen ihrer höheren Leistungsfähigkeit und Komplexität auch größere Anforderungen haben (Savills, 2024; Sevilla et al., 2022). Ohne leistungsfähige Rechenzentren wäre der Betrieb entsprechender KI-Anwendungen nicht möglich. Der Erfolg von KI-basierten und KI-unterstützten Geschäftsmodellen hängt von der Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit der Rechenzentrums-Infrastruktur ab – diese Infrastruktur ist daher von strategischer Bedeutung für die deutsche Wirtschaft. Nicht zuletzt deshalb, würde eine Erhöhung der Investitionen in Rechenzentren und andere digitale Hardware auf das Level von den USA einen Potenzialraum in Deutschland erschließen, der etwa 410 Mrd. Euro zusätzliche Wertschöpfung bedeutet.

Abbildung 2-1: KI-Modelle und Trainingsrechenleistung

Training compute (FLOP)



Hinweis: Höhere Werte auf der y-Achse weisen auf einen komplexeren und rechenintensiveren Trainingsprozess hin.

Quelle: Epoch AI (2024)

CC BY Epoch AI

Die Bedeutung von Rechenzentren für generative KI wird besonders vor dem Hintergrund Cloud-basierter KI-Dienste deutlich. Solche Dienste werden in Rechenzentren ausgeführt, die die enormen Datenmengen verarbeiten und die erforderlichen Rechenprozesse durchführen. Unternehmen greifen auf Cloud-Dienste und dadurch auf Rechenzentren zurück, da sie es ermöglichen, ohne hohe Investitionen in eigene Hardware von KI-Anwendungen zu profitieren. Cloud-basierte KI-Dienste erleichtern dadurch auch die Nutzung von KI-Anwendungen für kleinere und mittlere Unternehmen – denn sie profitieren von Größeneffekten und der Skalierbarkeit von Rechenzentren, die unternehmensintern nicht realisiert werden könnten. Dadurch steigt die Wettbewerbsfähigkeit des Mittelstands und die Diffusion neuer Technologien in der Gesamtwirtschaft wird gefördert.

In einer entwickelten Volkswirtschaft wie Deutschland kann langfristiges Wachstum hauptsächlich – oder sogar fast ausschließlich – durch technischen Fortschritt erreicht werden. In der Volkswirtschaftslehre wird dabei die Bedeutung der *Totalen Faktorproduktivität* betont, womit im Wesentlichen die Effizienz der Nutzung von Produktionsfaktoren gemeint ist. Wenn die Totale Faktorproduktivität steigt, kann mit den gleichen Ressourcen eine höhere Wirtschaftsleistung erreicht werden – oder der Ressourceneinsatz kann verringert werden, ohne wirtschaftliche Einbußen hinnehmen zu müssen. Technischer Fortschritt ist der Haupttreiber der Totalen Faktorproduktivität, und Rechenzentren sind im Kontext der Digitalisierung ein Rückgrat des technischen Fortschritts. Staaten mit einer fortschrittlichen digitalen Infrastruktur

weisen daher im Allgemeinen eine höhere Totale Faktorproduktivität auf.

Die voranschreitende Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland basiert auf einer zunehmend komplexen und global vernetzten digitalen Infrastruktur. Rechenzentren bilden die Grundlage dieser Infrastruktur, da sie den notwendigen Speicherplatz und die Rechenleistung für Anwendungen wie beispielsweise Cloud Computing, künstliche Intelligenz und das Internet der Dinge bereitstellen. Die Rolle von Rechenzentren geht daher stark über die bloße Datenverarbeitung hinaus. Rechenzentren sind digitale Knotenpunkte in Wertschöpfungsketten und ermöglichen es Unternehmen, Geschäftsprozesse zu steuern, Produktionsabläufe zu automatisieren und datenbasierte Innovationen zu entwickeln und zu verbessern.

Deutschland befindet sich in einer strategischen Position, um von der zunehmenden Bedeutung der Rechenzentrums-Infrastruktur zu profitieren. So hat sich Frankfurt am Main als zentraler Ort für die Rechenzentrums-Infrastruktur etabliert, was nicht zuletzt am Standortvorteil der Anbindung an globale Netzwerke und am dortigen weltgrößten Internetknoten DE-CIX liegt. Allein von 2022 auf 2023 wuchs der Datenverkehr an von DE-CIX betriebenen Standorten um 23 Prozent (DE-CIX, 2024). Gleichzeitig werden die bestehenden Strukturen nicht ausreichen, um den zukünftigen Anforderungen der Wirtschaft gerecht zu werden (Savills, 2024). Investitionen in die Skalierbarkeit und Nachhaltigkeit von Rechenzentren sind erforderlich, um ihre langfristige Funktionsfähigkeit und Akzeptanz sicherzustellen.

Im internationalen Vergleich zeigen sich erhebliche Unterschiede in der Rechenzentrumsdichte und den damit verbundenen Wachstumschancen. Staaten wie die USA und China investieren stark in den Ausbau ihrer digitalen Infrastruktur, um sich eine technologische Führungsrolle zu sichern. In Europa nimmt Irland aufgrund günstiger Rahmenbedingungen (zum Beispiel relativ geringe Energiekosten und attraktive Steuermodelle) eine herausragende Position bei Rechenzentren ein. In Deutschland kommt vor allem Frankfurt am Main eine große Bedeutung zu – dies dürfte jedoch kaum ausreichen, um der strategischen Bedeutung von Rechenzentren für die wirtschaftliche Entwicklung gerecht zu werden und die Datensouveränität Deutschlands zu gewährleisten.

Vor diesem Hintergrund beschäftigt sich die vorliegende Studie mit der Bedeutung von KI für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft und zeigt auf, wie wichtig

ein gut ausgebautes Ökosystem digitaler Infrastruktur ist, um die Chancen der digitalen Transformation zu erschließen. Die Studie nutzt dafür Primärdaten einer Unternehmensbefragung, die für diese Studie durchgeführt wurde. Die Unternehmen wurden zur Nutzung von KI und zur Verwendung von Rechenzentrums-Infrastruktur wie Cloud- und Colocation-Angeboten befragt. Als Rechenzentrumsnutzer werden in dieser Studie Unternehmen erfasst, die Public-Cloud-, Private-Cloud- oder Colocation-Services in Anspruch nehmen.

Im folgenden Kapitel wird die Bedeutung von künstlicher Intelligenz als Wegbereiter für die digitale Transformation thematisiert und gezeigt, welche Rolle Rechenzentren dabei spielen. Darauf aufbauend wird auf Rechenzentren als Rückgrat für zukünftiges Wachstum eingegangen und gezeigt, welche Spillover-Effekte auf Unternehmen von Rechenzentren ausgehen.

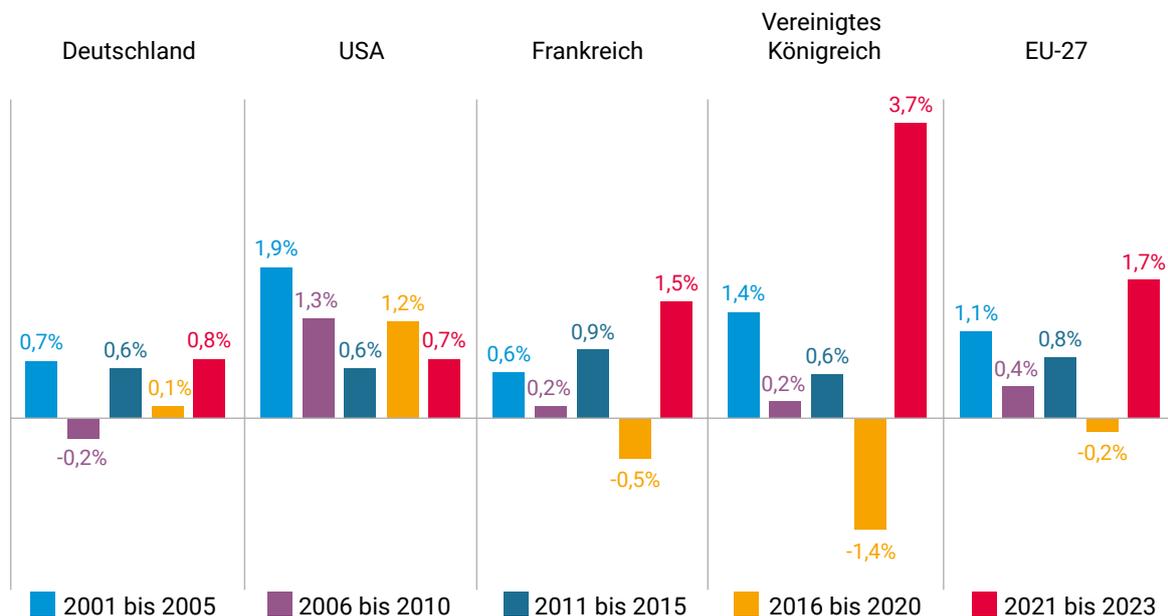
KI ALS WEGBEREITER FÜR DIE DIGITALE TRANSFORMATION

Die deutsche Wirtschaft, insbesondere die Industrie, lebt von ihrer im internationalen Vergleich hohen Produktivität. Gerade in der Industrie wird in Deutschland je Erwerbstätigen mehr Wertschöpfung erzielt als in anderen Ländern. Im Durchschnitt liegt die Produktivität der deutschen Industrie um rund 14 Prozent höher als in anderen Ländern des Euroraums (Schröder, 2022). Allerdings holen die ausländischen Wettbewerber auf: Deutschland verzeichnet seit Jahren ein geringes Produktivitätswachstum – zwischen 2016 und 2020 ist die Pro-

duktivität sogar fast stagniert. In der EU und auch in den USA hat sich die Produktivität hingegen in den letzten Jahren meist besser entwickelt (Abbildung 3-1). Dies geht zunehmend mit einem Rückgang der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft einher, wie verschiedene Standortrankings, etwa der IMD World Competitiveness Index (IMD, 2024), zeigen. Dort rutschte Deutschland von Rang 15 im Jahr 2022 auf Rang 24 im Jahr 2024 ab. Beispielsweise wird die Effizienz der Verwaltung und der Unternehmen deutlich schlechter bewertet.

Abbildung 3-1: Entwicklung der Produktivität nach Ländern und Zeitabschnitten

Durchschnittliche jährliche Veränderung der realen Arbeitsproduktivität je Beschäftigten in Prozent



Quelle: ILO (2024)

Einer der Gründe für den anhaltenden Rückgang der Wettbewerbsfähigkeit und des niedrigen Produktivitätswachstums ist die mangelnde Digitalisierung. Für viele Unternehmen in Deutschland bleibt die digitale

Transformation eine Herausforderung: Auch im Jahr 2024 hat jedes zweite Unternehmen noch Probleme mit der Bewältigung der Digitalisierung, wie eine Umfrage des Digitalverbands Bitkom (2024) zeigt.

Auch der Digitalisierungsindex des Instituts der deutschen Wirtschaft, der den Grad der Digitalisierung der deutschen Wirtschaft misst, zeigt, dass in den letzten Jahren nur eine leichte Verbesserung stattgefunden hat. Hauptgründe für die unzureichende Entwicklung sind eine ungenügende digitale Infrastruktur, die schleppende Digitalisierung der öffentlichen Verwaltung und der Mangel an IT-Fachkräften (Büchel et al., 2023).

Dabei bietet die Digitalisierung eine Chance, das schwache Produktivitätswachstum zu steigern. Durch die Verbindung des exzellenten Engineering-Know-hows in Deutschland mit neuem Digital-Know-how kann Deutschland als im internationalen Vergleich industriegeprägte Nation den Sprung in das neue Zeitalter schaffen. Über alle Branchen hinweg können neue digitale Geschäftsmodelle und damit dynamische Wachstumschancen entstehen – das autonome Fahren ist nur ein Beispiel von vielen.

Insbesondere mit dem Einsatz künstlicher Intelligenz ist die Hoffnung auf hohe Produktivitätssteigerungen verbunden. Mit der Verbreitung von künstlicher Intelligenz geht die Erwartung einher, dass die Produktivität durch die Automatisierung von Prozessen, optimierte Arbeitsabläufe und die Übernahme repetitiver Tätigkeiten wieder wächst. Verschiedene Studien zeigen bereits, dass der Einsatz von KI in Unternehmen zu einer Steigerung der Arbeitsproduktivität um 2 bis 3 Prozentpunkte führt (s. bspw. Acemoglu et al., 2022; Czarnitzki et al., 2023). KI hat das Potenzial, das Produktivitätswachstum in der Spitze um rund 1,3 Prozent pro Jahr zu erhöhen – die Bruttowertschöpfung in Deutschland stieg damit um 330 Milliarden Euro (IW Consult, 2023a).

Vor allem mit dem Einsatz generativer KI werden Produktivitätssteigerungen verbunden. In der Industrie könnten künftig rund 59 Prozent der Arbeitsplätze vom Einsatz generativer KI profitieren, indem beispielsweise die Datenanalyse unterstützt wird und Verwaltungstätigkeiten automatisiert werden (IW Consult, 2024b). Dies setzt jedoch eine zunehmende Adaption von KI in der Wirtschaft voraus. Die vorliegende Unternehmensbefragung

zeigt, dass in Deutschland erst jedes fünfte Unternehmen (22 Prozent) generative KI einsetzt – im Dienstleistungssektor ist der Anteil mit 28 Prozent dabei deutlich höher als in der Industrie mit 19 Prozent Anwenderunternehmen.¹ Zudem steigt der Anteil mit der Unternehmensgröße – Unternehmen ab 250 Mitarbeitenden nutzen bereits zu 36 Prozent generative KI.

Mit dem Einsatz von KI verfolgen Unternehmen im Wesentlichen zwei Ziele: Effizienzsteigerung und Steigerung der Innovationsaktivitäten. Über beide Pfade wirkt sich KI positiv auf die Produktivität der Unternehmen aus:

- **Effizienzsteigerung:** Durch Erhöhung der Effizienz können Beschäftigte Arbeitszeit einsparen, die sie für andere Tätigkeiten wertschöpfend einsetzen können.
- **Innovationsaktivität:** Unternehmen setzen KI zur Erhöhung ihrer Innovationsaktivitäten ein, beispielsweise zur Entwicklung neuer Geschäftsmodelle auf Grundlage großer Datenmengen wie Predictive Maintenance oder zur Verbesserung der internen Prozesse durch KI-gesteuerte Analysen und Entscheidungsfindungen.

Zwei von drei Unternehmen, die generative KI nutzen, geben an, sie für die Steigerung der Effizienz einzusetzen. Unternehmen, die andere KI-Technologien wie beispielsweise Machine-Learning-Anwendungen nutzen, geben zu über 80 Prozent an, dies zur Steigerung der Effizienz zu tun. Rund 46 Prozent der Unternehmen, die KI nutzen, steigern damit ihre Innovationsaktivitäten. Bei den Unternehmen, die explizit generative KI nutzen sind es rund 42 Prozent, die ihre Innovationsaktivitäten steigern können. Nutzen Unternehmen die generative KI in der Rechenzentrumsinfrastruktur steigt der Wert auf 47 Prozent an (s. Abbildung 3-2). Die Anteile zwischen den Wirtschaftszweigen und Unternehmensgrößen unterscheiden sich bei den Anwendungszielen nur geringfügig.

¹ Eine Befragung des ifo-Instituts unter 6.000 Unternehmen kommt auf einen Anteil von 27 Prozent an Unternehmen, die eine beliebige Form von KI nutzen (Kerkhof et al., 2024).

Abbildung 3-2: Einsatzzwecke von KI in den Unternehmen bei Rechenzentrumsnutzern

Fragen: „Zu welchen Zwecken setzen Sie KI hauptsächlich ein?“ (links) / „Zu welchen Zwecken setzen Sie generative KI hauptsächlich ein?“ (rechts)



Unter „Rechenzentrumsnutzer“ fallen alle Unternehmen, die eine Form der Cloud- (Public oder Private) oder Colocation-Infrastruktur nutzen. N = 93 (links) / 99 (rechts)

Quelle: Unternehmensbefragung August 2024

Der Einsatz generativer KI ist in den Unternehmen schon jetzt mit ersten Produktivitätssteigerungen verbunden. 8 von 10 Unternehmen spüren bereits eine Produktivitätssteigerung durch den Einsatz generativer KI – im Durchschnitt geben diese Unternehmen einen Anstieg der Produktivität von 13 Prozent an, den sie auf die Nutzung generativer KI zurückführen. Der Produktivitätseffekt nimmt mit zunehmender Unternehmensgröße ab: Während Unternehmen mit bis zu 49 Beschäftigten einen Produktivitätszuwachs von rund 13 Prozent angeben, sinkt dieser bei größeren Unternehmen auf 3 Prozent. Während kleine Unternehmen am Anfang der Kurve stehen und noch vergleichsweise große Potenziale ausschöpfen können, scheinen große Unternehmen auf dem Adaptionpfad schon weiter zu sein. Außerdem ist die Produktivitätssteigerung im Dienstleistungssektor deutlich höher als in der Industrie (14 Prozent gegenüber 8 Prozent). Die Angaben decken sich mit den Ergebnissen einer ifo-Umfrage, wonach die Unternehmen mit einer Produktivitätssteigerung von 8 bis 16 Prozent durch den Einsatz von KI in den nächsten fünf Jahren rechnen (Kerkhof et al., 2024).

Auch bei den Innovationsaktivitäten zeigt sich ein Zusammenhang mit dem Einsatz generativer KI in den Unternehmen: Rund 68 Prozent der Unternehmen, die generative KI nutzen, zählen auch zu den Innovatoren. Das heißt, sie können seit 2021 mindestens eine

Produkt- oder Dienstleistungsinnovation² vorweisen und haben damit Umsatz erzielt. Unter den Unternehmen, die generative KI nicht nutzen, zählen lediglich 40 Prozent zu den Innovatoren. Auch der Innovationserfolg steigt mit der Nutzung generativer KI: Innovatoren, die generative KI nutzen, erzielen jeden dritten Euro ihres Umsatzes mit neuen Produkten und Dienstleistungen. Innovative Unternehmen, die generative KI nicht nutzen, erwirtschaften hingegen nur jeden vierten Euro mit neuen Produkten und Dienstleistungen.

Innovation ist von grundlegender Bedeutung, um die Wettbewerbsfähigkeit eines Landes zu fördern und seinen künftigen Wohlstand zu sichern (OECD, 2015). Ein starkes Innovationsökosystem ist für Deutschland als eine der führenden innovativen Volkswirtschaften von besonderer Bedeutung. In den letzten Jahren ist die Zahl der innovativen Unternehmen in Deutschland jedoch rückläufig gewesen (IW Consult, 2023b). Der Schritt von der Forschung in die Umsetzung und Kommerzialisierung innovativer Technologien gelingt nur in unzureichendem Maße (BMW, 2021). Der positive Zusammenhang zwischen Innovation und KI-Nutzung zeigt, dass KI dazu beitragen kann, das Innovationsgeschehen wieder anzukurbeln.

² Unter Innovation wird dabei die Einführung eines vollständig neuen oder in signifikantem Maße verbesserten Produkts oder einer Dienstleistung verstanden.

RECHENZENTREN: DIE INFRASTRUKTUR, DIE KI-EINSATZ MÖGLICH MACHT

Für den Einsatz von KI spielt die Verfügbarkeit ausreichender Rechenleistung eine immer größere Rolle. Generative KI-Modelle wie große Sprachmodelle oder Systeme zur Bild- und Textgenerierung benötigen enorme Rechenkapazitäten und Datenmengen, um zu funktionieren. Ein gut ausgebautes Ökosystem digitaler Infrastruktur ist daher für die Entwicklung und Nutzung von KI von zentraler Bedeutung. Dazu gehören vor allem Rechenzentren, zumal sie die Infrastruktur für das Training und die Ausführung von KI-Modellen bereitstellen. Der Bedarf an entsprechenden Rechenkapazitäten ist in den letzten Jahren deutlich gestiegen und wird voraussichtlich weiter steigen, da moderne KI-Modelle aufgrund ihrer höheren Leistungsfähigkeit und Komplexität auch höhere Anforderungen stellen (Sevilla et al., 2022; Epoch AI, 2024). Eine Studie von McKinsey (2024) geht davon aus, dass die Nachfrage nach Rechenleistung durch die Verbreitung von generativer KI bis 2030 um den Faktor 125 steigen wird.

Auch die Ergebnisse der Unternehmensbefragung legen nahe, dass die Nutzung von KI in engem Zu-

sammenhang mit der Rechenzentrums-Infrastruktur steht. Diese stellt das Rückgrat für den KI-Einsatz dar: 34 Prozent der Unternehmen, die Rechenzentren nutzen – sei es in Form von Cloud-Angeboten oder Colocation – setzen generative KI ein, während dies nur 10 Prozent der Unternehmen tun, die keine Rechenzentren nutzen. 18 Prozent der Unternehmen geben an, dass sie die Cloud- und Colocation-Infrastruktur explizit dafür nutzen, KI anzuwenden. Die Adaption von KI in der Wirtschaft wird insbesondere durch die Public Cloud und darin enthaltene Applikationen vorangetrieben. Unter den Unternehmen, die eine Public Cloud nutzen, gibt jedes vierte Unternehmen an, diese unter anderem für den Einsatz von KI einzusetzen. Unter den Nutzern der Private Cloud sind es lediglich 5 Prozent der Unternehmen.

Dies zeigt, dass Rechenzentren auf der einen Seite die notwendigen Kapazitäten für das Training und die Anwendung von KI-Modellen bereitstellen, auf der anderen Seite aber auch den Unternehmen die Nutzung neuer Technologien wie KI erleichtern (IW Consult, 2022).

RECHENZENTRUMS-INFRASTRUKTUR: DER SCHLÜSSEL FÜR EFFEKTIVEN KI-EINSATZ

Über die verstärkte Nutzung von KI in der Cloud- und in der Colocation-Infrastruktur hinaus zeigen die Ergebnisse der Unternehmensbefragung auch einen größeren Effekt von KI-Nutzung auf die Produktivität und Innovationskraft der Unternehmen, wenn sie mit der Nutzung von Rechenzentrums-Infrastruktur einhergeht.

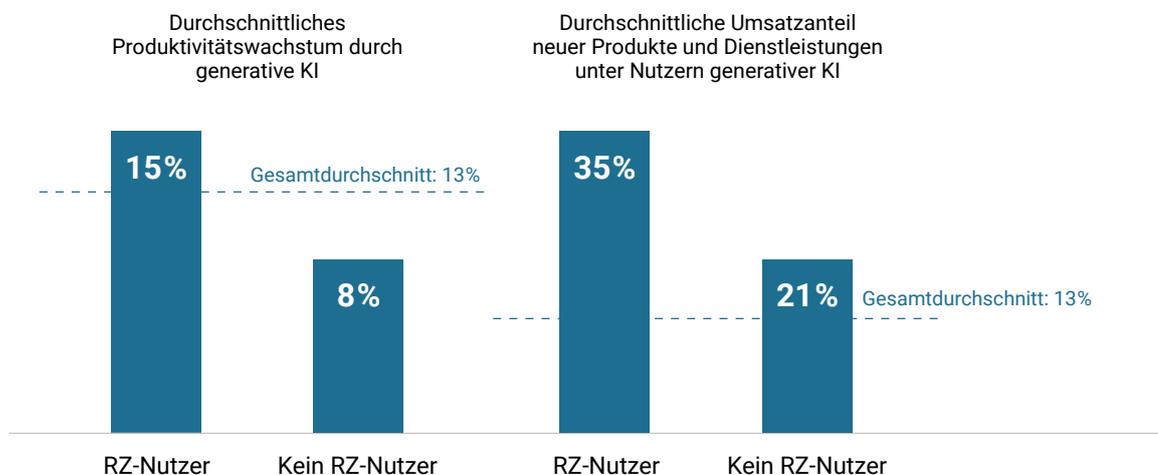
Im Durchschnitt wird seitens der Unternehmen, welche generative KI und Cloud- oder Colocation-Infrastruktur nutzen, eine Produktivitätssteigerung durch generative KI von 15 Prozent angegeben. Im Vergleich dazu wird bei Unternehmen, die keine Rechenzentrums-Infrastruktur verwenden, lediglich eine Produktivitätssteigerung von 8 Prozent beobachtet. Auch in diesem Kontext zeigen sich die stärksten Effekte bei jenen Unternehmen, die auf eine Public-Cloud-Lösung und die damit verbundenen Applikationen setzen. Diese Unternehmen geben einen Anstieg der Produktivität durch generative KI von 17 Prozent an. In Unternehmen,

die ausschließlich auf eine Private Cloud setzen, liegt der Anstieg bei 10 Prozent.

Auch beim Umsatzanteil neuer Produkte und Dienstleistungen lässt sich ein positiver Zusammenhang zwischen der Nutzung von Rechenzentrums-Infrastruktur und dem Innovationserfolg durch den Einsatz generativer KI feststellen. Unter den Unternehmen, die ein Rechenzentrum und generative KI nutzen, liegt der durchschnittliche Umsatzanteil neuer Produkte und Dienstleistungen bei 35 Prozent. Der Anteil neuer Produkte und Dienstleistungen am Umsatz liegt bei Unternehmen, die KI-Tools in der Cloud verwenden, bei rund 40 Prozent, während er bei Unternehmen, die keine KI-Tools nutzen, lediglich bei 21 Prozent liegt. Die Verbindung von generativer KI mit der Nutzung von Rechenzentrums-Infrastruktur geht folglich mit einem deutlich höheren Anteil innovativer Produkte und Dienstleistungen in deutschen Unternehmen einher.

Abbildung 3-3: Produktivitätseffekte und Innovationserfolg nach Rechenzentrumsnutzung

Fragen: „Um wie viel Prozent ist die Produktivität in Ihrem Unternehmen durch den Einsatz von generativer KI im jährlichen Durchschnitt gestiegen?“ (links) / „Wie hoch war der Umsatzanteil neuer Produkte und Dienstleistungen?“ (rechts)



Unter RZ-Nutzer fallen alle Unternehmen, die eine Form der Cloud- (Public oder Private) oder Colocation-Infrastruktur nutzen.
N = 55-77

Quelle: Unternehmensbefragung August 2024

DEZENTRALE STÄRKE BEWAHREN: RECHENZENTREN STÄRKEN LÄNDLICHE RÄUME IN ZEITEN VON KI

Die Ergebnisse zeigen, dass Nutzung von Rechenzentrums-Infrastruktur und KI in den Unternehmen Hand in Hand geht. Folglich kann ein funktionierendes Ökosystem digitaler Infrastruktur als Rückgrat der technologischen Zukunft sowie als maßgeblicher Faktor für die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen betrachtet werden. Insbesondere Unternehmen in ländlichen Räumen sind auf dieses Rückgrat angewiesen, um Distanznachteile gegenüber Unternehmen in städtischen Gebieten zu überwinden.

Unternehmen in ländlichen Räumen stellen einen der Stabilitätsanker der deutschen Wirtschaft dar und tragen dazu bei, dass Deutschland im Gegensatz zu Frankreich oder dem Vereinigten Königreich über dezentrale ökonomische Kraftzentren verfügt. Ein signifikanter Anteil der deutschen Wertschöpfung wird von Unternehmen in ländlichen Räumen generiert. Ihr Anteil an der Bruttowertschöpfung beträgt 54,4 Prozent (AK VGRdL, 2023). Viele Weltmarktführer sind traditionell im ländlichen Raum angesiedelt. Etwa die Hälfte aller „Hidden Champions“ weltweit kommt aus Deutschland (Lehmann et al., 2019). „Hidden Champions“ sind in der Regel Unternehmen, die in ihrer Branche Marktführer, in der Öffentlichkeit aber relativ unbekannt sind. In Deutschland sind „Hidden Champions“ besonders häufig in ländlichen Räumen angesiedelt und haben dort eine besondere regionale wirtschaftliche Bedeutung (Simon, 2021).

Gleichwohl sehen sich viele, insbesondere kleinere Unternehmen in ländlichen Räumen größeren Herausforderungen gegenüber als Unternehmen in städtischen Gebieten. Die Unternehmen sind weniger stark in Innovationsnetzwerke eingebunden, was die Überwindung von Fachkräfteengpässen erschwert. Zudem sind die Infrastrukturen, von der Kinderbetreuung über das Bildungsangebot bis hin zur digitalen Infrastruktur, im Durchschnitt weniger gut ausgebaut. Folglich ist es für ländlich gelegene Räume von essenzieller Bedeutung, die Defizite,

die aus der Distanz zu urbanen Zentren erwachsen, durch die Chancen der digitalen Transformation zu kompensieren.

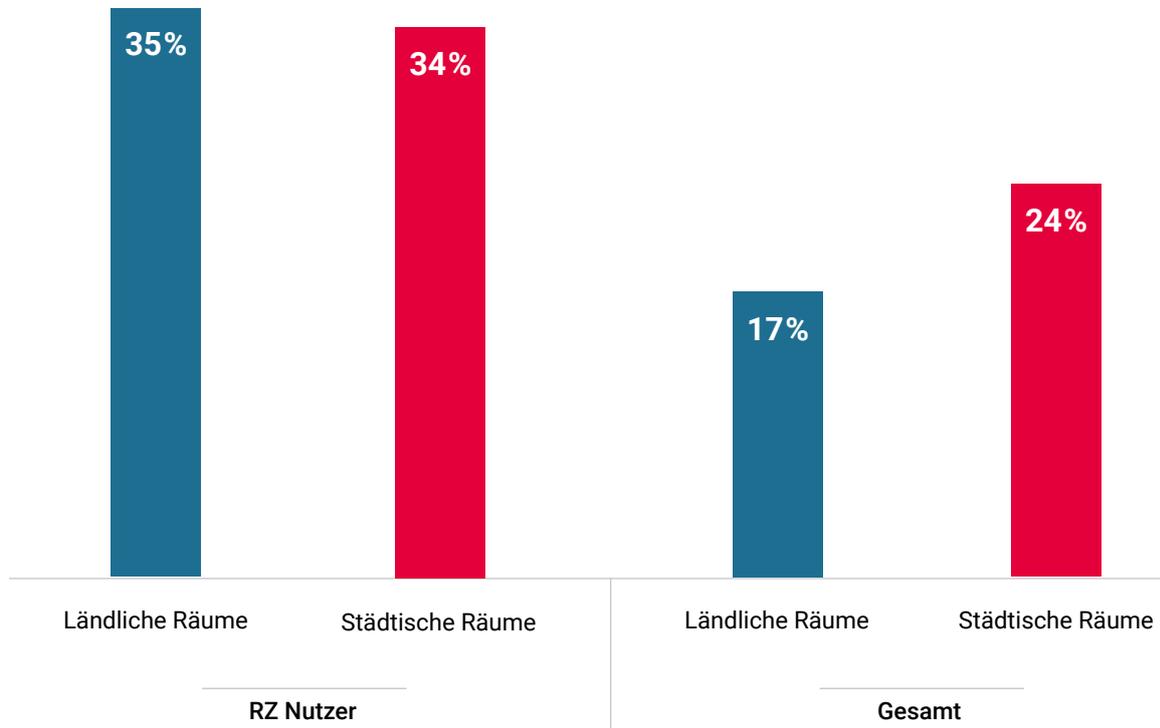
Die Distanznachteile der Unternehmen in ländlichen Räumen spiegeln sich auch in der Unternehmensbefragung wider. Die Nutzung generativer KI sowie der Zugriff auf Rechenzentrums-Infrastruktur sind bei Unternehmen in ländlichen Räumen deutlich seltener zu beobachten als in urbanen Regionen. Während 17 Prozent der Unternehmen in ländlichen Regionen generative KI nutzen, sind es in urbanen Zentren bereits 24 Prozent. Während in städtischen Räumen bereits mehr als die Hälfte der Unternehmen (56 Prozent) Cloud- oder Colocation-Angebote nutzt, ist dies in ländlichen Räumen lediglich bei 40 Prozent der Unternehmen der Fall.

Die digitale Transformation eröffnet Unternehmen in ländlichen Räumen die Möglichkeit, die Distanznachteile zu urbanen Räumen zu verringern. Die Nutzung der Cloud kann die Innovationsaktivitäten der Unternehmen fördern und zu einer Angleichung an die Innovationsaktivitäten städtischer Unternehmen führen (IW Consult, 2022). Auch im Kontext der KI-Nutzung erweisen sich die Möglichkeiten eines Ökosystems digitaler Infrastruktur als förderlich für die Überwindung von Distanznachteilen. Der enge Zusammenhang zwischen der Nutzung von Rechenzentren und dem Einsatz von KI, der sich über alle Unternehmen hinweg zeigt, verstärkt sich noch einmal bei Unternehmen in ländlichen Räumen. Unter den Unternehmen in ländlichen Regionen, die auf Cloud- oder Colocation-Angebote setzen, nutzt bereits ein Drittel generative KI. Dieser Anteil entspricht dem Niveau unter den Rechenzentrumsnutzern in städtischen Räumen (34 Prozent).

Die Möglichkeiten, die eine Rechenzentrums-Infrastruktur bietet, erweisen sich somit für Unternehmen in ländlichen Regionen als hilfreich, um Distanznachteile zu verringern, denen sie sich gegenübergestellt sehen.

Abbildung 3-4: Nutzung generativer KI nach Regionen

Frage: „Nutzen Sie generative KI in Ihrem Unternehmen?“, Anteil der gen. KI-nutzenden Unternehmen



Unter RZ-Nutzer fallen alle Unternehmen, die eine Form der Cloud- (Public oder Private) oder Colocation-Infrastruktur nutzen.
N = 95-311

Quelle: Unternehmensbefragung August 2024

RECHENZENTREN ALS RÜCKGRAT FÜR ZUKÜNFTIGES WACHSTUM IN DEUTSCHLAND

Die bisherigen Ergebnisse der Analyse zeigen, dass Rechenzentren das Rückgrat der KI-Transformation in Deutschland bilden und somit elementar für die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft sind. Rechenzentren sind aber nicht nur von zentraler Bedeutung für die deutsche Wirtschaft mit Blick auf die Implementierung gänzlich neuer Technologien wie KI in den Arbeitsalltag. Sie sind es auch immer stärker im Sinne der grundlegenden Vorteile einer IT-Infrastruktur, die nicht on premise, also vor Ort im Unternehmen, sondern in einem Rechenzentrum lokalisiert ist. In den heutigen Zeiten hoher Volatilität, Ungewissheit, Komplexität und Ambiguität (VUCA³) müssen die Unternehmen dafür sorgen, dass sie eine hohe Resilienz sicherstellen. Über 40 Prozent der Rechenzentrumsnutzer sieht durch ihr Cloud-Engagement die Widerstandsfähigkeit des Unternehmens gegenüber externen Schocks erhöht (IW Consult, 2022). Eine hohe Resilienz ist Ausdruck

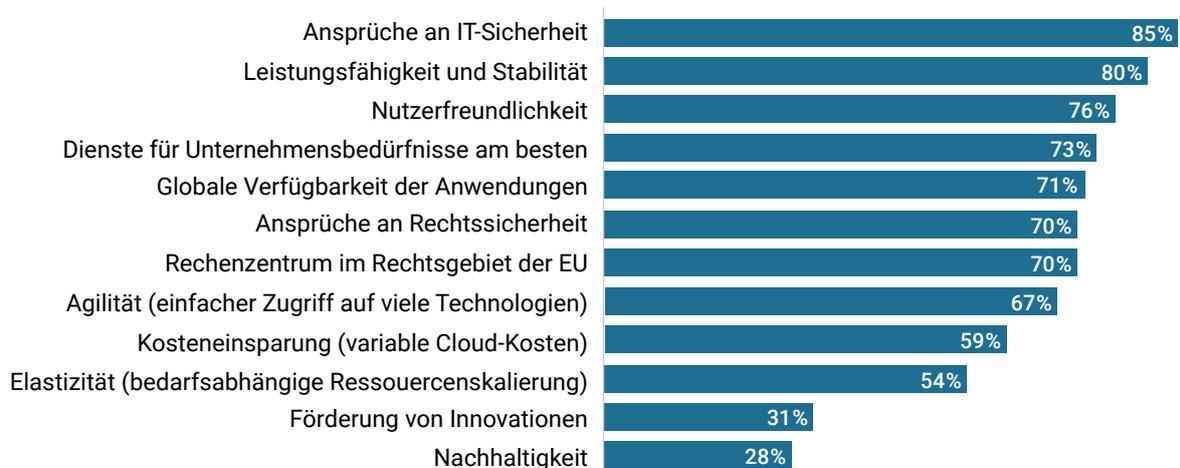
einer Kombination aus höherer Skalierbarkeit, einer stärkeren Kosten- und Energieeffizienz, einer ausgeprägten Innovationsfähigkeit und einer leistungsfähigeren Datensicherheit.

Die Unternehmensbefragung spiegelt diese Aspekte als Gründe für die Rechenzentrumsnutzung beziehungsweise die Wahl des spezifischen Anbieters wider (Abbildung 4-1). Mit 85 Prozent der Rechenzentrumsnutzer (RZ-Nutzer) geben die meisten Unternehmen IT-Sicherheit als Grund an. 80 Prozent sehen Leistungsfähigkeit und Stabilität als wichtige Aspekte. Kosteneinsparungen durch variable Cloud-Kosten statt großer eigener Investitionen in IT-Infrastruktur werden von 59 Prozent der Unternehmen genannt. 31 Prozent sehen eine gesteigerte Innovationsfähigkeit.

³ VUCA als Akronym für volatility, uncertainty, complexity, ambiguity.

Abbildung 4-1: Gründe für Rechenzentrumsnutzung

Frage: „Aus welchen Gründen nutzen Sie Ihre(n) Cloud- oder Colocation-Anbieter?“, Anteil der RZ-Nutzer



Unter RZ-Nutzer fallen alle Unternehmen, die eine Form der Cloud- (Public o. Private) oder Colocation-Infrastruktur nutzen. N = 285

Quelle: Unternehmensbefragung August 2024

Folgerichtig ist Rechenzentrumsnutzung in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Im August 2024 gaben 51 Prozent der Unternehmen an, Rechenzentrumsnutzer zu sein (Abbildung 4-2). Im Vergleich zu 2022 ist dies ein Anstieg um gut 25 Prozent (IW Consult, 2022).

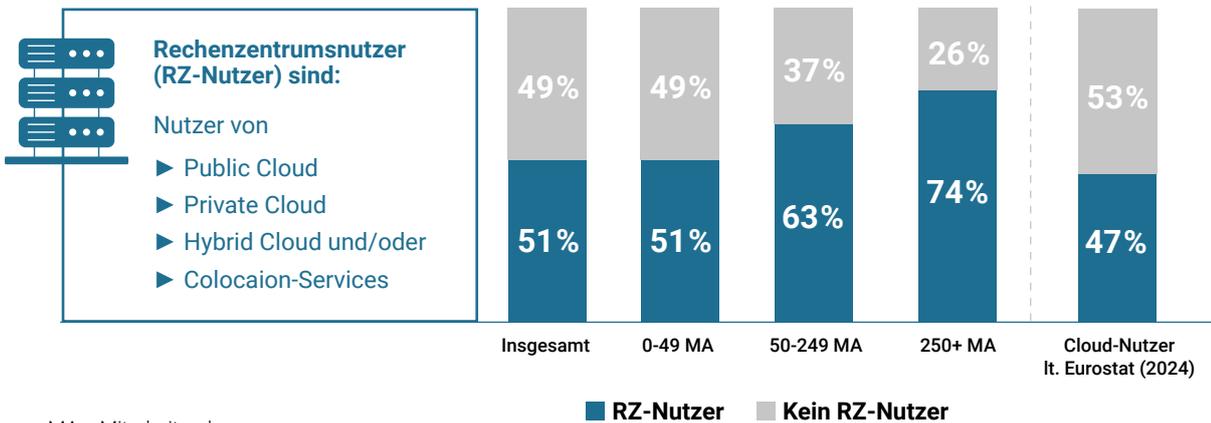
Laut einer Erhebung von Eurostat (2024) nutzten in Deutschland im Jahr 2023 47 Prozent der Unternehmen kostenpflichtige Cloud-Services. Da Colocation-Services bei der Eurostat-Erhebung nicht berücksichtigt wurden, fällt diese Zahl etwas niedriger aus als der Anteil der Rechenzentrumsnutzer in dieser

Studie. Ohne Colocation-Nutzer liegt der Anteil in der Befragung für diese Studie bei 48 Prozent (Abbildung 4-3).

Mit der Unternehmensgröße steigt auch der Anteil der RZ-Nutzer. Während der Nutzungsgrad bei Unternehmen mit 50 bis 249 Mitarbeitenden bei 63 Prozent liegt, steigt der Anteil bei großen Unternehmen (ab 250 Mitarbeitenden) auf fast drei Viertel (74 Prozent). Da die deutsche Wirtschaft KMU-geprägt ist, wird der Gesamtdurchschnitt maßgeblich durch kleine Unternehmen (bis 49 Mitarbeitende) bestimmt.

Abbildung 4-2: Nutzungsgrad von Rechenzentren

Frage: „Welche der folgenden Formen von IT-Infrastruktur haben Sie in Ihrem Unternehmen im Jahr 2023 genutzt?“



MA = Mitarbeitende
N = 279, 153, 67, 499

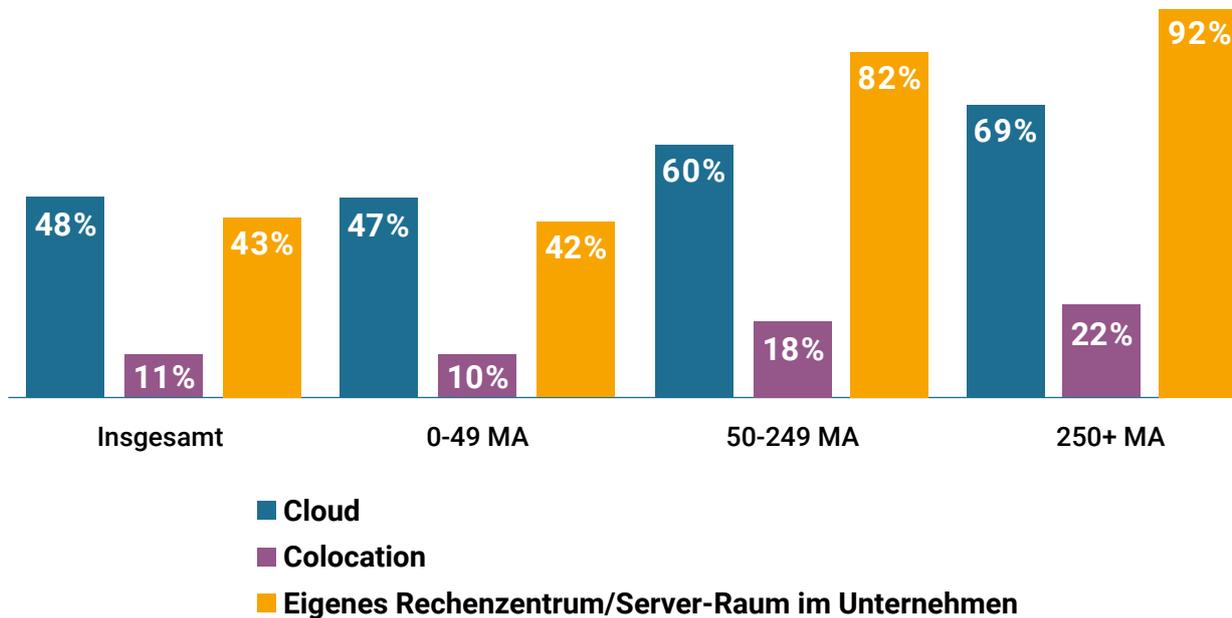
Quelle: Unternehmensbefragung August 2024; Eurostat (2024)

Viele Unternehmen nutzen das ganze Spektrum des Ökosystems digitaler Infrastrukturen parallel (Abbildung 4-3). 48 Prozent der Unternehmen verwenden entweder Public-Cloud-Dienste, Private-Cloud-Dienste oder beides. Colocation-Services, also die Unterbringung eigener Hardwarekomponenten auf gemieteter Rechenzentrumsfläche, werden aktuell bereits von 11 Prozent aller Unternehmen genutzt. Die Bedeutung von Colocation-Rechenzentren für das gesamte Ökosystems digitaler Infrastrukturen geht hierüber weit hinaus, da Clouddienstleistungen aktuell fast ausschließlich in Colocation-Rechenzentren erbracht werden. 43 Prozent der Unternehmen betreiben ein eigenes Rechenzentrum oder einen Server-Raum im Unternehmen. Für alle Formen von IT-Infrastrukturen zeigt sich ein Anstieg

der Verbreitung mit der Beschäftigtenzahl der Unternehmen. 47 Prozent der kleinen Unternehmen mit maximal 49 Mitarbeitenden nutzen Cloud-Dienste. Colocation-Services nehmen 10 Prozent dieser Unternehmen in Anspruch. Eigene interne IT-Infrastruktur betreiben 42 Prozent. Die mittleren Unternehmen mit 50 bis maximal 249 Mitarbeitenden greifen zu 60 Prozent auf Cloud-Dienste zurück. 18 Prozent geben an, Colocation-Services zu verwenden. Eigene interne IT-Infrastruktur steht bei 82 Prozent der mittleren Unternehmen. Von den großen Unternehmen ab 250 Mitarbeitenden nutzen 69 Prozent Cloud-Dienste. Colocation-Services nimmt bereits mehr als jedes Fünfte dieser Unternehmen (22 Prozent) in Anspruch. 92 Prozent haben eigene interne IT-Infrastruktur im Unternehmen.

Abbildung 4-3: Nutzungsgrad von IT-Infrastrukturen

Frage: „Welche der folgenden Formen von IT-Infrastruktur haben Sie in Ihrem Unternehmen im Jahr 2023 genutzt?“



Cloud = Public Cloud, Private Cloud und/oder Hybrid Cloud; MA = Mitarbeitende
 N = 279, 153, 67, 499

Quelle: Unternehmensbefragung August 2024

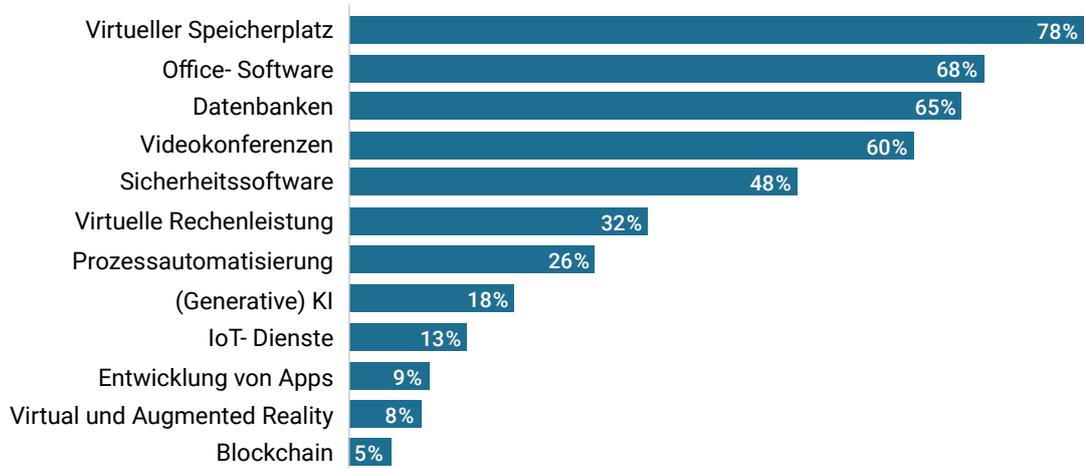
UNTERNEHMEN NUTZEN RECHENZENTRUMS-INFRASTRUKTUR FÜR EINE VIELZAHL VON ANWENDUNGSZWECKEN

Alle drei genannten Formen von IT-Infrastruktur bieten passende Lösungen für die Bedarfe der Unternehmen. Cloud- und Colocation-Dienste werden von den Unternehmen für eine Vielzahl von Anwendungszwecken verwendet (Abbildung 4-4). 78 Prozent der Rechenzentrumsnutzer verwenden virtuellen Speicherplatz, der über Rechenzentren bereitgestellt wird. Über die Nutzung externer Rechenzentrums-Infrastruktur kann der benötigte Speicherplatz bei Bedarf leicht hoch- oder runterskaliert werden. 68 Prozent der Nutzer betreiben Office-Software in ihrer Cloud- oder Colocation-Infrastruktur. So können beispielsweise Wartung und Software-Updates vom Anbieter übernommen werden. 65 Prozent der

Rechenzentrumsnutzer organisieren Daten in Cloud-Datenbanken, die ebenfalls Vorteile in Bezug auf Skalierbarkeit und Agilität bieten. Für Videokonferenzen verwenden drei von fünf Rechenzentrumsnutzern ihre Cloud- oder Colocation-Infrastruktur. Bedeutung haben Rechenzentren zudem für die Anwendung von Sicherheitssoftware (48 Prozent), virtueller Rechenleistung (32 Prozent), Prozessautomatisierung (26 Prozent) und Anwendungen (generativer) künstlicher Intelligenz (18 Prozent). Zudem werden auch anspruchsvolle Technologien wie Virtual und Augmented Reality oder Blockchain, die erst von einem vergleichsweise kleinen Anwenderkreis verwendet werden, durch Rechenzentren ermöglicht.

Abbildung 4-4: Technologienutzung in Cloud und Colocation

Frage: „Für welche Technologien oder Anwendungszwecke nutzen Sie Ihre Cloud- oder Colocation-Infrastruktur?“
Anteil der RZ-Nutzer



Unter RZ-Nutzer fallen alle Unternehmen, die eine Form der Cloud- (Public oder Private) oder Colocation-Infrastruktur nutzen;

IoT = Internet of Things

N = 49–285

Quelle: Unternehmensbefragung August 2024

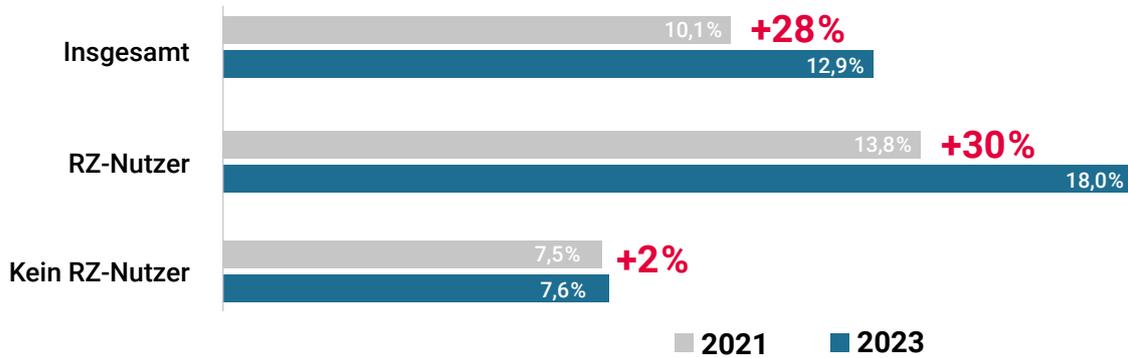
RECHENZENTRUMSNUTZER SIND INNOVATIVER

Diese vielfältigen Anwendungszwecke des Ökosystems digitaler Infrastrukturen ermöglichen es den Unternehmen, innovativer und erfolgreicher zu sein. Das zeigt sich insbesondere am Umsatzanteil neuer Produkte und Dienstleistungen (Abbildung 4-5). So bezeichnet man Produkte und Dienstleistungen, die es erst seit drei Jahren gibt oder die merklich verändert wurden. Diese sind eine Schlüsselkomponente im Innovationsmanagement von Unternehmen. Künftig können solche Produkte und Dienstleistungen die Hauptumsatz- und Gewinnträger in einem Unternehmen werden, da sie zum Beispiel besser auf Kundenbedürfnisse eingehen als ältere Produkte und Dienstleistungen.

Der Umsatzanteil neuer Produkte und Dienstleistungen liegt im Durchschnitt aller Unternehmen bei 12,9 Prozent (im Umsatzjahr 2023). Rechenzentrumsnutzer kommen auf einen deutlich höheren Umsatzanteil von 18 Prozent. Bei den Unternehmen, die keine Rechenzentrums-Infrastruktur nutzen, liegt dieser Wert nur bei 7,6 Prozent.

Neben dem höheren Umsatzanteil neuer Produkte und Dienstleistungen aktuell ist aber auch besonders auffällig, dass RZ-Nutzer diesen Umsatzanteil in den letzten zwei Jahren um 30 Prozent von knapp 14 auf 18 Prozent steigern konnten. Bei den Nicht-Nutzern von Rechenzentren ist der Anteil hingegen nahezu unverändert. Der Zuwachs in der Gesamtwirtschaft ist fast komplett auf Rechenzentrumsnutzer zurückzuführen. Das ist ein starker Hinweis darauf, dass die Agilität und Flexibilität, die mit der Nutzung von Rechenzentren einhergeht, Innovationsprozesse in Unternehmen anstößt und unterstützt. Da der Erfolg von Deutschland maßgeblich vom Know-how der Erwerbstätigen und der Innovationskraft seiner Unternehmen abhängt, ist das ein wichtiger Befund. Deutschland gilt noch immer als sehr innovationsfähig (Roland Berger, 2023), die Rahmenbedingungen stützen jedoch aktuell aus Sicht der Unternehmen diese Innovationsfähigkeit nicht ausreichend (Grömling, 2024). Der Ausbau der Rechenzentrums-Infrastruktur könnte daher ein Baustein zum Erhalt der Innovationsfähigkeit sein.

Abbildung 4-5: Umsatzanteil neuer Produkte und Dienstleistungen



2021 wurde zwischen Cloud- und Nicht-Cloud-Nutzern unterschieden.
N = 940 (2021), 385 (2024)

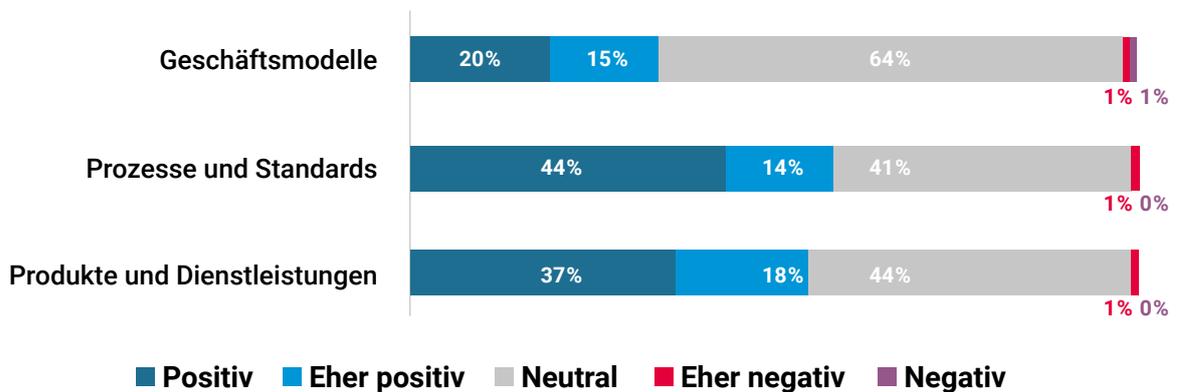
Quellen: Unternehmensbefragung August 2024; Unternehmensbefragung April-Juni 2022

Auch direkt nach dem Einfluss der Cloud-Technologie (und damit Rechenzentren) auf die Innovationsaktivitäten gefragt, geben die Rechenzentrumsnutzer an, dass diese sich positiv auswirkt (Abbildung 4-6). Insgesamt sagen 55 Prozent der Unternehmen, dass sich die Nutzung von Cloud-Technologie positiv (37 Prozent) oder eher positiv (18 Prozent) auf ihre Innovationsaktivitäten bei

neuen Produkten und Dienstleistungen auswirkt. 58 Prozent sehen eine positive (44 Prozent) oder eher positive (14 Prozent) Auswirkung der Cloud-Nutzung auf die Innovationsaktivität bei den Themen „Prozesse und Standards“. 35 Prozent der Unternehmen konnten positive (20 Prozent) oder eher positive (15 Prozent) Innovationsimpulse im Hinblick auf ihre Geschäftsmodelle entfalten.

Abbildung 4-6: Innovationsaktivitäten

Frage: „Welchen Einfluss hat die Cloud-Technologie auf die Innovationsaktivitäten Ihres Unternehmens in den folgenden Bereichen?“, Anteil der RZ-Nutzer



Unter RZ-Nutzer fallen alle Unternehmen, die eine Form der Cloud- (Public o. Private) oder Colocation-Infrastruktur nutzen.
N = 268

Unternehmensbefragung August 2024

RECHENZENTRUMSNUTZER ERZIELEN MEHR UMSATZ

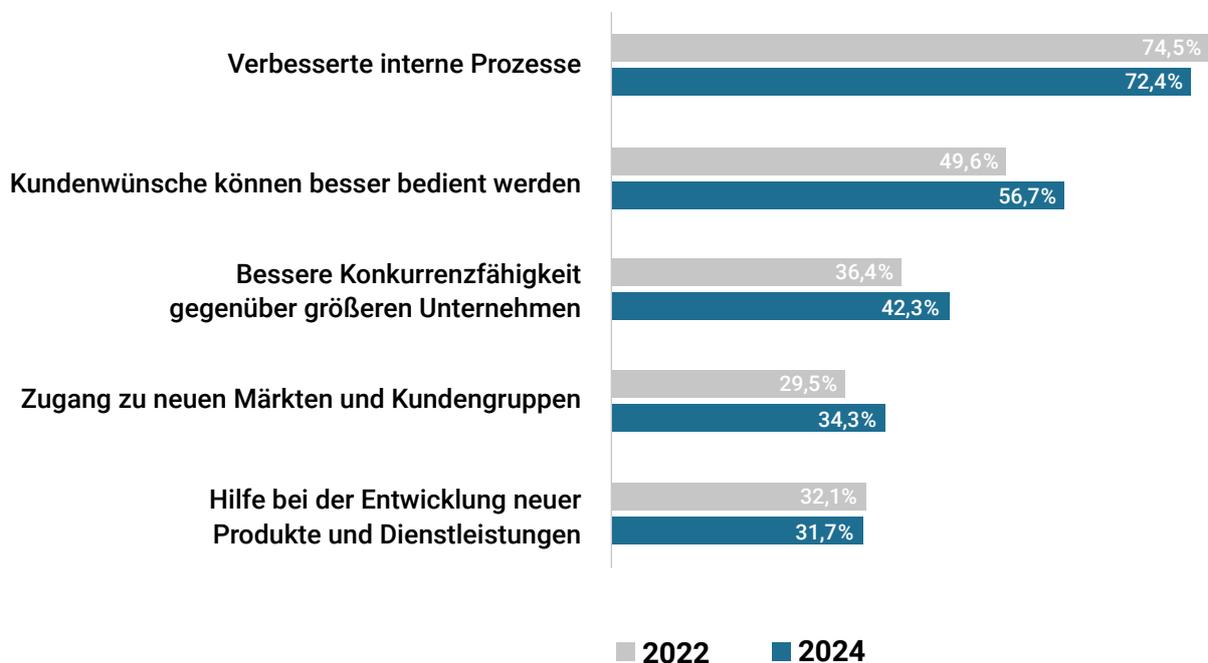
Die Rechenzentrumsnutzer sehen auch direkte monetäre Auswirkungen. Die Cloud-Technologie ermöglicht ihnen, zusätzliche Umsätze zu erzielen. Das bedeutet im Umkehrschluss, dass der Umsatz der Unternehmen und damit im Endeffekt die Wertschöpfung Deutschlands ohne Rechenzentren geringer ausfallen würde. 72 Prozent der Rechenzentrumsnutzer geben an, dass verbesserte interne Prozesse durch Cloud-Nutzung zu mehr Umsatz führen. 57 Prozent sagen, dass Kundenwünsche besser bedient werden können. 42 Prozent sehen ihr Unternehmen konkurrenzfähiger aufgestellt. Die Nutzung von Rechenzentren ermöglicht für 34 Prozent zudem den Zugang zu neuen Märkten und Kundengruppen, die sie ohne Rechenzentren nicht erschließen könnten. 32 Prozent können durch verbesserte Innovationsak-

tivitäten bei neuen Produkten und Dienstleistungen zusätzliche Umsätze generieren.

Bei drei der genannten Punkte ergeben sich zudem deutliche Zuwächse im Vergleich zum Jahr 2022. Die bessere Bedienung von Kundenwünschen nannten 2022 noch 7 Prozentpunkte weniger. Bei der Konkurrenzfähigkeit und dem Zugang zu neuen Märkten und Kundengruppen ergeben sich Zuwächse von knapp 6 beziehungsweise 5 Prozentpunkten. Demnach gewinnt die Rechenzentrumsnutzung bei der Erzielung zusätzlicher Umsätze an Bedeutung. Bei zwei Punkten zeigt sich ein leichter Rückgang. Diese Rückgänge fallen prozentual jedoch deutlich schwächer aus als die Zuwächse.

Abbildung 4-7: Erzielung zusätzlicher Umsätze durch Cloud-Technologie

Frage: „Wie hilft die Cloud-Technologie bei der Erzielung zusätzlicher Umsätze?“, Anteil der RZ-Nutzer



Unter RZ-Nutzer fallen alle Unternehmen, die eine Form der Cloud- (Public oder Private) oder Colocation-Infrastruktur nutzen. N = 660 (2022), 268 (2024); 2022 wurde zwischen Cloud- und Nicht-Cloud-Nutzern unterschieden

Quellen: Unternehmensbefragung August 2024; Unternehmensbefragung April-Juni 2022

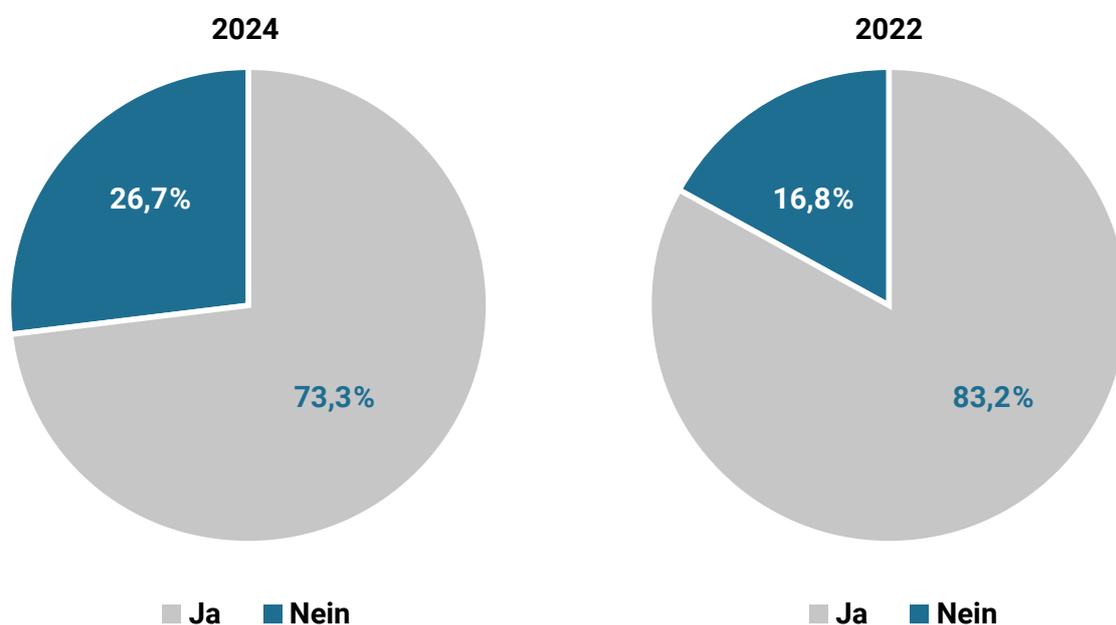
Für einen zunehmenden Anteil der Nutzer wäre das Geschäftsmodell des eigenen Unternehmens ohne Rechenzentrum gar nicht mehr umsetzbar. Während 2022 noch knapp 17 Prozent der Gruppe keine Möglichkeit für ihr Geschäftsmodell ohne Cloud sahen, stieg der Anteil auf fast 27 Prozent. Der Anteil ist sowohl für große als auch für mittlere und kleine

Unternehmen identisch. Für Innovatoren⁴ steigt der Anteil sogar auf 31 Prozent. Innovative Unternehmen sind damit im Besonderen auf eine zuverlässige Rechenzentrums-Infrastruktur angewiesen.

⁴ Innovatoren können seit 2021 mindestens eine Produkt- oder Dienstleistungsinnovation vorweisen und haben damit Umsatz erzielt.

Abbildung 4-8: Geschäftsmodell ohne Cloud

Frage: „Würde Ihr Geschäftsmodell ohne die Cloud- oder Colocation-Services funktionieren?“*, Anteil der RZ-Nutzer



2022: „Würde Ihr Geschäftsmodell auch ohne die Cloud möglich?“

Unter RZ-Nutzer fallen alle Unternehmen, die eine Form der Cloud- (Public oder Private) oder Colocation-Infrastruktur nutzen.

N = 285 (2024), N = 657 (2022)

Quellen: Unternehmensbefragung August 2024; Unternehmensbefragung April-Juni 2022

DIE DEUTSCHE WIRTSCHAFT PROFITIERT VON DER NUTZUNG VON RECHENZENTREN

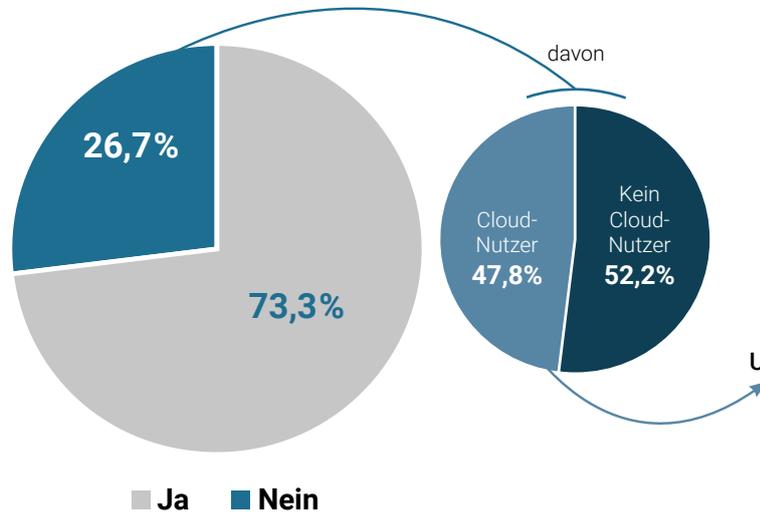
Diese Verbesserungen auf Unternehmensebene lassen sich auch auf die gesamtwirtschaftliche Perspektive übertragen. Rechenzentren haben eine hohe Bedeutung für die Erwerbstätigkeit in Deutschland. Aus den Angaben der Unternehmen in der Befragung lässt sich hochrechnen, wie viele Erwerbstätige in Unternehmen arbeiten, deren Geschäftsmodell ohne Cloud- und Colocation-Services nicht möglich wäre.

Dazu wird der Anteil dieser von 26,7 Prozent mit dem Cloud-Nutzungsgrad und der Erwerbstätigkeit in Deutschland multipliziert. So ergibt sich eine Zahl von knapp 5,9 Millionen Erwerbstätigen, die in Unternehmen mit rein Cloud-basierten Geschäftsmodellen arbeiten. Cloud- und Colocation-Services und damit Rechenzentren stützen damit heute schon rund 12,8 Prozent der deutschen Erwerbstätigkeit.

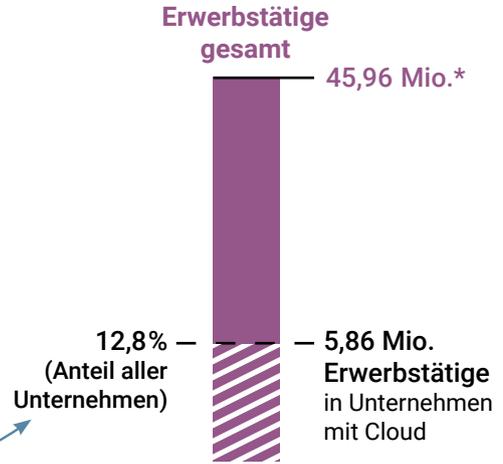
Abbildung 4-9: Erwerbstätige durch Cloud-Geschäftsmodelle

Hochrechnung

Anteil der Rechenzentrumsnutzer
 "Würde Ihr Geschäftsmodell ohne die Cloud-Services funktionieren?"



In Zahlen:



* Juli 2024 (Destatis Konjunkturindikatoren)
 Quellen: Unternehmensbefragung August 2024; eigene Berechnungen

Vor zwei Jahren lag die Zahl der Erwerbstätigen in Unternehmen mit rein Cloud-basierten Geschäftsmodellen Wert noch um drei Millionen niedriger bei gut 2,8 Millionen Erwerbstätigen. Heruntergerechnet auf die Monatsebene (24 Monate) entsteht

so im Durchschnitt ein monatlicher Zuwachs von 126.000 Erwerbstätigen in Unternehmen, deren Geschäftsmodell ohne die Cloud nicht realisierbar wäre. Damit tragen Rechenzentren zum Wachstum der Erwerbstätigkeit in Deutschland bei.

Abbildung 4-10: Erwerbstätige durch Cloud-Geschäftsmodelle im Zeitverlauf



Quellen: Unternehmensbefragung August 2024; Unternehmensbefragung April-Juni 2022; eigene Berechnungen

Neben der Bedeutung für die Erwerbstätigkeit lässt sich auch ein starker Einfluss auf die Bruttowertschöpfung zeigen. Bei einer ökonomischen Impact-Analyse berücksichtigt man in der Regel neben den direkten Effekten auch indirekte Effekte. Unter direkten Effekten versteht man bei dieser Impact-Analyse von Rechenzentren die Wertschöpfung von Unternehmen, die eine direkte Abhängigkeit von Rechenzentren und Cloud- und Colocation-Services angeben. Bei der Befragung haben die Unternehmen angegeben, welchen Umsatzanteil sie auf die Nutzung von Rechenzentren zurückführen. Indirekte Effekte ergeben sich etwa durch den Bezug von Vorleistungen dieser Unternehmen des direkten Ef-

fekts bei weiteren Unternehmen. Um das zu berücksichtigen, werden Impactmultiplikatoren verwendet, die sich mit den Inter-Country-Input-Output-Tabellen (ICIO) der OECD berechnen lassen (OECD, 2024). Die Aufschlüsselung nach Wirtschaftszweigen erlaubt es, Verflechtungen innerhalb Deutschlands abzubilden.

Folgt man den Befragungsergebnissen und berücksichtigt auch indirekte Effekte auf andere Unternehmen, ergibt sich durch Rechenzentrumsnutzung eine zusätzliche Bruttowertschöpfung im Jahr 2023 von rund 250 Milliarden Euro für die deutsche Volkswirtschaft.

AUCH DATENSCHUTZRECHTLICHE BEDENKEN HINDERN UNTERNEHMEN AN DER NUTZUNG VON RECHENZENTREN

Trotz der vielfältigen positiven Einflüsse der Nutzung von Rechenzentren beispielsweise bei Innovations- und Umsatzaspekten nutzen viele Unternehmen keine Cloud- und Colocation-Dienste. Um Stell-

schrauben zu identifizieren, die zu einer stärkeren zukünftigen Verbreitung führen können, wurden die Nicht-Nutzer von Rechenzentren nach den Gründen gefragt (Abbildung 4-11).

Abbildung 4-11: Gründe gegen Cloud-Nutzung

Frage: „Aus welchen Gründen nutzen Sie die Cloud-Technologie nicht?“, Anteil der Nicht-Nutzer von RZ



* Geschäftsmodell; ** 2022 nicht abgefragt

Unter Nicht-Nutzer von Rechenzentren fallen alle Unternehmen, die weder Cloud- (Public oder Private) noch Colocation-Infrastruktur nutzen. N = 90 (2024), N = 725-828 (2022); 2022 wurde zwischen Cloud- und Nicht-Cloud-Nutzern unterschieden

Quellen: Unternehmensbefragung August 2024; Unternehmensbefragung April-Juni 2022

Der häufigste genannte Grund der Unternehmen, warum sie nicht auf die Nutzung von Rechenzentren setzen, ist mit 66 Prozent, dass die Cloud-Technologie nicht für das Geschäftsmodell relevant sei. Die Relevanz der Cloud für ein Unternehmen hängt von unternehmensspezifischen Charakteristika ab. Ob die Cloud für einen einzelnen Nicht-Nutzer Vorteile bringen würde, lässt sich nicht allgemein bestimmen. Im Durchschnitt ergeben sich jedoch deutliche Vorteile. Der Anteil der Nicht-Nutzer, die

keine Relevanz für ihr Geschäftsmodell sehen, ist in den letzten zwei Jahren aber bereits gesunken. Zugenommen hat hingegen der Anteil der Nicht-Nutzer, der fehlendes Know-how als Grund angibt, der gegen die Nutzung von Rechenzentren spricht. Das kann durchaus als Zeichen für die Verschärfung des Fachkräftemangels gerade im Bereich IT gedeutet werden. Weiterhin gibt fast die Hälfte der Nicht-Nutzer auch datenschutzrechtliche Bedenken an. Der Anteil ist unverändert hoch.

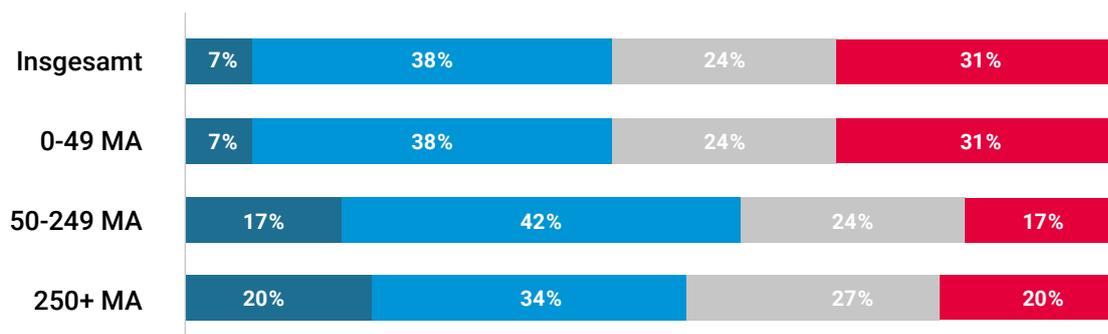
FAST DER HÄLFTE DER NUTZER IST DER STANDORT VON RECHENZENTREN IN DEUTSCHLAND WICHTIG

Viele Nutzer haben starke Präferenzen, wo die Rechenzentren, deren Services sie verwenden, ihren Standort haben oder haben sollten. Insgesamt wünschen sich 45 Prozent der Unternehmen einen Standort in Deutschland, ein kleiner Teil davon sogar in unmittelbarer Nähe. Mit der Unternehmensgröße ist tendenziell eine Ver-

stärkung des Effekts messbar, wobei mittelgroße Unternehmen mit 50 bis 249 Mitarbeitenden zu 59 Prozent einen Standort des genutzten Rechenzentrums in Deutschland bevorzugen. Von den großen Unternehmen ab 250 Mitarbeitenden hätten 54 Prozent gerne einen Standort in Deutschland.

Abbildung 4-12: Nähe zu Rechenzentren

Frage: „Wie wichtig ist Ihrem Unternehmen die räumliche Nähe zum nächstliegenden genutzten Rechenzentrum?“, Anteil der RZ-Nutzer



■ Rechenzentrum sollte in weniger als 30 km Luftlinie Umkreis liegen

■ Rechenzentrum sollte in Deutschland liegen

■ Rechenzentrum sollte innerhalb Europas liegen

■ Distanz ist irrelevant

Unter RZ-Nutzer fallen alle Unternehmen, die eine Form der Cloud- (Public oder Private) oder Colocation-Infrastruktur nutzen. Unterschiede von 100 Prozent ergeben sich durch Rundungen.

N = 48-272; MA = Mitarbeitende.

Quellen: Unternehmensbefragung August 2024

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

Die Ergebnisse der Analyse zeigen, wie ein funktionierendes Ökosystem digitaler Infrastruktur dazu beitragen kann, die zukünftige Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft zu erhöhen:

- Der Einsatz von KI ist zentral, damit die deutsche Wirtschaft die digitale Transformation erfolgreich gestalten kann. Rechenzentren bilden hierfür das Rückgrat, indem sie Unternehmen die Adaption von KI-Anwendungen erleichtern.
- Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass mit der Nutzung von Rechenzentren eine Steigerung der Innovationsaktivitäten und der Produktivität einhergeht. Innovation und Produktivitätssteigerung sind elementar für die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Unternehmen.
- Die Unternehmen erkennen zunehmend die Vorteile von Cloud- und Colocation-Nutzung. Hochgerechnet rund 5,9 Millionen Erwerbstätige sind in Unternehmen beschäftigt, deren Geschäftsmodelle ohne Cloud nicht möglich wären. In den letzten zwei Jahren ist diese Zahl im Durchschnitt monatlich um 126.000 Erwerbstätige gestiegen.
- Durch die gesteigerte Wettbewerbsfähigkeit aufgrund von Cloud-Nutzung werden Wertschöpfungseffekte in Höhe von 250 Milliarden Euro ausgelöst. Darin enthalten sind auch indirekte Effekte der vorgelagerten Wertschöpfungskette der Cloud-nutzenden Unternehmen.

Abbildung 5-1: Kernergebnisse der Studie

Rechenzentren sind das Rückgrat der technologischen Zukunft



Quelle: eigene Darstellung

Dabei ist es für viele Unternehmen wichtig, dass die Rechenzentren, deren Services sie nutzen, ihren Standort in Deutschland haben. Umso bedeutender ist daher die Sicherstellung eines leistungsfähigen

Ökosystems digitaler Infrastruktur hierzulande, um die volle positive Wirkung auf die Unternehmen zur Entfaltung zu bringen. Folgende Handlungsfelder (Abbildung 5-2) sollten adressiert werden:

BESCHLEUNIGUNG DES AUSBAUS DIGITALER INFRASTRUKTUR

Sowohl die Nachfrage von Unternehmen nach Cloud- und Colocation-Angeboten wächst als auch der Bedarf nach Rechenleistungen durch den zunehmenden Einsatz generativer KI. Ansiedlungen von Rechenzentren sind ein zentraler Baustein, um Deutschland als digitalen Standort in der Bedeutung zu stärken. Um die notwendigen Rechenzentrumskapazitäten errichten zu können, bedarf es einer neuen Flächen- und Genehmigungspolitik. Lange Verfahren bremsen an vielen Stellen den Wirtschaftsstandort, sodass Neuansiedlungen verzögert werden und der Ausbau der digitalen Infrastruktur stockt. Genehmigungsprozesse für Rechenzentren dauern in Deutschland zum Teil mehr als ein Jahr, in anderen EU-Ländern ist ein solcher Prozess in einigen Wochen abgeschlossen (Bitkom, 2022). Für eine Beschleunigung der Prozesse muss das Mindset in den Verwaltungen auf die massive ökonomische Bedeutung von Rechenzentren für die Wahrung des Wohlstands am Standort Deutschland ausgerichtet werden.

Darüber hinaus bedarf es einer Priorisierung neuer Gewerbe- und Industrieflächenausweisungen. Der Anteil vermarktungsreifer Industrieflächen geht zunehmend zurück, wie das Wirtschaftsförderer-Panel der IW Consult zeigt. Im Westen Deutschlands sind so gut wie keine Industrieflächen mehr in ausreichendem Maße verfügbar. Es sollte ein Konsens der verschiedenen Interessensgruppen über die Verteilung gefunden werden, indem etwa eine übergeordnete Balance zwischen neuen Industrieflächen und neuen Naturschutzgebieten inklusive eines Gewerbesteuersharedeals in wirtschaftlich weniger gut angebundenen Regionen gefunden wird. Insbesondere wirtschaftliche Argumente, zum Beispiel die Ermöglichung der Ansiedlung von Schlüsselindustrien für die Transformation wie Rechenzentren, können aus Sicht der Wirtschaftsförderer die Akzeptanz in der Bevölkerung für industrielle Neuansiedlungen erhöhen.

IKT-INVESTITIONEN STEIGERN

Investitionen in Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) fielen in den letzten Jahren in Deutschland deutlich geringer als beispielsweise in den USA aus. Bei der Entwicklung des IT-Kapitalstocks, zu dem neben Rechenzentren auch Investitionsgüter wie Software und Computerausrüstung gehören, hinkt Deutschland gewaltig hinterher. Das Wachstum des IT-Kapitalstocks in Deutschland seit 1995 liegt mit 303 Prozent deutlich unter dem der USA mit 869 Prozent (EUKLEMS, 2024). Die Erhöhung der IKT-Investments ist bedeutend, um die digitale Transformation zu bewältigen. Dafür sollten Erleichterungen für private Investitionen in

diesem Bereich geschaffen werden: 9 von 10 Euro, die in Deutschland investiert werden, stammen aus privaten Quellen (Hentze et al., 2024). Eine kurzfristige Maßnahme wäre die Einführung der Superabschreibung auf digitale Wirtschaftsgüter. Angesichts der schnellen Entwicklung digitaler Technologien ist eine beschleunigte Abschreibung sinnvoll, etwa für Software und Datenbanken. Dies ist bereits im Koalitionsvertrag vorgesehen (SPD et al., 2021). Eine sofortige Amortisation von Investitionsausgaben kann Unternehmen, insbesondere KMU, Anreize bieten, in Zukunftstechnologien zu investieren (Clemens et al., 2021).

DEZENTRALE STÄRKEN BEWAHREN

Deutschland weist mit seiner dezentralen Struktur der wirtschaftlichen Aktivität eine Stärke auf, die erhalten werden muss. Die dezentrale Unternehmensverteilung in Deutschland ist ein Vorteil gegenüber anderen Ländern und wirkte bisher demokratieverstärkend, da auch in ländlich geprägten Räumen ein hoher Wohlstand erwirtschaftet wird. Gleichzeitig finden aktuelle Transformationsprozesse verstärkt auch in ländlichen Räumen statt. Um diese Transformationsprozesse zu unterstützen und die Chancen der Digitalisierung zur Überwindung von Distanznachteilen zu städtischen Räumen nutzen zu können, muss die digitale Infra-

struktur vor allem dort zügig ausgebaut werden, wo sich wirtschaftliche Aktivitäten konzentrieren.

Darüber hinaus gilt es, die Unternehmen weiter über die Vorteile einer Nutzung von Cloud- und Colocation-Angeboten aufzuklären. Diese Aufklärungsarbeit könnten vor allem regionale Akteure wie beispielsweise die Mittelstand-4.0-Kompetenzzentren leisten. Insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen gibt es noch viel Potenzial, wie diese Studie zeigt. Es wäre sinnvoll, verstärkt auf die Vorteile hinzuweisen und Vorbehalte, beispielsweise zur Datensicherheit, abzubauen.

KI IN DIE BREITE BRINGEN

Künstliche Intelligenz ist die Technologie, die einen gesamtwirtschaftlichen Produktivitätssprung erzeugen kann. Um das KI-Potenzial auszuschöpfen, muss die Technologie in der Breite der Unternehmen Anwendung finden. Die Studie zeigt, dass vor allem kleine und mittlere Unternehmen sich bei der Nutzung noch zurückhalten. Gleichzeitig profitieren sie besonders, wie die angegebenen Produktivitätssteigerungen in der Befragung zeigen.

KI-Hubs, die vor allem KMU bei der Entwicklung von Use Cases und der Implementierung von KI

unterstützen, können hier einen wichtigen Beitrag leisten. Regionale Initiativen wie der KI-Hub Kronach oder der KI-Hub Sachsen bieten bereits Dienstleistungen in den Bereichen Sensibilisierung, Vernetzung oder Weiterbildung an. Darüber hinaus gibt es in den Mittelstand-4.0-Kompetenzzentren KI-Trainerinnen und -Trainer, die mit Workshops und Vorträgen über das Thema KI aufklären. Diese Angebote sollten weiter ausgebaut werden, um die Adaptionsgeschwindigkeit von KI zu erhöhen und gerade für mittelständische Unternehmen Barrieren für den Einsatz abzubauen.

Abbildung 5-2: Handlungsempfehlungen

Vier Wege zu einer Beschleunigung der KI-Transformation



Quelle: eigene Darstellung

METHODIK

UNTERNEHMENSBEFRAGUNG

Mithilfe einer computerunterstützten telefonischen Befragung (CATI-Befragung) wurden aus einer zufälligen Stichprobe 499 Unternehmen in Deutschland jeweils rund 20 Minuten befragt. Die Befragung fand im August 2024 statt.

Die teilnehmenden Unternehmen wurden aus der Datenbank beDirect in einer Zufallsziehung gesampelt, die hinsichtlich Branchen- und Größenklassen geschichtet ist. Die Schichtung ist notwendig, um sicherzustellen, dass auch geringfügig besetzte Klassen (Unternehmen mit mehr als 249 Beschäftigten) über eine hinreichende Fallzahl verfügen. Laut aktuellem Unternehmensregister verteilen sich die Unternehmen in Deutschland folgendermaßen auf die drei gängigen Größenklassen:

- 0 bis 49 Mitarbeitende: 97,3 Prozent,
- 50 bis 249 Mitarbeitende: 2,2 Prozent,
- ab 250 Mitarbeitende: 0,5 Prozent.

Gemäß dem Gesetz der großen Zahlen würde sich eine zufällig ausgewählte Stichprobe diesen Anteilen mit steigender Stichprobengröße immer weiter annähern. Daraus folgt, dass unter 500 zufällig ausgewählten Unternehmen nur 2,5 Unternehmen mit 250 oder mehr Beschäftigten zu erwarten sind, wodurch diese Unternehmensgruppe nicht separat ausgewertet werden könnte. Um dieser Tendenz entgegenzuwirken, wurden Unternehmen mit mindestens 50 Beschäftigten im Rahmen der Ziehung überproportional repräsentiert. Da diese Unternehmen allerdings zufällig ausgewählt wurden, spricht man von einer stratifizierten Zufallsziehung.

Die überproportionale Repräsentanz der Großunternehmen führt dazu, dass die befragten Unternehmen keiner repräsentativen Stichprobe der Grundgesamtheit aller Unternehmen mehr entsprechen. Allerdings lässt sich die systematische Verzerrung durch Anzahlgewichtung ausgleichen,

sodass sich die Stichprobe sowohl für seltene Unternehmensgruppen wie Großunternehmen auswerten lässt, als auch die externe Validität einer vollkommenen Zufallsziehung gegeben ist. Als Ankervariable dient dabei die Branchenklassenzusammensetzung in den Branchen:

- Dienstleistungen (WZ 45-74) und
- Produzierendes Gewerbe (WZ 10-43)

sowie die Größenklassenzusammensetzung in den Größenklassen

- 0 bis 49 Mitarbeitende,
- 50 bis 249 Mitarbeitende,
- 250 und mehr Mitarbeitende.

Im Rahmen der Anzahlgewichtung erhalten die 499 befragten Unternehmen Gewichtungsfaktoren. Diese Faktoren ergeben sich durch folgende Berechnung:

$$W_{i,j} = \frac{\text{Anteil_Grundgesamtheit}_{i,j}}{\text{Anteil_Stichprobe}_{i,j}}$$

wobei i die Branchen- und j die Größenklasse darstellt. Die Anzahlgewichtung führt also dazu, dass die Branchen- und Größenklassenanteile der Stichprobe mit denen der Grundgesamtheit übereinstimmen, da überrepräsentierte Gruppen ein Gewicht kleiner eins und unterrepräsentierte Gruppen ein Gewicht größer eins erhalten. Der Mittelwert über alle Gewichte ergibt exakt eins. Wir möchten darauf hinweisen, dass Unternehmensangaben in ihrer Natur subjektiv sind. Die im Rahmen der Unternehmensbefragung erhobenen Daten werden verwendet, um sich der Realität anzunähern und datenbasierte Ableitungen zu treffen. Die mit den Unternehmensangaben dargestellten Beziehungen sind nicht als Kausalzusammenhänge, sondern als Korrelationen zu verstehen.

BERECHNUNG DES IMPACTS

Auf Basis der Unternehmensangaben lässt sich der wirtschaftliche Impact der Rechenzentrumsnutzung berechnen. Bei einer ökonomischen Impact-Analyse berücksichtigt man in der Regel neben den direkten Effekten auch indirekte Effekte. Unter direkten Effekten versteht man bei dieser Impact-Analyse von Rechenzentren die Wertschöpfung von Unternehmen, die eine direkte Abhängigkeit von Rechenzentren und Cloud- und Colocation-Services angeben. Die Unternehmen wurden dazu gefragt, wie hoch der eigene Umsatz im Jahr 2023 war, den sie durch Nutzung von Cloud-Technologien in Deutschland erzielen konnten. Diese zusätzlichen Umsätze werden in Relation zum Gesamtumsatz des Unternehmens gesetzt, um einen Anteil zu berechnen. Daraus ergeben sich branchenspezifische Durchschnittswerte. Diese Durchschnittswerte werden mit dem Umsatz der Branchengruppen aus dem Statistischen Unternehmensregister des Statistischen Bundesamts sowie dem Cloud-Nutzungsgrad der Branchengruppen aus der Befragung multipliziert. So ergibt sich der Cloud-Umsatz in Euro. Der Cloud-Umsatz wird mit branchenspezifischen

Impactmultiplikatoren verrechnet. Dadurch wird einerseits der Umsatz in Bruttowertschöpfung umgerechnet, andererseits werden indirekte Effekte auf andere Unternehmen berücksichtigt. Die Umrechnung von Umsatz in Wertschöpfung berücksichtigt also auch die angestoßene Wertschöpfung in den vorgelagerten Wertschöpfungsketten.

Die Impactmultiplikatoren werden mit den Inter-Country-Input-Output-Tabellen (ICIO) der OECD berechnet (OECD, 2024). Die Aufschlüsselung nach Wirtschaftszweigen erlaubt es, Verflechtungen innerhalb Deutschlands abzubilden. Die Impactmultiplikatoren betragen:

- Produzierendes Gewerbe: 0,70,
- Handel, Verkehr, Logistik: 0,83,
- unternehmensnahe Dienstleister: 0,86.

Die aktuellen ICIO-Tabellen beziehen sich auf das Jahr 2020. Da durch Auswirkungen der Coronapandemie die Tabellen für das Jahr 2020 nicht repräsentativ sind, werden die Tabellen des Jahres 2019 verwendet.

LITERATURVERZEICHNIS

Acemoglu, Daron et al., 2022, Automation and the Workforce: A Firm-Level View from the 2019 Annual Business Survey, Cambridge (Mass.)

AK VGRdL – Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder, 2023, Bruttoinlandsprodukt, Bruttowertschöpfung in den kreisfreien Städten und Landkreisen der Bundesrepublik Deutschland 1992 und 1994 bis 2022 (Reihe 2 Band 1), Berechnungsstand: August 2023, eigene Berechnungen mit IW-Regionstypen

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, 2021, Schlaglichter der Wirtschaftspolitik: Neue Räume für Innovationen, Monatsbericht, Nr. 10/2021, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Infografiken/Schlaglichter/2021/10/neue-raeume-fuer-innovationen-download.pdf?__blob=publicationFile&v=1 [7.10.2024]

Büchel, Jan / Bakalis, Dennis / Scheufen, Marc, 2023, Digitalisierung der Wirtschaft in Deutschland: Digitalisierungsindex 2023: Kurzfassung der Ergebnisse des Digitalisierungsindex im Rahmen des Projekts „Entwicklung und Messung der Digitalisierung der Wirtschaft am Standort Deutschland“

Bitkom, 2022, Politische Rahmenbedingungen für Rechenzentren am Standort Deutschland verbessern, <https://www.bitkom.org/print/pdf/node/16188> [09.10.2024]

Bitkom, 2024, Digitalisierung der Wirtschaft: Unternehmen wollen Digitalisierung vorantreiben – müssen aber schneller werden, <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Unternehmen-wollen-Digitalisierung-vorantreiben> [7.10.2024]

Clemens, Martin / Fuest, Clemens / Wiegmann, Jochen, 2021, Investitionsförderung durch beschleunigte steuerliche Abschreibungen, in: ifo Schnelldienst, 74. Jg., Nr. 12, S. 39–40, <https://www.econstor.eu/handle/10419/250839> [8.10.2024]

Czarnitzki, Dirk / Fernández, Gastón P. / Rammer, Christian, 2023, Artificial intelligence and firm-level productivity, in: Journal of Economic Behavior & Organization, 211. Jg., S. 188–205

DE-CIX, 2024, DE-CIX Internetknoten: Globaler Datenverkehr wächst 2023 deutlich um 23 Prozent auf 59 Exabyte, Pressemitteilung, 29. Januar 2024, https://www.de-cix.net/_Resources/Persitent/b/c/9/d/bc9d425370304d1647b9e95aaf6f4553f7b65c4d/DE-CIX%20Internetknoten%20Globaler%20Datenverkehr%20w%C3%A4chst%202023%20deutlich%20um%2023%20Prozent%20auf%2059%20Exabyte.pdf [8.10.2024]

Epoch AI, 2024, Notable AI Models, <https://epochai.org/data/notable-ai-models> [7.10.2024]

EUKLEMS (2024) EUKLEMS & INTANProd database. Luiss Lab of European Economics at Luiss University in Rome, Italy. <https://euklems-intanprod-illee.luiss.it/download/> [08.10.2024]

Eurostat, 2024, Digitalisation in Europe – 2024 edition, <https://ec.europa.eu/eurostat/de/web/interactive-publications/digitalisation-2024> [7.10.2024]

FAZ, 2024, Der KI fehlt die Infrastruktur, 2. September, <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/schnellerschlau/der-ki-fehlt-die-infrastruktur-wo-stehen-die-meisten-supercomputer-19936335.html> [4.10.2024]

- Grömling, Michael, 2024, Pessimistische Unternehmen, <https://dievolkswirtschaft.ch/de/2024/07/pessimistische-unternehmen/> [7.10.2024]
- Hentze, Tobias / Kauder, Björn / Obst, Thomas, 2024, Standortfaktor Körperschaftsteuer: Szenarien für mehr private Investitionen, Stiftung Familienunternehmen (Hrsg.), https://www.familienunternehmen.de/media/public/pdf/publikationen-studien/studien/Standortfaktor-Koerperschaftsteuer_Studie_Stiftung-Familienunternehmen.pdf [8.10.2024]
- ILO – International Labour Organization, 2024, Social Security Inquiry Database, https://rshiny.ilo.org/dataexplorer7/?lang=en&id=DEU_A [7.10.2024]
- IMD – International Institute for Management Development, 2024, Country Profiles: Germany, https://www.imd.org/entity-profile/germany-wcr/#_yearbook_Economic%20Performance [7.10.2024]
- IW Consult, 2022, AWS Impact Studie Deutschland. Die Bedeutung von AWS für die deutsche Wirtschaft, Studie im Auftrag der Amazon Web Services EMEA SARL Branch Germany, https://www.iwconsult.de/fileadmin/user_upload/pdfs/2022/bericht-aws-impact-2022.pdf [7.10.2024]
- IW Consult, 2023a, Der digitale Faktor. Wie Deutschland von intelligenten Technologien profitiert, Gutachten im Auftrag von Google Germany, <https://www.der-digitale-faktor.de> [08.10.2024]
- IW Consult, 2023b, Innovative Milieus 2023: Die Innovationsfähigkeit der deutschen Unternehmen in Zeiten des Umbruchs, <https://pub.bertelsmann-stiftung.de/innovative-milieus> [09.10.2024]
- IW Consult, 2024a, What if? Eine Betrachtung von Wachstumspotenzialen für Deutschland, Studie im Auftrag von META, <https://www.iwconsult.de/projekte/what-if-eine-betrachtung-von-wachstumspotenzialen-fuer-deutschland/> [08.10.2024]
- IW Consult, 2024b, Der digitale Faktor – Wie Deutschland von intelligenten Technologien profitiert - Potenziale künstlicher Intelligenz im Verarbeitenden Gewerbe, https://der-digitale-faktor.de/download/240416_IW_Google-Studie_FourPager_Manufacturing_BF.pdf [8.10.2024]
- Kerkhof, Anna / Licht, Thomas / Menkhoff, Manuel / Wohlrabe, Klaus, 2024, Die Nutzung von Künstlicher Intelligenz in der deutschen Wirtschaft, in: ifo Schnelldienst, 77. Jg., Nr. 8, S. 39–43
- Lehmann, Erik E. / Schenkenhofer, Julian / Wirsching, Katharine, 2019, Hidden champions and unicorns: a question of the context of human capital investment, in: Small Business Economics, 52. Jg., Nr. 2, S. 359–374
- McKinsey, 2024, Generative AI: The next S-curve for the semiconductor industry?, <https://www.mckinsey.de/industries/semiconductors/our-insights/generative-ai-the-next-s-curve-for-the-semiconductor-industry> [7.10.2024]
- OECD – Organisation for Economic Cooperation and Development, 2015, The Innovation Imperative: Contributing to Productivity, Growth and Well-Being, https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/the-innovation-imperative_9789264239814-en [7.10.2024]
- OECD - Organisation for Economic Cooperation and Development, 2024, Inter-Country Input-Output tables, <https://www.oecd.org/en/data/datasets/inter-country-input-output-tables.html> [8.10.2024]

Roland Berger, 2023, Innovationsindikator 2023,
https://www.rolandberger.com/publications/publication_pdf/roland_berger_innovationsindikator_2023_de.pdf
[7.10.2024]

Savills, 2024, European Data Centres: Navigating the new data-centric frontiers, Report,
https://ap-verlag.de/clickandbuilds/WordPress/MyCMS4/wp-content/uploads/2024/07/Savills_Spotlight-EU-Data-Centre-2024.pdf
[7.10.2024]

Schröder, Christoph, 2022, Lohnstückkosten im internationalen Vergleich: Kostenwettbewerbsfähigkeit der deutschen Industrie in Zeiten multipler Krisen, in: IW-Trends, 49. Jg., Nr. 3, S. 45–66

Sevilla et al., 2022, Compute trends across three eras of machine learning,
<https://arxiv.org/pdf/2202.05924>
[7.10.2024]

Simon, Hermann, 2021, Hidden Champions. Die neuen Spielregeln im chinesischen Jahrhundert, Frankfurt am Main

SPD; Bündnis 90/ Die Grünen; FDP., 2021, Mehr Fortschritt wagen – Bündnis für Freiheit, Gerechtigkeit und Nachhaltigkeit,
https://www.spd.de/fileadmin/Dokumente/Koalitionsvertrag/Koalitionsvertrag_2021-2025.pdf
[08.10.2024]

eco – Verband der Internetwirtschaft e. V.

Französische Straße 48

10117 Berlin

030 – 20 21 567-0

030 – 20 21 567-19

info@digitale-infrastrukturen.net

digitale-infrastrukturen.net

IW Consult GmbH

Konrad-Adenauer-Ufer 21

50668 Köln

0221 49 81-758

www.iwconsult.de