

B 4 Künstliche Intelligenz



[Download der
Abbildung
und Daten](#)





B 4 Künstliche Intelligenz

Künstliche Intelligenz (KI) zeichnet sich als Schlüsseltechnologie durch eine hochdynamische Entwicklung aus, verfügt über ein breites Anwendungsspektrum – z. B. in der Automobilindustrie, bei den Finanzdienstleistungen oder in der Medizin – und eröffnet den Anwenderunternehmen und -branchen vielfältige Innovations- und Wachstumspotenziale.⁴²³ Damit besitzt KI ein enormes transformatives Moment, das zu einem grundlegenden Strukturwandel in Wirtschaft und Gesellschaft führen kann. Aufgrund dieser Eigenschaften wird KI häufig mit Schlüsseltechnologien wie der Dampfmaschine, der Elektrizität oder dem Internet verglichen. Insbesondere der generativen KI, die es ermöglicht, aus sogenannten Grundlagensmodellen z. B. Texte, Bilder oder Programmcodes zu erzeugen, wird ein hohes Innovationspotenzial zugeschrieben.

Die Expertenkommission hat bereits in früheren Jahresgutachten das Thema KI aufgegriffen und diskutiert, inwieweit Deutschland bei der KI-Entwicklung international mithalten kann. Diese Frage stellt sich vor dem Hintergrund der rasanten Entwicklungen im Bereich der generativen KI erneut – neue Akteure bringen erfolgreiche Innovationen hervor, etablierte Akteure passen ihre Strategien an und im politischen Raum werden auf breiter Ebene Fragen der politischen Begleitung und Regulierung diskutiert.

Forschung und Entwicklung (FuE) im Bereich der KI erfordert umfangreiche Daten und Rechenkapazitäten. Grundlagenbezogene Forschung findet dabei sowohl in Forschungseinrichtungen als auch in Unternehmen statt. Die USA und China dominie-

ren im Bereich KI, während Deutschland und die anderen Länder der Europäischen Union (EU-27) im internationalen Vergleich zurückfallen und Gefahr laufen, im Bereich der KI in technologische Abhängigkeiten zu geraten und so die technologische Entwicklung nicht mehr mitgestalten zu können. Deutschland und Europa sind daher gefordert, Maßnahmen zu ergreifen, um ihre technologische Souveränität zu stärken. Dies ist auch eine wichtige Voraussetzung dafür, bei der Entwicklung sowie Nutzung von KI europäische Werte wie Nicht-diskriminierung, Schutz der Privatsphäre und Datenschutz zu wahren.

Um die Innovations- und Wachstumspotenziale von KI nutzen zu können, muss KI in der Breite der Wirtschaft, d. h. in Unternehmen unterschiedlicher Branchen und Größenklassen, zum Einsatz kommen. Zwar planen viele Unternehmen in Deutschland den Einsatz von KI, jedoch überwiegen noch Unsicherheiten und Bedenken hinsichtlich der Reife und Zuverlässigkeit von KI.

Zur Unterstützung eines KI-Ökosystems sollte die Bundesregierung die KI-Forschung weiter fördern und zum Auf- und Ausbau der KI-Infrastruktur in Form von Daten, Rechenkapazitäten, Wagniskapital und Kompetenzen beitragen. Der AI Act sollte im Laufe der Zeit auf Basis der in der Regulierungspraxis gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen im Dialog mit Akteuren anderer Wirtschafts- und Werteräume angepasst werden. Dabei ist auf eine Balance zwischen Rechtssicherheit einerseits und der Schaffung und Ausschöpfung von Innovationspotenzialen andererseits zu achten.

B 4-1 Dynamik der Technologieentwicklung

In den vergangenen Jahren haben Wissenschaft und Wirtschaft die FuE-Aktivitäten im Bereich der KI insgesamt verstärkt. Begünstigt durch die zunehmende Verfügbarkeit von Daten und Rechenkapazität wurden insbesondere im Bereich der generativen KI (vgl. Box B 4-1) die FuE-Aktivitäten enorm ausgeweitet. Dies schlägt sich in einer Zunahme der in wissenschaftlichen Zeitschriften erschienenen KI-Publikationen⁴²⁴ und in einer Zunahme der Anmeldungen transnationaler KI-Patente⁴²⁵ nieder.

Die Abbildungen B 4-2 und B 4-3 zeigen anhand von Indexbetrachtungen, wie sich der Umfang der KI-Publikationen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften und die Anzahl der transnationalen Patentanmeldungen sowohl bei der KI insgesamt

als auch bei der generativen KI weltweit entwickelt haben. Transnationale Patentanmeldungen sind Patentanmeldungen, die am Europäischen Patentamt oder bei der World Intellectual Property Organization eingereicht werden.⁴²⁶ Da vor dem Jahr 2013 im Bereich der generativen KI noch keine transnationalen Patente angemeldet wurden, beziehen sich die Indizes auf das Jahr 2013 und die Patentanzahlen dieses Basisjahres werden gleich 100 gesetzt. Bei den wissenschaftlichen Publikationen wird analog verfahren und ihre Anzahl im Jahr 2013 wird gleich 100 gesetzt. Der Betrachtungszeitraum beginnt im Jahr 2010. Der aktuelle Rand liegt bei den Publikationen im Jahr 2022 und bei den transnationalen Patentanmeldungen im Jahr 2020.

Bei den KI-Publikationen betrug der Indexwert im Jahr 2010 78 und stieg bis zum Jahr 2022 um das Achtfache auf 630. Im Bereich der generativen KI lag der Indexwert bei den Publikationen im Jahr

Box B 4-1 Begriffe zu künstlicher Intelligenz

Künstliche Intelligenz

Mit dem Begriff künstliche Intelligenz werden Verfahren, Algorithmen und technologische Lösungen beschrieben, die es erlauben, bisher von Menschen ausgeführte komplexe Vorgänge auf lernende Maschinen und Software zu übertragen.⁴²⁷

Generative KI

Generative KI ist eine Form der KI, die dazu dient, Inhalte wie Texte oder Bilder, Video, Audio oder Computercodes selbst zu erzeugen oder zu bearbeiten. Dies kann unimodal erfolgen (z. B. Text zu Text) oder multimodal (z. B. Text zu Bild oder Bild zu Text).

Maschinelles Lernen

Maschinelles Lernen (ML) zielt darauf ab, mit Hilfe von Lernalgorithmen und Daten komplexe Modelle zu trainieren, die anschließend auf neue, potenziell unbekannte Daten derselben Art angewendet werden.⁴²⁸

Grundlagenmodell

Forschende der Stanford University prägten für KI-Modelle, die auf einer breiten Datenbasis trainiert wurden und Grundlage für die Entwicklung einer Vielzahl spezifischer Anwendungen sein können, den Begriff Foundation Model.⁴²⁹ Im

deutschen Sprachraum werden solche Modelle auch als Grundlagenmodelle bezeichnet.

Große Sprachmodelle und multimodale Modelle

Bei großen Sprachmodellen bzw. Large Language Models (LLM) handelt es sich um Modelle, die natürliche Sprache verarbeiten und generieren. Sie können beispielsweise Texte verfassen und übersetzen sowie Fragen beantworten. Multimodale Modelle verarbeiten und generieren mehrere Modalitäten wie Sprache, Audio und Bild. Große Sprachmodelle und multimodale Modelle sind Ausprägungen von Grundlagenmodellen.

Parameter

Parameter sind numerische Werte, die von maschinellen Lernmodellen während des Trainings erlernt werden.⁴³⁰ Das Sprachmodell Luminous von Aleph Alpha⁴³¹ beispielsweise umfasst je nach Variante 13 bis 70 Milliarden Parameter.⁴³² Das Sprachmodell GPT-4 von OpenAI soll rund 1,8 Billionen Parameter umfassen.⁴³³

Edge AI

Statt in der Cloud werden bei Edge AI Daten dort ausgewertet, wo sie entstehen.⁴³⁴

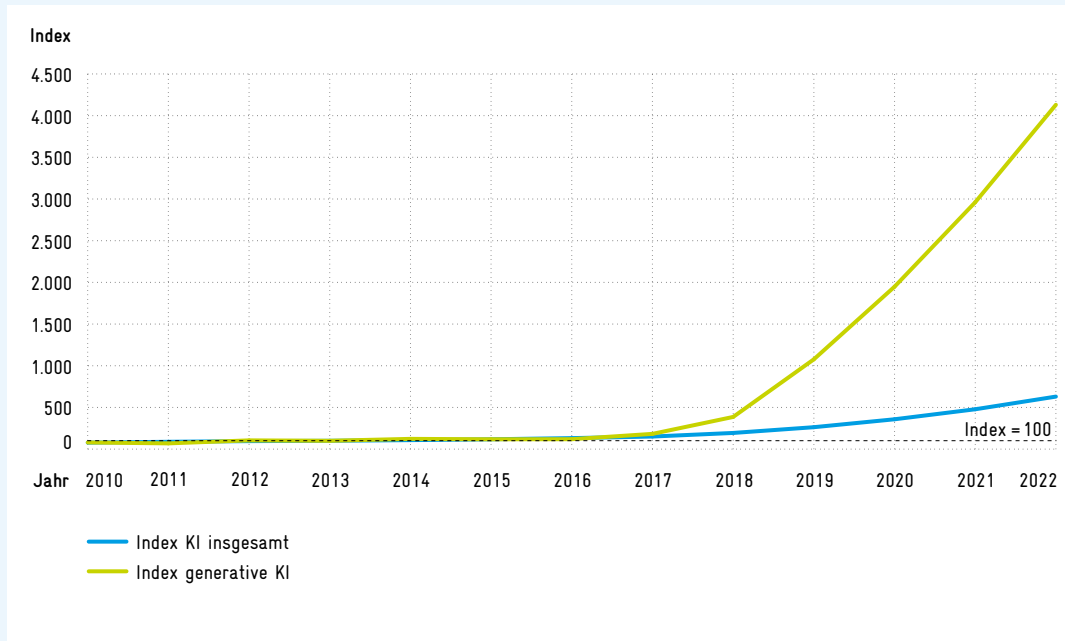
Federated Learning

Federated Learning ist ein ML-Verfahren, bei dem mehrere Einheiten zusammenarbeiten, ohne direkt Daten auszutauschen. Die Koordination erfolgt durch einen zentralen Server.⁴³⁵

Abb. B 4-2 Wissenschaftliche Publikationen im Bereich KI weltweit 2010–2022 als Indexwerte



[Download der
Abbildung
und Daten](#)



Index: 2013 = 100.
Lesebeispiel: Im Jahr 2020 wurden im Bereich KI weltweit 3,6-mal so viele wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht wie im Jahr 2013, im Bereich generativer KI wurden in jenem Jahr 19,5-mal so viele wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht wie im Jahr 2013.
Quelle: Clarivate-Datenbank Web of Science (verwendete Datenbank-Editionen: SCIE, SSCI, AHCI, CPCI) in XML-Format, 2010–2022. Eigene Berechnungen im Rahmen des Kompetenznetzwerks Bibliometrie (KB).
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

2010 bei 80 und erhöhte sich bis zum Jahr 2022 sogar um den Faktor 52 auf 4.130.

Der Indexwert für die transnationalen KI-Patente stieg von 50 im Jahr 2010 auf 820 im Jahr 2020 – das entspricht einer Versechzehnfachung. Während es im Bereich der generativen KI im Jahr 2010 noch zu keinen Anmeldungen transnationaler Patente kam, betrug der Indexwert im Jahr 2020 bereits 4.420.

B 4-2 Positionierung Deutschlands und der EU bei KI

Die Positionierung Deutschlands und der EU bei der KI lässt sich anhand von Publikations- und Patentdaten darstellen. Im Feld der generativen KI ist es sinnvoll, darüber hinaus Daten zu Modellen des maschinellen Lernens (ML-Modelle) zu betrachten.

KI-Publikationen: Deutschland und EU weit hinter China

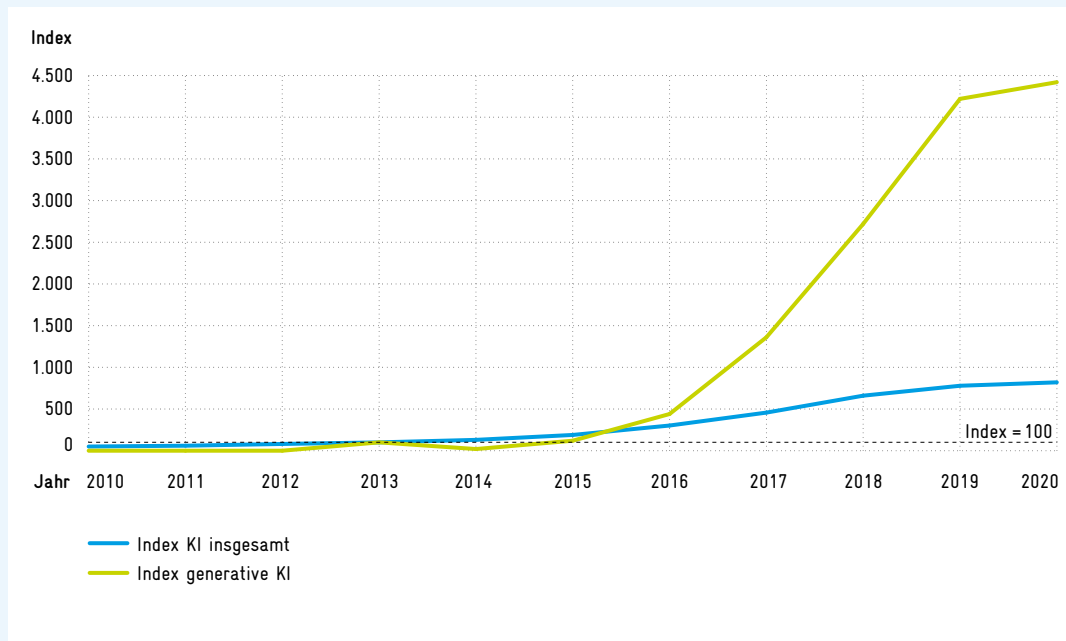
Im Jahr 2022 sind weltweit 147.700 KI-Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften erschienen, davon entfielen 36,4 Prozent auf China (vgl. Abbildung B 4-4).⁴³⁶ Mit weitem Abstand folgten die USA mit 11,6 Prozent, Indien mit 6,3 Prozent, Südkorea mit 3,5 Prozent und das Vereinigte Königreich mit 3,4 Prozent. Deutschland wies nur einen Anteil von 2,7 Prozent an den KI-Publikationen auf. Die EU-27 erreichten zusammen einen Anteil von 14,5 Prozent.

Während China seinen Anteil im Zeitraum 2010 bis 2022 um 22,9 Prozentpunkte steigern konnte, ging der Anteil der USA um 5,3 Prozentpunkte zurück. Deutschland verzeichnete einen Rückgang von 1,4 Prozentpunkten. Der Anteil der EU-27, der 2010 noch höher als der Chinas war, sank im Zeitraum 2010 bis 2022 deutlich um 11,8 Prozentpunkte.⁴³⁷

Abb. B 4-3 Transnationale Patentanmeldungen im Bereich KI weltweit 2010-2020 als Indexwerte



[Download der
Abbildung
und Daten](#)



Für das Jahr 2020 kann eine Untererfassung der Patentanmeldungen nicht ausgeschlossen werden, da zum Stichpunkt der Datenerhebung im Oktober 2023 möglicherweise nicht alle relevanten Patentanmeldungen aus dem Jahr 2020 bereits veröffentlicht waren.

Index: 2013 = 100.

Lesebeispiel: Im Jahr 2020 wurden im Bereich KI weltweit 8,2-mal so viele Patente angemeldet wie im Jahr 2013, im Bereich generativer KI wurden im Jahr 2020 44,2-mal so viele Patente angemeldet wie im Jahr 2013.

Quelle: PATSTAT. Eigene Berechnungen.

© EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

Im Bereich der generativen KI entfielen 40,3 Prozent der im Zeitraum 2017 bis 2022 veröffentlichten wissenschaftlichen Publikationen auf Autorinnen und Autoren chinesischer Organisationen (vgl. Abbildung B 4-5). Die USA folgten mit einem Anteil von 14,4 Prozent. Damit stammte mehr als die Hälfte der Publikationen in diesem Feld aus China und den USA. Der Anteil Deutschlands lag – wie bei den KI-Publikationen insgesamt – bei lediglich 2,7 Prozent. Autorinnen und Autoren von Organisationen aus den EU-27 haben 11,8 Prozent der Publikationen verfasst.

Die meisten KI-Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften gehen auf Autorinnen und Autoren zurück, die an Universitäten tätig sind.⁴³⁸ Es gibt jedoch auch Bereiche innerhalb der KI, in denen Unternehmen sehr intensiv Forschung betreiben und publizieren und die eng mit generativen KI-Modellen verbunden sind. So gehörten Microsoft, Google, die Alibaba Group und Amazon zu den zehn Organisationen, die im Jahr 2021 im Feld der lin-

guistischen Datenverarbeitung (Natural Language Processing) die meisten Publikationen in wissenschaftlichen Zeitschriften veröffentlicht haben.⁴³⁹ Im Feld der Spracherkennung (Speech Recognition) zählten Microsoft, Google, Tencent und Amazon zu den TOP-10 der publizierenden Organisationen.⁴⁴⁰ Deutsche Unternehmen oder Unternehmen der EU waren in beiden Feldern unter den zehn Organisationen mit den meisten wissenschaftlichen Publikationen nicht zu finden.

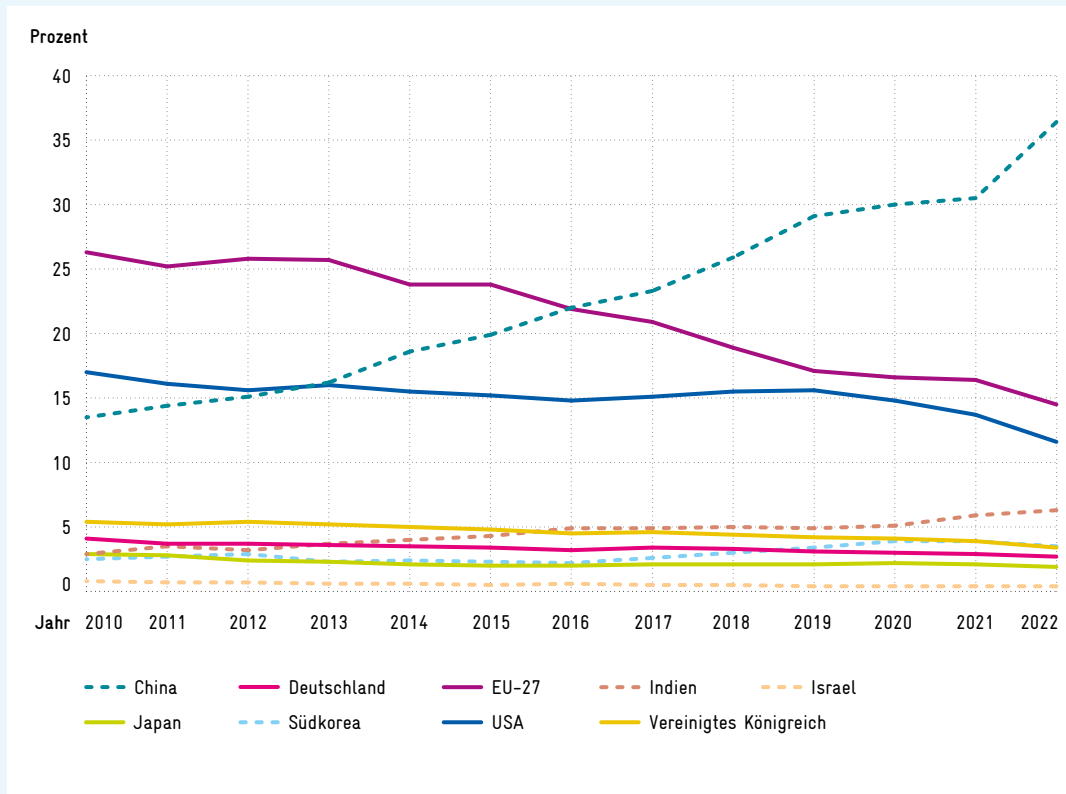
KI-Patentanmeldungen: Anteile Deutschlands und der EU rückläufig

Die Daten zu den angemeldeten transnationalen KI-Patenten im Jahr 2020 zeigen, dass die Mehrheit der Erfinderinnen und Erfinder in China und den USA ansässig war, mit Anteilen von 28,5 bzw. 26,6 Prozent (vgl. Abbildung B 4-6).⁴⁴¹ Deutschland wies einen Anteil von 6,5 Prozent auf. Der Anteil der EU-27 lag mit 16,2 Prozent unter dem Chinas und dem der USA.

Abb. B 4-4 Anteile ausgewählter Länder an wissenschaftlichen Publikationen im Bereich KI 2010-2022 in Prozent



[Download der Abbildung und Daten](#)

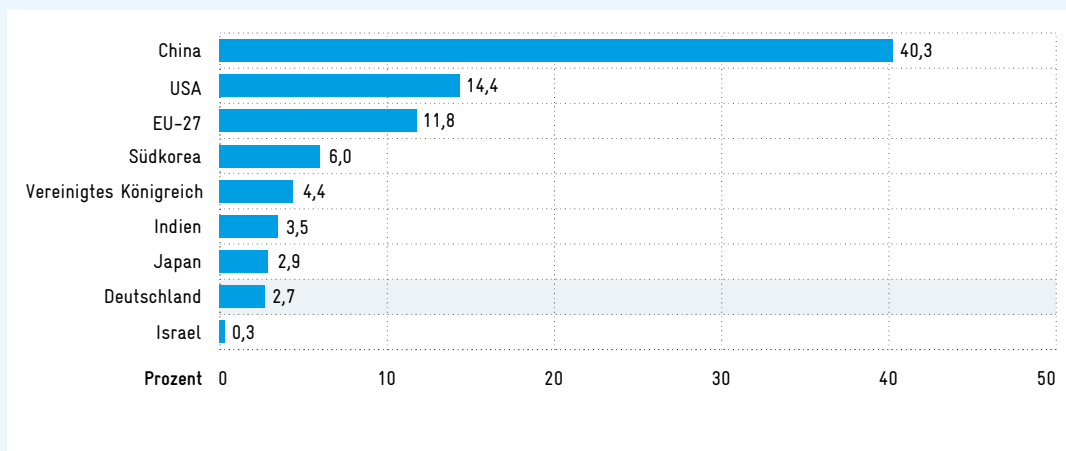


Lesebeispiel: Der Anteil Chinas bei wissenschaftlichen Publikationen im Bereich KI stieg von 13,5 Prozent im Jahr 2010 auf 36,4 Prozent im Jahr 2022.
Quelle: Clarivate-Datenbank Web of Science (verwendete Datenbank-Editionen: SCIE, SSCI, AHCI, CPCI) in XML-Format, 2010-2022. Eigene Berechnungen im Rahmen des Kompetenznetzwerks Bibliometrie (KB). Fraktionierte Zählweise.
© EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

Abb. B 4-5 Anteile ausgewählter Länder an wissenschaftlichen Publikationen im Bereich generativer KI 2017-2022 in Prozent



[Download der Abbildung und Daten](#)



Lesebeispiel: Im Zeitraum 2017 bis 2022 lag der Anteil Indiens bei den wissenschaftlichen Publikationen im Bereich generativer KI bei 3,5 Prozent.
Quelle: Clarivate-Datenbank Web of Science (verwendete Datenbank-Editionen: SCIE, SSCI, AHCI, CPCI) in XML-Format, 2017-2022. Eigene Berechnungen im Rahmen des Kompetenznetzwerks Bibliometrie (KB). Fraktionierte Zählweise.
© EFI - Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

Im Zeitraum 2010 bis 2020 stieg der Anteil Chinas um 25 Prozentpunkte, während der Anteil der USA um 6,7 Prozentpunkte zurückging. Deutschlands Anteil sank um 4,1 Prozentpunkte. Der Anteil der EU-27 war ebenfalls rückläufig und ging im Beobachtungszeitraum um 9 Prozentpunkte zurück.⁴⁴²

Im Bereich der generativen KI lagen die USA mit 32,9 Prozent aller weltweit im Zeitraum 2017 bis 2020 angemeldeten transnationalen Patente vorn, gefolgt von China mit 24,5 Prozent der Anmeldungen (vgl. Abbildung B 4-7). Auf Deutschland entfielen 6,1 Prozent und auf die EU-27 insgesamt 15,3 Prozent der im Bereich der generativen KI angemeldeten transnationalen Patente.

Wie in anderen Technologiefeldern wird auch in der KI der überwiegende Anteil der Patente von Unternehmen angemeldet. Zu den 20 Organisationen, die im Zeitraum 2010 bis 2020 die meisten transnationalen KI-Patente anmeldeten, gehören jeweils fünf japanische und US-amerikanische Unternehmen,

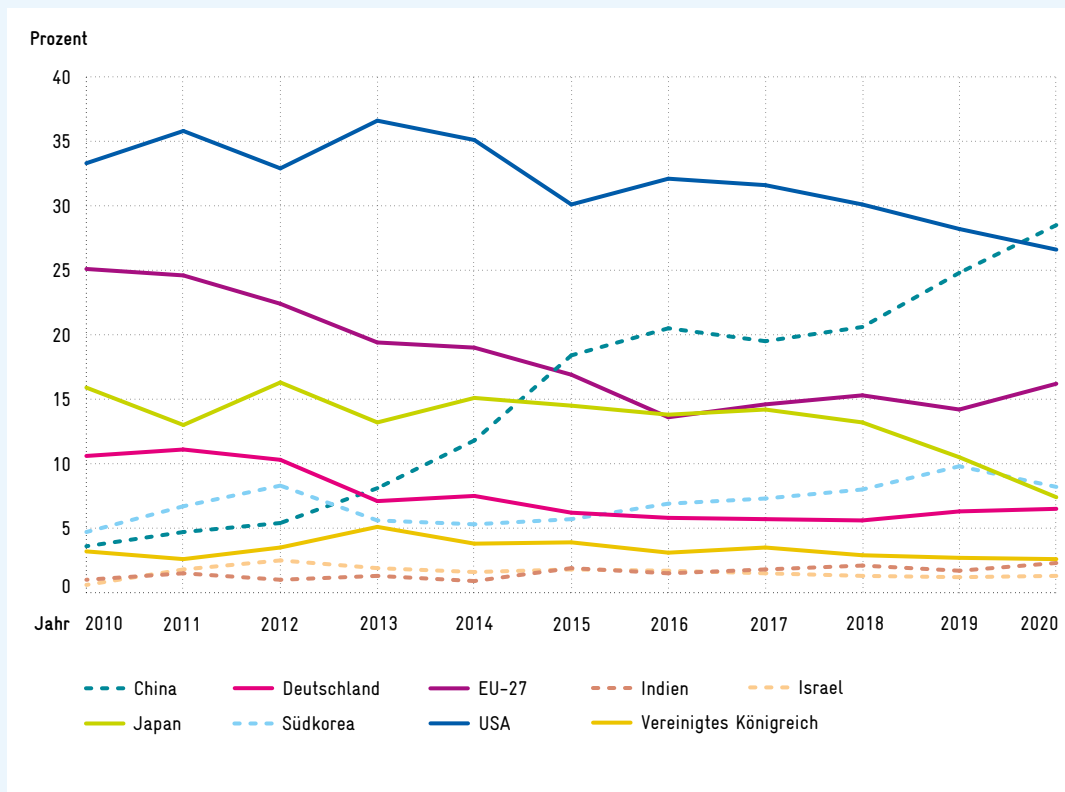
vier chinesische Unternehmen, jeweils zwei deutsche und südkoreanische Unternehmen und jeweils ein finnisches und niederländisches Unternehmen (vgl. Abbildung B 4-8). Bei den beiden deutschen Unternehmen handelt es sich um Siemens und Bosch.

Im Bereich der generativen KI ergibt sich – bei einer vergleichsweise geringen Anzahl der Patente – ein ähnliches Bild wie bei der KI insgesamt (vgl. Abbildung B 4-9). Sieben US-amerikanische Unternehmen, vier chinesische Unternehmen und eine chinesische Forschungseinrichtung, zwei deutsche und zwei japanische Unternehmen sowie ein südkoreanisches, ein niederländisches, ein schwedisches und ein finnisches Unternehmen gehören zu den 20 Organisationen, die im Zeitraum 2010 bis 2020 in diesem Feld die meisten transnationalen Patente angemeldet haben. Bei den beiden deutschen Unternehmen handelt es sich wieder um Siemens und Bosch, die auch bei den KI-Patenten insgesamt zu den Top-Organisationen gehören.

Abb. B 4-6 Anteile ausgewählter Länder an transnationalen Patentanmeldungen im Bereich KI 2010–2020 in Prozent

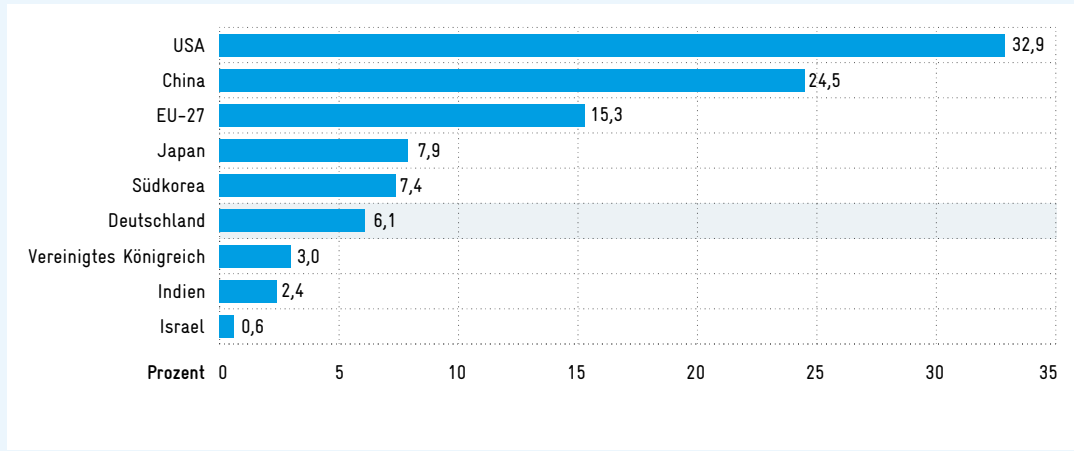


[Download der Abbildung und Daten](#)



Lesebeispiel: Im Jahr 2019 entfielen 28,2 Prozent der transnationalen Patentanmeldungen im Bereich KI auf die USA.
Quelle: PATSTAT. Eigene Berechnungen. Fraktionierte Zählweise.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

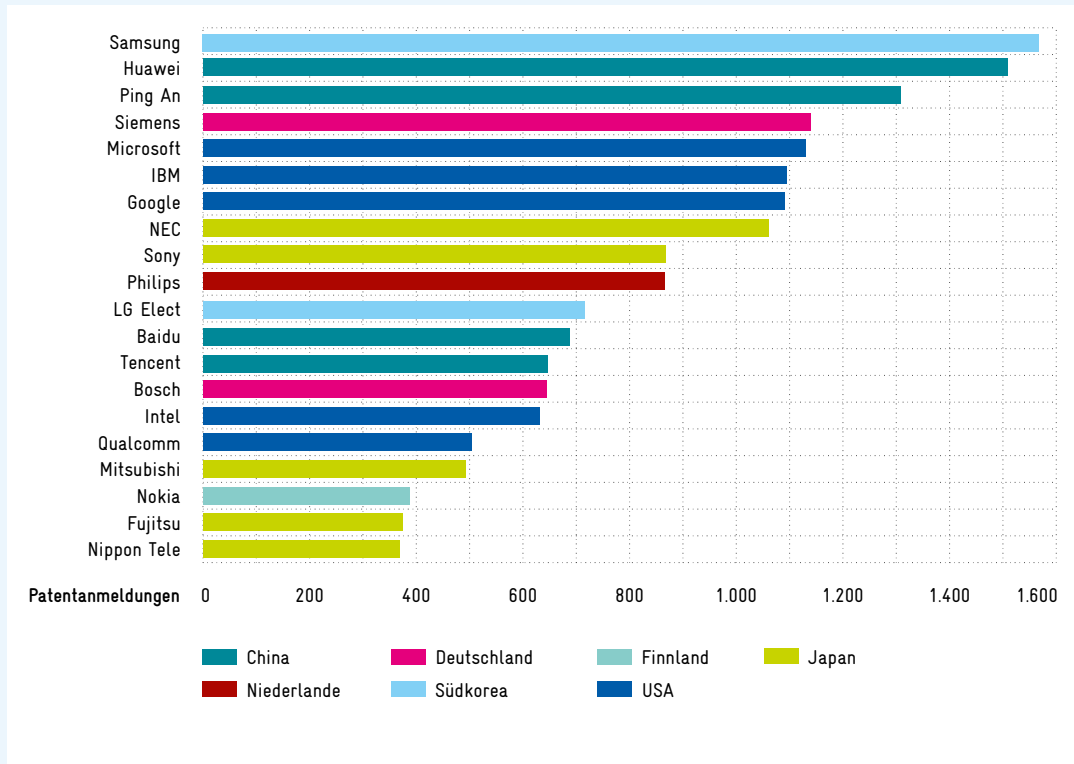
Abb. B 4-7 Anteile ausgewählter Länder an transnationalen Patentanmeldungen im Bereich generativer KI 2017-2020 in Prozent



Lesebeispiel: Die EU-27 hatten im Zeitraum 2017 bis 2020 einen Anteil von 15,3 Prozent an den transnationalen Patentanmeldungen im Bereich KI.
Quelle: PATSTAT. Eigene Berechnungen. Fraktionierte Zählweise.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

[Download der Abbildung und Daten](#)

Abb. B 4-8 Transnationale Patentanmeldungen im Bereich KI nach anmeldenden Organisationen und deren Hauptsitz 2010-2020



Lesebeispiel: Das chinesische Unternehmen Huawei meldete im Betrachtungszeitraum 1.508 KI-Patente an.
Quelle: PATSTAT. Eigene Berechnungen. Fraktionierte Zählweise.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

[Download der Abbildung und Daten](#)

KI-Modelle: Deutschland und EU noch am Anfang

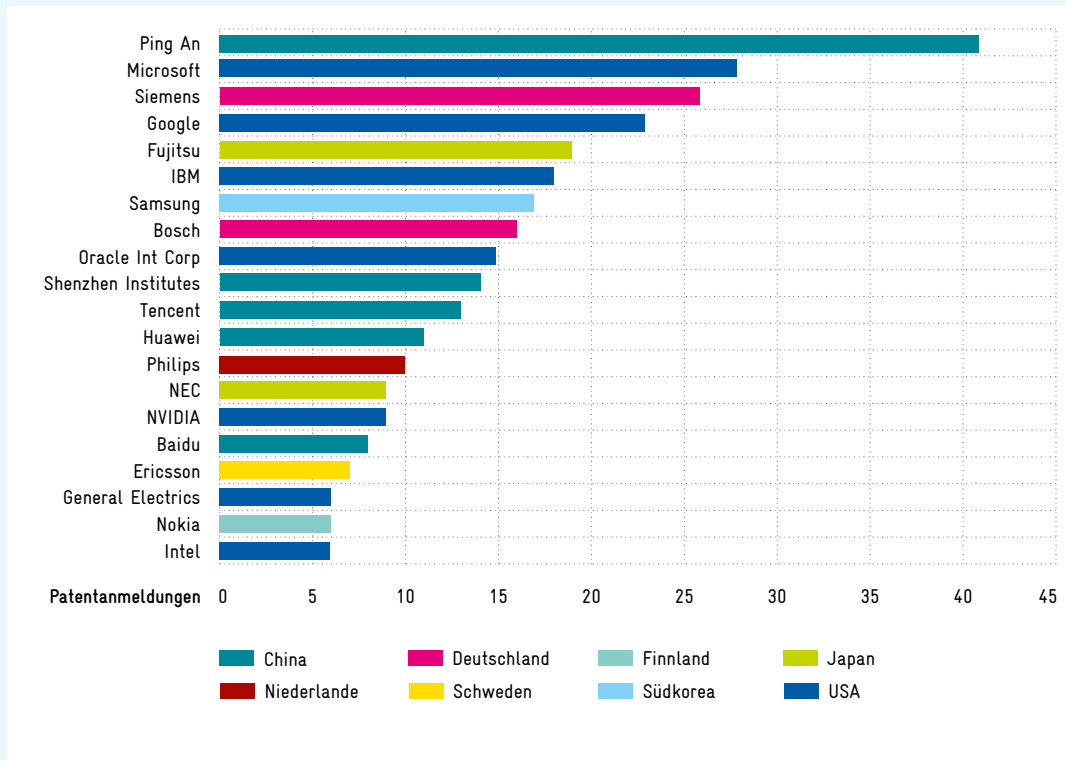
Nicht alle Neuerungen und Weiterentwicklungen im Bereich der KI werden durch Publikationen oder Patente dokumentiert. So gibt es beispielsweise keine wissenschaftlichen Publikationen oder Patente zur Modellarchitektur von GPT-4, dem großen Sprachmodell von OpenAI. Um – gerade auch im Feld der generativen KI – die internationale Wettbewerbssituation einschätzen zu können, ist es deshalb sinnvoll, neben Publikationen und transnationalen Patenten auch Entwicklungssprünge im Bereich der ML-Modelle (vgl. Box B 4-1) zu betrachten.

Der Artificial Intelligence Index Report 2023 des Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence (HAI) hat basierend auf Daten von Epoch AI für das Jahr 2022 die Veröffentlichung von 38 besonders bedeutenden ML-Modellen erfasst, von denen 32 aus dem Unternehmenssektor

stammen.⁴⁴³ Bis 2014 entfiel der größte Anteil der ML-Modelle noch auf den Wissenschaftssektor. Im Zeitverlauf haben sich die Größe, der Trainingsaufwand und damit die Kosten solcher ML-Modelle fortlaufend erhöht⁴⁴⁴ und belaufen sich nun auf bis zu zweistellige Millionenbeträge in US-Dollar.⁴⁴⁵ Hochschulen und mit öffentlichen Mitteln finanzierte außeruniversitäre Forschungseinrichtungen (AUF) können bei der Entwicklung solcher Modelle schneller an Budgetgrenzen stoßen als große IT-Unternehmen. Auch Start-ups fehlen häufig die hierfür notwendigen finanziellen Ressourcen.

Unter den bedeutenden ML-Modellen gewinnen große Sprachmodelle und multimodale Modelle an Relevanz, da sie als Grundlagenmodelle an eine Vielzahl nachgelagerter Aufgaben angepasst werden können. Die Anzahl der Länder, die an der Entwicklung solcher Modelle beteiligt sind, hat sich im Zeitverlauf erhöht. Gemäß dem Artificial Intelligence Index Report 2023 wurden im Jahr 2019 noch alle großen Sprachmodelle und multi-

Abb. B 4-9 Transnationale Patentanmeldungen im Bereich generativer KI nach anmeldenden Organisationen und deren Hauptsitz 2010–2020



[Download der Abbildung und Daten](#)

Lesebeispiel: Das US-amerikanische Unternehmen Microsoft meldete im Betrachtungszeitraum 28 Patente im Bereich generativer KI an. Quelle: PATSTAT. Eigene Berechnungen. Fraktionierte Zählweise. © EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

modalen Modelle in den USA entwickelt.⁴⁴⁶ Von den im Jahr 2022 veröffentlichten großen Sprachmodellen und multimodalen Modellen stammten noch etwas mehr als die Hälfte aus den USA (54,2 Prozent). Darüber hinaus waren das Vereinigte Königreich (21,9 Prozent), China (8,0 Prozent), Kanada (6,3 Prozent), Israel (5,8 Prozent), Deutschland (3,1 Prozent) und Indien (0,9 Prozent) an der Entwicklung großer Sprachmodelle und multimodaler Modelle beteiligt. Kanada, Deutschland und Indien haben 2022 mit Stable Diffusion, GPT-NeoX-20B und Imagen erstmals zu großen Sprach- und multimodalen Modellen beigetragen.⁴⁴⁷ Im Jahr 2023, also außerhalb des Betrachtungszeitraums des Artificial Intelligence Index Report 2023, kamen weitere Länder hinzu. So veröffentlichten das Technology Innovation Institute aus den Vereinigten Arabischen Emiraten mit Falcon 40B und Falcon 180B und das französische Start-up Mistral AI mit Mistral 7b v0.1 große Sprachmodelle.⁴⁴⁸

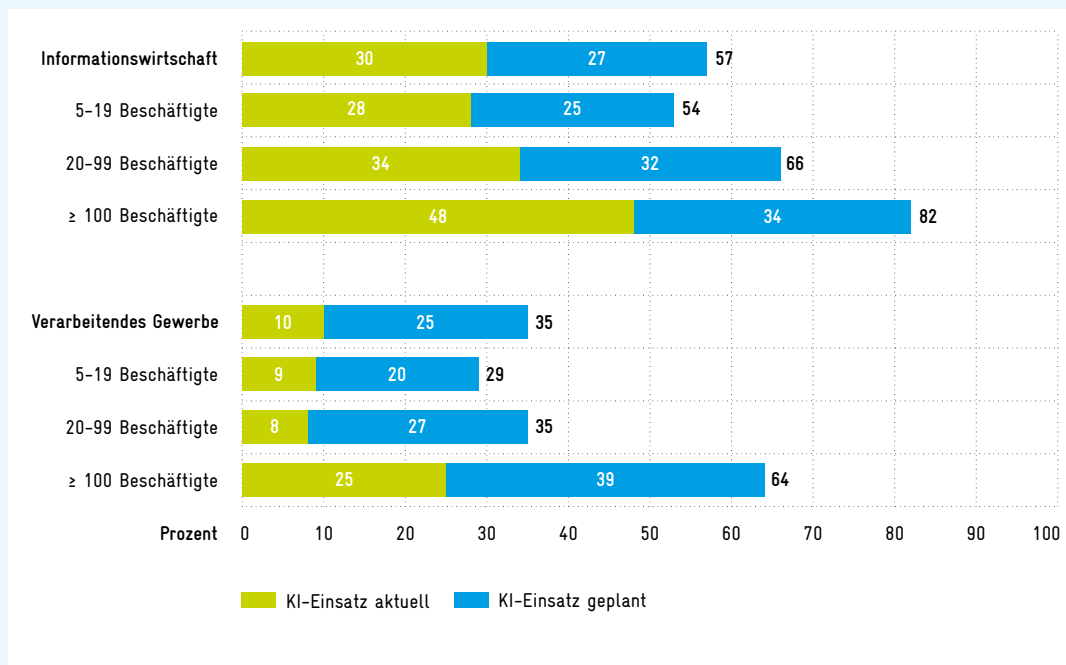
B 4-3 Anwendung von KI als Innovations- und Wachstumstreiber

Um die Innovations- und Wachstumspotenziale einer neuen Technologie nutzen zu können, muss diese Technologie in der Breite der Wirtschaft zum Einsatz kommen. Im Gegensatz zu Schlüsseltechnologien wie der Dampfmaschine und der Elektrizität hat die Verbreitung von Informations- und Kommunikationstechnologien bislang nicht zu großen Produktivitätsschüben geführt. Für dieses sogenannte Productivity Puzzle gibt es verschiedene Erklärungsansätze.⁴⁴⁹ Der Faktor Zeit spielt dabei eine wichtige Rolle. So ist davon auszugehen, dass sich die Diffusion einer Schlüsseltechnologie wie der künstlichen Intelligenz über einen längeren Zeitraum erstreckt und nur ungleichmäßig in den verschiedenen Branchen ankommt.⁴⁵⁰ Dabei gibt es Tätigkeiten, insbesondere physischer Art, die sich nicht durch KI unterstützen oder ersetzen lassen. Außerdem bedarf es jeweils anwendungs-

Abb. B 4-10 KI-Einsatz in Unternehmen in Deutschland nach Unternehmensgröße 2023 in Prozent



[Download der Abbildung und Daten](#)

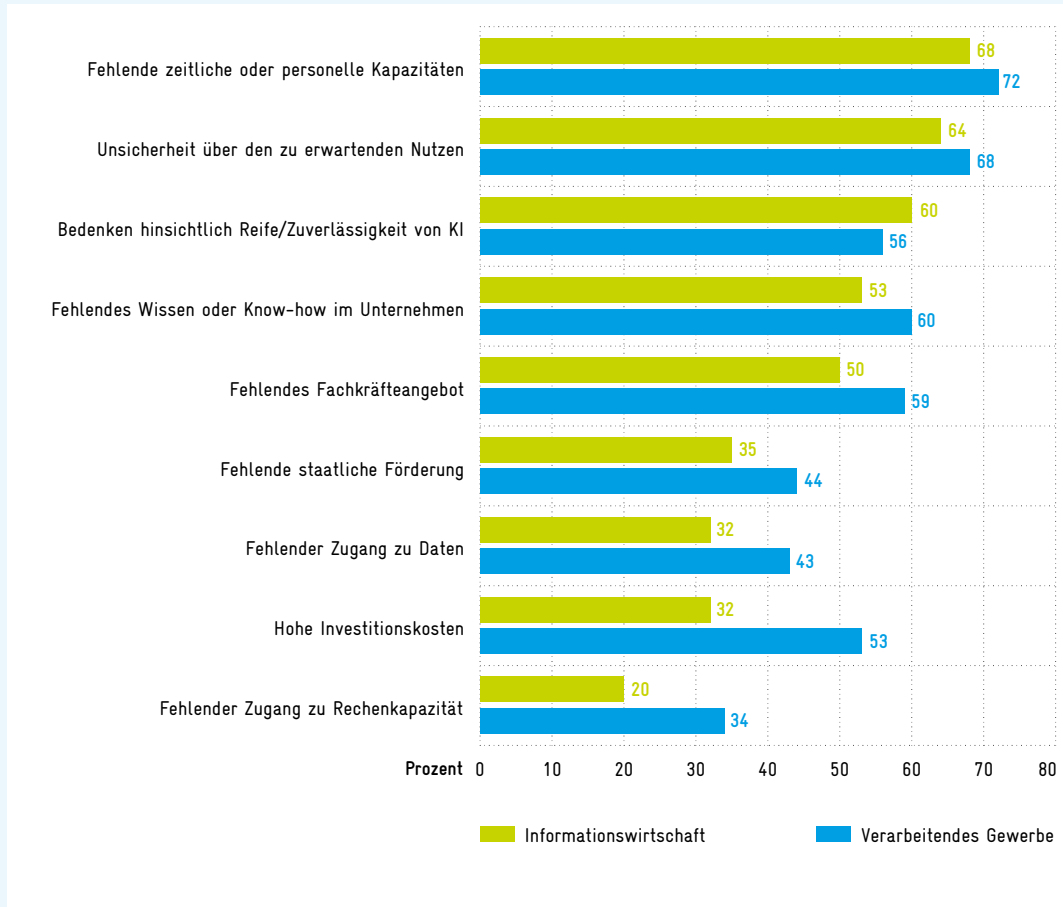


Die Unternehmen wurden nach dem Einsatz von KI in mindestens einem der folgenden Bereiche gefragt: „Als Bestandteil eigener Produkte/Dienstleistungen“, „Bei der Verbesserung/Entwicklung neuer Produkte/Dienstleistungen“, „Bei der Verbesserung/Entwicklung neuer Prozesse“, „In sonstigen Bereichen/Für sonstige Zwecke“. Abweichungen in der Summe sind durch Rundungen möglich.
Lesebeispiel: In der Informationswirtschaft gaben 30 Prozent der Unternehmen an, KI in mindestens einem der abgefragten Bereiche einzusetzen. Darüber hinaus planten 27 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft, künftig KI einzusetzen.
Quelle: ZEW Konjunkturumfrage Informationswirtschaft 3. Quartal 2023.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

Abb. B 4-11 Hindernisse für KI-Einsatz in Unternehmen in Deutschland 2023 in Prozent



[Download der
Abbildung
und Daten](#)



Lesbeispiel: 68 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft gaben an, dass fehlende zeitliche oder personelle Kapazitäten den Einsatz von KI erschwerten.
Quelle: ZEW Konjunkturumfrage Informationswirtschaft 3. Quartal 2023.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

spezifischer Innovationen sowie komplementärer Investitionen, beispielsweise in Schnittstellentechnologien, in die Arbeitsorganisation oder in Humankapital, um die Produktivitätspotenziale der KI ausschöpfen zu können.⁴⁵¹ Ökonometrische Analysen für Deutschland zeigen, dass Unternehmen, die KI nutzen, sowohl innovativer als auch produktiver sind, wobei dies noch keine kausale Wirkung von KI belegt.⁴⁵²

Eine im Auftrag der Expertenkommission durchgeführte repräsentative Umfrage zeigt, dass 2023 in Deutschland 10 Prozent der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe und 30 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft KI eingesetzt haben (vgl. Abbildung B 4-10). Diese Ergebnisse lassen allerdings keinen Schluss darauf zu, welchen Nutzungsgrad der Einsatz von KI in den Unternehmen aufweist.⁴⁵³ Ein zukünftiger Einsatz von KI war

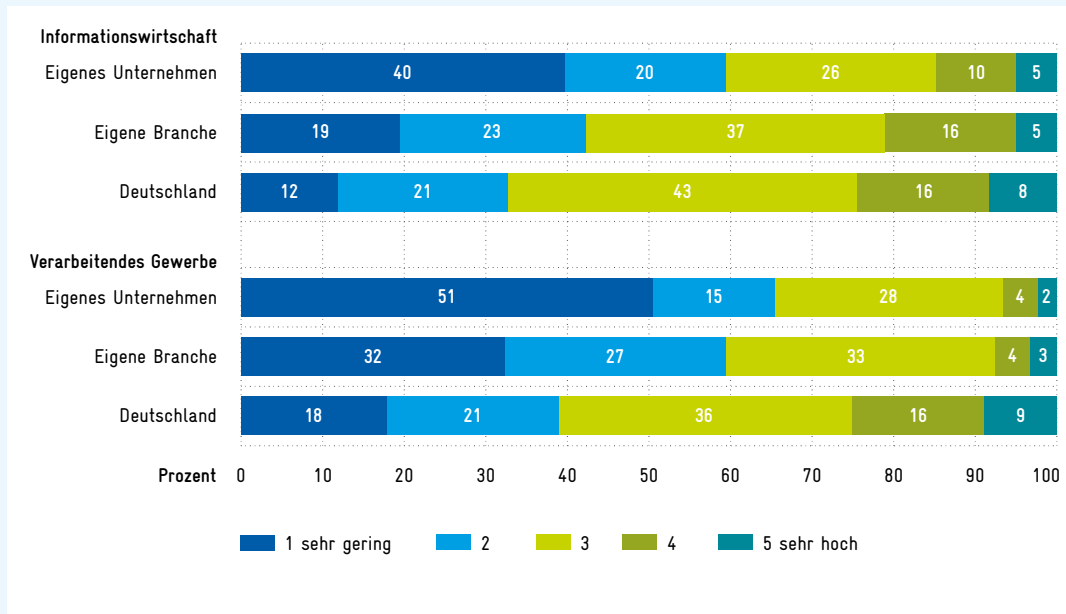
von weiteren 27 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft und von 25 Prozent der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe geplant. Der Anteil der Unternehmen, die KI einsetzen oder den Einsatz von KI planen, nimmt mit der Unternehmensgröße zu.⁴⁵⁴

Die größten Hindernisse für den Einsatz von KI waren sowohl in der Informationswirtschaft als auch im Verarbeitenden Gewerbe ein Mangel an zeitlichen oder personellen Kapazitäten (68 und 72 Prozent), Unsicherheit über den zu erwartenden Nutzen (64 und 68 Prozent), Bedenken hinsichtlich der Reife bzw. der Zuverlässigkeit von KI (60 und 56 Prozent) sowie fehlendes Wissen und Know-how im Unternehmen (53 und 60 Prozent) (vgl. Abbildung B 4-11). Ein fehlendes Fachkräfteangebot nannten die Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes deutlich häufiger als Hindernis für den Einsatz von



[Download der
Abbildung
und Daten](#)

Abb. B 4-12 Einschätzung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit im Bereich KI 2023 in Prozent



Abweichungen in der Summe sind durch Rundungen möglich.
Lesebeispiel: Ein Anteil von 5 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft schätzte die internationale Wettbewerbsfähigkeit des eigenen Unternehmens im Bereich KI als sehr hoch ein.
Quelle: ZEW Konjunkturumfrage Informationswirtschaft 3. Quartal 2023.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

KI als die Unternehmen der Informationswirtschaft (59 gegenüber 50 Prozent).

Nur 15 Prozent der Unternehmen der Informationswirtschaft und 6 Prozent der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes schätzten die internationale Wettbewerbsfähigkeit ihres eigenen Unternehmens im Bereich KI als hoch oder sehr hoch ein (vgl. Abbildung B 4-12). Etwas häufiger wiesen sie den Unternehmen der eigenen Branche (rund 21 und 7 Prozent) sowie den Unternehmen in Deutschland insgesamt (rund 24 und 25 Prozent) im Bereich KI eine sehr hohe oder hohe Wettbewerbsfähigkeit zu.

Ein weiteres Ergebnis der Befragung ist, dass 32 Prozent der Unternehmen der Informationswirtschaft und 26 Prozent der Unternehmen des Verarbeitenden Gewerbes durch die zunehmende Verbreitung von KI eine steigende Abhängigkeit von nicht-europäischen KI-Anbietern erwarteten.

Die Expertenkommission konstatiert, dass relativ viele Unternehmen derzeit den Einsatz von KI planen. Jedoch herrschen, wie die von den Unternehmen benannten Hemmnisse für die Nutzung von

KI zeigen, Bedenken und Unsicherheit vor. Zudem fehlen in den Unternehmen KI-Kompetenzen.

B 4-4 Technologische Souveränität und europäische Werte

Bei KI handelt es sich um eine Schlüsseltechnologie, die die technologische und ökonomische Entwicklung in den kommenden Jahren entscheidend mitprägen wird.⁴⁵⁵ KI zeichnet sich durch eine breite Anwendbarkeit in einer Vielzahl von Technologien und Branchen aus, und das sehr oft ohne gleichwertige technologische Alternative. Die hohe Dynamik bei FuE im Bereich KI untermauert, dass noch ein hohes Potenzial für Leistungssteigerungen bei der KI selbst sowie bei ihren, teilweise auch neuen, Anwendungsbereichen besteht.

Als Schlüsseltechnologie hat KI eine zentrale Bedeutung für zukünftige Innovations- und Wachstumspotenziale in Deutschland und Europa sowie für die Möglichkeiten, wirtschaftliche und gesellschaftliche Transformationsprozesse mitzugestalten und so zur Lösung der großen gesellschaftlichen Heraus-

forderungen beizutragen.⁴⁵⁶ Um diese Potenziale nutzen zu können, müssen Deutschland und Europa ein hohes Maß an technologischer Souveränität aufweisen.

Technologische Souveränität im Bereich KI setzt voraus, dass Deutschland und Europa KI-Technologien selbst vorhalten, weiterentwickeln und bei ihrer Standardisierung mitwirken können oder über die Möglichkeit verfügen, diese Technologien ohne einseitige Abhängigkeit von anderen Wirtschaftsräumen zu beziehen und anzuwenden. Damit ist das Beherrschen der Technologie eine wesentliche Voraussetzung für die technologische Souveränität, was entsprechende Kompetenzen im Umgang mit KI voraussetzt.⁴⁵⁷

Die Expertenkommission sieht mit Sorge, dass Deutschland und die EU-27 sowohl bei der Veröffentlichung wissenschaftlicher KI-Publikationen als auch bei der Anmeldung von KI-Patenten im internationalen Vergleich weiter zurückfallen. Auch bei der Entwicklung von bedeutenden ML-Modellen sind Deutschland und Europa nicht international führend. Insgesamt besteht so die Gefahr, an technologischer Souveränität einzubüßen.⁴⁵⁸

KI-Anwendungen können mit Risiken verbunden sein. So können beispielsweise gezielte Falschinformationen Wahlentscheidungen beeinflussen oder über Trainingsdaten Vorurteile reproduziert werden, die zu diskriminierenden Entscheidungen führen. Die Europäische Union (EU) verfolgt für die Entwicklung und Nutzung von KI einen menschenzentrierten Ansatz, den Schutz von EU-Werten und Grundrechten wie Nichtdiskriminierung, Schutz der Privatsphäre und Datenschutz sowie die nachhaltige und effiziente Nutzung von Ressourcen.⁴⁵⁹ Technologische Souveränität ist daher auch Voraussetzung dafür, dass KI-Modelle im eigenen kulturellen Kontext entwickelt werden und so gewährleistet werden kann, dass sie im Einklang mit europäischen Werten stehen.

B 4-5 Open-Source-Modelle

Für die Entwicklung von KI-Anwendungen haben Grundlagenmodelle eine hohe Bedeutung. Das heißt, Entwicklerinnen und Entwickler von Anwendungen, die auf Grundlagenmodellen aufbauen, müssen entweder über eigene Grundlagenmodelle verfügen oder Zugriff auf Grundlagenmodelle

anderer haben. Wenn dies in Deutschland und Europa nicht der Fall ist, ist die technologische Souveränität nicht gewährleistet.

Für die Entwicklung von KI-Grundlagenmodellen wie den großen Sprachmodellen ist eine leistungsfähige Recheninfrastruktur erforderlich. Diese Infrastruktur ist derzeit häufig nur über die großen Cloud-Anbieter verfügbar. Das Angebot hierfür ist in Deutschland und Europa nur sehr begrenzt. Es ist daher zu erwarten, dass aufgrund der fortschreitenden Skalierung von Grundlagenmodellen Akteure in Wissenschaft und Wirtschaft zunehmend auf außereuropäische Cloud-Anbieter zurückgreifen und damit die Gatekeeper-Rolle dieser Unternehmen verstärkt wird.⁴⁶⁰

Die technologische Souveränität Deutschlands und Europas kann geschwächt werden, wenn es bei Grundlagenmodellen und darauf aufbauenden Anwendungen zu einer Marktkonzentration durch vertikale Unternehmensintegration⁴⁶¹ außereuropäischer Anbieter kommt. Zudem können europäische Werte gefährdet sein, wenn Grundlagenmodelle zu verzerrten Ergebnissen bei Anwendungen, die auf ihnen aufbauen, führen und dies nicht behoben werden kann.

Zur Stärkung der technologischen Souveränität und für eine KI, die im Einklang mit den europäischen Werten steht, wird Open Source eine hohe Bedeutung zugeschrieben.⁴⁶² Grundlagenmodelle können als Closed- oder als Open-Source-Modelle zur Verfügung stehen. Anders als bei Closed-Source-Modellen werden bei Open-Source-Modellen die Codes, die Trainingsdaten und die Modellarchitektur offengelegt, wobei unterschiedliche Grade der Offenheit existieren.⁴⁶³ Auch einige Grundlagenmodelle kommerzieller Anbieter haben einen hohen Offenheitsgrad.⁴⁶⁴ Teilweise erfolgt jedoch beim Übergang auf neue Versionen ein Wechsel von Open- zu Closed-Source-Modellen.⁴⁶⁵ So veröffentlichte OpenAI sein Grundlagenmodell GPT-2 XL noch als Open-Source-Modell, GPT-3 und nachfolgende Versionen aber als Closed-Source-Modelle.⁴⁶⁶

Für kommerzielle Unternehmen besteht der Anreiz, Grundlagenmodelle zu entwickeln, wenn sich daraus Verdienstmöglichkeiten ergeben. Dies ist der Fall, wenn die Unternehmen externen Nutzerinnen und Nutzern – etwa in Verbindung mit Cloud-Diensten – gegen ein Entgelt die Entwicklung von Anwendungen auf Basis der Grundlagenmodelle

ermöglichen. Auch bei Open-Source-Grundlagenmodellen können sich Verdienstmöglichkeiten ergeben, wenn – aufbauend auf selbst entwickelten Open-Source-Modellen – eigene KI-Anwendungen angeboten werden, die entweder kostenpflichtig sind oder Werbeeinnahmen generieren. Für die Unternehmen ergibt sich hier zudem der Vorteil, dass Unternehmensexterne sich an der Verbesserung des Modells beteiligen können. Wie sich der Markt für Grundlagenmodelle und KI-Anwendungen weiterentwickeln wird, ist noch nicht absehbar.

Open-Source-Modelle können den Wettbewerb stärken und bieten mehr Innovationsmöglichkeiten als Closed-Source-Modelle, da sie in der Regel besser anpassbar sind.⁴⁶⁷ Zudem können Akteure aus Wissenschaft und Wirtschaft, insbesondere Startups und KMU, von den verhältnismäßig niedrigen Kosten der Open-Source-Nutzung profitieren und vorhandene Open-Source-Modelle einsetzen, um domänenspezifisch zu innovieren und die Produktivität zu steigern.⁴⁶⁸ Dies erhöht den Wettbewerb und die Angebotsvielfalt und beugt somit Monopolisierungstendenzen vor. Darüber hinaus haben Open-Source-Modelle den Vorteil, dass Programmierfehler oder potenzielle Verzerrungen, die bei der Analyse von Daten entstehen, schneller identifiziert und behoben werden können. Dies ist der Transparenz und Zuverlässigkeit von KI-Modellen förderlich.⁴⁶⁹

Aufgrund der genannten Vorteile kann die (kollaborative) Entwicklung von großen Open-Source-Modellen in Deutschland und Europa zur Stärkung der technologischen Souveränität und zu einer KI-Nutzung im Einklang mit europäischen Werten beitragen. Aufbauend auf Open-Source-Modellen können sich die deutsche und die europäische Wissenschaft und Wirtschaft den Zugang zu KI sichern, ohne auf die wenigen großen außereuropäischen Anbieter angewiesen zu sein. Zudem können eigene KI-Fähigkeiten weiterentwickelt werden, was für die Beherrschung einer Technologie unerlässlich ist. Dies kann erheblich dazu beitragen, im Technologiewettbewerb aufzuholen.⁴⁷⁰

Die Erstellung von Grundlagenmodellen ist mit hohen Kosten verbunden, insbesondere für Rechenkapazitäten und Trainingsdaten (vgl. Abschnitt B 4–6). Diese Kosten sind zu hoch, als dass sie allein von einer Open-Source-Entwicklergemeinschaft

getragen werden könnten. Auch mangelt es bei Open-Source-Systemen oftmals an der nötigen Sicherheitsarchitektur. Beides mag die Entwicklung von Grundlagenmodellen auf Basis von Open Source behindern. Politische Unterstützung könnte hier Abhilfe schaffen.

B 4-6 KI-Innovationsökosystem in Deutschland

Um bei der Entwicklung und Anwendung von KI nicht weiter zurückzufallen, gilt es für Deutschland und Europa, sowohl in der Breite aufzuholen als auch Spezialisierungen voranzutreiben und in diesen die Technologieführerschaft zu erlangen. Insbesondere die generative KI steht als sehr junge Variante der KI noch am Anfang ihres Technologielebenszyklus. Mit dem Aufbau eines leistungsfähigen KI-Ökosystems haben Deutschland und die EU durchaus noch Möglichkeiten, mit Innovationen sowohl bei der generativen KI als auch bei KI-Anwendungen an der Spitze der internationalen Technologieentwicklung mitzuspielen. Große KI-Unternehmen, wie sie es in den USA und China gibt, stehen dabei jedoch nicht zur Verfügung. Deutschland und Europa benötigen daher starke KI-Innovationsökosysteme.⁴⁷¹ Ein KI-Ökosystem umfasst eine Vielzahl von Komponenten. Dazu zählen ein europäisch vernetztes Wissenschaftssystem, KI-Kompetenzen, eine leistungsfähige KI-Infrastruktur und Wagniskapital.

KI-Forschung im Wissenschaftssystem breit aufgestellt

An vielen deutschen Hochschulen und AUF wird KI-Forschung betrieben. Die KI-Landkarte der Plattform Lernende Systeme listet 153 Hochschuleinrichtungen und 82 AUF, die zu KI-Themen forschen.⁴⁷²

Die Bundesregierung fördert das Deutsche Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (DFKI) sowie fünf an Hochschulen angesiedelte KI-Kompetenzzentren, nämlich das Berlin Institute for the Foundations of Learning and Data (BIFOLD), das Munich Center for Machine Learning (MCML), das LAMARR Institute for Machine Learning and Artificial Intelligence (ehemals Kompetenzzentrum Maschinelles Lernen Rhein-Ruhr – ML2R), das Center for Scalable Data Analytics and Artificial Intelli-

Box B 4-13 Beispiele für deutsche bzw. europäische Initiativen im Bereich Open Source

Silicon Economy (Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik)

Die Silicon Economy ist ein auf Open Source und KI basierendes digitales Ökosystem, das die automatisierte Verhandlung, Disposition und Kontrolle von Warenströmen ermöglicht und auf die Schaffung neuer digitaler Geschäftsmodelle abzielt. Es fördert die Integration und Vernetzung von Infrastrukturen inklusive sicherer Datenräume und Cloud-Infrastrukturen. Die Entwicklung von Automatisierungs- und Autonomisierungsdiensten für logistische Prozesse und komplette Lieferketten steht im Fokus.⁴⁷³

Sovereign Tech Fund

Der Sovereign Tech Fund widmet sich der nachhaltigen Stärkung des Open-Source-Ökosystems und konzentriert sich auf Sicherheit, Stabilität und technologische Vielfalt. Er fördert und investiert in offene, freie und vertrauenswürdige digitale Infrastrukturen, die als Grundpfeiler für sektorübergreifende Digitalisierung dienen, um dadurch die digitale Souveränität zu stärken und die Resilienz des Open-Source-Ökosystems zu erhöhen.⁴⁷⁴

OpenWebSearch.EU

Das von der EU geförderte Projekt OpenWebSearch.EU bringt 14 europäische Forschungs- und Rechenzentren zusammen, um eine offene Infrastruktur für die Web-Suche zu schaffen. Das Ziel ist es, durch die Förderung eines freien, menschenzentrierten Suchmaschinenmarkts die Dominanz großer Tech-Unternehmen im Web-Suchbereich zu reduzieren, um Europas digitale Souveränität und Innovationsfähigkeit zu stärken.⁴⁷⁵

OpenGPT-X

OpenGPT-X ist ein vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) gefördertes europäisches FuE-Projekt. Es zielt darauf ab, ein KI-Sprachmodell zu entwickeln und bereitzustellen, das den spezifischen Bedürfnissen, Werten und Datenschutzerfordernissen in Europa gerecht wird. Die technische Grundlage für dieses Sprachmodell wird durch die europäische Gaia-X-Infrastruktur bereitgestellt. Die Gründungsmitglieder von OpenGPT-X setzen sich aus Unternehmen, Forschungsinstituten und Medienanstalten zusammen.⁴⁷⁶

gence (ScaDS.AI) und das Tübingen AI Center.⁴⁷⁷ Bei den an Hochschulen angesiedelten KI-Kompetenzzentren handelt es sich um Zusammenschlüsse von Hochschulen und AUF. Die KI-Kompetenzzentren sollen wissenschaftliche Durchbrüche ermöglichen, den Erkenntnis- und Technologietransfer beschleunigen sowie KI-Fachkräfte ausbilden. Sie bilden zusammen das Netzwerk der Deutschen Kompetenzzentren für Forschung zu Künstlicher Intelligenz.⁴⁷⁸

Als europäische Initiative für Forschungsexzellenz im Bereich des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz wurde im Jahr 2018 die European Laboratory for Learning and Intelligent Systems (ELLIS) Society initiiert. Mit dem Ziel, Spitzenforschung zu vernetzen und ein international wettbewerbsfähiges KI-Ökosystem zu schaffen, baut ELLIS ein Netzwerk von europäischen KI-Forschungsstandorten auf. Diese Standorte werden entweder über sogenannte ELLIS-Units an bestehenden KI-Forschungseinrichtungen angesiedelt oder als ELLIS-Institut neu gegründet.⁴⁷⁹

Eine weitere, im Jahr 2018 gestartete europäische Initiative ist die Confederation of Laboratories for Artificial Intelligence Research in Europe (CLAIRE).⁴⁸⁰ Bei CLAIRE handelt es sich um ein Bündnis von Forschungslaboren für künstliche Intelligenz, die das Ziel haben, die europäische Exzellenz in KI-Forschung und Innovation zu stärken.⁴⁸¹

Nachfrage nach KI-Kompetenzen hoch

Bei der Entwicklung und Anwendung von KI-Technologien bedarf es qualifizierter Fachkräfte.

KI-Professorinnen und -Professoren sind wichtige Akteure im KI-Ökosystem, da sie KI-Forschung betreiben und zudem Fachkräfte mit KI-Fähigkeiten ausbilden. Im Rahmen der im Jahr 2018 aufgelegten KI-Strategie wurde angekündigt, mindestens 100 zusätzliche KI-Professuren zu schaffen. Laut Bundesregierung wurden durch verschiedene Maßnahmen des BMBF zur Unterstützung der Bundesländer seitdem 150 zusätzliche KI-Professuren ein-

gerichtet,⁴⁸² von denen 54 mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus dem Ausland besetzt wurden.⁴⁸³

Das BMBF fördert derzeit 42 KI-Nachwuchsgruppen.⁴⁸⁴ Hinzu kommen Zuse Schools of Excellence in AI,⁴⁸⁵ die Internationalen Zukunftslabore Künstliche Intelligenz⁴⁸⁶ sowie die Förderrichtlinie KI-Nachwuchs@FH im Rahmen des Programms Forschung an Fachhochschulen.⁴⁸⁷

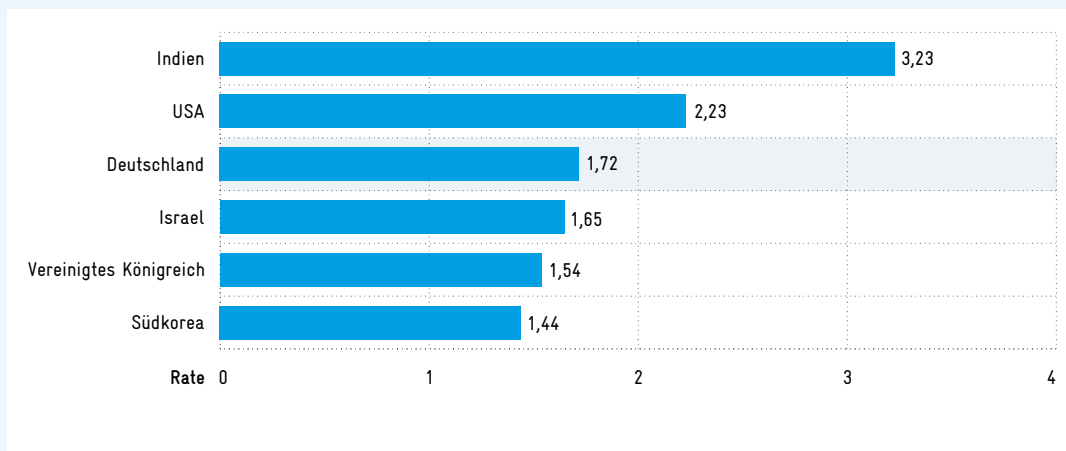
Die KI-Landkarte der Plattform Lernende Systeme listet 41 ausgewiesene KI-Studiengänge auf, davon 14 Bachelor- und 27 Master-Studiengänge.⁴⁸⁸ Hinzu kommen 103 Informatikstudiengänge mit KI-Schwerpunkt und 21 weitere Studiengänge mit KI-Inhalten.

Um KI in der Breite in die Anwendung zu bringen, sind in vielen Berufen KI-Kompetenzen erforderlich. Die Durchdringungsrate von KI-Kompetenzen ist ein von LinkedIn erstellter Indikator, der die Verbreitung KI-bezogener Kompetenzen in einem Beruf bemisst.⁴⁸⁹ Die relative Durchdringungsrate von KI-Kompetenzen gibt an, wie verbreitet KI-Kompetenzen in den verschiedenen Berufen in einem Land im Vergleich zum weltweiten Durchschnitt sind.⁴⁹⁰

Im Zeitraum 2015 bis 2022 lag die relative Durchdringungsrate von KI-Kompetenzen in Deutschland bei 1,72 (vgl. Abbildung B 4-14). Das heißt, die durchschnittliche Durchdringung mit KI-Kompetenzen in Deutschland war 1,72-mal so hoch wie die im globalen Durchschnitt. Damit lag Deutschland auf Rang 3 der Vergleichsländer.⁴⁹¹ Nur in Indien und den USA war die relative Durchdringungsrate von KI-Kompetenzen mit 3,23 und 2,23 höher. Gleichwohl nehmen zahlreiche Unternehmen ein fehlendes Fachkräfteangebot als Hindernis für den Einsatz von KI wahr. Die im Auftrag der Expertenkommission durchgeführte Befragung zeigt, dass dies auf 50 Prozent der Unternehmen in der Informationswirtschaft und auf 59 Prozent der Unternehmen im Verarbeitenden Gewerbe zutrifft (vgl. Abbildung B 4-11).

Eine Analyse von Online-Stellenanzeigen in Deutschland zeigt,⁴⁹² dass die Zahl offener Stellen im Bereich KI von 2019 bis 2022 stetig angestiegen ist, von 11.056 im ersten Quartal 2019 auf 19.546 im ersten Quartal 2022. Im ersten Quartal 2023 lag die Zahl der offenen Stellen mit 16.387 etwas niedriger als im Vorjahr, wobei dieser leichte Rückgang dem Gesamttrend offener Stellen folgte.⁴⁹³ Den größten Anteil der offenen KI-Stellen machten dabei mit 72 Prozent Stellenausschreibungen im Einsatzbereich von Business Intelligence und Big Data aus. Danach folgten mit deutlichem Abstand die

Abb. B 4-14 Relative Durchdringungsrate von KI-Kompetenzen für ausgewählte Länder 2015–2022



[Download der Abbildung und Daten](#)

Die Durchdringungsrate von KI-Kompetenzen misst die Verbreitung verschiedener KI-bezogener Kompetenzen in verschiedenen Berufen. Die relative Durchdringungsrate von KI-Kompetenzen gibt für ein bestimmtes Land die Summe der Durchdringungsraten der einzelnen KI-Kompetenzen über die verschiedenen Berufe als Anteil am globalen Durchschnitt in jeweils demselben Beruf an. Lesebeispiel: Im Zeitraum 2015 bis 2022 war die durchschnittliche Durchdringung mit KI-Kompetenzen in Südkorea 1,44-mal so hoch wie im globalen Durchschnitt.
Quelle: Maslej et al. (2023: 182) basierend auf Daten von LinkedIn.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

Einsatzbereiche Beratung (20 Prozent), Forschung und Wissenschaft (13 Prozent), Robotik (12 Prozent), Fahrassistenz (11 Prozent), Bildverarbeitung (7 Prozent) und Sprachverarbeitung (6 Prozent).

Daten sowie Rechenkapazitäten limitierend

Für die Entwicklung sowohl von Grundlagenmodellen als auch von KI-Anwendungen sind Rechenkapazitäten und Daten erforderlich.

KI-Anwendungen sind mit speziellen Anforderungen an die Hardware verbunden. Für ihre Berechnung sind vor allem Grafikprozessoren (Graphic Processing Units – GPUs) geeignet.⁴⁹⁴ Die Verfügbarkeit von Rechenkapazität für das Trainieren von KI-Grundlagenmodellen ist derzeit ein limitierender Faktor. Forschende und Unternehmen, die Zugang zu leistungsfähiger Recheninfrastruktur haben, sind hier im Vorteil.⁴⁹⁵ So nutzt z. B. OpenAI für seine Berechnungen die Cloud-Infrastruktur von Microsoft und hat sein Grundlagenmodell exklusiv an Microsoft lizenziert.⁴⁹⁶

Das BMBF formuliert in seinem Aktionsplan Künstliche Intelligenz die Ziele, eine international wettbewerbsfähigere Höchstleistungsrecheninfrastruktur bereitzustellen, die KI-Nutzerzahlen auf den deutschen und europäischen HPC-Systemen deutlich zu steigern und gezielt die Erforschung und Entwicklung eines signifikanten Anteils an großen KI-Modellen in Deutschland und Europa zu ermöglichen.⁴⁹⁷ Der Ausbau von Recheninfrastruktur ist Voraussetzung für die weitere Forschung und Anwendung im Bereich KI.

Für das Trainieren großer Sprachmodelle oder multimodaler Modelle werden große Mengen an Trainingsdaten benötigt – etwa Inhalte aus dem Internet oder aus Büchern.⁴⁹⁸ Für spezialisierte Grundlagenmodelle – etwa im medizinischen Bereich – sind spezialisierte Daten erforderlich. Um vortrainierte Grundlagenmodelle an bestimmte Anwendungen anzupassen, werden ebenfalls Daten benötigt. Dies können die Daten einer Organisation sein, die eine KI-Anwendung für sich selbst entwickelt oder anpasst. Es können aber auch Daten sein, anhand derer beispielsweise Start-ups oder KMU Anwendungen entwickeln, um sie anschließend zu vertreiben.

Im internationalen Vergleich können sich für deutsche und europäische Akteure hinsichtlich der Ent-

wicklung von KI-Modellen oder -Anwendungen Wettbewerbsnachteile ergeben, wenn vorhandene Daten nicht zur Verfügung stehen oder die Datennutzung restriktiver als in anderen Ländern gehandhabt wird, z. B. beim Datenschutz oder beim Urheberrecht. Dadurch kann die technologische Souveränität geschwächt werden. Im Hinblick auf den Schutz europäischer Werte ist eine restriktive Handhabung der Datennutzung zweischneidig. Einerseits hilft sie, die Rechte der Dateninhaberinnen und Dateninhaber zu schützen. Andererseits kann sie dazu führen, dass in Deutschland und Europa KI-Modelle außereuropäischer Wettbewerber zum Einsatz kommen, die nicht im Einklang mit europäischen Werten entwickelt wurden.

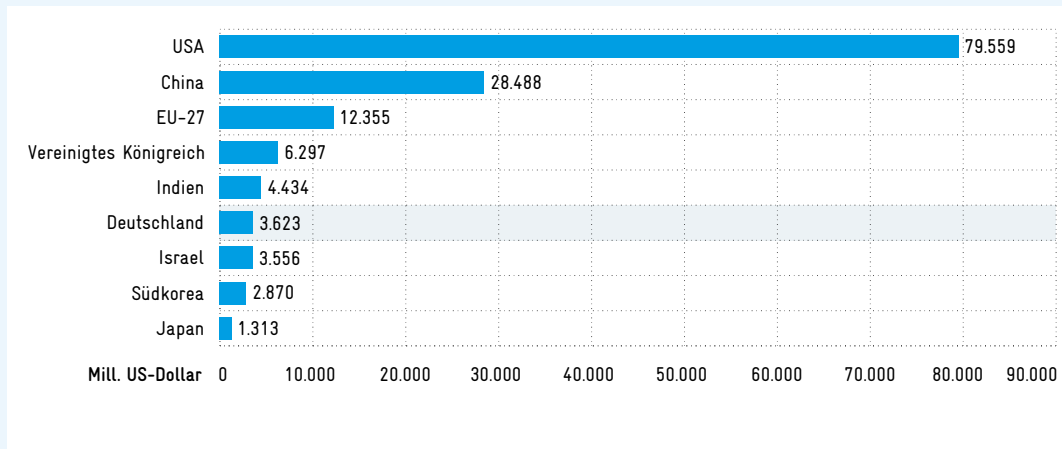
Die Expertenkommission hat bereits mehrfach darauf hingewiesen, dass Daten in Deutschland besser verfügbar gemacht werden müssen. Die Bundesregierung und der Gesetzgeber haben bereits Maßnahmen – wie die Einrichtung eines Dateninstituts und die Verabschiedung eines Gesundheitsdatennutzungsgesetzes – auf den Weg gebracht, um die Situation zu verbessern.⁴⁹⁹ Auch Gaia-X, Catena-X und Manufacturing-X könnten einen Beitrag für den Auf- und Ausbau eines KI-Ökosystems leisten.⁵⁰⁰ In seinem Aktionsplan Künstliche Intelligenz kündigt das BMBF an, die Datenverfügbarkeit in der Wissenschaft mit der Nationalen Forschungsdateninfrastruktur (NFDI), der European Open Science Cloud (EOSC) sowie weiteren Fördermaßnahmen u. a. im Gesundheitsbereich weiter auszubauen und mit einem Forschungsdatengesetz die Auffindbarkeit, den Zugang und die Verknüpfbarkeit von Daten zu verbessern.⁵⁰¹ Im Juni 2023 ist das Europäische Daten-Governance-Gesetz in Kraft getreten⁵⁰², auf dessen Basis Datentreuhändermodelle entwickelt werden können.

KI-Wagniskapitalinvestitionen gering

Häufig sind es KI-Start-ups, die neue Ideen und Geschäftsmodelle entwickeln. Für sie ist Wagniskapital eine wichtige Finanzierungsquelle, um die Technologieentwicklung und das Wachstum voranzutreiben.

Im Zeitraum 2021 bis 2023 wurden in US-amerikanische KI-Start-ups pro Jahr durchschnittlich 79,6 Milliarden US-Dollar an Wagniskapital investiert (vgl. Abbildung B 4-15). Dies übertrifft bei Weitem die Wagniskapitalinvestitionen in KI, die im selben Zeitraum in China (28,5 Milliarden US-Dol-

Abb. B 4-15 Durchschnittliche jährliche Wagniskapitalinvestitionen in KI für ausgewählte Länder 2021–2023 in Millionen US-Dollar



[Download der
Abbildung
und Daten](#)

Die in den Mittelwert 2021–2023 eingeflossenen Daten von 2023 stellen eine Schätzung dar.
Lesebeispiel: In den USA wurde im Zeitraum 2021 bis 2023 im Jahresdurchschnitt Wagniskapital in Höhe von rund 79,6 Milliarden US-Dollar in KI investiert.
Quelle: OECD.AI (Abruf am 27.11.2023) basierend auf Daten von Preqin. Eigene Berechnungen.
© EFI – Expertenkommission Forschung und Innovation 2024.

lar) oder den EU-27 (12,4 Milliarden US-Dollar) getätigt wurden. 29 Prozent der in den EU-27 getätigten Wagniskapitalinvestitionen entfielen auf Deutschland (3,6 Milliarden US-Dollar).

Laut ZEW nahm die Anzahl der wirtschaftsaktiven KI-Start-ups in Deutschland innerhalb von 14 Jahren deutlich zu – von rund 1.200 im Jahr 2007 auf ca. 3.000 im Jahr 2021.⁵⁰³ Für 2022 und 2023 zeigt sich eine leichte Abnahme.⁵⁰⁴ Bei der KI-Start-up-Befragung 2023 des ZEW gaben 32 Prozent an, über Wagniskapital zu verfügen.⁵⁰⁵ Die Initiative appliedAI schätzt auf Basis einer engeren Definition von KI-Start-ups, die auf Daten, Talent, KI-Methoden, Skalierbarkeit und Gesamtqualität beruht, dass das KI-Ökosystem in Deutschland im Jahr 2023 etwa 500 relevante KI-Start-ups umfasste.

B 4-7 KI-Politik und Regulierung

Ressortübergreifende Koordination zu generativer KI ausbaufähig

Mit einer Reihe von Strategien zielt die Bundesregierung darauf ab, das KI-Ökosystem in Deutschland zu stärken (vgl. Box A 2-16). Die KI-Strategie der Bundesregierung wurde bereits im Jahr 2018 verabschiedet. Generative KI stand darin und in der nachfolgenden Fortschreibung noch nicht im Fokus. Der 2023 veröffentlichte KI-Aktionsplan

berücksichtigt nun aktuelle Entwicklungen wie die generative KI und benennt zentrale Handlungsfelder. Jedoch bezieht er sich ausschließlich auf den Zuständigkeitsbereich des BMBF und kann damit dem breiten Anwendungsbereich der Schlüsseltechnologie KI nicht gerecht werden. Eine ressortübergreifende Fortschreibung oder Neukonzeption der KI-Strategie hat die Bundesregierung bisher nicht vorgenommen.

AI Act der EU als weltweit erstes KI-Gesetz geplant

Die EU strebt an, das weltweit erste KI-Gesetz zu erlassen – den sogenannten Artificial Intelligence Act (AI Act). Im Dezember 2023 haben der Europäische Rat und das EU-Parlament eine provisorische Einigung zur Regulierung von KI erzielt. Diese muss noch formal beschlossen werden, bevor der AI Act in Kraft treten kann. Der AI Act soll mit Ausnahme einiger spezifischer Bestimmungen zwei Jahre nach seinem Inkrafttreten Gültigkeit erlangen. Verbote kommen bereits nach sechs Monaten und die Regelungen zur universell einsetzbaren KI nach zwölf Monaten zur Anwendung.

Bei Redaktionsschluss des Jahresgutachtens lag der Expertenkommission der Wortlaut der Vereinbarung zum AI Act nicht vor, sondern lediglich

Box B 4-16 Strategien der Bundesregierung mit KI-Bezug

KI-Strategie

Im November 2018 verabschiedete das damalige Bundeskabinett die „Strategie Künstliche Intelligenz der Bundesregierung“ (KI-Strategie).⁵⁰⁶ Ein Jahr später veröffentlichte die Bundesregierung den „Zwischenbericht: Ein Jahr KI-Strategie“, in dem in Umsetzung befindliche und geplante Maßnahmen genannt wurden.⁵⁰⁷ Im Dezember 2020 beschloss das Bundeskabinett die Fortschreibung der KI-Strategie.⁵⁰⁸ Auf der Webseite www.ki-strategie-deutschland.de werden die mit der KI-Strategie verbundenen Maßnahmen der Bundesregierung dargestellt. Im Rahmen der KI-Strategie sind eine Weiterentwicklung der KI-Kompetenzzentren sowie die Schaffung neuer KI-Professuren erfolgt. Auch der Aufbau einer Dateninfrastruktur sowie die Unterstützung des Wissens- und Technologietransfers gehören zu den zentralen Vorhaben der KI-Strategie.

KI-Aktionsplan des BMBF

Das BMBF hat im November 2023 einen eigenen KI-Aktionsplan veröffentlicht, in dem es angekündigt hat, sein Engagement im Rahmen der KI-Strategie mit dem Ziel zu intensivieren, neue Impulse für das deutsche KI-Ökosystem und dessen Schnittstellen zu Wirtschaft, Bildung, Wissenschaft und Forschung zu setzen.⁵⁰⁹ Der KI-Aktionsplan benennt elf Handlungsfelder in

den Bereichen Infrastruktur, Anwendung und Transfer sowie Erfolgsbedingungen und hinterlegt sie mit Zielen und Maßnahmen.⁵¹⁰

Zukunftsstrategie Forschung und Innovation

Die im Februar 2023 vom Bundeskabinett beschlossene Zukunftsstrategie Forschung und Innovation enthält eine Reihe von KI-Bezügen.⁵¹¹ So sollen Transformationsprozesse mit Hilfe von KI aktiv gestaltet und die technologische Souveränität soll gewahrt werden.

Digitalstrategie

In der im August 2022 vorgestellten und im April 2023 aktualisierten Digitalstrategie der Bundesregierung wird u.a. künstliche Intelligenz als strategisches Thema benannt, das prioritär bearbeitet werden soll. Es wurde angekündigt, die Kompetenzbildung im Bereich der KI zu unterstützen und den KI-Campus als Lernplattform für künstliche Intelligenz weiterzuentwickeln.⁵¹² Künstliche Intelligenz soll zudem für innovative Dienste im Bereich der Justiz und zur effizienteren Gestaltung umweltpolitischer Maßnahmen genutzt werden.

Datenstrategie

Im August 2023 hat die Bundesregierung eine neue Datenstrategie beschlossen. Diese zielt darauf ab, sowohl mehr als auch bessere Daten als bisher bereitzustellen, und nimmt dabei auch explizit Bezug auf die Bedeutung von (qualitativ hochwertigen) Daten für KI.⁵¹³

Informationen zum AI Act vom Europäischen Rat, dem Europäischen Parlament und der Europäischen Kommission.⁵¹⁴ Auf dieser Basis nimmt die Expertenkommission zum AI Act Stellung.

Die wesentlichen Elemente des geplanten AI Act lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Anwendungsbereich: Dem AI Act unterliegen öffentliche und private Akteure, die KI-Systeme entwickeln oder anwenden. Die im AI Act enthaltenen Verpflichtungen sollen nicht für Forschungs-, Entwicklungs- und Prototyping-Tätigkeiten gelten, die der Markteinführung vorausgehen. Vereinzelt soll es auch für Entwicklerinnen und Entwickler von Open-Source-Modellen geben.

- Risikokategorien: Die EU verfolgt einen risikobasierten Ansatz. Es wird zwischen KI-Systemen mit unannehmbarem Risiko, mit hohem Risiko und mit minimalem Risiko unterschieden. KI-Systeme mit unannehmbarem Risiko werden verboten. Dies sind KI-Systeme, die die Werte der EU verletzen, z. B. indem sie Social Scoring durch Behörden oder Unternehmen oder das Erkennen von Emotionen am Arbeitsplatz ermöglichen. Bei KI-Systemen, die mit einem hohen Risiko für Gesundheit, Sicherheit oder die Grundrechte verbunden sind, müssen eine Reihe von Anforderungen erfüllt werden. Dazu gehören die Abschätzung der Auswirkungen auf die Wahrung der Grundrechte, die Daten-Governance und die Transparenz. Zu Hochrisiko-Systemen zählt die EU beispiels-

weise KI-Systeme in der Strafverfolgung oder im Bereich des Betriebs und der Verwaltung kritischer Infrastrukturen. Nicht reguliert werden KI-Systeme, die mit minimalem Risiko verbunden sind, wie Videospiele oder Spam-Filter. Spezielle Transparenzanforderungen werden für KI-Systeme wie Chatbots eingeführt, damit Bürgerinnen und Bürger darauf aufmerksam gemacht werden, wenn sie mit einer künstlichen Intelligenz interagieren.

- Universell einsetzbare KI: Universell einsetzbare KI-Systeme (General Purpose AI Systems, GPAI-Systeme) und die Grundlagenmodelle, auf denen sie beruhen (GPAI-Modelle), müssen Transparenzanforderungen genügen, zu denen die Erstellung einer technischen Dokumentation, die Einhaltung des EU-Urheberrechts und die Verbreitung detaillierter Zusammenfassungen über Trainingsdaten gehören. Bei sehr leistungsfähigen GPAI-Modellen, von denen systemische Risiken ausgehen könnten, müssen zusätzliche Verpflichtungen etwa hinsichtlich des Risikomanagements, der Überwachung schwerwiegender Vorfälle oder der Durchführung von Modellevaluierungen übernommen werden.
- Governance: Die auf nationaler Ebene zuständigen Marktaufsichtsbehörden werden die Umsetzung der Vorschriften auf nationaler Ebene überwachen. Innerhalb der Europäischen Kommission wird eine neue Organisation geschaffen, die die Koordination auf europäischer Ebene übernehmen wird. Diese Organisation wird auch die Umsetzung und Durchsetzung der Regulierung von GPAI-Modellen überwachen. Hierbei wird sie von einem neu einzurichtenden Gremium unabhängiger Expertinnen und Experten beraten.
- Reallabore: Reallabore sollen als regulatorische Experimentierräume in einer kontrollierten Umgebung ermöglichen, innovative KI-Systeme zu entwickeln, zu testen und zu validieren sowie regulatorische Rahmenbedingungen so anzupassen, dass das Ausrollen innovativer KI-Systeme erleichtert wird.

Die Expertenkommission begrüßt, dass die EU im Dezember 2023 und damit noch vor Beginn des Europawahlkampfs eine vorläufige Einigung zum AI Act erzielt hat. Die EU stand vor der Herausforderung, die Sicherheit bei der Entwicklung und beim Einsatz von KI sowie die Wahrung des europäischen Wertesystems zu gewährleisten, gleichzeitig aber Innovationsanreize nicht zu sehr einzuschränken.

Den Anwendungsbereich des AI Act hinsichtlich der Open-Source-Entwicklung sowie der Forschungstätigkeiten einzuschränken, hält die Expertenkommission grundsätzlich für sinnvoll. Jedoch sollten Anpassungen dieser Ausnahmen möglich sein.

Die Expertenkommission befürwortet grundsätzlich den risikobasierten Ansatz, wonach KI-Systeme entsprechend ihrer Anwendung verschiedenen Risikoklassen zugeteilt werden.

Abweichend von dem ansonsten verfolgten risikobasierten Ansatz reguliert die EU universell einsetzbare KI-Systeme und -Modelle, zu denen große Sprachmodelle und multimodale Modelle gehören, nicht auf der Ebene der Anwendung, sondern auf der Ebene der Technologie. Damit verbunden sind u. a. Transparenzpflichten der Entwickler von KI-Grundlagenmodellen, die nun bei den weiteren Verhandlungen konkretisiert werden müssen. Hierbei ist darauf zu achten, dass sich die Transparenzpflichten in Grenzen halten und insbesondere Start-ups und KMU im Vergleich zu größeren Unternehmen nicht benachteiligt werden.

Die Einordnung von Grundlagenmodellen als leistungsfähige GPAI-Modelle erfolgt entsprechend dem Entwurf des AI Acts ausschließlich auf Basis der für das Training genutzten Rechenkapazität. Sie ist als alleiniger Indikator für das potenzielle Risiko von Grundlagenmodellen jedoch nur begrenzt geeignet. Daher ist es wichtig, bei der Einordnung von Grundlagenmodellen, wie in der provisorischen Vereinbarung zum AI Act vorgesehen, weitere Kriterien zu berücksichtigen.

Bei der Einrichtung neuer Governance-Strukturen auf EU-Ebene besteht die Gefahr, dass schwerfällige und bürokratische Strukturen entstehen, die ein agiles Handeln und gegebenenfalls im Laufe der Zeit notwendig werdende Anpassungen behindern.

Zu begrüßen ist, dass der AI Act das Instrument der Reallabore vorsieht, da sie Innovationen erleichtern und gleichzeitig regulatorisches Lernen ermöglichen.

B 4-8 Handlungsempfehlungen

Bei der sich sehr dynamisch entwickelnden KI handelt es sich um eine Schlüsseltechnologie. Daher ist es für den Erhalt von Innovations- und Wachstumspotenzialen wichtig, dass Deutschland und Europa in diesem Bereich ihre technologische Souveränität stärken. Es gilt, den Anschluss an die technologische Entwicklung nicht zu verlieren und nicht noch stärker von nicht-europäischen Anbietern abhängig zu werden. Ziel sollte es sein, die Entwicklung eines leistungsfähigen KI-Ökosystems zu unterstützen. Da Deutschland und Europa kaum über große IT-Unternehmen verfügen, kommt den Impulsen aus dem Wissenschaftssystem, den Beiträgen von KMU und Start-ups sowie auch Open-Source-KI eine entscheidende Rolle zu.

Grundlagenforschung stärken

Der Bund sollte die KI-Grundlagenforschung weiterhin und mit Nachdruck unterstützen. Dies würde Deutschland die Möglichkeit eröffnen, sich bei neuen Technologievarianten oder -generationen erfolgreich im internationalen Innovationswettbewerb zu positionieren. Die Expertenkommission begrüßt, dass der Bund die KI-Kompetenzzentren dauerhaft fördert.

- Die KI-Kompetenzzentren sollten so ausgestattet werden, dass sie auf lange Sicht Spitzenforschung leisten können. Hierfür sind nicht nur finanzielle Mittel, sondern auch eine entsprechende Infrastruktur, insbesondere Rechenzentren und Daten, notwendig.
- Das im KI-Aktionsplan formulierte Ziel, die Erforschung effizienter und ressourcenschonender KI-Systeme voranzutreiben, sollte möglichst schnell mit entsprechenden konkreten Förderprogrammen angegangen werden. Deutschland und Europa sollten die Entwicklung von KI-Modellen vorantreiben, die an die gegebenen Standortbedingungen mit bislang schwach ausgeprägter Daten- und Recheninfrastruktur angepasst sind – wie Edge AI (vgl. Box B 4-1), Federated Learning (vgl.

Box B 4-1) und KI-Anwendungen auf verschlüsselten Daten.

Bereitstellung von Rechenkapazitäten unterstützen

In Deutschland mangelt es an Rechenkapazitäten, die die Voraussetzung für das Trainieren und die Anwendung von KI-Modellen sind.

- Um die sichere Entwicklung von Grundlagenmodellen der nächsten Generation unter kontrollierten und transparenten Bedingungen und im Einklang mit europäischen Werten zu beschleunigen und die Realisierung von Open-Source-Grundlagenmodellen in großem Maßstab zu ermöglichen, müssen leistungsfähige Rechenkapazitäten geschaffen werden.
- Die im KI-Aktionsplan des BMBF⁵¹⁵ angekündigte Inbetriebnahme von Höchstleistungsrechnern der Exascale-Klasse ist zügig voranzutreiben. Dabei ist KMU und Start-ups der Zugang zu gewährleisten und mit der Nutzung verbundene Dienstleistungen sind bereitzustellen.

Datengrundlagen für KI-Anwendungen verbessern

Da für die Entwicklung von KI-Anwendungen umfangreiche Datensätze unerlässlich sind, ist es essenziell, eine leistungs- und wettbewerbsfähige Dateninfrastruktur aufzubauen, die von der Wissenschaft, von der Wirtschaft, insbesondere auch von KMU und Start-ups, genutzt werden kann.

- Die Bundesregierung sowie Länder und Kommunen sollten die Bereitstellung ihrer eigenen Daten forcieren.
- Die Bundesregierung sollte ein Set eigener Daten zur Verfügung stellen und eine Ausschreibung auf den Weg bringen, um – z. B. im Rahmen von „Challenges“ – verschiedene Teams zu fördern, die auf Basis dieser Daten KI-Modelle und -Anwendungen entwickeln und testen.
- Die Bundesregierung sollte die von ihr beispielsweise im KI-Aktionsplan und in der Datenstrategie angestoßenen Maßnahmen zur Verbesserung der Dateninfrastruktur energisch vorantreiben.

- Die Bundesregierung und Akteure wie Gaia-X, Catena-X und Manufacturing-X sollten auf Basis des Europäischen Daten-Governance-Gesetzes zügig Datentreuhändermodelle entwickeln.

KI-Kompetenzen ausbauen

Die Expertenkommission betont, dass ein KI-Ökosystem auf gut qualifizierte Fachkräfte angewiesen ist, die KI-Forschung betreiben, KI-Technologien entwickeln und KI-Anwendungen sicher einsetzen.

- Zu einer zeitgemäßen Gestaltung des Bildungssystems gehört es zunehmend auch, Kenntnisse bei der Anwendung von KI zu vermitteln. Die Bundesregierung sollte darauf hinwirken, dass entsprechende Angebote in der schulischen, akademischen und beruflichen Bildung bereitgestellt werden.
- Da in den etablierten Unternehmen hinsichtlich des Einsatzes von KI offenbar Bedenken und Unsicherheiten bestehen, sollen sie durch Beratungen und Use Cases z. B. über die Kompetenzzentren Mittelstand unterstützt werden.

Open-Source-KI fördern

Open Source birgt ein hohes Potenzial, um die technologische Souveränität Deutschlands und Europas zu stärken. Zudem wird Open Source eine wichtige Rolle bei der Entwicklung von KI-Grundlagenmodellen, die Transparenz gewährleisten und im Einklang mit europäischen Werten stehen, zugeschrieben. Allerdings bedarf es weiterer Initiativen, um die Verbreitung von Open Source zu fördern und das Potenzial von Open-Source-KI zu nutzen.

- Initiativen, die die Open-Source-Entwicklergemeinschaft stärken und dabei auf die technologische Souveränität Deutschlands und Europas abzielen, wie beispielsweise der durch das BMWK geförderte Sovereign Tech Fund, sind zu unterstützen.
- Die Bundesregierung sollte Programme für die Verbesserung der Sicherheitsarchitektur von Open-Source-Modellen über kompetitive Ausschreibungsverfahren auflegen.

- Um die Entwicklung der Open-Source-KI und ihren Beitrag zum KI-Ökosystem besser verstehen zu können, sollten Forschungsprojekte aufgesetzt werden.

- Die durchgeführten Maßnahmen zur Unterstützung der Open-Source-KI sollten begleitend evaluiert werden, um zeitnah Fördermaßnahmen anzupassen.

Regulatorisches Lernen zulassen und Rechtssicherheit stärken

EU-Parlament und EU-Rat haben eine provisorische Einigung zum AI Act erzielt.

- Der AI Act sollte im Laufe der Zeit auf Basis der in der Regulierungspraxis gewonnenen Erkenntnisse und Erfahrungen im Dialog mit Akteuren anderer Wirtschafts- und Wertebereiche angepasst werden. Ohne Raum für Anpassungsfähigkeit wird eine Regulierung der dynamischen Entwicklung dieser Technologie wohl nicht gerecht werden. Bei Bedarf sollte etwa die Zuordnung der Anwendungen zu den Risikoklassen angepasst werden.
- Bei der Governance ist darauf zu achten, dass der bürokratische Aufwand für die Akteure, die dem AI Act unterliegen, insbesondere für Start-ups und KMU, im Rahmen bleibt.
- Die im AI Act vorgesehenen Reallabore sollten als Instrument für regulatorisches Lernen möglichst zügig zum Einsatz kommen.
- Die Regelungen des AI Act sollten gut mit bestehenden Regulierungen wie z. B. dem Digital Markets Act, der DSGVO oder dem Data Act verzahnt werden, um eine konsistente Rechtsprechung zu ermöglichen. Zudem sind wettbewerbsrechtliche Regelungen auch im KI-Bereich konsequent anzuwenden.
- Da in Unternehmen KI-Innovationen durch Rechtsunsicherheit – vor allem im Bereich des Urheberrechts, der DSGVO und des AI Act – gehemmt werden, sollte die Bundesregierung einen praxistauglichen Leitfaden erstellen lassen, der den Umgang mit KI-relevanten rechtlichen Rahmenbedingungen erleichtert.