

Diese Marketing-Anzeige ist ausschließlich für die Verwendung durch professionelle Anleger in Deutschland, Österreich und der Schweiz.



**Ashley Oerth, CFA**  
Senior Investment  
Strategy Analyst  
Investment Thought  
Leadership



**Cyril Birks**  
Global Thought  
Leadership Intern  
Investment Thought  
Leadership

**In Silico ist eine mehrteilige Artikelreihe zum Thema künstliche Intelligenz (KI), die Einblicke in die wirtschaftlichen und finanziellen Auswirkungen der KI und ihre Rolle als Treiber des Wandels gibt.**

Dies ist der erste Artikel einer neuen Beitragsreihe, in der wir uns mit der explosionsartigen Zunahme des Interesses an KI in diesem Jahr befassen, die aktuellen Entwicklungen in den historischen Kontext stellen und Chancen aufzeigen. In künftigen Artikeln beleuchten wir die wirtschaftlichen, finanziellen und sozialen Auswirkungen von generativer KI, Robotik und KI-Verbesserungen, die sich in unserem Alltag bereits etabliert haben. Dabei werden wir jeweils Anlagechancen hervorheben, um Investoren einen umfassenden Überblick über das Anlagethema zu geben.

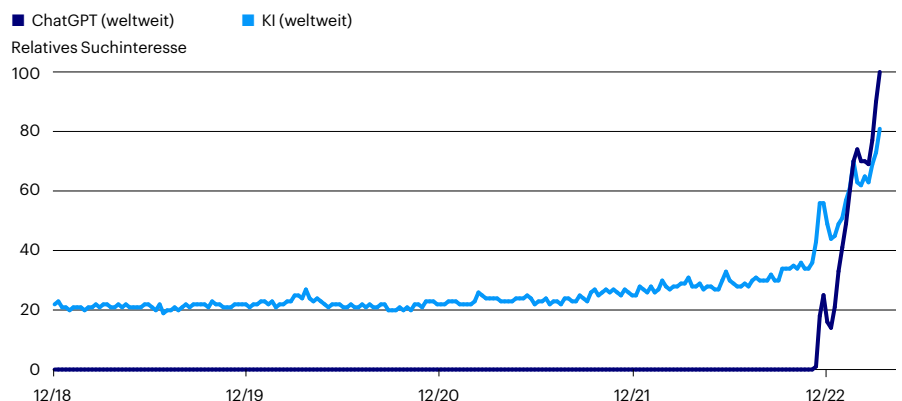
**Künstliche Intelligenz (KI) verändert die Art und Weise, wie wir mit der Welt und untereinander interagieren – im privaten und beruflichen Umfeld genauso wie im wissenschaftlichen Kontext. KI ist zunehmend in unsere Wirtschaftssysteme eingebettet – an jedem Punkt der Lieferkette, von Forschung und Entwicklung über Vertrieb, Einkauf und Marketing bis hin zur After-Sales-Analyse. Ob Schreckgespenst, Verheißung oder Trend, um ans schnelle Geld zu kommen – der aktuelle KI-Hype lässt kaum jemanden kalt. Dabei sind KI-Technologien bereits seit mehr als zehn Jahren im Einsatz. Unserer Ansicht nach stehen wir nicht an der Schwelle zu einer neuen Ära, sondern befinden uns bereits mittendrin. Wir gehen fest davon aus, dass sich die KI-Transformation weiter beschleunigen wird.**

Wie das aussehen kann, zeigte sich im März 2023, als eine ganze Reihe neuer generativer KI-Technologien und -Lösungen vorgestellt oder angekündigt wurden: ChatGPT4 von OpenAI und Microsofts Pläne, GPT4-Funktionen in seine Produkte und Dienste zu integrieren, Googles frühzeitige Veröffentlichung des Chatbots Bard mit dem Sprachmodell Med-PaLM2 und der PaLM-API. Außerdem kündigte Baidu seine KI an, Midjourney 5 wurde gestartet, und viele weitere Unternehmen und unabhängige Projekte stellten neue KI-Ziele vor. Gleichzeitig hat das Interesse an KI-Projekten enorm zugenommen, wobei genauso viel Begeisterung wie Skepsis und ethische Bedenken zum Ausdruck gebracht werden.<sup>1</sup> Wenn es eines gibt, über das sich alle einig sind, dann, dass es derzeit wohl kein anderes so heiß diskutiertes Thema gibt wie KI (Abbildung 1).

Wir halten KI für eine der vielversprechendsten Triebkräfte des Wandels mit potenziell einschneidenden Auswirkungen auf alle Branchen und Wirtschaftsbereiche sowie alle Arten von Geschäftsmodellen. KI kann den Weg für Innovationen ebnen, die Effizienz-

Abbildung 1

**Google Trends Suchinteresse (31. Dezember 2018 – 1. April 2023)**



Quelle: Google Trends und Invesco, Stand: 1. April 2023. Das relative Suchinteresse wird gemäß dem Normalisierungsprozess von Google Trends normalisiert. Weitere Informationen finden Sie im Google News Lab: What is Google Trends data – and what does it mean? (2016)

steigerungen durch Automatisierung ermöglichen. Besonders relevant ist dies für arbeitsintensive und monotone Aufgaben, einschließlich bestimmter Formen der körperlichen Arbeit, sowie für Büroarbeiten und kreative Tätigkeiten wie Transkription, Datenanalyse oder Texten.

In dieser Artikelreihe befassen wir uns mit der Bedeutung der künstlichen Intelligenz, ihren wirtschaftlichen und finanziellen Auswirkungen sowie ihrem Potenzial als Treiber des Wandels. Dabei sehen wir drei bedeutende KI-Unterthemen, die jeweils eigene Herausforderungen und Chancen mit sich bringen:

1. **Generative KI:** die neueste Welle kreativer KI-Technologien, darunter Chatbots wie ChatGPT, Bildgenerierungstools wie Midjourney und neue generative KI-Tools zur Erstellung realistischerer Social-Media-Filter und Deepfakes.
2. **Eine Fortsetzung der stillen Revolution:** KI scheint exponentielle, an Moores Gesetz erinnernde Verbesserungen in den Technologien zu ermöglichen, die unseren Lebensalltag bestimmen – von der Bildstabilisierung und Fotoverarbeitung über das Video-Upscaling bis hin zu Inhaltsempfehlungen und der biometrischen Identifizierung.
3. **Aufstieg der Robotik:** Maschinen haben eine längere Geschichte als die heutige KI und ihre Verbindung trägt bereits Früchte. Wir betrachten vollautonome Roboter, insbesondere selbstfahrende Drohnen und Fahrzeuge, als unvermeidliche und revolutionäre Innovation.

### KI damals und heute

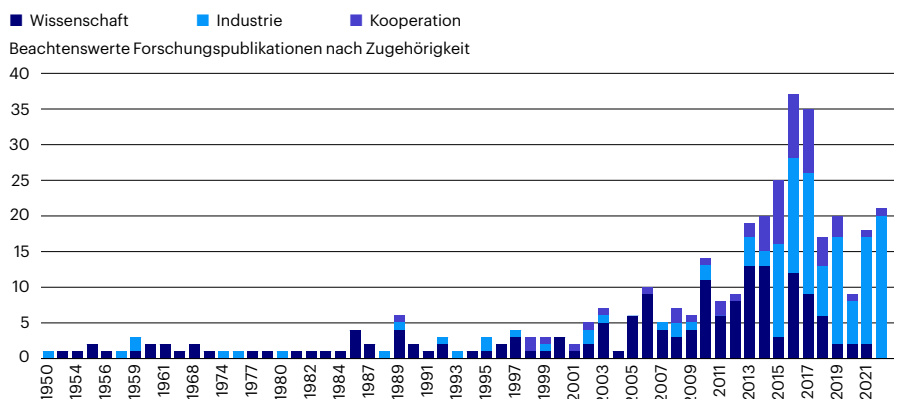
Das Konzept einer künstlichen Intelligenz (KI) – eines künstlich erzeugten Lebewesens, das mit seinen Fähigkeiten, seiner Empfindungsfähigkeit und seinem Intellekt dem Menschen ähnlich sein sollte – wurde bereits in der Antike beschrieben. Technologisch gesehen gibt es zwei Ursprünge der KI: zunächst die frühe Automatisierung und dann die gleichzeitigen Fortschritte in drei Bereichen zwischen den 1930er und 1950er Jahren – den frühen Neurowissenschaften, der Mathematik und den ersten Großrechenanlagen.

Seit den 1950er Jahren – als auch der berühmte „Turing-Test“ geboren wurde – gibt es jedes Jahr mehr „beachtenswerte“ Veröffentlichungen zum Thema KI.<sup>2</sup> Im Jahr 1951 wurden die ersten funktionierenden KI-Programme entwickelt, die Dame und Schach spielen konnten. In den darauffolgenden Jahrzehnten ebneten Fortschritte in den mathematischen Modellierungen, die den heutigen neuronalen Netzen und anderen KI-Technologien zugrunde liegen, sowie die Erfindung des modernen Computers und die exponentiell zunehmende Rechenleistung und Datenspeicherkapazität den Weg für eine KI-Entwicklung mit vielen Durchbrüchen und Rückschlägen. Ende der 1980er Jahre entstanden die ersten autonomen Fahrzeuge und im Jahr 1995 fuhr für das „No Hands Across America“-Projekt ein halbautonomer Pkw mit computergesteuerter Lenkung von Küste zu Küste durch die USA. In den vergangenen zehn Jahren ging es dann nicht mehr nur um die primitive Nachahmung menschlicher Handlungen: In einigen Bereichen gelang es sogar, mit KI-Technologie menschliche Fähigkeiten zu übertreffen.<sup>3</sup>

Seit den 2010er Jahren hat sich der Forschungsschwerpunkt zunehmend verschoben: Anstelle der rein wissenschaftlichen Forschung gibt es jetzt immer mehr kollaborative Forschungsprojekte mit der Wirtschaft, wobei die Industrie in den letzten Jahren die Führung übernommen hat (Abbildung 2).

Abbildung 2

### Zugehörigkeit der Forschungsteams, die beachtenswerte KI-Systeme entwickeln



Quelle: Invesco und Our World in Data (Zeitraum: 1950 – 2021) mit Verweis auf Sevilla, Villalobos, Cerón, Burtell, Heim, Nanjajjar, Ho, Besiroglu, Hobbhahn, Denain und Dudney (2023): Parameter, Compute, and Data Trends in Machine Learning.

### Aus der Statistik geboren

Im Gegensatz zu der in der Popkultur verbreiteten Vorstellung von KI als empfindungsfähigem Wesen hat die heutige KI-Forschung ihre Wurzeln in der Mathematik und Statistik als Mittel zur digitalen Darstellung und Analyse unserer Welt. Dabei werden große Datenmengen genutzt, um die Performance im Hinblick auf mehrere von Menschen definierte Ziele iterativ zu verbessern. „Neuronale Netze“ sind ein wesentlicher Aspekt dieses Ansatzes. Die Funktionsweise fortschrittlicher KI-Technologien lässt sich anhand des Einsatzes eines neuronalen Netzes für die Bilderkennung erläutern, obwohl es natürlich unterschiedlichste KI-Tools und -Ansätze gibt.

Neuronale Netze bestehen aus verschiedenen Schichten miteinander verknüpfter Neuronen (oder Knoten). Wenn wir möchten, dass eine Software erkennt, ob es sich bei einem Bild um ein schwarzweißes Textzeichen wie zum Beispiel die Ziffer „2“ handelt, können wir dieses Bild in seine einzelnen Pixel zerlegen und alle Pixel in Input-Neuronen einspeisen, die ihnen einen Wert wie 1 (für weiße Pixel) und 0 (für schwarze Pixel) zuweisen. Im Anschluss können wir dieses Ergebnis in eine zweite Schicht mit weniger Input-Neuronen einspeisen, in der die Informationen weiter analysiert werden, und einen gewichteten Durchschnitt bilden. Zum Beispiel: Jeder Input-Knoten der zweiten Schicht wird mit zehn Schicht-1-Neuronen gefüttert, wobei der Wert der zehn ursprünglichen Pixel gemittelt wird, um einen Wert für einen 10-Pixel-Bereich des ursprünglichen Bildes zu erhalten. Bei einem komplett weißen 10-Pixel-Bereich wäre der Wert 1, bei einem komplett schwarzen 0. Enthält der Bereich dagegen eine Mischung aus Schwarz und Weiß – weil ein Teil der Ziffer 2 in diesen Bereich fällt –, ergibt sich ein Wert zwischen 1 und 0, je nach der Gewichtung des Durchschnittswerts der Inputs.

Am Ende dieses Prozesses gibt der Computer anhand dieser gewichteten Werte eine Vermutung dazu ab, was das Bild darstellt. Diese Vermutung wird mit den Labels der Daten verglichen, die ihren tatsächlichen Wert angeben. War die Vermutung richtig, wird die Gewichtung beibehalten; war sie falsch, wird die Gewichtung geändert, bis die Vermutung richtig ist. Anschließend kann dieser Vorgang für andere Ziffern wiederholt werden, um Gewichtungen zu finden, die es der Maschine ermöglichen, die Zahlen 2, 3, usw. zu erkennen. Im Großmaßstab bilden dieser „Trial and Error“-Prozess und ähnliche Prozesse die Grundlage vieler KI-Technologien und Machine-Learning-Ansätze.

Heute haben wir sowohl mehr Rechenleistung zur Verfügung als auch mehr Daten zu verarbeiten und zu analysieren als je zuvor. Dadurch können Spezialisten für maschinelles Lernen immer ausgefeiltere Modelle konstruieren, die mehrere Milliarden verschiedene Parameter verwenden (und nicht nur eine einfache Pixelmenge, wie in unserem Beispiel). Die Grundlage dieses Ansatzes ist mehr oder weniger die gleiche: das „Trial and Error“-Prinzip. Einige der wirkungsstärksten Innovationen der letzten Zeit reduzieren jedoch den Bedarf für eine menschliche Überwachung des Trial-and-Error-Prozesses, zum Beispiel dadurch, dass nicht mehr jeder einzelne Datenwert manuell gekennzeichnet werden muss.

Im Mittelpunkt des jüngsten KI-Hypes steht zweifelsohne die generative KI. Sie umfasst eine Reihe von Produkten, die neue Inhalte aus alten Inhalten generieren können, ein breites Spektrum an Eingabeinformationen akzeptieren und ein breites Spektrum an Ausgabeinformationen produzieren. Generative KI-Tools können in Arbeitsabläufe integriert werden und die Produktivität verbessern.<sup>4</sup> Genau das ist auch das Ziel der jüngsten Anwendungen von OpenAIs Chat-GPT4, bei denen Unternehmen wie Microsoft versuchen, generative KI-Funktionen in bestehende Produkte zu integrieren. In der Tat könnte die Einführung und Umsetzung generativer KI zu bedeutenden Produktivitätssteigerungen führen, wie sie zuletzt in den ersten Jahren des Computerzeitalters zu beobachten waren.

Wichtig ist dabei, dass die generative KI ihren Ursprung in den statistischen Modellen hat, die dem maschinellen Lernen zugrunde liegen. Solche Modelle sind nicht empfindungs- oder handlungsfähig, sie haben kein Bewusstsein, setzen sich keine eigenen Ziele und denken nicht. Die heutigen generativen KI-Systeme sind mit schlaunen Papageien vergleichbar. Sie basieren auf ausgefeilten statistischen Verfahren mit einer unheimlichen, aber völlig leblosen Fähigkeit, menschenähnliche Reaktionen auf menschenähnliche Eingaben zu erzeugen (nachdem sie mit von Menschen produzierten Daten trainiert wurden). Im Grunde genommen sind die heutigen generativen KI-Systeme nur eine Art Computer.

### Wo liegen die Chancen?

Die Entwicklung von KI-Technologien ist sehr kapitalintensiv. In etablierten Bereichen sind die Eintrittshürden hoch, was auf die KI-Entwicklungspipeline zurückzuführen ist, die wie folgt aufgebaut ist:

- Geeignete Daten werden in einem Datensatz gesammelt, bereinigt und gekennzeichnet. Ein qualitativ hochwertiger Datensatz kann viele Terabytes groß sein und viele Billionen Berechnungen für das Training erfordern.
- Die Modelle werden mit Daten trainiert, traditionell unter menschlicher Aufsicht. Allerdings werden unüberwachte Ansätze zunehmend ausgefeilt.

- Anschließend werden die Modelle entweder intern verwendet, verkauft oder als AI-as-a-Service angeboten (z. B.: BloombergGPT),<sup>5</sup> oder sie werden als Open-Source-Projekte vertrieben, die für kommerzielle Anwendungen geeignet sein können oder auch nicht.

Die aktuell größten und bekanntesten Akteure sind im Vorteil, weil sie entweder Zugang zu den hochwertigsten Datensätzen haben oder weil sie über genügend Kapital und Vermögenswerte verfügen, um rechenintensive KI zu trainieren, einzusetzen und zu unterstützen. Einige Branchenführer stellen sogar maßgeschneiderte Hardware- und Firmware-Lösungen – einschließlich maßgeschneiderter Chips – für ihre KI-Produkte her. Ein einziger handelsüblicher Hochleistungsprozessor bräuchte mehrere hundert oder tausend Jahre, um ein Modell wie GPT4 zu trainieren. Dagegen können viele hundert hochspezialisierte, industrietaugliche Grafikprozessoren neue Modelle innerhalb von maximal zwei Jahren bereitstellen. Der Einsatz von KI-Technologien kann wenig kosten – ihr Training dagegen sehr kapitalintensiv sein. Abgesehen von den Vorteilen einer großen, bekannten Marke oder bereits etablierten Marktzugangswegen kann der Zugang zu großen Datenmengen oder viel Kapital einen erheblichen Wettbewerbsvorteil darstellen.

An der Spitze der KI-Forschung stehen daher auch drei Arten von Akteuren: Großunternehmen, die genug Kapital einsetzen können, um mehr mit mehr zu erreichen, disruptive Innovatoren, die herausgefunden haben, wie man mit weniger mehr erreichen kann (oft durch gezieltere Produktangebote), und einige wagemutige Akteure, die nach neuen Nischen oder Anwendungsbereichen Ausschau halten, in der Regel im Rahmen von Kooperationen zwischen Universitäten und Industrie.

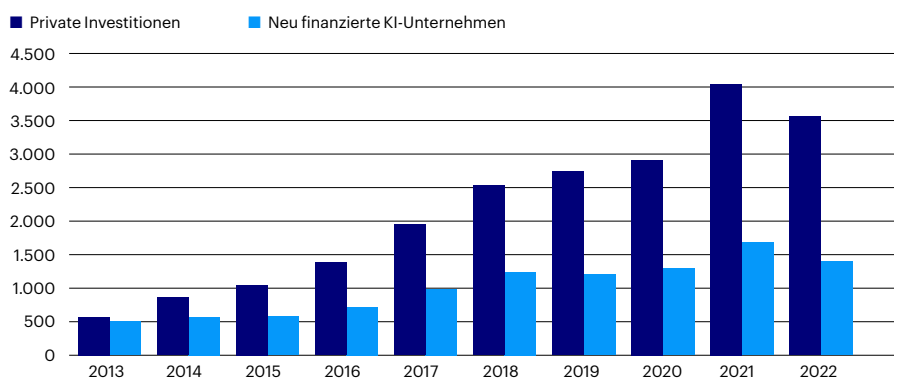
Die neue Disziplin der synthetischen Biologie (SynBio) ist ein Beispiel für einen Bereich, in dem KI einen Unterschied machen kann und etablierte Anbieter kaum oder gar nicht vertreten sind. KI kann auf vorhandene „Omics“-Datensätze angewandt werden und wird bereits in der Forschung eingesetzt, z. B. für die De-novo-Generierung von Antikörpern,<sup>6</sup> die Identifizierung von Biomarkern die Beschreibung neuartiger Bioassays und für vieles mehr. Viele dieser Fortschritte werden integrativ erzielt, wobei wissenschaftliche Einrichtungen offen zugängliche Tools von Anbietern wie DeepMind, Meta und OpenAI verwenden. Außerdem gibt es kollaborative Projekte wie BLOOM. Einige Einrichtungen wie die Universität Stanford stellen ihre eigene KI jedoch ausschließlich für die akademische Forschung zur Verfügung (und verbieten die kommerzielle Nutzung).<sup>7</sup>

Neueinsteiger im KI-Bereich könnten über den aktuellen Einflussbereich der großen Technologiekonzerne, etablierten Akteure und erstrangigen Forschungsinstitute hinaus Chancen ausloten. In den letzten zehn Jahren hat die Zahl der KI-Startups deutlich zugenommen. So hat es in jedem Jahr mehr Neueinsteiger und Finanzierungen gegeben (Abbildung 3).<sup>8</sup>

Vorsichtige Investoren könnten einen sogenannten „Picks and Shovels“-Ansatz bevorzugen, also selektiv in die Unternehmen investieren, die die KI-Entwicklung überhaupt ermöglichen. Dabei kann sich ein Blick auf die für die KI-Forschung erforderliche Infrastruktur – d.h. Hardware und Trainingsdaten – lohnen. Unternehmen aus diesem Bereich, die sich für die Zukunft der KI positionieren, könnten stark profitieren. Dazu gehören neben Halbleiterherstellern auch Zulieferer von Rohstoffen oder Maschinen für die Halbleiterherstellung sowie Unternehmen, die die Hardware- und Softwarearchitektur für Computerprozessoren, Grafikprozessoren und andere Spezialprozessoren wie TPUs (spezielle, für das maschinelle Lernen und KI-Anwendungen entwickelte Chips) entwickeln. Unterdessen sind viele der traditionellen Big-Tech-Unternehmen zu Daten-giganten geworden, die Petabytes an wertvollen Kundeninformationen und Daten zum Verbraucher- und Nutzerverhalten horten. Diese Daten könnten als Trainingsdaten verwendet werden (sofern es diesbezüglich keine gesetzlichen oder regulatorischen

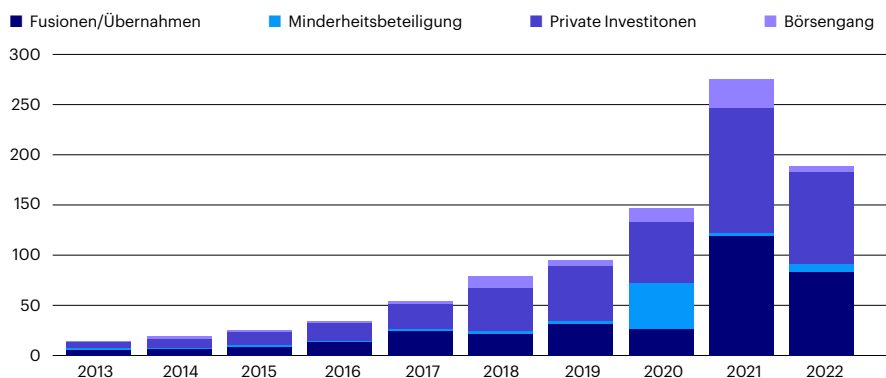
Abbildung 3

**Anzahl der privaten Investitionen und Anzahl der neu finanzierten KI-Unternehmen**



Quelle: Invesco und Stanford AI Index Report 2023 Data Repository mit Verweis auf Netbase Quid 2022.

Abbildung 4

**Weltweite Gesamtinvestitionen in KI (in Mrd. US-Dollar)**

Quelle: Invesco und Stanford AI Index Report 2023 Data Repository mit Verweis auf Netbase Quid 2022.

Beschränkungen gibt). „AI-as-a-Service“-Geschäftsmodelle wiederum können maßgeblich dazu beitragen, bestehende Geschäftsabläufe zu verbessern und die Produktivität zu steigern.

Wir sehen künftigen KI-Innovationen mit Spannung entgegen, sind uns aber darüber bewusst, dass das Innovationstempo zumindest derzeit die gesetzgeberischen und regulatorischen Kapazitäten übersteigt. Einige wissenschaftliche Institutionen und unabhängige Denkfabriken haben zwar eine strengere ethische Kontrolle, einschließlich eines risikoorientierten Innovationsansatzes, gefordert – letztlich hat die KI bislang jedoch weitgehend frei von lästigen Beschränkungen innovieren können. Obwohl derzeitige Rechtsvorschriften wie Datenschutzgesetze häufig KI-Anwendungsfälle abdecken, dürfte KI zu einer zunehmend regulierten Branche werden. Das wiederum könnte der künftigen KI-Entwicklung einige Steine in den Weg legen.

**Ausblick**

Das Jahr 2023 markiert den „Hallo, Welt!“-Moment der KI als Innovation, die unser Leben verändern wird. Eine Zukunft, in der die künstliche Intelligenz immer weiter in unser Leben vordrängt, wird mit einer Mischung aus Optimismus und Pessimismus betrachtet. Während die einen eine technologische Utopie verheißen, fürchten andere die Auslöschung der Menschheit. Mit dieser Artikelreihe gehen wir über diese binären Standpunkte hinaus und untersuchen die Auswirkungen der KI – insbesondere die damit verbundenen wirtschaftlichen Chancen und Risiken. Unserer Ansicht nach hat die KI den technologischen Fortschritt der letzten Jahre bereits unwiderruflich geprägt, und wir sind zuversichtlich, was die künftige Weiterentwicklung der Technologie angeht. In unseren nächsten Beiträgen zum Thema werden wir uns eingehender mit der explosionsartigen Zunahme des Interesses an KI befassen und auf die stille Revolution zurückblicken, die schon lange im Gange ist und unseren Lebensalltag bereits in vielerlei Hinsicht verändert hat.

**Anmerkungen**

- 1 Pause Giant AI Experiments: An Open Letter – Future of Life Institute.
- 2 Invesco und Our World in Data mit Verweis auf Sevilla, Villalobos, Cerón, Burtell, Heim, Nanjajjar, Ho, Besiroglu, Hobbhahn, Denain und Dudney (2023). Parameter, Compute, and Data Trends in Machine Learning. Systeme werden von den ursprünglichen Autoren anhand verschiedener Kriterien als „beachtenswert“ definiert, z. B. weil sie den Stand der Technik voranbringen oder von historischer Bedeutung sind. Die Einschlusskriterien umfassen sowohl quantitative als auch qualitative Kennzahlen.
- 3 Für die KI sind Schach, Go und andere Brettspiele ‚gelöste‘ Probleme. Aber auch in komplizierten Spielen wie Diplomacy überzeugt KI zunehmend.
- 4 Aktuelle generative KI-Modelle, wie ChatGPT von OpenAI, übernehmen keine Verantwortung dafür, wie die Ergebnisse verwendet werden. Die Nutzer sind in der Regel ausdrücklich selbst dafür verantwortlich, die sachliche Richtigkeit der Ergebnisse zu bestätigen und sicherzustellen, dass die Ergebnisse mit den einschlägigen Vorschriften und Gesetzen übereinstimmen.
- 5 Einführung in BloombergGPT, Bloombergs 50-Milliarden-Parameter-Sprachmodell, das von Grund auf für den Finanzsektor entwickelt wurde | Presse | Bloomberg LP.
- 6 De-novo-Antikörperdesign mit generativer künstlicher Intelligenz | bioRxiv
- 7 Stanford CRFM
- 8 Stanford 2023 AI Index Report mit Verweis auf NetBase Quid 2022 - AI Index Report 2023 – Artificial Intelligence Index (stanford.edu).

### **Wesentliche Risiken**

Der Wert von Anlagen und die Erträge hieraus unterliegen Schwankungen. Dies kann teilweise auf Wechselkursänderungen zurückzuführen sein. Es ist möglich, dass Anleger bei der Rückgabe ihrer Anteile nicht den vollen investierten Betrag zurückerhalten.

### **Wichtige Informationen**

Diese Marketing-Anzeige dient lediglich zu Diskussionszwecken und richtet sich ausschließlich an professionelle Anleger in Österreich, Deutschland und der Schweiz.

Quelle und Stand der Daten: Invesco, 30. Juni 2023, sofern nicht anders angegeben.

Dies ist Marketingmaterial und kein Anlagerat. Es ist nicht als Empfehlung zum Kauf oder Verkauf einer bestimmten Anlageklasse, eines Wertpapiers oder einer Strategie gedacht. Regulatorische Anforderungen, die die Unparteilichkeit von Anlage- oder Anlagestrategieempfehlungen verlangen, sind daher nicht anwendbar, ebenso wenig wie das Handelsverbot vor deren Veröffentlichung.

Die Ansichten und Meinungen beruhen auf den aktuellen Marktbedingungen und können sich jederzeit ändern.

Herausgegeben in Deutschland und Österreich von Invesco Management S.A., President Building, 37A Avenue JF Kennedy, L-1855 Luxembourg, regulated by the Commission de Surveillance du Secteur Financier, Luxembourg. Herausgegeben in der Schweiz von Invesco Asset Management (Schweiz) AG, Talacker 34, 8001 Zürich, Schweiz. Invesco Asset Management (Schweiz) AG fungiert als Vertreter für die in der Schweiz vertriebenen Fonds. Zahlstelle in der Schweiz: BNP PARIBAS, Paris, Niederlassung Zürich, Selnastrasse 16, 8002 Zürich. Der Verkaufsprospekt, die wesentlichen Informationen und die Finanzberichte können kostenlos beim Vertreter angefordert werden. Die Fonds sind in Luxemburg domiziliert.

[EMEA3019853/2023]