

# In Silico, Teil V

## In KI investieren

Dezember 2023

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



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



**Cyril Birks**  
Market Strategy Analyst  
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.

- Für eine Einführung zu KI empfehlen wir *In Silico, Teil I: Der „Hallo, Welt!“-Moment der KI*.
- Für eine Einführung zu maschinellem Lernen und Deep Learning empfehlen wir *In Silico, Teil II: Die stille Revolution des maschinellen Lernens*.
- Einen Überblick über generative KI erhalten Sie in *In Silico, Teil III: Der Aufstieg der generativen KI und wie sie unsere Zukunft verändern könnte*.
- Für Einblicke in die makroökonomischen Auswirkungen von KI empfehlen wir *In Silico, Teil IV: KI und ihre Auswirkungen auf Arbeit, Produktivität und technologiebedingte Deflation*.

### Einführung

Dieser Beitrag bildet den Abschluss unserer Artikelreihe und befasst sich mit Anlagechancen im KI-Bereich, die sowohl Investitionen entlang der KI-Wertschöpfungskette als auch den Einsatz von KI zur Steigerung der Produktivität umfassen. Außerdem werden wir auf die jüngste Rally von KI-Aktien eingehen und erläutern, welche Chancen wir in diesem Bereich sehen. Für mehr Kontext empfehlen wir Ihnen, auch die Teile I bis IV unserer Artikelreihe zu lesen.

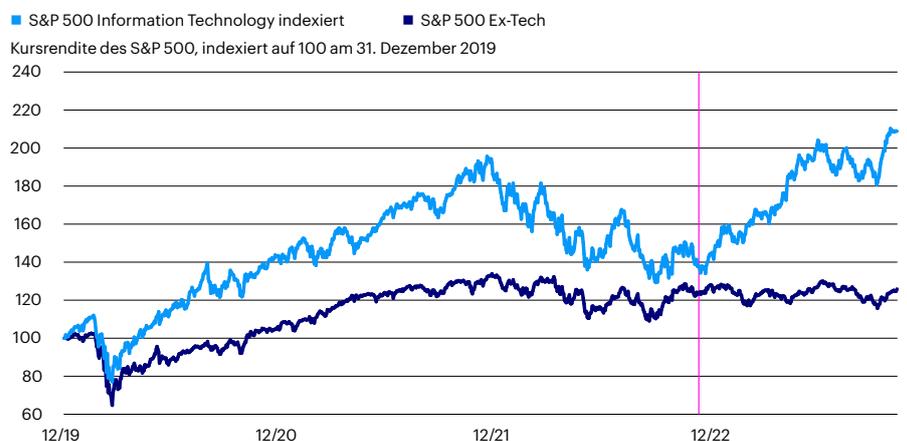
### KI-Hype erreicht die Märkte

Dem plötzlichen Eintritt der generativen KI ins Rampenlicht im Jahr 2023 ging das voraus, was wir „die stille Revolution des maschinellen Lernens“ genannt haben. Tatsächlich ist der Einsatz künstlicher Intelligenz nichts Neues. Unternehmen in praktisch allen Branchen nutzen schon seit mehr als zehn Jahren, also lange vor der Einführung von Tools wie ChatGPT, KI-gestützte Lösungen. KI-Technologien werden für komplexe statistische Analysen, die Empfehlung von Inhalten, die Navigation, virtuelle Assistenten, die Erkennung von Liedern, die Verbesserung von Bilddateien, die Erzeugung von Signalen und vieles mehr eingesetzt.<sup>1</sup> Mit der Einführung leistungsstarker generativer KI-Modelle haben Unternehmen auch begonnen, automatisierte Chatbots für den Kundenservice, Programmierassistenten und weitere Funktionen zu nutzen. Dabei steht die Integration von KI-Technologien unserer Ansicht nach noch ganz am Anfang.

An den Märkten hat insbesondere die generative KI große Euphorie ausgelöst. Im zurückliegenden Jahr – und vor allem im März und Mai 2023 – war die Rally der Tech-Aktien für einen Großteil der Rendite des S&P 500 verantwortlich (Abbildung 1).

Abbildung 1

### Tech-Aktien als größte Treiber der Rendite des S&P 500 Index



Quellen: Bloomberg und Invesco, Stand: 30. November 2023. Die vertikale Linie markiert den 30. November 2022, den Tag der Veröffentlichung von ChatGPT durch OpenAI. Hinweise: Der S&P 500 Ex-Tech bildet den breiten US-Markt ohne Unternehmen aus dem GICS®-Sektor Informationstechnologie ab. **Die Wertentwicklung in der Vergangenheit ist keine Garantie für zukünftige Erträge.**

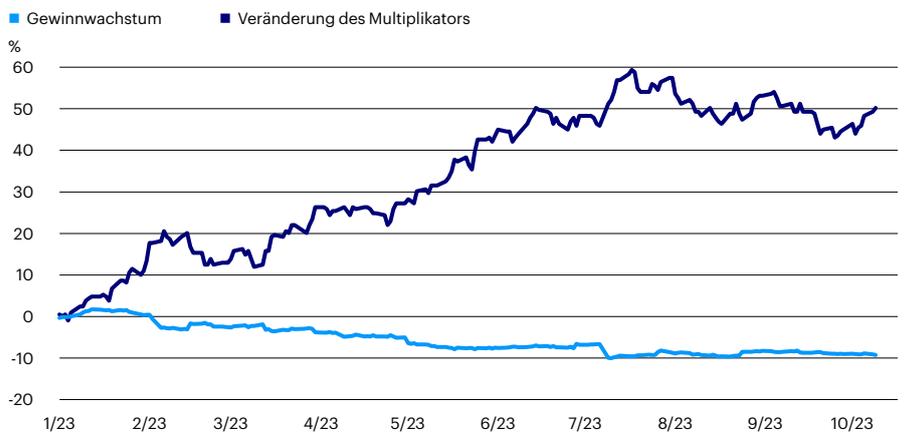
Von Januar bis Ende November 2023 legten die IT-Aktien im S&P 500 um 51,6% zu, während es der Index ohne Technologiewerte im gleichen Zeitraum gerade einmal auf ein Plus von 1,5% brachte.<sup>2</sup> Gleichzeitig ist die Konzentration im Index so hoch wie nie zuvor, da die Tech-Schwergewichte die nach der Marktkapitalisierung gewichteten Indizes dominieren.<sup>3</sup> Trotz des wirtschaftlichen Gegenwinds, umfangreicher Entlassungen in der Technologiebranche und steigender Zinsen haben sich die Aktien von Technologieunternehmen mit KI-Aktivitäten im Jahr 2023 bemerkenswert gut gehalten.

Auch wenn die generative KI unserer Ansicht nach noch ganz am Anfang ihrer Entwicklung steht, rechnen wir mit einer Pause im jüngsten Höhenflug der Tech-Werte. Die Bewertungen sind deutlich gestiegen, sowohl auf der Grundlage vergangener als auch geschätzter künftiger Erträge, und die Gewinnerwartungen für die wichtigsten Technologieunternehmen sind hochgeschraubt worden (Abbildungen 2 und 3). Die Bewertungen wären wahrscheinlich höher, wenn die Geldpolitik und die Kreditkonditionen lockerer wären. Wir meinen, dass KI-Aktien jetzt erst einmal den optimistischen Gewinnerwartungen gerecht werden müssen.

Abbildung 2

**Die Neubepreisung von KI-Titeln ist in erster Linie auf die Bewertungen zurückzuführen – ein Großteil der Anpassungen betraf die künftigen Wachstumserwartungen**

Aufschlüsselung der Tech-Renditen seit Jahresanfang mit Beiträgen von Gewinnveränderungen, Bewertungsänderungen



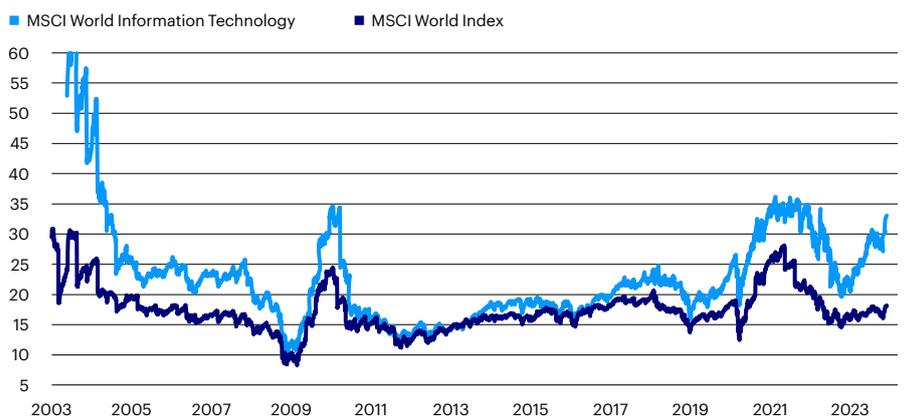
Quellen: Datastream und Invesco, Stand: 14. November 2023.

Die Abbildung zeigt die Aufschlüsselung der Renditen seit Jahresanfang des Datastream World Technology Index. Das Gewinnwachstum wird anhand des Gewinns je Aktie für die letzten zwölf Monate gemessen. Die Veränderung des Multiplikators wird anhand der Veränderung des Kurs-Gewinn-Verhältnisses für die letzten zwölf Monate berechnet.

Abbildung 3

**Die Bewertungen der Technologiewerte sind trotz restriktiverer Finanzkonditionen gestiegen**

Nachlaufendes Kurs/Gewinn-Verhältnis des MSCI World seit 2003



Quellen: Bloomberg und Invesco, Zeitraum: Tagesdaten 2. Januar 2003 bis 16. November 2023. **Die Wertentwicklung in der Vergangenheit ist keine Garantie für zukünftige Erträge. Eine Direktanlage in einen Index ist nicht möglich.**

Hinweise: Der MSCI World Information Technology Index ist so konzipiert, dass er die Large- und Mid-Cap-Segmente in 23 Industrieländern abbildet. Der MSCI World Index bildet die Wertentwicklung von Large- und Mid-Cap-Aktien aus 23 Industrieländern ab. Wir haben uns für diesen Startzeitpunkt entschieden, um einige Extremwerte der Jahre 2000 bis 2001 auszuschließen, als die Gewinne der MSCI World Information Technology-Aktien auf Werte nahe oder unter null fielen. Hinweis: Die nachlaufenden Kurs-Gewinn-Verhältnisse basieren auf den indexbereinigten, um Einmaleffekte bereinigten Gewinnen.

**KI muss dem Hype gerecht werden**

Trotz des rasanten technologischen Fortschritts gilt auch in diesem Bereich „Hofstadters Gesetz“, wonach Veränderungen häufig mehr Zeit in Anspruch nehmen, als ursprünglich angenommen. Wir vermuten, dass die Erwartungen an viele KI-Technologien und -Anwendungsfälle maximal überhöht sind. Im Hype Cycle von Gartner, der Phasen überzogener Erwartungen gefolgt von greifbaren Fortschritten beschreibt, hat die generative KI den Erwartungsgipfel erreicht. Zum jetzigen Zeitpunkt ist noch nicht klar, ob der tatsächliche praktische Nutzen der Technologie sehr stark von den Erwartungen der Investoren und Anwender abweichen wird. Die aktuell dominierende KI-Anlagestory gründet unserer Ansicht nach vor allem auf spannenden Hypothesen und weniger auf empirischen Belegen. Wichtig zu bedenken ist zudem, dass Anleger, die das Potenzial einer neuen Technologie richtig einschätzen, trotzdem zu früh investieren können – wenn die Realisierung dieses Potenzials noch weit in der Zukunft liegt.

Unserer Einschätzung nach haben die KI-Architekten, die wir im nächsten Abschnitt definieren, die hohen Erwartungen an KI bereits größtenteils eingepreist. Für die Zukunft erwarten wir eine deutlich größere Marktbreite im Vergleich zur derzeitigen Konzentration auf Big Tech-Unternehmen. Daher lohnt es sich unserer Ansicht nach auch, die gesamte Wertschöpfungskette der KI zu betrachten.

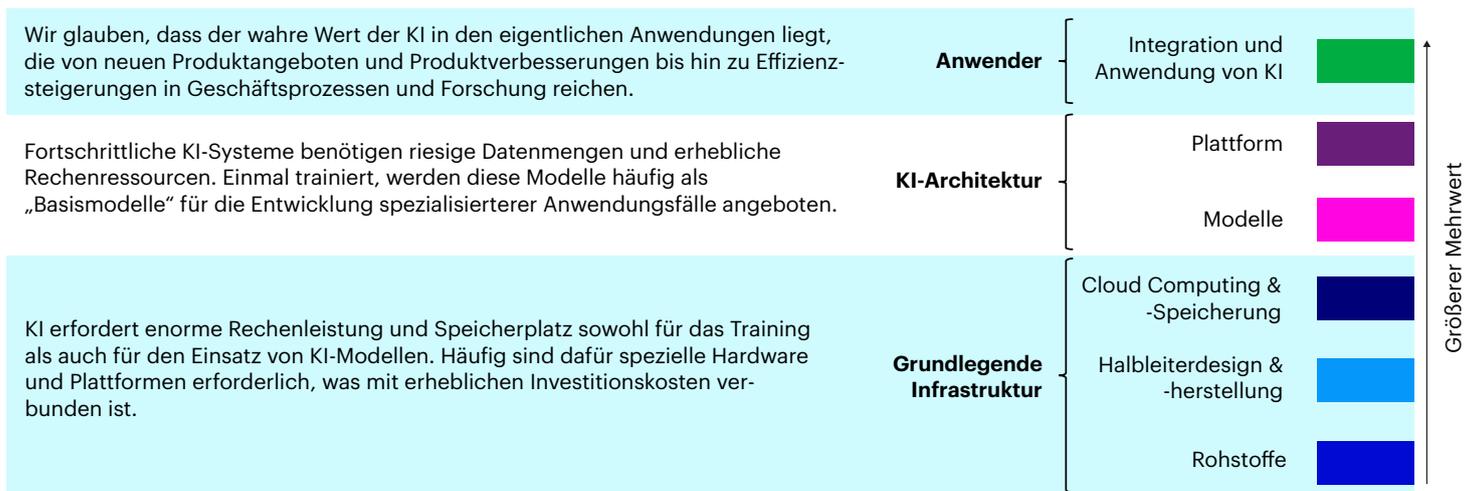
**Abbildung der KI-Wertschöpfungskette**

Wie wir in früheren Ausgaben von „In Silico“ erklärt haben, glauben wir, dass der langfristige Wert der KI im Laufe des nächsten Jahrzehnts realisiert werden wird. Obwohl Prognosen mit einem hohen Maß an Unsicherheit behaftet sind, rechnen wir mit bedeutenden Auswirkungen der KI in Form neuer Produkte, Produktverbesserungen und Produktivitätsgewinne. Für eine erfolgreiche Partizipation an der Entwicklung und zunehmenden Verbreitung von KI-Technologien halten wir eine Betrachtung der gesamten Wertschöpfungskette aus Anlegersicht für sinnvoll.

Die einzelnen Schritte der Wertschöpfungskette lassen sich anhand der Rollen der KI-Architekten, -Anwender und -Lösungsentwickler veranschaulichen: Die KI-Architekten entwickeln und betreiben KI-Systeme, die Anwender profitieren von neuen Produktangeboten oder einer größeren Wettbewerbsfähigkeit und die Lösungsentwickler passen Produkte an die speziellen Herausforderungen der KI an. Wir untergliedern die KI-Wertschöpfungskette in verschiedene, miteinander verbundene Elemente, die alle eine Rolle in der Weiterentwicklung und Umsetzung von KI-Technologien spielen (Abbildung 4). Unseren Analysen zufolge gibt es kaum reine KI-Investments – die meisten Unternehmen sind nicht nur auf KI-gestützte Produkte und Dienstleistungen spezialisiert. Daher halten wir es auch für durchaus möglich, ein „KI“-Themenportfolio zu halten, das deutlich breiter diversifiziert ist, als es die Bezeichnung vermuten lässt.

Aktuell konzentriert sich ein Großteil des KI-Hype auf die Unternehmen, die an der Bereitstellung der „grundlegenden Infrastruktur“ entlang der Wertschöpfungskette beteiligt sind. Dieser Bereich umfasst Rohstoffproduzenten, Halbleiterhersteller und -entwickler, Anbieter von Cloud Computing und Cloud-Speicherung sowie Entwickler generativer KI (insbesondere zahlungskräftige große Technologieunternehmen).

Abbildung 4  
**Die KI-Wertschöpfungskette<sup>4</sup>**



Quelle: Invesco. Nur zur Illustration.

### Rohstoffe: Seltene Erdmetalle und andere kritische Rohstoffe

Kritische Rohstoffe sind von grundlegender Bedeutung für die technologische Entwicklung, da sie für die Herstellung von mehr als 200 Arten wichtiger kommerzieller Produkte unerlässlich sind – zum Beispiel für integrierte Schaltkreise oder Mikrochips (CPUs, GPUs, TPUs und andere Computerhardware, die in der Regel zusammen mit einfacheren Geräten unter dem Begriff „Halbleiter“ zusammengefasst werden).<sup>5</sup> Ausgerechnet bei diesen zentralen Bausteinen der heutigen Computertechnik kam es in den letzten Jahren wiederholt zu – auch geopolitisch bedingten – Lieferengpässen.

Das Ausgangsprodukt für Halbleiterchips ist Sand, bestehend aus hochreinem Silizium und verschiedenen seltenen Erdelementen mit den richtigen Eigenschaften für die Verwendung in Halbleiterbauelementen, von LEDs über Photovoltaikzellen bis hin zu integrierten Schaltkreisen.<sup>6</sup> Der United States Geological Survey (USGS) listet Elemente auf, die direkt oder indirekt eine wichtige Rolle in der Herstellung von KI-Technologien spielen, zum Beispiel als Input für Halbleitermaterialien oder andere Computer- und Telekommunikationshardware (siehe Anhang A). China dominiert die weltweite Produktion dieser Rohstoffe und produzierte im Jahr 2022 70% der weltweiten seltenen Erdmetalle. In den USA und der EU wurden im Jahr 2022 74% bzw. 98% der begehrten Metalle aus China eingeführt.<sup>7</sup>

Da diese Rohstoffe für die Herstellung von Halbleiterbauelementen unverzichtbar sind, dürften sich Preisänderungen in diesen Bereichen auf die Kosten in anderen Bereichen der KI-Wertschöpfungskette auswirken.

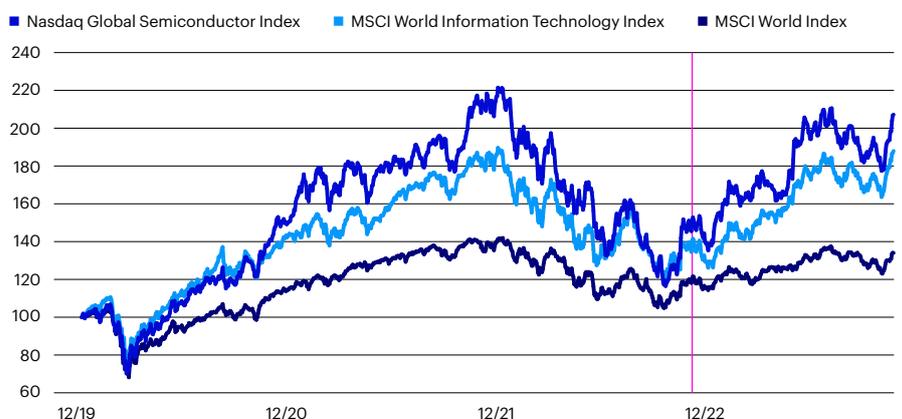
### Hardware: Halbleiterdesign und -herstellung

KI-Systeme müssen „trainiert“ werden, ein Prozess, bei dem die Parameter eines Modells durch eine ausgeklügelte Reihe von Schritten bzw. Algorithmen, aus denen das Modell besteht, erlernt werden. Für das Training der jüngsten generativen KI-Modelle haben auf KI ausgerichtete Unternehmen spezielle Supercomputer gebaut, die in der Lage sind, die neuesten, auf einer sehr großen Menge von Parametern basierenden Modelle zu trainieren. Zur Veranschaulichung: Mit einem einzigen leistungsstarken Grafikprozessor hätte das Training des Modells, auf dem OpenAIs GPT-3 basiert, 288 Jahre in Anspruch genommen<sup>7</sup> (angenommen, dass es überhaupt technisch machbar gewesen wäre). Es gibt zwar viele Möglichkeiten, die Trainingszeiten zu verkürzen und den Trainingsaufwand zu verringern. Die fortschrittlichsten KI-Modelle stellen jedoch extreme Anforderungen an die Rechenleistung, sodass KI-Anbieter um eine Investition in hochwertige High-End-Computerhardware nicht herum kommen. Ob Modelle der heutigen Leistungsstandards auf künftigen Verbrauchergeräten laufen werden können, lässt sich noch nicht sagen.

Nachdem ein Modell trainiert wurde, wird bei jeder Verwendung zusätzliche Rechenleistung benötigt. Beispielsweise aktiviert jede Eingabeaufforderung das dem generativen KI-Tool zugrunde liegende Modell mit den bereitgestellten Eingaben, und jedes eingegebene und generierte Wort verbraucht eine bestimmte Menge an Rechenleistung. Die täglichen Betriebskosten der ChatGPT-Plattform zum Beispiel werden auf 100.000 bis 700.000 USD geschätzt. Der jüngste KI-Boom hat zu einer außergewöhnlich hohen Nachfrage nach Prozessoren geführt und dazu beigetragen, dass die globalen Halbleiteraktien seit Jahresbeginn um 51,0% gestiegen sind (Abbildung 5).<sup>8</sup>

Abbildung 5

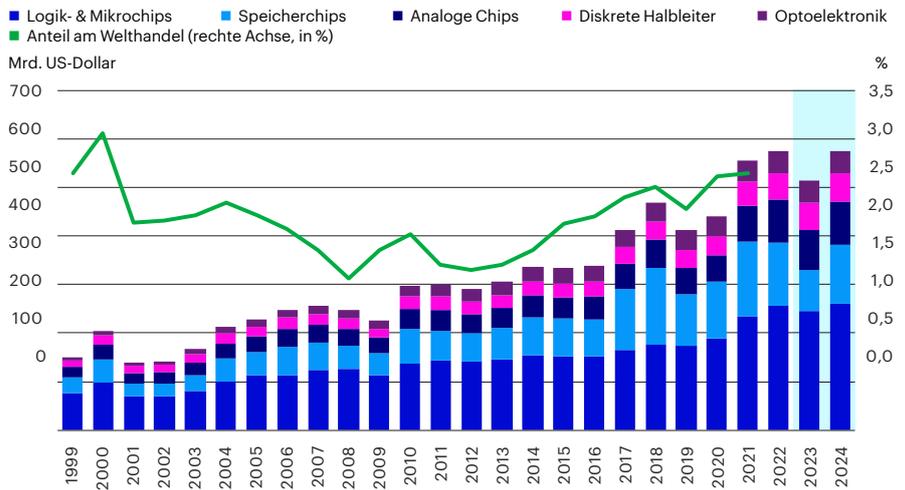
#### Halbleiteraktien gehören zu den ersten Gewinnern des KI-Hypes



Quelle: Bloomberg und Invesco, Stand: 30. November 2023. Die Gesamttrendline-Indizes sind zum 31. Dezember 2019 auf 100 indiziert. Die vertikale Linie markiert den 30. November 2022, den Tag der Veröffentlichung von ChatGPT durch OpenAI. **Die Wertentwicklung in der Vergangenheit ist keine Garantie für zukünftige Erträge. Eine Direktanlage in einen Index ist nicht möglich.**

Hinweise: Der Nasdaq Global Semiconductor Index ist darauf ausgelegt, die Wertentwicklung der 80 größten Halbleiterunternehmen der Welt abzubilden. Der MSCI World Information Technology Index ist so konzipiert, dass er die Large- und Mid-Cap-Segmente in 23 Industrieländern abbildet. Der MSCI World Index bildet die Wertentwicklung von Large- und Mid-Cap-Aktien aus 23 Industrieländern ab.

Abbildung 6

**Wert des weltweiten Handels mit Halbleitern zur Verwendung in Computern**

Quellen: Macrobond, Invesco, Semiconductor Industry Association und World Semiconductor Trade Statistics sowie Observatory of Economic Complexity (OEC), Stand: 17. November 2023. Bei den Werten für 2023 und 2024 handelt es sich um Schätzungen.

Hinweise: ‚Anteil am Welthandel in %‘ berechnet anhand des Gesamtwerts für den globalen Handel des Observatory of Economic Complexity (OEC) Global World Trade / Gesamtwerts der gehandelten Halbleiter in diesem Jahr. Die Semiconductor Industry Association klassifiziert Halbleiter wie folgt: Logik- und Mikrochips: Bauelemente, die komplexe Funktionen ausführen und in Mobiltelefonen, KI-Systemen, PCs und anderen IKT-Technologien zum Einsatz kommen; analoge Halbleiter: Bauelemente, die eine Verbindung zwischen der digitalen Elektronik und der analogen Außenwelt darstellen. Halbleiter für die Automobilindustrie umfassen Halbleiter für Elektrofahrzeuge, Flugzeuge und Erneuerbare-Energie-Technologie; Speicherchips: Bauelemente, die Daten speichern und in Mobiltelefonen, PCs und Rechenzentren zum Einsatz kommen; diskrete Halbleiter und Sensoren und Aktuatoren führen einfache Funktionen aus und kommen in allen Branchen auf breiter Basis zum Einsatz; Optoelektronik umfasst Bauelemente, die Licht abgeben und vor allem in Informations- und Kommunikationstechnologien sowie in industriellen Anwendungen zum Einsatz kommen.

Die Bedeutung von Halbleitern für die Weltwirtschaft zeigt sich auch darin, dass Halbleiter im Jahr 2021 wertmäßig die am zweitmeisten gehandelte Ware der Welt waren und etwa 3,9% des Welthandels ausmachten.<sup>9</sup> Abbildung 6 zeigt das geschätzte Volumen des weltweiten Handels mit Halbleiterbauelementen, die in Computern zum Einsatz kommen. Die Halbleiterherstellung ist ein riesiger Industriezweig mit einer Vielzahl an spezialisierten Funktionen und Akteuren.

Hardware im Allgemeinen und Halbleiter im Besonderen stellen einen Flaschenhals für alle Arten von Technologien dar. KI-Technologien konkurrieren mit einer Vielzahl anderer Anwendungen um Produktionszeit – zum Beispiel mit PCs, Telefonen oder Mobilitätsanwendungen (von Autos bis hin zu Navigationssystemen). In den letzten zehn Jahren haben auch das Wachstum von Cloud-Speicherlösungen und Cloud Computing sowie das Mining von Kryptowährungen die Nachfrage nach Halbleitern erhöht.

Veraltungszyklen prägen die moderne Welt. Hardware hat nicht nur eine begrenzte operative Lebensdauer, sondern auch eine begrenzte praktische Lebensdauer. Mit der Zeit sind Betriebssysteme und die auf ihnen laufende Software immer rechenintensiver geworden. Dadurch wird für ihren Betrieb eine immer bessere und neuere Hardware gebraucht. In dem Maße, in dem unsere Welt von Hardware abhängt, wird sie vermutlich immer einen Mindestbedarf an Rechenleistung haben, nur um den Status quo zu erhalten. Außerdem tendiert die Welt seit den Anfängen der modernen Computertechnik dazu, „mehr mit mehr zu machen“, sodass eine höhere Rechenleistung auch zu höheren Ansprüchen der Nutzer geführt hat. Fortschritte in der Bildberechnung zum Beispiel haben die Bildverarbeitung billiger und effizienter gemacht und zugleich bessere, rechenintensivere Bildstandards zur Norm werden lassen – auf digitale Videos folgte HD, das jetzt durch 4K ersetzt wird. Wir gehen davon aus, dass sich dieser Trend fortsetzen und zu einer anhaltend hohen Nachfrage nach Halbleitern beitragen wird.

Solange der Tech-Hype anhält, dürften auch Hardware-Anbieter (sowohl Hersteller als auch Entwickler ohne eigene Herstellung) von großer Bedeutung bleiben und durch neue Anforderungen an die Produktion wie die rasche Durchsetzung von KI noch wichtiger werden. Infolge dieser technologischen Trends und der Tatsache, dass Halbleiter im Mittelpunkt starker geopolitischer Interessen stehen, rechnen wir mit einem anhaltend engen Halbleitermarkt.

#### Anbieter von Cloud Computing und Cloud-Speicherlösungen

Obwohl einige KI-Modelle auf PCs laufen können, sind die jüngsten Fortschritte in der KI in erster Linie ein Cloud-Computing-Phänomen. So werden die außergewöhnlichen Anforderungen für das Training und den Betrieb von KI-Modellen in der Regel von speziellen Rechenzentren erfüllt (ein Service, der allgemein als „Cloud Computing“ bezeichnet wird). Von den Datenwissenschaftlern, die diese Modelle entwickeln, sind diese Rechenzentren häufig räumlich weit entfernt.

Aufgrund des enormen Bedarfs an Rechenleistung hatten die Tech-Giganten bislang einen Vorteil. Als sogenannte „Hyperscaler“ haben sie mehr Geld für Investitionen in den Aufbau und die Modernisierung von Rechenzentren, Servern und Cloud Computing-Diensten zur Verfügung. Tatsächlich werden die bekanntesten KI-Start-ups wie OpenAI und Anthropic von Microsoft bzw. Amazon unterstützt. Bei den anderen beiden großen generativen KI-Modellen handelt es sich um Projekte von Meta und Alphabet, die wiederum Zugang zu enormen Cloud Computing-Kapazitäten haben.

Wie im Halbleiterbereich werden Rechenzentren und Cloud Computing-Lösungen nicht nur für KI benötigt. Mit dem Wachstum des Internets ist auch der allgemeine Bedarf für diese Dienstleistungen gestiegen. So gibt es heute mehr Online-Medieninhalte als je zuvor und bei den Einnahmen hat das Musikstreaming die physischen Medien bereits im Jahr 2018 überholt. Daher dürfte die steigende Nachfrage der KI-Technologien nach Cloud-Services mit dem wachsenden Bedarf anderer Dienste wie Streaming oder Webhosting konkurrieren.

#### **Architekten und Wegbereiter: KI-Modelle und -Plattformen**

KI besteht aus Algorithmen, die von Datenwissenschaftlern und Softwareingenieuren entwickelt werden. Diese Algorithmen umfassen Modelle, die mit riesigen Mengen von Daten trainiert werden, wofür eine erhebliche Rechenleistung erforderlich ist. Relativ einfache Modelle können auf Konsumer-Plattformen laufen, während fortschrittliche KI-Modelle spezielle Hardware mit einer erheblich höheren Leistung sowie sehr große Datensätze erfordern. Aufgrund des Personal-, Kapital- und Betriebsaufwands für den Aufbau, das Training und die Pflege leistungsstarker Modelle sind die fortschrittlichsten KI-Modelle einigen wenigen Akteuren vorbehalten.

Seit Anfang 2023 ist die Zahl der öffentlich verfügbaren generativen KI-Modelle für den privaten und kommerziellen Gebrauch explosionsartig angestiegen. Die Landschaft umfasst bedeutende Akteure und Tools wie ChatGPT und DALL-E von OpenAI, LLaMa von Meta, Bard von Google und Anthropic sowie Open-Source-Plattformen wie Hugging Face. Was diese Akteure gemeinsam haben, ist ihr Zugang zu Weltklasse-Datenwissenschaftlern und Softwareingenieuren sowie den Zugriff auf umfangreiche Rechenressourcen.

Als Pioniere und Schwergewichte in dieser noch jungen Branche verfügen die großen Technologieunternehmen über langjährige Erfahrung in der KI-Entwicklung und dominieren derzeit den Markt. Durch die Antizipation regulatorischer Änderungen könnten sie ihre Position weiter festigen.<sup>10</sup> Darüber hinaus haben diese großen Anbieter weitaus mehr als die meisten anderen getan, um die Stärke und Marktfähigkeit ihrer Produkte zur Schau zu stellen. Tatsächlich könnte die breite Durchsetzung kommerzieller KI-Technologien von KI-Trainingsplattformen und mietbarer Hardware/Serverzeit abhängen, die derzeit nur die etablierten Tech-Giganten bereitstellen können. Selbst wenn neue Player die KI-Branche künftig dominieren sollten, dürften die größten Technologieunternehmen weiterhin ein Stück vom Kuchen abbekommen, da sie für die Infrastruktur verantwortlich sind, auf der ein Großteil des Internets läuft.

In Anbetracht der erheblichen Eintrittshürden dürften zunächst KI-Modelle für breite Anwendungszwecke bereitgestellt werden, z. B. zur Beantwortung von Fragen, zur Autovervollständigung, zur Bildgenerierung und für andere Funktionen. Die Spezialisierung dieser Tools wird vermutlich von externen Anbietern durchgeführt werden, vielleicht unter der Leitung hauseigener Experten der Unternehmen, die diese Modelle nutzen. Tatsächlich entwickeln die Big-Tech-Unternehmen sogenannte „Basismodelle“, die später für verschiedene Aufgabentypen feinabgestimmt werden können, und tragen so dazu bei, ihren Platz in der KI-Wertschöpfungskette zu sichern.

#### **Frühe Anwender und langfristige Nutznießer**

Wir rechnen für den Rest dieses Jahrzehnts mit einer zunehmenden Durchsetzung von KI-Technologien. Anhang B enthält eine Auswahl von Aufgaben, die unseres Erachtens am ehesten betroffen sein werden, sowie Beispiele dafür, wie diese von KI-Tools profitieren könnten.

Neben den KI-Unternehmen passen die frühen Anwender ihre Geschäftsmodelle an oder richten ihre Angebote auf das große Interesse an KI aus. Erste Beispiele sind Recherche- und Schreibhilfen, die Integration von Suchmaschinen, Hilfsmittel für die Softwareentwicklung, Web-Navigationsassistenten und vieles mehr. Entwickler von Betriebssystemen für PCs und mobile Geräte integrieren ebenfalls generative KI-Tools in Anwendungsfälle für den privaten Gebrauch, wie zum Beispiel die Video- und Bildbearbeitung, die Schnittstellennavigation oder die Integration von Sprachassistenten. Anwendungsfälle für die Forschung werden ebenfalls ausgelotet, darunter biopharmazeutische Anwendungen wie die KI-gestützte Proteinanalyse, die es Forschern ermöglicht, schnell Millionen potenziell verwertbarer neuer Proteine und synthetischer Äquivalente vorzuschlagen und zu prüfen.

Wir erwarten, dass generative KI-Tools drei Themen in der Wirtschaft vorantreiben werden: Umsatzgenerierung durch neue Produktangebote und -einnahmen, eine stärkere Kundenorientierung durch ein individuelleres und verbessertes Kundenerlebnis und eine höhere operative Produktivität durch die Ausstattung von Arbeitskräften mit Tools, die bestehende Arbeitsabläufe rationalisieren oder optimieren können.

In der Zukunft dürften weitere derartige Anwendungsfälle geprüft und entwickelt werden. Vor allem aber gehen wir davon aus, dass die Akzeptanz von KI-Tools in dem Maße zunehmen wird, wenn diese günstiger, leichter skalierbar und den Endnutzern vertrauter werden. Den größten Mehrwert aus KI erwarten wir bei den Anwendern, die in der Lage sind, KI-Technologien effektiv in die heutige Wirtschaft zu integrieren.

#### Fazit

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 Anwendungsfällen Ausschau halten, in der Regel im Rahmen von Kooperationen zwischen Universitäten und Industrie.

Mit der Weiterentwicklung der KI dürften auch ihre Auswirkungen auf die Einnahmen von Unternehmen auf breiterer Basis zum Tragen kommen. Viele Anwendungsfälle und Angebote müssen erst noch identifiziert und umgesetzt werden. Bis es soweit ist, wird sich der KI-Hype größtenteils auf die KI-Architekten konzentrieren, da sich zunächst einmal nur wenige Anwendungsfälle auf breiter Basis durchsetzen werden. Anders ausgedrückt meinen wir, dass die Wirtschaft den neuesten Innovationen noch hinterherhinkt und helfen muss, die Erwartungen in diesem Hype-Zyklus Realität werden zu lassen. Wenn das der Fall ist, rechnen wir auch mit einem nachhaltigen Umsatzwachstum.

## Appendix A

Tabelle 1: Editierte USGS-Liste kritischer Mineralien<sup>11</sup>

Kritische Mineralien	Anwendungen	Hauptproduzent	Weltmarktanteil in %
Aluminium	Metallurgie und viele Wirtschaftszweige	Australien	26%
Arsen	Halbleiter	Peru	46%
Beryllium	Halbleiter, Luft- und Raumfahrt, Verteidigung	USA	64%
Bismut	Halbleiter, medizinische Anwendungen, Metallurgie und Atomforschung	China	80%
Kadmium	Halbleiter	China**	40%
Kobalt	Batterien und Metallurgie	Kongo	68%
Dysprosium	Datenspeicher, Laser und Permanentmagnete		
Erbium	Glasfaser, Glasfarbstoffe, Laser und optische Verstärker		
Gallium	Integrierte Schaltkreise (ICs) und optische Geräte	China	98%
Germanium	Verteidigung und Glasfaser	China**	93%
Graphit	Batterien, Brennstoffzellen und Schmierstoffe	China	65%
Indium	Halbleiter und LCDs	China	59%
Lanthan	Batterien, Katalysatoren, Keramik, Glas und Metallurgie		
Lithium	Batterien	Australien	47%
Mangan	Batterien und Metallurgie	Südafrika	36%
Nickel	Batterien und Metallurgie	Indonesien	48%
Platingruppenmetalle*	Katalysatoren, integrierte Schaltkreise und andere elektronische Bauteile	n.a.	n.a.
Palladium		Russland	42%
Platin		Südafrika	74%
Rhodium		Südafrika**	85%
Rhenium	Halbleiter, chemische Katalysatoren, Hochtemperaturkomponenten	Chile**	44%
Silizium	Halbleiter.	China	70%
Tantal	Kondensatoren und Metallurgie.	Kongo	43%
Tellur	Metallurgie, Solarzellen und thermoelektrische Geräte	China	53%
Terbium	Glasfaser, Laser, Permanentmagnete und Halbleiter (Solid-State Devices)		
Vanadium	Batterien, Katalysatoren und Metallurgie	China	70%

\* Zu den Platingruppenmetallen gehören Iridium, Osmium, Palladium, Platin, Rhodium und Ruthenium.

\*\* Die Zahlen wurden den World Mining Data 2021 entnommen. Diese Zahlen können mitunter erheblich von den USGS-Zahlen für 2023 abweichen.

## Appendix B: KI-Anwendungsfälle und Auswirkungen auf Sektor oder Industrie

Wie in dieser Beitragsreihe beschrieben, bezieht sich KI auf viele verschiedene Technologien und Anwendungsfälle. Unserer Ansicht nach lassen sich die zu erwartenden Auswirkungen der KI auf die verschiedenen Branchen am besten mit Hilfe eines „Aufgabenansatzes“ erörtern, dem gleichen Ansatz, den wir gewählt haben, um die Auswirkungen der KI auf den Arbeitsmarkt zu verstehen. Tabelle 2 enthält eine nicht vollständige Liste von Aufgaben, die KI erfüllen kann.

In groben Zügen gehen wir davon aus, dass alle Branchen, die in der Grundlagen- und translationalen Wissenschaft tätig sind, von den fortschrittlichen Datenmodellierungs- und Bildgebungsfähigkeiten des maschinellen Lernens und der Deep-Learning-KI-Technologien profitieren werden. Die angewandten Wissenschaften können von diesen Angeboten profitieren, da leistungsstarke KI-Tools in einer Vielzahl von Live-Situationen wie der kontinuierlichen Überwachung oder Anpassung effizienter eingesetzt werden können. Zusammengenommen ergänzen diese Anwendungsfälle menschliche Fähigkeiten – anstatt menschliche Arbeitskräfte zu ersetzen, erweitern sie ihr Leistungsspektrum.

Andererseits steht generative KI (zusammen mit neuer multimodaler Robotertechnik wie autonomen Fahrzeugen, Roboterarmen, Drohnen etc.) in direkterer Konkurrenz zu menschlichen Arbeitskräften, da sie menschliche Arbeitskräfte aus dem Produktions- oder Dienstleistungskreislauf verdrängt. In allen Branchen werden komplexe, heikle und repetitive Abläufe, von chirurgischen Eingriffen bis zur Fertigung, ganz oder teilweise automatisiert werden. Trotz bestehender Tarifverträge könnte auch die Erstellung von Inhalten, Medien und anderen digitalen Diensten zunehmend KI-gestützt erfolgen oder komplett von KI übernommen werden.

**Tabelle 2: Aufgabeliste**

KI-Aufgaben <sup>12</sup>	Beschreibung	Beispielhafter Anwendungsfall
<b>Multimodal</b>	<b>Kombination mehrerer Datentypen (z. B.: Text, Bilder und Audio)</b>	
Document Question Answering	Fragen zu Dokumenten beantworten	Nach wichtigen Informationen suchen
Feature Extraction	Identifizierung wichtiger Merkmale in Datensätzen und/oder Umwandlung von Daten in numerische Werte unter Beibehaltung der ursprünglichen Informationen	Identifizierung von Schlüsselbegriffen in einem Dokument oder Erfassung der relevantesten Merkmale eines Datensatzes
Graph Machine Learning	Lernen von Mustern und Beziehungen aus grafischen Datenstrukturen	Netzwerkanalyse (z. B.: Abbildung von Beziehungen in sozialen Medien; Überwachung von Finanzkriminalität und Transaktionen)
Image-to-Text	Umwandlung von Bildern in Beschreibungen	Bedienungshilfen, wie die Beschreibung von Bildschirminformationen für Sehbehinderte
Text-to-Image	Erzeugung von Bildern auf der Grundlage von Textbeschreibungen	Schaffung von Auftragskunst für Multimedia-Anwendungsfälle
Text-to-Video	Erzeugung von Videos auf der Grundlage von Textbeschreibungen	Storyboarding oder Erstellung einfacher erläuternder Animationen
Visual Question Answering	Beantwortung von Fragen zu Bildern	Interaktive Exponate, Bedienungshilfen, Suche nach Szenen in Videos und Analyse großer Bilddatenbanken
<b>Computer Vision</b>	<b>Interpretation von Bildern und „Sehen“</b>	
Depth Estimation	Schätzung der Entfernung zwischen Objekten und der Kamera	Autonomes Fahren; Roboterhände, einschließlich chirurgischer Hilfsmittel; LiDAR-Unterstützung; Tauch-, Bergbau- und Höhlenforschungshilfen; 3D-Bilder aus 2D und Volumenschätzung
Image Classification	Kategorisierung und Klassifizierung von Bildern	Identifizierung von Tieren, Pflanzen und Menschen; Generierung von Schlüsselbegriffen für Bildbibliotheken
Image Segmentation	Bildsegmentierung	Trennen von Vorder- und Hintergrund für Objektivunschärfe und andere Bokeh-Effekte
Image-to-Image	Umwandlung und Bearbeitung von Bildern	Einfärben von Bildern oder Erstellen von Kunstwerken in anderen Stilen; Up-Sampling und Erhöhung der Auflösung
Object Detection	Auffinden einzelner Objekte in einem Bild	Objekterkennung (z. B.: selbstfahrende oder fehlende Gegenstände)
Unconditional Image Generation	Generierung neuer Bilder auf der Grundlage eines Trainingsdatensatzes, aber nicht innerhalb des Trainingsdatensatzes, ohne Angabe einer Anfangsbedingung	Erstellung neuartiger oder origineller Kunstwerke; Automatisierung des Produktdesigns, das nicht Teil des bestehenden geistigen Eigentums ist
Video Classification	Kategorisierung und Klassifizierung von Videos	Klassifizierung von Videos gemäß Inhalteleitlinien oder Überwachung im Hinblick auf illegale Bilder
Zero-Shot Image Classification	Neuartige Klassifizierung/Klassifizierung von Bildern, ohne relevante vorherige Beispiele zu sehen	Identifizieren von selten gesehenen oder neuen Objekten; Erkennen von Handlungen

KI-Aufgaben <sup>12</sup>	Beschreibung	Beispielhafter Anwendungsfall
<b>Natural Language Processing</b>	<b>Verarbeitung und Analyse menschlicher Sprachen</b>	
Conversational	Gespräche, die sich menschlich anfühlen	Chatbots für die Kundenbetreuung oder Freizeit Zwecke
Fill-Mask	Füllen der Lücken in einem Text	Vorhersage fehlender Wörter (z. B.: Wiederherstellung historischer Texte)
Question Answering	Bereitstellung einer Antwort auf eine Frage	Automatisierte Assistenten
Sentence Similarity	Beurteilung der Ähnlichkeit von Sätzen auf Basis vordefinierter Kriterien	Identifizierung von Plagiat oder Reduzierung des Pools von potenziell anonymen Autoren
Summarization	Extrahieren wichtiger Informationen aus langen Texten	Verfassen von Zusammenfassungen oder Rezensionen
Table Question Answering	Extrahieren angefragter Informationen aus tabellarischen Daten	Auffinden bestimmter Informationen in großen Datentabellen
Text Classification	Einordnung eines Textes anhand vordefinierter Kategorien	Filtern von Texten einschließlich der Unterscheidung zwischen wichtigen E-Mails und Spam- und Scam-Mails; Stimmungsanalysen auf der Grundlage von Bewertungen einzelner Wörter und Sätze
Text Generation	Verfassung neuer Texte	Texten
Token Classification	Kennzeichnung einzelner Wörter in einem Text	Dokumentation und Ablage wichtiger Informationen durch Erkennung und Speicherung der Daten zu genannten Personen, Orten, wichtigen Terminen, Aktivitäten
Translation	Übersetzung eines Textes von einer Sprache in eine andere	Übersetzung von Artikeln, Studien oder Büchern in neue Sprachen
Zero-Shot Classification	Klassifizierung von Texten ohne relevante bestehende Klassifizierungsbeispiele	Generierung alternativer Klassifizierungen für thematische Analysen
<b>Audio</b>	<b>Verarbeitung oder Erzeugung von Audiodaten</b>	
Audio Classification	Kategorisierung und Klassifizierung von Audiodaten	Identifizierung von Instrumenten oder Klassifizierung von Musikgenres
Audio-to-Audio	Umwandlung von Audiodaten, um neue Audiodaten zu produzieren	Stimmenanpassung für Schauspieler und Sänger
Automatic Speech Recognition	Umwandlung gesprochener Sprache in Textdaten	Echtzeit-Mitschriften
Text-to-Speech	Umwandlung von Text in Audio-Sprachdaten	Vorlesen von Text
Voice Activity Detection	Erkennung einer menschlichen Stimme in Audiodaten	Sprachisolierung in Telefonaten; Stimmaktivierung
<b>Tabular</b>	<b>Verwendung von tabellarisch strukturierten Daten</b>	
Tabular Classification	Einordnung tabellarischer Daten in vordefinierte Kategorien	Kundenklassifizierung
Tabular Regression	Vorhersage numerischer Werte auf der Grundlage von Daten in einer Tabelle	Vorausschauende Analysen (Predictive Analytics) und Prognosen, z.B.: Kundenfluktuation, Umsatz, erwartete Rendite
<b>Reinforcement Learning</b>	<b>Lernen nach dem „Trial and Error“-Prinzip mit einem Bestrafungs- und Belohnungssystem</b>	
Robotik	Aufbau und Programmierung physischer Geräte/Hardware zur Durchführung von Aufgaben	Trainieren von Robotern zum Gehen, Aufheben von Objekten, oder der Ausführung anderer physischer Aufgaben; Lights-out-Manufacturing (automatisierte Produktion)

#### Anmerkungen

- 1 Siehe In Silico, Teil II: Die stille Revolution des maschinellen Lernens.
- 2 Quelle: Bloomberg. Auf Basis der Kursrendite des S&P 500 vom 1. Januar bis zum 30. November 2023. Der S&P 500 Ex-Tech bildet den breiten US-Markt ohne Unternehmen aus dem GICS®-Sektor Informationstechnologie ab. Die Wertentwicklung in der Vergangenheit ist keine Garantie für zukünftige Erträge. Eine Direktanlage in einen Index ist nicht möglich.
- 3 Gemessen anhand des Herfindahl-Hirschman-Index, der als Summe der quadrierten Gewichte der einzelnen Indexkomponenten (in Prozent) berechnet wird, um ein Maß der Konzentration des Index zu erhalten. Die Werte reichen von nahe 0 (unendliche Diversifikation) bis 10.000 (wenn ein einzelnes Unternehmen den gesamten Index dominiert).
- 4 Obwohl wir davon ausgehen, dass der Mehrwert zunimmt, je mehr wir uns in der Wertschöpfungskette nach oben bewegen, halten wir fest, dass wir nicht von jedem Schritt auf diesem Weg eine gleich hohe Wertsteigerung erwarten. Beispielsweise glauben wir, dass nicht nur große Cloud Computing- und Cloud-Speicherdienste, sondern auch Edge-Computing und lokal oder intern gehostete KI-Tools eine bedeutende Rolle in der KI-Wertschöpfungskette spielen werden.
- 5 Deutsche Bank Research, „China takes a new step in the US-China chip rivalry“, 4. Juli 2023. Hinweis: CPU = Central Processing Unit; GPU = Graphics Processing Unit; TPU = Tensor Processing Unit.
- 6 arXiv: 2104.0447, Narayanan et al., „Efficient Large-Scale Language Model Training on GPU Clusters Using Megatron-LM“, 23. August 2021.
- 7 Nicht alle Materialien sind gleich. Die Charakterisierung von Halbleitermaterialien und -bauelementen ist ein hochspezialisiertes Gebiet der Materialwissenschaft und übersteigt den Rahmen dieses Beitrags.
- 8 Quelle: Bloomberg. Globale Halbleiteraktien abgebildet durch den Nasdaq Global Semiconductor Price Index, der die Wertentwicklung der 80 größten Halbleiterunternehmen der Welt misst.
- 9 Laut dem Observatory of Economic Complexity – oec.world – waren im Jahr 2021 die weltweit am meisten gehandelten Güter Rohöl (915 Mrd. USD), integrierte Schaltkreise (823 Mrd. USD), raffinierte Mineralölzerzeugnisse (746 Mrd. USD), Autos (723 Mrd. USD) und Sendetechnik (473 Mrd. USD).
- 10 Microsoft, Meta, Google und Anthropic haben ein Branchengremium gegründet, das als Frontier Model Forum bekannt ist und sicherstellen soll, dass die fortschrittlichsten multimodalen und universellen, noch leistungsfähigeren KI-Modelle, die sich derzeit in der Entwicklung befinden, sicher und verantwortungsvoll entwickelt werden. Das Forum arbeitet proaktiv mit Regierungen und Regulierungsbehörden zusammen.
- 11 US Geological Survey, „Mineral Commodity Summaries 2023“ und World Mining Data 2021. Der Anteil an der globalen Gesamtmenge bezieht sich auf die Produktion des Landes, das in der nebenstehenden Spalte angegeben ist.
- 12 Auflistung von: Hugging Face.

---

**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 Deutschland, Österreich, der Schweiz und Liechtenstein. Quelle und Stand der Daten: Invesco, 30. November 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, Selnaustrasse 16, 8002 Zürich. Der Verkaufsprospekt, die wesentlichen Informationen und die Finanzberichte können kostenlos beim Vertreter angefordert werden. Die Fonds sind in Luxemburg domiziliert. [EMEA3356275/2024]