

Aquila Group Insights 2025

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ UND INFRASTRUKTUR

Teil 2: Watt up! Erneuerbare Energien treiben die KI-Revolution an



# INHALT

1. EINLEITUNG	2
2. STROMBEDARF VON KÜNSTLICHER INTELLIGENZ	3
3. HYPERSCALER: DIE DOMINIERENDEN ENERGIEVERBRAUCHER	4
4. IMPLIKATIONEN FÜR ERNEUERBARE ENERGIEN	5
5. INVESTITIONEN INS STROMNETZ NÖTIG	6
6. FAZIT	6

## 1. EINLEITUNG

Im ersten Teil unserer Reihe haben wir die Schlüsselrolle von Rechenzentren als Rückgrat der digitalen Transformation beleuchtet. Dabei zeigten wir, wie die wachsende Datenmenge und stark steigende Nutzung von Künstlicher Intelligenz (KI) die Nachfrage nach leistungsfähiger digitaler Infrastruktur antreibt und welche Investitionsmöglichkeiten sich in diesem Bereich bieten.

Doch eine der drängendsten Herausforderungen ist bislang im Hintergrund geblieben: der massive Energieverbrauch. KI-Anwendungen und Rechenzentren verschlingen enorme Mengen an Strom – sowohl für die Verarbeitung riesiger Datenmengen als auch für den Betrieb und die Kühlung der Hardware. Für die Skalierbarkeit und Wirtschaftlichkeit der digitalen Revolution wird somit die Energieversorgung zu einem Schlüsselfaktor.

In diesem zweiten Paper unserer Serie widmen wir uns genau dieser Thematik: Wie beeinflusst KI den globalen Energiebedarf? Welche Rolle spielen Erneuerbare Energien? Und welche Ansätze gibt es, um den steigenden Stromverbrauch effizient und zukunftsorientiert zu decken?

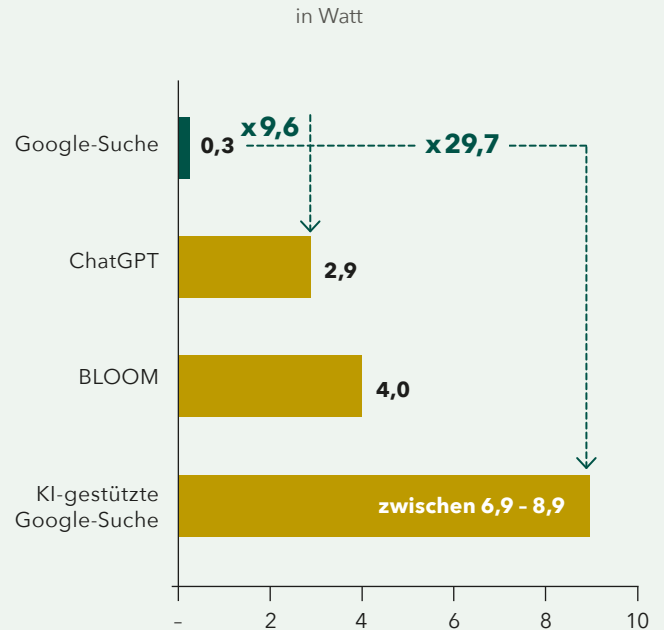


## 2. Strombedarf von Künstlicher Intelligenz

KI-Systeme basieren auf datenintensiven Prozessen. Für das Training neuronaler Netze, insbesondere solcher mit Milliarden von Parametern wie Sprachmodellen, werden riesige Datenmengen verarbeitet. Diese Vorgänge erfordern leistungsstarke Server, die rund um die Uhr in Rechenzentren betrieben werden. Der Stromverbrauch von Rechenzentren, die speziell für KI-Anwendungen optimiert sind, ist um ein Vielfaches höher als der Stromkonsum konventioneller Rechenzentren. So verbraucht beispielsweise eine Anfrage bei ChatGPT mit 2,9 Watt fast zehnmal so viel Strom wie eine Anfrage bei Google mit 0,3 Watt. Andere Anbieter von KI-gestützten Chatbots weisen noch höhere Werte auf. Würde Google die selbst entwickelte KI in sein herkömmliches Modell einbinden, würde der Stromverbrauch zwischen 6,4 und 9 Watt pro Suche liegen.<sup>1</sup>

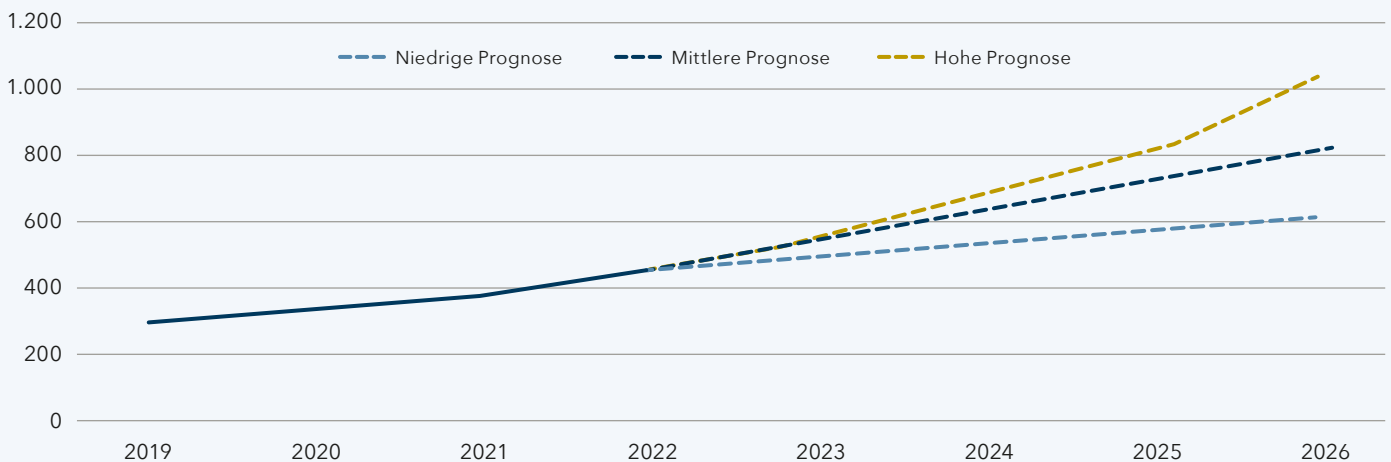
Jahrelang zeigten Rechenzentren einen konstanten Strombedarf, selbst als ihre Arbeitslasten stiegen. Doch seit der Einführung von Diensten wie Chat GPT, Perplexity oder Gemini und dem daraus resultierenden Boom von KI-Anwendungen steigt die Stromnachfrage stark an und hat sich innerhalb weniger Jahre verdoppelt. Angesichts der dynamischen Entwicklung und erheblich steigender Investitionen im Bereich KI gehen wir davon aus, dass sich der Trend weiter verstärken wird. Die Internationale Energieagentur (IEA) prognostiziert, dass sich der globale Stromverbrauch von Rechenzentren bis 2026 erneut verdoppeln und mehr als 1.000 Terawattstunden erreichen könnte. Das entspricht dem gesamten Stromverbrauch Japans<sup>2</sup> innerhalb eines Jahres.

### STROMVERBRAUCH PRO ANFRAGE



### GLOBALER ERWARTETER STROMVERBRAUCH VON RECHENZENTREN, KI UND KRYPTOWÄHRUNGEN, 2019 - 2026

in TWh



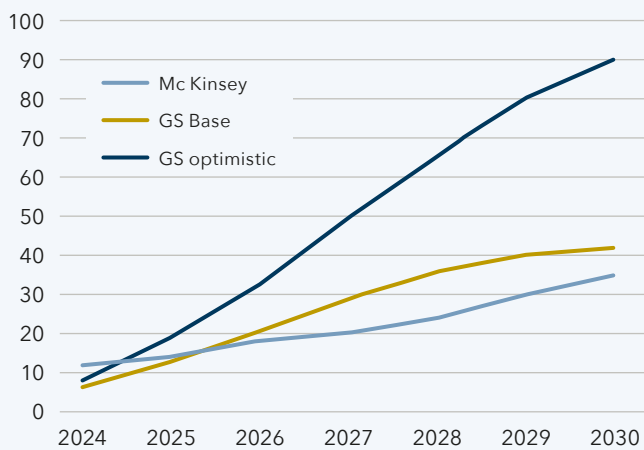
<sup>1</sup> Quelle: Alex de Vries, Januar 2024

<sup>2</sup> Global data center electricity use to double by 2026 - IEA report - DCD (datacenterdynamics.com)

In den USA ist der Markt schon weiter vorangeschritten als in Europa. Doch auch in Europa sind bereits viele Rechenzentren geplant, die in der kommenden Dekade gebaut werden sollen. Vor diesem Hintergrund erwartet McKinsey bis 2030 für Europa zusätzliche Stromnachfrage durch Rechenzentren von 35 Gigawatt, Goldman Sachs von 42 Gigawatt im Basisszenario und sogar 90 Gigawatt im Bullenszenario. Das aktuelle Antragsvolumen für Rechenzentren in Europa liegt laut unseren Informationen sogar bei über 160 GW.

### WACHSTUM VON RECHENZENTREN IN EUROPA

in GW



Die Schätzungen für den Ausbau Künstlicher Intelligenz und den damit verbundenen Stromverbrauch gehen noch stark auseinander. Das liegt unter anderem daran, dass auf der einen Seite die Computerchips, die für KI-Anwendungen genutzt werden, immer leistungsfähiger werden, aber auf der anderen Seite die leistungsstarken Chips mehr Strom verbrauchen. Es ist erwartbar, dass in den kommenden Jahren auch energieeffizientere Lösungen gefunden werden und die Stromnachfrage nicht exponentiell steigt. Doch unter dem Strich erscheint klar, dass die Prognosen für die Stromnachfrage überwiegend nach oben angepasst werden müssen.

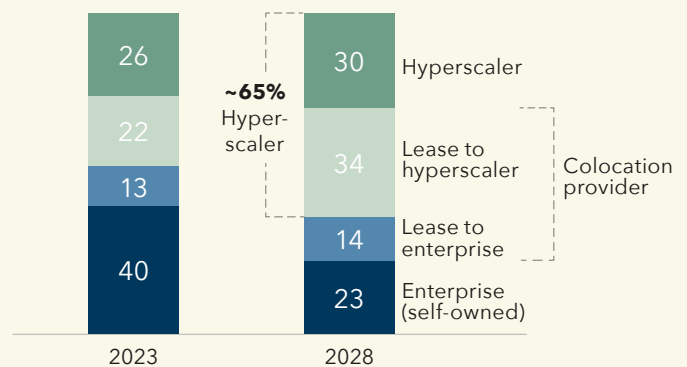
Obwohl Fortschritte in der Energieeffizienz von KI-Systemen auf den ersten Blick zu einer geringeren Gesamtnachfrage führen könnten, zeigt das Jevons-Paradoxon, dass Effizienzsteigerungen oft eine erhöhte Nutzung und damit einen höheren Ressourcenverbrauch nach sich ziehen. Für die KI bedeutet dies, dass verbesserte Energieeffizienz ihre Verbreitung und Anwendung weiter vorantreiben wird, was die Nachfrage nach Rechenleistung und Energie steigert. Investoren sollten diese Dynamik als Chance sehen: Effizienzgewinne werden das Wachstum von KI-Technologien beschleunigen und neue Investitionsmöglichkeiten schaffen – sowohl im Bereich Rechenzentren als auch im Energiesektor.

3 <https://www.cnbc.com/2022/04/13/google-data-center-goal-100percent-green-energy-by-2030.html> "Google data center goal: 100% green energy by 2030 (cnbc.com)Google data center goal: 100% green energy by 2030 (cnbc.com)", <https://www.cnbc.com/2024/05/01/microsoft-brookfield-to-develop-more-than-10point5-gigawatts-of-renewable-energy.html> "Microsoft, Brookfield to develop more than 10.5 gigawatts of renewable energy (cnbc.com)"  
4 Kyle Harrison, "Amazon is top green energy buyer in a market dominated by US," BloombergNEF, February 26, 2024

## 3. Hyperscaler: Die dominierenden Energieverbraucher

Hyperscaler wie Amazon Web Services (AWS), Microsoft Azure und Google Cloud betreiben große, global verteilte Netzwerke von Rechenzentren. Diese Unternehmen bieten Dienstleistungen wie Infrastructure as a Service (IaaS) und Platform as a Service (PaaS) an und verarbeiten damit immense Mengen an Daten und nutzen großvolumige Speicher. McKinsey prognostiziert, dass Hyperscaler bis 2028 zwischen 65 und 70% des Strombedarfs von Rechenzentren in Europa ausmachen werden. Im Vergleich dazu dürften Co-location-Anbieter und unternehmenseigene Rechenzentren auf einen deutlich geringeren Anteil kommen. Der Energiebedarf der Hyperscale-Rechenzentren wächst rapide und macht einen wesentlichen Teil des globalen Stromverbrauchs aus. Der jährliche Energiebedarf eines durchschnittlichen Hyperscale-Rechenzentrums liegt zwischen 20 und 50 Megawatt – das wäre genug, um zehntausende Haushalte mit Strom zu versorgen.

### ERWARTETE RECHENZENTRUMS-NACHFRAGE IN EUROPA NACH BETREIBERN IN %, 2023 - 2028



Hinweis: Aufgrund von Rundungen liegt die Summe nicht unbedingt bei 100%.  
Quelle: McKinsey & Company

Um die steigende Stromnachfrage zu decken, ohne die CO<sub>2</sub>-Emissionen in die Höhe zu treiben, gilt die Nutzung erneuerbarer Energien als beste Lösung. Hyperscaler setzen daher verstärkt darauf, ihren Energiebedarf für Rechenzentren bis 2030 vollständig aus erneuerbaren Quellen zu decken.<sup>3</sup> Dies ist ein wesentlicher Schritt, um die negativen Auswirkungen des wachsenden Stromverbrauchs auf die Umwelt zu minimieren. Amazon ist bereits zum weltweit größten Abnehmer von Stromabnahmeverträgen (Power Purchase Agreements, PPAs) für grüne Energie avanciert.<sup>4</sup> Zudem hat das Unternehmen umfangreiche Investitionen in Photovoltaik- und Windkraftprojekte getätigt. Auch Microsoft und Google setzen auf grüne Energie und streben an, ihren Betrieb bis 2030 CO<sub>2</sub>-neutral zu gestalten.

## 4. Implikationen für Erneuerbare Energien

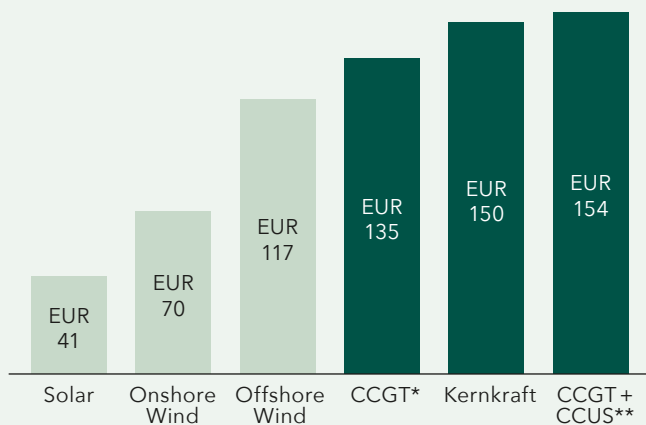
Der exponentielle Anstieg der Stromnachfrage, vor allem durch das rapide Wachstum digitaler Infrastrukturen wie Rechenzentren, stellt den globalen Energiemarkt vor große Herausforderungen. Doch gleichzeitig eröffnet diese Entwicklung auch enorme Möglichkeiten, insbesondere für Investitionen in Erneuerbare Energien und Batteriespeicherlösungen (BESS). Diese Technologien sind nicht nur unverzichtbar für eine nachhaltige Stromversorgung, sondern auch äußerst lukrative Investitionsmöglichkeiten, die langfristige und planbare Renditen mit gesellschaftlichem Mehrwert vereinen.

Erneuerbare Energien haben sich in den vergangenen Jahren als konkurrenzfähige Alternative zu fossilen Brennstoffen etabliert. Mit immer niedrigeren Stromgestehungskosten (Levelised Cost of Electricity, LCOE) bieten Photovoltaik- und Windkraft nicht nur ökologischen, sondern auch ökonomischen Mehrwert. Diese Entwicklung ist entscheidend, um der steigenden Nachfrage nach Strom durch Rechenzentren gerecht zu werden, die bis 2030 voraussichtlich jährlich um mehr als 20% wachsen wird.

Während Erneuerbare Energien den Grundstein für eine nachhaltige Stromversorgung legen, spielen Batteriespeicher eine entscheidende Rolle bei der Stabilisierung des Energiesystems. Batteriespeicherlösungen (Battery Energy Storage Systems, BESS) erleichtern die Integration von Wind- und Solarenergie. Zusätzlich gleichen Batteriespeicher Schwankungen bei der Energieproduktion aus, speichern überschüssige Erneuerbare Energie in Phasen niedriger Strompreise und geben diese bei stärkerem Bedarf und höheren Strompreisen wieder ab. Dies ermöglicht nicht nur einen wirtschaftlicheren Betrieb von Rechenzentren, sondern eröffnet auch enorme Chancen für Investoren. Laut BloombergNEF wird der globale Markt für Batteriespeicher bis 2030 eine Kapazität von über 1.000 Gigawattstunden erreichen – ein Wachstum von über 300% gegenüber 2022. Hinzu kommt, dass die Kosten für Batteriespeicher stetig sinken, was die Wirtschaftlichkeit der Kombination aus Erneuerbaren Energien und Batteriespeichern weiter verbessern wird.

### KOSTENÜBERSICHT ENERGIEERZEUGUNG

pro MWh



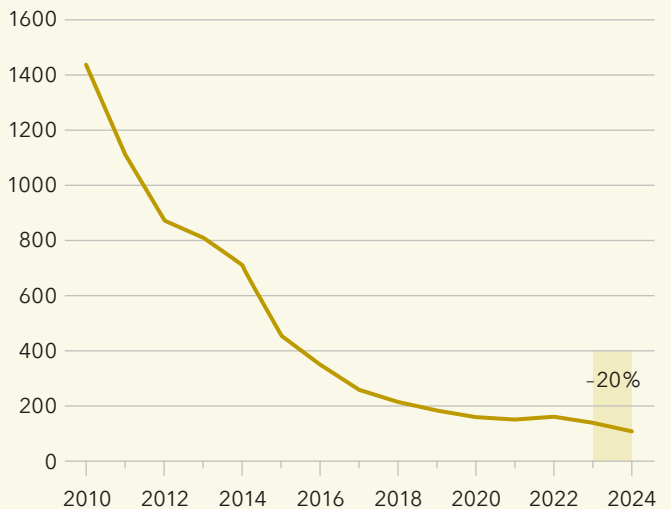
\* Kombinierte Gas- und Dampfturbine

\*\* Kombinierte Gas- und Dampfturbine (CCGT) + Kohlenstoffabscheidung, -nutzung und -speicherung

Quelle: eigene Darstellung, Aquila Capital Holding GmbH

### PREISENTWICKLUNG FÜR LITHIUM-IONEN-BATTERIEN, 2010 - 2024

Real 2024 USD/kWh



Hinweis: Historische Daten wurden an die realen Werte des USD von 2024 angepasst.

Quelle: BloombergNEF

Erneuerbare Energien und Batteriespeicherlösungen sind nicht nur eine Antwort auf die wachsende Stromnachfrage durch Rechenzentren, sondern auch zentrale Bausteine für ein nachhaltiges und widerstandsfähiges Energiesystem. Die Kombination dieser Technologien bietet daher enorme Investitionsmöglichkeiten, die sowohl wirtschaftliche als auch ökologische Vorteile vereinen.

Für Investoren, die nach zukunftssicheren und wachstumsstarken Anlagemöglichkeiten suchen, sind Erneuerbare Energien und Batteriespeicher hochinteressante Felder. Sie tragen nicht nur zur Energiewende bei, sondern gestalten aktiv die Zukunft des globalen Energiemarkts.

## 5. Investitionen ins Stromnetz nötig

Der steigende Strombedarf durch die Expansion von Rechenzentren, insbesondere durch KI-gestützte Anwendungen, stellt das europäische Stromnetz vor erhebliche Herausforderungen. Rechenzentren, die rund um die Uhr betrieben werden, haben einen konstant hohen Energiebedarf. Wind- und Solarenergie bieten eine vielversprechende Lösung, da sie als erneuerbare Quellen nachhaltig zur Deckung des Bedarfs beitragen können. Allerdings sind sie wetterabhängig und erzeugen nicht immer soviel Strom, wie vom Rechenzentrum benötigt wird. Doch immer fortschrittlichere, flexible Lösungen werden ans Netz angeschlossen. Große Batteriespeicher können viele dieser Schwankungen ausgleichen, weil sie Strom über viele Stunden speichern können und bei Bedarf an das Rechenzentrum abgeben. In bestimmten Fällen können auch Gasturbinen als ergänzende Back-up-Lösung zum Einsatz kommen, etwa in Zeiten hoher Nachfrage oder unzureichender Erzeugung aus erneuerbaren Quellen.

Unabhängig von Erneuerbaren Energien sind Europas Stromnetze im Durchschnitt über 40 Jahre alt und wurden lange Zeit vernachlässigt. Um den steigenden Anforderungen gerecht zu werden, sind Investitionen von geschätzten 800 Milliarden Euro<sup>5</sup> in die Modernisierung und den Ausbau der Übertragungs- und Verteilnetze erforderlich.

Die Kombination aus modernisierten Netzen, Erneuerbaren Energien und Batteriespeichern bietet eine nachhaltige Lösung für die steigende Stromnachfrage durch Rechenzentren. Um diese Vision umzusetzen, sind jedoch koordinierte Anstrengungen von Politik und Wirtschaft erforderlich.

## 6. Fazit

Der stetig wachsende Bedarf an Rechenleistung, insbesondere durch Künstliche Intelligenz, stellt eine enorme Herausforderung für die Energieversorgung dar. Rechenzentren verbrauchen immense Mengen an Strom. Um diesen steigenden Bedarf zu decken und gleichzeitig die Umwelt zu schützen, bieten Erneuerbare Energien und Batteriespeicher eine vielversprechende Lösung. Diese Technologien sind nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern auch wirtschaftlich überlegen. Investoren können von diesem Trend profitieren, indem sie in Unternehmen investieren, die sich auf den Ausbau Erneuerbarer Energien und den Bau von Batteriespeichern spezialisiert haben. Die Kombination aus modernisierten Stromnetzen, Erneuerbaren Energien und Batteriespeichern ermöglicht eine nachhaltige und sichere Stromversorgung für die wachsende digitale Wirtschaft. Dabei werden die politischen Rahmenbedingungen und die technologischen Fortschritte diese Entwicklung weiter beschleunigen.



**Autor:**

**Moritz Paysen**

Group Head Macro Markets bei der Aquila Group

Moritz Paysen ist quantitativer Volkswirt und begann seine Karriere als Eigenhändler für Fremdwährungsderivate bei der Privat- und Investmentbank M.M.Warburg. Anschließend wechselte er zur Privat- und Investmentbank Berenberg, wo er sowohl als Trader als auch als Advisor im Segment FX & Rates tätig war. Seit Januar 2023 leitet Moritz Paysen den Bereich Corporate Hedging bei der Aquila Group und ist für die Absicherung von Währungs- und Zinsrisiken des Unternehmens verantwortlich. Er verfügt über umfangreiche Kenntnisse in den Fachgebieten Makroökonomie, Währungen, Zinsen und Finanzmärkte.

<sup>5</sup> EU competitiveness: Looking ahead - European Commission

## Für weitere Informationen wenden Sie sich bitte an:

### **Aquila Group**

Valentinskamp 70, 20355 Hamburg, Deutschland

P +49 40 87 50 50-100

info@aquila-capital.com

Hamburg · Athen · Frankfurt · Invercargill · Lissabon · London · Luxemburg  
Madrid · Mailand · Oslo · Prag · Schiphol · Singapur · Taipei · Tokio · Zürich

Dieses Dokument dient lediglich Informationszwecken. Es stellt weder eine Anlagevermittlung noch eine Anlageberatung dar. Es handelt sich nicht um ein Angebot oder eine Aufforderung zur Abgabe eines Angebotes. Die Inhalte des Dokuments stellen auch keine sonstige Handlungsempfehlung dar. Trotz größter Sorgfalt bei der Erstellung des Dokuments übernehmen wir keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen. Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen und Meinungen stammen aus Quellen, die als zuverlässig und korrekt erachtet wurden. Aquila Capital übernimmt jedoch keine Gewähr für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Informationen und lehnt jegliche Haftung für Schäden ab, die sich aus der Nutzung der Informationen ergeben können. In Abbildungen und Tabellen können Rundungsdifferenzen auftreten. Diagramme, die in diesem Dokument ohne Verweis gekennzeichnet sind, wurden aus unternehmenseigenen Daten oder Daten von Aquila Capital zusammengestellt, weshalb die entsprechenden Informationen nicht angegeben wurden. Abbildungen, die auf externen Quellen beruhen, sind mit den entsprechenden Quellenangaben gekennzeichnet. Wir behalten uns das Recht vor, dieses Dokument zu aktualisieren oder zu ändern, um es an veränderte Bedingungen und Notwendigkeiten anzupassen.

Die Begriffe Aquila und Aquila Group bezeichnen Gesellschaften für Alternative und Real Asset Investments sowie Vertriebs-, Fondsmanagement und Servicegesellschaften von Aquila Capital („Aquila Capital“ meint die Aquila Capital Investmentgesellschaft mbH (einschließlich ihrer Zweigstellen) und Tochtergesellschaften im Sinne der §§ 15 ff. des Aktiengesetzes (AktG)).

Eine Veröffentlichung der Aquila Capital Holding GmbH; Stand Februar 2025.

Follow us on 

[aquila-group.com](https://www.aquila-group.com)