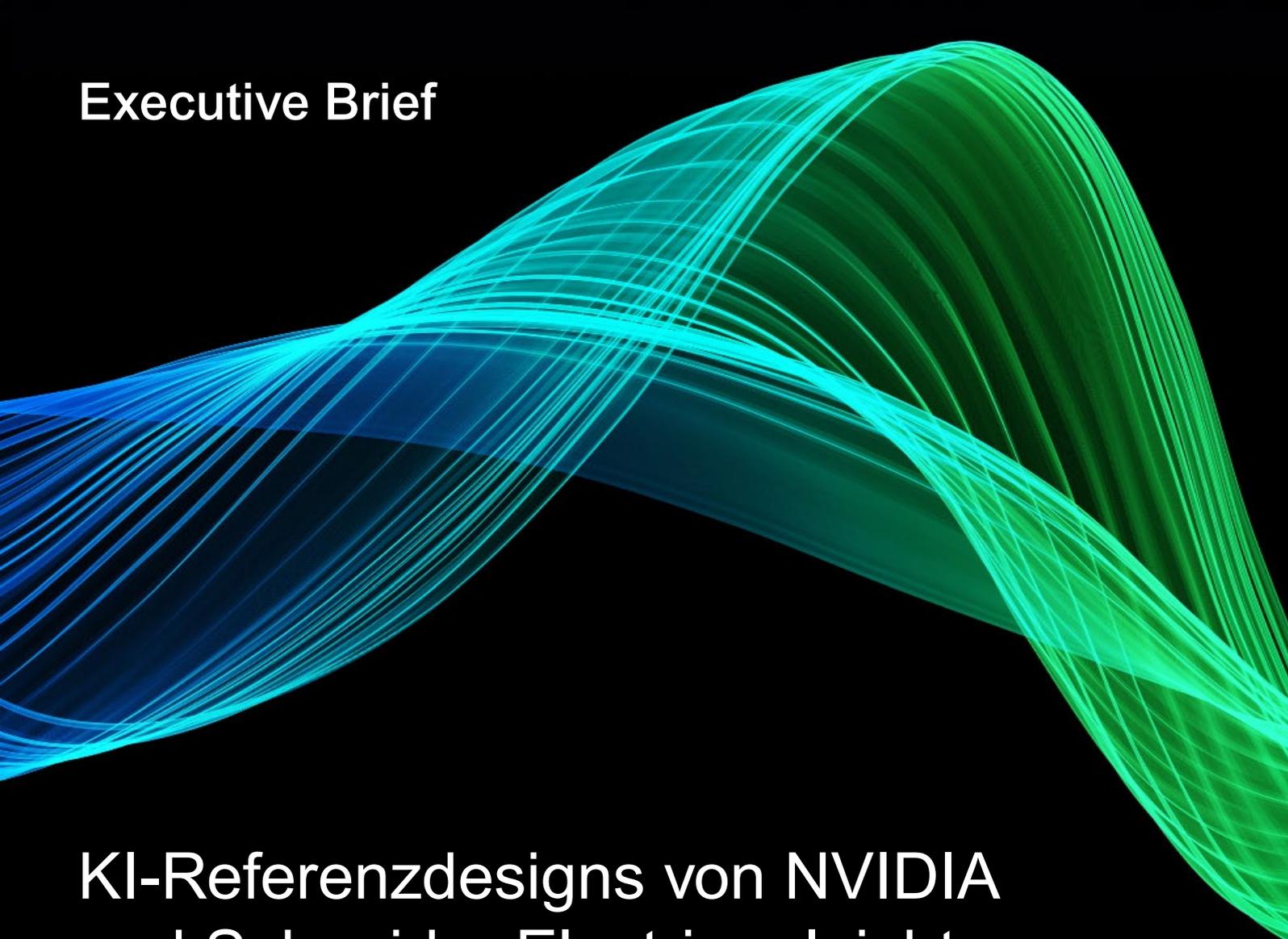


Executive Brief



KI-Referenzdesigns von NVIDIA und Schneider Electric erleichtern die Implementierung

Steven Carlini

Vice President,
Innovation and Data Center
Schneider Electric

Wendy Torell

Sr. Research Analyst,
Energy Management Research Center
Schneider Electric

27. Juni 2024

Life Is On

Schneider
Electric

Über die Autoren

Steven Carlini ist Vice President of Innovation and Data Center bei Schneider Electric. Er ist verantwortlich für die Entwicklung integrierter Lösungen im Datacenter-Segment von Schneider Electric, einschließlich Unternehmens- und Cloud-Datacenter. Steven ist ein Experte für die Infrastruktur von Datacentern mit Stromversorgung, Kühlung, Racksystemen, physischer Sicherheit und DCIM-Managementlösungen. Er tritt häufig als Redner auf Branchenkonferenzen auf. Steven war für die Entwicklung vieler bahnbrechender Produkte verantwortlich, die Kundenprobleme lösen oder Unternehmen Wettbewerbsvorteile verschaffen. Steven hat einen BS in Elektrotechnik von der University of Oklahoma und einen MBA in International Business von der CT Bauer School an der University of Houston.

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/steven-carlini>
 Forbes: <https://councils.forbes.com/profile/Steven-Carlini-VP-Innovation-Data-Centers-Schneider-Electric>



Steven Carlini
 Vice President,
 Innovation and Data Center
 Schneider Electric

Wendy Torell ist Senior Research Analyst im Energy Management Research Center von Schneider Electric und verfügt über 30 Jahre Erfahrung im Bereich Datacenter. Zu Ihren Schwerpunkten gehören Analyse und Bewertung neuer Technologien und Trends mit Best Practice-Anleitungen für Planung und Betrieb von Datacentern. Zudem ist sie verantwortlich für die Entwicklung interaktiver, webbasierter TradeOff-Tools. Mit diesen Kalkulationstools können Kunden ihre Geschäftsentscheidungen quantifizieren sowie Verfügbarkeit, Nachhaltigkeit und Kosten ihrer Datacenter optimieren. Wendy verfügt über umfangreiche Erfahrungen mit dem breiten Portfolio von Schneider Electric und der Branche insgesamt. Sie hat einen BS in Mechanical Engineering sowie einen MBA von der University of Rhode Island. Wendy Torell ist ASQ Certified Reliability Engineer.

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/wendy-torell-008a4a4>



Wendy Torell
 Sr. Research Analyst,
 Energy Management Research Center
 Schneider Electric

Einführung

Der Einsatz von KI breitet sich schnell auf nahezu alle Branchen aus, und es entstehen ständig neue Anwendungen. Das wird die Art und Weise, wie wir arbeiten, spielen und lernen, grundlegend verändern. Doch bevor KI wirklich zu einem leistungsfähigen Tool für die Gesellschaft werden kann, müssen so genannte Foundation-Modelle trainiert werden. Dafür sind schnelle und spezielle Chips erforderlich, so genannte Accelerator. Dabei werden bevorzugt die GPU-basierten Accelerator-Varianten von NVIDIA eingesetzt. NVIDIA entwickelt sich zunehmend von einem Lieferanten von GPU-Komponenten zu einem Anbieter von Supercomputern und Software-Stacks. Das Unternehmen bietet heute Server-Boards, Server und SuperPODs (KI-Cluster) an, die den Einsatz von KI bei geringerem Risiko beschleunigen.

Konventionelle Systeme für Stromversorgung, Kühlung und Racks in Datacentern erfüllen heute nicht mehr die Anforderungen von GPU-basierten Servern, die in hochdichten KI-Clustern zusammengefasst sind. Schneider Electric hat in Zusammenarbeit mit NVIDIA Referenzdesigns für die technische Infrastruktur entwickelt, die sich sowohl für Nachrüstungen als auch für komplett neue Installationen eignen. Diese Designs bieten Datacenter-Betreibern Leitlinien und technische Details, um die Bereitstellung dieser hochdichten KI-Cluster zu optimieren und zu beschleunigen.

Für die Integration von KI-Clustern in eine vorhandene Installation (Retrofit), haben wir drei Designs entwickelt. Jedes hat spezifische Vorteile und eignet sich für KI-Cluster mit ca. 1 MW in einem Datacenter mit ca. 1 MW konventioneller Workload, sodass die IT-Workload insgesamt etwa 2 MW beträgt:

Retrofit-Szenario 1 – Integration eines oder mehrerer KI-Cluster mit ca. 1 MW Leistung ohne Server mit Liquid Cooling. Dieses Design bietet eine Kapazität von 40 kW pro IT-Rack für luftgekühlte Server. Allerdings ist der Raumbedarf des Clusters größer als bei den Varianten mit Liquid Cooling.

Retrofit-Szenario 2 – Für die Integration eines KI-Clusters mit Liquid Cooling und einer Leistung von ca. 1 MW sowie Wärmeabfuhr über ein vorhandenes (luftgekühltes) Kühlsystem. Dieses Design kann eine IT-Last von 70 kW pro Rack aufnehmen. Es bietet eine gute Balance zwischen Platzersparnis und Leistungsdichte.

Retrofit-Szenario 3 – Für die Integration eines flüssigkeitsgekühlten KI-Clusters mit einer Leistung von ca. 1 MW und Wärmeabfuhr über die Rohre eines vorhandenen Kaltwasserkühlsystems. Dieses Design kann 70 kW IT-Last pro Rack aufnehmen und gleichzeitig den Platzbedarf minimieren.

Zudem haben wir ein Referenzdesign entwickelt, das sich skalieren lässt, um einen IT-Bereich speziell für KI-Cluster einzurichten:

Neues Datacenter – Für einen oder mehrere 1,7-MW-KI-Cluster mit einer maximalen Rack-Leistungsdichte von 70 kW und speziell entwickelter, effizienter Wärmeabfuhr.

Exponentielles Wachstum

Exponentielles Wachstum der KI. Die Fortschritte im Bereich des maschinellen Lernens und der Datenanalyse führen zu immer komplexeren Algorithmen für immer komplexere Aufgaben. Dadurch steigt auch der Energiebedarf. Wir gehen davon aus, dass der Stromverbrauch von KI-Installationen 2028 um 316% höher sein wird als im Jahr 2023.¹ Diese Entwicklung wirkt sich auf alle Branchen aus.

¹ Schneider Electric White Paper 110, [KI verändert moderne Datacenter: Empfehlungen für die Planung](#), Tabelle 1.

Im Gesundheitswesen unterstützt die KI Ärzte bei der Diagnose von Krankheiten, der Analyse medizinischer Bilder und sogar bei der Entwicklung personalisierter Behandlungspläne. In der Produktion werden zunehmend intelligente Roboter für Präzisionsmontage und vorausschauende Wartung eingesetzt. KI personalisiert die Bildung, indem sie Lernprogramme auf die individuellen Bedürfnisse der Schüler zuschneidet. In der Unterhaltungsindustrie sorgt sie für realistische Spezialeffekte und schafft sogar neue Formen interaktiver Inhalte. Dies sind nur einige Beispiele, bei denen Möglichkeiten der KI grenzenlos erscheinen.

Für eine breite Einführung von KI werden Foundation-Modelle benötigt.

Foundation-Modelle, auch als Basismodelle bezeichnet, sind für die KI-Revolution von entscheidender Bedeutung. Dabei handelt es sich um „neuronalen Netze, die auf einer riesigen Menge von undefinierten Datensätzen trainiert wurden, um verschiedenste Aufgaben zu bewältigen.“² Diese Modelle sind die Grundlage für spezifische Spin-off-Modelle, die auf ein sehr spezialisiertes Aufgabenspektrum abgestimmt sind – von der Sprachübersetzung bis zur medizinischen Diagnose. GPT1 – der Generative Pretrained Transformer Version 1 wurde 2018 vorgestellt. Seitdem ist die GPT-n-Reihe der Large Language Models (LLMs) das bekannteste Beispiel für ein Foundation-Modell. Ihre Vielseitigkeit hat sie zu einem De-facto-Standard für die breite Einführung von KI gemacht. Die Feinabstimmung eines solchen Basismodells verkürzt die Entwicklungszeit und reduziert Kosten für eine spezifische Anwendung.

Das Training dieser riesigen Modelle ist jedoch keine einfache Aufgabe. Es erfordert eine immense Rechenleistung, die bis an die Leistungsgrenzen der GPUs geht. Die Grafikprozessoren von NVIDIA sind derzeit führend in der Branche, mit einer beispiellosen Geschwindigkeit und Akzeptanz in der KI-Community. Die Bereitstellung der Foundation-Trainingsmodelle erfolgt über eine Kombination aus Colocation-Anbietern und großen Anbietern einer cloudbasierten Infrastruktur. Das Colocation-Modell ist eine flexible Option für Unternehmen, die einen einzelnen oder mehrere Cluster benötigen. Umfangreiche Operationen dieser Art werden in der Regel von großen Cloud-Anbietern durchgeführt.

Das Training komplexer Modelle stellt eine große Herausforderung für die Infrastruktur von Datacentern dar. Im Whitepaper des Energy Management Research Center, [KI verändert moderne Datacenter: Empfehlungen für die Planung](#), werden die Grenzen der herkömmlichen technischen Infrastruktur aufgezeigt. Das Dokument beschreibt zudem die Möglichkeiten, um Datacenter für KI-Cluster anzupassen. Herkömmliche Designs sind nicht geeignet für die extreme Leistung und Rackdichte von KI-Trainingsclustern. Daher sind innovative Lösungen für die Stromversorgung, Kühlstrategien mit Flüssigkeitskühlung und robustere IT-Racks gefragt.

Kooperation fördert Innovationen

Kooperation von Schneider Electric mit NVIDIA. Wir adressieren diese neuen Herausforderungen für Datacenter, indem wir Experten aus beiden Unternehmen zusammenbringen. Dafür haben wir die Kompetenz in den Bereichen IT und technische Infrastruktur gebündelt, um Datacenter für KI-Workloads zu optimieren und damit die Einführung von KI in allen Branchen zu beschleunigen. Eine hohe Priorität in unseren Designs hat dabei weiterhin die Energieeffizienz – eine wichtige Komponente der ökologischen Nachhaltigkeit (Scope 2 und Scope 3)³.

Referenzdesigns für eine zuverlässige KI-Implementierung. „Ein Referenzdesign ist ein Bauplan für ein System, mit einer Liste von Attributen, z. B. Leistungsspezifikationen, und enthält (idealerweise) eine detaillierte Aufstellung der Materialien oder Komponenten, aus denen das System besteht. Ein Referenzdesign kann direkt implementiert werden, aber in den meisten Fällen dient es als Basisdesign, das an spezifische Benutzerpräferenzen oder -einschränkungen angepasst wird.“⁴

2 NVIDIA Blog, [What Are Foundation Models?](#), abgerufen am 13. Mai 2024

3 Schneider Electric White Paper 99, [Quantifizierung der Scope-3- Emissionen für mehr Nachhaltigkeit in Datacentern](#)

4 Schneider Electric White Paper 147, [Data Center Projects: Advantages of Using a Reference Design](#)

Referenzdesigns sind nicht neu. Sie kommen seit vielen Jahren zum Einsatz, um Datacenter-Betreibern zu helfen, ihren Planungszyklus zu verkürzen und das Risiko von Ausfallzeiten zu verringern. Diese Designs sind **von entscheidender Bedeutung**, wenn die technische Infrastruktur (Stromversorgung und Kühlung) komplexere Lösungen erfordert als bisher.

In der Kooperation mit NVIDIA haben wir das erste umfassende validierte Referenzdesign für hochdichte KI-Cluster wie die DGX SuperPODs von NVIDIA mit einer Rack-Dichte von bis zu 70 kW entwickelt. Wir unterstützen damit Entwickler von Datacentern, denen es an Erfahrung mit Lösungen für extreme Leistungsdichten mangelt und/oder die bisher noch keine Erfahrung mit Liquid Cooling haben.

Alternative Designs für KI-Cluster mit hoher Dichte

Die Vorteile der [KI-Referenzdesigns](#) im Überblick:

- **Vereinfachte Machbarkeitsanalysen.** Die extreme Rack-Leistungsdichte von KI-Workloads erfordert neue Wege. Bei der Nachrüstung (Retrofit) eines hochdichten KI-Clusters in einem vorhandenen Datacenter gibt es zudem einige Einschränkungen. Die Referenzdesigns vereinfachen Machbarkeitsstudien.
- **Verkürzte Planungszyklen.** Die Designs enthalten eine Liste mit marktverfügbaren elektrischen und mechanischen Systemen. Sie dokumentieren auch das Layout für die Anordnung der Systeme. Diese Informationen verkürzen den Zeitaufwand für das Projekt erheblich.
- **Nutzen Sie unsere Erfahrung.** Die Designs basieren auf Best Practices zur Überwindung von Einschränkungen, die sich aus der Komplexität von Installationen mit hoher Leistungsdichte ergeben. Damit einher gehen hohe Anforderungen an elektrische Eigenschaften wie Kurzschlussstrom, Leistungsschalterkoordination/[-selektivität](#) und [Störlichtbögen](#). Zudem geht es um neue Konzepte für die Kühlung: Handhabung von Sollwerten, Anforderungen an die Luftströmung und wichtige Aspekte der Flüssigkeitskühlung, CDUs usw.
- **Verbessern Sie die Zuverlässigkeit Ihrer KI-Cluster.** Die Einführung neuer Technologien ist immer mit gewissen Risiken verbunden. Wir haben diese Designs nach dem neuesten Stand [elektrischer Installationen](#) weiterentwickelt und Softwaretools für die mechanische Konstruktion überarbeitet, um sicherzustellen, dass diese zuverlässig funktionieren.
- **Nutzen Sie unsere Kompetenzen für ein effizientes Design.** Der zuverlässige Betrieb von Installationen für KI-Workloads mit hoher Leistungsdichte hat höchste Priorität. Doch die Designs folgen auch bewährten Methoden für Energieeffizienz, um die Nachhaltigkeitsziele der Branche zu erfüllen.

Wir haben vier Design-Szenarien für die Unterstützung der NVIDIA DGX SuperPODs entwickelt, darunter drei für Retrofits und ein Szenario für einen kompletten Neubau. Die Retrofit-Designs beziehen sich auf einen KI-Cluster mit einer Leistung von etwa 1 MW. In einem dedizierten Raum wird ein Cluster mit etwa 2 MW unterstützt. Nachfolgend finden Sie eine allgemeine Beschreibung der KI-Cluster in jedem Szenario sowie der relevanten technischen Infrastruktur. **Tabelle 1** enthält weitere Details und einen Vergleich der Szenarien.

Retrofit-Szenario 1: Luftgekühlter KI-Cluster. KI-Cluster mit 1.050 kW, einer maximalen Rack-Dichte von 40 kW und herkömmlicher Luftkühlung, mit Warmgangeinhausung und breiteren Warmgängen. Jedes Rack (40 kW) wird über 63-A-Stromschienen versorgt.

Retrofit-Szenario 2: Flüssigkeitsgekühlter KI-Cluster mit kombinierten Liquid-to-Air-CDUs. KI-Cluster mit 880 kW, einer maximalen Rack-Dichte von 70 kW und Liquid-to-Air-Kühlmittelverteilern (CDUs) für die Wärmeabfuhr. Diese Variante ist ideal geeignet, wenn ein Anschluss die Wasserversorgung des Gebäudes nicht möglich ist. Die 630-A-Stromschienen versorgen mehrere 63-A-Stromkreise in OCP-Racks mit jeweils 3 Fächern für Energiemodule.

Retrofit-Szenario 3: Flüssigkeitsgekühlter KI-Cluster mit kombinierten Liquid-to-Liquid-CDUs. KI-Cluster mit 880 kW, einer maximalen Rack-Dichte von 70 kW und Liquid-to-Liquid-CDUs für die Wärmeableitung. Diese Variante ist ideal geeignet für Fälle, in denen ein Anschluss die Wasserversorgung des Gebäudes möglich ist.

Speziell für KI-Cluster mit Liquid-Cooling im optimierten Datacenter (Neubau). KI-Cluster mit 1.760 kW, einer maximalen Rack-Dichte von 70 kW und Liquid-to-Liquid-CDUs für die Wärmeabfuhr. Optimiert mit Hochtemperatur-Chillern für mehr Effizienz.

Tabelle 1 –
Referenzdesigns im
Überblick

Attribute	Retrofit 1	Retrofit 2	Retrofit 3	Neubau
KI-Cluster-Kapazität	1050 kW	880 kW	880 kW	1760 kW
KI-Server-Racks	24 x 40 kW	8 x 70 kW	8 x 70 kW	16 x 70 kW
KI-Netzwerk-Racks	6 x 15 kW	8 x 40 kW	8 x 40 kW	16 x 40 kW
Vorhandene IT-Kapazität im Raum	960 kW	960 kW	960 kW	0 kW
Konvent. IT-Racks	80 x 12 kW	80 x 12 kW	80 x 12 kW	0 kW
Gesamte IT-Kapazität	2010 kW	1840 kW	1840 kW	1760 kW
Typ KI-Server-Rack	Standard, fester Boden	OCP, 3 Energiemodule fester Boden	OCP, 3 Energiemodule fester Boden	OCP, 3 Energiemodule fester Boden
KI-Server GPU-Kühlung	Luftgekühlt	Direct-to-Chip	Direct-to-Chip	Direct-to-Chip
KI-Cluster-Wärmeabfuhr	Warmgangeinhausung, Kaltwasser/Ventilatorwände, 30° Chiller-Rücklauf	Warmgangeinhausung, Liquid-to-Air-CDUs, Kaltwasser/Ventilatorwände, 30° Chiller-Rücklauf.	Warmgangeinhausung, Liquid-to-Liquid-CDUs, Kaltwasser/Ventilatorwände, 30° Chiller-Rücklauf	Warmgangeinhausung, Liquid-to-Liquid-CDUs, 2 Chiller-Kreisläufe, Kaltwasser/Ventilatorwände, 40° Chiller-Vorlauf.
KI-Server Stromversorgung	630-A-Stromschienen, redundante Abzweige, redundante 63-A-Rack-PDUs (400 V)	800-A-Stromschienen, redundante Abzweige, mit 3+3 63-A-Einspeisung (400 V)	800-A-Stromschienen, redundante Abzweige, mit 3+3 63-A-Einspeisung (400 V)	Geteilte 800-A-Stromschiene, redundante Abzweige, mit 3+3 63-A-Einspeisung (400 V)

Partner und Entwickler, die an der Planung von KI-Clustern arbeiten, können eine detaillierte Dokumentation der Referenzdesigns anfordern, mit Spezifikationen, Layouts und Systemzeichnungen, Komponentenlisten und CFD-Analysen (Computational Fluid Dynamics).

Die detaillierten Designs basieren auf speziellen NVIDIA KI-Clustern, können jedoch auch für andere KI-Cluster angewendet werden. Dafür sollten sie auf entsprechend der Temperatursollwerte der jeweiligen Installation, der Serverkonfiguration usw. angepasst werden.

Ausblick

NVIDIA ist bestrebt, dem Markt immer einen Schritt voraus zu sein. Das Unternehmen entwickelt Grafikprozessoren und „Serverboards“ für KI (Grafikprozessoren und CPUs auf einer Platine, verbunden über [NVLink](#)), und liefert ein Referenzdesign für die Integration in Supercomputer ([SuperPODs](#)). Die Weiterentwicklung vom DGX GH200, genannt „Hopper“, ist der DGX GB200, genannt „Blackwell“ (nach einem berühmten Wissenschaftler/Mathematiker). Die Blackwell-Plattform „ermöglicht es Unternehmen weltweit, generative KI in Echtzeit auf Large Language-Modellen mit Billionen Parametern einzusetzen, und das bei bis zu 25-mal geringeren Kosten und geringerem Energieverbrauch als bei der Vorgängerplattform.“⁵

Zu den Servern, die auf dem NVIDIA Design basieren, gehören der GB200 NVL36 mit 36 GB200 Superchips (18 Grace CPUs und 36 Enhanced B200 GPUs, 73 kW pro Rack⁶) und der [NVIDIA GB200 NVL72](#) mit 72 GB200 Superchips (36 CPUs und 72 GPUs, 132 kW pro Rack⁶), die zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Dokuments einen Preis von mehreren Millionen US-Dollar haben. Die neuen Blackwell-Boards werden voraussichtlich von zahlreichen Unternehmen eingesetzt, darunter Internetgiganten wie Amazon Web Services, Dell Technologies, Google, Meta, Microsoft, OpenAI, Oracle, Tesla und xAI.

Fazit

NVIDIA plant, mit den DGX-Boards [IT-Referenzarchitekturen](#) für alle seine Partner anzubieten. Die Kooperation von NVIDIA und Schneider Electric bei diesen Referenzdesigns ist die perfekte Ergänzung, da Kunden dadurch viel Zeit und Kosten für Forschung und Entwicklung sparen. Für die Entwicklung der nächsten GPU-Serverboards und -Cluster plant NVIDIA mit Designs, die ähnliche Anforderungen an Energieversorgung und Kühlung haben wie die vorherigen Generationen. Sobald neue Modelle auf den Markt kommen, wird Schneider passende Lösungen und Referenzdesigns entwickeln, wobei auch grundlegende Änderungen wie die Versorgung eines einzelnen Racks mit höherer Gleichspannung (z. B. 400 VDC) möglich sind.

Die gemeinsamen Referenzdesigns von Schneider Electric und NVIDIA eignen sich ideal für Datacenter-Betreiber, die KI-Cluster in bestehende Installationen integrieren oder ein komplett neues Datacenter bauen möchten. Mit diesen ersten öffentlich zugänglichen Referenzdesigns für KI-Datacenter ermöglicht diese Partnerschaft nicht nur die Optimierung der Infrastruktur, sondern erleichtert es Unternehmen auch, KI mit größerer Effizienz einzusetzen.

Für die optimale Nutzung der Referenzdesigns empfehlen wir folgende Schritte:

1. Laden Sie die Referenzdesigns herunter und geben Sie diese an Ihr Designteam weiter.
2. Machen Sie genaue Angaben zur Infrastruktur und zu Materialien in Ihrem Design. Eine frühe Planung fördert das Vertrauen in spätere Design-Entscheidungen.
3. Sparen Sie viel Zeit bei der Planung mit vordefinierten Systemen und einem dokumentierten Layout.
4. Bitten Sie Ihr Design-Team, die Best Practices bei der Konstruktion umzusetzen und zu dokumentieren. Dadurch reduzieren Sie die Risiken und erhöhen die Zuverlässigkeit der Implementierung.

Diese Art von Kooperationen erleichtert auch in Zukunft die Bereitstellung einer zuverlässigen, nachhaltigen KI-Infrastruktur.

⁵ NVIDIA, [NVIDIA Blackwell platform arrives to power a new era of computing](#), April 4, 2024

⁶ NVIDIA, [8th Annual DGX User Group Meeting](#), March 19, 2024, Slide 32