



VIAVI Solutions

# Das Rechenzentrum von morgen

INSIGHT REPORT

[www.viavisolutions.de/loesungen/hyperscale](http://www.viavisolutions.de/loesungen/hyperscale)

# Inhalt

**KAPITEL 1**

Daten: Die wertvollste Ressource der Welt 3

---

**KAPITEL 2**

Server: Weniger ist mehr 8

---

**KAPITEL 3**

Rechenleistung zieht zum Rand 12

---

**KAPITEL 4**

Größer und schneller: Der neue Typ von Hyperscale-Rechenzentren 17

---

**KAPITEL 5**

Mehr Geschwindigkeit – mit weniger Energie 23

---

**KAPITEL 6**

Fazit: Die zukünftigen Herausforderungen und Chancen für Rechenzentren 27

---

KAPITEL 1

# Daten: Die wertvollste Ressource der Welt

## Mehr als Wassertropfen im Ozean ...

**Wasser. Luft. Öl. Seit Jahrzehnten gelten diese natürlichen Rohstoffquellen als die weltweit wertvollsten Ressourcen. Doch in dem Maße, wie die Technologie weiter in jeden Aspekt unseres Arbeits- und Privatlebens vordringt, tritt eine weitere, wenn nicht noch wichtigere Ressource in den Vordergrund – Daten!**

Die weltweite Abhängigkeit von Daten wird hauptsächlich durch die Anbieter von Internetinhalten (Internet Content Provider, ICP), wie Amazon, Google, Facebook und Tencent, vorangetrieben. Diese Unternehmen erwirtschaften ihre Einnahmen durch Online-Verkäufe, Gebühren für Finanztransaktionen, bezahlte Werbung, Cloud-Dienste und eine Vielzahl weiterer Geschäftsfelder.

Weiterhin lässt sich das ganz erstaunliche Datenwachstum auf die zunehmende Verbreitung von Geräten zurückführen. [Im Jahr 2020 gab es 35 Millionen IoT-Anschlüsse, wobei diese Zahl bis 2024 auf 83 Milliarden ansteigen soll.](#) Diese Datenexplosion wird von [5G weiter in die Höhe getrieben.](#) Diese neue Mobilfunkgeneration ist während der Corona-Pandemie in größerem Tempo eingeführt worden und übersteigt [die vergleichbare Wachstumsrate von 4G um den Faktor 4.](#) Damit schafft 5G die Voraussetzungen für ein noch schnelleres Datenwachstum, dessen Management gewährleistet werden muss. Da verwundert es nicht, wenn diese Datenflut auch das Wachstum der Rechenzentren fördert. Hier wird von einer stabilen [durchschnittlichen jährlichen Steigerungsrate \(CAGR\) von 4,5 % ausgegangen.](#)

## und Sterne am Himmel

**Um zu verstehen, wie schnell die Datenmengen anwachsen, muss man sich vergegenwärtigen, wie Daten eigentlich gemessen werden.**

Innerhalb relativ kurzer Zeit haben wir Daten erst in Kilobyte (KB), dann in Megabyte (MB), Gigabyte (GB) und Terabyte (TB) angegeben, während wir heute schon von Zettabyte (ZB), das sind 1 Milliarde Terabyte, sprechen. Das [digitale Universum hat im Jahr 2020 etwa 64 Zettabyte Daten generiert.](#) Damit wurden über 60 Mal mehr Datenbyte verarbeitet, als es Sterne im beobachtbaren Universum gibt.

Diese zunehmende Datenflut stellt die Unternehmen und die dafür benötigte Infrastruktur vor zahlreiche Herausforderungen. Dabei sind die für das Internet der Dinge (IoT) genutzten Sensoren, die unablässig Signale übertragen, nur ein Teil des Problems. 5G, die Cloud und der digitale Wandel sind ebenfalls auf Netzwerke angewiesen und erhöhen die Datennachfrage. Ob wir uns bis zum Umfallen die neuesten Fernsehserien ansehen, in den sozialen Medien surfen oder in Online-Shops einkaufen, die Engagement Economy, in der jeder mit jedem und allem digital vernetzt ist, treibt das Datenwachstum ebenfalls weiter voran.

## 5G-Technologien führen dazu, dass immer mehr Rechenleistung an den Netzrand verlagert wird.

Während das Datenwachstum in einem enormen Tempo weiter anhält, ergreift das Ökosystem der Hyperscale-Rechenzentren wichtige Maßnahmen, um diese unersättliche Nachfrage nach Arbeitsspeicher, Bandbreite, Rechenleistung, Speicherplatz und Geschwindigkeit befriedigen zu können.

Die Migration in die Cloud („Cloudifizierung“) lässt die traditionellen Grenzen zwischen Netzwerken und Anwendungen verschwinden und 5G-Technologien verlagern immer mehr Rechenleistung an den Netzrand (Edge).

Dieses exponentielle Datenwachstum zwingt die Rechenzentren, näher an die Kunden heranzurücken, was noch mehr Edge-Installationen zur Folge hat. Gleichzeitig müssen die Betreiber der Rechenzentren ihre Datenraten, Sicherheit und Effizienz verbessern sowie die Latenzzeiten weitestgehend verringern. Hyperscale-Rechenzentren und die sie begleitenden Spitzentechnologien lassen diese beispiellose Herausforderungen aber auch zu Chancen werden.

**35 Milliarden**  
angeschlossene Objekte

2020 gab es 35 Milliarden IoT-Anschlüsse.

**83 Milliarden**  
Anschlüsse

Bis 2024 sollen 83 Milliarden Objekte angeschlossen sein.

**64**  
Zettabyte

Das digitale Universum hat im Jahr 2020 etwa 60 Mal mehr Datenbyte generiert, als es Sterne im beobachtbaren Universum gibt.

**73**  
Zettabyte

Bis 2025 werden IoT-Geräte etwa 73 Zettabyte Daten generieren.

## Infrastruktur und Content: Zwei verschiedene Konzepte

**Früher waren traditionelle Anbieter von Telekommunikationsdiensten die größten Nutzer von Rechenzentren. Da sie eine hohe Verfügbarkeit sicherstellen mussten, führten sie zahllose Tests sowie viele und langfristige Überwachungen und Messungen an ihren Systemen durch.**

Die traditionellen Netzbetreiber gehen bei ihren Investitionen in die Netzwerk-Hardware von längeren Zeiträumen aus: Da die typische Lebensdauer von Geräten zehn und mehr Jahre betragen kann, legen sie großen Wert darauf, die richtigen Geräte auszuwählen und zu warten. Als Goldstandard gilt eine Verfügbarkeit von „fünf Neunen“ (99,999 %). Um dieses Ziel zu erreichen, müssen Hunderte Techniker die Netzwerke unermüdlich Tag für Tag und rund um die Uhr testen, messen und warten.

Die ICPs verfolgen dagegen ein ganz anderes Konzept. Da sie sich auf Inhalte („Content“) konzentrieren, sehen sie Rechenzentren lediglich als Mittel an, mit deren Hilfe sie ihren Nutzern diese Inhalte übermitteln können. Auch ist bei den ICPs ein ganz anderes Tempo an der Tagesordnung, da sie normalerweise in viel kürzeren Zeiträumen denken. Beispielsweise gehen sie nicht davon aus, dass ihre Infrastruktur länger als fünf Jahre Bestand hat. Der Zeitaufwand in der Testphase ist auch geringer, da sie das neue Rechenzentrum (RZ) möglichst schnell in Betrieb nehmen möchten. Jedoch herrscht zwischen den ICPs ein starker Wettbewerb und sie stehen unter einem großen Druck, Innovationen schneller einzuführen und Content immer schneller zur Verfügung zu stellen.

Ihre Betriebsteams sind häufig kleiner und verlassen sich auf Anwendungsprogrammierschnittstellen (API) und die softwarebasierte Netzwerkautomatisierung, um die Arbeitsbelastung und den Netzbetrieb zu optimieren. Desgleichen richten sich ICPs nicht immer nach den Standardisierungsgremien, da diese andere Zeitrahmen vorsehen, die mit dem ICP-Geschäftsmodell nicht vereinbar sind. Im Ergebnis setzen sie häufig White-Box-Technologie von unterschiedlichen Anbietern ein oder entwickeln diese selbst – noch bevor überhaupt entsprechende Branchenstandards vereinbart wurden.

Auch wenn ICPs das Datenwachstum fördern, sind es die Rechenzentren, die dieses Wachstum erst möglich machen. Daher muss die Netzwerk-Infrastruktur der nächsten Generation überhaupt in der Lage sein, diese gestiegenen Verkehrsanforderungen zu bewältigen. Ein erster Schritt in diese Richtung besteht darin, sich dieser unterschiedlichen Konzepte bewusst zu werden.

## Schneller, höher, stärker ... aber mit weniger Energie

Die stetig ansteigenden Datenraten und Datenmengen sind jedoch nicht die einzige Aufgabe, die die Rechenzentren bewältigen müssen. Eine weitere große Herausforderung ist der Energiebedarf.

Die Prognosen für den Stromverbrauch von Rechenzentren sind durchaus schockierend. Einige Schätzungen gehen davon aus, dass sie bis 2030 für etwa 8–21 % des gesamten Strombedarfs verantwortlich sein werden. Andere Berechnungen kommen auf einen Wert von etwa 3 % der weltweiten Stromversorgung. Die jüngste Analyse, die unterschiedliche Methodiken vergleicht und Verbesserungen im Stromverbrauch von Rechenzentren berücksichtigt, zeigt jedoch, dass etwa 1 % des globalen Energieverbrauchs ein realistischerer Wert ist. Auch wenn diese aktualisierten Zahlen an sich gute Nachrichten sind, kann es sich die Branche nicht leisten, sich auf ihren Lorbeeren auszuruhen. Wie lässt sich die Effizienz der Server weiter erhöhen? Welche Auswirkungen wird das Datenwachstum auf den Energieverbrauch haben?

Die Notwendigkeit, die Leistung zu maximieren und gleichzeitig den Stromverbrauch zu minimieren, zieht die besten Köpfe der Branche an, um das Design der Rechenzentren innovativ zu verbessern. Beispielsweise werden Rechenzentren zunehmend in kälteren Klimazonen gebaut, um den Kühlaufwand zu verringern. Auch werden erneuerbare Energieträger genutzt, die das Stromnetz entlasten.

## Infrastruktur als Wegbereiter

Obwohl die nahtlose Querverbindung zwischen Rechenzentren (Data Center Interconnect, DCI) höchste Übertragungsraten erfordert, wachsen die ICPs in einem Tempo, das ihnen wenig Zeit für die notwendigen gründlichen Tests lässt.

Wenn man jetzt noch die steigenden Kosten für die Verkabelungsinfrastruktur und die vielfältigen Interoperabilitätsprotokolle berücksichtigt, beginnt sich das ganze Ausmaß der Herausforderung abzuzeichnen.

Die Infrastruktur älterer Rechenzentren erreicht einen kritischen Punkt. Den ICPs, die wesentlich zum Datenwachstum beigetragen haben, bietet sich nun die Chance, eine Vorlage für die Rechenzentren der nächsten Generation zu entwickeln. Bei der Vorbereitung auf den Datenbedarf der Zukunft geht es nicht nur darum, Innovationen bei der Datenerstellung einzuführen, sondern auch darum, eine flexible, skalierbare und reaktionsschnelle Infrastruktur sicherzustellen.

Mit der weiteren Entwicklung und Einführung von Technologien, wie das Internet der Dinge (IoT), künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen (ML), werden die von der Engagement Economy an die Daten gestellten Anforderungen weit über die gewohnten Bereiche, wie sozialen Medien, Unterhaltung, Einkaufen und Nachrichten, hinausgehen. Öffentliche Dienstleistungen, die Energie-Infrastruktur und weitere Kernsektoren werden zunehmend von der Leistung der Rechenzentren abhängig sein. Hier spielt die Prüf- und Messtechnik eine kritische Rolle bei der Sicherung und Bereitstellung der Netzwerke der nächsten Generation.

KAPITEL 2

# Server: Weniger ist mehr



**Serverless-Computing setzt neue Maßstäbe für die Bereitstellung von Software, da die Entwickler die Hardware oder das Betriebssystem (BS), auf denen ihr Code ausgeführt wird, nicht mehr kennen müssen.**

Die serverlose Architektur, die auch als Platform-as-a-Service (PaaS) oder als Function-as-a-Service (FaaS) bezeichnet wird, führt eine zusätzliche Abstraktionsebene in den Software-Stack ein. Das heißt, dass die Entwickler sich über das zugrundeliegende Server- oder Kapazitätsmanagement keine Gedanken mehr machen müssen.

Die Ausführung und das komplette Management des Codes wird vom Cloud-Anbieter übernommen. Schätzungen zufolge [wird der weltweite Markt für serverlose Architektur mit einer durchschnittlichen jährlichen Rate \(CAGR\) von nahezu 23 % wachsen](#) und bis 2025 ein Volumen von 21,1 Milliarden USD erreichen.

Viele Unternehmen und ICPs wird die serverlose Architektur an das ursprüngliche Konzept des Utility-Computing erinnern. Unternehmen, die in die Cloud migrieren, profitieren von einer bedarfsgesteuerten Reaktionsfähigkeit und Skalierbarkeit sowie von einer schnelleren Konfiguration. Das sind genau die Leistungsmerkmale, auf die Anwendungen, wie das IoT und Big-Data-Initiativen, für ihren Fortbestand angewiesen sind. Doch es gibt auch Nachteile. In den Unternehmen steigt der Zeitaufwand für die Wartung des Software-Stacks, für die Vermittlung (Brokering) von Kapazitäten und für das Management der steigenden Komplexität des Cloud-Modells.

## Das Erfolgsgeheimnis

Serverless-Computing verändert die Art und Weise der Entwicklung, des Managements sowie des Einsatzes komplexer Software und bietet zudem mehr Flexibilität, Skalierbarkeit, Sicherheit und eine einfachere Abrechnung.

Da überrascht es nicht, dass die Unternehmen, die den Content-Boom vorantreiben, die gleichen sind, die die Serverless-Computing-Revolution anfeuern:

### Weshalb aber ist Serverless-Computing so beliebt?

- **Abrechnung:** AWS Lambda berechnet die Gebühren in Schritten von 100 Millisekunden. Serverless-Computing setzt neue Maßstäbe für das On-Demand-Computing.
- **Geringere Komplexität:** Nicht nur das Abrechnungsmodell ist attraktiv. Da die Teams sich nicht länger um das Management und die Bereitstellung der Server kümmern müssen, werden Ressourcen frei. Diese können dann für strategisch wichtigere Agile-Initiativen eingesetzt werden. Außerdem sinken die betrieblichen Gemeinkosten deutlich.
- **Skalierbarkeit:** Ein weiterer großer Vorteil von Serverless-Computing ist die schnelle Skalierbarkeit. Software- und DevOps-Teams müssen ihre Computing-Ressourcen nicht mehr aufrüsten, nur um große Nutzungsspitzen abzufangen. Zudem skalieren sich die Anwendungen automatisch nach unten, wenn es einmal ruhiger zugeht.
- **Sicherheit:** Jeder weiß, welchen Schaden ein Distributed-Denial-of-Service (DDoS) Angriff anrichten kann. Zwar ist die serverlose Architektur vor solchen Angriffen nicht gefeit, aber doch deutlich weniger stark bedroht. Das serverlose Modell schützt auch vor Angriffen auf BS-Ebene.

## Software- und DevOps-Teams müssen ihre Computing-Ressourcen nicht mehr aufrüsten, nur um große Nutzungsspitzen abzufangen.

- **Netzrand:** Die serverlose Architektur wurde ursprünglich für Cloud-Umgebungen entwickelt, ist heute aber auch zunehmend am Netzrand (Edge) anzutreffen. Warum ist das so? Serverloses Edge-Computing hilft, den Verarbeitungsanforderungen der wachsenden Anzahl von IoT- und 5G-Anwendungen gerecht zu werden.

Unabhängig von den oben genannten Vorteilen ist die serverlose Architektur jedoch keine Universallösung. Die größte Zugkraft entfaltet dieses Modell bei ereignisgesteuerten Anwendungsfällen. Allerdings garantiert die serverlose Architektur nicht die gleichen Dienstgütevereinbarungen (SLA) wie die üblicheren Cloud-Computing-Angebote und es gibt Bedenken hinsichtlich einer zu großen Abhängigkeit von einzelnen Anbietern.

Zudem wird man von den Angeboten auf dem Cloud-Markt förmlich überrollt. Auch wenn es Hunderte unterschiedliche Anbieter mit noch mehr Cloud-Plattformdiensten gibt, wird der Markt zunehmend von den „Big Three“ (AWS, Microsoft Azure und Google Cloud) dominiert, die insgesamt [58 % des weltweiten Marktes auf sich vereinen](#).

## Serverless-Computing und die Folgen für die Rechenzentren

**Ganz gleich, welche Bezeichnung, ob PaaS, FaaS oder Serverless-Computing, gewählt wird, dieses Konzept wird sich durchsetzen. Daher werden Cloud-Modelle bereits weiter entwickelt, um es zu integrieren. Aber es ist auch wichtig, sich darüber bewusst zu werden, welche Auswirkungen die serverlose Architektur auf die zugrundeliegende RZ-Infrastruktur hat.**

Die Leistung und Zuverlässigkeit der vorhandenen Infrastruktur, wie von DCI-Querverbindungen, werden stärker ins Blickfeld geraten. Das Ergebnis mag die ICPs, deren traditionelle Prüf- und Messvorgehensweisen für gewöhnlich die RZ-Infrastruktur keiner genauen Kontrolle unterziehen, überraschen. In einer Welt, in der die Kapazitätsnachfrage enormen Schwankungen ausgesetzt sein kann, wird die Fähigkeit, diese Datennachfrage effizient und effektiv befriedigen zu können, zu einem Wettbewerbsfaktor. ICPs müssen besser verstehen, wie weit sie mit dem Zusammenschalten von Rechenzentren (DCI) gehen können, um eine maximale Datenrate und Kapazität zu erzielen. Die neuesten Prüf- und Messverfahren versetzen die ICPs in die Lage, besser auf Leistungsmängel zu reagieren oder diese sogar zu beheben, noch bevor sie zu einem Problem werden.

Es wird wichtiger als je zuvor sein, dass die Technik zur Überwachung und Koordinierung der Rechenzentren mit diesen Veränderungen Schritt hält. Die Prüf- und Messtechnik muss flexibel einsetzbar, automatisiert und virtuell sein, um die RZ-Infrastruktur sowie das Volumen und die Datenrate des Verkehrsflusses zu

unterstützen, die für das On-Demand-Computing benötigt werden. Serverless-Computing führt eine zusätzliche Abstraktionsschicht ein, die die Entwickler in die Lage versetzt, sich auf ihre eigentliche Arbeit zu konzentrieren. Am Ende dieses Prozesses ist die serverlose Architektur auch der Wegbereiter für ein neues Zeitalter der unendlichen Always-On-Skalierbarkeit auf Tastendruck. In Bezug auf die Infrastruktur bedeutet diese Anforderung der neuen Ära, dass der Spielraum für Fehler – also für Ausfälle – weiter schrumpft. Angesichts dieser bevorstehenden Aufgaben sind die RZ-Teams auf Hilfe angewiesen. Hier spielen Prüf- und Messverfahren eine wichtige Rolle, um die Kapazitätsnachfrage erfüllen und die Leistung sicherstellen zu können.



KAPITEL 3

# Rechenleistung zieht zum Rand

## Mit dem weiteren exponentiellen Wachstum des IoT steigt die Bedeutung des Netzsands.

Bis 2025 werden IoT-Geräte etwa 73 Zettabyte (ZB) Daten generieren. Das Internet der Dinge (IoT), ermöglicht und verstärkt durch die kommerzielle Einführung von 5G, wird schon bald nahezu jeden Aspekt unsere täglichen Lebens, angefangen bei der nationalen Infrastruktur, wie dem Stromnetz, bis zu den Autos, die wir in Zukunft fahren (oder eben nicht mehr selbst fahren), durchdringen.

Im Ergebnis der Corona-Pandemie plant fast die Hälfte aller Unternehmen ihre Investitionen in das IoT zu steigern. Diese Nachfrage nach Daten hat die ICPs gezwungen, die Speicher- und Transportkapazitäten ihrer Rechenzentren auszubauen, um dem Speicher- und Rechenbedarf von Milliarden von Anwendungen, die in unserer „Always-On“-Umgebung laufen, gerecht zu werden. Nichts davon wäre jedoch möglich ohne die enorme Rechenleistung der Cloud.



## Hohe Übertragungsraten sind unverzichtbar

Vor allem Hyperscale-Rechenzentren, die von mehreren Parteien/Mandanten genutzt werden („Multitenant“), besitzen eine große Veränderungskraft. Ihre Datenraten und Größe unterstützen die anscheinend grenzenlosen Möglichkeiten des IoT. Um mit dieser Nachfrage Schritt zu halten, bauen die ICPs unter anderem die DCI-Strecken aus, die die Rechenzentren auf der ganzen Welt miteinander verbinden.

Damit das IoT jedoch sein volles Leistungspotenzial ausschöpfen kann, werden noch mehr DCI-Verbindungen benötigt, um den Transport und die Verarbeitung der generierten Daten zu beschleunigen. Selbstfahrende Autos und eHealth sind nur zwei Beispiele für Anwendungen, die Null-Toleranz bei der Latenz erfordern, da jede Nanosekunde über Tod oder Leben entscheiden kann.

Größtenteils übernimmt das Hyperscale-Cloud-Computing die Verarbeitung der Daten. Ebenso sorgt die Weiterentwicklung der Mobilfunknetze von 4G zu 5G für die benötigten Datenraten. Schließlich ist insbesondere 5G in der Lage, die Daten zehn Mal schneller zu übertragen, als es mit den vorhergehenden 4G-LTE-Technologien möglich war.

Da die Latenz allerdings der größte einschränkende Faktor bleibt, prüfen die ICPs das Mobile Edge Computing (MEC) als neues Konzept. MEC bewältigt diese Herausforderung, da es die Daten am Rand (Edge) des Netzwerks – also außerhalb der Cloud – speichert sowie analysiert und damit die Übertragungszeiten drastisch senkt.

Einfach alles, angefangen bei der Robotertechnik über Smart Cities bis zu Drohnen und eHealth, wird auf MEC angewiesen sein. Das Prinzip ist denkbar einfach: Eine enorme Rechenleistung, einschließlich Datenspeicherung und Datenanalyse, am Rand des Netzwerks kombiniert mit der Unmittelbarkeit („Immediacy“) auf Grundlage einer atemberaubenden Datenrate. Das sind die Bausteine des IoT.

**Die Bedeutung des Netzsands wird deutlich, wenn man sich vor Augen hält, dass der Markt im Jahr 2020 noch mit 4,7 Milliarden USD bewertet wurde und er Schätzungen zufolge bis 2028 im Durchschnitt jährlich (CAGR) um 38,4 % wachsen wird.**

In der Tat prognostiziert Gartner, dass bis 2025 drei Viertel der von Unternehmen generierten Daten am Netzrand verarbeitet werden, während es 2018 erst 10 % waren.

## Lokal bleiben

**Streng genommen findet das Edge-Computing im Gerät selbst statt. Ein weiterer Begriff, der häufig in dem gleichen Kontext verwendet wird, ist Fog-Computing.**

Der Unterschied besteht darin, dass bei letzterem die verteilte Datenverarbeitung in dem lokalen Netz (LAN) und nicht mehr im Gerät ausgeführt wird. Allerdings werden die Daten in beiden Konzepten „lokal“ erfasst und verarbeitet, was die Cloud entlastet. Die Vorteile bestehen unter anderem in der Echtzeit-Analyse, den niedrigeren Betriebskosten, einer effizienten Batteriebetriebsdauer des Gerätes und der überaus wichtigen Unmittelbarkeit, die vom IoT ja erwartet wird.

Sowohl beim Edge-Computing als auch beim Fog-Computing werden die Daten „lokal“ erfasst und verarbeitet.

### FOG-COMPUTING

Die verteilte Datenverarbeitung erfolgt im LAN

## Bewährungsprobe für den Netzrand

Die Erwartungen, die an das IoT gestellt, sind sehr hoch. Den ICPs wird es schwer fallen, diesen Ansprüchen zu genügen.

Mit der Einführung weiterer Dienste werden diese Erwartungen zudem weiter steigen. Die Entwickler sprechen vom Kundenerlebnis (Customer Experience, CX). Den Netzbetreibern ist die Erlebnisqualität (Quality of Experience, QoE) ihrer Teilnehmer am wichtigsten. Die Einzelhändler machen sich um das Verbrauchererlebnis Gedanken. Für die ICPs steht die Zuverlässigkeit an erster Stelle. Hier spielt die Prüf- und Messtechnik eine kritische Rolle, um zu gewährleisten, dass das IoT wirklich jeden Tag und rund um die Uhr (24/7/365) erwartungsgemäß funktioniert. Schließlich steht für die ICPs eine Menge auf dem Spiel.

Es überrascht vielleicht, dass viele ICPs die Querverbindungen ihrer Rechenzentren nicht routinemäßig testen. Routinemessungen bieten den großen Vorteil, dass sie die Fehlerdiagnose und -behebung beschleunigen. Aber noch wichtiger ist wahrscheinlich ihre vorbeugende Wirkung. Neben der laufenden Wartung ist es wichtig, die optimale Leistung neuer, modernisierter Systeme vor ihrer Aktivierung sicherzustellen.

Es ergibt Sinn, die DCI-Verbindungen bei voller Auslastung zu betreiben, insbesondere, da zusätzliche DCI-Strecken viel Geld und Ressourcen kosten können.

Drei Anregungen zur Stärkung Ihrer Prüf- und Mess-Strategie sowie zur Maximierung der Verfügbarkeit:

- 1 Testen Sie die DCI-Verbindungen auf Grundlage eines strukturierten, planmäßigen und einheitlichen Konzepts. Robuste Tests sind die einzige Möglichkeit, um zu ermitteln, ob die gesamte verfügbare Kapazität auch wirklich nutzbar ist.
- 2 Führen Sie Stress-Tests durch, um die DCI-Verbindungen einzuschätzen und potentielle Leistungsmängel zu erkennen, bevor diese zu Problemen werden.
- 3 Bewährte Vorgehensweisen beim Prüfen und Messen erlauben Ihnen, Fehlerstellen zu identifizieren, die der Ausschöpfung des vollen Leistungspotenzials entgegenstehen. Darüber hinaus helfen diese Tests, Probleme viel schneller zu beheben, als es ansonsten möglich wäre.

In der Ära des IoT entlastet das Edge-Computing die Rechenzentren. Für die ICPs reicht es nicht länger, ihre Rechenzentren unter Kontrolle zu haben. Sie müssen sich sicher sein, dass Speicherung und Transport – auch lokal – mit optimaler Leistung erfolgen. Die Prüf- und Messtechnik der nächsten Generation ist ein unverzichtbarer Bestandteil des Instrumentariums, das benötigt wird, um den optimalen Betrieb von Cloud und Edge mit Null-Toleranz bei Latenz und Nutzungsausfall sicherzustellen.



KAPITEL 4

# Größer und schneller:

Der neue Typ von Hyperscale-Rechenzentren

# Rechenzentren sind die Triebfeder der digitalen Wirtschaft. Aber wie können ICPs und andere Unternehmen die benötigte superschnelle „Always-Up, Always-On“ Datenverarbeitung gewährleisten?

**Sowohl das Cloud-Computing als auch die immer umfassendere Einführung von 5G beschleunigen den digitalen Wandel in nahezu allen Bereichen unseres Lebens.**

Es überrascht nicht, dass die Rechenzentren, um bei diesen rasanten Veränderungen nicht den Anschluss zu verlieren, selbst einen kompletten Neustart versuchen, der alle Bereiche, angefangen beim Design über die Größe und die Stromversorgung bis zur Organisation und Führung, umfasst. Die Einführung des Cloud-Computing-Modells setzt neue Maßstäbe für den RZ-Markt. Auch hier sind gleichermaßen Wachstum und Konsolidierung an der Tagesordnung. Die wichtigsten Akteure bauen größere Rechenzentren an Standorten, die den Anforderungen ihrer Kunden entgegenkommen, was erhebliche Effizienzsteigerungen ermöglicht.

In der Zwischenzeit verfolgt die Telekommunikationsindustrie traditionell ein langfristiges Entwicklungskonzept. Dieses ist durch eine penible Planung sowie durch umfassende Tests vor der Bereitstellung gekennzeichnet, um eine Fünf-Neunen-Verfügbarkeit (99,999 %) sowie eine RZ-Einsatzdauer von 10 und mehr Jahren zu gewährleisten.

Mit der Einführung neuer Dienste, vertikaler IoT-Märkte und dem intelligenten Netzrand, der diese erst ermöglicht, erweist sich 5G für die RZ-Infrastruktur auf der ganzen Welt als eine beispiellose Belastung. Die höhere Ende-zu-Ende-Komplexität des Netzwerks stellt die alten Bereitstellungspläne in Frage, während gleichzeitig die Anforderungen an Leistung, Effizienz und Zuverlässigkeit steigen.

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, wächst ein neuer Typ von Rechenzentren – sowohl in der Größe als auch in der Bedeutung – heran. Die Hyperscaler kommen ...

## Der Aufstieg der Hyperscaler

Heute wird mit „Hyperscale“ zunehmend nicht nur die Größe und Skalierung dieser neuen Rechenzentren, sondern auch deren Architektur bezeichnet.

Allerdings sind Größe und Skalierung immer noch gute Ausgangspunkte. Hyperscale-Rechenzentren besitzen mindestens 5.000 Server und haben eine Grundfläche von ebenfalls mindestens 900 Quadratmetern. Im Allgemeinen sind Hyperscale-Rechenzentren jedoch viel größer und beherbergen häufig Zehntausende Server. Aber der wichtigste Aspekt der Hyperscaler betrifft weniger ihre Größenanforderungen als ihre Fähigkeit, sich schnell auf die aktuelle Nachfrage zu skalieren. Neben der Grundfläche und der Anzahl der Server sind auch die im Rechenzentrum ablaufenden Prozesse wichtig, nämlich ob es für ein homogenes, horizontal skalierbares und völlig neues Anwendungsportfolio eingerichtet wurde und dafür stärker untergliederte, hochdichte und leistungsoptimierte Infrastrukturen nutzt.

Heute gibt es weltweit mehr als 650 Hyperscale-Rechenzentren, wobei sich viele mehr bereits in Planung befinden und die Kapazität vorhandener Standorte regelmäßig ausgebaut wird. Amazon, Microsoft und Google besitzen mehr als die Hälfte der großen Rechenzentren in der Welt.

Sie sind Denkmäler einer hochmodernen Architektur, Vernetzung und Automatisierung. Man könnte sie aber auch als Tempel ansehen, die gebaut wurden, um unseren Hunger nach Daten zu befriedigen. Und sie werden von den weltweit größten Datenproduzenten, den ICPs, dominiert.



### HYPERSCALE-RECHENZENTRUM

Mindestens  
5.000 Server  
und mindestens  
900 Quadratmeter  
Grundfläche

## 5G: Datenrate und Größe als Herausforderung

**Die Komplexität der verteilten, aufgegliederten („disaggregierten“) und in die Cloud überführten („cloudifizierten“) 5G-Netze belastet die Rechenzentren bis an ihre Leistungsgrenzen.**

Die Kostenkontrolle ist nur eine der Herausforderungen, denn die RZ-Kosten steigen mit der zunehmenden Größe und Komplexität ebenfalls weiter an. Doch 5G kennt auch Fallstricke bei der Gewährleistung der Leistung: Das virtualisierte RAN, Massive MIMO (5G) und Antennen-Beamforming verkomplizieren die Anforderungen, die an Leistungstests in den Hyperscalern gestellt werden und setzen neue Maßstäbe für die Spektrumanalyse, die Demodulation und für Dienstgütevereinbarungen (SLA).

Um diese Herausforderungen zu bewältigen, muss das Ende-zu-Ende Network-Slicing für jeden einzelnen vertikalen Markt übergangslos organisiert werden. Mit anderen Worten, Hyperscaler müssen ein nahtloses, ganzheitliches Konzept des Netzwerkmanagements sicherstellen. Damit sie ein vollautomatisiertes und programmierbares Network-Slicing sowie Edge-Computing gewährleisten können, sind Hyperscaler auf ein Netzwerktest- und Sicherheits-Konzept der nächsten Generation angewiesen. Sie müssen die Konzepte der veralteten traditionellen Rechenzentren mit ihren voneinander isolierten Netzwerk-Management-Silos überwinden. Kritische 5G-IoT-Anwendungsfälle lassen bei der Leistung und Zuverlässigkeit des Netzwerks keinen Spielraum für Fehler.

## Übertragungsraten gewährleisten

**Da die Hyperscale-Rechenzentren immer größer werden, treten traditionelle Management-Praktiken in den Hintergrund und machen den Weg frei für eine umfassendere Automatisierung.**

Wo früher noch Techniker mit prüfendem Blick durch die Gänge eilten, scheinen die Rechenzentren mit ihren automatischen Überwachungsroutinen, beispielsweise für die Stromversorgung und die Kühlung, recht einsame Orte geworden zu sein. Ihre reine Größe in Verbindung mit den technischen Fortschritten bedeutet, dass ehemals manuelle Aufgaben langsam aber sicher von ferngesteuerter sensorgestützter Hardware übernommen werden.

Die vielleicht größten Veränderungen in Rechenzentren betreffen jene, die den Weg für Datenraten von 400G und mehr ebnen. Die Netzwerke der nächsten Generation benötigen nicht nur eine größere Bandbreite. Die steigende Nachfrage nach Daten ist mit der Forderung nach einem entsprechend effizienten und sicheren Management verbunden. Es geht nicht nur um mehr Kapazität, sondern auch um neue Datendienste, so dass die Rechenzentren stärker als je zuvor belastet werden. Hyperscale-Rechenzentren müssen intelligent, flexibel und automatisiert sowie skalierbar sein.

Nun ist es aber nicht so einfach, mit den sich entwickelnden Datenraten und dem zunehmenden Datenhunger Schritt zu halten. ICPs, als die wichtigsten Besitzer und Nutzer von Hyperscale-Rechenzentren, stehen vor der Herausforderung, das Management ihrer alten Standorte zu gewährleisten und gleichzeitig neue Leistungspotenziale zu erschließen, ohne dass die Verfügbarkeit leidet.

Prüf- und Messtechnik spielt eine wichtige Rolle, um den Druck und das Risiko zu mindern, die mit der Integration moderner Technologien wie 100G oder 400G in Rechenzentren verbunden sind. Wenn die Infrastruktur nicht nur ein komplexes sondern auch ehrfurchtgebietendes Ausmaß angenommen hat, werden Hilfsmittel benötigt, die es erlauben, die Zuverlässigkeit des gesamten Netzwerk-Ökosystems unabhängig von der Kapazitätsnachfrage oder der zugrundeliegenden Technologie sicherzustellen.

Genau hier kommen die Stärken einer umfassenden Herangehensweise an die Bereitstellung und Wartung von Netzwerken zum Tragen. Beispielsweise können automatische Tester heute die Faserendfläche visuell prüfen und zertifizieren, um den Netzausbau zu beschleunigen und die einwandfreie Funktion von Mehrfaser-Steckverbindern (MPO) zu kontrollieren. Ebenfalls stehen moderne Testverfahren für aktive optische Kabel (AOC) und direkt angeschlossene Kupferkabel (DAC) zur Verfügung, um eine optimale Leistung des Netzwerks sicherzustellen und die mit der zunehmenden Einführung von Mehrfaser-Verbindungen verbundenen Herausforderungen zu bewältigen. Darüber hinaus spielen automatische Testskripts in solchen komplexen und heterogenen Umgebungen eine wichtige Rolle, um reproduzierbare Tests mühelos ausführen zu können.

**Hyperscale-Rechenzentren müssen intelligent, flexibel und automatisiert sowie skalierbar sein.**

## Die nächste Herausforderung für das Management von Rechenzentren

**Automatisierte Management-, Test- und Überwachungslösungen stehen für ein neues Spektrum faszinierender Möglichkeiten für Hyperscale-Rechenzentren.**

Bereits eingesetzt werden Sensoren, die nach dem Geräusch eines defekten Lüfters oder von austretendem Wasser „lauschen“. Sensorgestützte Hardware wird eine immer wichtigere Rolle bei der Überwachung der Infrastruktur spielen und verschiedene Parameter, wie Temperatur, Geräusche oder Schwingungen, kontrollieren. Allerdings müssen Sensoren mit einer Intelligenz gekoppelt sein, die es erlaubt, die neuen Datenströme zu verstehen und auf Grundlage der gewonnenen Erkenntnisse entsprechende Korrekturmaßnahmen zu ergreifen. Neben diesen sensorbasierten Tools werden moderne Analysen und maschinelles Lernen (ML) in Zukunft an Bedeutung gewinnen.

Im Einsatz sind bereits Sensoren, die nach Störungen „lauschen“.



KAPITEL 5

# Mehr Geschwindigkeit – mit weniger Energie

**Doch wachsen die Rechenzentren nicht nur in Hinblick auf die Zahl der Server und die Grundfläche, sondern es gibt auch immer mehr Standorte und die Übertragungsraten steigen weiter an. Bereits heute gehen die Datenraten auf das Zusammenschalten von Rechenzentren (DCI) von 100G zu 400G über, wobei für die nahe Zukunft schon 800G geplant sind.**

Diese Datenflut lässt sich anscheinend nicht mehr aufhalten. Es gibt jedoch einen Faktor, der dieses Wachstum begrenzen könnte. Mit den weiter ansteigenden Datenraten und Datenmengen erhöht sich auch der Stromverbrauch. Während es den Rechenzentren bisher gut gelungen ist, ihren Energiebedarf trotz des Datenwachstums zu optimieren, ist noch nicht abschließend geklärt, inwieweit die Energieeffizienz mit der Datennachfrage Schritt halten kann. Klar ist dagegen, dass der rasant ansteigende Stromverbrauch nicht mehr tragbar ist. Die ICPs sind äußerst erfolgreich in der Bereitstellung von Inhalten, die sehr interessant, sofort verfügbar und (praktisch) kostenlos sind. Jetzt zahlen sie allerdings dafür – und zwar in Form des Energieverbrauchs.

**Der steigende Stromverbrauch ist nicht tragbar.**





## „Grüne“ Rechenzentren

Die ICPs müssen sich also etwas einfallen lassen, um ihren Energiebedarf in den Griff zu bekommen. Manche setzen auf kältere Klimazonen mit dem entsprechend geringeren Bedarf an stromfressenden Klimaanlage und der Möglichkeit, die Umgebungsluft zur Kühlung der Server zu verwenden.

Ein solches Beispiel ist das hochmoderne Rechenzentrum von Facebook in Luleå, im Norden Schwedens. Die Stadt liegt etwa 100 km südlich des Polarkreises. Facebook nutzt die kalte Außenluft, um seine Tausenden Server zu kühlen. Außerdem stellen die Wasserkraftwerke der nahegelegenen Flüsse eine zuverlässige und erneuerbare Energiequelle dar.

Das hochmoderne Rechenzentrum von Facebook in Nordschweden nutzt die kalte Außenluft, um seine Tausenden Server zu kühlen.

## Das Effizienz-Paradoxon

**Es gibt Hinweise darauf, dass die ICPs in ihren Bemühungen, den Energieverbrauch zu senken, durchaus Erfolge verzeichnen.**

Trotz des anhaltenden Wachstums der Rechenzentren, steigt der Energiebedarf nicht weiter an. Allerdings verstärkt sich der Datenhunger. Daher wird es für die ICPs alles andere als einfach sein, ihren Energieverbrauch zu beschränken – wie vom Jevons-Paradoxon prognostiziert. Dieser nach William Stanley Jevons, einem britischen Ökonom des 19. Jahrhunderts, benannte Effekt, tritt ein, wenn ein technologischer Prozess zwar effizienter wird, aber nicht zu einem geringeren Verbrauch (in diesem Fall von Energie), sondern tatsächlich zu einer steigenden Nutzung führt.

Als globale Internet-Bürger lässt unser Datenhunger nicht nach. Da die Nutzung des Internets weder besteuert noch anderweitig eingeschränkt wird, lässt der Datentrend keine Anzeichen für eine Verlangsamung erkennen. Immer häufiger nutzen die ICPs erneuerbare Energiequellen, um ihren Energiebedarf zu befriedigen.

**Als globale Internet-Bürger lässt unser Datenhunger nicht nach.**

Doch es gibt noch andere Waffen, mit denen ICPs die steigenden Energierechnungen bekämpfen können. Im Rahmen gründlicher Überwachungs- und Testprogramme ist es beispielsweise möglich, den effizienten Betrieb von DCI-Querverbindungen zu gewährleisten und die erwarteten Datenraten zur Verfügung zu stellen. Um für die steigenden DCI-Übertragungsraten gewappnet zu sein, müssen die ICP-Techniker Tests an 400G-Schnittstellen ausführen, damit sie potenzielle Fehlerstellen erkennen und diese frühzeitig beheben können.

Auch wenn die ICPs mit innovativen RZ-Designs schnell auf den steigenden Energieverbrauch reagiert haben, ist dieses Problem noch lange nicht gelöst. Daher dürfen sie sich neuen Lösungen, die ihre Klimabilanz verbessern könnten, nicht verschließen. Allerdings lässt sich mit den Mitteln, die ihnen bereits heute zur Verfügung stehen, viel erreichen.



KAPITEL 6

**Fazit:**

# Die zukünftigen Herausforderungen und Chancen für Rechenzentren

## „Content is King“ – Alles für den Inhalt

**Angesichts der weiter weltweit exponentiell steigenden Datennachfrage fällt es nicht schwer, Daten als die weltweit wichtigste Ressource zu beschreiben. Unternehmen wie Amazon, Apple, Facebook, Microsoft und Netflix sind die Haupttreiber hinter diesem Wandel, während die ICPs die neue Datenwirtschaft fördern.**

Das reine Volumen der aktuell generierten Daten ist zwar genau zu beziffern, aber kaum vorstellbar. Immer größere Maßeinheiten – Teraflop, Zettabyte und sogar Yottabyte – werden benötigt, um die generierten Datenmengen zu beschreiben. Und wir stehen erst am Anfang. In dem Maße, wie 5G, IoT und Cloud-Computing an Tempo gewinnen, heizt sich die datengesteuerte Wirtschaft weiter auf.

Doch die Datenvolumen sind nur eine Seite der Medaille. Die versprochenen selbstfahrenden Autos, die Drohnen und Roboter sowie alltäglichere Beispiele, wie Video-Streaming, Sprachassistenten und Chat-Bots, sind alle auf weiter steigende Datenraten angewiesen, um optimal zu funktionieren. Schätzungen zufolge könnte ein selbstfahrendes Auto pro Stunde mehr als 25 Gigabyte Daten generieren – das ist nahezu 30 Mal mehr als ein HD-Video-Stream.

Es ist nicht schwer zu verstehen, warum ein selbstfahrendes Auto oder ein Roboter, der im Krankenhaus eine Operation ausführt, ein Netzwerk mit Null-Latenz benötigt. Doch auch in Situationen, in denen es nicht um Leben oder Tod geht, ist die Latenz ein wichtiges Argument. Auch wenn weniger auf dem Spiel steht, wie bei einem stockenden VoIP-Anruf, einer sich in die Länge ziehende Online-Suche oder einem süßen Kätzchenvideo mit Pufferunterbrechungen, reagieren Verbraucher nicht selten verärgert. Und wenn die Verbraucher warten oder sich anderweitig mit einer schlechten Erlebnisqualität (QoE) zufrieden geben müssen, dann reagieren sie mit ihrer Brieftasche. ICPs kennen das.



## Infrastruktur und Geschäftsmodelle

**Die weiter ansteigenden Datenvolumen und atemberaubenden Übertragungsgeschwindigkeiten führen zu einer neuen Art von Druck.**

Um die erwarteten Datenraten und Datenmengen bereitstellen zu können, sind die Rechenzentren auf nahtlose DCI-Querverbindungen angewiesen. Die alte Ordnung in Rechenzentren wird von allen Seiten in Frage gestellt: Die Kosten der Verkabelungsinfrastruktur steigen, Interoperabilitätsprotokolle sind im Überfluss vorhanden und – ganz wichtig – sogar die Arbeitsweise der ICPs verändert sich.

Traditionelle Infrastruktur-Investmentzyklen sowie die anschließenden Test- und Wartungsabläufe passen nicht zu den superschnellen Prozessen der ICPs. Nur der Content zählt und die Nachfrage entwickelt sich so schnell, dass die Prüfung der zugrundeliegenden Infrastruktur zwangsläufig ins Hintertreffen gerät. Um die Engagement Economy weiter unterstützen zu können, übernehmen die Rechenzentren ein neues Konzept, das es ihnen erlaubt, mit dem ICP-Geschäftsmodell Schritt zu halten.

Das reine Volumen der  
aktuell generierten Daten  
ist kaum vorstellbar.

## Neue Zeiten, neue Herausforderungen

**Obgleich relativ neue Formen der Datenverarbeitung, wie Serverless-Computing und Edge-Computing, die Rechenzentren entlasten, schaffen sie auch neue Herausforderungen.**

So wird sich die Bedeutung der DCI-Querverbindungen zwischen den Rechenzentren für die Weiterentwicklung des Daten-Ökosystems weiter verstärken. Die Befriedigung der Datennachfrage mit einer optimalen und effizienten Infrastruktur wird zu einem Unterscheidungsmerkmal im Wettbewerb. Heute stehen die ICPs vor der Herausforderung, das Leistungspotenzial ihrer vorhandenen RZ-Infrastruktur in vollem Umfang auszuschöpfen.

Angesichts der wachsenden Grundfläche und Kapazität der Rechenzentren zeichnet sich das Problem des steigenden Energieverbrauchs immer bedrohlicher ab. Die ICPs sind dringend gezwungen, die Beziehung zwischen Datenverarbeitung und Energiebedarf zu überdenken. Beim Design von Rechenzentren wird in zunehmendem Maße berücksichtigt, wie ICPs natürliche Ressourcen und erneuerbare Energien nutzen können, um die Kosten niedrig zu halten.

Doch verändern sich die Rechenzentren nicht nur äußerlich, auch im Innern kommt ein neues Design zum Tragen. Angesichts der weiteren Vergrößerung der Grundfläche sowie der Einführung ausgereifter Automatisierungs- und Überwachungstechnologien benötigen sie weniger Personal, um einen reibungslosen Betrieb zu gewährleisten. Stattdessen werden ehemals manuelle Aufgaben von sensorgestützter Hardware sowie von Netzwerk- und Automatisierungssoftware übernommen, die alle fernsteuerbar sind. Mit der weiteren Steigerung der Datenraten und Datenmengen und da die Rechenzentren zunehmend eine florierende Datendienst-Branche unterstützen, schrumpft der Spielraum für Fehler – also Ausfälle – weiter.

## Bewährungsprobe für Rechenzentren

**Heute sind Überwachungs- und Koordinierungslösungen für Rechenzentren immer flexibler einsetzbar, automatisch und virtuell, um dem neuen Bedarf der RZ-Infrastruktur gerecht zu werden.**

ICPs, die sich traditionell auf Inhalte konzentrieren, werden sich zunehmend der Vorteile der umfassenden Breitstellungs-, Management- und Optimierungsverfahren bewusst, um ihre vorhandene Infrastruktur weiterzuentwickeln und die benötigten Datenraten bereitzustellen, die erwartete Verfügbarkeit zu gewährleisten und eventuell auftretende Schwierigkeiten zu beheben, noch bevor diese zu Problemen werden.

Auch können gründliche Prüf- und Messverfahren den ICPs helfen, den Wandel unter Kontrolle zu halten und den Ausbau der Netzwerke zu beschleunigen. Beispielsweise vereinfachen die [Testprozess-Automatisierung \(TPA\)](#) sowie automatische Prüfungen die Integration neuer Technologien in Rechenzentren. Mit dem Upgrade der Server in den Rechenzentren auf 400G, 800G und mehr benötigen die ICPs eine neue Möglichkeit, die benötigte Zuverlässigkeit zu gewährleisten. Da die Daten verteilt und abstrahiert über hybride Umgebungen verarbeitet werden, müssen die ICPs die Leistung zudem über das gesamte Ökosystem hinweg sicherstellen.

Kurz gesagt, die ICPs sind dabei zu lernen, die Leistung der Rechenzentren auf neue Art für sich zu nutzen. Während die ICPs die Bedeutung der Prüf- und Messverfahren in Rechenzentren einst unterschätzt hatten, wird es nun immer deutlicher, dass gründliche Tests in virtuellen, physischen und cloudbasierten Infrastrukturen ein unverzichtbarer Bestandteil des Maßnahmenkatalogs sind, mit denen eine 24/7/365 Verfügbarkeit erreicht werden soll.

## Lösungen für Hyperscale-Ökosysteme

VIAVI Solutions arbeitet mit den Betreibern von **Hyperscale-Rechenzentren**, Internet-Content-Providern (ICP), Anbietern von Cloud-Diensten sowie von robusten **DCI-Querverbindungen zwischen Rechenzentren** zusammen, um die Testdauer zu verringern, optische Netze zu optimieren, Latenzzeiten zu verkürzen und eine 100%ige Zuverlässigkeit zur Einhaltung der Dienstgütereinbarungen (SLA) sicherzustellen.

Wir garantieren die Leistungsparameter optischer Hardware vom Labor über die Aktivierung bis zur Überwachung. Dies beinhaltet Prüf- und Messtechnik, die die Faserendflächen von MPO-Mehrfaserverbindern in nur 12 Sekunden kontrollieren sowie zwei 100G-Ports gleichzeitig testen kann. Da VIAVI Solutions in alle Phasen optischer Tests in Hyperscale-Rechenzentren eingebunden ist, wissen wir, wie Sie ein Highspeed-Netzwerk für 400G und mehr aufbauen können. Und wir besitzen die Geräte, die allen Testanforderungen gerecht werden – angefangen bei traditioneller Prüf- und Messtechnik bis zur **Testprozess-Automatisierung** und zu **cloudbasierten Management-Lösungen**.

VIAVI Solutions arbeitet in mehr als 30 Standardisierungsgremien und Open-Source-Initiativen, wie dem Telecom Infra Project (TIP), aktiv mit. Sollten sich neue Standards jedoch verzögern, gehen wir auch voran und entwickeln Messtechnik, die zukünftige Vorgaben bereits berücksichtigt. Wir fördern offene Anwendungsprogrammierschnittstellen (API), damit Hyperscale-Unternehmen eigene Automatisierungscodes schreiben können. Seit nahezu 100 Jahren testet VIAVI Solutions bereits Kommunikationstechnik.





# Testverfahren für das Ökosystem

VIAVI bietet die mehrdimensionalen Sichtbarkeiten, Daten und Einblicke, die Sie für das effiziente Management physischer und virtueller Umgebungen benötigen, um eine optimale Dienstgüte rentabel bereitzustellen, zu neuen Technologien überzugehen und innovative Dienste auf den Markt zu bringen.





**Kontakt +49 7121 86 2222**

Sie finden das nächstgelegene VIAVI-Vertriebsbüro auf [viavisolutions.de/kontakt](https://www.viavisolutions.de/kontakt)

© 2021 VIAVI Solutions Inc.

**[www.viavisolutions.de/loesungen/hyperscale](https://www.viavisolutions.de/loesungen/hyperscale)**

© 2021 VIAVI Solutions, Inc.  
Die in diesem Dokument enthaltenen Produktspezifikationen und Produktbeschreibungen  
können ohne vorherige Ankündigung geändert werden.  
data-center-of-tomorrow-bk-opt-nse-de  
30193477 902 1221