

Schrumpfen Sie das Rechenzentrum:

# WIE HCI DIE IT VEREINFACHT UND KOSTEN SENKT<sup>1</sup>



## ZUSAMMENFASSUNG

Früher integrierten Computer Rechen-, Speicher- und Netzwerkressourcen in einem einzigen System. Als der Kapazitätsbedarf wuchs, wurden diese Elemente in unterschiedliche Territorien innerhalb der IT-Infrastruktur aufgeteilt. So wurden die Systeme leistungsfähiger, jedoch schwieriger zu verwalten. Im vergangenen Jahrzehnt haben einige Pioniere das Konzept verfolgt, diese Ressourcen wieder in einem einzigen System zu integrieren, das leistungsstärker und leichter verwaltbar ist. Dieses Paper befasst sich mit diesem Konzept, das jetzt als hyperkonvergente Infrastruktur (HCI) bekannt ist und zeigt, wie es die Agilität von IT-Betrieben steigern und die Kosten senken kann.

## INHALTSVERZEICHNIS

- **Kurzüberblick**
- **Prolog**  
Der Ursprung hyperkonvergenter Infrastruktur
- **Kapitel 1.**  
Was ist HCI und wie verbessert es das Rechenzentrum?
- **Kapitel 2.**  
Das Who's Who im Universum der HCI-Zulieferer
- **Kapitel 3.**  
Wie AMD EPYC™
- **Prozessoren HCI noch besser machen Kapitel 4.**  
Ist HCI die richtige Wahl für Ihr Unternehmen?
- **Fazit**
- **Weitere Ressourcen**

### **Nathan Brookwood**

Research Fellow, Insight 64  
August 2020

Das Whitepaper wurde von AMD gesponsert; die Inhalte und darin ausgedrückten Meinungen sind ausschließlich die von Insight 64.

## KURZÜBERBLICK

IT-Unternehmen kämpfen weltweit mit dem andauernden Problem, mehr mit weniger zu erreichen. Jahrzehntlang konnten Experten auf verbesserte Leistung bei konstanten oder langsam fallenden Preisen zählen, um auch innerhalb des Budgets mit der Auslastung Schritt zu halten. Aber in letzter Zeit kann das Preis-Leistungs-Verhältnis nicht mehr an seine besten Zeiten anschließen. Installierte Systeme wurden zu komplex und starr. Um diesen gordischen Knoten zu lösen, war ein neuer Ansatz vonnöten. Einige Unternehmen haben entdeckt, dass hyperkonvergente Infrastrukturen (HCI) diesen Knoten lösen können. So können Sie weiter ihrem Bestreben folgen, mehr mit weniger zu erreichen.

HCI stellt einen völlig neuen Ansatz für den Kauf und die Bereitstellung von IT-Assets dar. Für viele Unternehmen bedeutet das, individuell konfigurierte Systeme, die teuer zu erwerben und schwer zu warten sind, mit skalierbaren „IT-Appliances“ zu ersetzen, die von ihren Zulieferern für die angegebene Leistung entwickelt und zertifiziert wurden. Wenn das Unternehmen mehr Leistung oder Verfügbarkeit benötigt, kauft es einfach mehr Geräte, und diese liefern zusammen die benötigten Services. Klingt zu gut, um wahr zu sein? Dem IDC zufolge machten HCI-Systemverkäufe 2020 einen Umsatz von etwa 7 Milliarden US-Dollar aus und wuchsen mit einer Rate von 8,3 % pro Jahr<sup>2</sup>. HCI gibt es wirklich.

Bis vor kurzem nutzten die meisten HCI-Bereitstellungen Intel Xeon-Prozessoren. Das überrascht nicht, da Intel Xeon für den Großteil des vergangenen Jahrzehnts über 90 % Prozent Marktanteil für sich beanspruchen konnte. Doch dank der Rückkehr von AMD in das Serversegment 2017 mit EPYC und der Erneuerung der EPYC Serie 2019 mit der auf 7 nm basierenden 2. Generation „Rome“ bieten sich Anwendern, die HCI erwägen, neue Alternativen, die weniger kosten und mehr leisten als die Produkte von Intel. Die AMD Prozessoren bieten Merkmale wie „Secure Encrypted Virtualization“ (SEV), Intel kann damit aber nicht um jeden Preis konkurrieren. Darüber hinaus benötigen viele HCI-Bereitstellungen für bestimmte Auslastungen weniger Kerne und/oder CPUs, was die zur Implementierung eines HCI-Systems benötigten Softwarelizenzgebühren drastisch senken kann.

Einer der wichtigsten Aspekte des Wettbewerbs zwischen Intel und AMD auf dem Servermarkt besteht darin, dass fast die komplette Software (Betriebssysteme, Middleware und Anwendungs-Suites), die auf Xeon laufen, auch auf EPYC laufen. Das macht es leicht, die Leistung der beiden Umgebungen gegenüberzustellen und Daten zu sammeln, welche die wirtschaftlichen und leistungsbezogenen Vorteile von AMD in dieser Systemklasse aufzeigen. HCI vereinfacht das noch weiter, da nur ein HCI-Stack eines Xeon-basierten Systems auf ein vergleichbares EPYC basiertes System migriert werden muss. Wollen Sie es nicht für Ihr Unternehmen versuchen?

## PROLOG: DER URSPRUNG HYPERKONVERGENTER INFRASTRUKTUR

**Im ersten Jahrzehnt** trennten die Technologiegötter die Daten und den Code und erfanden den Mainframe. Er war teuer zu installieren, schwierig zu betreiben und bot nicht viel Software. Dann schufen die Technologiegötter eine IT-Abteilung, um den Mainframe zu füttern und zu pflegen. Die Geschäftsführung hielt ihn für zu teuer, aber die IT-Abteilung löste mehr Probleme als sie verursachte, also fügte man sich.

**Im zweiten Jahrzehnt** erfanden die Technologiegötter den Minicomputer. Er war grundsätzlich erschwinglich, sodass sich jede Abteilung ein eigenes System leisten konnte. Schon bald wurde die Unternehmenslandschaft aber durch viele kleine Computerinseln gezeichnet, die alle nicht untereinander oder mit dem Mainframe kommunizieren konnten. Dennoch konnten Abteilungsleiter Probleme lösen, ohne sich an den Mainframe wenden zu müssen, und die Geschäftsführung fügte sich wieder.

**Im dritten Jahrzehnt** schufen die Technologiegötter den Mikroprozessor und die MPU den Personalcomputer. Schon bald darauf hatte jeder im Unternehmen einen eigenen Computer auf dem Schreibtisch. Benutzer entwickelten ihre eigenen Datenbanken, die fast nie übereinstimmten. Das Chaos regierte und die IT-Götter waren erbost. Also erfanden sie Dateiserver, um die Datenbestände des Unternehmens zu speichern und zu schützen, sowie lokale Netzwerke, um Personalcomputer mit Servern zu verbinden. Die IT-Ausgaben stiegen, aber die Mitarbeiter waren produktiver. Also hat die Geschäftsleitung erneut dem Fortschritt zugestimmt.

**Im vierten Jahrzehnt** erfanden die Technologiegötter das Internet und World Wide Web. Unternehmen benötigten nun eine Infrastruktur, um exponentiell wachsenden e-Commerce- und Mitarbeiterproduktivitätsanforderungen nachzukommen. Über Nacht entstanden gewaltige Rechenzentren auf der grünen Wiese. Die Server in diesen Rechenzentren konnten nicht die gesamte benötigte Speicherkapazität für die Benutzer und neuen Anwendungen aufnehmen. Also erfanden die Technologiegötter desaggregierte Speichersysteme, Network Attached Storage (NAS) und Storage Area Networks (SAN), mit denen hunderte Speichergeräte mit dutzenden Servern arbeiten konnten. Dann kreierten sie spezialisierte IT-Abteilungen, um diese neuen Speichernetzwerke zu verwalten. Das Rechenzentrum hatte immer Vorsprung gegenüber den Computing-Anforderungen der Endbenutzer, also stimmte die Geschäftsführung weiter zu.

**Im fünften Jahrzehnt** erfanden die Technologiegötter das Smartphone und Funknetzwerke der dritten Generation (3G), mit denen Milliarden Benutzer Zugriff auf das Internet erhielten. Während Anwendungen von Desktop- und Notebook-Computern auf Smartphones migriert wurden, wuchsen die Anforderungen an Netzwerkbandbreite und Computing-Ressourcen. Diese Anforderungen haben sich jedoch tagsüber stets verändert, was die Aufgaben von Netzwerkadministratoren erschwerte, die durch Dienstleistungsvereinbarungen (SLAs) gebunden waren. Die Technologiegötter erkannten dieses Problem und schufen inkrementelle Ressourcen in der „Cloud“, sodass Rechenzentren die Kapazität dynamisch an die Nachfrage anpassen konnten. Die Geschäftsführung stellte fest, dass dieser Ansatz Geld sparen wird und stimmte erneut zu.

**Im sechsten Jahrzehnt** erfanden die Technologiegötter schnellere Funknetzwerke (4G) und Videostreaming-Services, die aber die bestehende Infrastruktur erneut belasteten. Als nun die Rechenzentrumsbetreiber versuchten, ihre Kapazitäten weiter auszubauen, stand ihnen die Komplexität der bestehenden Systeme im Weg. Die isolierten Implementierungen führten zu weniger reaktionsschnellen und schwieriger zu verwaltenden Systemen. Selbst einfache Änderungen erforderten oft die Genehmigung von Spezialisten in den Speicher-, Netzwerk- und Serverabteilungen. Sie mussten mehr Zeit mit dem Abstimmen der bestehenden Hard- und Software verbringen, und hatten weniger Zeit, sich mit neuen Funktionen und Anwendungen zu befassen. Niemand war zufrieden.

**Zu Beginn des siebten Jahrzehnts** erkannten die Technologiegötter, dass die über Jahrzehnte hinweg weiterentwickelten Systemarchitekturen starr, schwerfällig und unkontrollierbar geworden waren. Obwohl der Kalender Ruhezeiten vorsieht, wurden diese aufgehoben, um eine einfachere Architektur zu entwickeln, die sich leichter implementieren und betreiben lässt. Alle wichtigen Elemente sollten virtualisiert werden, um die Ressourcenzuweisung und deren Standorte zu vereinfachen. Alle physischen Elemente, also Prozessoren, Netzwerke und Speicher, sollten im gleichen Gehäuse untergebracht werden. Die Systemkapazität sollte mit mehr und schnelleren Prozessoren, mehr und größeren Speichergeräten und schnelleren Netzwerkverbindungen verbessert werden. Mehrere Gehäuse mit eigenen Verarbeitungs-, Netzwerk- und Speicherressourcen sollten kombinierbar sein, um größere oder vielfältigere Auslastungen zu bekommen. Alles sollte über eine einzige Befehlskonsole verwaltbar sein. Die Schlussfolgerungen wurden in einer E-Mail mit dem Betreff „Hyperkonvergente Infrastruktur“ zusammengefasst, die an die CTOs der führenden Hardware- und Softwarezulieferer gesandt wurde.

**Und erst dann** legten die Technologiegötter ihren wohlverdienten Ruhetag ein.

## Kapitel 1. Was ist HCI und wie verbessert es das Rechenzentrum?

Wie im Prolog dargestellt, vereinfacht hyperkonvergente Infrastruktur (HCI) den Kauf und Betrieb von Geräten, die in einem modernen Rechenzentrum zum Einsatz kommen. Teil der „geheimen Zutaten“ ist die Standardisierung einiger weniger Konfigurationen mit branchenüblicher Serverhardware. Viele der Vorteile entstehen jedoch durch die Virtualisierung sämtlicher Systemaspekte. Die Anwendungen laufen auf virtuellen Maschinen, wodurch sie leichter installier- und bei veränderten Bedingungen migrierbar sind. Der Speicher wird direkt an physische Server angeschlossen und virtuell verwaltet. So entfallen Speichernetzwerke mit ihrer zugehörigen Komplexität. Theoretisch kann selbst der Systemnetzwerkbetrieb virtualisiert werden, obwohl die meisten Bereitstellungen derzeit noch keine Netzwerkvirtualisierung aufweisen. Eins nach dem anderen.

Die Schlüsselemente von HCI-Systemen sind branchenübliche Server (x86) mit direkt angeschlossenen Speichersystemen und Netzwerkschnittstellen. Große Serverzulieferer wie Dell, Hewlett-Packard (HPE) und Lenovo bieten fertig konfigurierte Systeme, die für bestimmte HCI-Auslastungen optimiert sind, darunter virtuelle Desktop-Infrastruktur (VDI), Hochleistungs-Computing (HPC), geschäftskritische Anwendungen, Anwendungen zur Zusammenarbeit wie Exchange und SharePoint, Datenverwaltungspakete wie SQL Server und Big-Data-Analytik. Derzeit werden auch KI- und Anwendungen für maschinelles Lernen immer wichtiger. Mehrere Hardwarezulieferer bieten „HCI-Appliances“, die sämtliche Hardware- und Systemsoftware umfassen, die zur Implementierung eines betriebsbereiten Rechenzentrums nötig sind, den Kunden jedoch auf eine begrenzte Anzahl an Optionen beschränken, die der Zulieferer geprüft und zertifiziert hat. Viele Zulieferer bieten HCI-Hardware und -Software auch „à la carte“ mit mehr Möglichkeiten von Konfigurationsoptionen. Bis vor kurzem waren Kunden, die die HCI-Vorteile nutzen wollten, auf Intel Xeon® Prozessoren beschränkt. Als AMD letztes Jahr die zweite Generation des AMD EPYC Prozessors (früherer Codename „Rome“) vorstellte, ergänzten die meisten Zulieferer ihr Angebot an HCI-Systemen auch um EPYC. Wir gehen später darauf ein, wie diese neuen Alternativen die Investitions- (CapEx) und Betriebskosten (OpEx), und darüber hinaus – noch viel wichtiger – die Softwarelizenzkosten senken können.

Software ist die wichtigste Technologie, die HCI-Systeme ermöglicht. Der Erfolg des Industriestandard-Servermarktes ist weitgehend auf die breite Palette von Betriebssystemen, Middleware und Anwendungen zurückzuführen, die in den letzten zwei Jahrzehnten die Migration in die x86-64-Umgebung migriert sind<sup>3</sup>. Diese Systeme machen 93 % des weltweiten Servermarktes mit seinem Gesamtumsatz von 88,6 Mrd. US-Dollar aus<sup>4</sup>. Kunden haben Millionen in Software investiert, die auf Windows und/oder Linux basiert und in virtuellen Maschinen wie VMware, Hyper-V, Openstack, KVM und proprietären Hypervisoren ausgeführt wird. Die fortschrittlichen Virtualisierungsfähigkeiten von führenden HCI-Umgebungen ermöglichen es Unternehmen,

Softwareinvestitionen beizubehalten und gleichzeitig Anwendungen in Umgebungen zu migrieren, die leichter zu verwalten sind und eine höhere Verfügbarkeit aufweisen.

Moderne Virtualisierungslösungen wie VMware vSphere und Microsoft Azure Stack HCI abstrahieren Speicherressourcen sowie Prozessor und Hauptspeicher. Das bedeutet, dass auf den physischen Speicher, der mit einem Knoten in einem HCI-Cluster verbunden ist, von jeder auf einem beliebigen VM im Cluster ausgeführten Anwendung zugegriffen werden kann, solange die Anwendung dazu berechtigt ist. Während der Speicherbedarf einer Anwendung wächst, lassen sich leicht neue Speicherkapazitäten zu einem Knoten hinzufügen, die automatisch in den Ressourcenpool aller VMs des Clusters aufgenommen werden. So können sich IT-Mitarbeiter auf neue Softwarefunktionen konzentrieren, die Mehrwert schaffen, statt sich mit Verwaltungsaufgaben wie der Kapazitätsplanung befassen zu müssen, die in weniger automatisierten Umgebungen notwendig ist.

Die Cloud spielt eine immer größere Rolle im IT-Betrieb vieler Unternehmen, aber die Thematik der hybriden Cloud stellt diese Unternehmen weiterhin vor eine Herausforderung. HCI kann eine Rolle dabei spielen, diese hybriden Umgebungen zu verwalten, da die meisten HCI-Implementierungen im Prinzip Miniatur-Clouds sind. Microsoft war der erste Softwarezulieferer, der sich mit diesem Problem befasste. Das Unternehmen leitete die in der Cloud verwendeten APIs von denen ab, die bei Windows Server zum Einsatz kommen. Das bedeutet, dass für Azure Stack HCI-geschriebene Anwendungen mühelos in die Azure Cloud migriert werden können. Eine derart gute Idee lässt sich leicht kopieren. Einige Jahre später veröffentlichte Nutanix daher „Xi Cloud Services“, die Nutanix-Ressourcen vor Ort mit Cloud-basierten Nutanix-Ressourcen auf den Plattformen AWS, Azure und Google Cloud verknüpften. VMware führte kurze Zeit später VMware Cloud Foundation (VCF) ein, eine hybride Cloud-Plattform, die VMs verwaltet und Container flexibel kombiniert, die vor Ort oder in führenden Clouds ausgeführt werden. Amazon konnte sich mit „AWS Outposts“ einen Marktanteil im Hybridsegment erkämpfen, bei dem ein AWS-kompatibles Geräterack am Kundenstandort installiert wird. Google stieß mit Google Anthos hinzu, einer Softwareplattform, die bestehende und neue Anwendungsbereitstellungen vor Ort und an Fernstandorten unterstützt. Hybride Clouds werden immer größer, mit HCI lassen sie sich einfacher einrichten.

Die ausgeklügelten HCI-Umgebungen von heute vereinfachen die Verwaltungsaufgaben hyperkonvergenter Umgebungen mithilfe von Dashboards, mit denen Administratoren Einblicke in alle Aspekte des Systembetriebs erhalten. VMware vCenter, Microsoft Windows Admin Center und Nutanix Prism ermöglichen es dem Rechenzentrumsadministrator, alle Aspekte des HCI-Clusters zu verwalten, einschließlich virtueller Maschinen, virtueller Speicher und Netzwerke – und das über eine einzelne Steuerkonsole mit moderner grafischer Benutzeroberfläche. Die Systemadministration ist endlich im 21. Jahrhundert angekommen.

## Kapitel 2. Das Who's Who im Universum der HCI-Zulieferer

### Die Software-Player

Bevor Marketingabteilungen die griffige Kategorie „HCI“ erfanden, bezeichnete man die zugrundeliegenden Konzepte als „softwaredefinierte Infrastruktur“ (SDI) oder als „softwaredefiniertes Rechenzentrum“ (SDDC). Diese Bezeichnungen haben deutlich gemacht, dass Software beim Aufbau hyperkonvergenter Umgebungen eine Schlüsselrolle spielt. Es gibt viele Nischen-Software-Player im Universum der HCI-Software, drei Unternehmen machen jedoch den Löwenanteil des Marktes aus: VMware, Nutanix und Microsoft.

**VMware** wurde 1998 von einer kleinen Gruppe Entwickler gegründet, die einen Weg gefunden hatten, den berüchtigt obskuren x86-Anweisungssatz effizient zu virtualisieren, sodass ein einzelner Pentium III-Prozessor mehrere virtuelle Maschinen hosten konnte. In den folgenden zwei Jahrzehnten ergänzte das Unternehmen sein Angebot um die Speicher- und Netzwerkgerätevirtualisierung, und diese erweiterten Fähigkeiten trugen dazu bei, dass der Umsatz von weniger als 1 Mio. US-Dollar auf fast 11 Mrd. im aktuellen Geschäftsjahr anstieg. Sie scheinen etwas richtig gemacht zu haben.

Die VMware vSphere-Produktpalette umfasst vSAN, ein für Flash-Speicher optimiertes Speichermanagementsystem, vCenter Server, eine zentralisierte Plattform zur Verwaltung aller virtuellen Ressourcen, NSX Data Center, eine Netzwerk- und Sicherheitsplattform, sowie seit kurzem die VMware Cloud Foundation (VCF), die Managementservices für öffentliche und private Clouds bietet. Fast alle Zulieferer von x86-basierten Servern verkaufen einige oder alle der vSphere-Produktangebote weiter, wobei Dell mehr als die Hälfte dieses Volumens darstellt.

**Nutanix** wurde 2009 von einigen ehemaligen Oracle Managern gegründet, die die Vorstellung hatten, Web-Engineering – verteilte Systeme, die auf Commodity-Servern ausgeführt werden – massenkompatibel zu machen. Die Technologie, die Unternehmen wie Facebook und Google zur Bereitstellung webbasierter Services verwenden, ist skalierbar und höchst kosteneffektiv, diese können jedoch nicht von einer gewöhnlichen IT-Abteilung bereitgestellt oder verwaltet werden. Nutanix wollte das ändern und wurde so im Verlauf zu einem Mythos von Silicon Valley. Anfangs entwickelte das Unternehmen Anwendungen für virtuelle Desktop-Infrastrukturen (VDI) und erweiterte dann sein HCI-Softwareangebot. Heute als Acropolis bekannt, unterstützt es die meisten IT-Anwendungen, die gewöhnlich Unternehmen für ihren Betrieb benötigen. Nutanix vermarktet seine Produkte als schlüsselfertige „NX“-Appliances direkt an Endbenutzer, vertreibt Software aber auch über Erstausrüster und Vertriebspartner, welche die Software mit eigener Hardware kombinieren. Die Partnerliste des Unternehmens umfasst Dell, HPE, Inspur, Fujitsu und Lenovo. Viele, darunter Dell und HPE, bieten Konfigurationen an, die speziell für die Nutanix Umgebung definiert wurden.

Nutanix setzt sich von anderen HCI-Softwareanbietern durch seine Flexibilität im Bezug auf Hypervisor-Umgebungen ab.

Ursprünglich verwendete das Unternehmen den VMware Hypervisor, und die meisten Kunden verwenden immer noch VMware zur Implementierung der virtuellen Maschine. Später wurde die Unterstützung auf Hyper-V erweitert, da Microsoft dies zusammen mit seinem Serverbetriebssystem lieferte. Schließlich entwickelte das Unternehmen seinen eigenen Hypervisor mit dem Namen Acropolis Hypervisor (AHV), den sie ohne zusätzliche Kosten mit ihrer Software bündelt. Nutanix hat seine Konkurrenz durch die Andeutung unter Druck gesetzt, die „Virtualisierungssteuer“, mit der der Umsatz früher gesteigert wurde, abgeschafft zu haben.

**Microsoft** wurde 1975 von Bill Gates gegründet, der sein Harvard-Studium abgebrochen hatte, um einen Basic-Interpreter für den ersten Personal Computer, den Altair 8800, zu schreiben. Heute zählt das Unternehmen 144.000 Mitarbeiter und ist an der Börse mit 1,5 Billionen US-Dollar bewertet. Obwohl sich die ersten Produkte auf Desktop-Betriebssysteme und -Anwendungen konzentrierten, wurde das Angebot später um Serversoftware erweitert, darunter Betriebssysteme, E-Mail-Server und Enterprise-Datenbanken. Heute treiben Windows Server-Pakete mehr als 70 % des Enterprise-Servermarkts an. Das Unternehmen nutzte seine Fachkenntnisse, die beim Aufbau großer Rechenzentren zur Unterstützung von Xbox Gaming und Outlook E-Mail-Exchanges gewonnen wurden, für die Entwicklung einer öffentlichen Cloud-Infrastruktur namens Azure. Das Unternehmen war der erste Cloud-Anbieter, der die gleichen Anwendungsschnittstellen (APIs) für die Software verwendete, die in der Cloud oder vor Ort ausgeführt werden konnte. Diese APIs und die unterstützende Software wurden „Azure Stack“ genannt. Später wurde auch die Speichervirtualisierung in das Angebot aufgenommen und die Erweiterung „Azure Stack HCI“ genannt. Zur Beurteilung der Marktanteile durch Unternehmen wie IDC und Gartner ist dieses Angebot noch nicht lange genug verfügbar, aber angesichts der Präsenz im Rechenzentrumssegment ist davon auszugehen, dass Microsoft auf dem HCI-Markt zu einem ernstzunehmenden Konkurrenten aufsteigen wird.

### Die Hardware-Player

Die führenden HCI-Hardwarelieferanten sind – wer hätte es vermutet? – ebenfalls die Top-Zulieferer von Enterprise-Servern – Dell und HPE. Beide Unternehmen integrieren wichtige HCI-Softwareumgebungen wie Azure Stack von Microsoft, vSphere von VMware und Acropolis von Nutanix, und vermarkten diese HCI-Systeme über die üblichen Kanäle. Das HCI-Angebot von HPE umfasst ebenfalls zwei eigene Produkte, SimpliVity und Nimble dHCI, die das Unternehmen durch Übernahmen 2017 erhalten hat.

**Dell besitzt 81 % von VMware.** Daher überrascht es nicht, dass die Unternehmen in puncto Technologie und Marketing eng zusammenarbeiten. Dell ist mit drei unterschiedlichen VMware-basierten HCI-Lösungen auf dem Markt vertreten. Das Unternehmen nennt seine vorkonfigurierten HCI-Appliances „Dell EMC VxRail“. Kunden schließen die Systeme selbst an, stellen ein paar IP-Adressen bereit und können loslegen. Ein einfacher und müheloser Weg, die Unternehmensinfrastruktur

auf den neuesten technologischen Stand zu bringen. Für Kunden, für die VxRail keine perfekte Lösung ist, bietet Dell eine Reihe von VMware „ReadyNodes“ an, die vollständig mit VMware getestet wurden, aber als VxRail konfigurierbarer sind. Schließlich verkauft Dell auch vSphere-Komponenten auf A-la-carte-Basis, die auf jedem Server im Dell Katalog oder in Mischumgebungen ausgeführt werden können. Der Kunde muss jedoch selbst Nachforschungen anstellen, um sicherzustellen, dass die gewählten Konfigurationen sinnvoll sind.

Neben dem VMware-Produktangebot bietet Dell Systeme, die für Microsoft Azure Stack HCI-optimiert sind. Das Unternehmen fügt seine Speichermanagementsoftware Storage Spaces Direct (S2DD) zu Microsoft Windows Server 2019 hinzu, die Fähigkeiten für softwaredefinierte Netzwerke (SDN) umfasst. Microsoft gehörte in Sachen Vor-Ort-/Cloud-Integration zu den Pionieren. Für Azure Stack HCI geschriebene Software kann daher mühelos in die Cloud migriert werden und umgekehrt. Diese Funktion wurde von anderen Cloud-Anbietern (Cloud Service Providers, CSPs) erst vor kurzem übernommen.

Das HCI-Portfolio von Dell umfasst ebenfalls die PowerEdge XC-Familie, die für die Ausführung der Nutanix HCI-Softwaresuite optimiert ist. XC-Systeme können mit einer Reihe von Prozessoren, Hauptspeicher- und All-Flash-Array-Kapazitäten für verschiedenste Auslastungen ausgestattet werden.

Diese Systeme positionieren Dell als führenden Hardwareanbieter auf dem HCI-Markt. Das Unternehmen bietet eine Reihe von Systemen an, die für bestimmte HCI-Anwendungsfälle optimiert sind, darunter VDI, Big-Data-Analytik und Hochleistungs-Computing. Die Dell Produktpalette umfasst fünf für den HCI-Betrieb optimierte Systeme auf EPYC Basis. Ein Paar Einzelsockelsysteme wird in 1U- und 2U-Gehäusen (PowerEdge R6515 und R7515) geliefert, die bis zu zwei Terabyte DRAM unterstützen. Ein Paar Doppelsockelsysteme wird in 1U- und 2U-Gehäusen (PowerEdge R6525 und R7525) geliefert, die bis zu vier Terabyte DRAM unterstützen. Ein fünftes System, das für Rechenleistung optimierte Doppelsockelsystem PowerEdge C6525, unterstützt bis zu zwei Terabyte DRAM und 24 SAS/SATA/NVMe-Laufwerke. Die Fähigkeit von EPYC, große DRAM-Konfigurationen mit 128 Lanes an PCIe Gen 4 E/A zu unterstützen, ermöglicht es EPYC Einzelsockelsystemen in vielen Fällen, die Leistung von Xeon-Doppelsockelsystemen zu erreichen und mitunter sogar zu übertreffen. Diese Fähigkeit kann große Auswirkungen auf Softwarelizenzgebühren und Stromverbrauch haben, was wir später noch in diesem Paper besprechen werden.

**Hewlett Packard Enterprise (HPE)** war der erste große Serverzulieferer, der 2004 AMD-basierte Server in sein Angebot aufnahm, die beiden Unternehmen führen seitdem eine lange und produktive Partnerschaft. Heute ist HPE mit Bezug auf den Server-Gesamtmarktanteil Dell dicht auf den Fersen, liegt im HCI-Segment jedoch noch weit hinter seinem Konkurrenten zurück. In diesem Jahr hat das Unternehmen mehrere Schritte unternommen, um seine Marktposition zu verbessern und sein Angebot zu differenzieren, indem die neuesten EPYC basierten Server, der DL325 (1U) und der DL385 (2U) mit den Fähigkeiten

kombiniert wurden, die 2017 in zwei Übernahmen zum Unternehmen fanden: SimpliVity und Nimble Storage Systems.

SimpliVity wurde 2009 etwa zur selben Zeit wie Nutanix ins Leben gerufen. Beide gelten als HCI-Pioniere. Wie Nutanix auch verwendete SimpliVity anfangs VMware als Virtualisierungsschicht, hat seitdem aber auch die Unterstützung für Hyper-V und KVM hinzugefügt. Das Unternehmen konzentrierte sich anfangs auf das VDI-Segment, in dem ein Großteil der Daten in jeder virtuellen Maschine (Windows-Bibliotheken, Anwendungscode usw.) repliziert wird. SimpliVity entwickelte einen Hardwarebeschleuniger, bekannt als OmniStack Accelerator Card, um die zur Datenkomprimierung und Deduplikation nötigen Berechnungen auszulagern. Dank der Verfügbarkeit weiterer und schnellerer Kerne auf den neuesten AMD EPYC Prozessoren konnte SimpliVity diese Berechnungen auf die CPU auslagern, die Systemkosten senken und einen PCIe-Steckplatz für andere Anforderungen freigeben. Mit oder ohne Hardwarebeschleunigung bietet HPE eine „SimpliVity Hypergarantie“, die lautet: „Wenn Sie hyperkonvergente Infrastruktur mit HPE SimpliVity und die integrierten VM-zentrischen Datensicherungsfähigkeiten nutzen, erreichen Sie Kapazitätseinsparungen für Speicher und Datensicherung von 90 % im Vergleich zu ähnlichen herkömmlichen Lösungen“.

Die Kombination aus EPYC und SimpliVity, die von HPE als „HPE SimpliVity 325 Appliance“ vermarktet wird, ermöglicht es HPE, die Anzahl der auf einem einzelnen System unterstützbaren virtuellen Desktop-Maschinen zu verdoppeln,<sup>5</sup> was die Pro-Anwender-Kosten um 50 % senkt, da keine weiteren Softwarelizenzgebühren anfallen. VDI wird in der Pandemie 2020 eine zunehmend wichtige Auslastung für HCI-Bereitstellungen zuteil.

Nimble Storage war ein früher Marktführer für All-Flash-Arrays, die üblicherweise über Fibre Channel oder iSCSI an Hostsysteme angebunden wurden. Dieses Jahr integrierte HPE das Nimble-Array in seinen Systemen DL325 und DL385 und nennt die Kombination „HPE Nimble Storage dHCI“, eine desaggregierte HCI-Plattform. Das mag wie ein Widerspruch klingen, bis man feststellt, dass das „I“ in „HCI“ für Infrastruktur und nicht für Integration steht. Nimble hat seine dHCI-Benutzeroberfläche in die VMware vCenter-Systemsteuerung integriert, welche die zugrundeliegende Verwaltung der Speicherarrays vereinfacht.

Neben den proprietären Angeboten vermarktet HPE seine Lxxx-Serverpalette mit VMware, Nutanix- oder Azure Stack-HCI-Softwareumgebungen. Viele dieser HCI-Angebote (SimpliVity, Nimble, VMware, Nutanix und Azure Stack HCI) lassen sich über das innovative „Green Lake“-Marketingprogramm von HPE beziehen. Es kann wirklich eine Menge, auch wenn HPE nicht annähernd genug unternommen hat, um den Markt über seine Möglichkeiten zu unterrichten<sup>6</sup>. Einfach gesagt ist es mit Green Lake möglich, dass HPE Eigentümer und Betreiber des Rechenzentrums ist. Seine Kunden bezahlen für die von diesem gelieferten Dienstleistungen, ganz ähnlich wie man für Cloud-Dienste bezahlt. Damit verwandelt sich die bestehende Fixkosten-IT-Infrastruktur des Kunden in ein verbrauchsorientiertes SaaS-Modell.

### Kapitel 3. Wie AMD EPYC Prozessoren HCI noch besser machen

Bis vor kurzem konnten IT-Kunden, die in HCI-Infrastruktur investieren, nur unter drei Prozessoren wählen. Die Wahl war möglich zwischen der sehr teuren Xeon Platinum Edition, der etwas günstigeren Gold Edition oder der äußerst erschwinglichen Silver Edition. Die Einführung der AMD EPYC Produktpalette bot diesen Käufern nicht nur eine neue Alternative, sondern hat Intel auch dazu bewogen, die Preise für Xeon zu senken.

Obwohl Intel seine Preise angepasst hat, können die veralteten Einzelchip-CPU-Implementierungen nicht mit dem Chiplet-Konzept mithalten, das AMD in seinen EPYC Prozessoren verwendet. In der 2. Generation der EPYC Prozessoren vereint AMD acht CPU-Kerne auf einem 7 nm-basierten „Compute Core Die“ (CCD), der nur 74 mm<sup>2</sup> misst und 3,9 Milliarden Transistoren enthält. 2, 4, 6 oder 8 dieser CCDs werden zusammen mit einem einzelnen 14 nm-basierten „Input/Output Die“ (IOD) kombiniert, der nur 416 mm<sup>2</sup> groß ist und 8,34 Milliarden Transistoren enthält. Der IOD weist Infinity Fabric™-Verbindungen zu allen CCDs auf und übernimmt die Speicher- und E/A-Funktionen für den Komplex. AMD vereint 24 Milliarden Transistoren in einem EPYC Prozessor der 2. Generation mit 32 Kernen, der etwa 712 mm<sup>2</sup> misst. Diese CCD-Chips können mit der heutigen Technologie leicht hergestellt werden. Die Intel Xeons der neuesten „Cascade Lake“-Generation, die auf 14 nm basieren, nutzen einen monolithischen Chip, der 698 mm<sup>2</sup> groß ist, aber nur 8 Milliarden Transistoren enthält. Derart große Chips sind schwer herzustellen und es passen weniger davon auf einen üblichen Silizium-Wafer, und das Problem vergrößert. EPYC CPUs der 2. Generation mit 32 Kernen bieten 16 Milliarden Transistoren mehr als der Intel Xeon mit 28 Kernen, und die meisten dieser Transistoren werden auf dem EPYC Chip der 2. Generation in den riesigen Caches verwendet. Der Vergleich wird noch einseitiger, wenn man sich den EPYC Chip der 2. Generation mit 64 Kernen ansieht, der 31 Milliarden mehr Transistoren bietet als der Intel Xeon.<sup>7</sup>

Riesige Caches sind einer der Schlüssel für die herausragende EPYC Leistung in virtuellen Umgebungen. In HCI-Systemen wird fast der gesamte Code in virtuellen Maschinen ausgeführt. EPYC CPUs mit 32 Kernen enthalten in der Regel 128 MB Cache, während Versionen mit 64 Kernen 256 MB bieten. Für Doppelsockelkonfigurationen lassen sich diese Zahlen verdoppeln. Das ist sehr viel Cache. Im Gegensatz dazu bietet der leistungsstärkste Xeon, der Platinum 8280 Prozessor, nur 38,5 MB Cache. Moderne Prozessoren verarbeiten Codes mit unglaublicher Geschwindigkeit, wenn Code und Daten im Cache liegen. Allerdings wenn der Cache nicht schnell genug ist und die CPU zum Hauptspeicher wechseln muss, verlangsamt sich die Datenverarbeitung, bis die Daten im Cache eintreffen. Bei erhöhter CPU-Geschwindigkeit spielen Cache-Verfehlungen eine immer größere Rolle, wie Gene Amdahl vor 50 Jahren voraussagte. Die Computerarchitekten und Ingenieure von AMD haben ihren Professoren am MIT, Cal Tech und der UT Austin genau zugehört.<sup>8</sup>

Obwohl die meisten Programme Caches mögen, profitieren manche Codes mehr als andere. Die EPYC Architektur enthält ebenfalls Merkmale, um diese Programme zu verbessern.

Computerarchitekten sprechen bei Bedarf von der „Fütterung der Bestie“, d.h., Daten von E/A-Geräten wie Flashspeicherarrays und 10-Gigabit-Ethernetnetzwerken in den Hauptspeicher und von dort in die Chip-Caches zu verschieben. EPYC ist eines der ersten kommerziellen Systeme, das PCIe Gen 4 unterstützt, die neueste Version der etablierten PCIe E/A-Architektur, die doppelt so schnell ist wie die Vorgängergeneration: 16 Gigatransfers pro Sekunde oder 32 GB/s für 16-Bit-Schnittstellen. Mehr als genug für die anspruchsvollsten E/A-Lasten. Die Platin-, Gold- und Silbersysteme hängen noch immer in der 3. Generation fest.

Virtuelle Maschinen werden im virtuellen Speicher dargestellt; doch irgendwann muss virtueller Speicher mit dem physischen Speicher verknüpft werden. Je mehr physischen Speicher ein System besitzt, desto mehr VMs können unterstützt werden. Die meisten EPYC Systeme auf Einzelsockelbasis können zwei Terabyte Hauptspeicher adressieren, während die meisten Doppelsockelssysteme vier Terabyte unterstützen. Das bedeutet, dass physischer Speicher nur selten eine Beschränkung für die Anzahl der VMs in einem System darstellt. Die edlen Systeme im Metallgehäuse haben in der Regel eine Maximalkapazität von einem Terabyte.

Was schränkt also die Anzahl der virtuellen Maschinen ein, die ein System unterstützen kann? Manchmal ist es nur die rohe Rechenleistung. Zu viel Arbeit und zu wenig CPU-Zyklen. EPYC nimmt sich dieses Problems mit mehr CPU-Kernen pro Chip an. Bis zu 64 Kernen und/oder 128 Threads bei den höherwertigen Modellen. Diese 64-Kern-Prozessoren weisen weiterhin Preise im vierstelligen Bereich auf, anders als die bekannteren Marken.

Letzten Endes wird der teuerste Posten für das HCI-Budget wahrscheinlich aus den Softwaregebühren bestehen, die all das möglich machen. Das „hyper“ in „hyperkonvergent“ bezieht sich auf die Notwendigkeit eines Hypervisors, virtuelle Ressourcen im System zu erstellen und zu verwalten. Welchen Hypervisor Sie verwenden, kann vom Rest der Softwareumgebung abhängen, obwohl es oft möglich ist, Hypervisoren zu vermischen, ganz nach den Anforderungen des Unternehmens. Einige Hypervisoren (wie KVM) werden quelloffen angeboten, die meisten sind aber lizenzierte Softwareprodukte börsennotierter Unternehmen wie VMware, Nutanix und Microsoft. Diese Unternehmen müssen Rendite für ihre Aktionäre erwirtschaften und richten ihre Preisstruktur auf Umsatzmaximierung aus. Käufer wiederum möchten ihre Anschaffungskosten senken und müssen Lizenzgebühren sowie Hardware bei der Wirtschaftlichkeitsanalyse berücksichtigen. All das war einfacher in einer Zeit, als ISVs eine Gebühr „pro Sockel“ festsetzten. Jetzt aber wechselt die Branche zur Preisgestaltung „pro Kern“.

Diese Veränderung in der ISV-Preisstrategie kann sich auf die Art und Weise auswirken, wie Ihr Unternehmen seine Virtualisierungs- und HCI-Strategie angeht. Statt „je mehr Kerne, desto besser“ sollten Sie erwägen, wie Sie mit weniger Kernen mehr erreichen können. Weniger Kerne, geringere Softwaregebühren. Zur Umsetzung dieser Strategie sollten Sie auf Systeme mit höchster Leistung pro Kern setzen. AMD sah diese Veränderung voraus und hat sein EPYC Angebot

angepasst, um die Softwarelizenzgebühren zu optimieren. Im April startete das Unternehmen mit einer neuen Reihe von EPYC Prozessoren der 2. Generation mit hohen Taktfrequenzen, die sie geschickterweise als „7FX2“-Serie bezeichnete. Diese neuen Versionen bieten weniger Kerne, aber dafür mehr Leistung pro Kern. Im April erzielte ein HCI-Cluster mit vier Dell PowerEdge R6525-Servern, die jeweils mit zwei EPYC 7F72 Prozessoren und 1 GB DRAM ausgestattet waren, 13,7 bei 14 Tiles im VMmark 3.1-Benchmark. Das Ergebnis für EPYC war 47,4 % höher als bei einem vergleichbar konfigurierten Cluster mit Intel Xeon Platinum 8276L Prozessoren.<sup>9</sup>

Für einige Kunden hat der Wechsel von „Pro Socket“- zu „Pro Kern“-Preisen nur geringe oder keine Auswirkungen. Die Veränderung wirkt sich natürlich nicht auf diejenigen aus, die gebührenfreie Open-Source-Software verwenden. Ebenfalls hat sie keine Auswirkungen für VMware-Kunden, da das Unternehmen eine 32-Kern-Lizenz zum selben Preis anbietet wie zuvor für Einzelsocket. Das bedeutet, Ihre Softwaregebühren steigen nur, wenn Sie EPYC Prozessoren mit mehr als 32 Kernen verwenden. 48-Kern- und 64-Kern-Systeme benötigen zwei VMware-Lizenzen für 32 Kerne. Selbst mit einer weiteren 32-Kern-Lizenz kostet der Kauf und Betrieb eines Einzelsockelsystems mit 64 Kernen wahrscheinlich noch immer weniger als ein Doppelsockelsystem mit zwei 32-Kern-CPUs.

Angesichts all der VMs, die Terabytes an Speicher einnehmen, sollte sich jede verantwortungs- und sicherheitsbewusste IT-Führungskraft Gedanken darüber machen, wie das Unternehmen sicherstellen kann, dass kein Anwender mit bösen Absichten die Systemsicherheit beeinträchtigen und auf geschützte Daten zugreifen kann. Die Erinnerung an Spectre und Meltdown sind noch frisch<sup>10</sup>. Hardware, die dabei hilft, die böse Angreifer draußen zu halten, ist immer eine gute Idee. AMD Sicherheitsarchitekten sind extrem misstrauisch wie sonst keiner auf dieser Welt. Sie haben einen Weg ermittelt, mit dem böswillige Anwender VMs erstellen können, die Daten früherer VM-Instanzen enthalten könnten. AMD hat „Secure Encrypted Virtualization“ (SEV) entwickelt, um solche Angriffe abzuwehren. Mit SVV werden Code und Daten, die mit VMs verknüpft sind, für diese VM verschlüsselt. Sie können nur innerhalb der VM entschlüsselt werden. Selbst der Hypervisor kann die verschlüsselten Daten nicht sehen. Hypervisor-Anbieter wie VMware müssen ihre Software zur Unterstützung von SEV anpassen. VMware hat angegeben, dass diese Funktion hinzugefügt werden wird, doch ein Termin dafür ist noch nicht bekannt. Da habt ihr's, ihr Schuffte!

#### **Kapitel 4. Ist HCI die richtige Wahl für Ihr Unternehmen?**

Eingangs haben wir besprochen, wie HCI funktioniert, und haben uns einige beliebte Herstellerangebote angesehen, die für Ihre HCI-Migration relevant sein könnten. Wir haben uns bisher vornehmlich auf die technischen Aspekte konzentriert, aber Sie sollten HCI auch unter finanziellen und organisatorischen Aspekten betrachten. In diesem Kapitel befassen wir uns damit.

Wenn Ihre IT-Abteilung nicht durch das Budget beschränkt wird, Endanwender mit den bereitgestellten Services zufrieden sind und das Unternehmen nicht vor dem Risiko steht, Marktanteile an Konkurrenten mit modernerer Technologie zu verlieren, ist es möglicherweise nicht nötig, HCI für die Bereitstellung von IT-Services in Erwägung zu ziehen. Unglücklicherweise leben aber nur wenige Unternehmen diesen strategischen Wunschtraum. Wenn Ihr IT-Budget jedoch schrumpft und der Großteil dafür verwendet wird, bestehende Anwendungen mehr schlecht als recht miteinander arbeiten zu lassen, könnte der Zeitpunkt gekommen sein, Ihr Rechenzentrum ins 21. Jahrhundert zu holen. Für die Rechenzentrumsmodernisierung gibt es viele Wege, aber HCI sollte dabei auf jeden Fall erwogen werden.

HCI kann Ihnen helfen, Technologiesilos zu eliminieren, was allgemein als vorteilhaft gilt. Vielleicht gibt es aber Gruppen in Ihrer IT-Abteilung, die sich auf die Pflege und Fütterung von SANs oder NAS-Farms spezialisiert haben. Diese Rollen werden in einer hyperkonvergenten Umgebung möglicherweise nicht mehr benötigt. Das gilt auch für Ihre Netzwerkjuris. Einige dieser Mitarbeiter begrüßen womöglich die Ankunft von Systemen, die einfacher bereitzustellen und zu verwalten sind, doch besonders konservative Fachleute könnten weniger Vorfreude zeigen. Die meisten Menschen sträuben sich vor Veränderungen. Sie sollten in Ihrem Plan möglicherweise Umschulungskosten berücksichtigen.

HCI ist eine beliebte Wahl zum Aufbau von virtuellen Desktopumgebungen geworden und ist noch sinnvoller, seitdem die Covid-19-Pandemie viele Mitarbeiter zur Arbeit von Zuhause aus zwingt. Einigen Mitarbeitern könnte es aber gefallen! VDI ermöglicht es Ihnen, Datenbestände Ihres Unternehmens zu schützen, während Ihre Mitarbeiter weiter auf fast die gleiche Desktop-/Notebookumgebung zugreifen können wie im Büro. HPE und Dell bieten ein Heer an Vertriebs- und Supportpersonal, das Sie durch diesen Wechsel begleiten kann. Die langfristigen Auswirkungen von Homeoffice können in der Gewerbe- und Wohnimmobilienbranche möglicherweise noch jahrelang spürbar sein. Sie sollten also sicherstellen, dass sich Ihre IT-Infrastruktur leicht an diese Veränderungen anpassen lässt.

HCI könnte es Ihnen ermöglichen, Ihre Verarbeitungsanforderungen in einer kleineren Anzahl an physischen Servern zusammenzufassen. Das kann die Standfläche Ihres Rechenzentrums verkleinern und die für den Betrieb und die Kühlung der Geräte anfallenden Stromkosten senken.

Eine der ersten Entscheidungen, die Sie bei Ihrer HCI-Migration erwägen müssen: Sie müssen Ihre Anforderungen entweder auf die HCI-Appliance Ihres bevorzugten Anbieters zuschneiden oder mit den „A la carte“-HCI-Optionen des Anbieters arbeiten. Die meisten Anbieter bieten vorkonfigurierte Standardknoten, die alle benötigten Hardware- und Softwareelemente beinhalten. Möglicherweise stellen Sie fest, dass die Appliance-Pakete ebenfalls Ihre Softwarelizenzgebühren senken. Der Appliance-Ansatz ist der Weg des geringsten Widerstands, wenn man mit den Annahmen leben kann, die der Appliance-Zulieferer bei der Definition der Appliance gemacht hat. Wie bereits erwähnt,

machen Software-Lizenzen machen wahrscheinlich einen der größten Posten auf Ihrer Bestellung aus. Es gibt allerdings Möglichkeiten, diese Kosten zu minimieren. Selbst mit dem kürzlichen Preiswechsel von VMware von „pro Sockel“ zu „pro Kern“ kostet es weniger, VMware auf einem 32-Kern-Server zu betreiben als auf zwei 16-Kern-Servern. Mit EPYC betriebene Einzelsockelserver mit 2 TB DRAM und 128 Lanes an PCIe Gen 4 E/A bieten oft höhere Leistung als Xeon-Doppelsockelsysteme mit 1 TB. In diesem Fall können Sie Ihre Softwarelizenzkosten halbieren. Diese Softwareersparnisse können auch für andere teure Pakete wie SQL-Server, Geschäftsanalytik und Personalmanagement gelten. Außerdem sparen Sie wahrscheinlich beim Stromverbrauch dieser Systeme.

#### **Fazit:**

In diesem Dokument haben wir nach neuen Wegen gesucht, Ihren IT-Betrieb so zu strukturieren, dass sie Ihren Computerbetrieb vereinfachen, die Reaktionsschnelligkeit Ihrer Systeme und die Agilität Ihres Unternehmens erhöhen und die Ausgaben für diese Aufgaben möglicherweise senken können.

Wenn Sie Ihre IT-Strategie das letzte Mal vor mehr als vier oder fünf Jahren analysiert haben, sollten Sie das jetzt nachholen. Seither ist viel geschehen. Die Cloud ist zur nicht vernachlässigbaren Kraft geworden, und Sie müssen einen Weg finden, sie für Ihr Unternehmen zu nutzen. Die hier besprochene HCI-Technologie bietet einen einfachen Weg zur Nachbildung Ihrer IT-Umgebung, damit Sie Vor-Ort- und Cloud-Ressourcen auf neue und spannende Arten kombinieren können. Egal ob Sie einen HCI-Ansatz verfolgen werden oder nicht: Wenn Sie fertig sind, sind Sie für die Verwaltung der IT-Infrastruktur Ihres Unternehmens besser gerüstet als zuvor.

## Weitere Ressourcen:

AMD bietet ein interaktives Tool zur Einschätzung der Gesamtbetriebskosten bei der Virtualisierung. Damit lassen sich die Kosten beim Einsatz von EPYC Prozessoren mit ähnlichen Servern vergleichen, die Intel Xeon Scalable Prozessoren der 1. oder 2. Generation verwenden. Überraschung! Mit AMD spart man fast immer Geld.

[www.amd.com/de/processors/epyc-tools](http://www.amd.com/de/processors/epyc-tools)

AMD führt eine Liste der Weltrekorde, die seine EPYC Prozessoren aufgestellt haben. Zu finden auf:

<https://www.amd.com/en/processors/epyc-world-records>

Eine einfache Demonstration davon, wie die sichere Virtualisierung (SVV-ES) von AMD Daten in einer VM vor neugierigen Blicken schützt, finden Sie unter

<https://www.amd.com/en/processors/epyc-world-records>

Das Team von IT Central Station

(<https://www.itcentralstation.com>) veröffentlicht Besprechungen und Benutzerkommentare von erfahrenen IT-Fachleuten. Dort sind viele Kommentare in Bezug auf VMware, Nutanix und Azure Stack HCI aufgeführt. Es werden dort außerdem nützliche Kaufleitfäden veröffentlicht, die viele HCI-Produktangebote abdecken.

Patrick Kennedy von ServeTheHome (STH) hat ein ausgezeichnetes Video, das das „frequenzoptimierte“ Segment des Servermarkts erklärt, in das AMD mit dem kürzlichen Start seiner EPYC 7FX2 Produktlinie eingestiegen ist.

<https://www.servethehome.com/amd-epyc-7f52-benchmarks-review-and-market-perspective/>

Patrick untersucht außerdem die Veränderungen von VMware an seinen Lizenzierungsrichtlinien unter

<https://www.servethehome.com/licenseageddon-rages-as-vmware-overhauls-per-socket-licensing/>

Hassan Mujtaba von wccftech.com hat einen ausgezeichneten Artikel über die physische Implementierung des AMD Rome Prozessors. Ich habe die von ihm veröffentlichten Daten als Grundlage für meine Analyse der Die-Größen und Transistorzahlen für die verschiedenen Chiplets verwendet, die in „Rome“ zum Einsatz kommen.

<https://wccftech.com/amd-2nd-gen-epyc-rome-iod-ccd-chipshots-39-billion-transistors/>

AMD HCI-Landingpage:

<https://www.amd.com/en/processors/epyc-for-hyperconverged-infrastructure>

- 
1. Dieses Whitepaper wurde durch AMD gesponsert. Die Inhalte und Meinungen darin sind jedoch ausschließlich die von Insight 64.
  2. IDC-Pressenmitteilung, 18. Juni 2020
  3. Es ist kaum bekannt, dass Betriebssysteme, Compiler und andere Systemsoftware den Code „AMD64“ im Quellcode einbetten, um bestimmte Entwickleroptionen für die x86-64-Umgebung zu kennzeichnen. AMD war für die technischen Innovationen verantwortlich, welche die 32-Bit-x86-Architektur zu einer Zeit auf 64 Bits erweiterten, in der Intel noch immer die Strategie „Itanium ist die beste 64-Bit-Architektur“ verfolgte.
  4. IDC-Pressenmitteilung, Freitag, 27. März 2020
  5. HPE-Pressenmitteilung, Donnerstag, 7. Mai 2020 Die Aussage basiert auf Bestätigung durch Login/VS1-Benchmarktests
  6. Es gibt eine Erzählung von einem HP Vermarkter, der durchfiel, als er „Sushi“ als „kalten rohen Fisch“ bezeichnete.
  7. Um fair zu sein: Intel bietet die Xeon Platinum 92X2 Serie mit 56 Kernen, die zwei monolithische 698-mm<sup>2</sup>-CPU-Chips in einem Multi-Chip-Paket kombiniert, das auf das Motherboard gelötet werden muss. Das kombinierte Paket misst 1.400 mm<sup>2</sup> und enthält „nur“ 16 Milliarden Transistoren. Ebenfalls verbraucht es 400 Watt Energie, was eine Flüssigkühlungslösung erfordert. Das Unternehmen hat den Preis für diese Chips nicht veröffentlicht, aber Branchenanalysten gehen von Preisen ab 25.000 US-Dollar aus. So überrascht es kaum, dass die Anzahl der Interessenten gering ist.
  8. Ebenfalls hilft es, dass CEO Lisa Su drei MIT-Abschlüsse besitzt. Ich hatte das Glück, selbst einen zu bekommen.
  9. [www.amd.com/system/files/documents/amd-epyc-7fx2-dell-vmmarkvsan-dualsocket-perfbrief.pdf](http://www.amd.com/system/files/documents/amd-epyc-7fx2-dell-vmmarkvsan-dualsocket-perfbrief.pdf)
  10. Die AMD Prüfungen auf spekulative Ausführungs-Speicheranforderungen haben EPYC bis jetzt weniger anfällig als Xeon gegenüber bestimmten „Side Channel“-Angriffen gemacht. Die meisten seit Anfang 2019 eingeführten Prozessoren umfassen Änderungen, welche die Anfälligkeit gegenüber Spectre und Meltdown ausräumen oder zumindest reduzieren. Hacker suchen jedoch stets nach neuen Systemschwachstellen. PID-Nr. 20613195-A