Gesundheitswesen

FlexPod

NetApp
January 21, 2025

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/de-de/flexpod/healthcare/flexpod-genomics-introduction.html on January 21, 2025. Always check docs.netapp.com for the latest.

Inhalt

Gesundheitswesen . . . 1
FlexPod für die Genomik . . . 1
FlexPod for MEDITECH Directional Sizing Guide . . . 43
Bereitstellungsleitfaden für das FlexPod-Rechenzentrum für MEDITECH . . . 54
FlexPod für die medizinische Bildverarbeitung . . . 87

Gesundheitswesen

FlexPod für die Genomik

TR-4911: FlexPod Genomics

JayaKishore Esanakula, NetApp

In der Medizin gibt es nur wenige Gebiete, die für das Gesundheitswesen und die Biowissenschaften wichtiger sind als Genomik. Genomik wird für Ärzte und Krankenschwestern schnell zu einem wichtigen klinischen Werkzeug. Genomik hilft uns in Kombination mit medizinischer Bildgebung und digitaler Pathologie zu verstehen, wie die Gene eines Patienten durch Behandlungsprotokolle beeinflusst werden können. Der Erfolg von Genomik im Gesundheitswesen hängt zunehmend von Dateninteroperabilität nach Maß ab. Ziel ist es, die enormen Mengen an genetischen Daten zu erkennen und klinisch relevante Zusammenhänge und Varianten zu identifizieren, die die Diagnose verbessern und die Präzisionsmedizin zur Realität machen. Genomik hilft uns dabei zu verstehen, woher Krankheiten kommen, wie sich Krankheiten entwickeln und welche Behandlungen und Strategien effektiv sein können. Die Genomik bietet offensichtlich viele Vorteile, die nicht nur Prävention, sondern auch Diagnostik und Behandlung umfassen. Gesundheitseinrichtungen haben verschiedene Herausforderungen mit sich:

- Bessere Versorgungsqualität
- Wertbasierte Versorgung
- Datenexplosion
- Präzisionsmedizin
- Pandemien
- Wearables, Fernüberwachung und Pflege
- Cyber-Sicherheit

Standardisierte klinische Behandlungspfade und klinische Protokolle sind eine der kritischen Komponenten der modernen Medizin. Einer der wichtigsten Aspekte der Standardisierung ist die Interoperabilität zwischen Gesundheitsanbietern: Nicht nur bei medizinischen Unterlagen, sondern auch bei Genomdaten. Die große Frage lautet: Werden Gesundheitseinrichtungen sich anstelle der Patienteneigentum an ihren persönlichen Genomdaten und den damit verbundenen medizinischen Unterlagen auf Genomdaten verzichten?

Interoperable Patientendaten sind der Schlüssel zu Präzisionsmedizin, eine der ausschlaggebenden Faktoren bei der kürzlich explosionsartigen Zunahme des Datenwachstums. Das Ziel der Präzisionsmedizin ist es, die Gesundheitsvorsorge, die Prävention, die Diagnose und die Behandlungslösungen effektiver und genauer zu gestalten.

Das Datenwachstum war exponentiell. Anfang Februar 2021 wurden in den USA ca. 8,000 COVID-19 Stämme pro Woche sequenziert. Die Anzahl der sequenzierten Genome war bis April 2021 auf 29,000 pro Woche erhöht. Jedes vollständig sequenzierte menschliche Genom ist etwa 125GB groß. Daher würde die gesamte Genomspeicherung im Ruhezustand mit einer Rate von 29,000 Genomen pro Woche mehr als 180 Petabyte pro Jahr betragen. Verschiedene Länder haben sich für die Genomepidemiologie engagiert, um die genomische Überwachung zu verbessern und sich auf die nächste Welle globaler Herausforderungen im

Gesundheitswesen vorzubereiten.

Die reduzierten Kosten für die Genomforschung führen zu nie da gewesenen Gentests und Forschungen. Die drei PS befinden sich an einem Wendepunkt: Computerleistung, Datenschutz und Personalisierung der Medizin. Bis 2025 schätzen Forscher, dass 100 Millionen bis 2 Milliarden menschliche Genome sequenziert werden. Damit Genomik effektiv und wertvoll sein kann, müssen Genomik-Funktionen einen nahtlosen Teil der Pflegungsprozesse sein. Er sollte leicht zugänglich sein und bei einem Patientenbesuch umsetzbar sein. Ebenso wichtig ist es, dass Patientendaten der elektronischen Krankenakten in die Genomik-Daten des Patienten integriert werden. Mit der Einführung hochmoderner konvergenter Infrastrukturen wie FlexPod können Unternehmen ihre Genomfunktionen in die alltäglichen Workflows von Ärzten, Pflegepersonal und Klinikmanagern integrieren. Aktuelle Informationen zur FlexPod Plattform finden Sie in dieser "FlexPod Datacenter with Cisco UCS X-Series Whitepaper".

Der wahre Nutzen der Genomforschung besteht für Ärzte darin, Präzisionsmedizin zu bieten und personalisierte Behandlungspläne zu entwickeln, die auf den genomischen Daten eines Patienten basieren. In der Vergangenheit gab es noch nie derartige Synergien zwischen Klinikpersonal und Datenanalysten, und die Genomik profitiert von den technologischen Innovationen der jüngsten Vergangenheit sowie von echten Partnerschaften zwischen Einrichtungen im Gesundheitswesen und Technologieführern der Branche.

Akademische medizinische Zentren und andere Organisationen im Gesundheitswesen und Life Science sind auf dem besten Weg, um in der Genomforschung das Kompetenzzentrum (COE) aufzubauen. Laut Dr. Charlie Gersbach, Dr. Greg Crawford und Dr. Tim E Reddy von der Duke University: „Wir wissen, dass Gene nicht durch einen einfachen binären Schalter ein- oder ausgeschaltet werden, sondern dass es ein Ergebnis mehrerer genregulatorischer Schalter ist, die zusammen arbeiten. Sie haben auch festgestellt, dass „keiner dieser Teile des Genoms isoliert arbeitet. Das Genom ist ein sehr kompliziertes Netz, das Evolution gewebt hat" ("ref").

NetApp und Cisco arbeiten bereits seit über 10 Jahren intensiv an der Implementierung inkrementeller Verbesserungen in der FlexPod Plattform. Das gesamte Kundenfeedback wird gehört, bewertet und an die Value Streams und Funktionen von FlexPod gebunden. Es ist diese kontinuierliche Schleife, Zusammenarbeit, Verbesserungen und Feier, die FlexPod als vertrauenswürdige konvergente Infrastrukturplattform auf der ganzen Welt auszeichnet. Die Lösung wurde von Grund auf vereinfacht und als die zuverlässigste, robusteste, vielseitigste und agilste Plattform für Unternehmen im Gesundheitswesen konzipiert.

Umfang

Mit der konvergenten Infrastrukturplattform von FlexPod können Gesundheitseinrichtungen einen oder mehrere Genomapplikationen und andere klinische und nicht klinische Applikationen im Gesundheitswesen hosten. Dieser technische Bericht verwendet ein Open-Source-Tool für die branchenübliche Genomik mit dem Namen GATK während der Plattformvalidierung von FlexPod. Eine umfassendere Diskussion über Genomik oder GATK ist jedoch nicht im Rahmen dieses Dokuments enthalten.

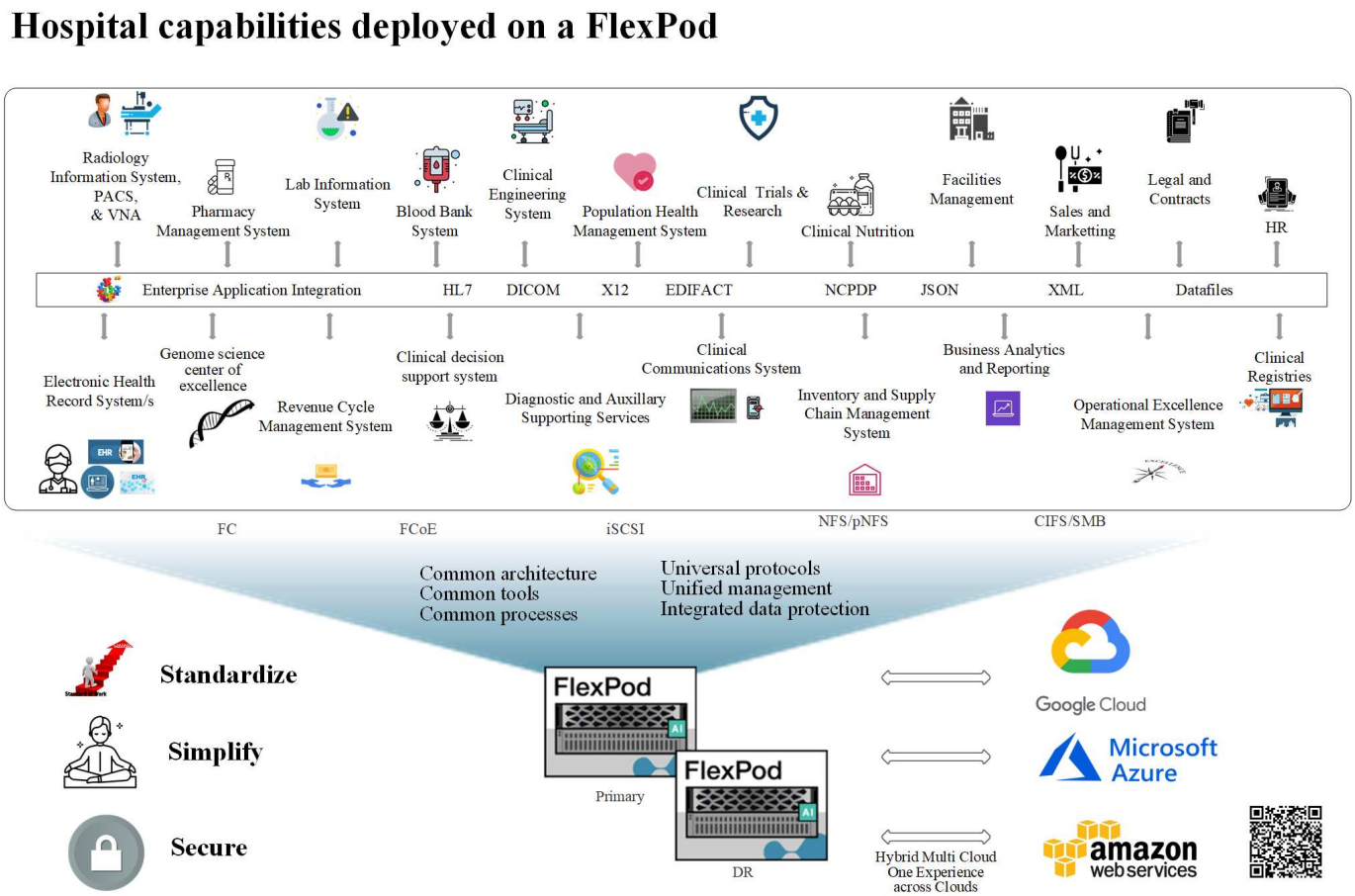
Zielgruppe

Dieses Dokument richtet sich an technische Leiter im Gesundheitswesen sowie an Lösungstechniker von Cisco und NetApp Partnern und Professional Services-Mitarbeiter. NetApp geht davon aus, dass der Leser gute Kenntnisse der Konzepte zur Berechnung der Storage- und Computing-Größenbemessung sowie der technischen Vertrautheit mit Bedrohungen für das Gesundheitswesen, mit der Sicherheit im Gesundheitswesen, MIT IT-Systemen im Gesundheitswesen, mit Cisco UCS und NetApp Storage-Systemen hat.

Auf FlexPod implementierte Krankenhausfunktionen

Ein typisches Krankenhaus verfügt über eine Reihe an IT-Systemen. Der Großteil solcher Systeme wird bei einem Anbieter gekauft, während nur sehr wenige von dem Krankenhaussystem im Haus gebaut werden. Aus

diesem Grund muss das Kliniksystem eine diverse Infrastrukturumgebung in seinen Datacentern managen. Wenn Krankenhäuser ihre Systeme in einer konvergenten Infrastrukturplattform wie FlexPod zusammenführen, können Unternehmen ihren Datacenter-Betrieb standardisieren. Mit FlexPod können Gesundheitseinrichtungen klinische und nicht klinische Systeme auf derselben Plattform implementieren und so den Datacenter-Betrieb vereinheitlichen.



"Der nächste Schritt: Vorteile der Implementierung genomischer Workloads auf FlexPod."

Vorteile der Implementierung genomischer Workloads auf FlexPod

"Zurück: Einführung."

Dieser Abschnitt bietet eine kurze Übersicht über die Vorteile, die zum Ausführen eines Genomik-Workloads auf einer konvergenten FlexPod Infrastrukturplattform erzielt werden können. Lassen Sie uns kurz die Möglichkeiten eines Krankenhauses beschreiben. Die folgende Ansicht der Unternehmensarchitektur zeigt die Funktionen eines Krankenhauses, die auf einer konvergenten, Hybrid-Cloud-fähigen FlexPod Infrastrukturplattform bereitgestellt werden.

- **Vermeiden von Silos im Gesundheitswesen.** Silos im Gesundheitswesen sind ein sehr echtes Anliegen. Abteilungen sind häufig Silos in ihrer eigenen Hardware und Software, nicht nach ihrer Wahl, sondern organisch. Beispielsweise Radiologie, Kardiologie, EHR, Genomik analysen, Umsatzzyklen und andere Abteilungen enthalten jeweils einen individuellen Satz an dedizierter Software und Hardware. Einrichtungen im Gesundheitswesen haben nur wenige IT-Fachkräfte für das Management ihrer Hardware- und Software-Ressourcen. Der Wendepunkt folgt, wenn zu erwarten ist, dass diese Gruppe von

Einzelpersonen ein sehr vielseitiges Spektrum an Hardware und Software managen wird. Die Heterogenität wird durch eine unkongruente Reihe von Prozessen, die von Anbietern in die Gesundheitsorganisation eingebracht werden, noch verschlimmert.

- **Start Small and Grow.** das GATK Tool Kit ist auf die CPU-Ausführung abgestimmt, die besten Suites Plattformen wie FlexPod. FlexPod ermöglicht eine unabhängige Skalierbarkeit von Netzwerk, Computing und Storage. Klein beginnen und mit der Zeit wachsen, wenn die Genomfunktionen und die Umgebung wachsen. Unternehmen im Gesundheitswesen müssen nicht in spezialisierte Plattformen investieren, um genomische Workloads auszuführen. Stattdessen können Unternehmen vielseitige Plattformen wie FlexPod nutzen, um Genomik- und nicht-genomikfreie Workloads auf derselben Plattform auszuführen. Wenn beispielsweise die Abteilung für Pädiatrie Genomfunktionen implementieren möchte, kann die IT-Leitung Computing, Storage und Networking auf einer vorhandenen FlexPod Instanz bereitstellen. Mit dem Wachstum der Geschäftsbereiche zur Genomik können Unternehmen im Gesundheitswesen ihre FlexPod Plattform nach Bedarf skalieren.
- **Eine einzige Kontrollscheibe und unübertroffene Flexibilität.** Cisco Intersight vereinfacht den IT-Betrieb erheblich, indem Anwendungen mit Infrastruktur überbrückt werden. Dadurch werden Transparenz und Management von Bare-Metal-Servern und -Hypervisoren zu serverlosen Anwendungen ermöglicht, wodurch Kosten gesenkt und Risiken gemindert werden. Diese einheitliche SaaS-Plattform verwendet ein einheitliches Open API-Design, das sich nativ in Plattformen und Tools von Drittanbietern integrieren lässt. Außerdem kann das Betriebsteam des Datacenters direkt oder von einem beliebigen Ort aus über eine mobile App heraus managen.

  Die Benutzer schöpfen in ihrer Umgebung schnell greifbaren Wert aus, indem sie Intersight als Managementplattform nutzen. Durch die Möglichkeit der Automatisierung vieler täglicher manueller Aufgaben beseitigt Intersight Fehler und vereinfacht Ihre täglichen Abläufe. Dank der erweiterten Support-Funktionen von Intersight können Anwender zudem Probleme voraus bleiben und die Problembehebung beschleunigen. Gemeinsam geben Unternehmen deutlich weniger Zeit und Geld für ihre Applikationsinfrastruktur aus und gewinnen mehr Zeit für die eigentliche Geschäftsentwicklung.

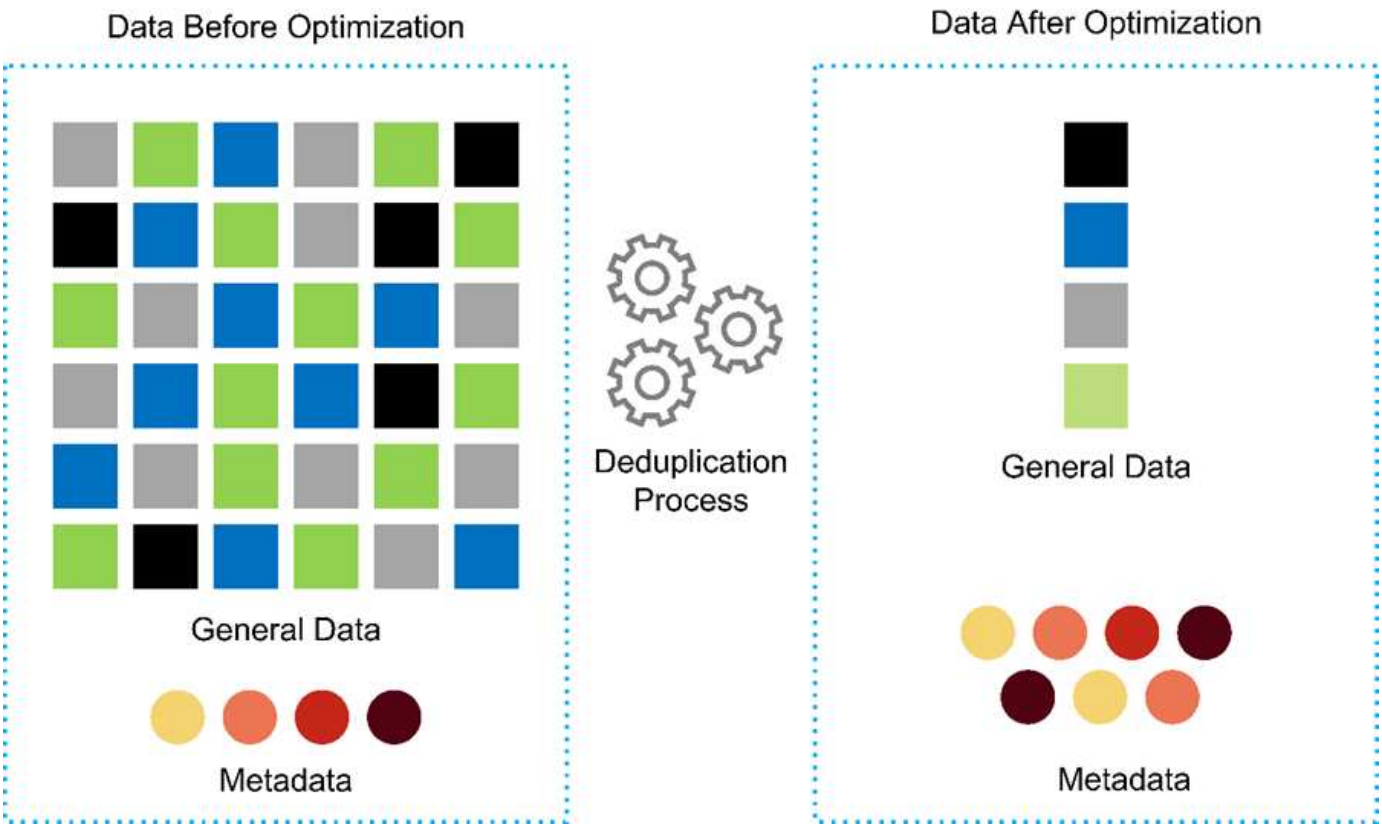
  Durch die Nutzung von Intersight Management und der leicht skalierbaren Architektur von FlexPod können Unternehmen mehrere Genom-Workloads auf einer einzigen FlexPod Plattform ausführen. Dies steigert die Auslastung und senkt die Gesamtbetriebskosten (TCO). FlexPod ermöglicht die flexible Dimensionierung. Dabei stehen Ihnen die Wahl, beginnend mit unserem kleinen FlexPod Express, und die Skalierung zu großen FlexPod Datacenter-Implementierungen. Dank der in Cisco Intersight integrierten Funktionen zur rollenbasierten Zugriffssteuerung können Organisationen im Gesundheitswesen robuste Zugriffskontrollmechanismen implementieren, sodass keine separaten Infrastruktur-Stacks erforderlich sind. Mehrere Geschäftseinheiten im Gesundheitswesen können Genomik als wichtigste Kernkompetenzen nutzen.

  FlexPod vereinfacht den IT-Betrieb und senkt die Betriebskosten. IT-Infrastrukturadministratoren können sich auf Aufgaben konzentrieren, die Klinikpersonal Innovationen ermöglichen, anstatt nur auf den Betrieb zu zugreifen.

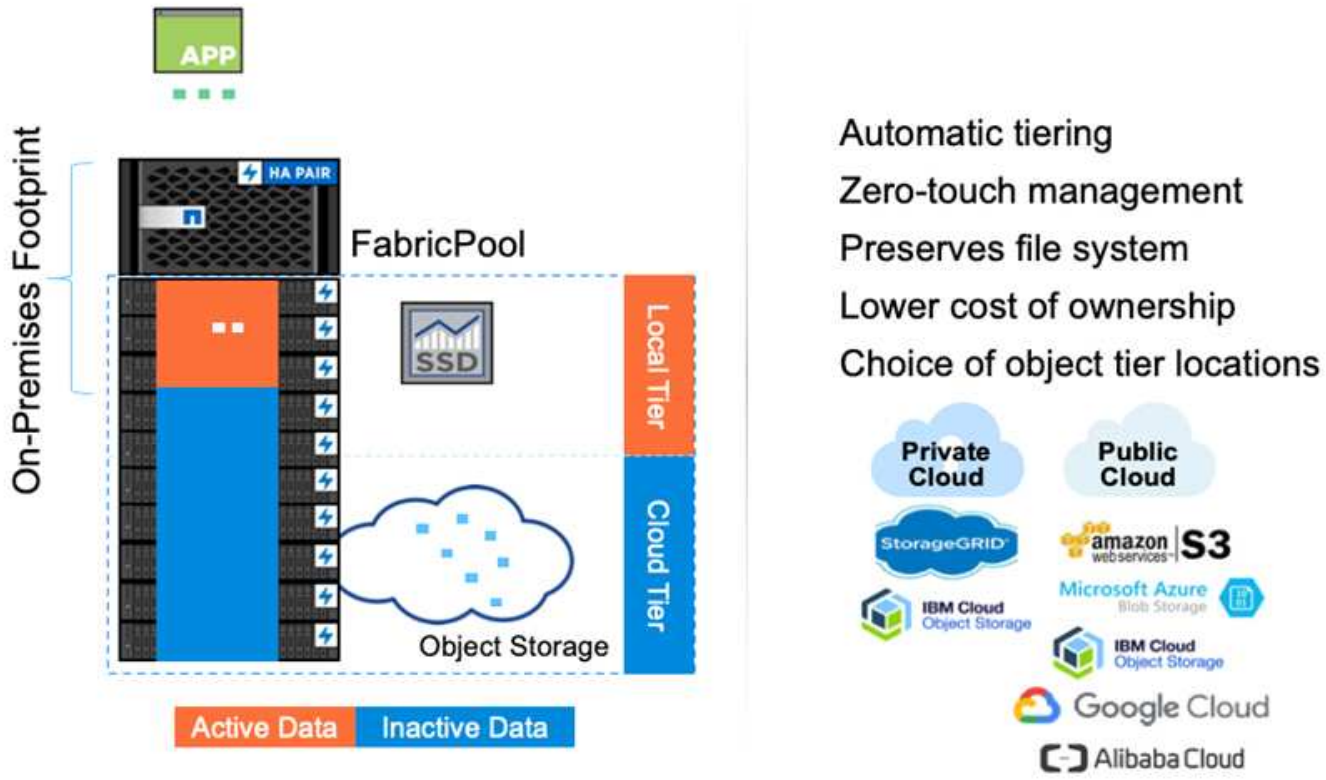
- **Validiertes Design und garantierte Ergebnisse.** Design- und Implementierungsleitfäden für FlexPod werden wiederholbar validiert. Sie umfassen umfassende Konfigurationsdetails und branchenspezifische Best Practices, die erforderlich sind, um ein FlexPod zuverlässig zu implementieren. Validierte Designrichtlinien, Implementierungsleitfäden und Architekturen von Cisco und NetApp helfen Ihrem Unternehmen im Gesundheitswesen oder Life Science, bei der Implementierung einer validierten und bewährten Plattform von Anfang an keine Unsicherheiten mehr zu mehr zu machen. Mit FlexPod können Sie Implementierungszeiten verkürzen und Kosten, Komplexität und Risiken senken. Durch validierte Designs und Implementierungsleitfäden von FlexPod wird FlexPod als ideale Plattform für eine Vielzahl von Genomik-Workloads etabliert.
- **Innovation und Agilität.** FlexPod wird als ideale Plattform von EHRs wie Epic, Cerner, Meditech und Imaging Systemen wie Agfa, GE, Philips empfohlen. Finden Sie weitere Informationen zu "Epische

Ehrenrolle" Und Zielplattform-Architektur finden Sie im Epic userweb. Genomik auf Basis "FlexPod" Ermöglicht es Organisationen im Gesundheitswesen, den Weg der Innovationen flexibel fortzusetzen. Mit FlexPod kommt es auf die natürliche Weise, Veränderungen im Unternehmen umzusetzen. Wenn Unternehmen eine FlexPod-Plattform nutzen, können IT-Experten im Gesundheitswesen Zeit, Aufwand und Ressourcen für Innovationen bereitstellen und so agil sein wie die Anforderungen des Ökosystems.

- **Data befreit.** mit der konvergenten Infrastrukturplattform FlexPod und einem NetApp ONTAP Storage-System können Genomikdaten über eine einzige Plattform zur Verfügung gestellt und zugänglich gemacht werden. FlexPod mit NetApp ONTAP bietet eine einfache, intuitive und leistungsstarke Hybrid-Cloud-Plattform. Die Data Fabric von NetApp ONTAP verknüpft Daten über Standorte, physische Grenzen und Applikationen hinweg. Ihre Data Fabric wurde für Unternehmen in einer datenorientierten Welt entwickelt. Daten werden an zahlreichen Orten erstellt und verwendet. Oft werden sie auch an mehreren Orten sowie in mehreren Applikationen und Infrastrukturen gleichzeitig genutzt. Daher benötigen Sie eine einheitliche und integrierte Lösung für das Management. Mit FlexPod hat Ihr IT-Team die Kontrolle und vereinfacht die ständig zunehmende Komplexität IM IT-BEREICH.
- **Sichere Mandantenfähigkeit.** FlexPod verwendet FIPS 140-2-2-konforme Kryptografiemodule, die es Unternehmen ermöglichen, Sicherheit als Grundelement und nicht als Nachdenken zu implementieren. FlexPod ermöglicht es Unternehmen, sichere Mandantenfähigkeit von einer einzigen konvergenten Infrastrukturplattform aus zu implementieren, unabhängig von der Größe der Plattform. FlexPod mit sicherer Mandantenfähigkeit und QoS unterstützt die Trennung von Workloads und maximiert die Auslastung. Dadurch vermeiden Sie, dass Investitionen in spezialisierte Plattformen gebunden sind, die möglicherweise nicht ausgelastet sind und über spezielle Fachkenntnisse für das Management erforderlich sind.
- **Storage-Effizienz.** Genomics erfordert, dass der zugrunde liegende Storage über branchenführende Storage-Effizienz-Funktionen verfügt. NetApp Storage-Effizienzfunktionen wie Deduplizierung (inline und On-Demand), Datenkomprimierung und Data-Compaction (senken die Storage-Kosten "ref"). NetApp Deduplizierung bietet Deduplizierung auf Blockebene in einem FlexVol Volume. Im Wesentlichen werden durch Deduplizierung Blockduplikate entfernt und somit nur eindeutige Blöcke im FlexVol Volume gespeichert. Die Deduplizierung arbeitet mit einer hohen Granularität und wird auf dem aktiven File-System des FlexVol Volume betrieben. Die folgende Abbildung zeigt die Funktionsweise der NetApp Deduplizierung. Deduplizierung ist applikationsunabhängig. Somit können auch Daten von beliebigen Applikationen dedupliziert werden, die das NetApp System nutzen. Sie können die Volume-Deduplizierung als Inline-Prozess und als Hintergrundprozess ausführen. Sie können die Funktion so konfigurieren, dass sie automatisch ausgeführt, geplant oder manuell über die CLI, den NetApp ONTAP System Manager oder NetApp Active IQ Unified Manager gestartet wird.



- **Genomik-Interoperabilität ermöglichen.** ONTAP FlexCache ist eine Remote-Caching-Funktion, die Dateiverteilung vereinfacht, WAN-Latenz reduziert und die Kosten für die WAN-Bandbreite senkt ("ref"). Eine der wichtigsten Aktivitäten bei der Identifizierung von Genomvariationen und bei der Annotation ist die Zusammenarbeit zwischen Ärzten. Die ONTAP FlexCache-Technologie erhöht den Datendurchsatz, selbst wenn mehrere Kliniker an verschiedenen geografischen Standorten zusammenarbeiten. Angesichts der typischen Größe einer *.BAM-Datei (1 GB bis 100 GB) ist es von großer Bedeutung, dass die zugrunde liegende Plattform Dateien für Kliniker an verschiedenen geografischen Standorten verfügbar machen kann. Mit FlexPod mit ONTAP FlexCache sind genomische Daten und Applikationen vollständig auf mehrere Standorte vorbereitet. Somit wird die Zusammenarbeit zwischen den weltweiten Forschern nahtlos ermöglicht, da sie eine geringe Latenz und einen hohen Durchsatz bieten. Medizinische Einrichtungen, die Genomapplikationen auf mehreren Standorten ausführen, können mit der Data-Fabric-Architektur horizontal skaliert werden, um das Management zu einem ausgewogenen Verhältnis zwischen Kosten und Geschwindigkeit zu halten.
- **Intelligente Nutzung der Speicherplattform.** FlexPod mit ONTAP Auto-Tiering und NetApp Fabric Pool Technologie vereinfacht das Datenmanagement. FabricPool senkt die Storage-Kosten, ohne dabei Einbußen bei Performance, Effizienz, Sicherheit oder Sicherung hinnehmen zu müssen. FabricPool ist transparent für Enterprise-Applikationen und nutzt die Cloud-Effizienz weiter, indem die Storage-TCO gesenkt werden, ohne dass die Applikationsinfrastruktur umgestaltet werden muss. FlexPod bietet die Storage Tiering-Funktionen von FabricPool für eine effizientere Nutzung von ONTAP Flash Storage. Weitere Informationen finden Sie unter "FlexPod mit FabricPool". Das folgende Diagramm bietet einen allgemeinen Überblick über FabricPool und seine Vorteile.



- **Schnellere Variantenanalyse und -Annotation.** die FlexPod-Plattform ist schneller bereitzustellen und zu operationalisieren. Die FlexPod Plattform ermöglicht klinische Zusammenarbeit, da die Daten in großen Umgebungen mit niedriger Latenz und höherem Durchsatz verfügbar sind. Eine bessere Interoperabilität ermöglicht Innovationen. Medizinische Einrichtungen können nebeneinander ihre genomischen und nicht genomischen Workloads ausführen. Das bedeutet, dass Unternehmen für den Übergang zur Genomik keine speziellen Plattformen benötigen.

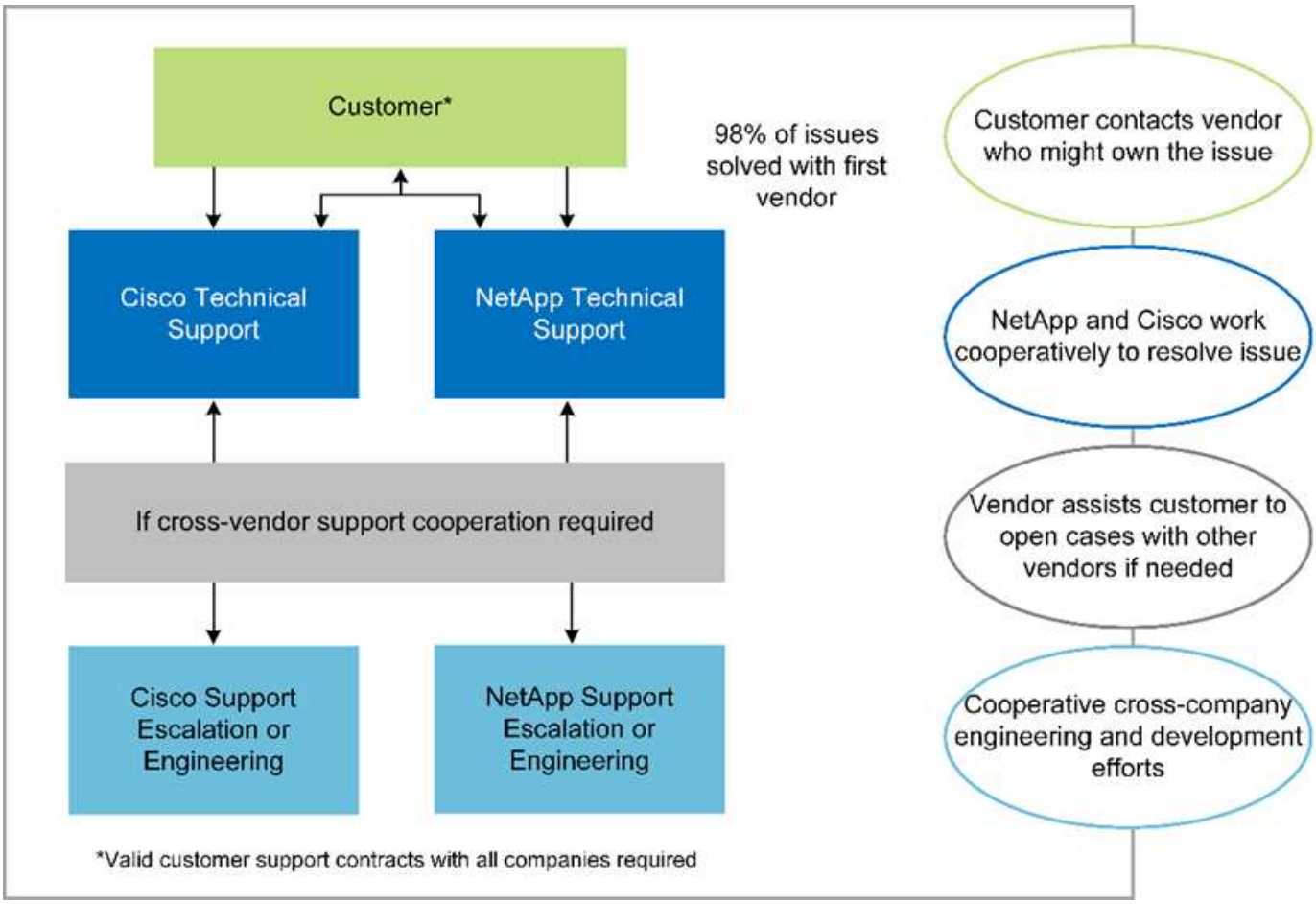
  FlexPod ONTAP erweitert die Storage-Plattform routinemäßig auf die neuesten Funktionen. FlexPod Datacenter ist die optimale Grundlage für die Implementierung von FC- NVMe-Storage für hochperformanten Storage-Zugriff auf Applikationen, die sie benötigen. Da FC- NVMe mit hoher Verfügbarkeit, Multipathing und zusätzlicher Unterstützung von Betriebssystemen einhergeht, eignet sich FlexPod hervorragend als bevorzugte Plattform und bietet die Skalierbarkeit und Zuverlässigkeit, die zur Unterstützung dieser Funktionen erforderlich sind. ONTAP mit schnelleren I/O-Vorgängen und End-to-End-NVMe ermöglicht Analysen der Genomik schneller ("ref").

  Die sequenzierten RAW-Genomdaten erzeugen große Dateigrößen, und es ist wichtig, dass diese Dateien den Variantenanalysatoren zur Verfügung gestellt werden, um die Gesamtzeit von der Probensammlung bis zur Variantenbeschriftung zu reduzieren. Wenn NVMe (Nonvolatile Memory Express) als Storage-Zugriffs- und Datenübertragungsprotokoll verwendet wird, bietet das Unternehmen einen beispiellosen Durchsatz und die schnellsten Reaktionszeiten. FlexPod implementiert das NVMe-Protokoll und greift über den PCI Express Bus (PCIe) auf Flash-Storage zu. PCIe ermöglicht die Implementierung von Zehntausenden von Befehlswarteschlangen, wodurch sich die Parallelisierung und der Durchsatz erhöhen. Ein einziges Protokoll von der Storage- bis zum Speicher sorgt für schnellen Datenzugriff.

- **Agilität für die klinische Forschung von Grund auf.** Dank flexibler, erweiterbarer Speicherkapazität und Performance können Forschungsunternehmen im Gesundheitswesen die Umgebung flexibel oder just-in-time (JIT) optimieren. Durch die Entkopplung der Storage-Systeme von der Computing- und Netzwerkinfrastruktur lässt sich die FlexPod Plattform unterbrechungsfrei vertikal und horizontal skalieren. Mithilfe von Cisco Intersight lässt sich die FlexPod Plattform sowohl mit integrierten als auch mit

benutzerdefinierten automatisierten Workflows managen. Durch die Cisco Intersight Workflows können Organisationen im Gesundheitswesen die Lebenszyklusmanagement-Zeiten von Anwendungen reduzieren. Wenn ein akademisches medizinisches Zentrum verlangt, dass Patientendaten anonymisiert und ihrem Zentrum für Forschungsinformatik bzw. Datacenter in Bezug auf Qualität zur Verfügung gestellt werden, kann die IT-Abteilung Cisco Intersight FlexPod Workflows nutzen, um sichere Daten-Backups, Klone und die Wiederherstellung in nur wenigen Sekunden statt Stunden durchzuführen. Mit NetApp Trident und Kubernetes können IT-Abteilungen neue Data Scientists bereitstellen und klinische Daten für die Modellentwicklung in wenigen Minuten – manchmal sogar in Sekunden – zur Verfügung stellen.

- **Schutz von Genomdaten.** NetApp SnapLock bietet ein speziell zu Zweck geuniversell einsetzbares Volume, in dem Dateien gespeichert und in einen nicht löschbaren, nicht wiederbeschreibbaren Zustand versetzt werden können. Die Produktionsdaten des Benutzers, die sich in einem FlexVol Volume befinden, können mithilfe von NetApp SnapMirror oder SnapVault gespiegelt oder in ein SnapLock Volume archiviert werden. Die Dateien im SnapLock Volume, das Volume selbst und das Hosting-Aggregat können bis zum Ende der Aufbewahrungsdauer nicht gelöscht werden. ONTAP FPolicy Software verhindert Ransomware-Angriffe, indem sie auf Dateien mit bestimmten Erweiterungen distanten. Ein FPolicy-Ereignis kann für bestimmte Dateivorgänge ausgelöst werden. Das Ereignis ist mit einer Richtlinie verknüpft, die die Engine aufruft, die es verwenden muss. Sie können eine Richtlinie mit einer Reihe von Dateierweiterungen konfigurieren, die möglicherweise Ransomware enthalten könnten. Wenn eine Datei mit einer nicht zulässigen Erweiterung versucht, einen nicht autorisierten Vorgang auszuführen, verhindert FPolicy die Ausführung dieses Vorgangs ("ref").
- **Kooperativer Support für FlexPod** NetApp und Cisco haben ein solides, skalierbares und flexibles Support-Modell für den FlexPod entwickelt, das die individuellen Support-Anforderungen der konvergenten FlexPod Infrastruktur erfüllt. Dieses Modell greift auf die Erfahrungswerte, Ressourcen und das Know-how des technischen Supports von NetApp und Cisco zurück, um unabhängig von der Ursache des Problems einen optimierten Prozess der Identifizierung und Behebung von FlexPod Support-Problemen zu bieten. Die folgende Abbildung bietet einen Überblick über das kooperative Support-Modell für FlexPod. Der Kunde kontaktiert den Anbieter, der möglicherweise für das Problem zuständig ist, und Cisco und NetApp arbeiten gemeinsam an einer Lösung. Cisco und NetApp verfügen über unternehmensübergreifende Engineering- und Entwicklungsteams, die Hand in Hand arbeiten, um Probleme zu lösen. Dieses Support-Modell reduziert den Verlust von Informationen während der Übersetzung, sorgt für Vertrauen und reduziert Ausfallzeiten.

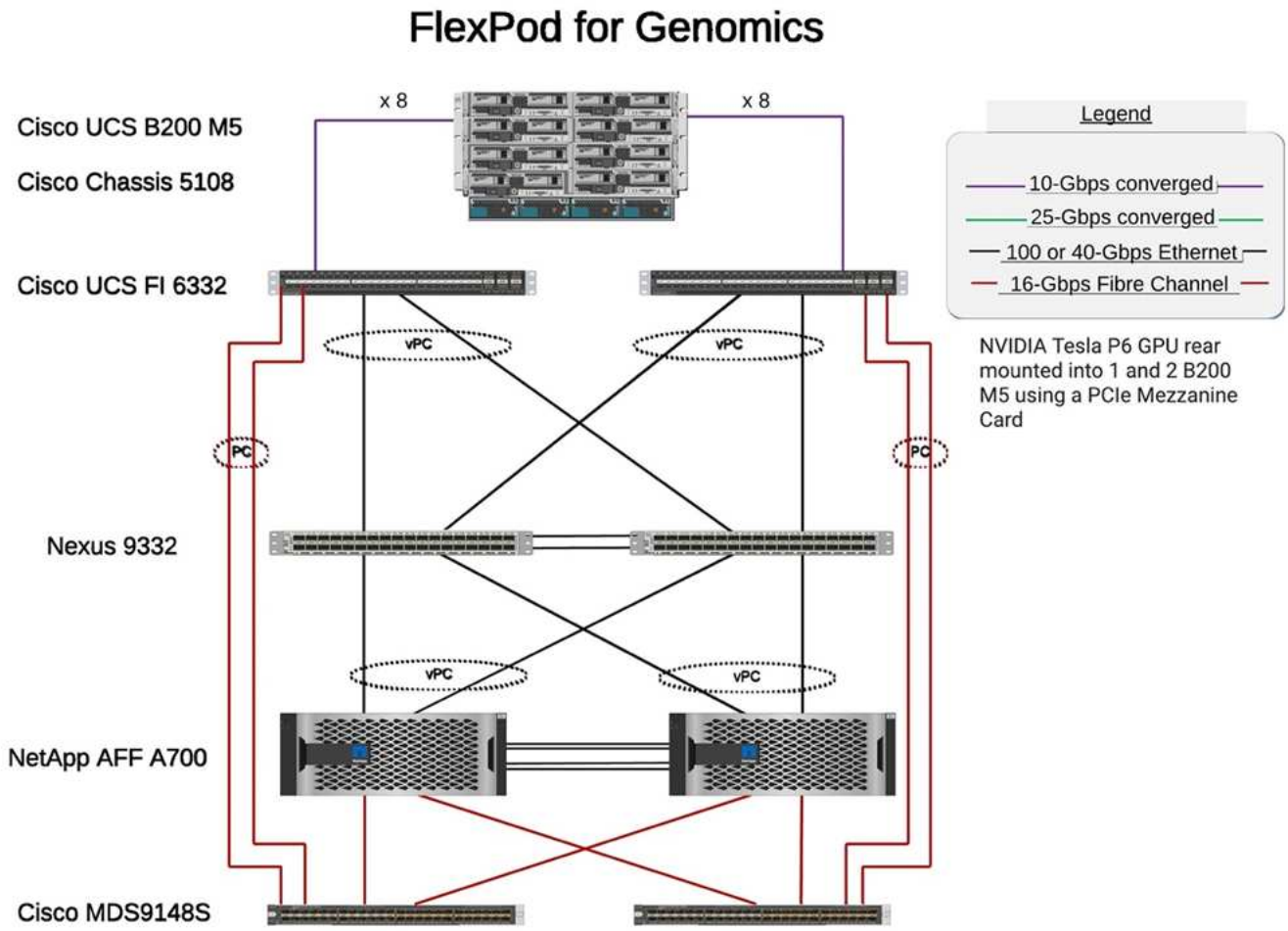


"Als Nächstes: Hardware- und Softwarekomponenten in der Lösungsinfrastruktur."

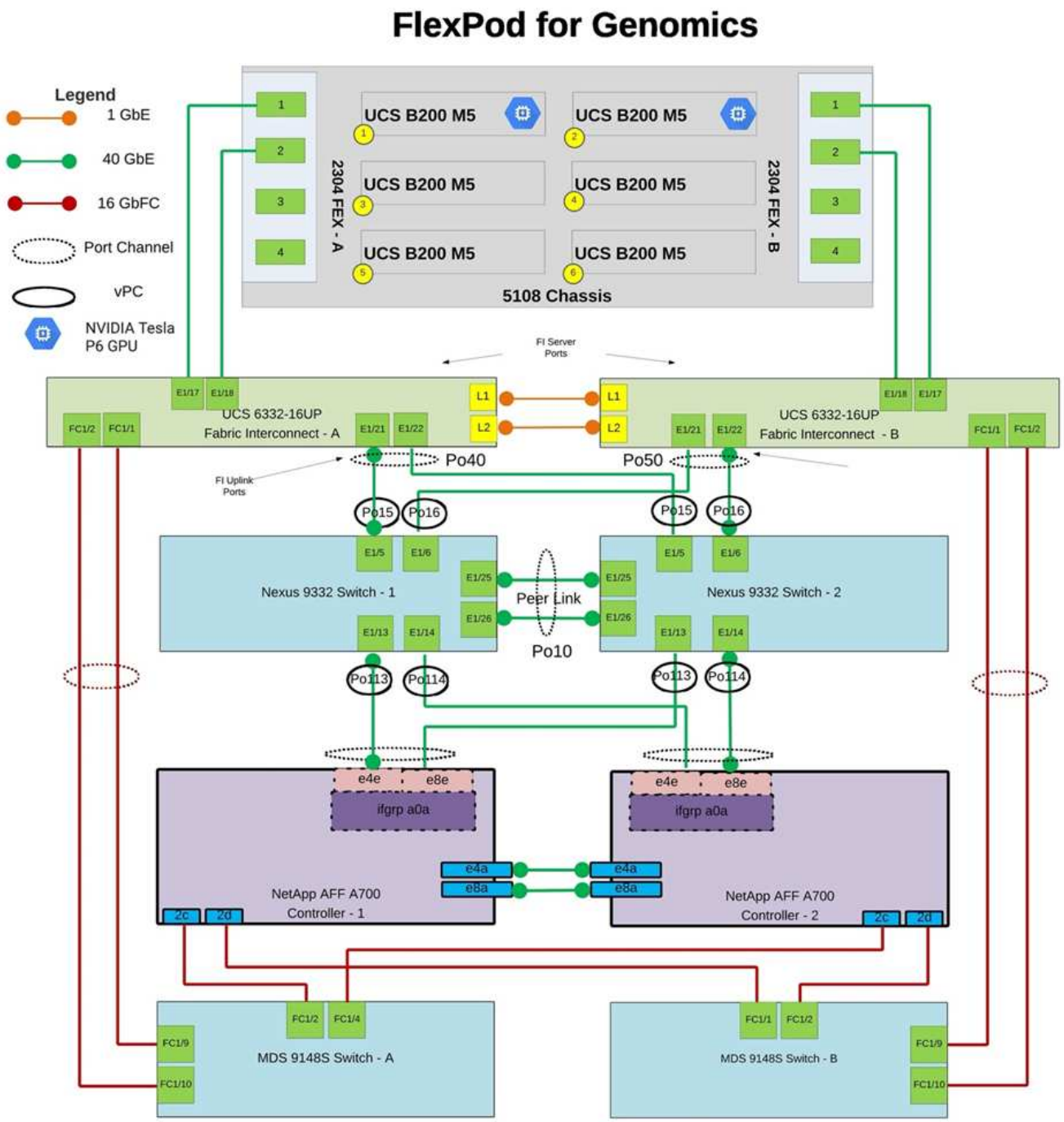
Hardware- und Softwarekomponenten der Lösungsinfrastruktur

"Previous: Vorteile der Implementierung genomische Workloads auf FlexPod."

Die folgende Abbildung zeigt das FlexPod-System, das für die Einrichtung und Validierung von GATK verwendet wird. Wir haben genutzt "FlexPod Datacenter mit VMware vSphere 7.0 und NetApp ONTAP 9.7 Cisco Validated Design (CVD)" Während des Setups.



Im folgenden Diagramm sind die Details zur FlexPod-Verkabelung dargestellt.



In der folgenden Tabelle sind die während der GATK-Tests verwendeten Hardwarekomponenten auf einem FlexPod aufgeführt. Hier ist der "NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool" (IMT) und "Cisco Hardware Compatibility List (HCL)".

Schicht	Produktfamilie	Menge und Modell	Details
Computing	Cisco UCS 5108 Chassis	1 oder 2	
	Cisco UCS Blade Server	6 B200 M5	Jeweils mit 2x 20 Cores, 2,7 GHz und 128 bis 384 GB RAM

Schicht	Produktfamilie	Menge und Modell	Details
	Cisco UCS Virtual Interface Card (VIC)	Cisco UCS 1440	Siehe
	2 Cisco UCS Fabric Interconnects	6332	-
Netzwerk	Cisco Nexus Switches	2 x Cisco Nexus 9332	-
Datennetzwerk Storage-Netzwerk	IP-Netzwerk für Storage-Zugriff über SMB-/CIFS-, NFS- oder iSCSI-Protokolle	Gleiche Netzwerk-Switches wie oben	-
	Storage-Zugriff über FC	2 x Cisco MDS 9148S	-
Storage	NetApp AFF A700 All-Flash-Storage-System	1 Cluster	Cluster mit zwei Nodes
	Festplatten-Shelf	Ein DS224C oder NS224 Festplatten-Shelf	Vollständig mit 24 Laufwerken bestückt
	SSD	24, 1,2 TB oder höhere Kapazität	-

In dieser Tabelle ist die Infrastruktursoftware aufgeführt.

Software	Produktfamilie	Version/Release	Details
Verschiedene	Linux	RHEL 8.3	-
	Windows	Windows Server 2012 R2 (64-Bit)	-
	NetApp ONTAP	ONTAP 9.8 oder höher	-
	Cisco UCS Fabric Interconnect	Cisco UCS Manager 4.1 oder höher	-
	Cisco Switches der Ethernet-Serie 3000 oder 9000	Für 9000-Serie, 7.0(3)I7(7) oder höher für 3000-Serie, 9.2(4) oder höher	-
	Cisco FC: Cisco MDS 9132T	8.4(1a) oder höher	-
	Hypervisor	VMware vSphere ESXi 7.0	-
Storage	Hypervisor-Managementsystem	VMware vCenter Server 7.0 (vCSA) oder höher	-
Netzwerk	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 9.7 oder höher	-
	NetApp SnapCenter	SnapCenter 4.3 oder höher	-
	Cisco UCS Manager	4.1(3c) oder höher	

Software	Produktfamilie	Version/Release	Details
Hypervisor	ESXi		
Vereinfachtes	Hypervisor-ManagementsystemVMware vCenter Server 7.0 (vCSA) oder höher		
	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 9.7 oder höher	
	NetApp SnapCenter	SnapCenter 4.3 oder höher	
	Cisco UCS Manager	4.1(3c) oder höher	

"Weiter: Genomik - GATK Einrichtung und Ausführung."

Genomik - GATK Einrichtung und Ausführung

"Früher: Hardware- und Softwarekomponenten der Lösungsinfrastruktur."

Laut dem National Human Genome Research Institute ("NHGRI"„Genomics ist die Untersuchung aller Gene einer Person (das Genom), einschließlich der Wechselwirkungen dieser Gene miteinander und mit der Umwelt einer Person. „

Laut dem "NHGRI", "Deoxyribonukleinsäure (DNA) ist die chemische Verbindung, die die notwendigen Anweisungen enthält, um die Aktivitäten von fast allen lebenden Organismen zu entwickeln und zu leiten. DNA-Moleküle bestehen aus zwei verdrehenden, paarweise angeordneten Strängen, die oft als Doppelhelix bezeichnet werden.“ „Der gesamte DNA-Satz eines Organismus wird sein Genom genannt.“

Sequenzierung ist der Prozess der Bestimmung der genauen Reihenfolge der Basen in einem Strang der DNA. Eine der häufigsten Sequenzierungsarten, die heute verwendet werden, nennt man Sequenzierung durch Synthese. Diese Technik verwendet die Emission von fluoreszierenden Signalen, um die Grundlagen zu bestellen. Forscher können mit Hilfe der DNA-Sequenzierung nach genetischen Variationen und Mutationen suchen, die bei der Entwicklung oder dem Fortschreiten einer Krankheit eine Rolle spielen könnten, während sich eine Person noch im embryonalen Stadium befindet.

Von der Probe bis zur Variantenidentifikation, Anmerkung und Vorhersage

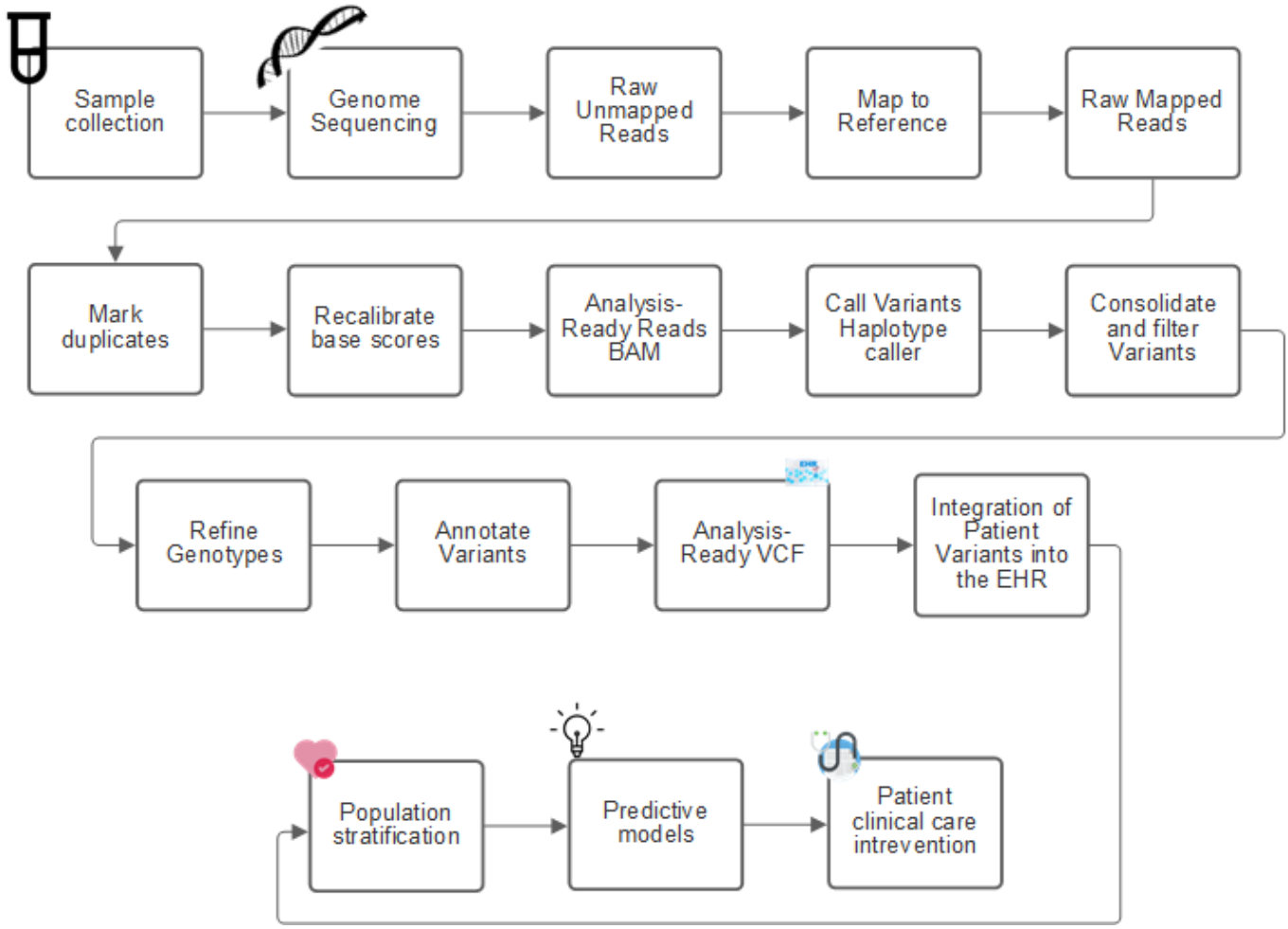
Genomik kann im allgemeinen zu den folgenden Schritten eingeteilt werden. Dies ist keine umfassende Liste:

1. Probenentnahme.
2. "Genom-Sequenzierung" Verwenden eines Sequenzers zum Generieren der Rohdaten.
3. Vorverarbeitung: Beispiel: "Deduplizierung" Wird verwendet "Picard".
4. Genomanalyse:
   a. Wird einem Referenzgenom zugeordnet.
   b. "Variante" Identifizierung und Beschriftung, die in der Regel mit GATK und ähnlichen Tools durchgeführt werden.
5. Integration in das Electronic Health Record-System (EHR).
6. "Bevölkerungsstratifizierung" Und Identifizierung der genetischen Variation über geografische Lage und

ethnische Herkunft.

7. "Prädiktive Modelle" Verwendung von signifikanter Single-Nukleotid-Polymorphismus.
8. "Validierung".

Die folgende Abbildung zeigt den Prozess von der Probenahme bis zur Variantenidentifikation, Anmerkung und Vorhersage.



Das Human Genome Projekt wurde im April 2003 abgeschlossen und das Projekt stellte eine sehr hochwertige Simulation der menschlichen Genom-Sequenz dar, die in der Öffentlichkeit zur Verfügung stand. Das Referenzgenom initiierte eine Explosion der Forschung und Entwicklung von Genomfunktionen. Praktisch jede menschliche Krankheit hat eine Signatur in den Genen des Menschen. Bis vor kurzem nutzen Ärzte Gene, um Geburtsfehler wie Sichelzellenanämie vorherzusagen und zu bestimmen, die durch ein bestimmtes Erbmuster verursacht wird, das durch eine Änderung in einem einzelnen Gen verursacht wird. Die Schatzkammer der Daten, die das Humangenom-Projekt zur Verfügung gestellt wurde, führte zu dem Beginn des aktuellen Status der Genomfunktionen.

Die Genomik bietet zahlreiche Vorteile. Hier ein kleiner Satz von Vorteilen in den Bereichen Gesundheitswesen und Life Sciences:

- Bessere Diagnose am Point of Care
- Bessere Prognose
- Präzisionsmedizin

- Personalisierte Behandlungspläne
- Bessere Krankheitsüberwachung
- Verringerung unerwünschter Ereignisse
- Besserer Zugang zu Therapien
- Verbesserte Krankheitsüberwachung
- Effektive Teilnahme an klinischen Studien und bessere Auswahl von Patienten für klinische Studien auf Basis von Genotypen.

Genomik ist eine "Vierköpfige," Aufgrund der Computing-Anforderungen für den gesamten Lebenszyklus eines Datensatzes, zu Erfassung, Storage, Verteilung und Analyse

Genom Analysis Toolkit (GATK)

GATK wurde als Datenwissenschaftsplattform am entwickelt "Broad Institute". GATK ist eine Reihe von Open-Source-Tools, die Genomanalysen ermöglichen, insbesondere Variantenerkennung, Identifizierung, Annotation und Genotyping. Einer der Vorteile von GATK besteht darin, dass der Satz von Tools und Befehlen zu einem kompletten Workflow gekettet werden kann. Die Hauptprobleme, mit denen sich das breite Institut befasst, sind:

- Die Ursachen und biologischen Mechanismen von Krankheiten verstehen.
- Identifizieren Sie therapeutische Interventionen, die auf die grundlegende Ursache einer Krankheit wirken.
- Verstehen Sie die Sichtlinie von Varianten bis zur Funktion in der menschlichen Physiologie.
- Standards und Richtlinien erstellen "Frameworks" Für die Darstellung von Genomdaten, Speicherung, Analysen, Sicherheit usw.
- Standardisieren und Sozialisieren interoperabler Genom Aggregation Datenbanken (gnomAD).
- Genom-basierte Überwachung, Diagnose und Behandlung von Patienten mit größerer Präzision.
- Helfen Sie bei der Implementierung von Tools, mit denen Krankheiten schon lange vorhergesagt werden, bevor Symptome auftreten.
- Schaffen und stärken Sie eine Gemeinschaft von interdisziplinären Mitarbeitern, um die schwierigsten und wichtigsten Probleme in der Biomedizin zu lösen.

Nach Angaben des GATK und des breiten Instituts sollte die Genomsequenzierung in einem Pathologielabor als Protokoll behandelt werden; jede Aufgabe ist gut dokumentiert, optimiert, reproduzierbar und konsistent über Proben und Experimente hinweg. Im Folgenden finden Sie eine Reihe von Schritten, die vom Broad Institute empfohlen werden. Weitere Informationen finden Sie im "GATK-Website".

Einrichtung von FlexPod

Für Genomik-Workloads wurde eine FlexPod Infrastrukturplattform von Grund auf neu eingerichtet. Die FlexPod Plattform ist hochverfügbar und lässt sich unabhängig skalieren, beispielsweise Netzwerk, Storage und Compute unabhängig voneinander skalieren. Wir verwendeten den folgenden Cisco Validated Design Leitfaden als Referenzarchitekturdokument zur Einrichtung der FlexPod Umgebung: "FlexPod Datacenter with VMware vSphere 7.0 and NetApp ONTAP 9.7". Sehen Sie sich die folgenden FlexPod Plattform-Highlights an:

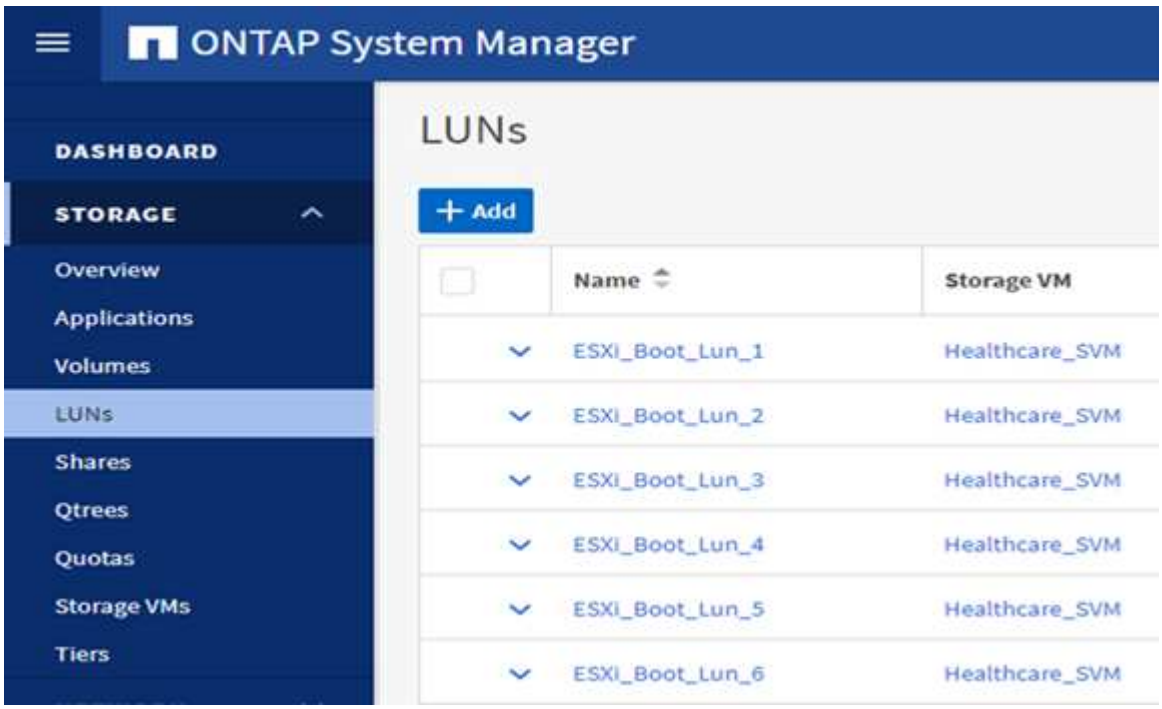
Um die FlexPod Lab-Einrichtung durchzuführen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Zur Einrichtung und Validierung von FlexPod kommen die folgenden IP4-Reservierungen und -VLANs zum Einsatz.

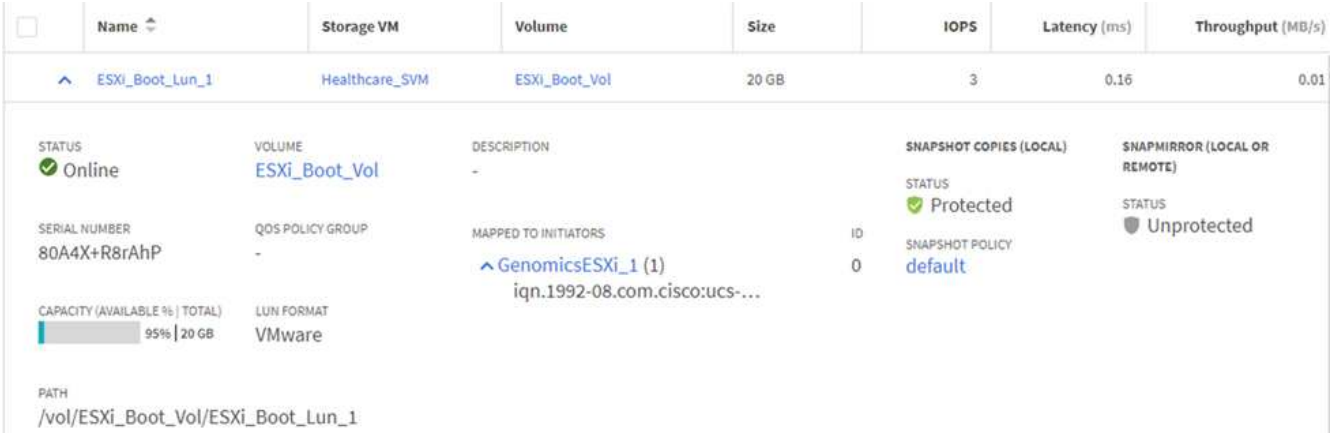
IP Reservations

VLAN	IP Range	Subnet Mask	Purpose
3281	172.21.25 /24	255.255.255.0	IB-MGMT
3282	172.21.26 /24	255.255.255.0	vMotion
3283	172.21.27 /24	255.255.255.0	VM
3284	172.21.28 /24	255.255.255.0	NFS
3285	172.21.29 /24	255.255.255.0	iSCSI-A
3286	172.21.30 /24	255.255.255.0	iSCSI-B

2. Konfigurieren Sie iSCSI-basierte Boot-LUNs auf der ONTAP SVM.

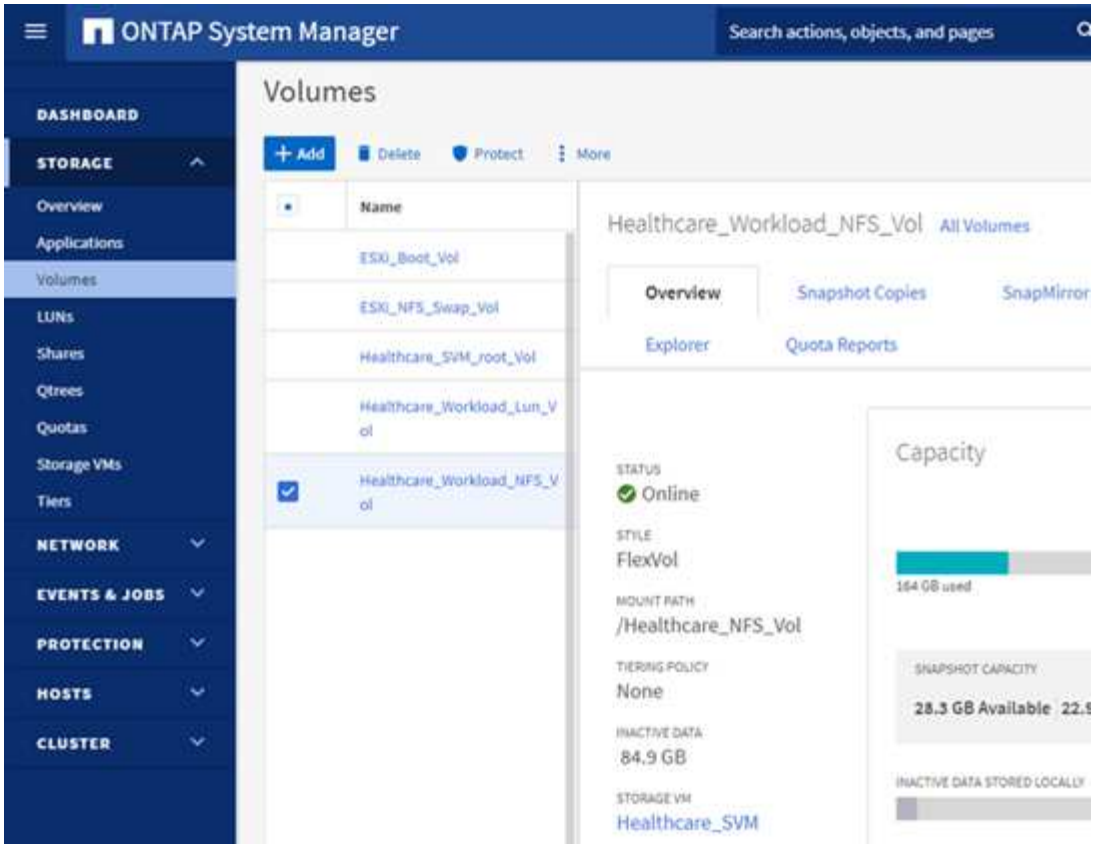


3. Zuordnen von LUNs zu iSCSI-Initiatorgruppen

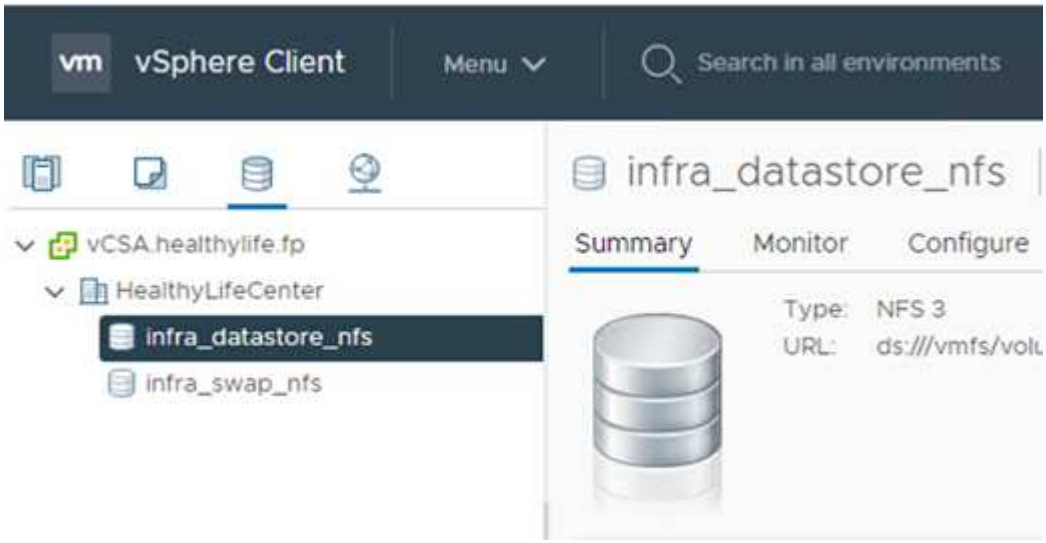


4. Installation von vSphere 7.0 mit iSCSI Boot
5. Registrieren Sie ESXi-Hosts mit vCenter.

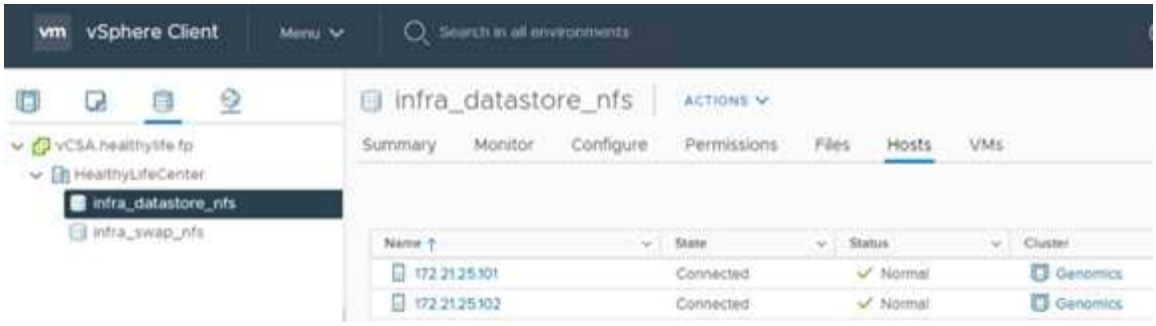
6. Bereitstellung eines NFS-Datenspeichers `infra_datastore_nfs` Auf dem ONTAP Storage.



7. Fügen Sie den Datastore zum vCenter hinzu.



8. Fügen Sie mithilfe von vCenter einen NFS-Datenspeicher zu den ESXi Hosts hinzu.



9. Erstellen Sie mithilfe von vCenter eine VM mit Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.3 zur Ausführung von GATK.
10. Ein NFS-Datastore wird der VM präsentiert und bei gemountet `/mnt/genomics`, Die zum Speichern von ausführbaren GATK-Dateien, Skripten, BAM-Dateien (Binary Alignment Map), Referenzdateien, Indexdateien, Wörterbuchdateien und Ausrufdateien für Variantenaufrufe verwendet wird.

```
[root@genomics1 genomics]# df | grep genomics
/dev/sdb                308587328  5699492 287142812   2% /mnt/genomics
[root@genomics1 genomics]#
```

GATK-Einrichtung und -Ausführung

Installieren Sie die folgenden Voraussetzungen auf der RedHat Enterprise 8.3 Linux VM:

- Java 8 oder SDK 1.8 oder höher
- GATK 4.2.0.0 vom Broad Institute herunterladen "GitHub-Website". Genom-Sequenzdaten werden in der Regel in Form einer Reihe von tabulatorgetrennte ASCII-Spalten gespeichert. ASCII beansprucht jedoch zu viel Platz zum Speichern. Daher wurde ein neuer Standard entwickelt, der als BAM (*.bam)-Datei bezeichnet wird. Eine BAM-Datei speichert die Sequenzdaten in komprimierter, indizierter und binärer Form. Wir "Heruntergeladen" Eine Reihe öffentlich verfügbarer BAM-Dateien für die GATK-Ausführung vom "Öffentliche Domäne". Wir haben auch Indexdateien (*.bai), Wörterbuchdateien (*) heruntergeladen. Dict) und Referenzdatendateien (*. fasta) von der gleichen öffentlichen Domäne.

Nach dem Download verfügt das GATK-Tool-Kit über eine JAR-Datei und eine Reihe von Supportskripten.

- `gatk-package-4.2.0.0-local.jar` Ausführbar
- `gatk` Skriptdatei.

Wir haben die BAM-Dateien und die entsprechenden Index-, Wörterbuch- und Referenzgenom-Dateien für eine Familie heruntergeladen, die aus Vater-, Mutter- und Son *.bam-Dateien bestand.

Cromwell-Motor

Cromwell ist eine Open-Source-Engine, die auf wissenschaftliche Workflows ausgerichtet ist und Workflow-Management ermöglicht. Der Cromwell Motor kann in zwei laufen "Modi", Servermodus oder ein Einzelworkflowmodus. Das Verhalten des Cromwell-Motors kann mit dem gesteuert werden "Cromwell Engine-Konfigurationsdatei".

- **Servermodus.** aktiviert "Rest-konforme" Ausführung von Workflows in Cromwell Engine.
- **Run-Modus.** der Run-Modus eignet sich am besten zur Ausführung einzelner Workflows in Cromwell, "ref" Für einen vollständigen Satz verfügbarer Optionen im Run-Modus.

Wir nutzen die Cromwell Engine, um die Workflows und Pipelines nach Bedarf auszuführen. Die Cromwell Engine verwendet eine benutzerfreundliche "Sprache für die Workflow-Beschreibung" (WDL)-basierte Skriptsprache. Cromwell unterstützt auch einen zweiten Workflow-Skriptstandard, der als Common Workflow Language (CWL) bezeichnet wird. In diesem technischen Bericht wurde WDL verwendet. WDL wurde ursprünglich vom Broad Institute for Genome Analysis Pipelines entwickelt. Mithilfe der WDL-Workflows können verschiedene Strategien implementiert werden, darunter:

- **Linear Chaining.** wie der Name schon sagt, wird die Ausgabe von Task#1 als Eingabe an Task #2 gesendet.
- **Multi-in/out.** Dies ist ähnlich wie bei linearer Verkettung, da jede Aufgabe mehrere Ausgänge als Eingang zu nachfolgenden Aufgaben haben kann.
- **Scatter-Gather.** Dies ist eine der leistungsstärksten EAI-Strategien (Enterprise Application Integration), die zur Verfügung stehen, insbesondere bei ereignisgesteuerter Architektur. Jede Aufgabe wird entkoppelt ausgeführt, und die Ausgabe für jede Aufgabe wird in die Endausgabe konsolidiert.

Es gibt drei Schritte, wenn WDL zum Ausführen von GATK im Standalone-Modus verwendet wird:

1. Syntax validieren mit `womtool.jar`.

   ```
   [root@genomics1 ~]#  java -jar womtool.jar validate ghplo.wdl
   ```

2. Eingabe JSON generieren.

   ```
   [root@genomics1 ~]#  java -jar womtool.jar inputs ghplo.wdl > ghplo.json
   ```

3. Führen Sie den Workflow mit der Cromwell Engine und aus `Cromwell.jar`.

   ```
   [root@genomics1 ~]#  java -jar cromwell.jar run ghplo.wdl --inputs
   ghplo.json
   ```

Das GATK kann mit mehreren Methoden ausgeführt werden; dieses Dokument untersucht drei dieser Methoden.

Ausführung von GATK mit der JAR-Datei

Schauen wir uns eine einzelne Variante Call Pipeline-Ausführung unter Verwendung des haplotypype Variant Caller an.

```
[root@genomics1 ~]#  java -Dsamjdk.use_async_io_read_samtools=false \
-Dsamjdk.use_async_io_write_samtools=true \
-Dsamjdk.use_async_io_write_tribble=false \
-Dsamjdk.compression_level=2 \
-jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar \
HaplotypeCaller \
--input /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
--output workshop_1906_2-germline_bams_father.validation.vcf \
--reference /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta
```

Bei dieser Methode der Ausführung verwenden wir die lokale GATK-Ausführungs-JAR-Datei, wir verwenden einen einzigen java-Befehl, um die JAR-Datei aufzurufen, und wir übergeben mehrere Parameter an den Befehl.

1. Dieser Parameter gibt an, dass wir den aufrufen `HaplotypeCaller` Variant Caller Pipeline.
2. `-- input` Gibt die Eingabe-BAM-Datei an.
3. `--output` Gibt die Variant-Ausgabedatei im Variantenaufrufformat (*.vcf) an ("ref").
4. Mit dem `--reference` Parameter, geben wir ein Referenzgenom weiter.

Nach der Ausführung sind die Ausgabendetails im Abschnitt zu finden "Ausgabe zur Ausführung des GATK unter Verwendung der JAR-Datei."

Ausführung von GATK mit ./gatk-Skript

Das GATK-Werkzeugkit kann mit dem ausgeführt werden `./gatk` Skript: Untersuchen wir nun den folgenden Befehl:

```
[root@genomics1 execution]# ./gatk \
--java-options "-Xmx4G" \
HaplotypeCaller \
-I /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
-R /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta \
-O /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/variants.vcf
```

Wir übergeben mehrere Parameter an den Befehl.

- Dieser Parameter gibt an, dass wir den aufrufen `HaplotypeCaller` Variant Caller Pipeline.
- `-I` Gibt die Eingabe-BAM-Datei an.
- `-O` Gibt die Variant-Ausgabedatei im Variantenaufrufformat (*.vcf) an ("ref").
- Mit dem `-R` Parameter, geben wir ein Referenzgenom weiter.

Nach der Ausführung sind die Ausgabendetails im Abschnitt zu finden

Ausführung von GATK mit Cromwell Engine

Wir verwenden die Cromwell-Engine, um die Ausführung des GATK zu verwalten. Schauen wir uns die Kommandozeile und ihre Parameter an.

```
[root@genomics1 genomics]# java -jar cromwell-65.jar \
run /mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.wdl  \
--inputs /mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.json
```

Hier rufen wir den Java-Befehl auf, indem wir den übergeben `-jar` Parameter, um anzugeben, dass wir eine JAR-Datei ausführen möchten, z. B. `Cromwell-65.jar`. Der nächste Parameter wurde übergeben (`run`) Zeigt an, dass die Cromwell-Engine im Run-Modus läuft, die andere mögliche Option ist der Server-Modus. Der nächste Parameter lautet `*.wdl` Dass der Run-Modus zum Ausführen der Pipelines verwendet werden soll. Der nächste Parameter ist der Satz von Eingabeparametern für die ausgeführten Workflows.

Hier ist der Inhalt der `ghplo.wdl` Datei wie folgt aussehen:

```
[root@genomics1 seq]# cat ghplo.wdl
workflow helloHaplotypeCaller {
  call haplotypeCaller
}
task haplotypeCaller {
  File GATK
  File RefFasta
  File RefIndex
  File RefDict
  String sampleName
  File inputBAM
  File bamIndex
  command {
    java -jar ${GATK} \
         HaplotypeCaller \
        -R ${RefFasta} \
        -I ${inputBAM} \
        -O ${sampleName}.raw.indels.snps.vcf
  }
  output {
    File rawVCF = "${sampleName}.raw.indels.snps.vcf"
  }
}
[root@genomics1 seq]#
```

Hier ist die entsprechende JSON-Datei mit den Eingaben zur Cromwell Engine.

```
[root@genomics1 seq]# cat ghplo.json
{
"helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.GATK": "/mnt/genomics/GATK/gatk-
4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar",
"helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.RefFasta": "/mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta",
"helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.RefIndex": "/mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta.fai",
"helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.RefDict": "/mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.dict",
"helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.sampleName": "fatherbam",
"helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.inputBAM": "/mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/bam/workshop_1906_2-germline_bams_father.bam",
"helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.bamIndex": "/mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/bam/workshop_1906_2-germline_bams_father.bai"
}
[root@genomics1 seq]#
```

Bitte beachten Sie, dass Cromwell für die Ausführung eine in-Memory-Datenbank verwendet. Nach der Ausführung ist das Ausgabungsprotokoll im Abschnitt zu sehen "Ausgabe zur Ausführung von GATK mit Cromwell Engine."

Eine umfassende Reihe von Schritten zur Ausführung des GATK finden Sie im "GATK-Dokumentation".

"Weiter: Ausgabe für die Ausführung von GATK mit der JAR-Datei."

Ausgabe zur Ausführung des GATK unter Verwendung der JAR-Datei

"Früher: Genomik - GATK Einrichtung und Ausführung."

Die Ausführung von GATK unter Verwendung der JAR-Datei hat folgende Probenausgabe erzeugt.

```
[root@genomics1 execution]# java -Dsamjdk.use_async_io_read_samtools=false
\
-Dsamjdk.use_async_io_write_samtools=true \
-Dsamjdk.use_async_io_write_tribble=false \
-Dsamjdk.compression_level=2 \
-jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar \
HaplotypeCaller \
--input /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
--output workshop_1906_2-germline_bams_father.validation.vcf \
--reference /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta \
22:52:58.430 INFO  NativeLibraryLoader - Loading libgkl_compression.so
```

```
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_compression.so
Aug 17, 2021 10:52:58 PM
shaded.cloud_nio.com.google.auth.oauth2.ComputeEngineCredentials
runningOnComputeEngine
INFO: Failed to detect whether we are running on Google Compute Engine.
22:52:58.541 INFO  HaplotypeCaller -
------------------------------------------------------------
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller - The Genome Analysis Toolkit (GATK)
v4.2.0.0
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller - For support and documentation go to
https://software.broadinstitute.org/gatk/
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller - Executing as
root@genomics1.healthylife.fp on Linux v4.18.0-305.3.1.el8_4.x86_64 amd64
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller - Java runtime: OpenJDK 64-Bit Server
VM v1.8.0_302-b08
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller - Start Date/Time: August 17, 2021
10:52:58 PM EDT
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller -
------------------------------------------------------------
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller -
------------------------------------------------------------
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK Version: 2.24.0
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller - Picard Version: 2.25.0
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller - Built for Spark Version: 2.4.5
22:52:58.542 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK Defaults.COMPRESSION_LEVEL : 2
22:52:58.543 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_READ_FOR_SAMTOOLS : false
22:52:58.543 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_SAMTOOLS : true
22:52:58.543 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_TRIBBLE : false
22:52:58.543 INFO  HaplotypeCaller - Deflater: IntelDeflater
22:52:58.543 INFO  HaplotypeCaller - Inflater: IntelInflater
22:52:58.543 INFO  HaplotypeCaller - GCS max retries/reopens: 20
22:52:58.543 INFO  HaplotypeCaller - Requester pays: disabled
22:52:58.543 INFO  HaplotypeCaller - Initializing engine
22:52:58.804 INFO  HaplotypeCaller - Done initializing engine
22:52:58.809 INFO  HaplotypeCallerEngine - Disabling physical phasing,
which is supported only for reference-model confidence output
22:52:58.820 INFO  NativeLibraryLoader - Loading libgkl_utils.so from
jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_utils.so
22:52:58.821 INFO  NativeLibraryLoader - Loading libgkl_pairhmm_omp.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_pairhmm_omp.so
```

```
22:52:58.854 INFO  IntelPairHmm - Using CPU-supported AVX-512 instructions
22:52:58.854 INFO  IntelPairHmm - Flush-to-zero (FTZ) is enabled when
running PairHMM
22:52:58.854 INFO  IntelPairHmm - Available threads: 16
22:52:58.854 INFO  IntelPairHmm - Requested threads: 4
22:52:58.854 INFO  PairHMM - Using the OpenMP multi-threaded AVX-
accelerated native PairHMM implementation
22:52:58.872 INFO  ProgressMeter - Starting traversal
22:52:58.873 INFO  ProgressMeter -        Current Locus  Elapsed Minutes
Regions Processed   Regions/Minute
22:53:00.733 WARN  InbreedingCoeff - InbreedingCoeff will not be
calculated at position 20:9999900 and possibly subsequent; at least 10
samples must have called genotypes
22:53:08.873 INFO  ProgressMeter -          20:17538652              0.2
58900         353400.0
22:53:17.681 INFO  HaplotypeCaller - 405 read(s) filtered by:
MappingQualityReadFilter
0 read(s) filtered by: MappingQualityAvailableReadFilter
0 read(s) filtered by: MappedReadFilter
0 read(s) filtered by: NotSecondaryAlignmentReadFilter
6628 read(s) filtered by: NotDuplicateReadFilter
0 read(s) filtered by: PassesVendorQualityCheckReadFilter
0 read(s) filtered by: NonZeroReferenceLengthAlignmentReadFilter
0 read(s) filtered by: GoodCigarReadFilter
0 read(s) filtered by: WellformedReadFilter
7033 total reads filtered
22:53:17.681 INFO  ProgressMeter -          20:63024652              0.3
210522         671592.9
22:53:17.681 INFO  ProgressMeter - Traversal complete. Processed 210522
total regions in 0.3 minutes.
22:53:17.687 INFO  VectorLoglessPairHMM - Time spent in setup for JNI call
: 0.010347438
22:53:17.687 INFO  PairHMM - Total compute time in PairHMM
computeLogLikelihoods() : 0.259172573
22:53:17.687 INFO  SmithWatermanAligner - Total compute time in java
Smith-Waterman : 1.27 sec
22:53:17.687 INFO  HaplotypeCaller - Shutting down engine
[August 17, 2021 10:53:17 PM EDT]
org.broadinstitute.hellbender.tools.walkers.haplotypecaller.HaplotypeCalle
r done. Elapsed time: 0.32 minutes.
Runtime.totalMemory()=5561122816
[root@genomics1 execution]#
```

Beachten Sie, dass sich die Ausgabedatei an dem nach der Ausführung angegebenen Speicherort befindet.

Ausgabe zur Ausführung des GATK mit dem Skript ./gatk

"Zurück: Ausgabe für die Ausführung von GATK mit der JAR-Datei."

Die Ausführung des GATK unter Verwendung des `./gatk` Skript hat die folgende Musterausgabe erzeugt.

```
[root@genomics1 gatk-4.2.0.0]# ./gatk --java-options "-Xmx4G" \
HaplotypeCaller \
-I /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam \
-R /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/ref/workshop_1906_2-
germline_ref_ref.fasta \
-O /mnt/genomics/GATK/TEST\ DATA/variants.vcf
Using GATK jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar
Running:
    java -Dsamjdk.use_async_io_read_samtools=false
-Dsamjdk.use_async_io_write_samtools=true
-Dsamjdk.use_async_io_write_tribble=false -Dsamjdk.compression_level=2
-Xmx4G -jar /mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-local.jar
HaplotypeCaller -I /mnt/genomics/GATK/TEST DATA/bam/workshop_1906_2-
germline_bams_father.bam -R /mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/ref/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta -O /mnt/genomics/GATK/TEST
DATA/variants.vcf
23:29:45.553 INFO  NativeLibraryLoader - Loading libgkl_compression.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_compression.so
Aug 17, 2021 11:29:45 PM
shaded.cloud_nio.com.google.auth.oauth2.ComputeEngineCredentials
runningOnComputeEngine
INFO: Failed to detect whether we are running on Google Compute Engine.
23:29:45.686 INFO  HaplotypeCaller -
------------------------------------------------------------
23:29:45.686 INFO  HaplotypeCaller - The Genome Analysis Toolkit (GATK)
v4.2.0.0
23:29:45.686 INFO  HaplotypeCaller - For support and documentation go to
https://software.broadinstitute.org/gatk/
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller - Executing as
root@genomics1.healthylife.fp on Linux v4.18.0-305.3.1.el8_4.x86_64 amd64
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller - Java runtime: OpenJDK 64-Bit Server
VM v11.0.12+7-LTS
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller - Start Date/Time: August 17, 2021 at
11:29:45 PM EDT
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller -
------------------------------------------------------------
```

```
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller -
------------------------------------------------------------
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK Version: 2.24.0
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller - Picard Version: 2.25.0
23:29:45.687 INFO  HaplotypeCaller - Built for Spark Version: 2.4.5
23:29:45.688 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK Defaults.COMPRESSION_LEVEL : 2
23:29:45.688 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_READ_FOR_SAMTOOLS : false
23:29:45.688 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_SAMTOOLS : true
23:29:45.688 INFO  HaplotypeCaller - HTSJDK
Defaults.USE_ASYNC_IO_WRITE_FOR_TRIBBLE : false
23:29:45.688 INFO  HaplotypeCaller - Deflater: IntelDeflater
23:29:45.688 INFO  HaplotypeCaller - Inflater: IntelInflater
23:29:45.688 INFO  HaplotypeCaller - GCS max retries/reopens: 20
23:29:45.688 INFO  HaplotypeCaller - Requester pays: disabled
23:29:45.688 INFO  HaplotypeCaller - Initializing engine
23:29:45.804 INFO  HaplotypeCaller - Done initializing engine
23:29:45.809 INFO  HaplotypeCallerEngine - Disabling physical phasing,
which is supported only for reference-model confidence output
23:29:45.818 INFO  NativeLibraryLoader - Loading libgkl_utils.so from
jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_utils.so
23:29:45.819 INFO  NativeLibraryLoader - Loading libgkl_pairhmm_omp.so
from jar:file:/mnt/genomics/GATK/gatk-4.2.0.0/gatk-package-4.2.0.0-
local.jar!/com/intel/gkl/native/libgkl_pairhmm_omp.so
23:29:45.852 INFO  IntelPairHmm - Using CPU-supported AVX-512 instructions
23:29:45.852 INFO  IntelPairHmm - Flush-to-zero (FTZ) is enabled when
running PairHMM
23:29:45.852 INFO  IntelPairHmm - Available threads: 16
23:29:45.852 INFO  IntelPairHmm - Requested threads: 4
23:29:45.852 INFO  PairHMM - Using the OpenMP multi-threaded AVX-
accelerated native PairHMM implementation
23:29:45.868 INFO  ProgressMeter - Starting traversal
23:29:45.868 INFO  ProgressMeter -        Current Locus  Elapsed Minutes
Regions Processed   Regions/Minute
23:29:47.772 WARN  InbreedingCoeff - InbreedingCoeff will not be
calculated at position 20:9999900 and possibly subsequent; at least 10
samples must have called genotypes
23:29:55.868 INFO  ProgressMeter -          20:18885652              0.2
63390         380340.0
23:30:04.389 INFO  HaplotypeCaller - 405 read(s) filtered by:
MappingQualityReadFilter
0 read(s) filtered by: MappingQualityAvailableReadFilter
0 read(s) filtered by: MappedReadFilter
0 read(s) filtered by: NotSecondaryAlignmentReadFilter
```

```
6628 read(s) filtered by: NotDuplicateReadFilter
0 read(s) filtered by: PassesVendorQualityCheckReadFilter
0 read(s) filtered by: NonZeroReferenceLengthAlignmentReadFilter
0 read(s) filtered by: GoodCigarReadFilter
0 read(s) filtered by: WellformedReadFilter
7033 total reads filtered
23:30:04.389 INFO  ProgressMeter -          20:63024652              0.3
210522         681999.9
23:30:04.389 INFO  ProgressMeter - Traversal complete. Processed 210522
total regions in 0.3 minutes.
23:30:04.395 INFO  VectorLoglessPairHMM - Time spent in setup for JNI call
: 0.012129203000000002
23:30:04.395 INFO  PairHMM - Total compute time in PairHMM
computeLogLikelihoods() : 0.267345217
23:30:04.395 INFO  SmithWatermanAligner - Total compute time in java
Smith-Waterman : 1.23 sec
23:30:04.395 INFO  HaplotypeCaller - Shutting down engine
[August 17, 2021 at 11:30:04 PM EDT]
org.broadinstitute.hellbender.tools.walkers.haplotypecaller.HaplotypeCalle
r done. Elapsed time: 0.31 minutes.
Runtime.totalMemory()=2111832064
[root@genomics1 gatk-4.2.0.0]#
```

Beachten Sie, dass sich die Ausgabedatei an dem nach der Ausführung angegebenen Speicherort befindet.

"Weiter: Ausgabe für die Ausführung von GATK mit der Cromwell-Engine."

Ausgabe zur Ausführung von GATK mit Cromwell Engine

Die Ausführung von GATK mit der Cromwell-Engine hat die folgende Probenausgabe erzeugt.

```
[root@genomics1 genomics]# java -jar  cromwell-65.jar run
/mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.wdl  --inputs
/mnt/genomics/GATK/seq/ghplo.json
[2021-08-18 17:10:50,78] [info] Running with database db.url =
jdbc:hsqldb:mem:856a1f0d-9a0d-42e5-9199-
5e6c1d0f72dd;shutdown=false;hsqldb.tx=mvcc
[2021-08-18 17:10:57,74] [info] Running migration
RenameWorkflowOptionsInMetadata with a read batch size of 100000 and a
write batch size of 100000
[2021-08-18 17:10:57,75] [info] [RenameWorkflowOptionsInMetadata] 100%
[2021-08-18 17:10:57,83] [info] Running with database db.url =
jdbc:hsqldb:mem:6afe0252-2dc9-4e57-8674-
ce63c67aa142;shutdown=false;hsqldb.tx=mvcc
[2021-08-18 17:10:58,17] [info] Slf4jLogger started
```

```
[2021-08-18 17:10:58,33] [info] Workflow heartbeat configuration:
{
  "cromwellId" : "cromid-41b7e30",
  "heartbeatInterval" : "2 minutes",
  "ttl" : "10 minutes",
  "failureShutdownDuration" : "5 minutes",
  "writeBatchSize" : 10000,
  "writeThreshold" : 10000
}
[2021-08-18 17:10:58,38] [info] Metadata summary refreshing every 1
second.
[2021-08-18 17:10:58,38] [info] No metadata archiver defined in config
[2021-08-18 17:10:58,38] [info] No metadata deleter defined in config
[2021-08-18 17:10:58,40] [info] KvWriteActor configured to flush with
batch size 200 and process rate 5 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,40] [info] WriteMetadataActor configured to flush
with batch size 200 and process rate 5 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,44] [info] CallCacheWriteActor configured to flush
with batch size 100 and process rate 3 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,44] [warn] 'docker.hash-lookup.gcr-api-queries-per-
100-seconds' is being deprecated, use 'docker.hash-lookup.gcr.throttle'
instead (see reference.conf)
[2021-08-18 17:10:58,54] [info] JobExecutionTokenDispenser - Distribution
rate: 50 per 1 seconds.
[2021-08-18 17:10:58,58] [info] SingleWorkflowRunnerActor: Version 65
[2021-08-18 17:10:58,58] [info] SingleWorkflowRunnerActor: Submitting
workflow
[2021-08-18 17:10:58,64] [info] Unspecified type (Unspecified version)
workflow 3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e submitted
[2021-08-18 17:10:58,66] [info] SingleWorkflowRunnerActor: Workflow
submitted 3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,66] [info] 1 new workflows fetched by cromid-41b7e30:
3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,67] [info] WorkflowManagerActor: Starting workflow
3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,68] [info] WorkflowManagerActor: Successfully started
WorkflowActor-3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e
[2021-08-18 17:10:58,68] [info] Retrieved 1 workflows from the
WorkflowStoreActor
[2021-08-18 17:10:58,70] [info] WorkflowStoreHeartbeatWriteActor
configured to flush with batch size 10000 and process rate 2 minutes.
[2021-08-18 17:10:58,76] [info] MaterializeWorkflowDescriptorActor
[3e246147]: Parsing workflow as WDL draft-2
[2021-08-18 17:10:59,34] [info] MaterializeWorkflowDescriptorActor
[3e246147]: Call-to-Backend assignments:
helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller -> Local
```

```
[2021-08-18 17:11:00,54] [info] WorkflowExecutionActor-3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e [3e246147]: Starting
helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller
[2021-08-18 17:11:01,56] [info] Assigned new job execution tokens to the
following groups: 3e246147: 1
[2021-08-18 17:11:01,70] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: java -jar
/mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e/call-haplotypeCaller/inputs/-179397211/gatk-package-
4.2.0.0-local.jar \
     HaplotypeCaller \
    -R /mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-
b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/inputs/604632695/workshop_1906_2-germline_ref_ref.fasta \
    -I /mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-
b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/inputs/604617202/workshop_1906_2-germline_bams_father.bam
\
    -O fatherbam.raw.indels.snps.vcf
[2021-08-18 17:11:01,72] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: executing: /bin/bash
/mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e/call-haplotypeCaller/execution/script
[2021-08-18 17:11:03,49] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: job id: 26867
[2021-08-18 17:11:03,53] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: Status change from -
to WaitingForReturnCode
[2021-08-18 17:11:03,54] [info] Not triggering log of token queue status.
Effective log interval = None
[2021-08-18 17:11:23,65] [info] BackgroundConfigAsyncJobExecutionActor
[3e246147helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller:NA:1]: Status change from
WaitingForReturnCode to Done
[2021-08-18 17:11:25,04] [info] WorkflowExecutionActor-3e246147-b1a9-41dc-
8679-319f81b7701e [3e246147]: Workflow helloHaplotypeCaller complete.
Final Outputs:
{
  "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.rawVCF": "/mnt/genomics/cromwell-
executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/execution/fatherbam.raw.indels.snps.vcf"
}
[2021-08-18 17:11:28,43] [info] WorkflowManagerActor: Workflow actor for
3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e completed with status 'Succeeded'.
The workflow will be removed from the workflow store.
[2021-08-18 17:11:32,24] [info] SingleWorkflowRunnerActor workflow
finished with status 'Succeeded'.
```

```
{
  "outputs": {
    "helloHaplotypeCaller.haplotypeCaller.rawVCF":
"/mnt/genomics/cromwell-executions/helloHaplotypeCaller/3e246147-b1a9-
41dc-8679-319f81b7701e/call-
haplotypeCaller/execution/fatherbam.raw.indels.snps.vcf"
  },
  "id": "3e246147-b1a9-41dc-8679-319f81b7701e"
}
[2021-08-18 17:11:33,45] [info] Workflow polling stopped
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] 0 workflows released by cromid-41b7e30
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Shutting down WorkflowStoreActor - Timeout
= 5 seconds
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Shutting down WorkflowLogCopyRouter -
Timeout = 5 seconds
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Shutting down JobExecutionTokenDispenser -
Timeout = 5 seconds
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] Aborting all running workflows.
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] JobExecutionTokenDispenser stopped
[2021-08-18 17:11:33,46] [info] WorkflowStoreActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] WorkflowLogCopyRouter stopped
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] Shutting down WorkflowManagerActor -
Timeout = 3600 seconds
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] WorkflowManagerActor: All workflows
finished
[2021-08-18 17:11:33,47] [info] WorkflowManagerActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Connection pools shut down
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down SubWorkflowStoreActor -
Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down JobStoreActor - Timeout =
1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down CallCacheWriteActor -
Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] SubWorkflowStoreActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down ServiceRegistryActor -
Timeout = 1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down DockerHashActor - Timeout =
1800 seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] Shutting down IoProxy - Timeout = 1800
seconds
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] CallCacheWriteActor Shutting down: 0
queued messages to process
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] JobStoreActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] CallCacheWriteActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] KvWriteActor Shutting down: 0 queued
messages to process
```

```
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] IoProxy stopped
[2021-08-18 17:11:33,64] [info] WriteMetadataActor Shutting down: 0 queued
messages to process
[2021-08-18 17:11:33,65] [info] ServiceRegistryActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,65] [info] DockerHashActor stopped
[2021-08-18 17:11:33,67] [info] Database closed
[2021-08-18 17:11:33,67] [info] Stream materializer shut down
[2021-08-18 17:11:33,67] [info] WDL HTTP import resolver closed
[root@genomics1 genomics]#
```

"Als Nächstes: GPU-Setup."

GPU-Einrichtung

"Zurück: Ausgabe für die Ausführung von GATK mit der Cromwell-Engine."

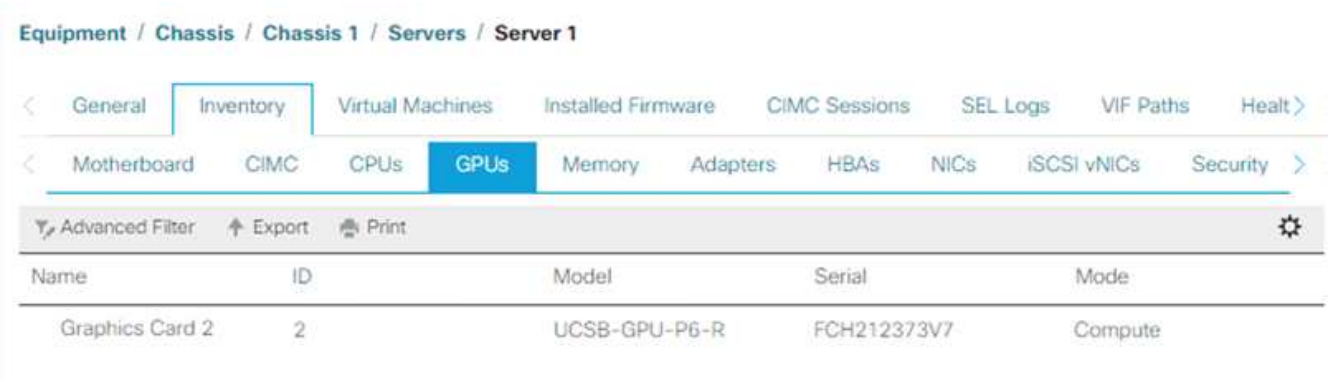
Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung bietet das GATK-Tool keine native Unterstützung für die GPU-basierte Ausführung vor Ort. Die folgende Einrichtung und Anleitung werden bereitgestellt, damit die Leser verstehen können, wie einfach es ist, FlexPod mit einer an der Rückseite montierten NVIDIA Tesla P6 GPU mit einer PCIe Mezzanine-Karte für GATK zu verwenden.

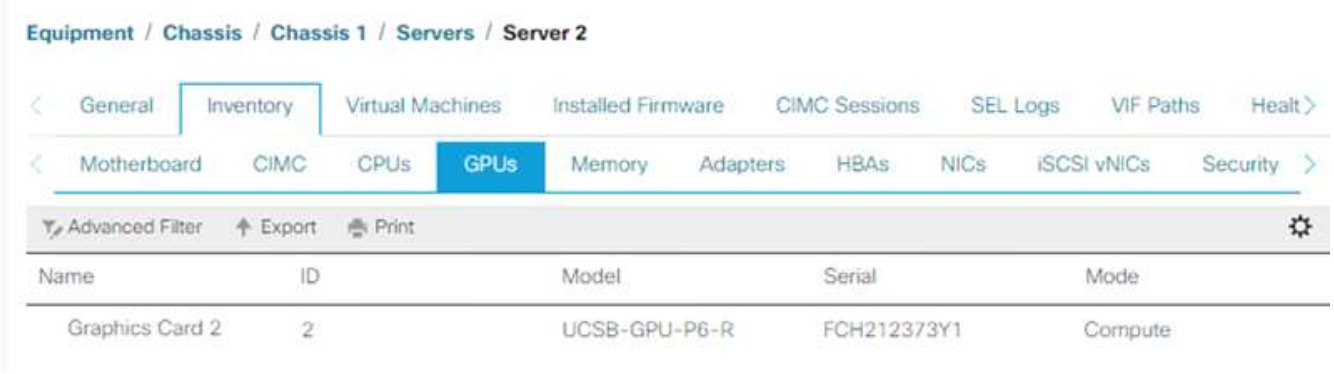
Zur Einrichtung der FlexPod Umgebung haben wir folgendes Cisco Validated Design (CVD) als Referenzarchitektur und Best Practice Guide verwendet. Damit können wir Applikationen ausführen, die GPUs verwenden.

- "FlexPod Datacenter for AI/ML with Cisco UCS 480 ML for Deep Learning"

Kernpunkte dieses Setups:

1. Wir haben eine PCIe NVIDIA Tesla P6 GPU in einem Mezzanine-Steckplatz in den UCS B200 M5 Servern verwendet.





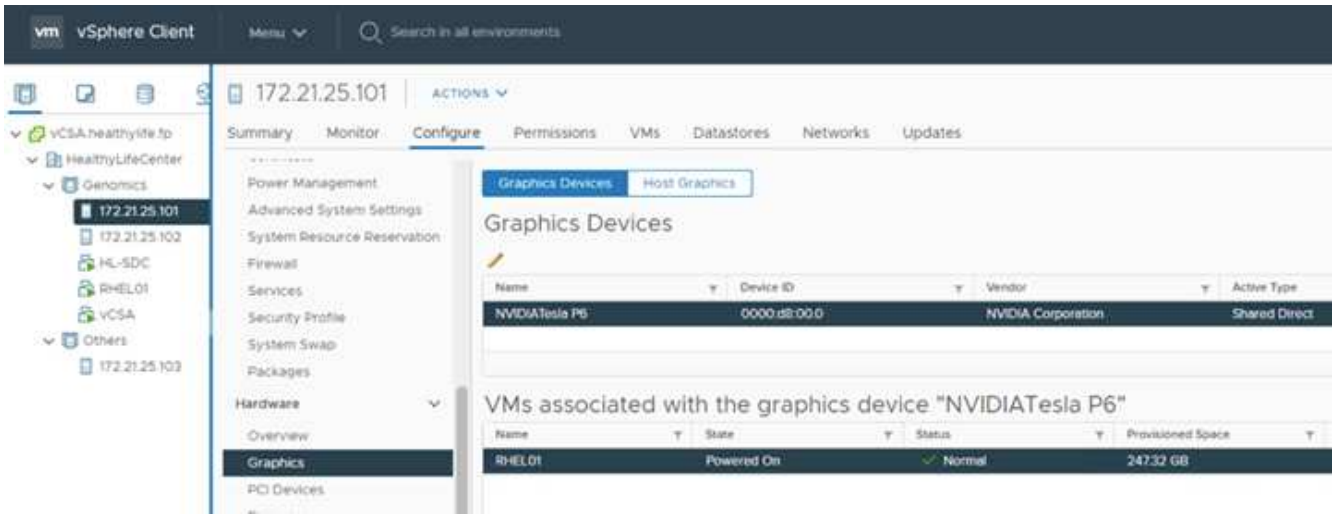
2. Wir haben uns für dieses Setup im NVIDIA Partner-Portal registriert und eine Evaluierungslizenz (auch als Berechtigung bekannt) erhalten, die GPUs im Compute-Modus verwenden kann.
3. Wir haben die erforderliche NVIDIA vGPU-Software von der NVIDIA-Partner-Website heruntergeladen.
4. Wir haben die Berechtigung heruntergeladen `*.bin` Datei von der NVIDIA-Partner-Website.
5. Wir installierten einen NVIDIA vGPU-Lizenzserver und fügten die Berechtigungen unter Verwendung von dem auf dem Lizenzserver hinzu `*.bin` Datei wird von der NVIDIA-Partnerwebsite heruntergeladen.
6. Stellen Sie sicher, dass Sie die richtige NVIDIA vGPU-Softwareversion für Ihre Implementierung im NVIDIA-Partnerportal auswählen. Für dieses Setup haben wir Treiberversion 460.73.02 verwendet.
7. Mit diesem Befehl wird der installiert "NVIDIA vGPU Manager" In ESXi.

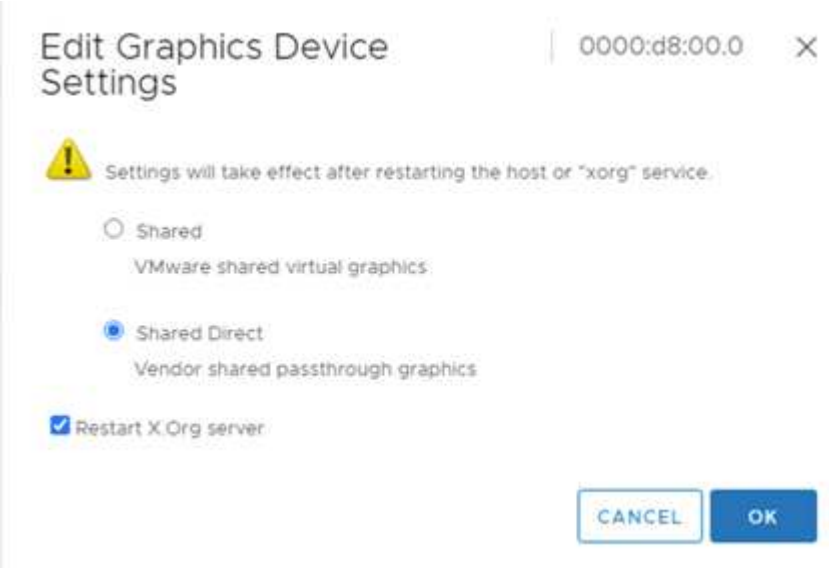
```
[root@localhost:~] esxcli software vib install -v
/vmfs/volumes/infra_datastore_nfs/nvidia/vib/NVIDIA_bootbank_NVIDIA-
VMware_ESXi_7.0_Host_Driver_460.73.02-1OEM.700.0.0.15525992.vib
Installation Result
Message: Operation finished successfully.
Reboot Required: false
VIBs Installed: NVIDIA_bootbank_NVIDIA-
VMware_ESXi_7.0_Host_Driver_460.73.02-1OEM.700.0.0.15525992
VIBs Removed:
VIBs Skipped:
```

8. Führen Sie nach dem Neubooten des ESXi-Servers den folgenden Befehl aus, um die Installation zu validieren und den Zustand der GPUs zu überprüfen.

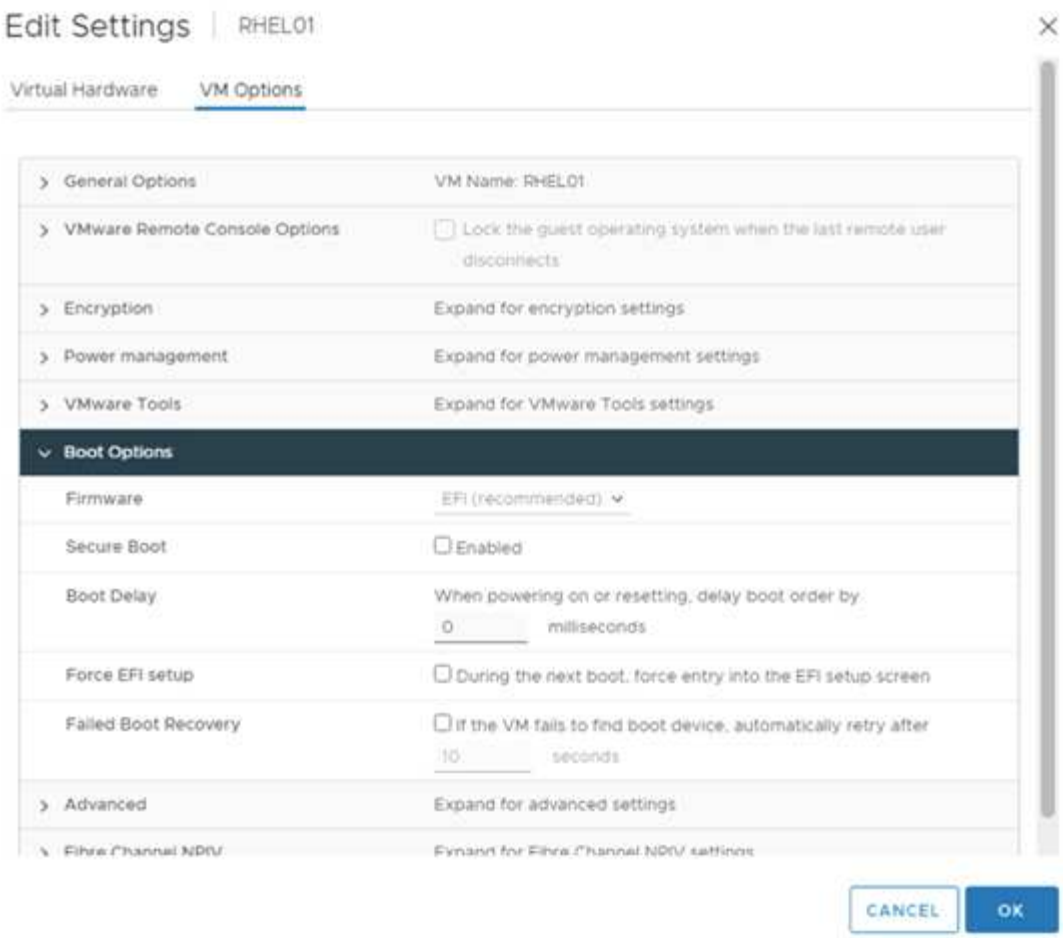
```
[root@localhost:~] nvidia-smi
Wed Aug 18 21:37:19 2021
+-----------------------------------------------------------------------------
------+
| NVIDIA-SMI 460.73.02    Driver Version: 460.73.02    CUDA Version: N/A
|
|-------------------------------+----------------------
+----------------------+
| GPU  Name        Persistence-M| Bus-Id        Disp.A | Volatile
Uncorr. ECC |
| Fan  Temp  Perf  Pwr:Usage/Cap|         Memory-Usage | GPU-Util
Compute M. |
|                               |                      |
MIG M. |
|===============================+======================+================
======|
|   0  Tesla P6            On   | 00000000:D8:00.0 Off |
0 |
| N/A   35C    P8     9W /  90W |  15208MiB / 15359MiB |      0%
Default |
|                               |                      |
N/A |
+-------------------------------+----------------------
+----------------------+
+-----------------------------------------------------------------------------
------+
| Processes:
|
|  GPU   GI   CI        PID   Type   Process name                  GPU
Memory |
|        ID   ID                                                   Usage
|
|=============================================================================
======|
|    0   N/A  N/A   2812553    C+G   RHEL01
15168MiB |
+-----------------------------------------------------------------------------
------+
[root@localhost:~]
```

9. Mit vCenter "Konfigurieren" Die Einstellungen des Grafikgeräts auf „Shared Direct“.





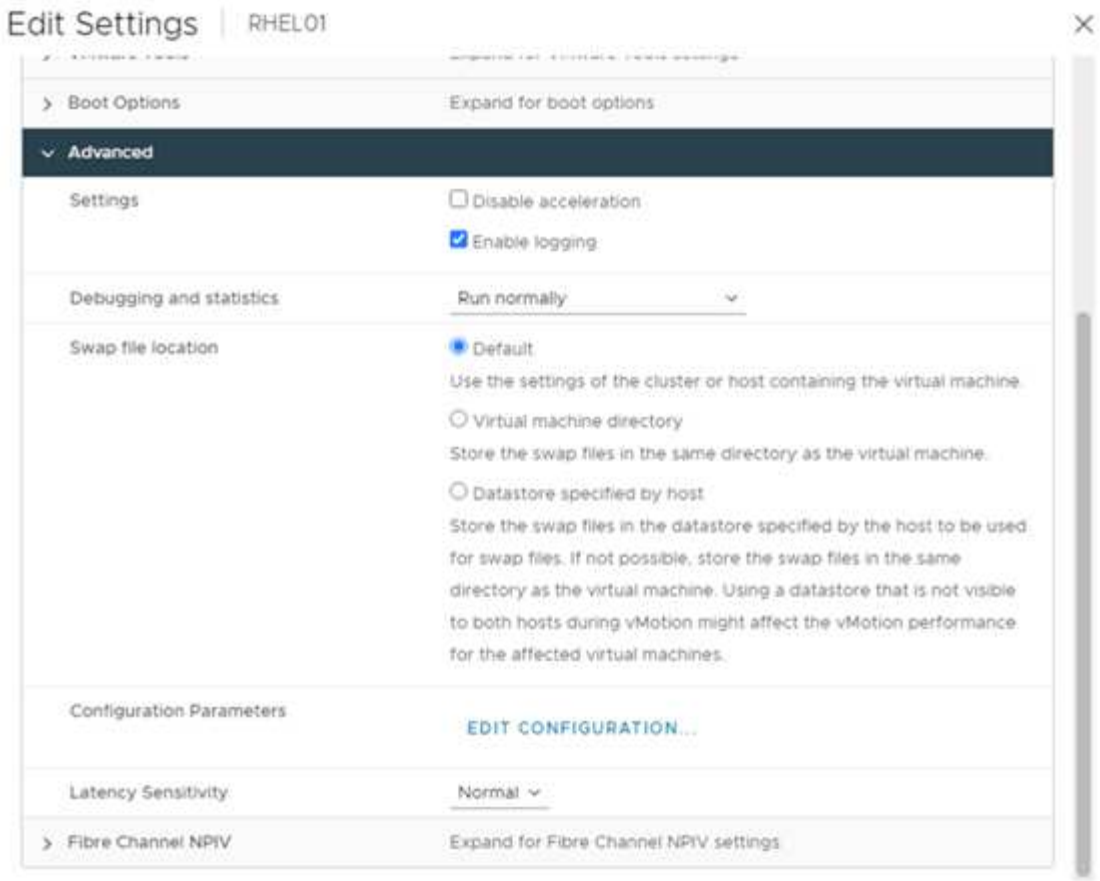
10. Vergewissern Sie sich, dass der sichere Boot für die RedHat-VM deaktiviert ist.
11. Stellen Sie sicher, dass die Firmware für VM-Startoptionen auf EFI (gesetzt ist "ref").

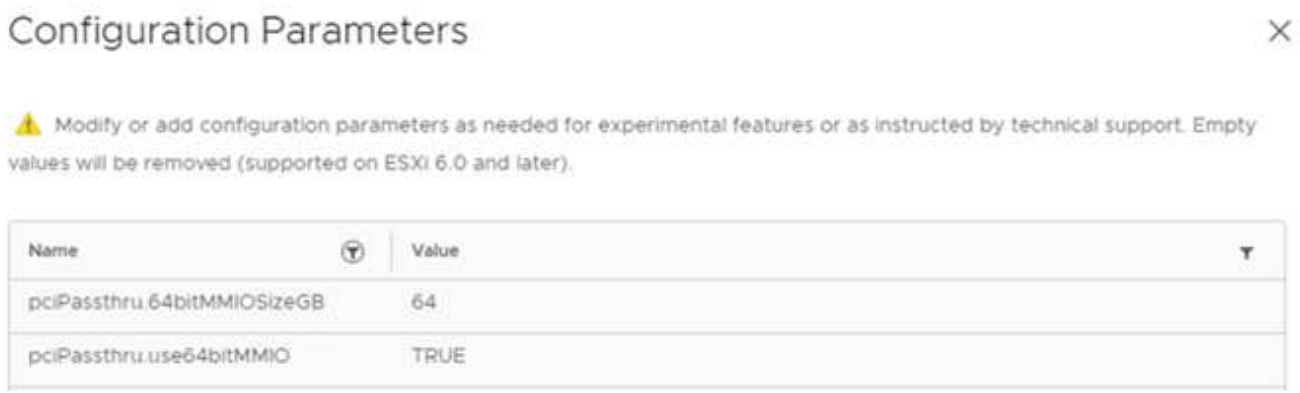


12. Stellen Sie sicher, dass die folgenden PARAMS zur erweiterten Konfiguration der VM-Optionen hinzugefügt werden. Der Wert des `pciPassthru.64bitMMIOSizeGB` Parameter hängt vom GPU-Speicher und der Anzahl der der der VM zugewiesenen GPUs ab. Beispiel:

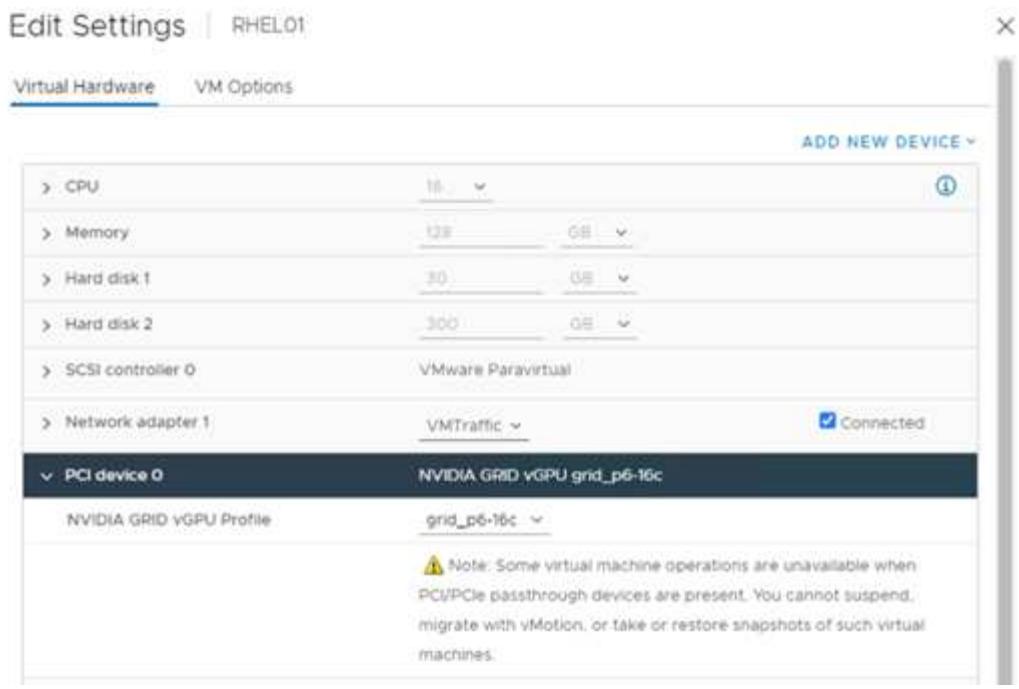
    a. Wenn einer VM 4 x 32-GB-V100-GPUs zugewiesen sind, sollte dieser Wert 128 sein.

    b. Wenn einer VM 4 x 16-GB-P6-GPUs zugewiesen sind, sollte dieser Wert 64 sein.





13. Wenn Sie der virtuellen Maschine in vCenter vGPUs als neues PCI-Gerät hinzufügen, stellen Sie sicher, dass Sie NVIDIA GRID vGPU als PCI-Gerätetyp auswählen.
14. Wählen Sie das richtige GPU-Profil aus, das die verwendete GPU, den GPU-Speicher und den Nutzungszweck anführt, z. B. Grafik oder Rechner.



15. Auf der RedHat Linux VM können NVIDIA-Treiber installiert werden, indem Sie den folgenden Befehl ausführen:

```
[root@genomics1 genomics]#sh NVIDIA-Linux-x86_64-460.73.01-grid.run
```

16. Überprüfen Sie, ob das richtige vGPU-Profil angegeben wird, indem Sie den folgenden Befehl ausführen:

```
[root@genomics1 genomics]# nvidia-smi -query-gpu=gpu_name
-format=csv,noheader -id=0 | sed -e 's/ /-/g'
GRID-P6-16C
[root@genomics1 genomics]#
```

17. Überprüfen Sie nach dem Neubooten, ob die richtigen NVIDIA vGPU-Versionen zusammen mit den Treiberversionen gemeldet werden.

```
[root@genomics1 genomics]# nvidia-smi
Wed Aug 18 20:30:56 2021
+-----------------------------------------------------------------------------
------+
| NVIDIA-SMI 460.73.01    Driver Version: 460.73.01    CUDA Version:
11.2     |
|-------------------------------+----------------------
+----------------------+
| GPU  Name        Persistence-M| Bus-Id        Disp.A | Volatile
Uncorr. ECC |
| Fan  Temp  Perf  Pwr:Usage/Cap|         Memory-Usage | GPU-Util
Compute M. |
|                               |                      |
MIG M. |
|===============================+======================+================
======|
|   0  GRID P6-16C         On   | 00000000:02:02.0 Off |
N/A |
| N/A   N/A    P8    N/A /  N/A |   2205MiB / 16384MiB |      0%
Default |
|                               |                      |
N/A |
+-------------------------------+----------------------
+----------------------+
+-----------------------------------------------------------------------------
------+
| Processes:
|
|  GPU   GI   CI        PID   Type   Process name                  GPU
Memory |
|        ID   ID                                                   Usage
|
|=============================================================================
======|
|    0   N/A  N/A      8604      G   /usr/libexec/Xorg
13MiB |
+-----------------------------------------------------------------------------
------+
[root@genomics1 genomics]#
```

18. Stellen Sie sicher, dass die IP-Adresse des Lizenzservers auf der VM in der vGPU-Grid-Konfigurationsdatei konfiguriert ist.
    a. Kopieren Sie die Vorlage.

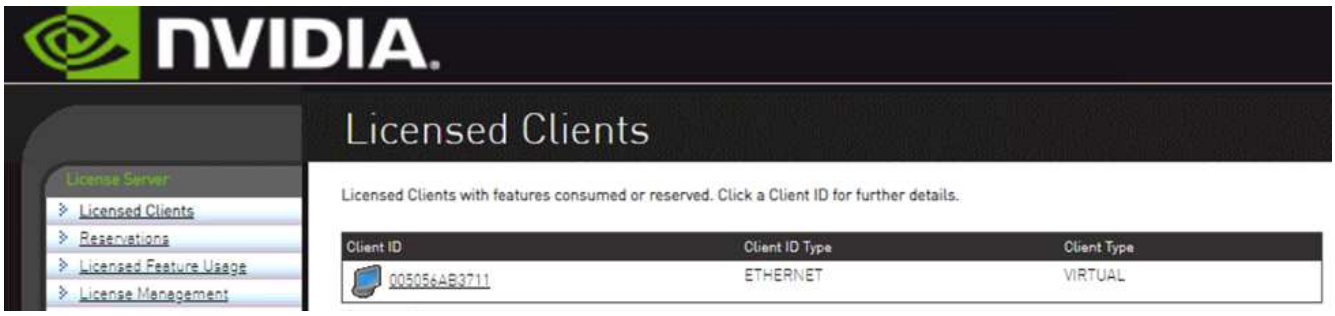
```
[root@genomics1 genomics]# cp /etc/nvidia/gridd.conf.template
/etc/nvidia/gridd.conf
```

b. Bearbeiten Sie die Datei `/etc/nvidia/rid.conf`, Fügen Sie die IP-Adresse des Lizenzservers hinzu und setzen Sie den Funktionstyp auf 1.

```
ServerAddress=192.168.169.10
```

```
FeatureType=1
```

19. Nach dem Neustart der VM sollten Sie einen Eintrag unter lizenzierte Clients im Lizenzserver sehen, wie unten gezeigt.



20. Weitere Informationen zum Herunterladen der Software GATK und Cromwell finden Sie im Abschnitt Solutions Setup.

21. Nachdem GATK GPUs vor Ort, die Workflow-Beschreibungssprache, verwenden kann `*. wdl` Enthält die Laufzeitattribute wie unten dargestellt.

```
task ValidateBAM {
  input {
    # Command parameters
    File input_bam
    String output_basename
    String? validation_mode
    String gatk_path
    # Runtime parameters
    String docker
    Int machine_mem_gb = 4
    Int addtional_disk_space_gb = 50
  }
  Int disk_size = ceil(size(input_bam, "GB")) + addtional_disk_space_gb
  String output_name = "${output_basename}_${validation_mode}.txt"
  command {
    ${gatk_path} \
      ValidateSamFile \
      --INPUT ${input_bam} \
      --OUTPUT ${output_name} \
      --MODE ${default="SUMMARY" validation_mode}
  }
  runtime {
    gpuCount: 1
    gpuType: "nvidia-tesla-p6"
    docker: docker
    memory: machine_mem_gb + " GB"
    disks: "local-disk " + disk_size + " HDD"
  }
  output {
    File validation_report = "${output_name}"
  }
}
```

"Weiter: Fazit."

Schlussfolgerung

"Zurück: GPU-Setup."

Viele Gesundheitseinrichtungen auf der ganzen Welt haben FlexPod als gemeinsame Plattform standardisiert. Mit FlexPod können Sie Funktionen im Gesundheitswesen zuverlässig implementieren. FlexPod mit NetApp ONTAP wird standardmäßig mit der Möglichkeit geliefert, eine sofort einsatzbereite Reihe branchenführender Protokolle zu implementieren. Unabhängig vom Ursprung der Anforderung, Genomik eines Patienten zu betreiben, verfügen Interoperabilität, Zugänglichkeit, Verfügbarkeit und Skalierbarkeit

standardmäßig über eine FlexPod-Plattform. Wenn sie auf einer FlexPod-Plattform standardisiert ist, wird die Innovationskultur ansteckend.

Wo Sie weitere Informationen finden

Sehen Sie sich die folgenden Dokumente und Websites an, um mehr über die in diesem Dokument beschriebenen Daten zu erfahren:

- FlexPod Datacenter for AI/ML with Cisco UCS 480 ML for Deep Learning

  "https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_480ml_aiml_deployment.pdf"

- FlexPod Datacenter with VMware vSphere 7.0 and NetApp ONTAP 9.7

  "https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/fp_vmware_vsphere_7_0_ontap_9_7.html"

- ONTAP 9 Dokumentationszentrum

  "http://docs.netapp.com"

- Agil und effizient – wie FlexPod die Modernisierung des Datacenters fördert

  "https://www.flexpod.com/idc-white-paper/"

- KI im Gesundheitswesen

  "https://www.netapp.com/us/media/na-369.pdf"

- FlexPod für das Gesundheitswesen vereinfachen den Wandel

  "https://flexpod.com/solutions/verticals/healthcare/"

- FlexPod von Cisco und NetApp

  "https://flexpod.com/"

- KI- und Analyselösungen für das Gesundheitswesen (NetApp)

  "https://www.netapp.com/us/artificial-intelligence/healthcare-ai-analytics/index.aspx"

- KI im Gesundheitswesen Intelligente Infrastrukturauswahlen führen zum Erfolg

  https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/7410-wp-7314.pdf

- FlexPod Datacenter with ONTAP 9.8, ONTAP Storage Connector for Cisco Intersight und Cisco Intersight Managed Mode.

  https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/25001-tr-4883.pdf

- FlexPod-Datacenter mit Red hat Enterprise Linux OpenStack Platform

  "https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_openstack_osp6.html"

Versionsverlauf

Version	Datum	Versionsverlauf des Dokuments
Version 1.0	November 2021	Erste Version.

FlexPod for MEDITECH Directional Sizing Guide

TR-4774: FlexPod for MEDITECH Directional Sizing

Brandon Agee, John Duignan, NetApp Mike Brennan, Jon Ebmeir, Cisco

In Zusammenarbeit mit:

Dieser Bericht enthält Hinweise zur Größenbestimmung von FlexPod für eine MEDITECH EHR-Applikationsumgebung.

Zweck

FlexPod-Systeme können für das Hosting von MEDITECH EXPENSE, 6.x, 5.x und MAGIC Services bereitgestellt werden. FlexPod-Server, die die MEDITECH-Anwendungsschicht hosten, bieten eine integrierte Plattform für eine zuverlässige, leistungsstarke Infrastruktur. Die integrierte FlexPod Plattform wird schnell von qualifizierten FlexPod Channel Partnern implementiert und wird durch Technical Assistance Center von Cisco und NetApp unterstützt.

Die Größenbemessung basiert auf Informationen in MEDITECH's Hardware-Konfigurationsvorschlag und dem MEDITECH Task-Dokument. So wird die optimale Größe für Computing-, Netzwerk- und Storage-Infrastrukturkomponenten ermittelt.

Der "MEDITECH Workload – Übersicht" In diesem Abschnitt werden die Arten von Computing- und Speicher-Workloads beschrieben, die in MEDITECH-Umgebungen zu finden sind.

Der "Technische Spezifikationen für kleine, mittlere und große Architekturen" Abschnitt enthält eine Beispielrechnung der Materialien für die verschiedenen Storage-Architekturen, die im Abschnitt beschrieben werden. Die angegebenen Konfigurationen sind nur allgemeine Richtlinien. Dimensionierung der Systeme mit Dimensionierungstools immer abhängig vom Workload und passen die Konfigurationen entsprechend an.

Gesamtvorteile der Lösung

Das Auflaufen einer MEDITECH-Umgebung auf dem Architekturfundament von FlexPod kann Organisationen im Gesundheitswesen dabei helfen, die Produktivität zu steigern und ihre Kapital- und Betriebsausgaben zu senken. FlexPod bietet eine vorab validierte, umfassend getestete und konvergente Infrastruktur aus der strategischen Partnerschaft von Cisco und NetApp. Er wurde speziell für vorhersehbare System-Performance mit niedriger Latenz und Hochverfügbarkeit konzipiert. Dieser Ansatz führt zu schnelleren Reaktionszeiten für die Nutzer des MEDITECH EHR-Systems.

Die FlexPod Lösung von Cisco und NetApp erfüllt die MEDITECH-Systemanforderungen mit einem leistungsstarken, modularen, vorab validierten, konvergierten, virtualisierten Effiziente, skalierbare und kostengünstige Plattform: Ein Datacenter in FlexPod mit MEDITECH bietet verschiedene Vorteile, die speziell für das Gesundheitswesen entwickelt wurden:

- **Modulare Architektur**. FlexPod erfüllt die unterschiedlichen Anforderungen der modularen MEDITECH-Architektur mit individuell angepassten FlexPod-Systemen für jeden einzelnen Workload. Alle Komponenten sind über eine Clustered Server- und Storage-Managementstruktur verbunden und verwenden ein zusammenhängendes Management-Toolset.
- **Vereinfachter Betrieb und niedrigere Kosten**. Sie können die Kosten und die Komplexität älterer Plattformen eliminieren, indem Sie diese durch eine effizientere und skalierbarere Shared-Ressource ersetzen, die das Klinikpersonal überall unterstützen kann. Diese Lösung bietet eine bessere Ressourcenauslastung und damit einen höheren ROI.
- **Schnellere Implementierung der Infrastruktur**. Das integrierte Design des FlexPod Datacenter in Kombination mit MEDITECH sorgt dafür, dass die neue Infrastruktur für einen schnellen und einfachen Betrieb sowohl von Datacentern vor Ort als auch von externen Datacentern bereit ist.
- **Scale-out-Architektur**. Sie können SAN und NAS von Terabyte auf Petabyte im zweistelligen Bereich skalieren, ohne laufende Applikationen neu zu konfigurieren.
- **Unterbrechungsfreier Betrieb**. Sie können Storage-Wartungen, Hardware-Lebenszyklusoperationen und Software-Upgrades ohne Unterbrechung des Geschäftsbetriebs durchführen.
- **Sichere Mandantenfähigkeit**. Diese Vorteile unterstützen die gestiegenen Anforderungen an virtualisierte Server- und Shared Storage-Infrastrukturen und ermöglichen so eine sichere Mandantenfähigkeit für spezifische Informationen. Dieser Vorteil ist wichtig, wenn Sie mehrere Instanzen von Datenbanken und Software hosten.
- **Ressourcenoptimierung in Pools**. Dadurch können Sie die Anzahl physischer Server und Storage-Controller reduzieren, die Workload-Anforderungen ausgleichen, die Auslastung steigern und gleichzeitig die Performance verbessern.
- * Quality of Service (QoS).* FlexPod bietet Quality of Service (QoS) auf dem gesamten Stack. Branchenführende QoS-Storage-Richtlinien ermöglichen differenzierte Service-Level in einer Shared IT-Umgebung. Diese Richtlinien ermöglichen optimale Performance für Workloads und helfen, unkontrollierte Applikationen zu isolieren und zu kontrollieren.
- * Storage-Effizienz*. Mit der NetApp Storage-Effizienz von 7:1 senken Sie Ihre Storage-Kosten.
- **Agilität**. Mit den branchenführenden Workflow-Automatisierungs-, Orchestrierungs- und Management Tools von FlexPod Systemen KANN DIE IT wesentlich schneller auf geschäftliche Anforderungen reagieren. Diese Geschäftsanforderungen können von MEDITECH-Backups und Bereitstellungen von mehr Test- und Schulungsumgebungen bis zu Analytics-Datenbank-Replikationen für Population Health Management Initiativen reichen.
- * Produktivität*. Sie können die Lösung schnell implementieren und skalieren und damit für eine optimale Benutzererfahrung sorgen.
- * Data Fabric*. Die NetApp Data-Fabric-Architektur verknüpft Daten über Standorte, physische Grenzen und Applikationen hinweg. NetApp Data Fabric wurde für Unternehmen in einer datenorientierten Welt entwickelt. Daten werden an diversen Orten erstellt und verwendet und werden oft auch mit Applikationen und Infrastrukturen gemeinsam genutzt. Data Fabric ermöglicht konsistentes und integriertes Datenmanagement. Die IT hat darüber hinaus mehr Kontrolle über die Daten und vereinfacht die ständig zunehmende Komplexität IM IT-BEREICH.

Umfang

Dieses Dokument behandelt Umgebungen, in denen Cisco UCS und NetApp ONTAP Storage zum Einsatz kommen. Es bietet Beispiele für Referenzarchitekturen für das Hosting von MEDITECH.

Er deckt nicht ab:

- Detaillierte Anleitung zur Dimensionierung mit NetApp System Performance Modeler (SPM) oder anderen

NetApp Dimensionierungstools.

- Dimensionierung für nicht produktive Workloads.

Zielgruppe

Dieses Dokument richtet sich an Systems Engineers von NetApp und Partnern sowie an Mitarbeiter der NetApp Professional Services. NetApp geht davon aus, dass der Leser gute Kenntnisse der Konzepte zur Computing- und Storage-Größenbemessung sowie der technischen Vertrautheit mit Cisco UCS und NetApp Storage-Systemen hat.

Relevante Dokumente

Die folgenden technischen Berichte und sonstigen Dokumente sind für diesen technischen Bericht relevant und bilden eine komplette Reihe von Dokumenten, die für die Dimensionierung, Gestaltung und Bereitstellung von MEDITECH auf FlexPod-Infrastruktur erforderlich sind.

- "TR-4753: FlexPod-Datacenter for MEDITECH Deployment Guide"
- "TR-4190: NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments"
- "TR-4319: NetApp Deployment Guidelines for MEDITECH Environments"

Für den Zugriff auf einige dieser Berichte sind Anmeldeinformationen für das NetApp Field Portal erforderlich.

MEDITECH Workload – Übersicht

In diesem Abschnitt werden die Arten von Computing- und Speicher-Workloads beschrieben, die in MEDITECH-Umgebungen zu finden sind.

MEDITECH und Backup-Workloads

Wenn Sie NetApp Storage-Systeme für MEDITECH-Umgebungen dimensionieren, müssen Sie sowohl den MEDITECH-Produktions-Workload als auch den Backup-Workload in Betracht ziehen.

MEDITECH-Host
Ein MEDITECH-Host ist ein Datenbankserver. Dieser Host wird auch als MEDITECH-Dateiserver (für DIE EXPENSE, 6.x oder C/S 5.x-Plattform) oder ALS ZAUBERMASCHINE (für DIE MAGIC-Plattform) bezeichnet. Dieses Dokument verwendet den Begriff MEDITECH Host, um auf einen MEDITECH-Dateiserver und EINEN ZAUBERCOMPUTER zu verweisen.

In den folgenden Abschnitten werden die I/O-Merkmale und Performance-Anforderungen dieser beiden Workloads beschrieben.

MEDITECH-Workload

In einer MEDITECH-Umgebung führen mehrere Server, auf denen MEDITECH-Software ausgeführt wird, verschiedene Aufgaben als integriertes System, das als MEDITECH-System bekannt ist, aus. Weitere Informationen zum MEDITECH-System finden Sie in der MEDITECH-Dokumentation:

- In Produktionsumgebungen für MEDITECH-Umgebungen finden Sie die entsprechende MEDITECH-Dokumentation, um die Anzahl der MEDITECH-Hosts und die Speicherkapazität zu bestimmen, die im Rahmen der Größenanpassung des NetApp Storage-Systems enthalten sein muss.

- Informationen zu neuen MEDITECH-Umgebungen finden Sie im Dokument mit dem Vorschlag zur Hardwarekonfiguration. Informationen zu vorhandenen MEDITECH-Umgebungen finden Sie in dem Dokument für die Hardwarebewertung. Die Hardwarebewertungaufgabe ist ein MEDITECH Ticket zugeordnet. Kunden können eines dieser Dokumente von MEDITECH anfordern.

Sie können das MEDITECH-System skalieren, um eine erhöhte Kapazität und Leistung durch Hinzufügen von Hosts bereitzustellen. Jeder Host benötigt für seine Datenbank und Applikationsdateien Storage-Kapazität. Der für jeden MEDITECH-Host verfügbare Speicher muss auch die vom Host erzeugten I/O unterstützen. In einer MEDITECH-Umgebung ist für jeden Host eine LUN verfügbar, um die Datenbank- und Anwendungsspeicheranforderungen des Hosts zu unterstützen. Die Art der MEDITECH-Kategorie und die Art der Plattform, die Sie bereitstellen, bestimmt die Workload-Eigenschaften der einzelnen MEDITECH-Hosts und damit des gesamten Systems.

MEDITECH-Kategorien

MEDITECH ordnet die Bereitstellungsgröße einer Kategorienummer zwischen 1 und 6 zu. Kategorie 1 stellt die kleinsten MEDITECH-Bereitstellungen dar; die Kategorie 6 ist die größte. Beispiele für die MEDITECH-Anwendungsspezifikationen, die jeder Kategorie zugeordnet sind, sind Metriken wie z. B.:

- Anzahl der Krankenhausbetten
- Patienten pro Jahr
- Patienten pro Jahr
- Notaufnahme pro Jahr
- Prüfungen pro Jahr
- Patienten-Rezepte pro Tag
- Ambulante Rezepte pro Tag

Weitere Informationen zu den MEDITECH-Kategorien finden Sie im Referenzblatt zur MEDITECH-Kategorie. Sie können dieses Datenblatt von MEDITECH über den Kunden oder über den MEDITECH-Systeminstallateur beziehen.

MEDITECH-Plattformen

MEDITECH verfügt über vier Plattformen:

- EXPANSIV
- MEDITECH 6.x
- Client/Server 5.x (C/S 5.x)
- ZAUBERN KANN

Für die Plattformen MEDITECH EXPLISE, 6.x und C/S 5.x werden die I/O-Eigenschaften jedes Hosts als 100% zufällig mit einer Anfragegröße von 4,000 definiert. Für die MEDITECH MAGIC Platform werden die I/O-Eigenschaften jedes Hosts als 100% zufällig mit einer Anfragegröße von entweder 8,000 oder 16,000 definiert. Nach Angaben von MEDITECH beträgt die Anfragegröße für einen typischen MAGIC Production-Einsatz entweder 8,000 oder 16,000.

Das Verhältnis von Lese- und Schreibzugriffen hängt von der bereitgestellten Plattform ab. MEDITECH schätzt die durchschnittliche Mischung aus Lesen und Schreiben und drückt sie dann als Prozentsätze aus. MEDITECH schätzt außerdem den für jeden MEDITECH-Host erforderlichen durchschnittlichen, nachhaltigen IOPS-Wert auf einer bestimmten MEDITECH-Plattform. In der folgenden Tabelle sind die plattformspezifischen I/O-Eigenschaften von MEDITECH zusammengefasst.

MEDITECH-Kategorie	MEDITECH Platform	Durchschnittlicher Zufälliger Lesezugriff %	Durchschnittlicher Zufälliger Schreibvorgang %	Durchschnittliche kontinuierliche IOPS pro MEDITECH Host
1	EXPENSE, 6.x	20	80	750
2-6	EXPANSIV	20	80	750
	6.x	20	80	750
	C/S 5.x	40	60	600
	ZAUBERN KANN	90	10	400

In einem MEDITECH-System muss die durchschnittliche IOPS-Stufe jedes Hosts den in der obigen Tabelle definierten IOPS-Werten entsprechen. Zur Ermittlung der richtigen Storage-Größenbemessung basierend auf jeder Plattform werden die in der obigen Tabelle angegebenen IOPS-Werte als Teil der in beschriebenen Dimensionierungsmethodik verwendet "Technische Spezifikationen für kleine, mittlere und große Architekturen" Abschnitt.

MEDITECH erfordert, dass die durchschnittliche zufällige Schreiblatenz unter 1 ms für jeden Host bleibt. Allerdings gelten temporäre Erhöhungen der Schreiblatenz auf 2 ms während Backup- und Neuzuweisung-Jobs als akzeptabel. MEDITECH erfordert auch die durchschnittliche Random-Read-Latenz, um unter 7 ms für Hosts der Kategorie 1 und unter 5 ms für Hosts der Kategorie 2 zu bleiben. Diese Latenzanforderungen gelten für jeden Host, unabhängig davon, welche MEDITECH-Plattform verwendet wird.

In der folgenden Tabelle sind die I/O-Merkmale aufgeführt, die Sie bei der Dimensionierung von NetApp Storage für MEDITECH-Workloads berücksichtigen müssen.

Parameter	MEDITECH-Kategorie	EXPANSIV	MEDITECH 6.x	C/S 5.x	ZAUBERN KANN
Anfragegröße	1-6	4 KB	4 KB	4 KB	8 KB oder 16.000
Zufällig/sequenziell		100 % zufällige Zugriffe	100 % zufällige Zugriffe	100 % zufällige Zugriffe	100 % zufällige Zugriffe
Kontinuierliche IOPS	1	750	750	K. A.	K. A.
	2-6	750	750	600	400
Lese-/Schreibverhältnis	1-6	20 % Lesen, 80 % Schreiben	20 % Lesen, 80 % Schreiben	40 % Lesen, 60 % Schreiben	90 % Lesen, 10 % Schreiben
Schreiblatenz		<1 ms	<1 ms	<1 ms	<1 ms
Temporäre Schreiblatenz mit Spitzenlasten	1-6	<2 ms	<2 ms	<2 ms	<2 ms
Leselatenz	1	<7 ms	<7 ms	K. A.	K. A.
	2-6	<5 ms	<5 ms	<5 ms	<5 ms

MEDITECH-Hosts in den Kategorien 3 bis 6 haben die gleichen I/O-Eigenschaften wie Kategorie 2. Für die MEDITECH-Kategorien 2 bis 6 unterscheidet sich die Anzahl der Hosts, die in jeder Kategorie eingesetzt werden.

Das NetApp Storage-System sollte gemäß den Performance-Anforderungen in den vorherigen Abschnitten beschrieben werden. Zusätzlich zu dem MEDITECH-Produktions-Workload muss das NetApp Storage-System in der Lage sein, die MEDITECH-Performance-Ziele während des Backup-Betriebs zu halten, wie im folgenden Abschnitt beschrieben.

Beschreibung Des Backup Workloads

MEDITECH zertifizierte Backup-Software sichert die von jedem MEDITECH-Host in einem MEDITECH-System verwendete LUN. Damit sich die Backups in einem applikationskonsistenten Zustand befinden, stellt die Backup-Software das MEDITECH-System still und stellt E/A-Anfragen auf die Festplatte aus. Während das System in einem stillgelegten Status ist, gibt die Backup-Software einen Befehl für das NetApp Storage-System aus, um eine NetApp Snapshot Kopie der Volumes zu erstellen, die die LUNs enthalten. Die Backup-Software stellt später das MEDITECH-System auf, wodurch Produktions-I/O-Anfragen weiter an die Datenbank laufen können. Die Software erstellt ein NetApp FlexClone Volume auf Grundlage der Snapshot Kopie. Dieses Volume wird von der Backup-Quelle verwendet, während I/O-Anfragen für die Produktion auf den übergeordneten Volumes fortgesetzt werden, die die LUNs hosten.

Der von der Backup Software generierte Workload stammt aus dem sequenziellen Lesen der LUNs in den FlexClone Volumes. Der Workload ist als 100 % sequenzieller Lese-Workload mit einer Anfragegröße von 64,000 definiert. Für den MEDITECH-Produktions-Workload besteht das Performance-Kriterium darin, die erforderlichen IOPS und die entsprechende Lese-/Schreib-Latenz beizubehalten. Bei dem Backup-Workload wird die Aufmerksamkeit jedoch auf den gesamten Datendurchsatz (Mbps) verlagert, der während des Backup-Vorgangs generiert wird. MEDITECH LUN-Backups müssen in einem achtstündigen Backup-Fenster erstellt werden. NetApp empfiehlt jedoch, die Datensicherung aller MEDITECH LUNs in höchstens sechs Stunden zu erstellen. Der Ziel, das Backup in weniger als sechs Stunden abzuschließen, können Ereignisse wie eine ungeplante Zunahme des MEDITECH-Workloads, Hintergrundvorgänge im NetApp ONTAP oder das Datenwachstum im Laufe der Zeit in den Griff bekommen. Bei jedem dieser Ereignisse kann es zu einer zusätzlichen Backup-Zeit kommen. Unabhängig von der Menge der gespeicherten Applikationsdaten erstellt die Backup-Software für jeden MEDITECH-Host ein vollständiges Backup der gesamten LUN auf Blockebene.

Berechnen Sie den sequentiellen Lesedurchsatz, der erforderlich ist, um die Sicherung in diesem Fenster als Funktion der anderen beteiligten Faktoren abzuschließen:

- Die gewünschte Backup-Dauer
- Die Anzahl der LUNs
- Die Größe jeder LUN, die gesichert werden soll

Zum Beispiel, in einer MEDITECH-Umgebung mit 50 Hosts, in der die LUN-Größe jedes Hosts 200GB ist, ist die LUN-Gesamtkapazität zum Sichern 10 TB.

Um 10 TB Daten in acht Stunden zu sichern, ist der folgende Durchsatz erforderlich:

- = (10 x 10^6)MB (8 x 3,600)s
- = 347,2 MB

Zur Berücksichtigung von ungeplanten Ereignissen wird jedoch ein konservatives Backup-Fenster von 5.5 Stunden ausgewählt, um Reserven jenseits der empfohlenen sechs Stunden zu bieten.

Um 10 TB Daten in acht Stunden zu sichern, ist der folgende Durchsatz erforderlich:

- = (10 x 10^6)MB (5.5 x 3,600)s
- = 500 MBit/Sek.

Bei einer Durchsatzrate von 500 MBit/Sek. kann das Backup innerhalb eines 5.5-Stunden-Zeitrahmens abgeschlossen werden, der innerhalb der Backup-Anforderung von 8 Stunden liegt.

Die folgende Tabelle bietet einen Überblick über die I/O-Merkmale des Backup-Workloads, der bei der Größe des Storage-Systems verwendet werden soll.

Parameter	Alle Plattformen
Anfragegröße	64 K
Zufällig/sequenziell	100 % sequenziell
Lese-/Schreibverhältnis	100 % Lesen
Durchschnittlicher Durchsatz	Abhängig von der Anzahl der MEDITECH-Hosts und der Größe der einzelnen LUNs: Datensicherung muss innerhalb von 8 Stunden abgeschlossen sein.
Erforderliche Backup-Dauer	8 Stunden

Cisco UCS Referenzarchitektur für MEDITECH

Die Architektur für MEDITECH ON FlexPod basiert auf Guidance von MEDITECH, Cisco und NetApp und auf Partnererfahrung in der Zusammenarbeit mit MEDITECH Kunden aller Größen. Die Architektur ist anpassungsfähig und wendet Best Practices für MEDITECH an, je nach Rechenzentrumsstrategie des Kunden: Ob klein oder groß, zentralisiert, verteilt oder mandantenfähig.

Bei der Bereitstellung von MEDITECH hat Cisco UCS-Referenzarchitekturen entwickelt, die sich direkt an die Best Practices von MEDITECH richten. Cisco UCS ist eine nahtlos integrierte Lösung für hohe Performance, hohe Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Skalierbarkeit zur Unterstützung von Arztpraxen und Krankenhaussystemen mit mehreren tausend Betten.

Technische Spezifikationen für kleine, mittlere und große Architekturen

In diesem Abschnitt wird eine Beispielliste der Materialien für Storage-Architekturen unterschiedlicher Größe vorgestellt.

Stückliste für kleine, mittlere und große Architekturen

Das FlexPod Design ist eine flexible Infrastruktur, die viele verschiedene Komponenten und Softwareversionen umfasst. Nutzung "TR-4036: FlexPod Technische Spezifikationen" Als Leitfaden zur Montage einer gültigen FlexPod-Konfiguration. Die Konfigurationen in der folgenden Tabelle sind die Mindestanforderungen für FlexPod und sind nur ein Beispiel. Je nach Bedarf können die Konfigurationen für jede Produktfamilie in verschiedenen Umgebungen und Anwendungsfällen erweitert werden.

Für diese Größenbemessung entspricht klein einer MEDITECH-Umgebung der Kategorie 3, mittel bis Kategorie 5 und groß bis Kategorie 6.

	Klein	Mittel	Groß
Plattform	Ein NetApp AFF A220 HA-Paar für All-Flash-Storage-Systeme	Ein NetApp AFF A220 HA-Paar	Ein HA-Paar der NetApp AFF A300 All-Flash-Storage-Systeme
Platten-Shelfs	9 TB x 3,8 TB	13 TB x 3,8 TB	19 TB x 3,8 TB
Größe der MEDITECH-Datenbank	3 TB BIS 12 TB	17 TB	>30 TB
MEDITECH IOPS	<22,000 IOPS	>25,000 IOPS	>32,000 IOPS
IOPS insgesamt	22000	27000	35000
Raw	34,2 TB	44 TB	68,4 TB
Nutzbare Kapazität	18,53 tib	27,96 tib	33,8 2 tib
Effektive Kapazität (2:1 Storage-Effizienz)	55.6 tib	83,89 tib	101,47 tib

In einigen Kundenumgebungen können mehrere MEDITECH-Produktions-Workloads gleichzeitig ausgeführt werden oder es bestehen höhere IOPS-Anforderungen. In solchen Fällen sollte die Größe der Storage-Systeme zusammen mit dem NetApp Account Team den erforderlichen IOPS und die nötige Kapazität entsprechen. Sie sollten in der Lage sein, die richtige Plattform für die Workloads zu bestimmen. So betreiben Kunden beispielsweise erfolgreich mehrere MEDITECH-Umgebungen auf einem NetApp AFF A700 All-Flash-Storage-System HA-Paar.

Die folgende Tabelle zeigt die für MEDITECH-Konfigurationen erforderliche Standardsoftware.

Software	Produktfamilie	Version/Release	Details
Storage	ONTAP	Allgemeine Verfügbarkeit mit ONTAP 9.4 (GA)	
Netzwerk	Cisco UCS Fabric Interconnects	Cisco UCSM 4.x	Aktuelle empfohlene Version
	Cisco Nexus Ethernet Switches	7.0(3)I7(6)	Aktuelle empfohlene Version
	Cisco FC: Cisco MDS 9132T	8.3 (2)	Aktuelle empfohlene Version
Hypervisor	Hypervisor	VMware vSphere ESXi 6.7	
	Virtual Machines (VMs)	Windows 2016	
Vereinfachtes	Hypervisor-Managementsystem	VMware vCenter Server 6.7 U1 (VCSA)	
	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 7.0P1	
	NetApp SnapCenter	SnapCenter 4.0	
	Cisco UCS Manager	4.x	

Die folgende Tabelle zeigt eine kleine (Kategorie 3) Beispielkonfiguration – Infrastrukturkomponenten.

Schicht	Produktfamilie	Menge und Modell	Details
Computing	Cisco UCS 5108-Gehäuse	1	Unterstützt bis zu acht Blades mit halber oder vier Vollbreiten-Blades. Fügen Sie Gehäuse hinzu, wenn der Serverbedarf wächst.
	Cisco-Gehäuse-I/O-Module	2 x 2208	8 GB x 10-GB-Uplink-Ports
	Cisco UCS Blade Server	4 x B200 M5	Jeweils mit 2 x 14 Kernen, 2,6 GHz oder höhere Taktrate und 384 GB BIOS 3.2(3#)
	Cisco UCS Virtual Interface-Karten	4 x UCS 1440	VMware ESXi fNIC FC-Treiber: 1.6.0.47 VMware ESXi ELNIC Ethernet-Treiber: 1.0.27.0 (siehe Interoperabilitätsmatrix:
	2 Cisco UCS Fabric Interconnects (FI)	2x UCS 6454 FI	Fabric Interconnects der vierten Generation mit Unterstützung für 10/25 GB Ethernet und 32 GB FC
Netzwerk	Cisco Ethernet Switches	2 x Nexus 9336c-FX2	1 GB, 10 GB, 25 GB, 40 GB, 100 GB
Datennetzwerk Storage-Netzwerk	IP Network Nexus 9k für BLOB Storage		FI- und UCS-Gehäuse
	FC – CISCO MDS 9132T		Zwei Cisco 9132T-Switches
Storage	NetApp AFF A300 All-Flash-Storage-System	1 HA-Paar	2-Node-Cluster für alle MEDITECH-Workloads (File Server, Image Server, SQL Server, VMware usw.)
	DS224C Festplatten-Shelf	1 DS224C Festplatten-Shelf	
	Solid State Drive (SSD)	9 x 3,8 TB	

Die folgende Tabelle zeigt eine mittlere (Kategorie 5) Beispielkonfiguration – Infrastrukturkomponenten

Schicht	Produktfamilie	Menge und Modell	Details
Computing	Cisco UCS 5108 Chassis	1	Unterstützt bis zu acht Blades mit halber oder vier Vollbreiten-Blades. Fügen Sie Gehäuse hinzu, wenn der Serverbedarf wächst.
	Cisco-Gehäuse-I/O-Module	2 x 2208	8 GB x 10-GB-Uplink-Ports
	Cisco UCS Blade Server	6 x B200 M5	Jeweils mit 2 x 16 Kernen, 2,5 GHz/oder höherer Taktfrequenz und 384 GB oder mehr Speicher-BIOS 3.2 (3#)
	Virtuelle Cisco UCS Schnittstellenkarte (VIC)	6 UCS 1440 VIC	VMware ESXi fNIC FC driver: 1.6.0.47 VMware ESXi ELNIC Ethernet driver: 1.0.27.0 (siehe Interoperabilitäts-Matrix:)
	2 Cisco UCS Fabric Interconnects (FI)	2x UCS 6454 FI	Fabric Interconnects der vierten Generation mit Unterstützung für 10 GB/25 GB/100 GB Ethernet und 32 GB FC
Netzwerk	Cisco Ethernet Switches	2 x Nexus 9336c-FX2	1 GB, 10 GB, 25 GB, 40 GB, 100 GB
Datennetzwerk Storage-Netzwerk	IP Network Nexus 9k für BLOB Storage		
	FC – CISCO MDS 9132T		Zwei Cisco 9132T-Switches
Storage	NetApp AFF A220 All-Flash-Storage-System	2 HA-Paar	2-Node-Cluster für alle MEDITECH-Workloads (File Server, Image Server, SQL Server, VMware usw.)
	DS224C Festplatten-Shelf	1 x DS224C Festplatten-Shelf	
	SSD	13 x 3,8 TB	

Die folgende Tabelle zeigt eine große (Kategorie 6) Beispielkonfiguration – Infrastrukturkomponenten.

Schicht	Produktfamilie	Menge und Modell	Details
Computing	Cisco UCS 5108 Chassis	1	
	Cisco-Gehäuse-I/O-Module	2 x 2208	8 x 10-GB-Uplink-Ports
	Cisco UCS Blade Server	8 x B200 M5	Jeweils mit 2 x 24 Cores, 2,7 GHz und 768 GB BIOS 3.2 (3#)
	Virtuelle Cisco UCS Schnittstellenkarte (VIC)	8 UCS 1440 VIC	VMware ESXi fNIC FC driver: 1.6.0.47 VMware ESXi ELNIC Ethernet Treiber: 1.0.27.0 (Interoperabilitätsmatrix überprüfen:
	2 Cisco UCS Fabric Interconnects (FI)	2x UCS 6454 FI	Fabric Interconnects der vierten Generation mit Unterstützung für 10 GB/25 GB/100 GB Ethernet und 32 GB FC
Netzwerk	Cisco Ethernet Switches	2 x Nexus 9336c-FX2	2 x Cisco Nexus 9332PQ1, 10 GB, 25 GB, 40 GB, 100 GB
Datennetzwerk Storage-Netzwerk	IP Network N9k für BLOB Storage		
	FC – CISCO MDS 9132T		Zwei Cisco 9132T-Switches
Storage	AFF A300	1 HA-Paar	2-Node-Cluster für alle MEDITECH-Workloads (File Server, Image Server, SQL Server, VMware usw.)
	DS224C Festplatten-Shelf	1 x DS224C Festplatten-Shelfs	
	SSD	19 x 3,8 TB	

Diese Konfigurationen bieten einen Ausgangspunkt für Hinweise zum Sizing. In einigen Kundenumgebungen können mehrere MEDITECH-Produktions- und nicht-MEDITECH-Workloads gleichzeitig ausgeführt werden, oder es kann zu höheren IOP-Anforderungen kommen. Legen Sie gemeinsam mit dem NetApp Account Team die Größe der Storage-Systeme basierend auf den erforderlichen IOPS, Workloads und Kapazität fest, um die richtige Plattform für die Workloads zu ermitteln.

Weitere Informationen

Weitere Informationen zu den in diesem Dokument beschriebenen Daten finden Sie in den folgenden Dokumenten bzw. auf den folgenden Websites:

- FlexPod Datacenter mit FC Cisco Validated Design

  "https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html"

- NetApp Deployment Guidelines für MEDITECH-Umgebungen.

  "https://fieldportal.netapp.com/content/248456" (NetApp Login erforderlich)

- NetApp Sizing Guidelines für MEDITECH-Umgebungen.

  "www.netapp.com/us/media/tr-4190.pdf"

- Implementierung von FlexPod Datacenter für Epic EHR

  "www.netapp.com/us/media/tr-4693.pdf"

- FlexPod-Designzone

  "https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/design-zone/data-center-design-guides/flexpod-design-guides.html"

- FlexPod DC mit FC Storage (MDS Switches) mit NetApp AFF, vSphere 6.5U1 und Cisco UCS Manager

  "https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_esxi65u1_n9fc.html"

- Cisco Gesundheitswesen

  https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/industries/healthcare.html?dtid=osscdc000283

Danksagungen

Die folgenden Personen haben zur Erstellung und Erstellung dieses Leitfadens beigetragen.

- Brandon Agee, Technical Marketing Engineer, NetApp
- John Duignan, Solutions Architect, Gesundheitswesen, NetApp
- Ketan Mota, Product Manager, NetApp
- Jon Ebmeier, Technical Solutions Architect, Cisco Systems, Inc
- Mike Brennan, Product Manager, Cisco Systems, Inc

Bereitstellungsleitfaden für das FlexPod-Rechenzentrum für MEDITECH

TR-4753: FlexPod-Datacenter for MEDITECH Deployment Guide

Brandon Agee und John Duignan, NetApp Mike Brennan und Jon Ebmeier, Cisco

In Zusammenarbeit mit:

Gesamtvorteile der Lösung

Durch den Aufbau einer MEDITECH-Umgebung auf dem Architekturfundament von FlexPod kann Ihr Gesundheitsunternehmen eine Verbesserung der Mitarbeiterproduktivität und eine Verringerung der Investitions- und Betriebskosten erwarten. Das FlexPod Datacenter für MEDITECH bietet verschiedene für das Gesundheitswesen spezifische Vorteile:

- **Vereinfachter Betrieb und geringere Kosten.** Kosten und Komplexität älterer Plattformen werden eliminiert, indem sie durch effizientere und skalierbarere gemeinsame Ressourcen ersetzt werden, die das Klinikpersonal überall unterstützen können. Diese Lösung bietet eine höhere Ressourcenauslastung und damit einen höheren ROI.
- * Schnellere Bereitstellung der Infrastruktur.* ob bereits ein Rechenzentrum oder ein Remote-Standort, mit dem integrierten und getesteten Design von FlexPod Datacenter können Sie Ihre neue Infrastruktur mit weniger Aufwand in kürzerer Zeit einsatzbereit haben.
- **Zertifizierter Storage.** NetApp ONTAP Datenmanagement-Software mit MEDITECH bietet Ihnen die überlegene Zuverlässigkeit eines getesteten und zertifizierten Storage-Anbieters. MEDITECH zertifiziert keine anderen Infrastrukturkomponenten.
- **Scale-out-Architektur** SAN und NAS von Terabyte (TB) auf Petabyte im zweistelligen Bereich (PB) skalieren, ohne laufende Applikationen neu zu konfigurieren.
- **Unterbrechungsfreier Betrieb.** Durchführung von Storage-Wartungen, Hardware-Lebenszyklusoperationen und FlexPod Upgrades ohne Unterbrechung des Geschäftsbetriebs
- **Sichere Mandantenfähigkeit.** Unterstützung der gestiegenen Anforderungen an eine virtualisierte Shared IT-Infrastruktur für Server und Storage, die eine sichere Mandantenfähigkeit von kundenspezifischen Informationen ermöglicht, insbesondere wenn Ihr System mehrere Instanzen von Datenbanken und Software hostet.
- **Ressourcenoptimierung in Pools** Reduzierung der Anzahl physischer Server und Storage Controller, Load-Balancing der Workload-Anforderungen, Steigerung der Auslastung bei gleichzeitiger Performance-Verbesserung
- * Quality of Service (QoS).* FlexPod bietet QoS auf dem gesamten Stack. Branchenführende QoS-Netzwerk-, Computing- und Storage-Richtlinien ermöglichen differenzierte Service-Level in einer gemeinsam genutzten Umgebung. Diese Richtlinien ermöglichen optimale Performance für Workloads und helfen, unkontrollierte Applikationen zu isolieren und zu kontrollieren.
- **Storage-Effizienz.** Senken Sie die Storage-Kosten mit dem "NetApp „7:1 Storage-Effizienz“-Garantie".
- **Agilität.** mit den branchenführenden Tools für Workflow-Automatisierung, Orchestrierung und Management von FlexPod Systemen kann Ihr IT-Team viel schneller auf geschäftliche Anforderungen reagieren. Diese Geschäftsanforderungen können von MEDITECH-Backups und Bereitstellungen von mehr Test- und Schulungsumgebungen bis zu Analysedatenbanken-Replikationen für Population Health Management-Initiativen reichen.
- * Höhere Produktivität.* Schnelle Bereitstellung und Skalierung dieser Lösung für ein optimales Anwendererlebnis im Klinikpersonal.
- **NetApp Data Fabric.** mit der NetApp Data-Fabric-Architektur werden Daten über Standorte, physische Grenzen und Applikationen hinweg zusammengeführt. NetApp Data Fabric wurde für Unternehmen in einer datenorientierten Welt entwickelt. Daten werden an diversen Orten erstellt und verwendet. Häufig sind eine Nutzung und die gemeinsame Nutzung an anderen Orten, Applikationen und Infrastrukturen

erforderlich. Daher benötigen Sie eine Möglichkeit, Ihre Daten konsistent und integriert zu managen. Die Data-Fabric-Strategie bietet ein Datenmanagement, mit dem DIE IT-ABTEILUNGEN die Kontrolle behalten. Gleichzeitig wird die ständig zunehmende Komplexität IM IT-BEREICH verringert.

FlexPod

Neuer Infrastrukturansatz für MEDITECH EHRs

Gesundheitsdienstleister Unternehmen wie Ihres stehen unter Druck, um die Vorteile umfangreicher Investitionen in branchenführende elektronische Gesundheitsdaten (EHRs) von MEDITECH optimal zu nutzen. Wenn Unternehmen ihre Rechenzentren für MEDITECH-Lösungen entwerfen, werden für geschäftskritische Anwendungen häufig die folgenden Ziele für ihre Datacenter-Architektur identifiziert:

- Hohe Verfügbarkeit der MEDITECH-Anwendungen
- Hohe Performance
- Einfache Implementierung von MEDITECH im Rechenzentrum
- Agilität und Skalierbarkeit, um mit neuen MEDITECH-Veröffentlichungen oder -Anwendungen Wachstum zu ermöglichen
- Auch die Wirtschaftlichkeit kann sich sehen
- Abstimmung mit MEDITECH Guidance und Zielplattformen
- Managebarkeit, Stabilität und einfache Support-Bedienung
- Robuste Datensicherung, Backup, Recovery und Business Continuance

Da MEDITECH-Anwender ihre Unternehmen weiterentwickeln, um zu Rechenschaftspflicht für Versorgungsunternehmen zu werden und sich an gestrafft zusammengeschilfte Kostenerstattungs-Modelle anzupassen, stellt die Herausforderung die erforderliche MEDITECH-Infrastruktur in einem effizienteren und agileren IT-Bereitstellungsmodell bereit.

Der Wert vorab validierter konvergenter Infrastrukturen

Aufgrund der übergreifenden Anforderung, eine vorhersehbare Performance des Systems mit geringer Latenz und eine hohe Verfügbarkeit zu gewährleisten, ist MEDITECH den Hardwareanforderungen seiner Kunden entsprechend präskriptiv.

FlexPod ist eine vorab validierte und umfassend getestete konvergente Infrastruktur aus der strategischen Partnerschaft von Cisco und NetApp. Sie wurde speziell für vorhersehbare System-Performance mit niedriger Latenz und Hochverfügbarkeit konzipiert. Dieser Ansatz führt zu MEDITECH-Compliance und schließlich zu einer optimalen Reaktionszeit für die Nutzer des MEDITECH-Systems.

Die FlexPod Lösung von Cisco und NetApp erfüllt die MEDITECH-Systemanforderungen mit einem leistungsstarken, modularen, vorab validierten, konvergenten, virtualisierten Effiziente, skalierbare und kostengünstige Plattform: Es bietet Folgendes:

- **Modulare Architektur.** FlexPod erfüllt die vielfältigen Anforderungen der modularen MEDITECH-Architektur mit speziell konfigurierten FlexPod-Plattformen für jeden spezifischen Workload. Alle Komponenten sind über einen Cluster-Server und eine Storage-Management-Fabric und ein zusammenhängendes Management-Toolset verbunden.
- **Branchenführende Technologie auf jeder Ebene des konvergenten Stacks.** Cisco, NetApp, VMware und Microsoft Windows zählen alle von Branchenanalysten in den jeweiligen Kategorien mit Servern, Netzwerk, Storage und Betriebssystemen auf Platz 1 oder Nummer 2.
- **Investitionsschutz mit standardisierter, flexibler IT.** die FlexPod-Referenzarchitektur erwartet neue

Produktversionen und Updates mit rigorosen, kontinuierlichen Interoperabilitätstests, die zukünftige Technologien berücksichtigen, sobald sie verfügbar werden.

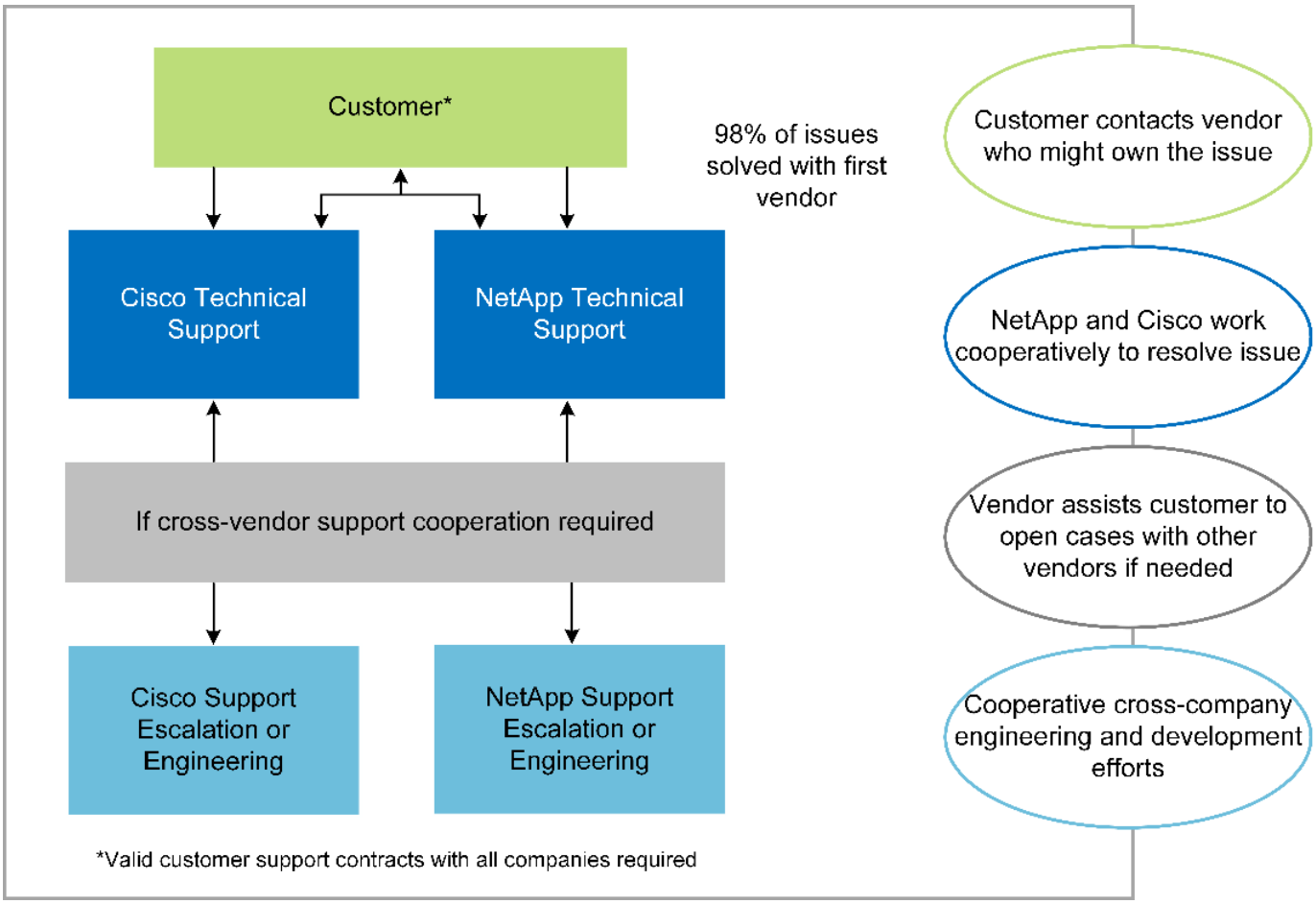
- **Bewährte Bereitstellung in einer Vielzahl von Umgebungen.** getestet und gemeinsam mit gängigen Hypervisoren, Betriebssystemen, Anwendungen und Infrastruktursoftware validiert, wurde FlexPod in mehreren MEDITECH-Kundenorganisationen installiert.

Bewährte FlexPod Architektur und kooperativer Support

FlexPod ist eine bewährte Datacenter-Lösung mit einer flexiblen Shared IT-Infrastruktur, die einfach skalierbar ist und sich so für wachsende Workload-Anforderungen skalieren lässt, ohne die Performance zu beeinträchtigen. Durch die Nutzung der FlexPod Architektur bietet diese Lösung alle Vorteile von FlexPod, u. a.:

- **Leistung zur Erfüllung der MEDITECH-Workload-Anforderungen.** je nach Anforderung Ihrer MEDITECH-Hardware-Konfiguration können verschiedene ONTAP-Plattformen implementiert werden, um die erforderlichen I/O- und Latenzanforderungen zu erfüllen.
- **Skalierbarkeit zur einfachen Bewältigung des wachsenden klinischen Datenvolumens.** Virtuelle Maschinen (VMs), Server und Storage-Kapazitäten lassen sich dynamisch nach Bedarf und ohne herkömmliche Einschränkungen skalieren.
- **Höhere Effizienz.** verringern Sie die Administrationszeit und die TCO mit einer konvergenten virtualisierten Infrastruktur, die leichter zu managen ist und die Daten effizienter speichert und gleichzeitig die Leistung der MEDITECH-Software steigert.
- **Geringeres Risiko** Minimieren Sie Geschäftsunterbrechungen mit einer vorab validierten Plattform, die auf einer definierten Architektur basiert, die Unsicherheiten bei Implementierungen beseitigt und sich an eine fortlaufende Optimierung der Workloads anpassen lässt.
- **Kooperativer Support für FlexPod** NetApp und Cisco haben ein solides, skalierbares und flexibles Support-Modell entwickelt, das die individuellen Support-Anforderungen der konvergenten FlexPod Infrastruktur erfüllt. Bei diesem Modell profitieren Kunden von der gebündelten Erfahrung, den gemeinsamen Ressourcen und dem Fachwissen des technischen Supports von NetApp und Cisco, um unabhängig von ihrem Speicherort des Problems Ihren FlexPod Support zu ermitteln und zu beheben. Das kooperative Supportmodell für FlexPod sorgt für einen effizienten Betrieb des FlexPod Systems und die Nutzung aktueller Technologien. Außerdem unterstützt Sie das Team mit einem erfahrenen Team bei der Behebung von Integrationsproblemen.

  Das kooperative Support-Modell für FlexPod eignet sich besonders für Einrichtungen im Gesundheitswesen, die geschäftskritische Applikationen wie MEDITECH auf der konvergenten FlexPod Infrastruktur ausführen. Die folgende Abbildung zeigt das kooperative Support-Modell für FlexPod.



Neben diesen Vorteilen bietet jede Komponente des FlexPod-Datacenter-Stacks mit MEDITECH-Lösung spezifische Vorteile für MEDITECH EHR-Workflows.

Cisco Unified Computing System

Das Cisco Unified Computing System (Cisco UCS) besteht aus einer zentralen Management-Domäne, die mit einer einheitlichen I/O-Infrastruktur verbunden ist. Damit die Infrastruktur kritische Patientendaten mit maximaler Verfügbarkeit liefern kann, wurde das Cisco UCS für MEDITECH-Umgebungen auf die von MEDITECH empfohlenen Infrastrukturempfehlungen und Best Practices abgestimmt.

Die Grundlage von MEDITECH auf der Cisco UCS-Architektur ist die Cisco UCS-Technologie mit integriertem Systemmanagement, Intel Xeon Prozessoren und Servervirtualisierung. Diese integrierten Technologien lösen die Herausforderungen von Datacentern und helfen Ihnen, Ihre Ziele für das Design von Rechenzentren für MEDITECH zu erreichen. Cisco UCS vereint das LAN-, SAN- und Systemmanagement in einem einzigen vereinfachten Link für Rack Server, Blade Server und VMs. Cisco UCS ist eine End-to-End-I/O-Architektur, in der Cisco Unified Fabric und Cisco Fabric Extender Technologie (FEX Technologie) integriert sind, um alle Komponenten des Cisco UCS über eine einzelne Network Fabric und eine einzelne Netzwerkebene zu verbinden.

Das System kann als einzelne oder mehrere logische Einheiten implementiert werden, die mehrere Blade-Chassis, Rack-Server, Racks und Datacenter integrieren und skalieren. Das System implementiert eine radikal vereinfachte Architektur, sodass keine redundanten Geräte mehr vorhanden sind, die herkömmliche Blade Server-Gehäuse und Rack-Server befüllen. In herkömmlichen Systemen führen redundante Geräte wie Ethernet- und FC-Adapter und Chassis-Management-Module zu einer komplexeren Umgebung. Cisco UCS besteht aus einem redundanten Paar Cisco UCS Fabric Interconnects (FIS), die einen einzigen Managementpunkt und einen einzigen Kontrollpunkt für den gesamten I/O-Datenverkehr bereitstellen.

Cisco UCS nutzt Serviceprofile, um sicherzustellen, dass die virtuellen Server in der Cisco UCS Infrastruktur ordnungsgemäß konfiguriert sind. Service-Profile bestehen aus Netzwerk-, Storage- und Computing-Richtlinien, die jeweils von Experten erstellt werden. Serviceprofile umfassen wichtige Serverinformationen über die Serveridentität wie LAN- und SAN-Adressierung, I/O-Konfigurationen, Firmware-Versionen, Boot Order, Network Virtual LAN (VLAN), physischen Port und QoS-Richtlinien. Service-Profile lassen sich dynamisch erstellen und sind in wenigen Minuten mit beliebigen physischen Servern im System verbunden – statt in Stunden oder Tagen. Die Zuordnung von Serviceprofilen zu physischen Servern erfolgt in einem einfachen, einzigen Vorgang und ermöglicht die Migration von Identitäten zwischen Servern in der Umgebung, ohne dass eine physische Konfiguration geändert werden muss. Sie ermöglicht die schnelle Bare Metal-Bereitstellung von Ersatzteilen für Altserver.

Durch die Verwendung von Service-Profilen kann sichergestellt werden, dass Server im gesamten Unternehmen konsistent konfiguriert werden. Wenn mehrere Cisco UCS Management-Domänen verwendet werden, kann Cisco UCS Central mithilfe globaler Serviceprofile Konfigurations- und Richtlinieninformationen über Domänen hinweg synchronisieren. Falls in einer Domäne Wartungsarbeiten durchgeführt werden müssen, kann die virtuelle Infrastruktur in eine andere Domäne migriert werden. Durch diesen Ansatz wird sichergestellt, dass selbst wenn eine einzelne Domäne offline ist, die Applikationen weiterhin mit hoher Verfügbarkeit ausgeführt werden.

Um zu zeigen, dass die Serverkonfigurationsanforderungen erfüllt werden, wurde Cisco UCS über einen Zeitraum von mehreren Jahren umfassend mit MEDITECH getestet. Cisco UCS ist eine unterstützte Serverplattform, die auf der MEDITECH Product Resources System Support-Website aufgeführt ist.

Cisco Networking

Cisco Nexus Switches und Cisco MDS Multilayer Directors bieten Konnektivität der Enterprise-Klasse sowie SAN-Konsolidierung. Die Multi-Protokoll-Speichernetzwerke von Cisco reduzieren das Geschäftsrisiko durch Flexibilität und Optionen: FC, Fibre Connection (FICON), FC over Ethernet (FCoE), SCSI over IP (iSCSI) und FC over IP (FCIP).

Cisco Nexus Switches bieten eines der umfangreichsten Datacenter-Netzwerk-Funktionen auf einer einzigen Plattform. Sie bieten hohe Performance und Dichte für Datacenter und Campus-Kerne. Zudem bieten sie umfassende Funktionen für Datacenter-Aggregation, End-of-row und Datacenter Interconnect-Implementierungen in einer äußerst stabilen modularen Plattform.

Das Cisco UCS integriert Rechenressourcen in Cisco Nexus Switches und eine Unified I/O Fabric, die verschiedene Arten von Netzwerkverkehr identifiziert und unterstützt. Der Datenverkehr umfasst Storage-I/O, Desktop-Datenströme, Management und Zugriff auf klinische und geschäftliche Applikationen. Sie erhalten:

- **Skalierbarkeit der Infrastruktur** Virtualisierung, effiziente Stromversorgung und Kühlung, Cloud-Skalierbarkeit mit Automatisierung, hoher Dichte und hoher Performance unterstützen effizientes Datacenter-Wachstum.
- **Betriebliche Kontinuität.** das Design integriert Hardware, NX-OS-Softwarefunktionen und Management, um Umgebungen ohne Ausfallzeiten zu unterstützen.
- **Netzwerk- und Computer-QoS.** Cisco bietet eine richtlinienbasierte Serviceklasse (CoS) und QoS für die gesamte Netzwerk-, Storage- und Computing-Fabric-Infrastruktur und sorgt damit für eine optimale Performance geschäftskritischer Applikationen.
- **Transportflexibilität.** Neue Netzwerktechnologien mit einer kostengünstigen Lösung schrittweise einführen.

Gemeinsam bieten Cisco UCS mit Cisco Nexus Switches und Cisco MDS Multilayer Directors eine optimale Computing-, Netzwerk- und SAN-Konnektivitätslösung für MEDITECH.

NetApp ONTAP

Auf NetApp Storage mit ONTAP Software fallen die Storage-Gesamtkosten geringer aus, während die Lese- und Schreibreaktionszeiten mit niedriger Latenz und die für MEDITECH-Workloads erforderlichen IOPS-Werte erreicht werden. ONTAP unterstützt sowohl All-Flash- als auch Hybrid-Storage-Konfigurationen und stellt damit eine optimale Storage-Plattform bereit, die die Anforderungen von MEDITECH erfüllt. Die Systeme mit Flash-Beschleunigung von NetApp haben die Validierung und Zertifizierung von MEDITECH erhalten, wodurch Unternehmen als MEDITECH-Kunde die Performance und Reaktionsfähigkeit eines wichtigen Systems für latenzempfindliche MEDITECH-Prozesse nutzen. Durch die Erstellung mehrerer Fehlerdomänen in einem einzigen Cluster können NetApp Systeme auch die Produktion von der nicht für die Produktion verwendeten Lösung isolieren. NetApp Systeme reduzieren mit ONTAP-QoS auch Performance-Probleme durch ein garantierte Minimum an Performance für Workloads.

Die Scale-out-Architektur der ONTAP Software kann flexibel an verschiedene I/O-Workloads angepasst werden. Um den erforderlichen Durchsatz und die niedrige Latenz zu erzielen, die klinische Applikationen erfordern, und gleichzeitig eine modulare Scale-out-Architektur bieten zu können, kommen meist All-Flash-Konfigurationen in ONTAP-Architekturen zum Einsatz. NetApp AFF Nodes können in demselben horizontal skalierbaren Cluster mit hybriden (HDD und Flash) Storage Nodes kombiniert werden, die sich zur Speicherung großer Datensätze mit hohem Durchsatz eignen. Neben einer von MEDITECH genehmigten Backup-Lösung können Sie Ihre MEDITECH-Umgebung aus teurem SSD-Storage (Solid-State Drive) auf günstigeren HDD-Speicher auf anderen Knoten klonen, replizieren und sichern. Dieser Ansatz erfüllt oder übertrifft die MEDITECH-Richtlinien für das SAN-basierte Klonen und das Sichern von Produktionspools.

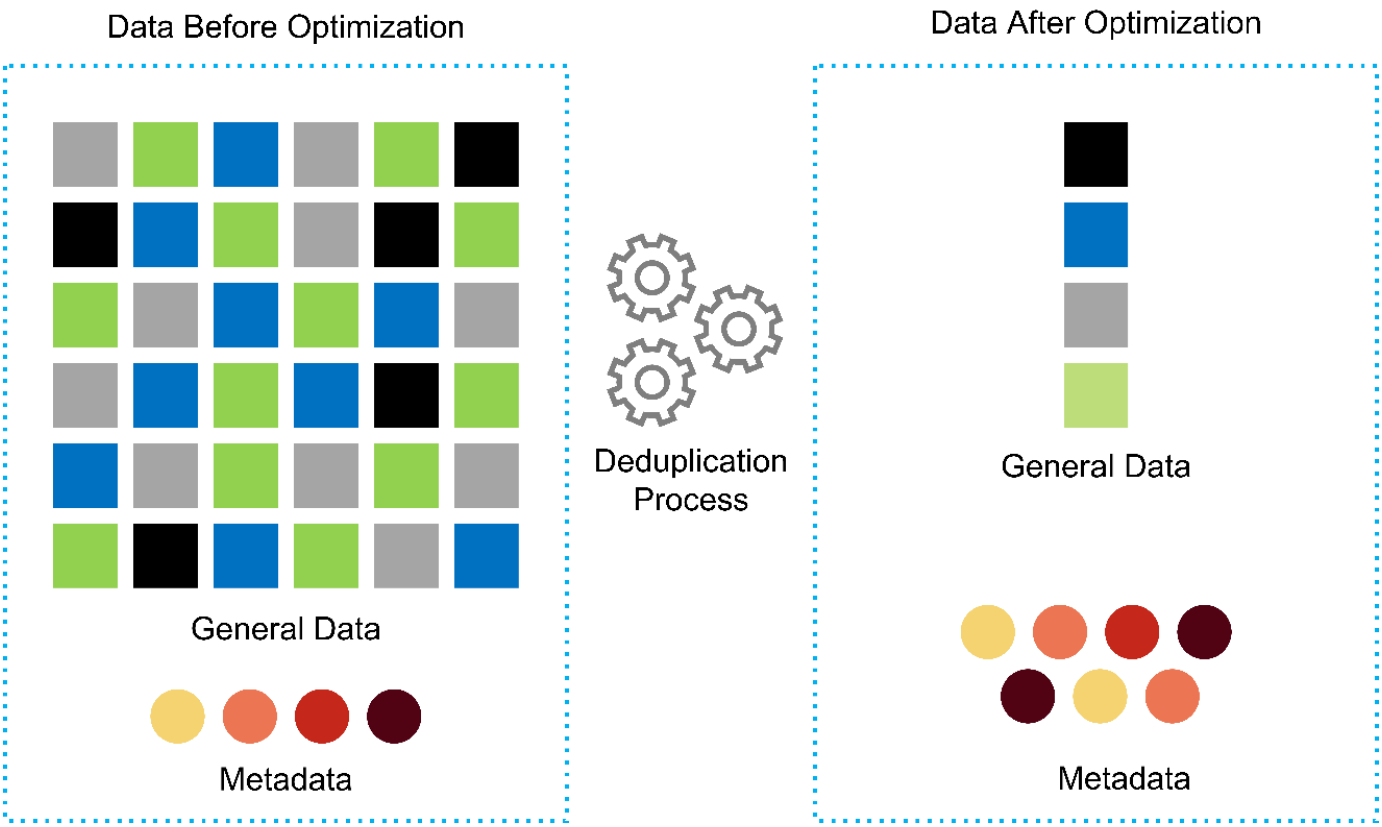
Viele der ONTAP-Funktionen sind besonders in MEDITECH-Umgebungen nützlich: Vereinfachtes Management, höhere Verfügbarkeit und Automatisierung sowie eine geringere Storage-Kapazität. Diese Funktionen bieten Ihnen:

- **Außergewöhnliche Performance.** die NetApp AFF Lösung verwendet die Unified Storage-Architektur, die ONTAP Software, die Managementoberfläche, umfassende Datenservices und erweiterte Funktionen, die die anderen NetApp FAS Produktfamilien bieten. Diese innovative Kombination aus All-Flash-Medien und ONTAP sorgt für eine konsistent niedrige Latenz und hohen IOPS von All-Flash-Storage mit der branchenführenden ONTAP Software.
- **Storage-Effizienz** Reduzieren Sie die Kapazitätsanforderungen an die Gesamtkapazität mit Deduplizierung, NetApp FlexClone Datenreplizierungstechnologie, Inline-Komprimierung, Inline-Data-Compaction, Thin Replication, Thin Provisioning, Und Deduplizierung von Aggregaten:

  Die NetApp Deduplizierung bietet Deduplizierung auf Block-Ebene in einem NetApp FlexVol Volume oder einer Datenkomponente. Im Wesentlichen werden bei der Deduplizierung doppelte Blöcke entfernt und nur eindeutige Blöcke im FlexVol Volume oder der Datenkomponente gespeichert.

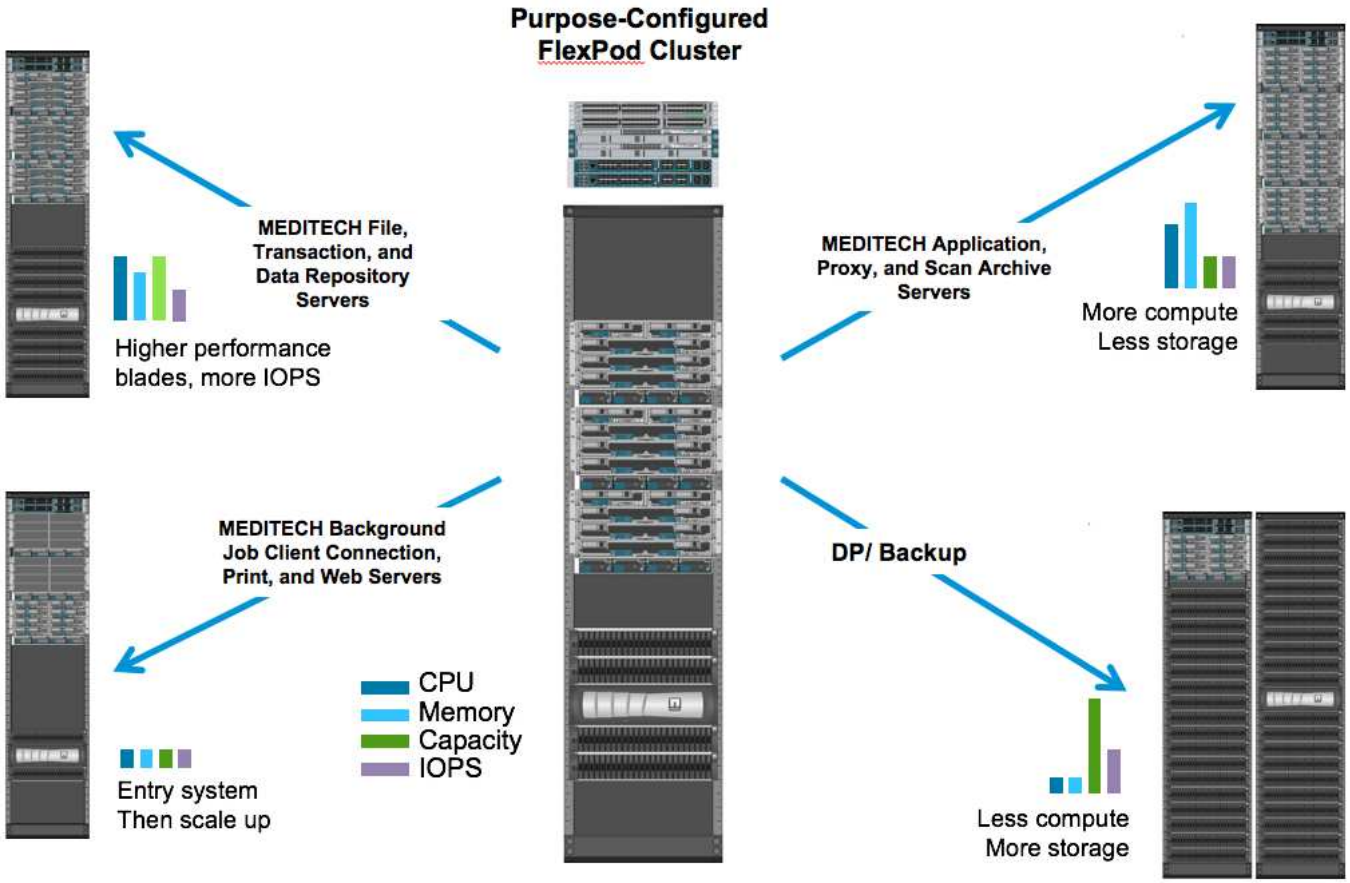
  Die Deduplizierung arbeitet mit einer hohen Granularität und wird auf dem aktiven File-System des FlexVol Volume oder der Datenkomponente betrieben. Die Deduplizierung ist applikationsunabhängig, weshalb Daten, die aus allen Applikationen stammen, die das NetApp System nutzen, dedupliziert werden können. Die Volume-Deduplizierung kann als Inline-Prozess ausgeführt werden (ab ONTAP 8.3.2). Sie können sie auch als Hintergrundprozess ausführen, der konfiguriert werden kann, automatisch auszuführen, zeitlich eingeplant zu werden oder manuell über die CLI, den NetApp ONTAP System Manager oder den NetApp Active IQ Unified Manager ausgeführt zu werden.

  Die folgende Abbildung zeigt, wie die NetApp Deduplizierung auf höchster Ebene funktioniert.



- **Platzsparendes Klonen** die FlexClone Funktion ermöglicht Ihnen die nahezu sofortige Erstellung von Klonen zur Aktualisierung der Backup- und Testumgebung. Diese Klone verbrauchen nur bei Änderungen mehr Storage.
- **NetApp Snapshot und SnapMirror Technologien.** ONTAP kann platzeffiziente Snapshot-Kopien der Logical Unit Numbers (LUNs) erstellen, die der MEDITECH-Host nutzt. Bei Implementierungen mit zwei Standorten kann SnapMirror Software für mehr Datenreplizierung und Ausfallsicherheit implementiert werden.
- * Integrierte Datensicherung.* vollständige Funktionen für Datensicherung und Disaster Recovery helfen Ihnen, Ihre kritischen Datenbestände zu schützen und Disaster Recovery zu ermöglichen.
- **Unterbrechungsfreier Betrieb.** Upgrades und Wartungen können durchgeführt werden, ohne Daten offline zu schalten.
- **QoS und Adaptive QoS (AQoS).** mit Storage QoS können Sie potenzielle problematische Workloads begrenzen. Wichtiger noch: QoS kann ein Performance-Minimum für kritische Workloads wie MEDITECH Production garantieren. Aufgrund von Engpässen kann NetApp QoS Probleme im Zusammenhang mit der Performance verringern. AQoS arbeitet mit vordefinierten Richtliniengruppen zusammen, die Sie direkt auf ein Volume anwenden können. Diese Richtliniengruppen können automatisch eine Durchsatzdecke oder eine Boden-zu-Volume-Größe skalieren und so das Verhältnis von IOPS zu Terabyte und Gigabyte beibehalten, wenn sich die Größe des Volumes ändert.
- **NetApp Data Fabric.** NetApp Data Fabric vereinfacht und integriert Datenmanagement in Cloud- und On-Premises-Umgebungen, um die digitale Transformation zu beschleunigen. Sie profitieren von konsistenten und integrierten Datenmanagementservices, Applikationen für Datentransparenz und Einblicke aus Daten, Datenzugriff und -Kontrolle sowie Datensicherung und -Sicherheit. NetApp ist in Amazon Web Services (AWS), Azure, Google Cloud Platform und IBM Cloud Clouds integriert, sodass Sie eine breite Auswahl haben.

Die folgende Abbildung zeigt die FlexPod-Architektur für MEDITECH-Workloads.



MEDITECH Übersicht

Medical Information Technology, Inc., allgemein bekannt als MEDITECH, ist ein Software-Unternehmen mit Sitz in Massachusetts, das Informationssysteme für Einrichtungen im Gesundheitswesen bereitstellt. MEDITECH stellt ein EHR-System bereit, das entwickelt wurde, um die neuesten Patientendaten zu speichern und zu organisieren und die Daten an das klinische Personal zu übertragen. Patientendaten umfassen u. a. demografische Daten, Krankengeschichte, Medikamente, Laborergebnisse; röntgenbilder und persönliche Daten wie Alter, Größe und Gewicht.

Es geht nicht mehr um den Umfang dieses Dokuments, um die vielfältigen Funktionen abzudecken, die die MEDITECH-Software unterstützt. Anhang A bietet weitere Informationen zu diesen vielfältigen MEDITECH-Funktionen. Für MEDITECH-Anwendungen sind mehrere VMs erforderlich, um diese Funktionen zu unterstützen. Um diese Anwendungen zu implementieren, lesen Sie die Empfehlungen von MEDITECH.

Für jede Implementierung benötigen alle MEDITECH-Softwaresysteme aus Sicht des Speichersystems eine verteilte, patientenorientierte Datenbank. MEDITECH hat eine eigene proprietäre Datenbank, die das Windows-Betriebssystem nutzt.

Bridgehead und CommVault sind die beiden Backup-Software-Applikationen, die von NetApp und MEDITECH zertifiziert sind. Dieses Dokument behandelt nicht die Implementierung dieser Backup-Applikationen.

Der Schwerpunkt dieses Dokuments liegt in der Aktivierung des FlexPod-Stacks (Server und Speicher), um die Performance-getriebenen Anforderungen der MEDITECH-Datenbank und der Backup-Anforderungen in der EHR-Umgebung zu erfüllen.

Speziell für bestimmte MEDITECH-Workloads entwickelt

MEDITECH verkauft keine Server-, Netzwerk- oder Speicherhardware, Hypervisoren oder Betriebssysteme weiter; Es gelten jedoch spezifische Anforderungen für jede Komponente des Infrastruktur-Stacks. Daher haben Cisco und NetApp zusammengearbeitet, um das FlexPod Datacenter erfolgreich zu testen, zu implementieren und zu unterstützen, um die Anforderungen von MEDITECH in der Produktionsumgebung von Kunden wie Ihrem zu erfüllen.

MEDITECH-Kategorien

MEDITECH ordnet die Bereitstellungsgröße einer Kategorienummer zu, die zwischen 1 und 6 reicht. Die Kategorie 1 stellt die kleinsten MEDITECH-Bereitstellungen dar, und die Kategorie 6 stellt die größten MEDITECH-Bereitstellungen dar.

Informationen zu den I/O-Merkmalen und Leistungsanforderungen eines MEDITECH Hosts in den einzelnen Kategorien finden Sie auf NetApp "TR-4190: NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments".

MEDITECH-Plattform

Die MEDITECH Expanse-Plattform ist die neueste Version der EHR-Software des Unternehmens. Frühere MEDITECH-Plattformen sind Client/Server 5.x und MAGIC. Dieser Abschnitt beschreibt die MEDITECH-Plattform (anwendbar auf Expense, 6.x, C/S 5.x und MAGIC), die den MEDITECH-Host und dessen Speicheranforderungen betrifft.

Für alle vorangegangenen MEDITECH-Plattformen laufen auf mehreren Servern die MEDITECH-Software, die verschiedene Aufgaben ausführt. Die vorherige Abbildung zeigt ein typisches MEDITECH-System, einschließlich MEDITECH-Hosts, die als Anwendungsserver und andere MEDITECH-Server dienen. Beispiele anderer MEDITECH-Server sind die Data Repository-Anwendung, die Anwendung Scannen und Archivierung sowie Background Job Clients. Die vollständige Liste anderer MEDITECH-Server finden Sie in den Dokumenten „Hardware Configuration Proposal“ (für neue Bereitstellungen) und „Hardware Evaluation Task“ (für bestehende Bereitstellungen). Diese Dokumente erhalten Sie von MEDITECH über den MEDITECH-Systemintegrator oder von Ihrem MEDITECH Technical Account Manager (TAM).

MEDITECH-Gastgeber

Ein MEDITECH-Host ist ein Datenbankserver. Dieser Host wird auch als MEDITECH-Dateiserver (für die Expense, 6.x oder C/S 5.x-Plattform) oder als ZAUBERMASCHINE (für die MAGIC-Plattform) bezeichnet. Dieses Dokument verwendet den Begriff MEDITECH Host, um auf einen MEDITECH-Dateiserver oder EINEN MAGIC Machine zu verweisen.

MEDITECH-Hosts können physische Server oder VMs sein, die auf dem Betriebssystem Microsoft Windows Server ausgeführt werden. Am häufigsten werden MEDITECH-Hosts in diesem Bereich als Windows-VMs bereitgestellt, die auf einem VMware ESXi-Server laufen. Nach diesem Schreiben ist VMware der einzige Hypervisor, den MEDITECH unterstützt. Ein MEDITECH-Host speichert seine Programme, Wörterbücher und Datendateien auf einem Microsoft Windows-Laufwerk (z. B. Laufwerk E) auf dem Windows-System.

In einer virtuellen Umgebung befindet sich ein Windows E -Laufwerk auf einem LUN, das über RDM (Raw Device Mapping) im physischen Kompatibilitätsmodus mit der VM verbunden ist. Die Verwendung von VMDK-Dateien (Virtual Machine Disk) als Windows E-Laufwerk in diesem Szenario wird von MEDITECH nicht unterstützt.

MEDITECH-Host-Workload-I/O-Eigenschaft

Das I/O-Merkmal jedes MEDITECH-Hosts und des gesamten Systems hängt von der MEDITECH-Plattform ab, die Sie bereitstellen. Alle MEDITECH-Plattformen (Expse, 6.x, C/S 5.x und MAGIC) erzeugen Workloads, die

zu 100% zufällig sind.

Die MEDITECH Expse-Plattform erzeugt den anspruchsvollsten Workload, da sie den höchsten Prozentsatz der Schreibvorgänge und die IOPS pro Host insgesamt hat, gefolgt von 6.x, C/S 5.x und DEN MAGIC-Plattformen.

Weitere Informationen zu den MEDITECH-Arbeitslastbeschreibungen finden Sie unter "TR-4190: NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments".

Datennetzwerk Storage-Netzwerk

MEDITECH verlangt, dass das FC-Protokoll für den Datenverkehr zwischen dem NetApp FAS- oder AFF-System und den MEDITECH-Hosts aller Kategorien verwendet wird.

Speicherpräsentation für MEDITECH Gastgeber

Jeder MEDITECH-Host verwendet zwei Windows-Laufwerke:

- **Laufwerk C.** Dieses Laufwerk speichert das Windows Server-Betriebssystem und die MEDITECH Host-Anwendungsdateien.
- **Drive E.** der MEDITECH-Host speichert seine Programme, Wörterbücher und Datendateien auf Laufwerk E des Windows-Server-Betriebssystems. Laufwerk E ist eine LUN, die über das NetApp FAS oder AFF System mithilfe des FC-Protokolls zugeordnet wird. MEDITECH verlangt, dass das FC-Protokoll verwendet wird, damit die IOPS-Anforderungen des MEDITECH-Hosts und die Lese- und Schreiblatenz erfüllt werden.

Namenskonvention von Volume und LUN

MEDITECH erfordert, dass eine spezielle Namenskonvention für alle LUNs verwendet wird.

Überprüfen Sie vor einer Speicherbereitstellung den Vorschlag für die MEDITECH-Hardwarekonfiguration, um die Namenskonvention für die LUNs zu bestätigen. Die Datensicherung von MEDITECH basiert auf der Namenskonvention des Volumes und der LUN, um die spezifischen LUNs zu identifizieren, die für das Backup erforderlich sind.

Umfassende Management Tools und Automatisierungsfunktionen

Cisco UCS mit Cisco UCS Manager

Cisco konzentriert sich auf drei Schlüsselelemente für eine herausragende Datacenter-Infrastruktur: Vereinfachung, Sicherheit und Skalierbarkeit. Die Cisco UCS Manager Software bietet in Kombination mit der Modularität der Plattform eine vereinfachte, sichere und skalierbare Desktop-Virtualisierungsplattform:

- **Vereinfacht.** Cisco UCS stellt einen radikal neuen Ansatz für Standard-Computing dar und bildet den Kern der Datacenter-Infrastruktur für alle Workloads. Cisco UCS bietet viele Funktionen und Vorteile, darunter eine Verringerung der Anzahl der erforderlichen Server sowie eine Reduzierung der Anzahl der Kabel pro Server. Eine weitere wichtige Funktion besteht in der Fähigkeit zur schnellen Implementierung oder Neubereitstellung von Servern über Cisco UCS Service-Profile. Da weniger Server und Kabel für das Management erforderlich sind und die optimierte Bereitstellung von Server- und Applikations-Workloads optimiert werden muss, werden die Betriebsabläufe vereinfacht. Dutzende von Blade- und Rack-Servern können mit Service-Profilen von Cisco UCS Manager innerhalb von Minuten bereitgestellt werden. Cisco UCS Serviceprofile machen Runbooks zur Server-Integration überflüssig und vermeiden die Konfigurationstendenzen. Dadurch wird die Zeit bis zur Produktivität für Endbenutzer beschleunigt, die Unternehmensflexibilität verbessert und IT-Ressourcen können anderen Aufgaben zugewiesen werden.

Der Cisco UCS Manager automatisiert viele routinemäßige und fehleranfällige Datacenter-Vorgänge, beispielsweise bei der Konfiguration und Bereitstellung der Server-, Netzwerk- und Infrastruktur für den Storage-Zugriff. Darüber hinaus ermöglichen Cisco UCS Blade Server der B-Serie und Rack Server der C-Serie mit großem Speicherbedarf eine hohe Benutzerdichte für Anwendungen, wodurch die Anforderungen an die Server-Infrastruktur verringert werden.

Vereinfachung führt zu einer schnelleren und erfolgreicheren MEDITECH-Infrastrukturbereitstellung.

- **Sicher.** Obwohl VMs von Natur aus sicherer sind als ihre physischen Vorgänger, bringen sie neue Sicherheitsherausforderungen mit sich. Geschäftskritische Web- und Applikations-Server, die eine gemeinsame Infrastruktur wie virtuelle Desktops nutzen, haben jetzt ein höheres Risiko für Sicherheitsbedrohungen. Der Inter- VM Traffic verfügt nun über ein wichtiges Sicherheitsüberbedenken, das Ihre IT-Manager beachten müssen, insbesondere in dynamischen Umgebungen, in denen sich die VMs mithilfe von VMware vMotion über die Server-Infrastruktur bewegen.

  Durch Virtualisierung wird daher das Richtlinien- und Sicherheitsbewusstsein auf VM-Ebene deutlich erhöht. Dies gilt insbesondere angesichts der dynamischen und flexiblen Art der VM-Mobilität über eine erweiterte Computing-Infrastruktur hinweg. Die einfache Zunahme der Anzahl neuer virtueller Desktops erhöht die Bedeutung einer virtualisierungskompatiblen Netzwerk- und Sicherheitsinfrastruktur. Die Cisco Datacenter-Infrastruktur (Cisco UCS, Cisco MDS und Lösungen der Cisco Nexus Familie) für die Desktop-Virtualisierung bietet solide Datacenter-, Netzwerk- und Desktop-Sicherheit mit umfassender Sicherheit vom Desktop bis zum Hypervisor. Zusätzliche Sicherheit wird durch Segmentierung von virtuellen Desktops, VM-fähigen Richtlinien und Administration sowie Netzwerksicherheit in der gesamten LAN- und WAN-Infrastruktur erzielt.

- **Skalierbar.** das Wachstum von Virtualisierungslösungen ist alles andere als unvermeidlich. Daher muss eine Lösung in der Lage sein, mit diesem Wachstum skalierbar zu sein und vorhersehbar zu skalieren. Die Cisco Virtualisierungslösungen unterstützen eine hohe VM-Dichte (VMs pro Server), während mehr Server bei nahezu linearer Performance skaliert werden können. Die Cisco Datacenter-Infrastruktur bietet eine flexible Plattform für Wachstum und erhöht die geschäftliche Flexibilität. Die Service-Profile von Cisco UCS Manager ermöglichen die bedarfsgesteuerte Host-Bereitstellung und erleichtern die Implementierung Hunderter Hosts ebenso wie Dutzende.

  Cisco UCS Server bieten nahezu lineare Performance und Skalierbarkeit. Cisco UCS nutzt die patentierte Cisco Extended Memory Technologie, um großen Speicherbedarf mit weniger Sockeln zu bieten (mit Skalierbarkeit auf bis zu 1 TB Speicher mit Servern für 2 und 4 Plätze). Durch den Einsatz von Unified Fabric Technologie als Baustein lässt sich die aggregierte Bandbreite von Cisco UCS Server auf bis zu 80 Gbit/s pro Server skalieren, und das nordgebundene Cisco UCS Fabric Interconnect kann mit einer Übertragungsrate von 2 Tbit/s arbeiten. Diese Funktion verhindert I/O- und Speicherengpässe der Desktop-Virtualisierung. Das Cisco UCS unterstützt mit seiner hochperformanten Unified Fabric-basierten Netzwerkarchitektur mit geringer Latenz hohe Mengen an Virtual Desktop-Datenverkehr, einschließlich hochauflösende Video- und Kommunikationsdaten. Darüber hinaus hilft ONTAP im Rahmen der FlexPod Virtualisierungslösungen die Datenverfügbarkeit und optimale Performance bei Boot- und Login-Anstürmen zu wahren.

  Cisco UCS, Cisco MDS und Cisco Nexus Datacenter-Infrastrukturdesigns bieten eine hervorragende Wachstumsplattform. Server-, Netzwerk- und Storage-Ressourcen lassen sich transparent skalieren, um Desktop-Virtualisierung, Datacenter-Applikationen und Cloud Computing zu unterstützen.

VMware vCenter Server

VMware vCenter Server bietet eine zentralisierte Plattform für das Management von MEDITECH-Umgebungen, mit der Ihr Gesundheitsunternehmen eine virtuelle Infrastruktur sicher automatisieren und bereitstellen kann:

- * Einfache Bereitstellung.* Schnelle und einfache Bereitstellung von vCenter Server mit einer virtuellen Appliance.
- **Zentrale Steuerung und Transparenz.** Verwalten Sie die gesamte VMware vSphere Infrastruktur von einem Ort aus.
- **Proaktive Optimierung.** Ressourcen zuweisen und optimieren für maximale Effizienz.
- **Management.** Verwenden Sie leistungsstarke Plug-ins und Tools, um das Management zu vereinfachen und die Kontrolle zu erweitern.

Virtual Storage Console für VMware vSphere

Virtual Storage Console (VSC), vSphere API for Storage Awareness (VASA) Provider und VMware Storage Replication Adapter (SRA) für VMware vSphere von NetApp bilden eine einzelne virtuelle Appliance. Die Produktsuite umfasst SRA und VASA Provider als Plug-ins für vCenter Server, das ein lückenloses Lifecycle Management für VMs in VMware Umgebungen bietet, die NetApp Storage-Systeme nutzen.

Die virtuelle Appliance für VSC, VASA Provider und SRA lässt sich nahtlos in den VMware vSphere Web Client integrieren und ermöglicht die Nutzung von SSO-Services. In einer Umgebung mit mehreren VMware vCenter Server-Instanzen muss jede zu verwaltende vCenter Server Instanz eine eigene, eingetragene Instanz von VSC haben. Über die VSC Dashboard-Seite können Sie den Gesamtstatus Ihrer Datastores und VMs schnell überprüfen.

Durch die Implementierung der virtuellen Appliance für VSC, VASA Provider und SRA können Sie die folgenden Aufgaben ausführen:

- **Verwenden Sie VSC für die Bereitstellung und das Management von Speicher und die Konfiguration des ESXi Hosts.** mit VSC können Sie Anmeldeinformationen hinzufügen, Anmeldeinformationen entfernen, Anmeldedaten zuweisen und Berechtigungen für Storage Controller in Ihrer VMware Umgebung einrichten. Darüber hinaus können auch ESXi Server gemanagt werden, die mit NetApp Storage-Systemen verbunden sind. Mit ein paar Klicks können Sie für alle Hosts empfohlene Best-Practice-Werte für Host Timeouts, NAS und Multipathing festlegen. Sie können auch Speicherdetails anzeigen und Diagnoseinformationen erfassen.
- **Verwenden Sie VASA Provider zum Erstellen von Storage-Funktionsprofilen und zum Einstellen von Alarmen.** VASA Provider für ONTAP ist bei der Aktivierung der VASA Provider-Erweiterung bei VSC registriert. Sie können Storage-Funktionsprofile und virtuelle Datastores erstellen und verwenden. Sie können auch Alarme festlegen, um Sie zu benachrichtigen, wenn die Schwellenwerte für Volumes und Aggregate fast voll sind. Sie können die Performance von VMDKs und den auf virtuellen Datastores erstellten VMs überwachen.
- **Verwenden Sie SRA für die Disaster Recovery.** mit SRA können geschützte und Recovery-Standorte in der Umgebung für Disaster Recovery bei Ausfällen konfiguriert werden.

NetApp OnCommand Insight und ONTAP

NetApp OnCommand Insight integriert das Infrastrukturmanagement in die Servicekette MEDITECH. Dieser Ansatz ermöglicht Ihrem Unternehmen im Gesundheitswesen eine bessere Kontrolle, Automatisierung und Analyse Ihrer Storage-, Netzwerk- und Computing-Infrastruktur. DIE SOFTWARE optimiert Ihre aktuelle Infrastruktur optimal und erleichtert die sinnvolle Planung neuer Investitionen. Außerdem werden die Risiken verringert, die mit komplexen Technologiemigrationen verbunden sind. Da es agentenfrei läuft, ist die Installation unkompliziert und unterbrechungsfrei. Installierte Storage- und SAN-Geräte werden kontinuierlich überwacht. Detaillierte Informationen sorgen für volle Transparenz Ihrer gesamten Storage-Umgebung. Sie erkennen falsch bzw. unzureichend genutzte oder verwaiste Ressourcen umgehend und können diese so wieder nutzbar machen. OnCommand Insight bietet Ihnen folgende Vorteile:

- **Optimierung vorhandener Ressourcen.** Identifizieren Sie falsch genutzte, unzureichend genutzte oder verwaiste Ressourcen, indem Sie bewährte Best Practices nutzen, um Probleme zu vermeiden und Service-Level einzuhalten.
- **Bessere Entscheidungen treffen** mit Echtzeitdaten lassen sich Kapazitätsprobleme schneller lösen, um zukünftige Anschaffungen präzise zu planen, zu Budgetüberschreitungen zu vermeiden und Investitionsausgaben hinauszuschieben.
- **Beschleunigen SIE IT-Initiativen** Verstehen Sie Ihre virtuellen Umgebungen, um Risiken zu managen, Ausfallzeiten zu minimieren und die Cloud-Implementierung zu beschleunigen.

Konzipieren

Die Architektur von FlexPod für MEDITECH basiert auf Guidance von MEDITECH, Cisco und NetApp und auf Erfahrungen unserer Partner in der Zusammenarbeit mit MEDITECH Kunden aller Größen. Die Architektur ist anpassungsfähig und wendet Best Practices für MEDITECH an, je nachdem, welche Datacenter-Strategie Sie haben, wie groß Ihr Unternehmen ist und ob Ihr System zentralisiert, verteilt oder mandantenfähig ist.

Die richtige Storage-Architektur kann durch die Gesamtgröße mit den IOPS-insgesamt bestimmt werden. Performance allein ist nicht der einzige Faktor. Basierend auf zusätzlichen Kundenanforderungen können Sie sich entscheiden, eine größere Anzahl Nodes zu verwenden. Der Vorteil von NetApp Storage besteht darin, dass Sie den Cluster bei sich ändernden Anforderungen einfach und unterbrechungsfrei vertikal skalieren können. Zudem lassen sich Nodes unterbrechungsfrei aus dem Cluster entfernen, um Geräte anderen Zwecken zuzuweisen oder während Geräteaktualisierungen einzuführen.

Dies sind einige der Vorteile der NetApp ONTAP Storage-Architektur:

- **Einfaches, unterbrechungsfreies Scale-up und Scale-out.** Dank des unterbrechungsfreien Betriebs von ONTAP können Sie Festplatten und Nodes aktualisieren, hinzufügen oder entfernen. Beginnen Sie mit vier Nodes und verschieben Sie auf sechs Nodes oder aktualisieren Sie unterbrechungsfrei auf größere Controller.
- **Storage-Effizienz** Reduzierung Ihrer Kapazitätsanforderungen mit Deduplizierung, NetApp FlexClone, Inline-Komprimierung, Inline-Data-Compaction, Thin Replication Thin Provisioning und Deduplizierung von Aggregaten Die FlexClone Funktion ermöglicht nahezu unmittelbare Klonerstellung zur Unterstützung von Aktualisierungen der Backup- und Testumgebung. Diese Klone verbrauchen nur bei Änderungen mehr Storage.
- **Disaster Recovery Schattendatenbankserver.** der Disaster Recovery Schattendatenbankserver ist Teil Ihrer Business Continuity-Strategie (wird zur Unterstützung von Read-Only Storage-Funktionen verwendet und möglicherweise als Storage-Lese-/Schreibinstanz konfiguriert). Daher haben die Platzierung und Größenbemessung des dritten Storage-Systems in der Regel dasselbe wie im Storage-System Ihrer Produktionsdatenbank.
- **Datenbankkonsistenz (einige Überlegungen erforderlich).** Wenn Sie NetApp SnapMirror Backup-Kopien in Bezug auf Business Continuity verwenden, siehe "TR-3446: SnapMirror Async Overview and Best Practices Guide".

Storage-Layout

Dedizierte Aggregate für MEDITECH-Hosts

Der erste Schritt zur Erfüllung der hohen Performance- und Hochverfügbarkeitsanforderungen von MEDITECH besteht darin, das Speicherlayout für die MEDITECH-Umgebung richtig zu gestalten, um die MEDITECH-Host-Produktionskosten auf einen dedizierten, hochperformanten Speicher zu isolieren.

Auf jedem Speichercontroller sollte ein dediziertes Aggregat bereitgestellt werden, um das Programm, das Wörterbuch und die Datendateien der MEDITECH-Hosts zu speichern. Um das Risiko zu beseitigen, dass andere Workloads dieselben Festplatten verwenden und die Performance beeinträchtigen, wird kein anderer Storage über diese Aggregate bereitgestellt.

> Speicherung, die Sie für die anderen MEDITECH-Server bereitstellen, sollte nicht auf das dedizierte Aggregat für die LUNs platziert werden, die von den MEDITECH-Hosts verwendet werden. Sie sollten den Speicher für andere MEDITECH-Server auf einem separaten Aggregat platzieren. Speicheranforderungen für andere MEDITECH-Server sind in den Dokumenten „Hardware Configuration Proposal“ (für neue Bereitstellungen) und „Hardware Evaluation Task“ (für bestehende Bereitstellungen) verfügbar. Diese Dokumente erhalten Sie von MEDITECH über den MEDITECH-Systemintegrator oder von Ihrem MEDITECH Technical Account Manager (TAM). NetApp Solution Engineers haben eventuell einen Rat an das NetApp MEDITECH Independent Software Vendor (ISV) Team, um eine ordnungsgemäße und vollständige Konfiguration des NetApp Storage-Größenbemessung zu ermöglichen.

Verteilen Sie den MEDITECH-Host-Workload gleichmäßig auf alle Storage-Controller

NetApp FAS und AFF Systeme werden als ein oder mehrere Hochverfügbarkeitspaare implementiert. NetApp empfiehlt, die MEDITECH Erweiterung und 6.x Workloads gleichmäßig auf alle Storage Controller zu verteilen, um die Computing-, Netzwerk- und Caching-Ressourcen auf jedem Storage Controller anzuwenden.

Verwenden Sie die folgenden Richtlinien, um die MEDITECH-Workloads gleichmäßig auf jeden Storage-Controller zu verteilen:

- Wenn Sie die IOPS für jeden MEDITECH-Host kennen, können Sie die MEDITECH-Erweiterung und 6.x-Workloads gleichmäßig auf alle Storage-Controller verteilen, indem Sie bestätigen, dass jeder Controller eine ähnliche Anzahl von IOPS von den MEDITECH-Hosts unterstützt.
- Wenn Sie die IOPS für jeden MEDITECH-Host nicht kennen, können Sie die MEDITECH-Expense und 6.x-Workloads immer noch gleichmäßig auf alle Storage-Controller verteilen. Füllen Sie diese Aufgabe aus, indem Sie bestätigen, dass die Kapazität der Aggregate für die MEDITECH-Hosts gleichmäßig auf alle Speicher-Controller verteilt ist. Auf diese Weise ist die Anzahl der Disketten über alle Datenaggregate hinweg identisch, die den MEDITECH-Hosts gewidmet sind.
- Verwenden Sie ähnliche Festplattentypen und identische RAID-Gruppen, um die Storage-Aggregate beider Controller zu erstellen, sodass die Workloads gleichmäßig verteilt werden. Wenden Sie sich an einen NetApp Certified Integrator, bevor Sie das Storage-Aggregat erstellen.

> Laut MEDITECH generieren zwei Hosts im MEDITECH-System höhere IOPS als die restlichen Hosts. Die LUNs für diese beiden Hosts sollten auf separaten Storage Controllern platziert werden. Sie sollten diese beiden Gastgeber mit Unterstützung des MEDITECH-Teams identifizieren, bevor Sie Ihr System bereitstellen.

Storage-Platzierung

Datenbank-Storage für MEDITECH-Hosts

Der Datenbank-Storage für einen MEDITECH-Host wird als Block-Gerät (das ist eine LUN) aus dem NetApp FAS oder AFF System dargestellt. Die LUN wird normalerweise als E-Laufwerk auf das Windows Betriebssystem eingebunden.

Anderer Storage

Das MEDITECH-Host-Betriebssystem und die Datenbankapplikation erzeugen normalerweise eine erhebliche Menge von IOPS auf dem Speicher. Die Speicherbereitstellung für die MEDITECH-Host-VMs und deren VMDK-Dateien gilt, falls erforderlich, als unabhängig von dem Speicher, der zur Erfüllung der MEDITECH-Leistungsschwellenwerte erforderlich ist.

Speicher, die für die anderen MEDITECH-Server bereitgestellt werden, sollten nicht auf das dedizierte Aggregat für die LUNs platziert werden, die die MEDITECH-Hosts verwenden. Platzieren Sie den Speicher für andere MEDITECH-Server auf einem separaten Aggregat.

Konfiguration von Storage Controllern

Hochverfügbarkeit

Um die Auswirkungen eines Controller-Ausfalls zu verringern und unterbrechungsfreie Upgrades des Storage-Systems zu ermöglichen, sollten Sie Ihr Storage-System im Hochverfügbarkeits-Modus mit Controllern in einem Hochverfügbarkeitspaar konfigurieren.

Bei der hochverfügbaren Controller-Paar-Konfiguration sollten Festplatten-Shelfs über mehrere Pfade mit Controllern verbunden werden. Diese Verbindung verbessert die Storage Resiliency, indem sie vor einem Single Path-Ausfall schützt. Darüber hinaus wird bei einem Controller-Failover die Performance-Konsistenz verbessert.

Storage Performance bei Storage Controller Failover

Bei Storage-Systemen, die mit Controllern in einem Hochverfügbarkeitspaar konfiguriert sind, übernimmt der Partner-Controller in dem unwahrscheinlichen Fall eines Controller-Ausfalls die Storage-Ressourcen und Workloads des ausgefallenen Controllers. Wenden Sie sich unbedingt an den Kunden, um die Performance-Anforderungen zu ermitteln, die bei einem Controller-Ausfall erfüllt werden müssen und die Systemgröße entsprechend zu bestimmen.

Hardware-gestützte Übernahme

NetApp empfiehlt die Hardware-gestützte Übernahme auf beiden Storage Controllern.

Durch die Hardware-gestützte Übernahme minimieren Sie die Storage Controller Failover-Zeit. Es ermöglicht es einem Controller Remote LAN Modul oder Service Processor Modul, seinen Partner über einen Controller-Ausfall schneller als ein Herzschlag Timeout-Trigger informieren kann, die Zeit, die es dauert, um Failover. Die Hardware-gestützte Übernahme ist standardmäßig für Storage-Controller in einer Hochverfügbarkeitskonfiguration aktiviert.

Weitere Informationen über die Hardware-gestützte Übernahme finden Sie im "ONTAP 9 Dokumentationszentrum".

Festplattentyp

Um die Anforderung von MEDITECH-Workloads durch niedrige Leseverzögerungsanforderungen zu unterstützen, empfiehlt NetApp, für Aggregate in AFF-Systemen, die speziell für die MEDITECH-Hosts geeignet sind, eine hochperformante SSD zu verwenden.

NetApp AFF

NetApp bietet hochperformante AFF-Arrays zur Bewältigung von MEDITECH-Workloads, die einen hohen Durchsatz erfordern und über zufällige Datenzugriffsmuster und Anforderungen an niedrige Latenz verfügen.

Für MEDITECH-Workloads bieten AFF-Arrays Leistungsvorteile gegenüber auf HDDs basierenden Systemen. Die Kombination aus Flash-Technologie und Enterprise-Datenmanagement bietet Vorteile in drei wichtigen Bereichen: Performance, Verfügbarkeit und Storage-Effizienz.

NetApp Support Tools und Services

NetApp bietet ein umfassendes Set an Support Tools und Services. Das NetApp AutoSupport Tool sollte auf NetApp All Flash FAS/FAS Systemen aktiviert und konfiguriert werden, um den Startaufruf zu melden, falls ein Hardwarefehler oder eine Fehlkonfiguration des Systems auftritt. Benachrichtigung des NetApp Support-Teams bei Home-Benachrichtigungen zur zeitnahen Behebung von Fehlern. NetApp Active IQ ist eine webbasierte Applikation, die auf AutoSupport Informationen Ihrer NetApp Systeme basiert und vorausschauend Informationen liefert, um Verfügbarkeit, Effizienz und Performance zu verbessern.

Implementierung und Konfiguration

Überblick

In diesem Dokument werden die in diesem Dokument angegebenen Richtlinien zum NetApp Storage für die Implementierung von FlexPod behandelt:

- Umgebungen, die ONTAP nutzen
- Umgebungen, die Cisco UCS Blade- und Rack-montierte Server verwenden

Dieses Dokument deckt nicht ab:

- Detaillierte Implementierung der FlexPod Datacenter-Umgebung

  Weitere Informationen finden Sie unter "FlexPod Datacenter mit FC Cisco Validated Design" (CVD).

- Ein Überblick über die MEDITECH-Softwareumgebungen, Referenzarchitekturen und die Best Practices für die Integration.

  Weitere Informationen finden Sie unter "TR-4300i: NetApp FAS and All-Flash-Storage-Systeme for MEDITECH Environments Best Practices Guide" (NetApp Login erforderlich).

- Quantitative Performance-Anforderungen und Hinweise zur Dimensionierung

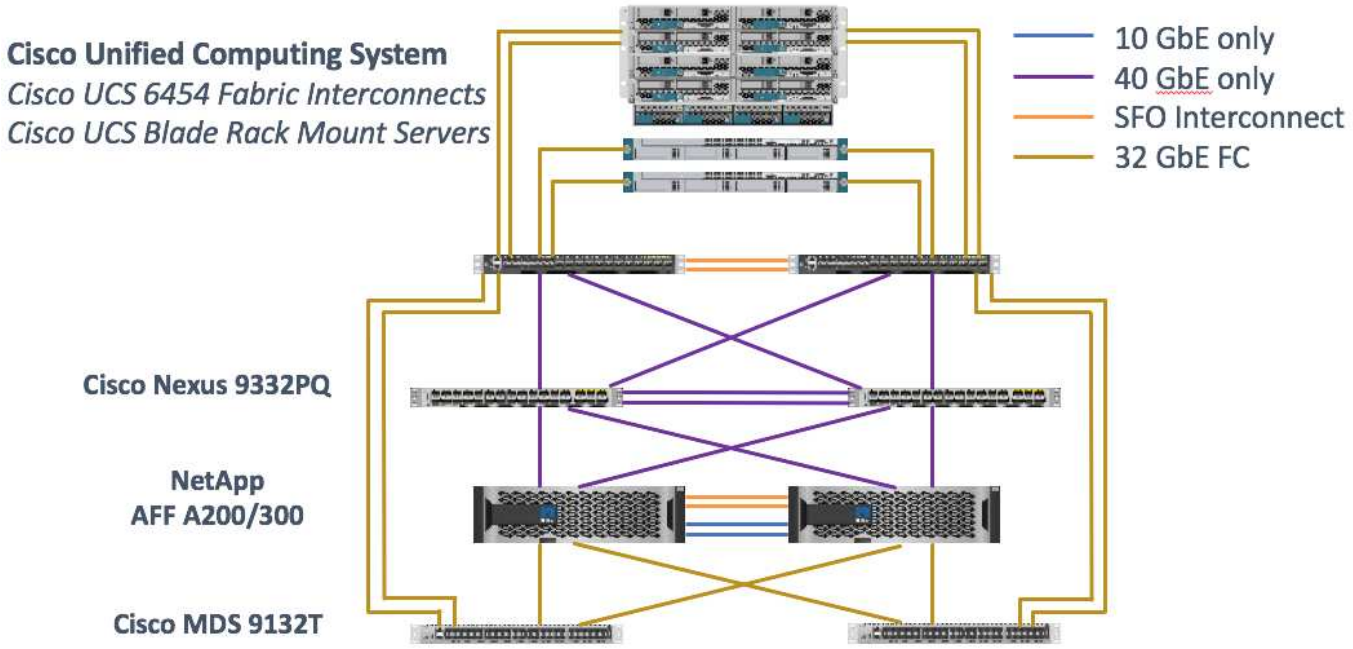
  Weitere Informationen finden Sie unter "TR-4190: NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments".

- Einsatz von NetApp SnapMirror Technologien für die Einhaltung von Backup- und Disaster-Recovery-Anforderungen
- Allgemeine Hinweise zur Implementierung von NetApp Storage.

In diesem Abschnitt wird eine Beispielkonfiguration mit Best Practices für die Infrastrukturbereitstellung erläutert sowie die verschiedenen Hardware- und Softwarekomponenten für die Infrastruktur und die Versionen, die Sie verwenden können, aufgeführt.

Verkabelungsdiagramm

Die folgende Abbildung zeigt das 32-GB-FC/40-GbE-Topologiediagramm für eine MEDITECH-Bereitstellung.



Verwenden Sie immer das "Interoperabilitäts-Matrix-Tool (IMT)" So überprüfen Sie, ob alle Versionen von Software und Firmware unterstützt werden. Die Tabelle in Abschnitt "MEDITECH Module und Komponenten" Führt die Hardware- und Softwarekomponenten der Infrastruktur auf, die bei den Tests verwendet wurden.

"Als Nächstes: Infrastrukturgrundlage"

Basiskonfiguration

Netzwerk-Konnektivität

Vor der Konfiguration der Infrastruktur müssen die folgenden Netzwerkverbindungen vorhanden sein:

- Die Link-Aggregation, die Port-Kanäle und virtuelle Port-Kanäle (vPCs) nutzt, wird durchgehend verwendet, wodurch das Design für eine höhere Bandbreite und hohe Verfügbarkeit ermöglicht wird:
  - VPC wird zwischen Cisco FI und Cisco Nexus Switches verwendet.
  - Jeder Server verfügt über virtuelle Netzwerk-Schnittstellenkarten (vNICs) mit redundanter Konnektivität zur Unified Fabric. Aus Gründen der Redundanz wird zwischen FIS ein NIC-Failover verwendet.
  - Jeder Server verfügt über virtuelle Host Bus Adapter (vHBAs) mit redundanter Konnektivität zum Unified Fabric.
- Das Cisco UCS-FI-SYSTEM ist wie empfohlen im End-Host-Modus konfiguriert und ermöglicht das dynamische Pinning von vNICs an Uplink-Switches.

Storage-Konnektivität

Vor der Konfiguration der Infrastruktur müssen die folgenden Speicherverbindungen vorhanden sein:

- Storage Port Interface Groups (ifgroups, vPC)
- 10-GB-Link zum Switch N9K-A
- 10-GB-Link zum Switch N9K-B
- In-Band-Management (aktiv-Passiv-Bond):

    - 1-GB-Link zum Management-Switch N9K-A
    - 1-GB-Link zum Management-Switch N9K-B
- 32-GB-FC-End-to-End-Konnektivität über Cisco MDS-Switches; Konfiguration von Einzel-Initiator-Zoning
- FC SAN-Boot für eine vollständige Statusfreies Computing; Server werden über LUNs im Boot-Volume gestartet, das auf dem AFF Storage-Cluster gehostet wird
- Alle MEDITECH-Workloads werden auf FC-LUNs gehostet, die sich über die Speicher-Controller-Knoten verteilen

Host-Software

Die folgende Software muss installiert sein:

- ESXi wurde auf den Cisco UCS Blades installiert
- Installation und Konfiguration von VMware vCenter (für alle in vCenter registrierten Hosts)
- VSC wird in VMware vCenter installiert und registriert
- NetApp Cluster konfiguriert

"Weiter: Cisco UCS Blade-Server- und Switch-Konfiguration."

Cisco UCS Blade-Server- und Switch-Konfiguration

Die Software FlexPod for MEDITECH ist auf jeder Stufe mit Fehlertoleranz ausgelegt. Es gibt keinen Single Point of Failure im System. Für eine optimale Performance empfiehlt Cisco den Einsatz von Hot-Spare Blade-Servern.

Dieses Dokument bietet allgemeine Hinweise zur Grundkonfiguration einer FlexPod-Umgebung für MEDITECH-Software. In diesem Abschnitt stellen wir grundlegende Schritte mit einigen Beispielen für die Vorbereitung des Cisco UCS Computing-Plattformelements der FlexPod-Konfiguration dar. Voraussetzung hierfür ist, dass die FlexPod Konfiguration gemäß den Anweisungen in den Rack-Einheiten mit Strom versorgt und verkabelt ist "FlexPod Datacenter with Fibre Channel Storage using VMware vSphere 6.5 Update 1, NetApp AFF A-Series and Cisco UCS Manager 3.2"CVD.

Konfiguration des Cisco Nexus Switches

Für die Lösung wird ein fehlertolerantes Paar Ethernet Switches der Cisco Nexus 9300-Serie eingesetzt. Sie sollten diese Schalter wie im beschrieben verkabeln "Verkabelungsdiagramm" Abschnitt. Durch die Cisco Nexus-Konfiguration wird sichergestellt, dass Ethernet-Traffic-Ströme für die MEDITECH-Anwendung optimiert werden.

1. Führen Sie nach Abschluss der Ersteinrichtung und Lizenzierung die folgenden Befehle aus, um die globalen Konfigurationsparameter auf beiden Switches festzulegen:

```
spanning-tree port type network default
spanning-tree port type edge bpduguard default
spanning-tree port type edge bpdufilter default
port-channel load-balance src-dst l4port
ntp server <global-ntp-server-ip> use-vrf management
ntp master 3
ip route 0.0.0.0/0 <ib-mgmt-vlan-gateway>
copy run start
```

2. Erstellen Sie auf jedem Switch mithilfe des globalen Konfigurationsmodus die VLANs für die Lösung:

```
vlan <ib-mgmt-vlan-id>
name IB-MGMT-VLAN
vlan <native-vlan-id>
name Native-VLAN
vlan <vmotion-vlan-id>
name vMotion-VLAN
vlan <vm-traffic-vlan-id>
name VM-Traffic-VLAN
vlan <infra-nfs-vlan-id>
name Infra-NFS-VLAN
exit
copy run start
```

3. Erstellen Sie die NTP-Verteilerschnittstelle (Network Time Protocol), Port-Kanäle, Port-Channel-Parameter und Port-Beschreibungen für die Fehlerbehebung per "FlexPod Datacenter with Fibre Channel Storage using VMware vSphere 6.5 Update 1, NetApp AFF A-Series and Cisco UCS Manager 3.2"CVD.

Konfiguration für Cisco MDS 9132T

Die FC-Switches der Cisco MDS 9100 Serie bieten redundante 32-GB-FC-Konnektivität zwischen den NetApp AFF A200 oder AFF A300 Controllern und dem Cisco UCS Computing Fabric. Sie sollten die Kabel wie im beschrieben anschließen "Verkabelungsdiagramm" Abschnitt.

1. Führen Sie auf den Konsolen auf jedem MDS-Switch die folgenden Befehle aus, um die für die Lösung erforderlichen Funktionen zu aktivieren:

```
configure terminal
feature npiv
feature fport-channel-trunk
```

2. Konfigurieren einzelner Ports, Port-Kanäle und Beschreibungen gemäß dem FlexPod-Abschnitt zur Cisco MDS-Switch-Konfiguration in "FlexPod Datacenter mit FC Cisco Validated Design".
3. Um die erforderlichen virtuellen SANs (VSANs) für die Lösung zu erstellen, führen Sie im globalen Konfigurationsmodus die folgenden Schritte aus:

a. Führen Sie für den Fabric-A MDS Switch die folgenden Befehle aus:

```
vsan database
vsan <vsan-a-id>
vsan <vsan-a-id> name Fabric-A
exit
zone smart-zoning enable vsan <vsan-a-id>
vsan database
vsan <vsan-a-id> interface fc1/1
vsan <vsan-a-id> interface fc1/2
vsan <vsan-a-id> interface port-channel110
vsan <vsan-a-id> interface port-channel112
```

Die Port-Channel-Nummern in den letzten beiden Zeilen des Befehls wurden erstellt, wenn die einzelnen Ports, Port-Kanäle und Beschreibungen mithilfe des Referenzdokuments bereitgestellt wurden.

b. Führen Sie für den Fabric-B MDS Switch die folgenden Befehle aus:

```
vsan database
vsan <vsan-b-id>
vsan <vsan-b-id> name Fabric-B
exit
zone smart-zoning enable vsan <vsan-b-id>
vsan database
vsan <vsan-b-id> interface fc1/1
vsan <vsan-b-id> interface fc1/2
vsan <vsan-b-id> interface port-channel111
vsan <vsan-b-id> interface port-channel113
```

Die Port-Channel-Nummern in den letzten beiden Zeilen des Befehls wurden erstellt, wenn die einzelnen Ports, Port-Kanäle und Beschreibungen mithilfe des Referenzdokuments bereitgestellt wurden.

4. Erstellen Sie für jeden FC-Switch Geräte-Aliasnamen, die die Identifizierung jedes Geräts für laufende Vorgänge intuitiv machen, indem Sie die Details im Referenzdokument verwenden.
5. Erstellen Sie schließlich die FC-Zonen mithilfe der in Schritt 4 für jeden MDS-Switch erstellten Geräte-Aliasnamen wie folgt:
   a. Führen Sie für den Fabric-A MDS Switch die folgenden Befehle aus:

```
configure terminal
zone name VM-Host-Infra-01-A vsan <vsan-a-id>
member device-alias VM-Host-Infra-01-A init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01a target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02a target
exit
zone name VM-Host-Infra-02-A vsan <vsan-a-id>
member device-alias VM-Host-Infra-02-A init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01a target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02a target
exit
zoneset name Fabric-A vsan <vsan-a-id>
member VM-Host-Infra-01-A
member VM-Host-Infra-02-A
exit
zoneset activate name Fabric-A vsan <vsan-a-id>
exit
show zoneset active vsan <vsan-a-id>
```

b. Führen Sie für den Fabric-B MDS Switch die folgenden Befehle aus:

```
configure terminal
zone name VM-Host-Infra-01-B vsan <vsan-b-id>
member device-alias VM-Host-Infra-01-B init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01b target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02b target
exit
zone name VM-Host-Infra-02-B vsan <vsan-b-id>
member device-alias VM-Host-Infra-02-B init
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif01b target
member device-alias Infra-SVM-fcp_lif02b target
exit
zoneset name Fabric-B vsan <vsan-b-id>
member VM-Host-Infra-01-B
member VM-Host-Infra-02-B
exit
zoneset activate name Fabric-B vsan <vsan-b-id>
exit
show zoneset active vsan <vsan-b-id>
```

Anleitung zur Cisco UCS-Konfiguration

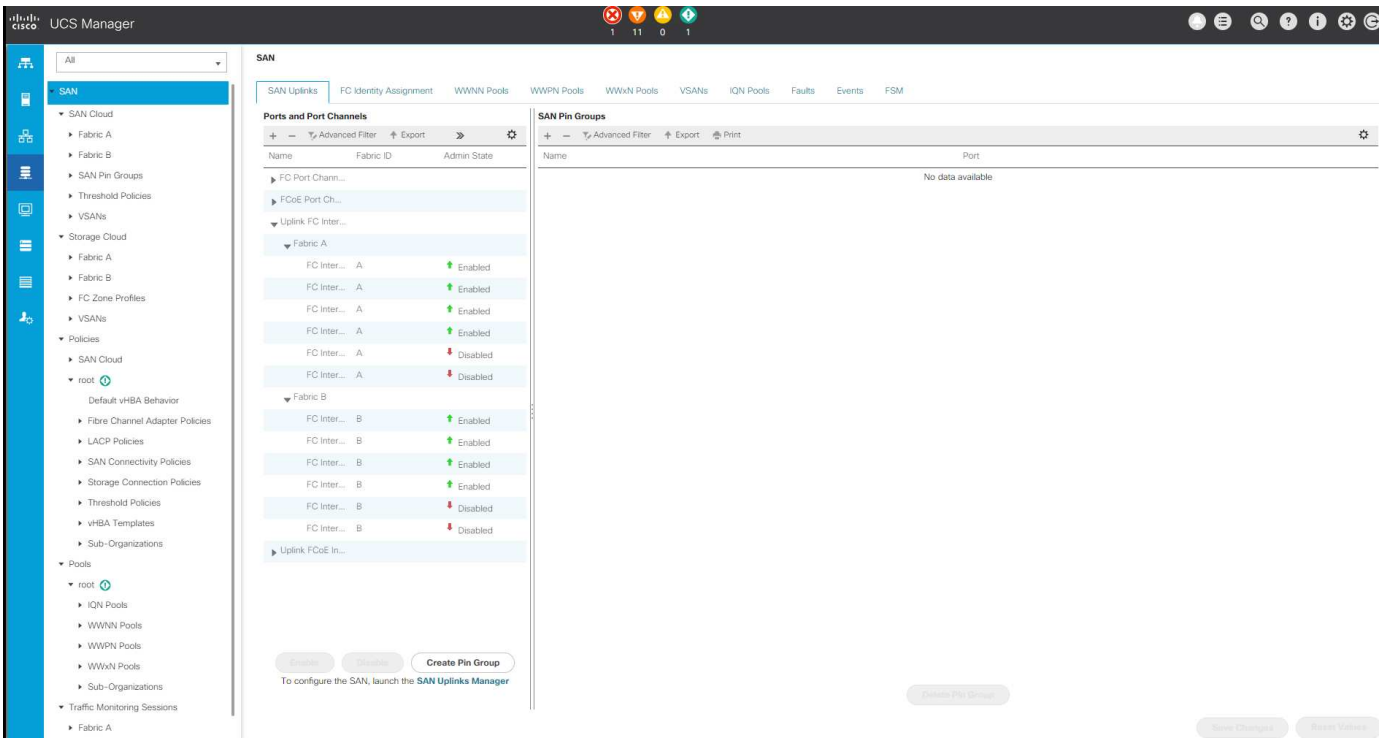
Mit Cisco UCS können Sie als MEDITECH-Kunde Ihre Fachexperten für Netzwerk-, Speicher- und Computing-Ressourcen optimal nutzen, um Richtlinien und Vorlagen zu erstellen, die auf Ihre spezifischen Anforderungen

abgestimmt sind. Nach ihrer Erstellung können diese Richtlinien und Vorlagen in Serviceprofilen zusammengefasst werden, die für konsistente, wiederholbare, zuverlässige und schnelle Implementierungen von Cisco Blade- und Rack-Servern sorgen.

Cisco UCS bietet drei Methoden zum Managen eines Cisco UCS-Systems, einer sogenannten Domäne:

- Cisco UCS Manager HTML5-GUI
- Cisco UCS CLI
- Cisco UCS Central für Umgebungen mit mehreren Domänen

Die folgende Abbildung zeigt einen Beispiel-Screenshot des SAN Node im Cisco UCS Manager.



In größeren Implementierungen können unabhängige Cisco UCS-Domänen auf der Ebene der großen MEDITECH-funktionalen Komponenten für eine höhere Fehlertoleranz ausgelegt werden.

Bei hochfehlertoleranten Designs mit zwei oder mehr Rechenzentren spielt Cisco UCS Central eine zentrale Rolle bei der Festlegung globaler Richtlinien und globaler Serviceprofile, die für eine konsistente Konsistenz zwischen den Hosts im gesamten Unternehmen sorgen.

Um die Cisco UCS Computing-Plattform einzurichten, gehen Sie die folgenden Verfahren vor. Führen Sie diese Verfahren durch, nachdem die Cisco UCS B200 M5 Blade Server im Cisco UCS 5108 AC Blade-Chassis installiert wurden. Zudem müssen Sie mit den Verkabelungsanforderungen konkurrieren, wie in beschrieben "Verkabelungsdiagramm" Abschnitt.

1. Aktualisieren Sie die Cisco UCS Manager Firmware auf Version 3.2(2f) oder höher.
2. Konfigurieren Sie die Berichterstellung, die Cisco „Call Home“-Funktionen und die NTP-Einstellungen für die Domäne.
3. Konfigurieren Sie die Server- und Uplink-Ports auf jedem Fabric Interconnect.
4. Bearbeiten Sie die Richtlinie zur Chassis-Erkennung.
5. Erstellen Sie die Adresspools für Out-of-Band-Management, Universal Unique Identifier (UUIDs), MAC-

Adresse, Server, den weltweiten Node-Namen (WWNN) und den weltweiten Port-Namen (WWPN).

6. Erstellen Sie die Ethernet- und FC-Uplink-Port-Kanäle und VSANs.
7. Erstellen von Richtlinien für SAN-Konnektivität, Netzwerkkontrolle, Server-Pool-Qualifizierung, Energiekontrolle, Server-BIOS, Und Standardwartung.
8. VNIC- und vHBA-Vorlagen erstellen.
9. VMedia- und FC-Boot-Richtlinien erstellen
10. Erstellen von Serviceprofilvorlagen und Serviceprofilen für jedes MEDITECH-Plattformelement.
11. Ordnen Sie die Service-Profile den entsprechenden Blade-Servern zu.

Die detaillierten Schritte zur Konfiguration der einzelnen Schlüsselelemente der Cisco UCS-Serviceprofile für FlexPod finden Sie im "FlexPod Datacenter with Fibre Channel Storage using VMware vSphere 6.5 Update 1, NetApp AFF A-Series and Cisco UCS Manager 3.2"CVD-Dokument.

"Als Nächstes: Best Practices für ESXi Konfiguration."

Best Practices für die ESXi Konfiguration

Konfigurieren Sie für die ESXi Host-seitige Konfiguration die VMware-Hosts so, wie es bei jedem Enterprise-Datenbank-Workload ausgeführt wird:

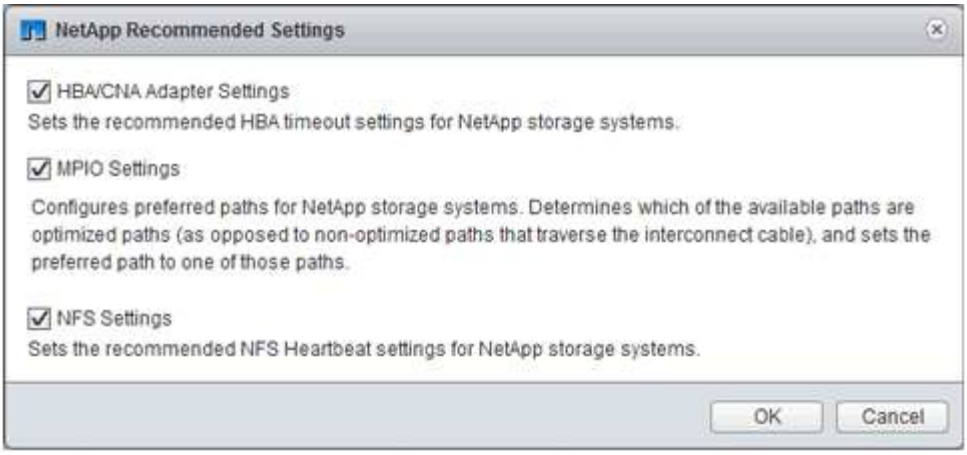
- VSC für VMware vSphere überprüft und legt die Einstellungen für das Multipathing des ESXi Hosts und die HBA-Zeitüberschreitungseinstellungen fest, die für NetApp Storage-Systeme am besten geeignet sind. Die VSC-Werte basieren auf strengen internen Tests von NetApp.
- Für eine optimale Storage-Performance sollten Sie in Betracht ziehen, Storage-Hardware zu nutzen, die VMware vStorage APIs – Array Integration (VAAI) unterstützt. Das NetApp Plug-in für VAAI ist eine Software-Bibliothek, in der die VMware Virtual Disk Libraries integriert sind, die auf dem ESXi Host installiert sind. Das Paket VMware VAAI ermöglicht die Auslagerung bestimmter Aufgaben von den physischen Hosts an das Storage Array.

  Aufgaben wie Thin Provisioning und Hardwarebeschleunigung können auf Array-Ebene ausgeführt werden, um die Workloads auf den ESXi Hosts zu verringern. Die Funktion zum Offload und zur Speicherplatzreservierung verbessern die Performance des VSC-Betriebs. Sie können das Plug-in-Installationspaket herunterladen und Anweisungen zum Installieren des Plug-ins von der NetApp Support Website erhalten.

  VSC legt ESXi Host-Timeouts, Multipath-Einstellungen und HBA-Zeitüberschreitungseinstellungen und andere Werte fest, um für optimale Performance und erfolgreiches Failover der NetApp Storage Controller zu sorgen. Führen Sie hierzu folgende Schritte aus:

  a. Wählen Sie auf der Startseite von VMware vSphere Web Client die Option vCenter > Hosts aus.
  b. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf einen Host, und wählen Sie dann Aktionen > NetApp VSC > Empfohlene Werte festlegen aus.
  c. Wählen Sie im Dialogfeld „Empfohlene Einstellungen von NetApp“ die Werte aus, die für Ihr System am besten geeignet sind.

     Standardmäßig werden die empfohlenen Standardwerte festgelegt.



a. Klicken Sie auf OK.

"Weiter: NetApp Konfiguration."

NetApp Konfiguration

Der NetApp Storage, der für MEDITECH-Softwareumgebungen implementiert wird, verwendet Storage-Controller in einer hochverfügbaren Paarkonfiguration. Speicher muss von beiden Controllern über das FC-Protokoll an MEDITECH-Datenbankserver übertragen werden. Die Konfiguration stellt den Storage beider Controller bereit, um die Applikationslast im normalen Betrieb gleichmäßig zu verteilen.

ONTAP-Konfiguration

In diesem Abschnitt werden ein Beispiel für die Implementierung und die Bereitstellung beschrieben, die die entsprechenden ONTAP Befehle verwenden. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Nutzung von Storage für die Implementierung des von NetApp empfohlenen Storage Layouts, in dem ein hochverfügbares Controller-Paar verwendet wird. Einer der größten Vorteile von ONTAP ist die Möglichkeit zur horizontalen Skalierung ohne Beeinträchtigungen der vorhandenen Hochverfügbarkeitspaare.

ONTAP-Lizenzen

Nach der Einrichtung der Storage Controller wenden Sie Lizenzen an, um die von NetApp empfohlenen ONTAP Funktionen zu aktivieren. Die Lizenzen für MEDITECH Workloads sind FC, CIFS, und NetApp Snapshot, SnapRestore, FlexClone, Und SnapMirror Technologien.

Zum Konfigurieren von Lizenzen öffnen Sie NetApp ONTAP System Manager, gehen Sie zu Configuration-Licenses und fügen dann die entsprechenden Lizenzen hinzu.

Alternativ können Sie mit dem folgenden Befehl Lizenzen über die CLI hinzufügen:

```
license add -license-code <code>
```

AutoSupport-Konfiguration

Das NetApp AutoSupport Tool sendet zusammenfassende Support-Informationen über HTTPS an NetApp. Führen Sie zum Konfigurieren von AutoSupport die folgenden ONTAP-Befehle aus:

```
autosupport modify -node * -state enable
autosupport modify -node * -mail-hosts <mailhost.customer.com>
autosupport modify -node prod1-01 -from prod1-01@customer.com
autosupport modify -node prod1-02 -from prod1-02@customer.com
autosupport modify -node * -to storageadmins@customer.com
autosupport modify -node * -support enable
autosupport modify -node * -transport https
autosupport modify -node * -hostnamesubj true
```

Konfiguration für die Hardware-gestützte Übernahme

Aktivieren Sie auf jedem Node die Hardware-gestützte Übernahme, um die für die Initiierung einer Übernahme benötigte Zeit im unwahrscheinlichen Fall eines Controller-Ausfalls zu minimieren. Gehen Sie wie folgt vor, um die Hardware-gestützte Übernahme zu konfigurieren:

1. Führen Sie den folgenden ONTAP-Befehl an xxx aus.

   Setzen Sie die Partneraddress-Option auf die IP-Adresse des Management-Ports für `prod1-01`.

   ```
   MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-01 -hwassist-partner-ip
   <prod1-02-mgmt-ip>
   ```

2. Führen Sie den folgenden ONTAP-Befehl an xxx aus:

   Setzen Sie die Partneraddress-Option auf die IP-Adresse des Management-Ports für `cluster1-02`.

   ```
   MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-02 -hwassist-partner-ip
   <prod1-01-mgmt-ip>
   ```

3. Führen Sie den folgenden ONTAP-Befehl aus, um die Hardware-gestützte Übernahme auf beiden zu aktivieren `prod1-01` Und das `prod1-02` HA-Controller-Paar.

   ```
   MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-01 -hwassist true
   MEDITECH::> storage failover modify -node prod1-02 -hwassist true
   ```

"Als Nächstes: Aggregat-Konfiguration."

Konfiguration von Aggregaten

NetApp RAID DP

NetApp empfiehlt NetApp RAID DP Technologie als RAID-Typ für alle Aggregate in einem NetApp FAS oder AFF System, einschließlich regulärer NetApp Flash Pool Aggregate. Die MEDITECH-Dokumentation kann die Verwendung von RAID 10 angeben, MEDITECH hat jedoch die Verwendung von RAID DP genehmigt.

Größe und Anzahl der RAID-Gruppen

Die standardmäßige RAID-Gruppengröße ist 16. Diese Größe ist möglicherweise nicht optimal für die Aggregate für die MEDITECH Hosts auf Ihrer spezifischen Website. Informationen zur Anzahl der Festplatten, die NetApp empfiehlt, in einer RAID-Gruppe zu verwenden, finden Sie unter "NetApp TR-3838: Konfigurationsleitfaden für Storage-Subsysteme".

Die RAID-Gruppengröße ist für die Storage-Erweiterung wichtig, da NetApp empfiehlt, Festplatten zu einem Aggregat mit einer oder mehreren Festplattengruppen hinzuzufügen, die der RAID-Gruppengröße entsprechen. Die Anzahl der RAID-Gruppen hängt von der Anzahl der Datenfestplatten und der Größe der RAID-Gruppen ab. Verwenden Sie das Sizing Tool NetApp System Performance Modeler (SPM), um die Anzahl der benötigten Datendisks zu bestimmen. Nachdem Sie die Anzahl der Datenfestplatten bestimmt haben, passen Sie die RAID-Gruppengröße an, um die Anzahl der Parity-Festplatten im empfohlenen Bereich für RAID-Gruppengröße pro Festplattentyp zu minimieren.

Einzelheiten zur Verwendung des SPM-Dimensionierungstools für MEDITECH-Umgebungen finden Sie unter "NetApp TR-4190: NetApp Sizing Guidelines for MEDITECH Environments".

Überlegungen zur Storage-Erweiterung

Wenn Sie Aggregate mit mehr Festplatten erweitern, fügen Sie die Festplatten in Gruppen hinzu, die der aggregierten RAID-Gruppengröße entsprechen. Der nachfolgende Ansatz sorgt für konsistente Performance im gesamten Aggregat.

Beispiel: Wenn Sie einem Aggregat Storage hinzufügen möchten, das mit einer RAID-Gruppengröße von 20 erstellt wurde, empfiehlt NetApp die Anzahl der Festplatten, eine oder mehrere Gruppen mit 20 Festplatten hinzuzufügen. Also sollten Sie 20, 40, 60 usw. Festplatten hinzufügen.

Nach der Erweiterung von Aggregaten können Sie die Performance verbessern, indem Sie Neuzuweisung-Aufgaben auf den betroffenen Volumes oder Aggregaten ausführen, um vorhandene Daten-Stripes auf die neuen Festplatten zu verteilen. Diese Aktion ist hilfreich, insbesondere wenn das bestehende Aggregat fast voll war.

> Die Neuzuweisung von Zeitplänen sollte während der nicht produktiven Zeit geplant werden, da es sich um eine äußerst CPU- und festplattenbasierte Aufgabe handelt.

Weitere Informationen zur Verwendung der Neuzuordnung nach einer Aggregaterweiterung finden Sie unter "NetApp TR-3929: Reallocate Best Practices Guide".

Snapshot Kopien auf Aggregatebene

Setzen Sie die NetApp Snapshot Kopie-Reserve auf Aggregatebene auf null und deaktivieren Sie den standardmäßigen Snapshot Zeitplan für das Aggregat. Löschen Sie gegebenenfalls vorhandene Snapshot Kopien auf Aggregatebene.

"Weiter: Konfiguration Von Storage Virtual Machines."

Konfiguration von Storage Virtual Machines

Dieser Abschnitt bezieht sich auf die Implementierung auf ONTAP 8.3 und höher.

> Storage Virtual Machine (SVM) wird auch als Vserver in der ONTAP API und in der ONTAP CLI bezeichnet.

SVM für MEDITECH-Host-LUNs

Sie sollten eine dedizierte SVM pro ONTAP-Storage-Cluster erstellen, um die Aggregate zu besitzen und zu verwalten, die die LUNs für MEDITECH-Hosts enthalten.

Festlegung der Sprachcodierung für SVM

NetApp empfiehlt, die Sprachkodierung für alle SVMs festzulegen. Wenn zum Zeitpunkt des Erstellens der SVM keine Sprachkodiereinstellung angegeben ist, wird die Standardeinstellung für die Sprachkodierung verwendet. Die Standardeinstellung für die Sprachkodierung ist C.UTF-8 für ONTAP. Nachdem die Sprachcodierung festgelegt wurde, können Sie die Sprache einer SVM mit Infinite Volume später nicht mehr ändern.

Die Volumes, die der SVM zugeordnet sind, übernehmen die Einstellung für die SVM-Sprachkodierung, es sei denn, Sie geben bei der Erstellung der Volumes eine andere Einstellung an. Damit bestimmte Vorgänge funktionieren, sollten Sie die Einstellung für die Sprachkodierung in allen Volumes für Ihre Site konsistent verwenden. Beispielsweise muss bei SnapMirror die Quell- und Ziel-SVM über dieselbe Einstellung für die Sprachkodierung verfügen.

"Weiter: Volume-Konfiguration."

Konfiguration von Volumes

Volume-Provisionierung

MEDITECH-Volumes, die für MEDITECH-Hosts dediziert sind, können entweder dick sein oder über Thin Provisioning verfügen.

Standardmäßige Snapshot Kopien auf Volume-Ebene

Snapshot Kopien werden im Rahmen des Backup-Workflows erstellt. Jede Snapshot-Kopie kann verwendet werden, um zu unterschiedlichen Zeiten auf die in den MEDITECH LUNs gespeicherten Daten zuzugreifen. Die MEDITECH- genehmigte Backuplösung erstellt auf Grundlage dieser Snapshot-Kopien Thin-Provisioning-FlexClone-Volumes, um zeitpunktgenaue Kopien der MEDITECH-LUNs zu erstellen. Die MEDITECH-Umgebung ist in eine geprüfte Backup-Softwarelösung integriert. Daher empfiehlt NetApp, den Zeitplan für die Snapshot-Kopie in jedem der NetApp-FlexVol-Volumes zu deaktivieren, aus denen die MEDITECH-Produktionsdatenbank-LUNs bestehen.

Wichtig: FlexClone Volumes teilen sich den Platz des übergeordneten Datenträgers. Daher ist es wichtig, dass das Volume genügend Platz für die MEDITECH Daten-LUNs und die FlexClone Volumes hat, die die Backup-Server erstellen. FlexClone Volumes belegen in der Art und Weise, wie Daten-Volumes es tun, keinen zusätzlichen Speicherplatz. Wenn es jedoch in kurzer Zeit große Löschungen auf den MEDITECH LUNs gibt, könnten die Klon-Volumes wachsen.

Anzahl der Volumes pro Aggregat

Bei einem NetApp FAS-System, das Flash Pool oder NetApp Flash Cache Caching nutzt, empfiehlt NetApp die Bereitstellung von drei oder mehr Volumes pro Aggregat, die speziell zum Speichern des MEDITECH-Programms, des Wörterbuchs und von Datendateien verwendet werden.

Für AFF Systeme empfiehlt NetApp, vier oder mehr Volumes pro Aggregat zum Speichern des MEDITECH-Programms, des Wörterbuchs und der Datendateien einzurichten.

Umplanungszeitplan auf Volume-Ebene

Das Datenlayout des Speichers wird im Laufe der Zeit weniger optimal, insbesondere wenn es von schreibintensiven Workloads wie den Plattformen MEDITECH Expanse, 6.x und C/S 5.x genutzt wird. Im Laufe der Zeit kann diese Situation die Latenz beim sequenziellen Lesen erhöhen, was zum Abschluss des Backups führt. Schlechtes Daten-Layout oder Fragmentierung kann auch die Schreiblatenz beeinträchtigen. Die Neuzuordnung auf Volume-Ebene optimiert das Layout von Daten auf der Festplatte, um Schreiblatenzen und sequenziellen Lesezugriff zu verbessern. Das verbesserte Storage-Layout ermöglicht das Abschließen des Backups innerhalb des zugewiesenen Zeitfensters von 8 Stunden.

Best Practices in sich
NetApp empfiehlt zumindest die Implementierung eines wöchentlichen Volume-Neuzuweisungsplans, um Neuzuweisungen während der zugewiesenen Wartungsausfälle oder außerhalb der Stoßzeiten an einem Produktionsstandort durchzuführen. NetApp empfiehlt dringend, die Neuzuweisung-Aufgabe auf einem Volume gleichzeitig pro Controller auszuführen.

Weitere Informationen zum Bestimmen eines geeigneten Zeitplans für die Neuzuordnung von Volumes für Ihren Produktionsdatenbank-Storage finden Sie in Abschnitt 3.12 in "NetApp TR-3929: Reallocate Best Practices Guide". Dieser Abschnitt hilft Ihnen auch dabei, einen wöchentlichen Zeitplan für die Neuzuordnung einer überlasteten Site zu erstellen.

"Weiter: LUN-Konfiguration."

LUN-Konfiguration

Die Anzahl der MEDITECH-Hosts in Ihrer Umgebung bestimmt die Anzahl der LUNs, die innerhalb des NetApp FAS oder AFF-Systems erstellt wurden. Das Angebot für die Hardwarekonfiguration gibt die Größe jeder LUN an.

LUN Provisioning

MEDITECH LUNs, die für MEDITECH-Hosts dediziert sind, können entweder dick sein oder über Thin Provisioning verfügen.

Der LUN-Betriebssystem-Typ

Um die erstellten LUNs ordnungsgemäß auszurichten, müssen Sie den Betriebssystemtyp für die LUNs korrekt festlegen. Falsch ausgerichtete LUNs verursachen keinen unnötigen Schreibaufwand und es ist kostspielig, eine falsch ausgerichtete LUN zu korrigieren.

Der MEDITECH-Hostserver läuft normalerweise in der virtualisierten Windows-Server-Umgebung unter Verwendung des VMware vSphere-Hypervisors. Der Host-Server kann auch in der Windows Server-Umgebung auf einem Bare-Metal-Server ausgeführt werden. Informationen zum ermitteln des richtigen eingestellten Betriebssystemtyps finden Sie im Abschnitt „LUN erstellen“ von "Befehle für Clustered Data ONTAP 8.3: Manuelle Seitenreferenz".

Die LUN-Größe

Informationen zur Ermittlung der LUN-Größe für jeden MEDITECH-Host finden Sie im Dokument Hardware Configuration Proposal (New Deployment) oder in dem Dokument Hardware Evaluation Task (Existing

Deployment) von MEDITECH.

LUN-Präsentation

MEDITECH verlangt, dass die Speicherung von Programm-, Wörterbuch- und Datendateien auf MEDITECH-Hosts mithilfe des FC-Protokolls als LUNs dargestellt wird. In der virtuellen VMware Umgebung werden die LUNs den VMware ESXi-Servern präsentiert, die die MEDITECH-Hosts hosten. Dann ist jede LUN, die dem VMware ESXi Server präsentiert wird, jeder MEDITECH-Host-VM zugeordnet, indem sie RDM im physischen Kompatibilitätsmodus verwendet.

Sie sollten die LUNs den MEDITCH-Hosts präsentieren, indem Sie die richtigen LUN-Namenskonventionen verwenden. Beispielsweise müssen Sie zur einfachen Administration die LUN vorlegen `MTFS01E` An den MEDITECH-Gastgeber `mt-host-01`.

Wenn Sie den MEDITECH-Installer konsultieren, um eine konsistente Namenskonvention für die LUNs zu entwickeln, die die MEDITECH-Hosts nutzen, finden Sie in dem Vorschlag zur Hardwarekonfiguration von MEDITECH.

Ein Beispiel für einen MEDITECH-LUN-Namen ist `MTFS05E`, In denen:

- `MTFS` Bezeichnet den MEDITECH-Dateiserver (für den MEDITECH-Host).
- `05` Gibt die Host-Nummer an 5.
- `E` Bezeichnet das Windows E-Laufwerk.

"Weiter: Konfiguration Der Initiatorgruppe."

Konfiguration der Initiatorgruppe

Wenn Sie FC als Datennetzwerkprotokoll verwenden, erstellen Sie zwei Initiatorgruppen auf jedem Storage Controller. Die erste Initiatorgruppe enthält die WWPNs der FC-Host-Schnittstellenkarten auf den VMware ESXi Servern, die die MEDITECH-Host-VMs (iGroup für MEDITECH) hosten.

Sie müssen den Betriebssystemtyp der MEDITECH igroup entsprechend dem Umgebungseinstellungen festlegen. Beispiel:

- Verwenden Sie den Betriebssystemtyp der Initiatorgruppe `Windows` Für Applikationen, die auf Bare-Metal-Server-Hardware in einer Windows Server-Umgebung installiert sind.
- Verwenden Sie den Betriebssystemtyp der Initiatorgruppe `VMware` Für Applikationen, die mit dem VMware vSphere Hypervisor virtualisiert werden

> Der Betriebssystemtyp für eine Initiatorgruppe unterscheidet sich möglicherweise vom Betriebssystem für eine LUN. Beispielsweise sollten Sie für virtualisierte MEDITECH-Hosts den Betriebssystemtyp der Initiatorgruppe auf festlegen `VMware`. Für die LUNs, die von den virtualisierten MEDITECH-Hosts verwendet werden, sollten Sie den Betriebssystemtyp auf einstellen `Windows 2008 or later`. Verwenden Sie diese Einstellung, da das MEDITECH-Host-Betriebssystem die Windows Server 2008 R2 64-Bit Enterprise Edition ist.

Um den korrekten Wert für den Betriebssystemtyp zu ermitteln, finden Sie in den Abschnitten „LUN iGroup Create“ und „LUN Create“ im "Befehle für Clustered Data ONTAP 8.2: Manuelle Seitenreferenz".

"Danach LUN-Zuordnungen."

LUN-Zuordnungen

LUN-Zuordnungen für die MEDITECH-Hosts werden erstellt, wenn die LUNs erstellt sind.

MEDITECH Module und Komponenten

Die MEDITECH-Anwendung deckt mehrere Module und Komponenten ab. In der folgenden Tabelle sind die Funktionen aufgeführt, die von diesen Modulen abgedeckt werden. Weitere Informationen zum Einrichten und Bereitstellen dieser Module finden Sie in der MEDITECH-Dokumentation.

Funktion	Typ
Konnektivität	• Web-Server • Live-Anwendungsserver (WI – Web-Integration) • Anwendungsserver testen (WI) • SAML-Authentifizierungsserver (WI) • SAML-Proxy-Server (WI) • Datenbankserver
Infrastruktur	• File Server • Job-Client Im Hintergrund • Verbindungsserver • Transaktionsserver
Scannen und Archivierung	• Image Server
Daten-Repository	• SQL Server geschult sind
Geschäftliche und klinische Analysen	• Live Intelligence Server (BCA) • Test Intelligence Server (BCA) • Datenbankserver (BCA)

Funktion	Typ
Häuslichen Pflege	• Lösung für Remote-Standorte • Konnektivität • Infrastruktur • Drucken • Feldgeräte • Scannen • Anforderungen an den gehosteten Standort • Firewall-Konfiguration
Unterstützung	• Job-Client im Hintergrund (CALs – Client Access License)
Benutzergeräte	• Tablets • Feste Geräte
Drucken	• Live-Netzwerk-Druckserver (erforderlich; möglicherweise bereits vorhanden) • Netzwerk-Druckserver testen (erforderlich; möglicherweise bereits vorhanden)
Anforderungen Dritter	• First Databank (FDB) MedKnowledge Framework v4.3

Danksagungen

Die folgenden Personen haben zur Erstellung dieses Leitfadens beigetragen.

- Brandon Agee, Technical Marketing Engineer, NetApp
- Atul Bhalodia, Technical Marketing Engineer, NetApp
- Ketan Mota, Senior Product Manager, NetApp
- John Duignan, Solutions Architect – Gesundheitswesen, NetApp
- Jon Ebmeier, Cisco
- Mike Brennan, Cisco

Wo Sie weitere Informationen finden

Sehen Sie sich die folgenden Dokumente oder Websites an, um mehr über die in diesem Dokument beschriebenen Daten zu erfahren:

FlexPod-Designzone

- "FlexPod-Designzone"

- "FlexPod Datacenter mit FC Storage (MDS Switches) mit NetApp AFF, vSphere 6.5U1 und Cisco UCS Manager"

Technische Berichte von NetApp

- "TR-3929: Reallocate Best Practices Guide"
- "TR-3987: Snap Creator Framework Plug-in für InterSystems Caché"
- "TR-4300i: NetApp FAS and All-Flash-Storage-Systeme for MEDITECH Environments Best Practices Guide"
- "TR-4017: FC SAN Best Practices"
- "TR-3446: SnapMirror Async Overview and Best Practices Guide"

ONTAP-Dokumentation

- "NetApp Produktdokumentation"
- "Dokumentation zu Virtual Storage Console (VSC) für vSphere"
- "ONTAP 9 Dokumentationszentrum":
  - "FC Express Guide für ESXi"
- "Dokumentation zu ONTAP 9.3":
  - "Software Setup Guide"
  - "Festplatten und Aggregate Power Guide"
  - "SAN-Administration-Leitfaden"
  - "SAN-Konfigurationsleitfaden"
  - "FC Configuration for Windows Express Guide"
  - "FC SAN Optimized AFF Setup Guide"
  - "High-Availability Configuration Guide Beschrieben"
  - "Logischer Storage-Management-Leitfaden"
  - "Performance Management Power Guide"
  - "SMB/CIFS Configuration Power Guide"
  - "SMB/CIFS-Referenz"
  - "Data Protection Power Guide"
  - "Leitfaden zur Datensicherheit mittels Tape-Backup und -Recovery"
  - "NetApp Encryption Power Guide"
  - "Netzwerk-Management-Leitfaden"
  - "Befehle: Handbuch Seitenreferenz für ONTAP 9.3"

Leitfäden zu Cisco Nexus, MDS, Cisco UCS und Cisco UCS Manager

- "Cisco UCS Server – Übersicht"
- "Übersicht über Cisco UCS Blade Server"
- "Cisco UCS B200 M5 Datenblatt"

- "Cisco UCS Manager – Übersicht"
- "Cisco UCS Manager 3.2 (3a) – Infrastrukturpaket" (Erfordert Cisco.com Autorisierung)
- "Switches Der Cisco Nexus 9300 Plattform"
- "Cisco MDS 9132T FC Switch"

FlexPod für die medizinische Bildverarbeitung

TR-4865: FlexPod für die medizinische Bildgebung

Jaya Kishore Esanakula und Atul Bhalodia, NetApp

Medizinische Bildverarbeitung macht 70 % aller Daten aus, die von Unternehmen im Gesundheitswesen generiert werden. Da die digitalen Modalitäten weiter vorankommen und neue Modalitäten entstehen, wird die Datenmenge weiter zunehmen. Beispielsweise erhöht der Übergang von analoger zu digitaler Pathologie die Bildgröße drastisch, und zwar mit einer Geschwindigkeit, die alle aktuell vorhandenen Strategien zur Datenverwaltung in Frage stellt.

COVID-19 hat die digitale Transformation klar umgestaltet, so eine jüngste "Bericht", COVID-19 hat den digitalen Handel um 5 Jahre beschleunigt. Die technologische Innovation, die durch Problemlöser angetrieben wird, verändert grundlegend die Art und Weise, wie wir unseren Alltag umsetzen. Dieser technologische Wandel wird viele wichtige Aspekte unseres Lebens, einschließlich des Gesundheitswesens, überholt.

Das Gesundheitswesen wird sich in den kommenden Jahren noch weiter verändern. COVID beschleunigt Innovationen im Gesundheitswesen, die die Branche mindestens mehrere Jahre voranbringen. Im Mittelpunkt dieser Veränderung steht die Notwendigkeit, die Gesundheitsversorgung flexibler im Umgang mit Pandemien zu gestalten, indem sie erschwinglicher, verfügbarer und zugänglicher ist, ohne die Zuverlässigkeit zu beeinträchtigen.

Die Grundlage dieses Wandels im Gesundheitswesen ist eine gut konzipierte Plattform. Eines der wichtigsten Messgrößen für die Plattform ist die einfache Implementierung von Plattformänderungen. Die Geschwindigkeit ist die neue Größenordnung und die Datensicherung kann nicht gefährdet werden. Einige der weltweit wichtigsten Daten werden von den klinischen Systemen erstellt und genutzt, die das Klinikteam unterstützen. NetApp hat kritische Daten in der Patientenversorgung vor Ort, vor Ort, in der Cloud oder in einem hybriden Umfeld zur Verfügung gestellt. Hybride Multi-Cloud-Umgebungen sind der derzeitige Stand der TECHNIK in BEZUG AUF IT-Architekturen.

Das Gesundheitswesen dreht sich, wie wir wissen, um Anbieter (Ärzte, Krankenschwestern, Radiologen, Techniker für medizinische Geräte usw.) und Patienten. Während wir Patienten und Anbieter enger zusammenbringen und der geografische Standort lediglich zu einem Datenpunkt wird, ist es für die zugrunde liegende Plattform noch wichtiger, verfügbar zu sein, wenn Anbieter und Patienten ihn benötigen. Die Plattform muss langfristig effizient und kostengünstig sein. Bei ihren Bemühungen, die Kosten für die Patientenversorgung noch weiter zu senken, "Rechenschaftspflichtige Versorgungsorganisationen" (ACOS) würde durch eine effiziente Plattform ermöglicht.

Bei Gesundheitsinformationssystemen, die von Gesundheitseinrichtungen genutzt werden, gibt es in der Frage des Build- oder Kaufs häufig eine einzige Antwort: Den Kauf. Das könnte aus vielen subjektiven Gründen sein. Über viele Jahre getroffene Kaufentscheidungen können heterogene Informationssysteme verursachen. Jedes System verfügt über bestimmte Anforderungen für die Plattform, auf der sie implementiert werden. Das größte Problem ist die große Vielfalt an Storage-Protokollen und Leistungsstufen, die Informationssysteme benötigen. Deshalb stellt die Plattformstandardisierung und eine optimale betriebliche Effizienz eine große

Herausforderung dar. Gesundheitseinrichtungen können sich nicht auf geschäftskritische Fragen konzentrieren, weil ihre Aufmerksamkeit durch triviale betriebliche Bedürfnisse wie die großen Plattformen, die ein vielfältiges Spektrum an Fähigkeiten und damit KMU-Bindung erfordern, noch viel zu hoch verteilt wird.

Die Herausforderungen lassen sich in folgende Kategorien einteilen:

- Heterogene Storage-Anforderungen
- Abteilungssilos
- Komplexität von IT-Abläufen
- Cloud-Konnektivität
- Cyber-Sicherheit
- Künstliche Intelligenz und Deep Learning

FlexPod bietet eine einzige Plattform, die FC, FCoE, iSCSI, NFS/pNFS, SMB/CIFS usw. von einer einzigen Plattform aus unterstützt. Mitarbeiter, Prozesse und Technologie sind Teil der DNA, die FlexPod entwickelt und darauf baut. FlexPod Adaptive QoS hilft bei der Auflösung der Abteilungssilos, indem mehrere geschäftskritische klinische Systeme auf derselben zugrunde liegenden FlexPod Plattform unterstützt werden. FlexPod ist FedRAMP-zertifiziert und nach FIPS 140-2 zertifiziert. Darüber hinaus sehen sich Einrichtungen im Gesundheitswesen unter anderem mit künstlicher Intelligenz und Deep Learning konfrontiert. FlexPod und NetApp meistern diese Herausforderungen und sorgen dafür, dass die Daten lokal oder in einer hybriden Multi-Cloud-Umgebung in einer standardisierten Plattform verfügbar sind. Weitere Informationen und eine Reihe von Kundenreferenzen finden Sie unter "FlexPod Gesundheitswesen".

Typische Informationen zur medizinischen Bildgebung und PACS-Systeme verfügen über die folgenden Funktionen:

- Empfang und Anmeldung
- Planung
- Bildgebung
- Transkription
- Vereinfachtes
- Datenaustausch
- Bildarchiv
- Bildanzeige für die Bildaufnahme und das Lesen von Bildern für Techniker und Bildanzeige für Kliniker

Was die Bildgebung betrifft, versucht der Gesundheitsbereich, die folgenden klinischen Herausforderungen zu lösen:

- Breitere Akzeptanz von "Natürliche Sprachverarbeitung" (NLP)-Assistenten von Technikern und Ärzten für Bildlesung. Die Röntgenabteilung kann von der Spracherkennung profitieren, um Berichte zu transkribieren. NLP kann zur Identifizierung und Anonymisierung der Patientenakte verwendet werden, insbesondere DICOM-Tags, die im DICOM-Bild eingebettet sind. NLP-Funktionen erfordern leistungsstarke Plattformen mit Reaktionszeiten mit niedriger Latenz für die Bildverarbeitung. FlexPod QoS bietet nicht nur Bereitstellung und Performance, sondern bietet auch ausgereifte Kapazitätsprognosen für zukünftiges Wachstum.
- Breitere Einführung standardisierter klinischer Behandlungspfade und Protokolle durch ACOs und kommunale Gesundheitsorganisationen. Bisher wurden klinische Behandlungspfade als statische Leitlinien verwendet und nicht als integrierter Workflow, der klinische Entscheidungen leitet. Dank der Fortschritte bei der NLP- und Bildverarbeitung können DICOM-Tags in Bilder als Fakten in klinische Behandlungspfade

integriert werden, um klinische Entscheidungen zu fördern. Daher erfordern diese Prozesse eine hohe Performance, niedrige Latenz und einen hohen Durchsatz von der zugrunde liegenden Infrastrukturplattform und den Storage-Systemen.

- ML-Modelle, die konvolutionelle neuronale Netze nutzen, ermöglichen die Automatisierung von Bildverarbeitungsfunktionen in Echtzeit und erfordern daher eine GPU-fähige Infrastruktur. FlexPod bietet sowohl die in dasselbe System integrierten CPU- als auch GPU-Compute-Komponenten und CPUs und GPUs können unabhängig voneinander skaliert werden.
- Wenn DICOM-Tags als Fakten in den Empfehlungen zu klinischen Best Practices verwendet werden, muss das System mehr Lesezugriffe auf DICOM-Artefakte mit niedriger Latenz und hohem Durchsatz durchführen.
- Bei der Auswertung von Bildern erfordert die Echtzeit-Zusammenarbeit zwischen Radiologen im gesamten Unternehmen eine hoch leistungsfähige Grafikverarbeitung auf den Endbenutzergeräten. NetApp bietet branchenführende VDI-Lösungen, die speziell für High-End-Grafikanwendungsfälle konzipiert und bewährt sind. Weitere Informationen finden Sie hier "Hier".
- Bild- und Medienmanagement in ACO Gesundheitsorganisationen können unabhängig vom Aufzeichnungssystem des Bildes eine einzige Plattform nutzen, indem sie Protokolle wie Digital Imaging und Communications in Medicine ("DICOM") Und Webzugriff auf DICOM-persistente Objekte ("WADO")
- Austausch von Gesundheitsinformationen ("HE") Enthält Bilder, die in Nachrichten eingebettet sind.
- Mobile Modalitäten wie Handheld-Geräte für drahtlose Scans (z. B. Handheld-Ultraschallscanner, die an ein Telefon angeschlossen sind) erfordern eine robuste Netzwerkinfrastruktur mit Sicherheit, Zuverlässigkeit und Latenz auf DoD-Ebene am Edge, im Core und in der Cloud. "Eine Data-Fabric-Strategie von NetApp" Unternehmen können diese Fähigkeit im gewünschten Umfang bereitstellen.
- Neuere Modalitäten haben einen exponentiellen Speicherbedarf. Zum Beispiel benötigen CT und MRI für jede Modalität ein paar hundert MBs, aber digitale pathologische Bilder (einschließlich ganzer Dias-Bildgebung) können ein paar GBs groß sein. FlexPod ist entworfen mit "Performance, Zuverlässigkeit und Skalierbarkeit sind grundlegende Merkmale".

Eine gut konzipierte Plattform für medizinische Bildgebungsverfahren steht im Mittelpunkt der Innovation. Die FlexPod Architektur bietet flexible Computing- und Storage-Funktionen mit branchenführender Storage-Effizienz.

Gesamtvorteile der Lösung

Durch die Ausführung einer Applikations-Imaging-Umgebung auf der Basis der FlexPod-Architektur kann Ihr Unternehmen im Gesundheitswesen mit einer höheren Mitarbeiterproduktivität und geringeren Investitions- und Betriebskosten rechnen. FlexPod bietet eine umfassend getestete und vorab validierte konvergente Lösung, die entwickelt und für eine vorhersehbare Performance des Systems mit niedriger Latenz und Hochverfügbarkeit konzipiert wurde. Dieser Ansatz führt zu einem hohen Komfort und letztendlich zu optimalen Reaktionszeiten für die Anwender des medizinischen Bildgebungssystems.

Verschiedene Komponenten des Bildgebungssystems benötigen möglicherweise den Speicherplatz auf den Dateisystemen SMB/CIFS, NFS, Ext4 oder NTFS. Diese Anforderung bedeutet, dass die Infrastruktur Datenzugriff über NFS-, SMB/CIFS- und SAN-Protokolle bieten muss. Ein einziges NetApp Storage-System kann die NFS-, SMB/CIFS- und SAN-Protokolle unterstützen, sodass keine ältere Verwendung protokollspezifischer Storage-Systeme erforderlich ist.

Die FlexPod Infrastruktur ist eine modulare, konvergierte, virtualisierte, skalierbare (horizontal und vertikal skalierbare) und kostengünstige Plattform. Mit der FlexPod Plattform können Sie Computing-, Netzwerk- und Storage-Ressourcen unabhängig horizontal skalieren und so die Applikationsimplementierung beschleunigen. Und die modulare Architektur ermöglicht auch bei horizontale und Upgrades von Systemen einen unterbrechungsfreien Betrieb.

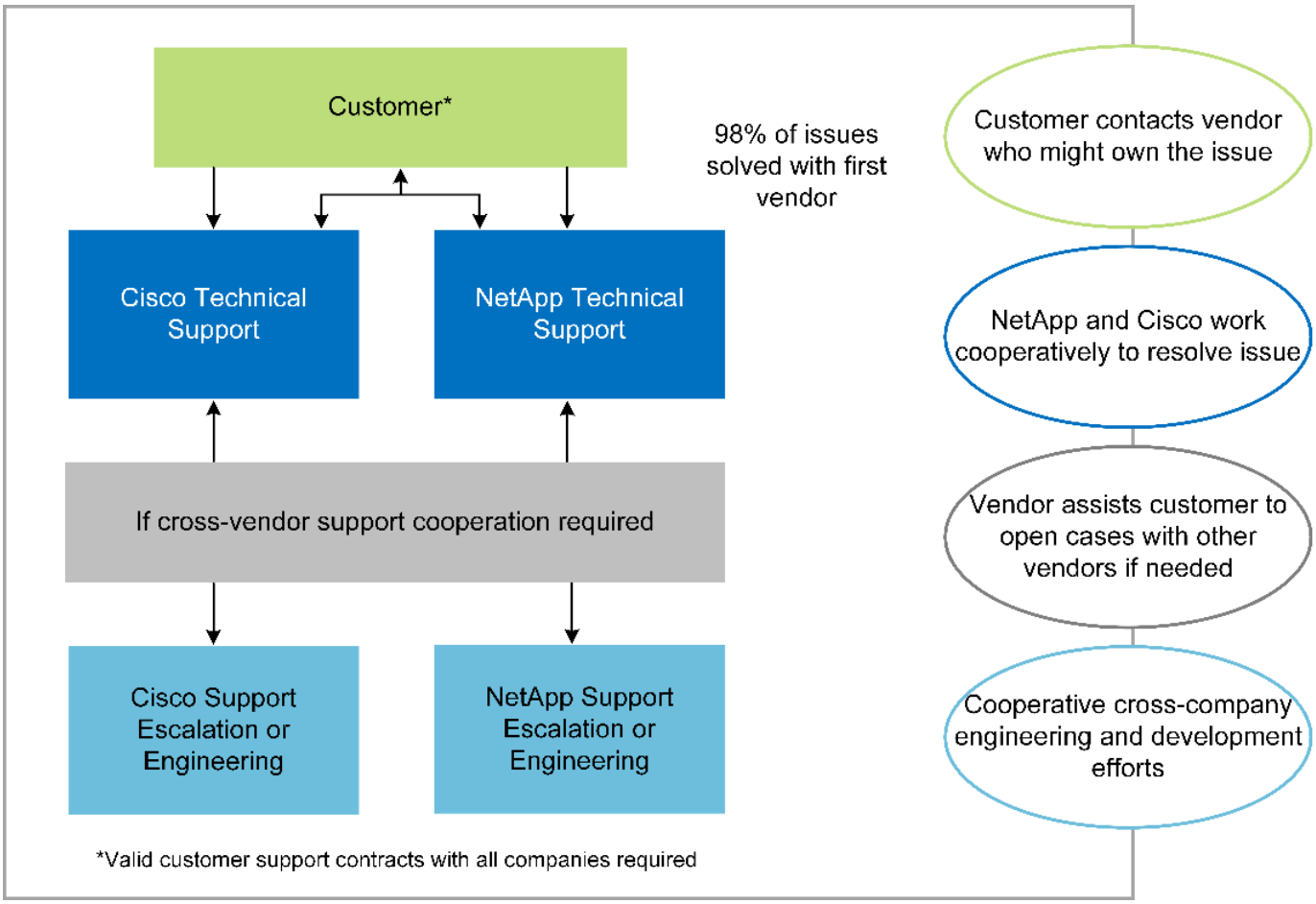
FlexPod bietet verschiedene für die medizinische Bildverarbeitung spezifische Vorteile:

- **System-Performance mit niedriger Latenz.** die Zeit der Radiologen ist eine Ressource mit hohem Wert, und die effiziente Nutzung der Zeit eines Radiologen ist von entscheidender Bedeutung. Wenn Sie warten, bis Bilder oder Videos geladen werden, kann dies zu einem Burnout des Arztes beitragen und die Effizienz des Arztes und die Patientensicherheit beeinträchtigen.
- **Modulare Architektur.** FlexPod Komponenten sind über einen Clustered Server, eine Storage Management Fabric und ein zusammenhängendes Management Toolset verbunden. Da die Bildungsinfrastruktur von Jahr zu Jahr wächst und die Zahl der Studien zunimmt, muss die zugrunde liegende Infrastruktur entsprechend skaliert werden. FlexPod ist in der Lage, Computing, Storage und Netzwerk unabhängig voneinander zu skalieren.
- **Schneller Einsatz der Infrastruktur.** ob in einem bestehenden Rechenzentrum oder an einem entfernten Standort – mit dem integrierten und geprüften Design von FlexPod Datacenter mit Medical Imaging ist die neue Infrastruktur mit weniger Aufwand in Betrieb.
- **Schnellere Applikationsimplementierung.** eine vorab validierte Architektur reduziert Integrationszeit und Risiken für jeden Workload. NetApp Technologie automatisiert die Infrastrukturimplementierung. Ganz gleich, ob Sie die Lösung für den ersten Rollout medizinischer Bildgebung, für eine Hardwareaktualisierung oder -Erweiterung einsetzen, Sie können mehr Ressourcen auf den geschäftlichen Nutzen des Projekts verlagern.
- **Vereinfachter Betrieb und niedrigere Kosten.** Sie können Ausgaben und Komplexität älterer proprietärer Plattformen vermeiden, indem Sie diese durch effizientere und skalierbarere gemeinsam genutzte Ressourcen ersetzen, die den dynamischen Anforderungen Ihrer Workloads gerecht werden. Diese Lösung bietet eine höhere Auslastung der Infrastrukturressourcen und somit einen höheren Return on Investment (ROI).
- **Scale-out-Architektur.** SAN und NAS können von Terabyte auf Petabyte im zweistelligen Bereich skaliert werden, ohne laufende Applikationen neu zu konfigurieren.
- **Unterbrechungsfreier Betrieb.** Storage-Wartungen, Hardware-Lebenszyklusoperationen und Software-Upgrades können ohne Unterbrechung des Geschäftsbetriebs durchgeführt werden.
- **Sichere Mandantenfähigkeit.** dieser Vorteil unterstützt die steigenden Anforderungen virtualisierter Shared Infrastrukturen für Server und Storage und ermöglicht eine sichere Mandantenfähigkeit für spezifische Daten, insbesondere wenn Sie mehrere Instanzen von Datenbanken und Software hosten.
- **Pool zur Ressourcenoptimierung.** dieser Vorteil kann Ihnen helfen, die Anzahl physischer Server und Storage Controller zu reduzieren, die Workload-Anforderungen auszugleichen, die Auslastung zu erhöhen und gleichzeitig die Performance zu verbessern.
- * Quality of Service (QoS).* FlexPod bietet QoS auf dem gesamten Stack. Diese branchenführenden QoS-Storage-Richtlinien ermöglichen differenzierte Service-Level in einer Shared IT-Umgebung. Diese Richtlinien helfen, die Performance für Workloads zu optimieren und unkontrollierte Applikationen zu isolieren und zu kontrollieren.
- **Unterstützung für Storage-Tier-SLAs durch den Einsatz von QoS.** Sie müssen nicht unterschiedliche Storage-Systeme für die verschiedenen Storage-Tiers einsetzen, die eine medizinische Bildgebungsumgebung normalerweise benötigt. Hierfür kann ein einzelner Storage-Cluster mit mehreren NetApp FlexVol Volumes mit spezifischen QoS-Richtlinien für verschiedene Tiers eingesetzt werden. Mit diesem Ansatz wird die Storage-Infrastruktur gemeinsam genutzt, indem die sich ändernden Anforderungen einer bestimmten Storage-Ebene dynamisch erfüllt werden. NetApp AFF kann unterschiedliche SLAs für Storage Tiers unterstützen, indem QoS auf der Ebene des FlexVol Volume verwendet wird. Dadurch ist kein Bedarf an verschiedenen Storage-Systemen für verschiedene Storage Tiers für die Applikation erforderlich.
- **Speichereffizienz.** Medizinische Bilder werden von der Bildanwendung in der Regel vorkomprimiert auf jpeg2k verlustfreie Kompression, die etwa 2.5:1 ist. Dies gilt jedoch für die Bildgebung von Anwendungen

und herstellerspezifisch. In größeren Applikations-Imaging-Umgebungen (größer als 1 PB) sind Storage-Einsparungen von 5 bis 10 % möglich und dank NetApp Storage-Effizienzfunktionen können die Storage-Kosten gesenkt werden. Arbeiten Sie mit Ihren Applikationsanbietern im Bereich bildgebende Verfahren und Ihrem NetApp Experten zusammen, um die potenzielle Storage-Effizienz für Ihr Bildgebungssystem auszuschöpfen.

- **Agilität.** mit den branchenführenden Tools für Workflow-Automatisierung, Orchestrierung und Management von FlexPod Systemen kann Ihr IT-Team viel schneller auf geschäftliche Anforderungen reagieren. Diese geschäftlichen Anforderungen reichen von Backup und Bereitstellung zusätzlicher Test- und Schulungsumgebungen für medizinische Bildgebung bis hin zu Replikationen von Analyseldatenbanken für Einwohnerzustands-Management-Initiativen.
- * Höhere Produktivität.* Sie können diese Lösung schnell implementieren und skalieren, um ein optimales Klinikerlebnis für Endbenutzer zu gewährleisten.
- **Data Fabric.** Ihre Data Fabric von NetApp verknüpft Daten über Standorte, physische Grenzen und Applikationen hinweg. Ihre Data Fabric von NetApp wurde für Unternehmen in einer datenorientierten Welt entwickelt. Daten werden an zahlreichen Orten erstellt und verwendet. Oft werden sie auch an mehreren Orten sowie in mehreren Applikationen und Infrastrukturen gleichzeitig genutzt. Sie benötigen also eine einheitliche und integrierte Strategie für das Management. Mit dieser Lösung kann Ihr IT-Team die Kontrolle über die Daten behalten und die ständig zunehmende Komplexität IM IT-BEREICH verringern.
- **FabricPool.** NetApp ONTAP FabricPool senkt die Storage-Kosten ohne Einbußen bei Performance, Effizienz, Sicherheit oder Schutz. FabricPool ist transparent für Enterprise-Applikationen und nutzt die Cloud-Effizienz weiter, indem die Storage-TCO gesenkt werden, ohne dass die Applikationsinfrastruktur umgestaltet werden muss. FlexPod bietet die Storage Tiering-Funktionen von FabricPool für eine effizientere Nutzung von ONTAP Flash Storage. Ausführliche Informationen finden Sie unter "FlexPod mit FabricPool".
- * FlexPod Sicherheit.* Sicherheit ist das Fundament von FlexPod. In den letzten Jahren ist Ransomware zu einer bedeutenden und wachsenden Bedrohung geworden. Ransomware ist eine Malware, die auf Crypto Virologie basiert, die Kryptografie verwendet, um schädliche Software zu erstellen. Diese Malware kann sowohl symmetrische und asymmetrische Schlüssel Verschlüsselung verwenden, um die Daten eines Opfers zu sperren und ein Lösegeld zu verlangen, um den Schlüssel zur Entschlüsselung der Daten. Informationen darüber, wie FlexPod hilft, Bedrohungen wie Ransomware abzuwehren, finden Sie unter "Die Lösung gegen Ransomware". FlexPod-Infrastrukturkomponenten "(FIPS) 140-2" entsprechen außerdem den Vorschriften des Federal Information Processing Standard.
- **Kooperativer Support für FlexPod** NetApp und Cisco haben ein solides, skalierbares und flexibles Support-Modell für den FlexPod entwickelt, das die individuellen Support-Anforderungen der konvergenten FlexPod Infrastruktur erfüllt. Bei diesem Modell profitieren Kunden von der gebündelten Erfahrung, den gemeinsamen Ressourcen und dem Fachwissen des technischen Supports von NetApp und Cisco, um unabhängig von ihrem Speicherort des Problems Ihren FlexPod Support zu ermitteln und zu beheben. Das kooperative Support-Modell für FlexPod unterstützt Sie bei der Überprüfung, ob Ihr FlexPod System effizient arbeitet und die Vorteile aktueller Technologie nutzt. Gleichzeitig bietet es ein erfahrenes Team zur Unterstützung bei der Behebung von Integrationsproblemen.

  Das kooperative Support-Modell für FlexPod ist besonders dann nützlich, wenn Ihr Unternehmen im Gesundheitswesen geschäftskritische Applikationen ausführt. Die folgende Abbildung zeigt einen Überblick über das kooperative Support-Modell für FlexPod.



Umfang

Dieses Dokument bietet einen technischen Überblick über ein Cisco Unified Computing System (Cisco UCS) und eine auf NetApp ONTAP basierende FlexPod Infrastruktur zum Hosten dieser Lösung für die medizinische Bildgebung.

Zielgruppe

Dieses Dokument richtet sich an technische Leiter im Gesundheitswesen sowie an Lösungstechniker von Cisco und NetApp Partnern und Professional Services-Mitarbeiter. NetApp geht davon aus, dass der Leser gute Kenntnisse der Konzepte zur Berechnung der Storage- und Computing-Größenbemessung sowie der technischen Vertrautheit mit dem medizinischen Bildgebungssystem, Cisco UCS und NetApp Storage-Systemen hat.

Applikationen für medizinische Bildgebung

Eine typische medizinische Bildgebungsapplikation bietet eine Suite an Applikationen, die zusammen eine Imaging-Lösung der Enterprise-Klasse für kleine, mittlere und große Unternehmen im Gesundheitswesen bilden.

Im Mittelpunkt der Produktsuite stehen die folgenden klinischen Funktionen:

- Enterprise Imaging Repository
- Unterstützt herkömmliche Bildquellen wie Radiologie und Kardiologie. Unterstützt werden auch andere Behandlungsbereiche wie Augenheilkunde, Dermatologie, Koloskopie und andere medizinische Bildgebungsobjekte wie Fotos und Videos.

- "Bildarchivierung und Kommunikationssystem" (PACS), ein computergestütztes Mittel, um die Rolle eines konventionellen radiologischen Films zu ersetzen
- Anbieterneutrales Archiv (VNA) für Enterprise-Bildgebung:
  - Skalierbare Konsolidierung von DICOM- und nicht-DICOM-Dokumenten
  - Zentrales medizinisches Bildgebungssystem
  - Unterstützung für die Dokumentsynchronisierung und Datenintegrität zwischen mehreren (PACSs) im Unternehmen
  - Das Lifecycle Management von Dokumenten durch ein regelbasiertes Expertensystem, das Dokumentmetadaten nutzt, z. B.:
  - Modalität-Typ
  - Alter des Studiums
  - Alter des Patienten (aktuell und zum Zeitpunkt der Bildaufnahme)
  - Zentrale Integrationsstelle innerhalb und außerhalb des Unternehmens (HIE):
  - Kontextabhängige Dokumentverknüpfung
  - Health Level Seven International (HL7), DICOM und WADO
  - Storage-unabhängige Archivierungsfunktion
- Integration mit anderen Gesundheitsinformationssystemen, die HL7 und kontextbezogene Verknüpfungen verwenden:
  - Ermöglicht EHRs, aus Patientendiagrammen, Bildgebungsworkflows usw. direkte Links zu Patientenbildern zu implementieren.
  - Hilft beim Einbetten der Bildhistorie der Längsversorgung eines Patienten in EHRs.
- Workflows für Radiologie-Technologen
- Enterprise-Viewer mit keinerlei Standfläche für die Anzeige von Bildern von jedem beliebigen Ort auf jedem fähigen Gerät aus
- Analysetools zur Nutzung von retrospektiven und Echtzeitdaten:
  - Compliance-Berichte
  - Operative Berichte
  - Berichte zur Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung

Größe der Gesundheitseinrichtung und Plattformdimensionierung

Medizinische Einrichtungen werden großenteils durch standardbasierte Methoden klassifiziert, die Programme wie ACO unterstützen. Eine solche Klassifizierung nutzt das Konzept eines klinisch integrierten Netzwerks (CIN). Eine Gruppe von Krankenhäusern kann als CIN bezeichnet werden, wenn sie zusammenarbeiten und an bewährten Standard-klinischen Protokollen und -Pfaden halten, um den Wert der Pflege zu verbessern und die Patientenkosten zu reduzieren. Krankenhäuser innerhalb eines CIN haben Kontrollen und Praktiken an Bord Ärzte, die die Kernwerte des CIN folgen. Bisher beschränkte sich ein integriertes Bereitstellungsnetzwerk (IDN) auf Krankenhäuser und Arztgruppen. Ein CIN überschreitet traditionelle IDN-Grenzen, und ein CIN kann weiterhin Teil eines ACO sein. Nach den Grundsätzen eines CIN können Organisationen im Gesundheitswesen in kleine, mittlere und große Unternehmen eingestuft werden.

Kleine Unternehmen im Gesundheitswesen

Eine Gesundheitseinrichtung ist klein, wenn sie nur ein einziges Krankenhaus mit ambulanten Kliniken und eine stationäre Abteilung umfasst, aber sie ist nicht Teil eines CIN. Ärzte arbeiten als Pflegekräfte und

koordinieren die Patientenversorgung während eines Pflegekontinuums. Diese kleinen Unternehmen umfassen in der Regel von Ärzten betriebene Einrichtungen. Als integrierte Versorgung für den Patienten können sie eine Notfallversorgung und Traumata anbieten oder nicht. In der Regel führt ein kleines Unternehmen im Gesundheitswesen jährlich etwa 250,000 klinische Bildgebungsstudien durch. Bildgebungszentren sind als kleine Unternehmen im Gesundheitswesen und bieten Imaging-Services. Einige Unternehmen bieten auch Diktierservices im Bereich der Radiologie.

Mittelständische Unternehmen im Gesundheitswesen

Eine medizinische Einrichtung, die als mittelgroße Unternehmen eingestuft wird, wenn sie mehrere Krankenhaussysteme mit bestimmten Organisationen umfasst, wie z. B. die folgenden:

- Pflegekliniken für Erwachsene und stationäre Krankenhäuser für Erwachsene
- Arbeits- und Lieferabteilungen
- Kinderkliniken und Kinderkrankenhäuser
- Ein Krebsbehandlungszentrum
- Notfallabteilungen für Erwachsene
- Kindernotabteilungen
- Eine Familienmedizin und Primärversorgung Büro
- Ein Trauma-Zentrum für Erwachsene
- Ein Kindertrauma-Zentrum

In einer mittelgroßen Gesundheitseinrichtung befolgen Ärzte die Prinzipien eines CIN und arbeiten als eine Einheit. Krankenhäuser haben separate Funktionen für Krankenhaus, Arzt und Apotheke Abrechnung. Krankenhäuser können mit akademischen Forschungsinstituten in Verbindung gebracht werden und interventionelle klinische Forschung und Studien durchführen. Ein mittleres Unternehmen im Gesundheitswesen führt jährlich bis zu 500,000 klinische Bildgebungsstudien durch.

Große Organisationen im Gesundheitswesen

Eine Gesundheitseinrichtung gilt als groß, wenn sie die Merkmale einer mittelgroßen Gesundheitsorganisation einschließt und der Gemeinschaft an mehreren geografischen Standorten die mittelgroßen klinischen Fähigkeiten bietet.

Ein großes Gesundheitsunternehmen führt in der Regel folgende Funktionen aus:

- Hat eine zentrale Stelle für die Verwaltung der Gesamtfunktionen
- Beteiligt sich an Joint Ventures mit anderen Krankenhäusern
- Verhandelt die Tarife mit den zahlenden Organisationen jährlich
- Verhandelt die Tarife der Kostenträger nach Staat und Region
- Nimmt an aussagekräftigen ME-Programmen Teil
- Führt fortschrittliche klinische Forschung über Gesundheitsfürsorge der Bevölkerung durch, indem sie standardbasierte PHM-Tools (Population Health Management) verwendet
- Führt jährlich bis zu einer Million klinische Bildgebungsstudien durch

Einige große Unternehmen im Gesundheitswesen, die sich an einem CIN beteiligen, verfügen auch über KI-basierte Bildlesefunktionen. Diese Unternehmen führen in der Regel jährlich eine bis zwei Millionen klinische Studien durch.

Bevor Sie sich ansehen, wie diese verschiedenen Unternehmen in ein optimal dimensionierte FlexPod-System übersetzen, sollten Sie die verschiedenen FlexPod-Komponenten und die verschiedenen Funktionen eines FlexPod-Systems kennen.

FlexPod

Cisco Unified Computing System

Cisco UCS besteht aus einer zentralen Management-Domäne, die mit einer einheitlichen I/O-Infrastruktur verbunden ist. Cisco UCS für medizinische Bildgebungsumgebungen wurde auf die Empfehlungen und Best Practices für das medizinische Bildgebungssystem von NetApp abgestimmt, damit die Infrastruktur wichtige Patientendaten mit maximaler Verfügbarkeit bereitstellen kann.

Die Grundlage für die medizinische Bildgebung in Unternehmen ist die Cisco UCS-Technologie mit integriertem Systemmanagement, Intel Xeon Prozessoren und Servervirtualisierung. Diese integrierten Technologien lösen die Herausforderungen von Datacentern und ermöglichen es Ihnen, Ihre Ziele beim Design eines Datacenters mit einem typischen Bildgebungssystem zu erreichen. Cisco UCS vereint das LAN-, SAN- und Systemmanagement in einem einzigen vereinfachten Link für Rack Server, Blade Server und Virtual Machines (VMs). Cisco UCS besteht aus einem redundanten Paar Cisco UCS Fabric Interconnects, die einen zentralen Managementpunkt und eine zentrale Kontrollstelle für den gesamten I/O-Datenverkehr ermöglichen.

Cisco UCS verwendet Serviceprofile, um virtuelle Server in der Cisco UCS Infrastruktur richtig und konsistent zu konfigurieren. Serviceprofile umfassen wichtige Serverinformationen über die Serveridentität, z. B. LAN- und SAN-Adressierung, I/O-Konfigurationen, Firmware-Versionen, Boot Order, Network Virtual LAN (VLAN), physischen Port und QoS-Richtlinien. Service-Profile lassen sich dynamisch erstellen und sind mit beliebigen physischen Servern im System in Minutenschnelle anstatt in Stunden oder Tagen verbunden. Die Zuordnung von Serviceprofilen zu physischen Servern erfolgt in einer einzigen, einfachen Operation, die die Migration von Identitäten zwischen Servern in der Umgebung ermöglicht, ohne dass eine physische Konfiguration geändert werden muss. Ferner ermöglicht es die schnelle Bare-Metal-Bereitstellung von Ersatzteilen für ausgefallene Server.

Durch die Verwendung von Service-Profilen kann bestätigt werden, dass die Server im gesamten Unternehmen konsistent konfiguriert sind. Bei der Verwendung mehrerer Cisco UCS Management-Domänen kann Cisco UCS Central globale Serviceprofile verwenden, um Konfigurations- und Richtlinieninformationen über Domänen hinweg zu synchronisieren. Wenn Wartungsarbeiten in einer Domäne durchgeführt werden müssen, kann die virtuelle Infrastruktur in eine andere Domäne migriert werden. Selbst wenn eine einzelne Domain offline ist, laufen die Applikationen mit hoher Verfügbarkeit weiter.

Cisco UCS ist eine Lösung der nächsten Generation für Blade- und Rack-Server-Computing. Das System verfügt über ein verlustfreies 40 GbE Unified Network Fabric mit x86-Servern der Enterprise-Klasse. Es bietet eine integrierte, skalierbare, Multigehäuse-Plattform, in der alle Ressourcen in einer gemeinsamen Management-Domäne zusammengefasst werden. Cisco UCS beschleunigt die einfache, zuverlässige und sichere Bereitstellung neuer Services durch End-to-End-Bereitstellung und Migrationsunterstützung für virtualisierte und nicht virtualisierte Systeme. Cisco UCS bietet folgende Funktionen:

- Umfassendes Management
- Radikale Vereinfachung
- Hohe Performance

Cisco UCS besteht aus den folgenden Komponenten:

- **Compute.** das System basiert auf einer völlig neuen Klasse von Computersystemen, die Rack-Mount- und Blade-Server auf der Grundlage der Intel Xeon-Produktreihe für skalierbare Prozessoren beinhaltet.

- **Netzwerk.** das System ist in eine verlustfreie, 40 Gbit/s Unified Network Fabric mit geringer Latenz integriert. Diese Netzwerkgrundlage deckt LANs, SANs und hochperformante Computing-Netzwerke ab, bei denen es sich heute um separate Netzwerke handelt. Durch das Unified Fabric wird die Anzahl der Netzwerkadapter, Switches und Kabel reduziert. Darüber hinaus werden Stromverbrauch und Kühlungsbedarf gesenkt, was insgesamt zu niedrigeren Kosten führt.
- **Virtualisierung.** das System setzt das volle Potenzial der Virtualisierung frei, indem es die Skalierbarkeit, Performance und Betriebskontrolle virtueller Umgebungen verbessert. Die Sicherheit, Richtlinienumsetzung und Diagnosefunktionen von Cisco werden auf virtualisierte Umgebungen erweitert, um sich ändernde Geschäfts- und IT-Anforderungen besser zu unterstützen.
- **Speicherzugriff.** das System bietet konsolidierten Zugriff auf SAN Speicher und NAS über das Unified Fabric. Sie ist darüber hinaus ein ideales System für softwaredefinierten Storage. Durch die Kombination der Vorteile eines einzelnen Framework für das Management von Computing- und Storage-Servern über eine einzige Konsole kann QoS bei Bedarf implementiert werden, um die I/O-Drosselung im System zu injizieren. Außerdem können Ihre Server-Administratoren Storage-Ressourcen vorab Zugriffsrichtlinien für Storage-Ressourcen zuweisen, wodurch Storage-Konnektivität und -Management vereinfacht werden und die Produktivität erhöht wird. Neben externem Storage verfügen sowohl Rack- als auch Blade-Server über internen Storage, auf den über integrierte RAID-Controller zugegriffen werden kann. Durch die Einrichtung des Storage-Profils und der Festplattenkonfigurationsrichtlinie im Cisco UCS Manager werden die Storage-Anforderungen des Host-Betriebssystems und der Applikationsdaten durch benutzerdefinierte RAID-Gruppen erfüllt. Das Ergebnis ist Hochverfügbarkeit und bessere Performance.
- **Management.** das System integriert alle Systemkomponenten auf einzigartige Weise, sodass die gesamte Lösung als einzelne Einheit über den Cisco UCS Manager verwaltet werden kann. Zum Management aller Systemkonfiguration und -Vorgänge verfügt der Cisco UCS Manager über eine intuitive Benutzeroberfläche, eine CLI und ein leistungsstarkes Skriptbibliothek-Modul für Microsoft Windows PowerShell, das auf einer robusten API basiert.

Cisco Unified Computing System verbindet Netzwerke und Server auf Zugriffsebene. Dieses hochperformante Serversystem der nächsten Generation bietet Ihrem Datacenter ein hohes Maß an Workload-Flexibilität und Skalierbarkeit.

Cisco UCS Manager

Cisco UCS Manager bietet einheitliches, eingebettetes Management für alle Software- und Hardware-Komponenten im Cisco UCS. Durch den Einsatz von Technologie mit nur einem Anschluss managt, steuert und verwaltet UCS Manager mehrere Chassis für Tausende VMs. Über eine intuitive GUI, eine CLI oder eine XML API managen Administratoren das gesamte Cisco UCS als eine logische Einheit. Cisco UCS Manager befindet sich auf einem Paar Fabric Interconnects der Cisco UCS 6300 Serie, die eine Cluster-aktiv-Standby-Konfiguration für hohe Verfügbarkeit verwenden.

Cisco UCS Manager bietet eine einheitliche und integrierte Managementoberfläche, die Ihre Server, Ihr Netzwerk und Ihren Storage integriert. Der Cisco UCS Manager führt die automatische Erkennung durch, um den Bestand von zu erkennen, zu managen und Systemkomponenten bereitzustellen, die Sie hinzufügen oder ändern. Es bietet einen umfassenden Satz von XML-APIs für die Integration von Drittanbietern, und es deckt 9,000 Punkte der Integration. Außerdem unterstützt es die individuelle Entwicklung zur Automatisierung, zur Orchestrierung und um ein neues Maß an Systemtransparenz und Kontrolle zu erzielen.

Service-Profile profitieren sowohl von virtualisierten als auch von nicht virtualisierten Umgebungen. Sie steigern die Mobilität von nicht virtualisierten Servern, z. B. wenn Sie Workloads von Server zu Server verschieben oder einen Server für Services oder Upgrades offline schalten. Profile können auch in Verbindung mit Virtualisierungs-Clustern genutzt werden, um neue Ressourcen einfach online zu bringen und so die vorhandene VM-Mobilität zu ergänzen.

Weitere Informationen zum Cisco UCS Manager finden Sie im "Produktseite zu Cisco UCS Manager".

Unterscheidungsmerkmale von Cisco UCS

Cisco Unified Computing System revolutioniert die Verwaltung von Servern im Rechenzentrum. Die folgenden Alleinstellungsmerkmale von Cisco UCS und Cisco UCS Manager:

- **Embedded Management.** in Cisco UCS werden die Server über die eingebettete Firmware in den Fabric Interconnects verwaltet, sodass keine externen physischen oder virtuellen Geräte mehr gemanagt werden müssen.
- **Unified Fabric.** bei Cisco UCS, von Blade Server Chassis oder Rack Servern bis hin zu Fabric Interconnects wird für den LAN-, SAN- und Management-Datenverkehr ein einziges Ethernet-Kabel verwendet. Dieser konvergente I/O reduziert die Anzahl der Kabel, SFPs und Adapter, die Sie benötigen, wodurch wiederum die Investitions- und Betriebskosten der Gesamtlösung gesenkt werden.
- **Autodiscovery.** durch einfaches Einsetzen des Blade-Servers in das Gehäuse oder durch Anschluss von Rack-Servern an Fabric Interconnects erfolgt die Erkennung und Bestandsaufnahme der Computing-Ressourcen automatisch ohne Management-Eingriffe. Die Kombination aus Unified Fabric und automatischer Erkennung ermöglicht die einmalige Verkabelung der Architektur von Cisco UCS. Dort kann die Rechnerfunktion problemlos erweitert werden, während die bestehende externe Konnektivität mit LAN-, SAN- und Management-Netzwerken erhalten bleibt.
- **Policy-basierte Ressourcenklassifizierung.** Wenn eine Computing-Ressource vom Cisco UCS Manager erkannt wird, kann sie auf Basis der von Ihnen definierten Richtlinien automatisch in einen bestimmten Ressourcen-Pool klassifiziert werden. Diese Funktion ist nützlich für mandantenfähiges Cloud-Computing.
- **Kombiniertes Rack- und Blade-Server-Management.** Cisco UCS Manager kann Blade Server der B-Serie und Rack Server der C-Serie unter derselben Cisco UCS-Domäne verwalten. Diese Funktion und das statusfreie Computing machen Computing-Ressourcen zu einem echten Hardware-Formfaktor.
- **Modellbasierte Managementarchitektur.** die Cisco UCS Manager Architektur und Management Datenbank sind modellbasiert und datengetrieben. Die offene XML API für den Betrieb am Management-Modell ermöglicht eine einfache und skalierbare Integration von Cisco UCS Manager in andere Management-Systeme.
- **Richtlinien, Pools und Vorlagen.** der Managementansatz im Cisco UCS Manager basiert auf der Definition von Richtlinien, Pools und Vorlagen anstelle einer übersichtlichen Konfiguration. Sie ermöglicht einen einfachen, locker gekoppelten, datenfokussierten Ansatz beim Management von Computing-, Netzwerk- und Storage-Ressourcen.
- **Unloose referential Integrity.** in Cisco UCS Manager kann ein Service-Profil, ein Port-Profil oder Richtlinien auf andere Richtlinien oder andere logische Ressourcen mit loser referenzieller Integrität verweisen. Eine Richtlinie, auf die verwiesen wird, kann zum Zeitpunkt der Erstellung der verweisenden Richtlinie nicht existieren, aber eine Richtlinie kann gelöscht werden, auch wenn andere Richtlinien sich darauf beziehen. So können verschiedene Experten unabhängig voneinander arbeiten. Sie erhalten hohe Flexibilität, da verschiedene Experten verschiedener Domänen wie Netzwerk, Storage, Sicherheit, Server und Virtualisierung mit einem gemeinsamen Ansatz für eine komplexe Aufgabe zusammenarbeiten.
- **Policy Resolution.** in Cisco UCS Manager können Sie eine Baumstruktur der Organisationseinheit-Hierarchie erstellen, die die realen Mieter und organisatorischen Beziehungen nachahmt. Sie können verschiedene Richtlinien, Pools und Vorlagen auf verschiedenen Ebenen Ihrer Unternehmenshierarchie definieren. Eine Richtlinie, die sich auf eine andere Policy nach Namen bezieht, wird in der Organisationshierarchie mit der nächstbesten Policy-Übereinstimmung aufgelöst. Wenn in der Hierarchie der Root-Organisation keine Richtlinie mit einem bestimmten Namen gefunden wird, wird eine spezielle Richtlinie mit dem Namen „Default“ durchsucht. Diese Vorgehensweise zur Behebung von Richtlinien ermöglicht automatisierte Management-APIs und bietet den Eigentümern der verschiedenen Unternehmen große Flexibilität.
- **Service Profile und Stateless Computing.** ein Service-Profil ist eine logische Darstellung eines Servers mit seinen verschiedenen Identitäten und Richtlinien. Dieser logische Server kann jeder beliebigen physischen Ressource zugewiesen werden, sofern er die Ressourcenanforderungen erfüllt. Statusfreies

Computing ermöglicht die Beschaffung eines Servers innerhalb von Minuten, wobei früher Tage mit alten Server-Management-Systemen dauerte.

- **Integrierte Unterstützung der Mandantenfähigkeit.** die Kombination aus Richtlinien, Pools, Vorlagen, loser referenzieller Integrität, Richtlinienauflösung in der Unternehmenshierarchie und einem auf Serviceprofilen basierenden Ansatz für Computing-Ressourcen macht Cisco UCS Manager zur Nutzung mandantenfähiger Umgebungen, die in der Regel in Private und Public Clouds beobachtet werden.
- **Erweiterter Speicher** der Cisco UCS B200 M5 Blade Server der Enterprise-Klasse erweitert die Funktionen des Cisco Unified Computing System Portfolios in einem Blade-Formfaktor halber Breite. Der Cisco UCS B200 M5 nutzt die Leistung der neuesten skalierbaren Intel Xeon Prozessoren mit bis zu 3 TB RAM. Diese Funktion ermöglicht ein riesiges Verhältnis zwischen VM und physischen Servern, das viele Implementierungen benötigen. Oder bestimmte Architekturen können so umfangreiche Speichervorgänge wie Big Data unterstützen.
- **Virtualisierungsorientiertes Netzwerk.** die Cisco Virtual Machine Fabric Extender (VM-FEX)-Technologie macht die Netzwerkebene des Zugriffsnetzwerks der Host-Virtualisierung bewusst. Diese Erkenntnis verhindert eine Verschmutzung der Rechner- und Netzwerkdomänen durch Virtualisierung, wenn ein virtuelles Netzwerk durch Portprofile verwaltet wird, die vom Team Ihres Netzwerkadministrators definiert werden. VM-FEX entlastet zudem die Hypervisor-CPU, indem es das Switching in der Hardware durchführt. Dadurch kann die Hypervisor-CPU mehr Aufgaben rund um die Virtualisierung durchführen. Um das Cloud-Management zu vereinfachen, lässt sich die VM-FEX-Technologie nahtlos in VMware vCenter, Linux Kernel-Based Virtual Machine (KVM) und Microsoft Hyper-V SR-IOV integrieren.
- **Vereinfachte QoS.** auch wenn FC und Ethernet im Cisco UCS konvergiert werden, die integrierte Unterstützung für QoS und verlustfreies Ethernet machen es nahtlos. Durch die Darstellung aller Systemklassen auf einer grafischen Benutzeroberfläche wird die Netzwerk-QoS in Cisco UCS Manager vereinfacht.

Cisco Nexus IP und MDS Switches

Cisco Nexus Switches und Cisco MDS Multilayer Directors bieten Konnektivität der Enterprise-Klasse sowie SAN-Konsolidierung. Die Cisco Multi-Protokoll-Speichernetzwerke verringern Ihr Geschäftsrisiko durch Flexibilität und Optionen: FC, Fibre Connection (FICON), FC over Ethernet (FCoE), iSCSI und FC over IP (FCIP).

Cisco Nexus Switches bieten eines der umfangreichsten Datacenter-Netzwerk-Funktionen auf einer einzigen Plattform. Sie bieten hohe Performance und Dichte sowohl für das Datacenter als auch für den Campus-Kern. Zudem bieten sie umfassende Funktionen für Datacenter-Aggregation, End-of-row und Datacenter Interconnect-Implementierungen in einer äußerst stabilen modularen Plattform.

Cisco UCS integriert Rechenressourcen in Cisco Nexus Switches und eine Unified Fabric, die verschiedene Typen von Netzwerkverkehr identifiziert und unterstützt. Der Datenverkehr umfasst Storage-I/O, Desktop-Datenströme, Management und Zugriff auf klinische und geschäftliche Applikationen. Sie erhalten folgende Möglichkeiten:

- **Skalierbarkeit der Infrastruktur** Virtualisierung, effiziente Stromversorgung und Kühlung, Cloud-Skalierbarkeit mit Automatisierung, hoher Dichte und Performance unterstützen effizientes Datacenter-Wachstum.
- * Betriebskontinuität.* das Design umfasst Hardware, Cisco NX-OS Softwarefunktionen und Management zur Unterstützung von Umgebungen ohne Ausfallzeiten.
- **Transportflexibilität.** mit dieser kostengünstigen Lösung können Sie schrittweise neue Netzwerktechnologien einführen.

Gemeinsam bieten Cisco UCS mit Cisco Nexus Switches und MDS Multilayer Directors eine Computing-, Netzwerk- und SAN-Konnektivitätslösung für medizinisches Bildgebungssystem eines Unternehmens.

NetApp All-Flash-Storage

NetApp Storage mit ONTAP Software senkt die Storage-Gesamtkosten und bietet gleichzeitig Lese- und Schreibreaktionszeiten mit niedriger Latenz sowie hohe IOPS für die Workloads medizinischer Bildgebungssysteme. ONTAP unterstützt sowohl All-Flash- als auch Hybrid-Storage-Konfigurationen und schafft so ein optimales Storage-System, das die typischen Anforderungen medizinischer Bildgebungsverfahren erfüllt. NetApp Flash-Storage ermöglicht medizinischen Bildverarbeitungssystems die wichtigsten Komponenten mit hoher Performance und Reaktionsfähigkeit zur Unterstützung von latenzempfindlichen Systemen für die medizinische Bildgebung. Durch das Erstellen mehrerer Fehlerdomänen in einem einzigen Cluster kann die NetApp Technologie auch die Produktionsumgebungen aus den nicht für die Produktion verwendeten Umgebungen isolieren. Und indem NetApp garantiert, dass die System-Performance mit der minimalen QoS von ONTAP nicht unter ein bestimmtes Level für Workloads fällt, reduziert NetApp auch Performance-Probleme für Ihr System.

Die horizontal skalierbare Architektur der ONTAP Software kann flexibel an Ihre verschiedenen I/O-Workloads angepasst werden. Um den erforderlichen Durchsatz und die niedrige Latenz zu erzielen, die klinische Applikationen benötigen, und um eine modulare Scale-out-Architektur bereitzustellen, kommen meist All-Flash-Konfigurationen in ONTAP-Architekturen zum Einsatz. NetApp AFF Nodes können in demselben horizontal skalierbaren Cluster mit hybriden (HDD und Flash) Storage-Nodes kombiniert werden und eignen sich zur Speicherung großer Datensätze mit hohem Durchsatz. Sie können Ihre medizinische Bildgebungssystem-Umgebung von teurem SSD-Storage auf anderen Nodes klonen, replizieren und sichern und auf anderen Nodes preiswerteren HDD-Storage hinzufügen. Mit dem Cloud-fähigen NetApp Storage und einer Data Fabric von NetApp können Sie Backups in Objekt-Storage vor Ort oder in der Cloud erstellen.

Für die medizinische Bildverarbeitung wurde ONTAP von den führenden Bildgebungssystemen validiert. Das bedeutet, dass es getestet wurde, um schnelle und zuverlässige Leistung für die medizinische Bildgebung zu liefern. Zudem vereinfachen die folgenden Funktionen das Management, erhöhen die Verfügbarkeit und Automatisierung und verringern die benötigte Storage-Kapazität.

- **Überragende Performance.** die NetApp AFF Lösung verwendet dieselbe Unified Storage-Architektur, die ONTAP Software, die gleiche Managementoberfläche, umfassende Datenservices und erweiterte Funktionen wie die anderen NetApp FAS Produktfamilien. Diese innovative Kombination aus All-Flash-Medien und ONTAP bietet Ihnen die konsistent niedrige Latenz und hohe IOPS von All-Flash-Storage und branchenführende ONTAP Software.
- **Storage-Effizienz.** Sie können Ihre gesamten Kapazitätsanforderungen mit Ihrem NetApp SME reduzieren und verstehen, wie dies Ihr spezielles medizinisches Bildgebungssystem angewendet hat.
- **Platzsparendes Klonen** mit der FlexClone Funktion kann Ihr System nahezu sofort Klone erstellen, um eine Aktualisierung der Backup- und Testumgebung zu unterstützen. Diese Klone verbrauchen nur bei Änderungen zusätzlichen Storage.
- * Integrierte Datensicherung.* vollständige Funktionen für Datensicherung und Disaster Recovery helfen Ihnen, Ihre kritischen Datenbestände zu schützen und Disaster Recovery zu ermöglichen.
- **Unterbrechungsfreier Betrieb.** Upgrades und Wartungen können durchgeführt werden, ohne Daten offline zu schalten.
- **QoS.** Storage QoS hilft Ihnen, potenzielle problematische Workloads zu begrenzen. Vor allem, QoS schafft eine minimale Performance-Garantie, dass Ihre System-Performance nicht unter ein bestimmtes Niveau für kritische Workloads wie ein medizinisches Bildgebungssystem die Produktionsumgebung sinkt. Und durch die Begrenzung von Engpässen kann NetApp QoS auch Probleme mit der Performance verringern.
- **Data Fabric.** um den digitalen Wandel zu beschleunigen, vereinfacht und integriert die Data Fabric von NetApp das Datenmanagement über Cloud- und On-Premises-Umgebungen hinweg. Sie profitieren von konsistenten und integrierten Datenmanagementservices, Applikationen für erstklassige Datentransparenz und Einblicke aus Daten, Datenzugriff und -Kontrolle sowie Datensicherung und -Sicherheit. NetApp ist in große Public Clouds wie AWS, Azure, Google Cloud und IBM Cloud integriert. Wir bieten Ihnen eine große

Auswahl.

Host-Virtualisierung – VMware vSphere

FlexPod-Architekturen wurden mit VMware vSphere 6.x validiert. Diese Plattform ist eine der branchenführenden Virtualisierungsplattformen. Zur Implementierung und Ausführung der VMs wird VMware ESXi 6.x verwendet. VCenter Server Appliance 6.x wird zum Management der ESXi Hosts und VMs verwendet. Mehrere ESXi Hosts, die auf den Cisco UCS B200 M5 Blades ausgeführt werden, bilden ein VMware ESXi Cluster. Der VMware ESXi Cluster fasst Computing-, Arbeitsspeicher- und Netzwerkressourcen von allen Cluster-Nodes zusammen und bietet eine ausfallsichere Plattform für die VMs, die auf dem Cluster ausgeführt werden. Die VMware ESXi-Cluster-Funktionen, vSphere High Availability und Distributed Resource Scheduler (DRS) tragen alle zur Toleranz des vSphere-Clusters bei, Ausfälle zu widerstehen, und sie helfen die Ressourcen auf die VMware ESXi-Hosts zu verteilen.

Das NetApp Storage Plug-in und das Cisco UCS Plug-in lassen sich in VMware vCenter integrieren und ermöglichen damit betriebliche Workflows für Ihre erforderlichen Storage- und Computing-Ressourcen.

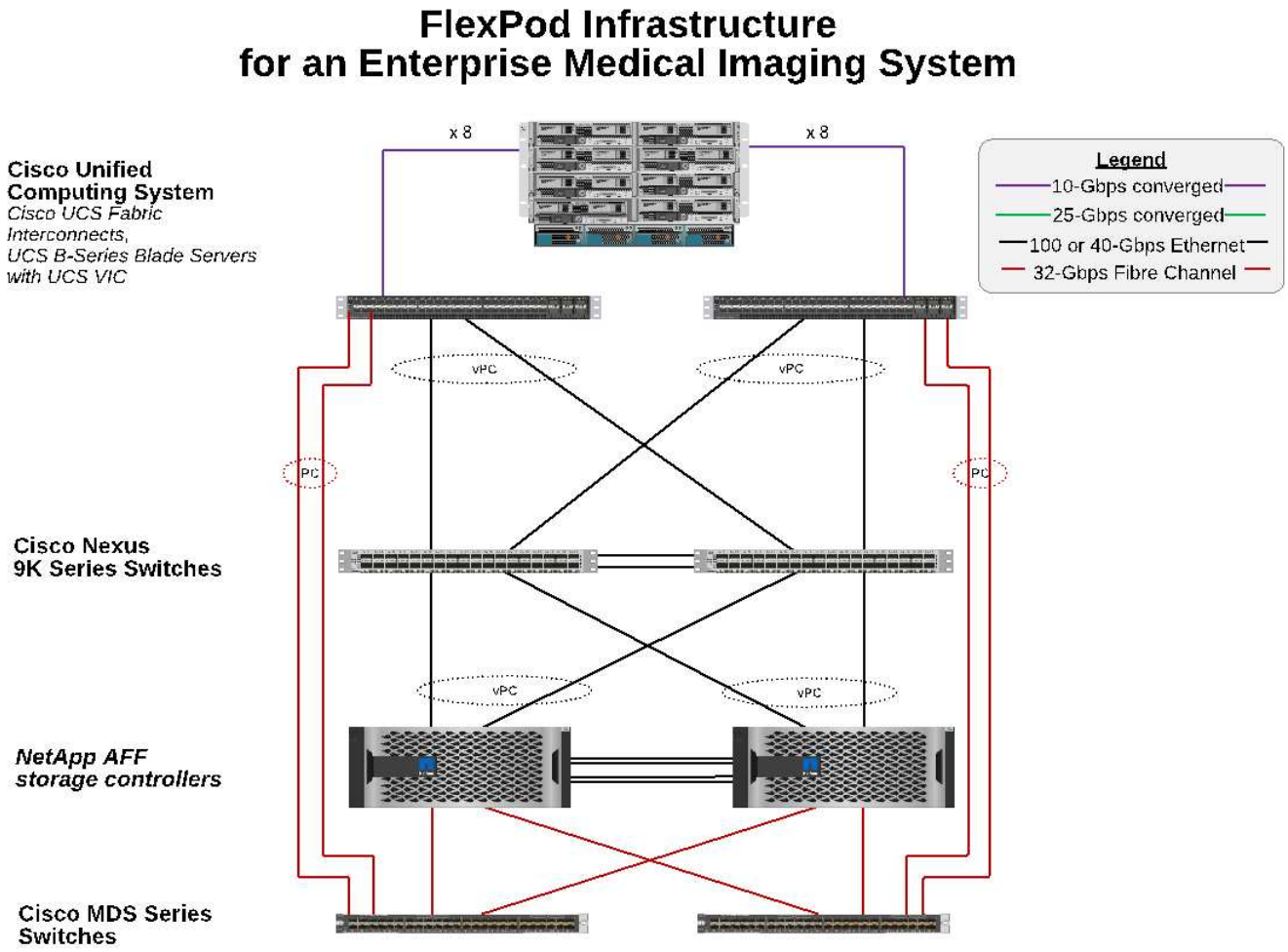
Das VMware ESXi Cluster und vCenter Server bieten Ihnen eine zentrale Plattform zur Bereitstellung von Umgebungen für die medizinische Bildgebung in VMs. Ihr Unternehmen im Gesundheitswesen kann alle Vorteile einer branchenführenden virtuellen Infrastruktur mit folgenden Vorteilen nutzen:

- * Einfache Bereitstellung.* Schnelle und einfache Bereitstellung von vCenter Server mit einer virtuellen Appliance.
- **Zentrale Steuerung und Transparenz.** Verwalten Sie die gesamte vSphere-Infrastruktur von einem Ort aus.
- **Proaktive Optimierung.** Ressourcen zuweisen, optimieren und migrieren für maximale Effizienz.
- **Management.** Verwenden Sie leistungsstarke Plug-ins und Tools, um das Management zu vereinfachen und die Kontrolle zu erweitern.

Der Netapp Architektur Sind

Die FlexPod-Architektur bietet Hochverfügbarkeit, wenn eine Komponente oder ein Link im gesamten Computing-, Netzwerk- und Storage Stack ausfällt. Mehrere Netzwerkpfade für Client-Zugriff und Storage-Zugriff ermöglichen Lastausgleich und eine optimale Ressourcenauslastung.

Die folgende Abbildung zeigt die 16-GB-FC-/40-GB-Ethernet-Topologie (40 GbE) für den Einsatz der Lösung für medizinische Bildgebsysteme.



Storage-Architektur

Mithilfe der in diesem Abschnitt aufgeführten Richtlinien zur Storage-Architektur können Sie Ihre Storage-Infrastruktur für ein medizinisches Bildgebungssystem eines Unternehmens konfigurieren.

Storage-Tiers

Eine typische medizinische Bildgebungsumgebung in Unternehmen setzt sich aus mehreren unterschiedlichen Storage-Tiers zusammen. Jeder Tier verfügt über spezifische Anforderungen an Performance und Storage-Protokoll. NetApp Storage unterstützt verschiedene RAID-Technologien, weitere Informationen sind verfügbar "Hier". Im Folgenden erfahren Sie, wie NetApp AFF Storage-Systeme die Anforderungen verschiedener Storage Tiers für das Bildgebungssystem erfüllen:

- **Performance Storage (Tier 1).** dieser Tier bietet eine hohe Leistung und hohe Redundanz für Datenbanken, Betriebssystemlaufwerke, VMware Virtual Machine File System (VMFS) Datenspeicher und so weiter. Block-I/O wird wie in ONTAP konfiguriert über Fibre in ein Shared-Storage-Array von SSD verschoben. Die minimale Latenz beträgt 1 ms bis 3 ms, wobei gelegentlich 5 ms Spitzenwert liegt. Diese Speicherebene wird in der Regel für den kurzfristigen Speicher-Cache verwendet, in der Regel 6 bis 12 Monate Bildspeicher für den schnellen Zugriff auf Online-DICOM-Bilder. Dieser Tier bietet hohe Performance und hohe Redundanz für Image-Caches, Datenbank-Backup usw. NetApp All-Flash-Arrays bieten eine Latenz von <1 ms bei einer kontinuierlichen Bandbreite, die weit unter den für eine typische medizinische Bildgebungsumgebung der Enterprise-Klasse erwarteten Servicezeiten liegt. NetApp ONTAP unterstützt sowohl RAID-TEC (Triple-Parity RAID zur Aufrechterhaltung des Ausfalls von drei Festplatten)

als auch RAID DP (Double-Parity RAID zur Erhaltung von zwei Festplattenausfällen).

- **Archivspeicher (Tier 2).** dieser Tier wird für typischen kostenoptimierten Dateizugriff, RAID 5- oder RAID 6-Speicher für größere Volumes und langfristige Archivierung mit geringeren Kosten/Leistung verwendet. NetApp ONTAP unterstützt sowohl RAID-TEC (Triple-Parity RAID zur Aufrechterhaltung des Ausfalls von drei Festplatten) als auch RAID DP (Double-Parity RAID zur Erhaltung von zwei Festplattenausfällen). Die NetApp FAS in FlexPod ermöglicht die I/O-Bildgebung von Applikationen über NFS/SMB auf ein SAS-Festplatten-Array. NetApp FAS Systeme bieten eine Latenz von ~10 ms bei kontinuierlicher Bandbreite. Dies ist weit unter den für Storage Tier 2 in einer Umgebung mit medizinischen Bildgebungssystemen eines Unternehmens erwarteten Servicezeiten.

Die Cloud-basierte Archivierung in einer Hybrid-Cloud-Umgebung kann für die Archivierung bei einem Public-Cloud-Storage-Provider mit S3 oder ähnlichen Protokollen verwendet werden. Die NetApp SnapMirror Technologie ermöglicht die Replizierung Imaging-Daten von All-Flash- oder FAS-Arrays auf langsamere festplattenbasierte Storage-Arrays oder auf Cloud Volumes ONTAP für AWS, Azure oder Google Cloud.

NetApp SnapMirror bietet branchenführende Datenreplizierungsfunktionen, um medizinische Bildgebungssysteme durch eine einheitliche Datenreplizierung zu schützen. Vereinfachtes Datensicherungsmanagement in einer Data-Fabric-Umgebung mit plattformübergreifender Replizierung – von Flash über Festplatten bis hin zur Cloud:

- Nahtloser und effizienter Datentransport zwischen NetApp Storage-Systemen zur Unterstützung von Backup und Disaster Recovery mit demselben Ziel-Volume und I/O-Datenstrom
- Failover auf ein beliebiges sekundäres Volume Wiederherstellung von zeitpunktgenauen Snapshots auf sekundärem Storage
- Schutz Ihrer wichtigsten Workloads durch eine synchrone Replikation ohne jeglichen Datenverlust (RPO=0)
- Weniger Netzwerk-Traffic: Geringerer Storage-Bedarf durch effiziente Abläufe
- Reduzierter Netzwerk-Traffic durch Beschränkung des Transports auf geänderte Datenblöcke
- Kein Verlust der Vorteile der Storage-Effizienz auf dem primären Storage während des Transports – einschließlich Deduplizierung, Komprimierung und Data-Compaction
- Zusätzliche Inline-Effizienz mit Netzwerkkomprimierung

Weitere Informationen finden Sie "Hier".

Die folgende Tabelle führt die einzelnen Tiers auf, die für ein typisches Bildgebungssystem benötigt werden, um eine bestimmte Latenz und Durchsatzleistung zu liefern.

Storage-Tier	Anforderungen	NetApp Empfehlung
1	Eine Latenz von 1 bis 5 ms beträgt ein Durchsatz von 35 bis 500 MB/s	AFF mit <1 ms Latenz AFF A300 HA-Paar mit zwei Festplatten-Shelfs kann einen Durchsatz von bis zu ~1,6 GB/s verarbeiten
2	Archivierung vor Ort	FAS mit einer Latenz von bis zu 30 ms
	Archivierung in Cloud	SnapMirror Replizierung auf Cloud Volumes ONTAP oder Backup-Archivierung mit NetApp StorageGRID Software

Konnektivität zum Storage-Netzwerk

FC Fabric

- Die FC Fabric eignet sich für I/O-Vorgänge des Host-Betriebssystems vom Computing bis zum Storage.
- Zwei FC-Fabrics (Fabric A und Fabric B) sind mit Cisco UCS Fabric A und UCS Fabric B verbunden.
- Auf jedem Controller-Node befindet sich eine Storage Virtual Machine (SVM) mit zwei logischen FC-Schnittstellen (LIFs). Auf jedem Node ist eine logische Schnittstelle mit Fabric A verbunden, und die andere ist mit Fabric B verbunden
- Ende-zu-End-Konnektivität mit 16 Gbit/s erfolgt über Cisco MDS Switches. Es sind ein einzelner Initiator, mehrere Ziel-Ports und Zoning konfiguriert.
- FC SAN Boot wird verwendet, um ein vollständiges Statusfreies Computing zu erstellen. Server werden aus LUNs im Boot-Volume gestartet, das auf dem AFF Storage-Cluster gehostet wird.

IP-Netzwerk für Storage-Zugriff über iSCSI, NFS und SMB/CIFS

- An jedem Controller-Node befinden sich zwei iSCSI LIFs in der SVM. Auf jedem Node ist eine logische Schnittstelle mit Fabric A verbunden, und die zweite ist mit Fabric B verbunden
- An jedem Controller-Node befinden sich zwei NAS-Daten-LIFs in der SVM. Auf jedem Node ist eine logische Schnittstelle mit Fabric A verbunden, und die zweite ist mit Fabric B verbunden
- Storage Port Interface Groups (virtueller Port Channel [vPC]) für 10 GB/s Link zum Switch N9k-A und für 10 GB/s Link zum Switch N9k-B.
- Workload in Ext4 oder NTFS-Dateisystemen von VM zum Storage:
  - ISCSI-Protokoll über IP:
- VMs gehostet im NFS-Datenspeicher:
  - VM-I/O-Vorgänge erfolgen über mehrere Ethernet-Pfade durch Nexus Switches.

In-Band-Management (aktiv/Passiv-Bond)

- 1-Gbit/s-Link zum Management-Switch N9k-A und 1 Gbit/s-Link zum Management-Switch N9k-B.

Backup und Recovery

FlexPod Datacenter basiert auf einem Storage-Array, das von der Datenmanagement-Software NetApp ONTAP gemanagt wird. Die ONTAP Software hat sich über 20 Jahre lang weiterentwickelt und bietet viele Datenmanagement-Funktionen für VMs, Oracle Datenbanken, SMB/CIFS-Dateifreigaben und NFS. Zudem stellt sie Sicherungstechnologien wie die NetApp Snapshot Technologie, die SnapMirror Technologie und die Datenreplizierungstechnologie NetApp FlexClone bereit. Die NetApp SnapCenter Software verfügt über einen Server und einen GUI-Client zur Verwendung von ONTAP Snapshot, SnapRestore und FlexClone Funktionen für VM, SMB/CIFS File Shares, NFS und Oracle Datenbanken Backup und Recovery.

Die NetApp SnapCenter Software beschäftigt "Patentiert" Snapshot Technologie, um sofort ein Backup einer kompletten VM oder Oracle-Datenbank auf einem NetApp-Speicher-Volume zu erstellen. Im Vergleich mit Oracle Recovery Manager (RMAN) benötigen Snapshot Kopien keine vollständige Baseline Backup-Kopie, da sie nicht als physische Kopien von Blöcken gespeichert werden. Snapshot-Kopien werden als Zeiger auf die Storage-Blöcke gespeichert, während sie sich beim Erstellen der Snapshot Kopien im ONTAP WAFL File-System befanden. Aufgrund dieser engen physischen Beziehung verbleiben die Snapshot Kopien im selben Storage Array wie die Originaldaten. Zudem können Snapshot Kopien auf Dateiebene erstellt werden, um Ihnen eine granularere Kontrolle für das Backup zu bieten.

Die Snapshot Technologie basiert auf einer Redirect-on-Write-Technik. Er enthält anfangs nur Metadaten-Zeiger und verbraucht erst dann viel Speicherplatz, wenn sich die ersten Daten in einen Storage-Block ändern. Wenn ein vorhandener Block von einer Snapshot Kopie gesperrt wird, wird ein neuer Block vom Dateisystem ONTAP WAFL als aktive Kopie geschrieben. Dieser Ansatz vermeidet die doppelten Schreibvorgänge, die bei der Change-on-Write-Technik auftreten.

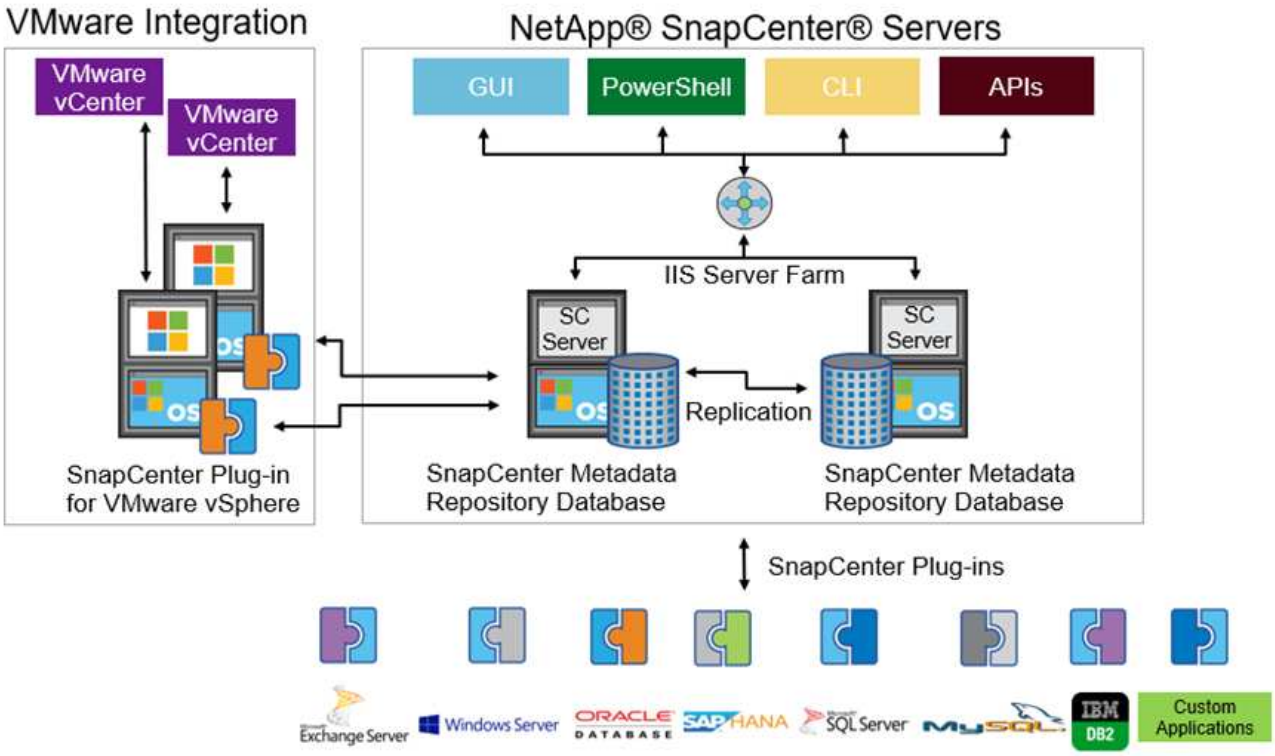
Bei Datenbank-Backups von Oracle erzielen Snapshot Kopien unglaubliche Zeiteinsparungen. Ein Backup, das beispielsweise mit RMAN allein 26 Stunden dauerte, kann mithilfe der SnapCenter Software weniger als zwei Minuten dauern.

Und da bei der Datenwiederherstellung keine Datenblöcke kopiert, sondern stattdessen die Zeiger auf die applikationskonsistenten Snapshot Block-Images überträgt, wenn die Snapshot Kopie erstellt wurde, kann eine Snapshot Backup-Kopie fast sofort wiederhergestellt werden. Klonen von SnapCenter erstellt eine separate Kopie von Metadaten-Pointern auf eine vorhandene Snapshot Kopie und bindet die neue Kopie an einen Ziel-Host. Dieser Prozess läuft auch schnell und speichereffizient ab.

In der folgenden Tabelle sind die Hauptunterschiede zwischen Oracle RMAN und NetApp SnapCenter Software zusammengefasst.

	Backup	**Wiederherstellen**	**Klon**	**Vollständige Backups Erforderlich**	**Speicherplatznutzung**	**Externer Text**
RMAN	Langsam	Langsam	Langsam	Ja.	Hoch	Ja.
SnapCenter	Schnell	Schnell	Schnell	Nein	Niedrig	Ja.

Die folgende Abbildung zeigt die SnapCenter Architektur.



Weltweit werden NetApp MetroCluster Konfigurationen von Tausenden Unternehmen für Hochverfügbarkeit

(HA), Vermeidung von Datenverlusten und unterbrechungsfreien Betrieb innerhalb und außerhalb des Datacenters eingesetzt. MetroCluster ist eine kostenlose Funktion der ONTAP Software, die Daten und Konfigurationen zwischen zwei ONTAP Clustern an separaten Standorten oder Ausfall-Domains synchron spiegelt. MetroCluster bietet kontinuierlich verfügbaren Storage für Applikationen, indem es automatisch zwei Ziele bewältigt: Recovery Point Objective (RPO) von null durch synchrones Spiegeln von Daten, die auf das Cluster geschrieben werden. Recovery Time Objective (RTO) von nahezu null durch Spiegelung der Konfiguration und automatisierten Zugriff auf Daten am zweiten Standort MetroCluster sorgt für Einfachheit durch automatische Spiegelung von Daten und Konfigurationen zwischen den beiden unabhängigen Clustern an den beiden Standorten. Wenn Storage innerhalb eines Clusters bereitgestellt wird, wird dieser automatisch auf das zweite Cluster am zweiten Standort gespiegelt. Die NetApp SyncMirror-Technologie sorgt für eine komplette Kopie aller Daten mit einem RPO von null. , So können Workloads von einem Standort aus jederzeit auf den anderen Standort umschalten und weiterhin Daten ohne Datenverlust bereitstellen. Weitere Informationen finden Sie hier "Hier".

Netzwerkbetrieb

Ein Cisco Nexus Switch-Paar stellt redundante Pfade für den IP-Datenverkehr vom Computing zum Storage und für externe Clients der Image-Viewer des medizinischen Bildgebungssystems bereit:

- Die Link-Aggregation, die Port-Kanäle und vPCs nutzt, wird durchgehend verwendet, was das Design für eine höhere Bandbreite und hohe Verfügbarkeit ermöglicht:
  - VPC wird zwischen dem NetApp Storage-Array und den Cisco Nexus Switches verwendet.
  - VPC wird zwischen dem Cisco UCS Fabric Interconnect und den Cisco Nexus Switches verwendet.
  - Jeder Server verfügt über virtuelle Netzwerk-Schnittstellenkarten (vNICs) mit redundanter Konnektivität zum Unified Fabric. Für Redundanz wird NIC Failover zwischen Fabric Interconnects verwendet.
  - Jeder Server verfügt über virtuelle Host Bus Adapter (vHBAs) mit redundanter Konnektivität zum Unified Fabric.
- Die Cisco UCS Fabric Interconnects sind gemäß der Empfehlung im End-Host-Modus konfiguriert, sodass vNICs dynamisch an Uplink-Switches gepinnen werden.
- Ein FC-Storage-Netzwerk wird von einem Paar Cisco MDS Switches bereitgestellt.

Computing – Cisco Unified Computing System

Zwei Cisco UCS Fabrics über verschiedene Fabric Interconnects bieten zwei Ausfall-Domains. Jede Fabric ist sowohl mit IP-Netzwerk-Switches als auch mit unterschiedlichen FC-Netzwerk-Switches verbunden.

Zum Ausführen von VMware ESXi werden für jedes Cisco UCS Blade identische Service-Profile gemäß den Best Practices von FlexPod erstellt. Jedes Service-Profil sollte die folgenden Komponenten aufweisen:

- Zwei vNICs (eine pro Fabric) für NFS, SMB/CIFS und Client- oder Management-Datenverkehr
- Zusätzliche erforderliche VLANs für die vNICs für NFS, SMB/CIFS und Client- oder Managementdatenverkehr
- Zwei vNICs (einer auf jeder Fabric) für den iSCSI-Datenverkehr
- Zwei Storage FC HBAs (einer pro Fabric) für FC-Datenverkehr zum Storage
- SAN Booting

Einheitliche

Auf dem VMware ESXi-Host-Cluster werden Workload-VMs ausgeführt. Der Cluster umfasst ESXi Instanzen, die auf Cisco UCS Blade-Servern ausgeführt werden.

Jeder ESXi-Host umfasst die folgenden Netzwerkkomponenten:

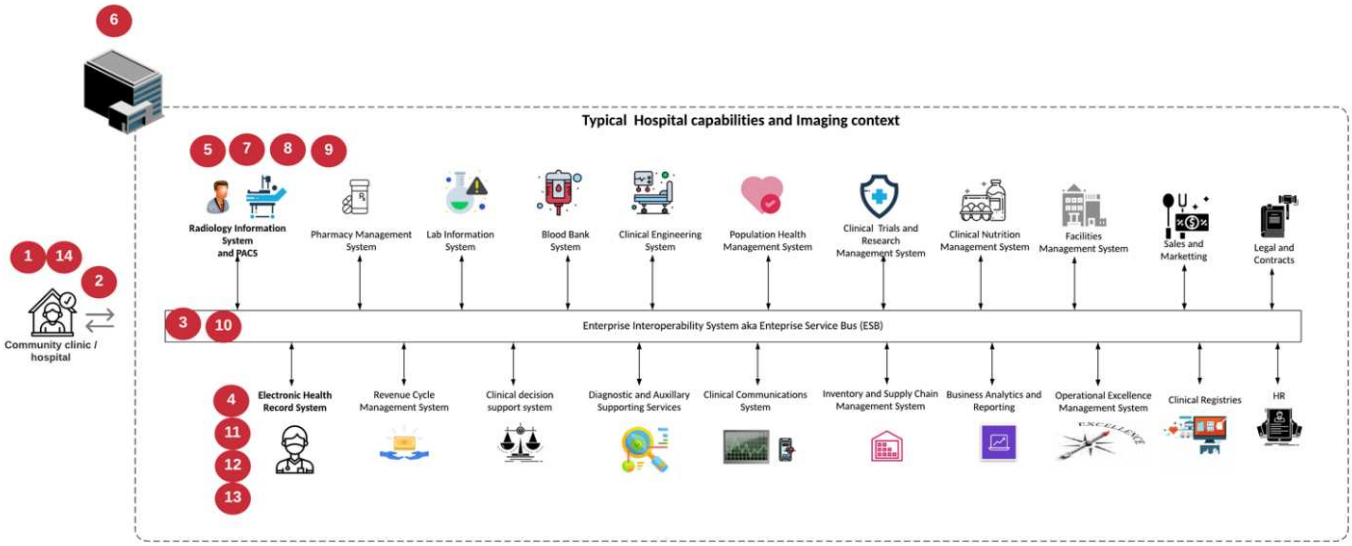
- SAN Booting über FC oder iSCSI
- Boot-LUNs auf NetApp Storage (in einem dedizierten FlexVol für Boot OS)
- Zwei vmnics (Cisco UCS vNIC) für NFS, SMB/CIFS oder Managementverkehr
- Zwei Storage HBAs (Cisco UCS FC vHBA) für FC-Datenverkehr zum Storage
- Standard-Switch oder verteilter virtueller Switch (je nach Bedarf)
- NFS-Datenspeicher für Workload VMs
- Management, Client-Traffic-Netzwerk und Storage-Netzwerk-Port-Gruppen für VMs
- Netzwerkadapter für Management, Client-Traffic und Storage-Zugriff (NFS, iSCSI oder SMB/CIFS) für jede VM
- VMware DRS ist aktiviert
- Natives Multipathing für FC- oder iSCSI-Pfade zum Storage aktiviert
- Deaktiviert die VMware Snapshots für VM
- NetApp SnapCenter für VMware für VM-Backups implementiert

Architektur des Bildgebungssystems für den medizinischen Bereich

In medizinischen Einrichtungen sind Bildgebungssysteme wichtige Applikationen und gut in die klinischen Workflows integriert – angefangen bei der Registrierung von Patienten bis hin zur Abrechnung über Aktivitäten im Umsatzzyklus.

Das folgende Diagramm zeigt die verschiedenen Systeme in einem typischen großen Krankenhaus; dieses Diagramm soll einen architektonischen Kontext zu einem medizinischen Bildgebungssystem liefern, bevor wir in die architektonischen Komponenten eines typischen medizinischen Bildgebungssystems hineinzoomen. Die Workflows unterscheiden sich sehr stark und sind für Krankenhäuser und Anwendungsfälle spezifisch.

Die Abbildung unten zeigt das medizinische Bildgebungssystem im Kontext eines Patienten, einer Gemeinschaftsklinik und eines großen Krankenhauses.



1. Der Patient besucht die Gemeinschaftsklinik mit Symptomen. Während der Konsultation legt der Gemeindearzt einen Bildgebungsauftrag auf, der in Form einer HL7-Auftragsnachricht an das größere

Krankenhaus geschickt wird.

2. Das EHR-System des Hausarztes sendet die HL7 Order/ORD-Nachricht an das große Krankenhaus.
3. Das Enterprise-Interoperabilitätssystem (auch bekannt als Enterprise Service Bus [ESB]) verarbeitet die Auftragsmeldung und sendet die Auftragsnachricht an das EHR-System.
4. Das EHR verarbeitet die Auftragsnachricht. Wenn kein Patientendatensatz vorhanden ist, wird ein neuer Patientendatensatz erstellt.
5. Der EHR-Auftrag sendet an das medizinische Bildgebungssystem.
6. Der Patient ruft das große Krankenhaus für einen Bildgebungstermin an.
7. Der Bildgebungs-Empfang und der Registrierungstisch planen den Patienten für einen Bildgebungstermin mit Hilfe von Radiologie-Informationen oder ähnlichen Systemen.
8. Der Patient kommt zum Termin für die Bildgebung, und die Bilder oder Videos werden erstellt und an das PACS gesendet.
9. Der Radiologe liest die Bilder und kommentiert die Bilder im PACS mit einem High-End-/GPU-Grafikprogramm. Bestimmte Bildgebungssysteme verfügen über AI-gestützte Funktionen zur Effizienzsteigerung, die in die Workflows für die Bildgebung integriert sind.
10. Die Ergebnisse der Bildbestellung werden in Form eines Auftragsergebnisses HL7 ORU über das ESB an die EHR gesendet.
11. Das EHR verarbeitet die Auftragsergebnisse in den Patientendatensatz, platziert das Miniaturbild mit einem kontextgerechten Link zum tatsächlichen DICOM-Bild. Ärzte können die Diagnose-Anzeige starten, wenn ein Bild mit höherer Auflösung aus dem EHR-System benötigt wird.
12. Der Arzt überprüft das Bild und gibt Arztnotizen in die Patientenakte ein. Der Arzt könnte das klinische Entscheidungsunterstützungssystem nutzen, um den Review-Prozess zu verbessern und bei der richtigen Diagnose für den Patienten zu helfen.
13. Das EHR-System sendet dann die Auftragsergebnisse in Form einer Auftragsergebnismeldung an das Gemeinschaftskrankenhaus. Wenn das Gemeinschaftskrankenhaus das vollständige Bild erhalten konnte, wird das Bild entweder über WADO oder DICOM gesendet.
14. Der Hausarzt schließt die Diagnose ab und stellt dem Patienten weitere Schritte zur Verfügung.

Ein typisches Bildgebungssystem verwendet eine N- Tiered Architecture. Die Kernkomponente eines medizinischen Bildgebungssystems ist ein Anwendungsserver, auf dem verschiedene Anwendungskomponenten gehostet werden. Typische Anwendungsserver basieren entweder auf Java Runtime oder auf C# .Net CLR. Die meisten medizinischen Bildgebungslösungen für Unternehmen verwenden einen Oracle Database Server, MS SQL Server oder Sybase als primäre Datenbank. Darüber hinaus verwenden einige medizinische Bildgebungssysteme der Enterprise-Klasse Datenbanken auch zur Content-Beschleunigung und zum Caching über eine geografische Region. Einige medizinische Bildgebungssysteme in Unternehmen verwenden auch NoSQL Datenbanken wie MongoDB, Redis usw. in Verbindung mit Servern zur Unternehmensintegration für DICOM-Schnittstellen und oder APIs.

Ein typisches medizinisches Bildgebungssystem bietet Zugriff auf Bilder für zwei unterschiedliche Benutzer: Diagnostischer Benutzer/Radiologe oder Arzt, der die Bildgebung bestellt hat.

Radiologen nutzen normalerweise High-End-, Grafikprogramme, die auf High-End-Computing- und Grafikworkstationen ausgeführt werden, die entweder physisch oder als Teil einer virtuellen Desktop-Infrastruktur ausgeführt werden. Wenn Sie den Weg hin zu einer Virtual Desktop Infrastructure antreten möchten, finden Sie weitere Informationen "Hier".

Als der Hurrikan Katrina zwei der größten Lehrkrankenhäuser Louisianas zerstörte, kamen führende Persönlichkeiten zusammen und bauten ein stabiles elektronisches Krankenakten-System mit mehr als 3000 virtuellen Desktops in Rekordzeit auf. Weitere Informationen zur Referenzarchitektur für Anwendungsfälle und

zu FlexPod Referenzpaketen finden Sie "Hier".

Klinikpersonal kann auf zwei primäre Arten auf Bilder zugreifen:

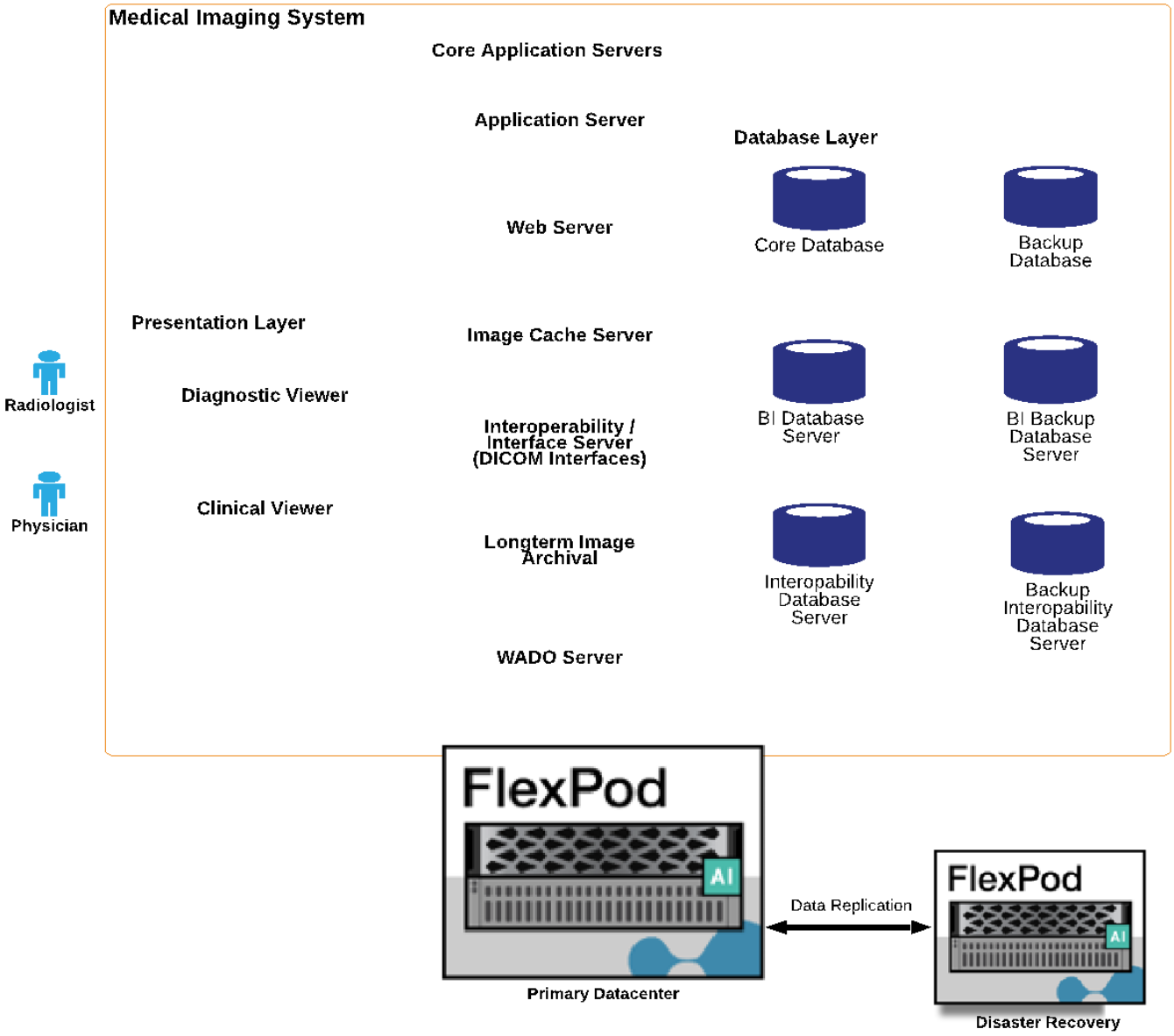
- **Webbasierter Zugriff.**, der in der Regel von EHR-Systemen verwendet wird, um PACS-Bilder als kontextbezogene Links in die elektronische Patientenakte (Electronic Medical Record, EMR) des Patienten zu integrieren, und Links, die in Bildgebungs-Workflows, Verfahren-Workflows, Fortschrittsnotizen-Workflows usw. platziert werden können. Über webbasierte Links können Patienten auch über Patientenportale auf Bilder zugreifen. Der webbasierte Zugriff verwendet ein Technologiemuster, das kontextbezogene Links genannt wird. Kontextbezogene Verknüpfungen können entweder statische Links/URIs mit den DICOM-Medien direkt oder dynamisch generierte Links/URIs unter Verwendung benutzerdefinierter Makros sein.
- **Thick Client.** einige medizinische Systeme des Unternehmens ermöglichen es Ihnen auch, einen Thick-Client-basierten Ansatz zu verwenden, um die Bilder anzuzeigen. Sie können einen Thick Client über das EMR des Patienten oder als eigenständige Anwendung starten.

Das medizinische Bildgebungssystem kann einen Bildzugriff auf eine Ärztegemeinschaft oder an CIN-beteiligte Ärzte ermöglichen. Typische medizinische Bildgebungssysteme umfassen Komponenten, die die Interoperabilität von Bildern mit anderen IT-Systemen im Gesundheitswesen innerhalb und außerhalb Ihres Unternehmens ermöglichen. Community-Ärzte können entweder über eine webbasierte Anwendung auf Bilder zugreifen oder eine Image Exchange-Plattform für die Interoperabilität von Bildern nutzen. Bildaustauschplattformen verwenden normalerweise entweder WADO oder DICOM als zugrunde liegendes Bildaustauschprotokoll.

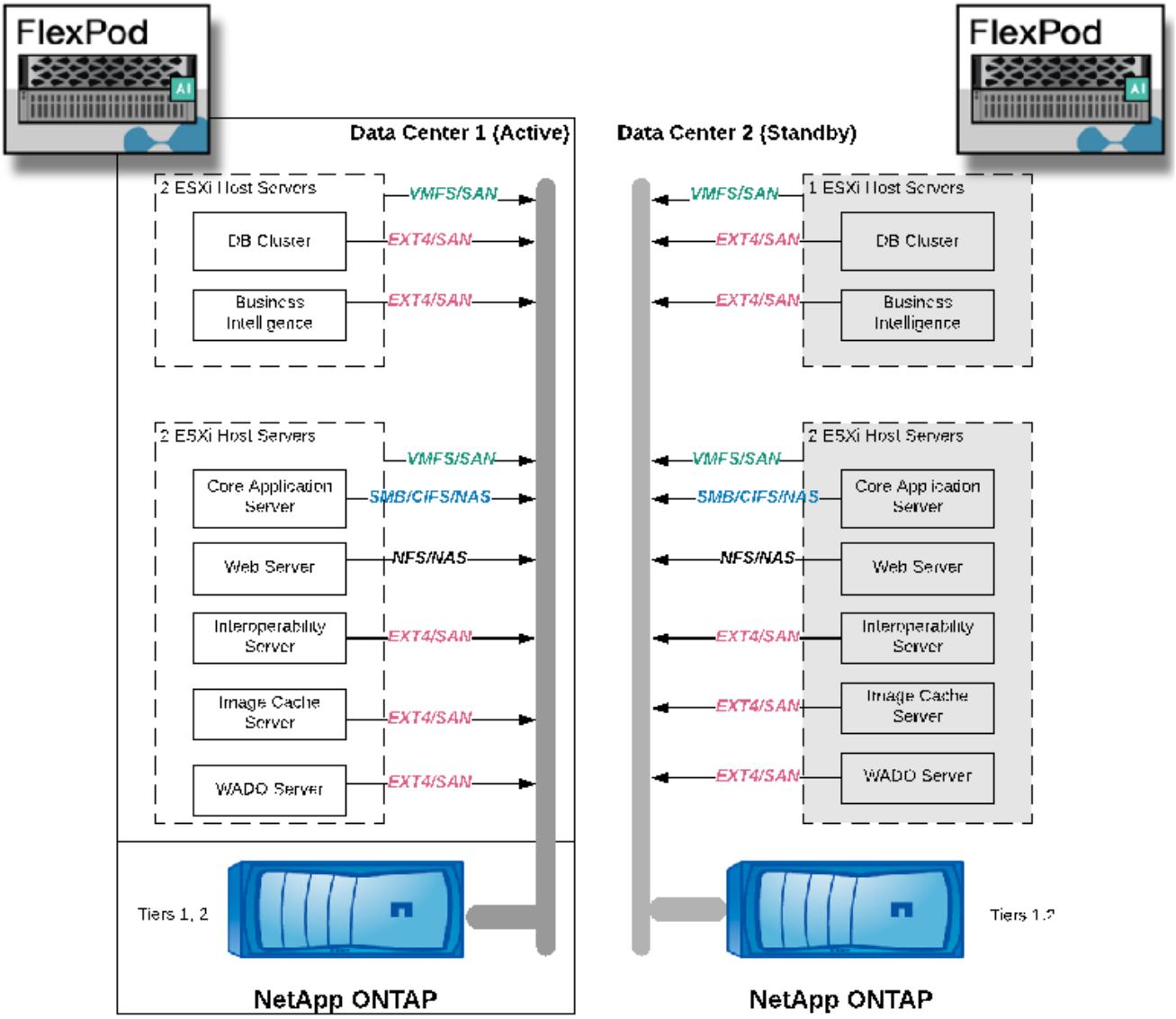
Medizinische Bildgebungssysteme können auch akademische medizinische Zentren unterstützen, die PACS- oder Bildgebungssysteme für den Einsatz in einem Klassenzimmer benötigen. Zur Unterstützung akademischer Aktivitäten kann ein typisches System für medizinische Bildgebung die Funktionen eines PACS-Systems in einem kleineren System oder einer nur für Lehre bestimmten Bildgebungsumgebung nutzen. Typische anbieterunabhängige Archivierungssysteme und einige medizinische Bildgebungssysteme der Enterprise-Klasse bieten Funktionen zum Morphing von DICOM-Bildern, um die für Lehrzwecke verwendeten Bilder zu anonymisieren. Durch Tag Morphing können medizinische Einrichtungen DICOM-Bilder anbieterunabhängig zwischen medizinischen Bildgebungssystemen verschiedener Anbieter austauschen. Durch Tag Morphing können medizinische Bildgebungssysteme eine unternehmensweite, anbieterneutrale Archivierungsfunktion für medizinische Bilder implementieren.

Medizinische Bildgebungssysteme werden "GPU-basierte Computing-Funktionen" allmählich zur Verbesserung menschlicher Workflows genutzt, indem sie die Bilder vorverarbeiten und so die Effizienz erhöhen. Typische medizinische Bildgebungssysteme der Enterprise-Klasse nutzen die branchenführenden NetApp Storage-Effizienzfunktionen. Medizinische Bildgebungssysteme der Enterprise-Klasse verwenden RMAN für Backup-, Recovery- und Wiederherstellungsvorgänge. Um die Performance zu verbessern und die für das Backup benötigte Zeit zu verkürzen, ist die Snapshot Technologie für Backup-Vorgänge verfügbar. Zudem ist die SnapMirror Technologie für die Replizierung verfügbar.

Die Abbildung unten zeigt die logischen Applikationskomponenten in einer vielschichtigen Architekturansicht.



Die Abbildung unten zeigt die physischen Applikationskomponenten.



Die logischen Applikationskomponenten erfordern, dass die Infrastruktur eine Vielzahl von Protokollen und Filesystemen unterstützt. Die NetApp ONTAP Software unterstützt branchenführende Protokolle und Filesysteme.

In der folgenden Tabelle sind die Applikationskomponenten, das Storage-Protokoll und die Anforderungen an das Filesystem aufgeführt.

Anwendungskomponente	SAN/NAS	Typ des Filesystems	Storage-Tier	Replizierungstyp
VMware Host-Prod DB	Vor Ort	San	VMFS	Tier 1
Applikation	VMware Host-Prod DB	REP	San	VMFS
Tier 1	Applikation	VMware Host-Prod-Applikation	Vor Ort	San

Anwendungskomponente	SAN/NAS	Typ des Filesystems	Storage-Tier	Replizierungstyp
VMFS	Tier 1	Applikation	VMware Host-Prod-Applikation	REP
San	VMFS	Tier 1	Applikation	Hauptdatenbankserver
San	Ext4	Tier 1	Applikation	Backup-Datenbankserver
San	Ext4	Tier 1	Keine	Image-Cache-Server
NAS	SMB/CIFS	Tier 1	Keine	Archiv-Server
NAS	SMB/CIFS	Ebene 2	Applikation	Web-Server
NAS	SMB/CIFS	Tier 1	Keine	WADO Server
San	NFS	Tier 1	Applikation	Business Intelligence Server
San	NTFS	Tier 1	Applikation	Business Intelligence Backup
San	NTFS	Tier 1	Applikation	Interoperabilitäts-Server
San	Ext4	Tier 1	Applikation	Interoperabilitäts-Datenbankserver

Hardware- und Softwarekomponenten der Lösungsinfrastruktur

In den folgenden Tabellen sind die Hardware- bzw. Softwarekomponenten der FlexPod-Infrastruktur für das medizinische Bildgebungssystem aufgeführt.

Schicht	Produktfamilie	Menge und Modell	Details
Computing	Cisco UCS 5108 Chassis	1 oder 2	Basierend auf der Anzahl der Blades, die zur Unterstützung der Anzahl der jährlichen Studien benötigt werden
	Cisco UCS Blade Server	B200 M5	Anzahl der Blades basierend auf der Anzahl der Studien jährlich mit 2 x 20 oder mehr Kernen, 2,7 GHz und 128 bis 384 GB RAM
	Cisco UCS Virtual Interface Card (VIC)	Cisco UCS 1440	Siehe
	2 Cisco UCS Fabric Interconnects	6454 oder höher	–

Schicht	Produktfamilie	Menge und Modell	Details
Netzwerk	Cisco Nexus Switches	2 Cisco Nexus 3000-Serie oder 9000-Serie	–
Datennetzwerk Storage-Netzwerk	IP-Netzwerk für Storage-Zugriff über SMB-/CIFS-, NFS- oder iSCSI-Protokolle	Gleiche Netzwerk-Switches wie oben	–
	Storage-Zugriff über FC	2 x Cisco MDS 9132T	–
Storage	NetApp AFF A400 All-Flash-Storage-System	1 oder mehr HA-Paar	Cluster mit zwei oder mehr Nodes
	Festplatten-Shelf	1 oder mehr DS224C oder NS224 Festplatten-Shelfs	Vollständig mit 24 Laufwerken bestückt
	SSD	>24, 1,2 TB oder mehr Kapazität	–

Software	Produktfamilie	Version/Release	Details
Medizinisches Bildgebungssystem der Enterprise-Klasse			
	MS SQL oder Oracle Database Server	Wie vom Anbieter medizinischer Bildgebungssysteme empfohlen	
	Keine SQL-DBs wie MongoDB Server	Wie vom Anbieter medizinischer Bildgebungssysteme empfohlen	
	Applikationsserver	Wie vom Anbieter medizinischer Bildgebungssysteme empfohlen	
	Integrationsserver (MS BizTalk, MultiSoft, Rhapsody, TIBCO)	Wie vom Anbieter medizinischer Bildgebungssysteme empfohlen	
	VMs	Linux (64 Bit)	
	VMs	Windows Server (64 Bit)	
Storage	ONTAP	ONTAP 9.7 oder höher	
Netzwerk	Cisco UCS Fabric Interconnect	Cisco UCS Manager 4.1 oder höher	
	Cisco Ethernet Switches	9.2(3)I7(2) oder höher	
	Cisco FC: Cisco MDS 9132T	8.4(2) oder höher	
Hypervisor	Hypervisor	VMware vSphere ESXi 6.7 U2 oder höher	

Software	Produktfamilie	Version/Release	Details
Vereinfachtes	Hypervisor-Managementsystem	VMware vCenter Server 6.7 U1 (vCSA) oder höher	
	NetApp Virtual Storage Console (VSC)	VSC 9.7 oder höher	
	SnapCenter	SnapCenter 4.3 oder höher	

Dimensionierung der Lösung

Storage-Dimensionierung

In diesem Abschnitt werden die Anzahl der Studien und die entsprechenden Infrastrukturanforderungen beschrieben.

Die in der folgenden Tabelle aufgeführten Speicheranforderungen gehen davon aus, dass die bestehenden Daten einen Wert von 1 Jahr haben und ein prognostiziertes Wachstum für ein Studienjahr im Primärsystem (Tier 1, 2) prognostiziert wird. Zusätzlicher Storage-Bedarf für das prognostizierte Wachstum von 3 Jahren über die ersten zwei Jahre hinaus wird separat aufgeführt.

	Klein	Mittel	Groß
Jährliche Studien	<250.000 Studien	250.000 bis 500.000 Studien	500.000–1 Million Studien
Tier-1-Storage			
IOPS (durchschnittlich)	1.5.000 BIS 5.000	5.000 BIS 15.000 U/MIN	15.000–40.000
IOPS (Spitzenauslastung)	5.000	20K	65.000
Durchsatz	50 bis 100 Mbit/s	50 bis 150 Mbit/s	100 bis 300 Mbit/s
Capacity Datacenter 1 (1 Jahr alte Daten und 1 Jahr neue Studie)	70 TB	140 TB	250 TB
Capacity Datacenter 1 (zusätzlicher Bedarf für 4 Jahre für neue Studie)	25 TB	45 TB	80 TB
Capacity Datacenter 2 (1 Jahr alte Daten und 1 Jahr neue Studie)	45 TB	110 TB	165 TB
Capacity Datacenter 2 (zusätzlicher Bedarf für 4 Jahre für neue Studie)	25 TB	45 TB	80 TB
Tier-2-Storage			
IOPS (durchschnittlich)	1K	2 K	3K
Kapazität Datacenter 1	320 TB	800 TB	2000 TB

Dimensionierung von Computing

In der folgenden Tabelle sind die Computing-Anforderungen für kleine, mittlere und große medizinische Bildgebungssysteme aufgeführt.

	Klein	Mittel	Groß
Jährliche Studien	<250.000 Studien	250.000 bis 500.000 Studien	500.000–1 Million Studien
Datacenter 1			
Anzahl der VMs	21	27	35
Gesamtzahl der virtuellen CPUs (vCPU	56	124	220
Gesamtspeicherbedarf	22GB	450 GB	900 GB
Spezifikationen für physischen Server (Blades) (vorausgesetzt 1 vCPU - = 1 Core)	4 x Server mit jeweils 20 Kernen und 192 GB RAM	8 x Server mit 20 Cores und jeweils 128 GB RAM	14 x Server mit 20 Cores und jeweils 128 GB RAM
Datacenter 2			
Anzahl der VMs	15	17	22
Gesamtzahl der vCPUs	42	72	140
Gesamtspeicherbedarf	179 GB	243 GB	513 GB
Spezifikationen für physischen Server (Blades) (vorausgesetzt 1 vCPU = 1 Kern)	3 x Server mit 20 Kernen und 168 GB RAM	6 x Server mit 20 Cores und jeweils 128 GB RAM	8 x Server mit 24 Cores und jeweils 128 GB RAM

Dimensionierung der Netzwerk- und Cisco UCS-Infrastruktur

In der folgenden Tabelle sind die Netzwerkanforderungen und die Anforderungen an die Cisco UCS Infrastruktur für kleine, mittlere und große medizinische Bildgebungssysteme aufgeführt.

	Klein	Mittel	Groß
Datacenter 1			
Anzahl der Storage-Node-Ports	2 konvergierte Netzwerkadapter (CNAs); 2 FCS	2 CNAs; 2 FCS	2 CNAs; 2 FCS
IP-Netzwerk-Switch-Ports (Cisco Nexus 9000)	Switch mit 48 Ports	Switch mit 48 Ports	Switch mit 48 Ports
FC-Switch (Cisco MDS)	Switch mit 32 Ports	Switch mit 32 Ports	Switch mit 48 Ports
Anzahl der Cisco UCS Gehäuse	1 x 5108	1 x 5108	2 x 5108
Cisco UCS Fabric Interconnect	2 x 6332	2 x 6332	2 x 6332

	Klein	Mittel	Groß
Datacenter 2			
Anzahl der Cisco UCS Gehäuse	1 x 5108	1 x 5108	1 x 5108
Cisco UCS Fabric Interconnect	2 x 6332	2 x 6332	2 x 6332
Anzahl der Storage-Node-Ports	2 CNAs; 2 FCS	2 CNAs; 2 FCS	2 CNAs; 2 FCS
IP-Netzwerk-Switch-Ports (Cisco Nexus 9000)	Switch mit 48 Ports	Switch mit 48 Ports	Switch mit 48 Ports
FC-Switch (Cisco MDS)	Switch mit 32 Ports	Switch mit 32 Ports	Switch mit 48 Ports

Best Practices in sich vereint

Best Practices für Storage

Hochverfügbarkeit

Das NetApp Storage Cluster Design bietet Hochverfügbarkeit auf jeder Ebene:

- Cluster-Nodes
- Back-End Storage-Konnektivität
- RAID-TEC zum Scheitern von drei Festplatten
- RAID DP zur Unterstützung des Ausfalls von zwei Festplatten
- Physische Konnektivität mit zwei physischen Netzwerken von jedem Node
- Mehrere Datenpfade zu Storage-LUNs und Volumes

Sichere Mandantenfähigkeit

NetApp Storage Virtual Machines (SVMs) bieten ein Virtual Storage Array-Konstrukt, das Ihre Sicherheitsdomäne, Ihre Richtlinien und Ihr virtuelles Networking voneinander trennt. NetApp empfiehlt die Erstellung separater SVMs für jede Mandantenorganisation, die Daten im Storage Cluster hostet.

Best Practices für NetApp Storage

Folgende NetApp Best Practices für Storage sind zu berücksichtigen:

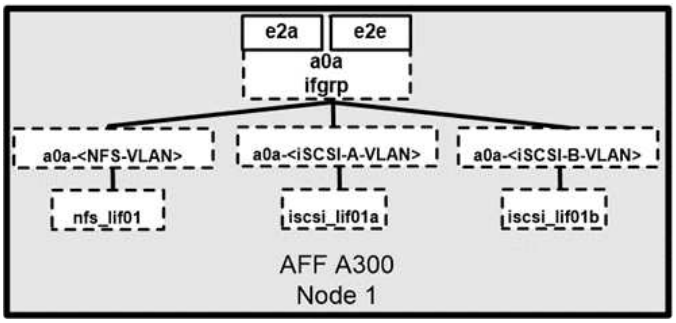
- Aktivieren Sie immer die NetApp AutoSupport-Technologie, die Support-Übersichtsinformationen an NetApp über HTTPS sendet.
- Vergewissern Sie sich, dass für jede SVM auf jedem Node im NetApp ONTAP Cluster eine LIF erstellt wird, um maximale Verfügbarkeit und Mobilität zu gewährleisten. Mithilfe des Asymmetric Logical Unit Access (ALUA) werden Pfade geparst und aktive optimierte (direkte) Pfade im Gegensatz zu aktiven nicht optimierten Pfaden identifiziert. ALUA wird für FC oder FCoE und iSCSI verwendet.
- Ein Volume, das nur LUNs enthält, muss nicht intern gemountet werden. Zudem ist kein Verbindungspfad erforderlich.
- Wenn Sie das CHAP (Challenge-Handshake Authentication Protocol) in ESXi für die Zielauthentifizierung verwenden, müssen Sie es auch in ONTAP konfigurieren. Verwenden Sie die CLI (`vserver iscsi`

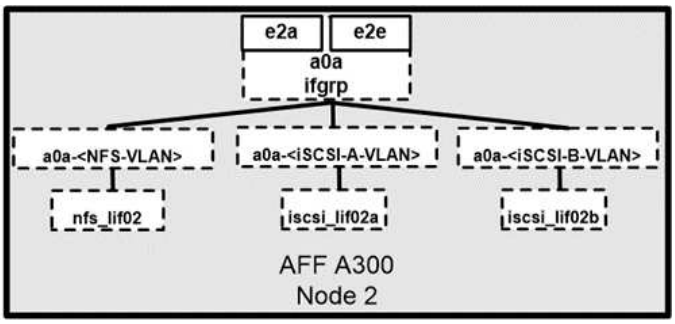
`security create`) Oder NetApp ONTAP System Manager (bearbeiten Sie die Initiatorsicherheit unter „Storage“ > „SVMs“ > „SVM-Einstellungen“ > „Protocols“ > „iSCSI“).

SAN Booting

NetApp empfiehlt die Implementierung von SAN-Starts für Cisco UCS Server in der FlexPod Datacenter Lösung. Das Betriebssystem kann mit diesem Schritt sicher durch das NetApp AFF Storage-System gesichert werden, wodurch eine bessere Performance erzielt wird. Das in dieser Lösung beschriebene Design verwendet iSCSI SAN Boot.

Beim Booten über iSCSI SAN werden jedem Cisco UCS Server zwei iSCSI vNICs zugewiesen (einer für jede SAN-Fabric), die dem Storage redundante Konnektivität bieten. Die Speicher-Ports in diesem Beispiel, e2a und e2e, die mit den Cisco Nexus-Switches verbunden sind, werden zu einem logischen Port zusammengefasst, einer Interface Group (ifrp) (in diesem Beispiel a0a). Die iSCSI-VLANs werden auf der Initiatorgruppe erstellt, und die iSCSI-LIFs werden auf iSCSI-Portgruppen erstellt (in diesem Beispiel a0a-<iSCSI-A-VLAN>). Die iSCSI-Boot-LUN wird über die iSCSI-LIF den Servern mittels iGroups zur Verfügung gestellt. Dieser Ansatz ermöglicht es nur dem autorisierten Server, auf die Boot-LUN zuzugreifen. Informationen zu dem Port und dem LIF-Layout finden Sie in der Abbildung unten.





Anders als NAS-Netzwerkschnittstellen werden die SAN-Netzwerkschnittstellen nicht für den Failover beim Ausfall konfiguriert. Wenn stattdessen eine Netzwerkschnittstelle nicht mehr verfügbar ist, wählt der Host einen neuen optimierten Pfad zu einer verfügbaren Netzwerkschnittstelle aus. ALUA, ein von NetApp unterstützter Standard, bietet Informationen zu SCSI-Zielen, sodass ein Host den besten Pfad zum Storage ermitteln kann.

Storage-Effizienz und Thin Provisioning

NetApp gehört bereits zu den Branchenführern im Bereich der Innovationen im Bereich Storage-Effizienz, beispielsweise mit der ersten Deduplizierung für primäre Workloads und mit Inline-Data-Compaction, durch die eine stärkere Komprimierung erzielt und kleine Dateien sowie I/O-Daten effizient gespeichert werden. ONTAP unterstützt sowohl die Inline-Hintergrund-Deduplizierung als auch die Inline- und Hintergrund-Komprimierung.

Um die Vorteile der Deduplizierung in einer Blockumgebung ganz auszuschöpfen, müssen die LUNs einem Thin Provisioning unterzogen werden. Die jeweilige LUN wird dem VM-Administrator weiter so angezeigt, als ob sie die bereitgestellte Kapazität in Anspruch nimmt, allerdings werden die durch Deduplizierung erzielten Einsparungen dem Volume zugeführt und stehen dann für andere Zwecke zur Verfügung. NetApp empfiehlt, diese LUNs in FlexVol Volumes zu implementieren, die ebenfalls mit einem Thin Provisioning bereitgestellt sind und mit einer Kapazität die doppelte Größe der LUN aufweisen. Wenn Sie die LUN auf diese Weise bereitstellen, fungiert das FlexVol Volume als reines Kontingent. Der von der LUN konsumiert Storage wird im FlexVol Volume und dem zugehörigen Container-Aggregat.

Um maximale Einsparungen durch Deduplizierung zu erzielen, sollten Sie eventuell eine Hintergrund-Deduplizierung planen. Diese Prozesse nutzen jedoch Systemressourcen, wenn sie laufen. Sie sollten sie idealerweise in weniger aktiven Zeiten (z. B. an Wochenenden) planen oder häufiger ausführen, damit weniger geänderte Daten verarbeitet werden müssen. Die automatische Hintergrund-Deduplizierung für AFF Systeme hat geringere Auswirkungen auf Vordergrundaktivitäten. Die Hintergrund-Komprimierung (für

festplattenbasierte Systeme) verbraucht ebenfalls Ressourcen, sodass Sie sie nur für sekundäre Workloads mit begrenzten Performance-Anforderungen in Betracht ziehen sollten.

Um Servicequalität bieten zu können

Systeme mit ONTAP Software können mithilfe der ONTAP Storage-QoS-Funktion den Durchsatz in Megabit pro Sekunde (MB/s) begrenzen und die IOPS für unterschiedliche Storage-Objekte wie Dateien, LUNs, Volumes oder ganze SVMs beschränken. Durch anpassungsfähige QoS wird eine IOPS-Untergrenze (Minimum für QoS) und eine Obergrenze (Maximum an QoS) festgelegt, die basierend auf der Datastore-Kapazität und dem belegten Speicherplatz dynamisch angeglichen werden.

Durchsatzbegrenzungen sind für die Steuerung unbekannter Workloads oder von Test-Workloads vor einer Implementierung nützlich, um zu bestätigen, dass sie sich nicht auf andere Workloads auswirken. Sie können diese Einschränkungen auch einsetzen, um einen als problematisch identifizierten Workload einzuschränken. Minimale Service-Level auf Basis der IOPS werden ebenfalls unterstützt, um SAN-Objekten in ONTAP eine konsistente Performance bereitzustellen.

Bei einem NFS-Datastore kann eine QoS-Richtlinie auf das gesamte FlexVol Volume oder auf darin einzelne VMDK-Dateien (Virtual Machine Disk) angewendet werden. Mit VMFS Datastores (Cluster Shared Volumes [CSV] in Hyper-V), die ONTAP LUNs verwenden, können Sie die QoS-Richtlinien auf das FlexVol Volume anwenden, das die LUNs enthält, oder auf die einzelnen LUNs. Da ONTAP jedoch das VMFS nicht erkennt, können Sie die QoS-Richtlinien nicht auf einzelne VMDK-Dateien anwenden. Wenn Sie VMware Virtual Volumes (VVols) mit VSC 7.1 oder höher verwenden, können Sie mithilfe des Storage-Funktionsprofils maximale QoS für einzelne VMs festlegen.

Wenn Sie eine QoS-Richtlinie einschließlich VMFS oder CSV einer LUN zuweisen möchten, erhalten Sie die ONTAP SVM (angezeigt als) `Vserver`), LUN-Pfad und Seriennummer aus dem Menü Storage Systems auf der VSC Startseite. Wählen Sie das Storage-System (SVM) und anschließend „Related Objects“ > „SAN“ aus. Verwenden Sie diesen Ansatz, wenn Sie die QoS mit einem der ONTAP Tools angeben.

Sie können die maximale QoS-Durchsatzbegrenzung für ein Objekt in Megabit pro Sekunde und in IOPS festlegen. Wenn Sie beides verwenden, wird das erste erreichte Limit von ONTAP durchgesetzt. Ein Workload kann mehrere Objekte umfassen. Auf einen oder mehrere Workloads kann eine QoS-Richtlinie angewendet werden. Wenn Sie eine Richtlinie auf mehrere Workloads anwenden, teilen diese das in der Richtlinie zulässige Gesamtlimit. Geschachtelte Objekte werden nicht unterstützt (so kann beispielsweise nicht jede einzelne Datei in einem Volume eine eigene Richtlinie aufweisen). QoS-Mindestwerte können nur als IOPS angegeben werden.

Storage-Layout

Dieser Abschnitt enthält Best Practices für das Layout von LUNs, Volumes und Storage-Aggregaten.

Storage-LUNs

Zur optimalen Performance, Management und Backup empfiehlt NetApp die folgenden LUN-Design Best Practices:

- Erstellen Sie eine separate LUN zum Speichern von Datenbank- und Protokolldateien.
- Erstellen Sie eine separate LUN für jede Instanz, um Oracle Datenbank-Protokoll-Backups zu speichern. Die LUNs können Teil desselben Volumes sein.
- Stellen Sie LUNs mit Thin Provisioning bereit (deaktivieren Sie die Option „Speicherplatzreservierung“) für Datenbankdateien und Log-Dateien.
- Alle Bilddaten werden in FC LUNs gehostet. Erstellen Sie diese LUNs in FlexVol Volumes, die über die Aggregate verteilt sind, die Eigentum verschiedener Storage Controller Nodes sind.

Folgen Sie den Richtlinien im nächsten Abschnitt, um die LUNs in einem Storage Volume zu platzieren.

Storage Volumes

Für optimale Performance und optimalen Management empfiehlt NetApp die folgenden Best Practices für das Volume-Design:

- Isolierung von Datenbanken mit I/O-intensiven Abfragen auf separaten Storage Volumes
- Die Datendateien können auf eine einzelne LUN oder ein Volume platziert werden, aber für einen höheren Durchsatz werden mehrere Volumes/LUNs empfohlen.
- I/O-Parallelität kann durch die Verwendung eines beliebigen unterstützten Dateisystems erreicht werden, wenn mehrere LUNs verwendet werden.
- Platzieren Sie Datenbankdateien und Transaktionsprotokolle auf separaten Volumes, um die Recovery-Granularität zu erhöhen.
- Volume-Attribute wie automatische Größe, Snapshot Reserve, QoS usw. sollten in Betracht gezogen werden.

Aggregate

Aggregate sind der primäre Storage Container für NetApp Storage-Konfigurationen. Sie enthalten eine oder mehrere RAID-Gruppen, die aus Daten-Festplatten und Parity-Festplatten bestehen.

NetApp hat verschiedene Charakterisierungstests für I/O-Workloads mithilfe von gemeinsam genutzten und dedizierten Aggregaten mit separaten Datendateien und Transaktions-Log-Dateien durchgeführt. Die Tests zeigen, dass ein großes Aggregat mit mehreren RAID-Gruppen und -Laufwerken (HDDs oder SSDs) die Storage Performance optimiert und verbessert und Administratoren aus zwei Gründen einfacher zu managen ist:

- Ein großes Aggregat ermöglicht die I/O-Fähigkeit aller Laufwerke für alle Dateien.
- Ein großes Aggregat ermöglicht die effizienteste Nutzung von Festplattenspeicher.

Für eine effektive Disaster Recovery empfiehlt NetApp, das asynchrone Replikat auf einem Aggregat zu platzieren, das Teil eines separaten Storage-Clusters am Disaster Recovery-Standort ist, und mithilfe der SnapMirror Technologie Inhalte zu replizieren.

Für eine optimale Storage-Performance empfiehlt NetApp, mindestens 10 % freien Speicherplatz in einem Aggregat verfügbar zu haben.

Leitfaden für das Storage-Aggregat-Layout für AFF A300 Systeme (mit zwei Festplatten-Shelfs mit 24 Laufwerken) beinhaltet:

- Halten Sie zwei Spare-Laufwerke.
- Verwenden Sie die erweiterte Laufwerkpartitionierung, um drei Partitionen auf jedem Laufwerk zu erstellen: Root und Daten.
- Verwenden Sie für jedes Aggregat insgesamt 20 Daten-Partitionen und zwei Parity-Partitionen.

Best Practices für Backups

NetApp SnapCenter wird für VM- und Datenbank-Backups eingesetzt. NetApp empfiehlt die folgenden Best Practices für Backups:

- Wenn SnapCenter zur Erstellung von Snapshot Kopien für Backups bereitgestellt wird, schalten Sie den Snapshot Zeitplan für die FlexVol aus, die VMs und Applikationsdaten hosten.
- Erstellen Sie eine dedizierte FlexVol für Host-Boot-LUNs.
- Verwenden Sie für VMs, die denselben Zweck erfüllen, eine ähnliche oder eine einzelne Backup-Richtlinie.
- Sie können eine ähnliche oder einzelne Backup-Richtlinie je Workload-Typ verwenden. Verwenden Sie beispielsweise eine ähnliche Richtlinie für alle Datenbank-Workloads. Verwendung unterschiedlicher Richtlinien für Datenbanken, Webserver, virtuelle Desktops für Endbenutzer usw.
- Aktivieren Sie die Überprüfung des Backups in SnapCenter.
- Konfigurieren Sie die Archivierung der Backup-Snapshot-Kopien in der NetApp SnapVault Backup-Lösung.
- Konfigurieren Sie die Aufbewahrung der Backups auf Grundlage des Archivierungsplans auf dem Primärspeicher.

Best Practices für die Infrastruktur

Best Practices für die Netzwerkumgebung

NetApp empfiehlt die folgenden Best Practices für Netzwerke:

- Stellen Sie sicher, dass Ihr System redundante physische NICs für die Produktion und den Storage-Datenverkehr enthält.
- Getrennte VLANs für iSCSI-, NFS- und SMB/CIFS-Datenverkehr zwischen Computing und Storage
- Stellen Sie sicher, dass Ihr System ein dediziertes VLAN für den Client-Zugriff auf das medizinische Bildgebungssystem enthält.

Weitere Best Practices für Netzwerke finden Sie in den FlexPod Leitfäden für Infrastrukturdesign und Implementierung.

Best Practices für Computing

NetApp empfiehlt die folgende Best Practice für Computing:

- Stellen Sie sicher, dass jede angegebene vCPU von einem physischen Core unterstützt wird.

Best Practices für Virtualisierung

NetApp empfiehlt die folgenden Best Practices für die Virtualisierung:

- Verwenden Sie VMware vSphere 6 oder höher.
- Legen Sie das BIOS und die Betriebssystemebene des ESXi-Hostservers auf Benutzerdefiniert und hohe Performance fest.
- Erstellen Sie Backups in Zeiten geringerer Auslastung.

Best Practices für das medizinische Bildgebungssystem

Beachten Sie die folgenden Best Practices und einige Anforderungen eines typischen medizinischen Bildgebungssystems:

- Setzen Sie keinen virtuellen Speicher durch.
- Stellen Sie sicher, dass die Gesamtzahl der vCPUs der Anzahl der physischen CPUs entspricht.

- Bei einer großen Umgebung sind dedizierte VLANs erforderlich.
- Konfigurieren Sie Datenbank-VMs mit dedizierten HA Clustern.
- Stellen Sie sicher, dass die VM-BS-VMDKs in schnellem Tier-1-Storage gehostet werden.
- Ermitteln Sie gemeinsam mit dem Anbieter medizinischer Bildgebungssysteme den besten Ansatz zur Vorbereitung von VM-Vorlagen für eine schnelle Implementierung und Wartung.
- Für Management-, Storage- und Produktionsnetzwerke ist für die Datenbank LAN-Trennung erforderlich und das bei isoliertem VLANs für VMware vMotion.
- Verwenden Sie die auf dem NetApp Storage-Array basierende Replizierungstechnologie "SnapMirror" anstelle der vSphere-basierten Replizierung.
- Einsatz von Backup-Technologien, die VMware APIs nutzen; Backup-Fenster sollten sich außerhalb der normalen Geschäftszeiten befinden.

Schlussfolgerung

Durch die Ausführung einer medizinischen Bildgebungsumgebung mit FlexPod kann Ihre Gesundheitseinrichtung eine Verbesserung der Mitarbeiterproduktivität und niedrigere Kapital- und Betriebsausgaben erwarten. FlexPod bietet eine vorab validierte, umfassend getestete konvergente Infrastruktur aus der strategischen Partnerschaft von Cisco und NetApp. Sie wurde speziell für vorhersehbare System-Performance mit niedriger Latenz und Hochverfügbarkeit konzipiert. Dieser Ansatz führt zu einer optimalen Benutzererfahrung und einer optimalen Reaktionszeit für die Benutzer des medizinischen Bildgebungssystems.

Verschiedene Komponenten eines Bildgebungssystems für den medizinischen Bereich erfordern einen Datenspeicher in den Dateisystemen SMB/CIFS, NFS, Ext4 und NTFS. Daher muss Ihre Infrastruktur den Datenzugriff über NFS-, SMB/CIFS- und SAN-Protokolle gewährleisten. NetApp Storage-Systeme unterstützen diese Protokolle über ein einziges Storage Array.

Hochverfügbarkeit, Storage-Effizienz, zeitbezogene, Snapshot Kopien-basierte Backups, schnelle Restore-Vorgänge, Datenreplizierung für Disaster Recovery und die FlexPod Storage-Infrastrukturfunktionen stellen ein branchenführendes Storage- und Management-System bereit.

Weitere Informationen

Sehen Sie sich die folgenden Dokumente und Websites an, um mehr über die in diesem Dokument beschriebenen Daten zu erfahren:

- Design-Leitfaden: FlexPod Datacenter for AI/ML with Cisco UCS 480 ML for Deep Learning

  "https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_c480m5l_aiml_design.html"

- FlexPod Datacenter-Infrastruktur mit VMware vSphere 6.7 U1, Cisco UCS der vierten Generation und NetApp AFF A-Series

  "https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_datacenter_vmware_netappaffa.html"

- FlexPod Datacenter Oracle Database Backup with SnapCenter – Lösungsüberblick

"https://www.netapp.com/us/media/sb-3999.pdf"

- FlexPod Datacenter mit Oracle RAC Datenbanken auf Cisco UCS und NetApp AFF A-Series

  "https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orc12cr2_affaseries.html"

- FlexPod Datacenter mit Oracle RAC auf Oracle Linux

  "https://www.cisco.com/c/en/us/td/docs/unified_computing/ucs/UCS_CVDs/flexpod_orcrac_12c_bm.html"

- FlexPod für Microsoft SQL Server

  "https://flexpod.com/solutions/use-cases/microsoft-sql-server/"

- FlexPod von Cisco und NetApp

  "https://flexpod.com/"

- "NetApp Lösungen für MongoDB" Lösungsüberblick (NetApp Login erforderlich)

  "https://fieldportal.netapp.com/content/734702"

- TR-4700: SnapCenter Plug-in für Oracle Database

  "https://www.netapp.com/us/media/tr-4700.pdf"

- NetApp Produktdokumentation

  "https://www.netapp.com/us/documentation/index.aspx"

- Lösungen von FlexPod für Virtual Desktop Infrastructure (VDI)

  "https://flexpod.com/solutions/use-cases/virtual-desktop-infrastructure/"

Copyright-Informationen

Copyright © 2025 NetApp. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt in den USA. Dieses urheberrechtlich geschützte Dokument darf ohne die vorherige schriftliche Genehmigung des Urheberrechtsinhabers in keiner Form und durch keine Mittel – weder grafische noch elektronische oder mechanische, einschließlich Fotokopieren, Aufnehmen oder Speichern in einem elektronischen Abrufsystem – auch nicht in Teilen, vervielfältigt werden.

Software, die von urheberrechtlich geschütztem NetApp Material abgeleitet wird, unterliegt der folgenden Lizenz und dem folgenden Haftungsausschluss:

DIE VORLIEGENDE SOFTWARE WIRD IN DER VORLIEGENDEN FORM VON NETAPP ZUR VERFÜGUNG GESTELLT, D. H. OHNE JEGLICHE EXPLIZITE ODER IMPLIZITE GEWÄHRLEISTUNG, EINSCHLIESSLICH, JEDOCH NICHT BESCHRÄNKT AUF DIE STILLSCHWEIGENDE GEWÄHRLEISTUNG DER MARKTGÄNGIGKEIT UND EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK, DIE HIERMIT AUSGESCHLOSSEN WERDEN. NETAPP ÜBERNIMMT KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, ZUFÄLLIGE, BESONDERE, BEISPIELHAFTE SCHÄDEN ODER FOLGESCHÄDEN (EINSCHLIESSLICH, JEDOCH NICHT BESCHRÄNKT AUF DIE BESCHAFFUNG VON ERSATZWAREN ODER -DIENSTLEISTUNGEN, NUTZUNGS-, DATEN- ODER GEWINNVERLUSTE ODER UNTERBRECHUNG DES GESCHÄFTSBETRIEBS), UNABHÄNGIG DAVON, WIE SIE VERURSACHT WURDEN UND AUF WELCHER HAFTUNGSTHEORIE SIE BERUHEN, OB AUS VERTRAGLICH FESTGELEGTER HAFTUNG, VERSCHULDENSUNABHÄNGIGER HAFTUNG ODER DELIKTSHAFTUNG (EINSCHLIESSLICH FAHRLÄSSIGKEIT ODER AUF ANDEREM WEGE), DIE IN IRGENDEINER WEISE AUS DER NUTZUNG DIESER SOFTWARE RESULTIEREN, SELBST WENN AUF DIE MÖGLICHKEIT DERARTIGER SCHÄDEN HINGEWIESEN WURDE.

NetApp behält sich das Recht vor, die hierin beschriebenen Produkte jederzeit und ohne Vorankündigung zu ändern. NetApp übernimmt keine Verantwortung oder Haftung, die sich aus der Verwendung der hier beschriebenen Produkte ergibt, es sei denn, NetApp hat dem ausdrücklich in schriftlicher Form zugestimmt. Die Verwendung oder der Erwerb dieses Produkts stellt keine Lizenzierung im Rahmen eines Patentrechts, Markenrechts oder eines anderen Rechts an geistigem Eigentum von NetApp dar.

Das in diesem Dokument beschriebene Produkt kann durch ein oder mehrere US-amerikanische Patente, ausländische Patente oder anhängige Patentanmeldungen geschützt sein.

ERLÄUTERUNG ZU „RESTRICTED RIGHTS“: Nutzung, Vervielfältigung oder Offenlegung durch die US-Regierung unterliegt den Einschränkungen gemäß Unterabschnitt (b)(3) der Klausel „Rights in Technical Data – Noncommercial Items“ in DFARS 252.227-7013 (Februar 2014) und FAR 52.227-19 (Dezember 2007).

Die hierin enthaltenen Daten beziehen sich auf ein kommerzielles Produkt und/oder einen kommerziellen Service (wie in FAR 2.101 definiert) und sind Eigentum von NetApp, Inc. Alle technischen Daten und die Computersoftware von NetApp, die unter diesem Vertrag bereitgestellt werden, sind gewerblicher Natur und wurden ausschließlich unter Verwendung privater Mittel entwickelt. Die US-Regierung besitzt eine nicht ausschließliche, nicht übertragbare, nicht unterlizenzierbare, weltweite, limitierte unwiderrufliche Lizenz zur Nutzung der Daten nur in Verbindung mit und zur Unterstützung des Vertrags der US-Regierung, unter dem die Daten bereitgestellt wurden. Sofern in den vorliegenden Bedingungen nicht anders angegeben, dürfen die Daten ohne vorherige schriftliche Genehmigung von NetApp, Inc. nicht verwendet, offengelegt, vervielfältigt, geändert, aufgeführt oder angezeigt werden. Die Lizenzrechte der US-Regierung für das US-Verteidigungsministerium sind auf die in DFARS-Klausel 252.227-7015(b) (Februar 2014) genannten Rechte beschränkt.

Markeninformationen

NETAPP, das NETAPP Logo und die unter http://www.netapp.com/TM aufgeführten Marken sind Marken von NetApp, Inc. Andere Firmen und Produktnamen können Marken der jeweiligen Eigentümer sein.