



VMware vSphere mit ONTAP –

Enterprise applications

NetApp
February 10, 2026

Inhalt

VMware vSphere mit ONTAP –	1
VMware vSphere mit ONTAP –	1
Warum ONTAP für VMware vSphere?	1
Die Vorteile der Verwendung von ONTAP für vSphere	1
Unified Storage	3
Virtualisierungstools für ONTAP	5
ONTAP Tools für VMware vSphere	5
SnapCenter Plug-in für VMware vSphere	6
NFS-Plug-in für VMware VAAI	6
Premium-Softwareoptionen	6
Virtual Volumes (VVols) undrichtlinienbasiertes Storage-Management (SPBM)	7
Virtuelle Volumes (VVols)	7
Storage Policy Based Management (SPBM)	7
NetApp ONTAP und VVols	8
Datenspeicher und Protokolle	8
Übersicht über vSphere Datastore- und Protokollfunktionen	8
SAN (FC, FCoE, NVMe/FC, iSCSI), RDM	15
NFS	18
FlexGroup Volumes	21
Netzwerkkonfiguration	23
SAN (FC, NVMe/FC, iSCSI, NVMe/TCP), RDM	24
NFS	25
Direkte Netzwerkverbindung	25
Klonen von VMs und Datastores	26
Datensicherung	28
NetApp ONTAP-Volume-Snapshots	29
SnapCenter Plug-in für VMware vSphere	29
ONTAP Tools für VMware vSphere mit VMware Live Site Recovery	30
NetApp Disaster Recovery	30
VSphere Metro Storage-Cluster (vMSC) mit NetApp MetroCluster und aktiver SnapMirror-Synchronisierung	31
Servicequalität (QoS)	31
Unterstützung von ONTAP QoS-Richtlinien	31
Nicht-VVols NFS-Datastores	32
VMFS-Datastores	32
VVols Datastores	33
ONTAP QoS und VMware SIOC	33
VMware Storage Distributed Resource Scheduler	34
Richtlinienbasiertes Storage-Management und VVols	34
Cloud-Migration und -Backup	36
Verschlüsselung für vSphere Daten	37
Active IQ Unified Manager	38
Richtlinienbasiertes Storage-Management und VVols	40

VMware Storage Distributed Resource Scheduler	42
Empfohlene ESXi Host-Einstellungen und andere ONTAP Einstellungen	43
Multipath-Einstellungen für die Performance	46
Zusätzliche Dokumentation	47

VMware vSphere mit ONTAP –

VMware vSphere mit ONTAP –

ONTAP war seit seiner Einführung in das moderne Datacenter im Jahr 2002 eine der führenden Storage-Lösungen für VMware vSphere und in jüngster Zeit auch Cloud-Foundation-Umgebungen. Es werden weiterhin innovative Funktionen eingeführt, die das Management vereinfachen und Kosten senken.

Dieses Dokument stellt die ONTAP Lösung für vSphere vor und hebt die neuesten Produktinformationen und Best Practices hervor, um die Implementierung zu optimieren, Risiken zu minimieren und das Management zu vereinfachen.



Diese Dokumentation ersetzt zuvor veröffentlichte technische Berichte *TR-4597: VMware vSphere for ONTAP*

Andere Dokumente wie Leitfäden und Kompatibilitätslisten werden durch Best Practices ergänzt. Sie werden basierend auf Labortests und umfassenden praktischen Erfahrungen der NetApp Ingenieure und Kunden entwickelt. Es handelt sich hierbei unter Umständen nicht nur um die einzigen unterstützten Praktiken, die in jeder Umgebung funktionieren. Im Allgemeinen sind sie aber die einfachsten Lösungen, die die Anforderungen der meisten Kunden erfüllen.

Der Schwerpunkt dieses Dokuments liegt auf den Funktionen der neuesten Versionen von ONTAP (9.x), die unter vSphere 7.0 oder höher ausgeführt werden. In "[Interoperabilitäts-Matrix-Tool \(IMT\)](#)" und "[VMware Compatibility Guide](#)" finden Sie Details zu den jeweiligen Versionen.

Warum ONTAP für VMware vSphere?

Kunden entscheiden sich vertrauensvoll für ONTAP für vSphere sowohl für SAN- als auch für NAS-Speicherlösungen. Die neue vereinfachte disaggregierte Speicherarchitektur, die in den neuesten All SAN Arrays enthalten ist, bietet SAN-Speicheradministratoren eine vereinfachte Erfahrung, die ihnen vertraut ist, während die meisten Integrationen und Funktionen herkömmlicher ONTAP -Systeme erhalten bleiben. ONTAP -Systeme bieten außergewöhnlichen Snapshot-Schutz und robuste Verwaltungstools. Durch die Auslagerung von Funktionen auf dedizierten Speicher maximiert ONTAP die Hostressourcen, senkt die Kosten und sorgt für optimale Leistung. Darüber hinaus können Workloads mithilfe von Storage vMotion problemlos über VMFS, NFS oder vVols migriert werden.

Die Vorteile der Verwendung von ONTAP für vSphere

Zehntausende Kunden haben sich für ONTAP als Storage-Lösung für vSphere entschieden. Dafür gibt es viele Gründe, beispielsweise ein Unified-Storage-System, das sowohl SAN- als auch NAS-Protokolle unterstützt, robuste Datensicherungsfunktionen mittels platzsparender Snapshots und eine Fülle von Tools, die Sie beim Management von Applikationsdaten unterstützen. Wenn Sie ein Storage-System getrennt vom Hypervisor verwenden, können Sie viele Funktionen verlagern und Ihre Investitionen in vSphere Host-Systeme optimal nutzen. Hierdurch wird sichergestellt, dass Ihre Host-Ressourcen schwerpunktmäßig für Applikations-Workloads verwendet werden. Darüber hinaus werden zufällige Auswirkungen auf die Performance von

Applikationen aufgrund des Storage-Betriebs vermieden.

Die Verwendung von ONTAP zusammen mit vSphere ist eine großartige Kombination, mit der Sie die Kosten für Host-Hardware und VMware-Software senken können. Sie können Ihre Daten außerdem zu geringeren Kosten bei gleichbleibend hoher Leistung schützen. Da virtualisierte Workloads mobil sind, können Sie mithilfe von Storage vMotion verschiedene Ansätze erkunden, um VMs zwischen VMFS-, NFS- oder vVols-Datenspeichern zu verschieben, und zwar alle auf demselben Speichersystem.

Hier sind die wichtigsten Faktoren, die Kunden heute schätzen:

- **Einheitlicher Speicher.** Systeme, auf denen ONTAP läuft, sind in mehreren wichtigen Punkten vereinheitlicht. Ursprünglich bezog sich dieser Ansatz sowohl auf NAS- als auch auf SAN-Protokolle, und ONTAP ist weiterhin eine führende Plattform für SAN, abgesehen von seiner ursprünglichen Stärke im NAS-Bereich. In der vSphere-Welt könnte dieser Ansatz auch ein einheitliches System für die virtuelle Desktop-Infrastruktur (VDI) zusammen mit der virtuellen Server-Infrastruktur (VSI) bedeuten. Systeme mit ONTAP sind für VSI in der Regel weniger teuer als herkömmliche Enterprise-Arrays und verfügen dennoch über erweiterte Speichereffizienzfunktionen, um VDI im selben System zu verarbeiten. ONTAP vereint außerdem eine Vielzahl von Speichermedien, von SSDs bis SATA, und kann diese problemlos in die Cloud erweitern. Es ist nicht erforderlich, ein Speicherbetriebssystem für die Leistung, ein anderes für Archive und noch ein weiteres für die Cloud zu kaufen. ONTAP verbindet sie alle.
- **All-SAN-Array (ASA).** Die aktuellen ONTAP ASA Systeme (beginnend mit A1K, A90, A70, A50, A30 und A20) basieren auf einer neuen Storage-Architektur, mit der das herkömmliche ONTAP Storage-Paradigma beim Management von Aggregaten und Volumes entfällt. Da es keine Filesystem-Shares gibt, werden keine Volumes benötigt! Sämtlicher Storage, der mit einem HA-Paar verbunden ist, wird als gemeinsame Storage Availability Zone (SAZ) behandelt, in der LUNs und NVMe-Namespaces als „Storage Units“ (Sus) bereitgestellt werden. Die neuesten ASA Systeme sollen einfach zu managen sein und bieten SAN-Storage-Administratoren vertraute Erfahrung. Diese neue Architektur eignet sich ideal für vSphere Umgebungen, da sie das Management von Storage-Ressourcen vereinfacht und den SAN Storage-Administratoren eine vereinfachte Erfahrung bietet. Die ASA Architektur unterstützt darüber hinaus die neueste NVMe over Fabrics (NVMe-of) Technologie, die noch bessere Performance und Skalierbarkeit für vSphere Workloads bietet.
- **Snapshot-Technologie.** ONTAP ist der erste Anbieter von Snapshot-Technologie für die Datensicherung und bleibt auch in der Branche der fortschrittlichste Anbieter. Dieser platzsparende Ansatz für die Datensicherung wurde erweitert und unterstützt nun VMware vSphere APIs for Array Integration (VAAI). Dank dieser Integration können Sie die Snapshot-Funktionen von ONTAP für Backup- und Restore-Vorgänge nutzen und so die Auswirkungen auf Ihre Produktionsumgebung verringern. Dieser Ansatz ermöglicht zudem, Snapshots für die schnelle Wiederherstellung von VMs zu verwenden und so den Zeit- und Arbeitsaufwand für die Wiederherstellung von Daten zu reduzieren. Darüber hinaus ist die Snapshot-Technologie von ONTAP in die Live Site Recovery (VLSR, früher Site Recovery Manager [SRM])-Lösungen von VMware integriert. So erhalten Sie eine umfassende Datensicherungsstrategie für Ihre virtualisierte Umgebung.
- **Virtuelle Volumes und speicherrichtlinienbasierte Verwaltung.** NetApp war einer der ersten Designpartner von VMware bei der Entwicklung von vSphere Virtual Volumes (vVols) und lieferte architektonischen Input und frühzeitigen Support für vVols und VMware vSphere APIs for Storage Awareness (VASA). Dieser Ansatz ermöglichte nicht nur eine granulare VM-Speicherverwaltung für VMFS, sondern unterstützte auch die Automatisierung der Speicherbereitstellung durch eine auf Speicherrichtlinien basierende Verwaltung. Dieser Ansatz ermöglicht es Speicherarchitekten, Speicherpools mit unterschiedlichen Funktionen zu entwerfen, die von VM-Administratoren problemlos genutzt werden können. ONTAP ist in der Speicherbranche führend im vVol-Maßstab und unterstützt Hunderttausende von vVols in einem einzigen Cluster, während Anbieter von Enterprise-Arrays und kleineren Flash-Arrays nur einige Tausend vVols pro Array unterstützen. NetApp treibt mit kommenden Funktionen auch die Entwicklung des granularen VM-Managements voran.
- **Speichereffizienz.** Obwohl NetApp als erstes Unternehmen Deduplizierung für Produktions-Workloads

bereitstellte, war diese Innovation weder die erste noch die letzte in diesem Bereich. Es begann mit Snapshots, einem platzsparenden Datenschutzmechanismus ohne Leistungseinbußen, zusammen mit der FlexClone -Technologie zum sofortigen Erstellen von Lese-/Schreibkopien von VMs für die Produktion und Sicherung. NetApp lieferte anschließend Inline-Funktionen, darunter Deduplizierung, Komprimierung und Zero-Block-Deduplizierung, um den größtmöglichen Speicherplatz aus teuren SSDs herauszuholen. ONTAP hat außerdem die Möglichkeit hinzugefügt, kleinere E/A-Vorgänge und Dateien durch Komprimierung in einen Festplattenblock zu packen. Durch die Kombination dieser Funktionen konnten Kunden im Allgemeinen Einsparungen von bis zu 5:1 bei VSI und bis zu 30:1 bei VDI erzielen. Die neueste Generation von ONTAP -Systemen umfasst außerdem hardwarebeschleunigte Komprimierung und Deduplizierung, wodurch die Speichereffizienz weiter verbessert und die Kosten gesenkt werden können. Mit diesem Ansatz können Sie mehr Daten auf weniger Speicherplatz speichern, wodurch die Gesamtkosten für die Speicherung gesenkt und die Leistung verbessert werden. NetApp ist von seinen Speichereffizienzfunktionen so überzeugt, dass es einen Link anbietet:<https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/79014-ng-937-Efficiency-Guarantee-Customer-Flyer.pdf> [Effizienzgarantie^].

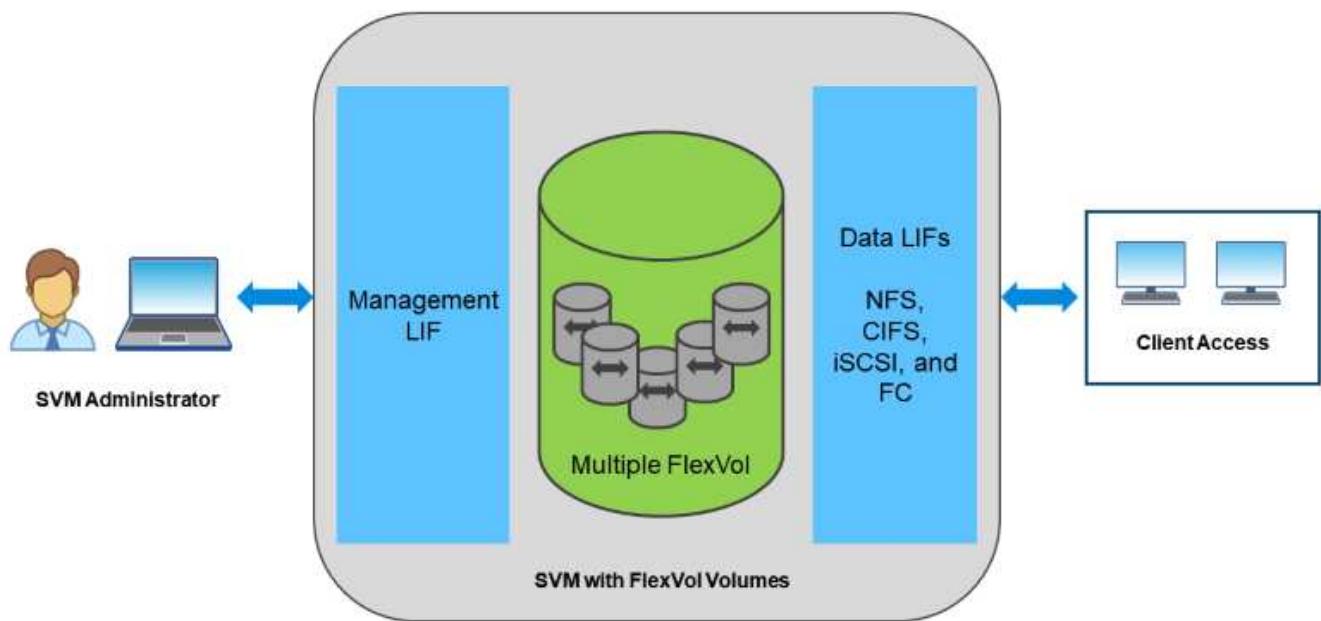
- **Mehrere Mandanten.** ONTAP ist seit langem führend im Bereich Multitenancy und ermöglicht Ihnen die Erstellung mehrerer virtueller Speichermaschinen (SVMs) auf einem einzigen Cluster. Mit diesem Ansatz können Sie Arbeitslasten isolieren und verschiedenen Mandanten unterschiedliche Servicelevel bereitstellen. Dies ist ideal für Dienstanbieter und große Unternehmen. Die neueste Generation von ONTAP -Systemen umfasst auch Unterstützung für das Tenant-Kapazitätsmanagement. Mit dieser Funktion können Sie Kapazitätsgrenzen für jeden Mandanten festlegen und so sicherstellen, dass kein einzelner Mandant alle verfügbaren Ressourcen verbrauchen kann. Dieser Ansatz trägt dazu bei, dass alle Mieter das Serviceniveau erhalten, das sie erwarten, und bietet gleichzeitig ein hohes Maß an Sicherheit und Isolation zwischen den Mietern. Darüber hinaus sind die Multitenancy-Funktionen von ONTAP in die vSphere-Plattform von VMware integriert, sodass Sie Ihre virtualisierte Umgebung einfach verwalten und überwachen können durch "[ONTAP Tools für VMware vSphere](#)" Und "[Einblicke In Die Dateninfrastruktur](#)" .
- **Hybrid Cloud.** Ganz gleich, ob Sie die Lösung für eine lokale Private Cloud, eine Public Cloud-Infrastruktur oder eine Hybrid Cloud verwenden, die das Beste aus beiden kombiniert: ONTAP -Lösungen unterstützen Sie beim Aufbau Ihrer Datenstruktur, um die Datenverwaltung zu rationalisieren und zu optimieren. Beginnen Sie mit leistungsstarken All-Flash-Systemen und koppeln Sie diese dann mit Festplatten- oder Cloud-Speichersystemen für Datenschutz und Cloud-Computing. Wählen Sie zwischen Azure, AWS, IBM oder Google Cloud, um Kosten zu optimieren und Lock-in-Strategien zu vermeiden. Nutzen Sie bei Bedarf erweiterten Support für OpenStack und Container-Technologien. NetApp bietet außerdem Cloud-basierte Backup- (SnapMirror Cloud, Cloud Backup Service und Cloud Sync) sowie Storage-Tiering- und Archivierungstools (FabricPool) für ONTAP an, um die Betriebskosten zu senken und die große Reichweite der Cloud zu nutzen.
- * Und mehr.* Nutzen Sie die extreme Performance von NetApp AFF A-Series Arrays, um Ihre virtualisierte Infrastruktur zu beschleunigen und gleichzeitig die Kosten im Griff zu haben. Mit horizontal skalierbaren ONTAP Clustern profitieren Sie bei der Wartung, bei Upgrades und selbst beim kompletten Ersatz Ihres Storage-Systems von einem durchgängig unterbrechungsfreien Betrieb. Daten im Ruhezustand werden mit NetApp Verschlüsselungsfunktionen ohne zusätzliche Kosten geschützt. Durch fein abgestimmte Quality-of-Service- Funktionen stellen Sie sicher, dass die Performance den geschäftlichen Service-Levels entspricht. Sie alle sind Bestandteil des umfangreichen Funktionsbereichs, das in ONTAP, der branchenführenden Software für das Enterprise-Datenmanagement, enthalten ist.

Unified Storage

ONTAP vereinheitlicht den Storage durch einen vereinfachten, softwaredefinierten Ansatz für sicheres und effizientes Management, verbesserte Performance und nahtlose Skalierbarkeit. Dieser Ansatz verbessert die Datensicherung und ermöglicht eine effektive Nutzung der Cloud-Ressourcen.

Ursprünglich wurde in diesem einheitlichen Ansatz erwähnt, dass sowohl NAS- als auch SAN-Protokolle auf einem Storage-System unterstützt werden sollten. ONTAP ist dabei weiterhin eine der führenden Plattformen für SAN und bietet in Bezug auf NAS die ursprünglichen Stärken. ONTAP unterstützt jetzt auch S3-Objektprotokolle. Obwohl S3 nicht für Datastores verwendet wird, können Sie es für in-Guest-Applikationen verwenden. Weitere Informationen zur Unterstützung des S3-Protokolls in ONTAP finden Sie in der "[S3-Konfigurationsübersicht](#)". Der Begriff Unified Storage hat sich zu einem einheitlichen Ansatz für das Storage Management entwickelt und umfasst die Möglichkeit, alle Storage-Ressourcen über eine einzige Schnittstelle zu managen. Dazu gehört die Möglichkeit, Storage-Ressourcen vor Ort und in der Cloud zu managen, aktuelle All-SAN-Array-Systeme (ASA) zu nutzen und mehrere Storage-Systeme über eine einzige Oberfläche zu managen.

Eine Storage Virtual Machine (SVM) ist die Einheit der sicheren Mandantenfähigkeit in ONTAP. Es handelt sich um ein logisches Konstrukt, das den Client-Zugriff auf Systeme mit ONTAP ermöglicht. SVMs können Daten gleichzeitig über mehrere Datenzugriffsprotokolle über logische Schnittstellen (Logical Interfaces, LIFs) bereitstellen. SVMs ermöglichen den Datenzugriff auf Dateiebene über NAS-Protokolle wie CIFS und NFS sowie den Datenzugriff auf Blockebene über SAN-Protokolle wie iSCSI, FC/FCoE und NVMe. SVMs können SAN- und NAS-Clients unabhängig gleichzeitig sowie mit S3 Daten bereitstellen.



Bei vSphere könnte dieser Ansatz auch für ein einheitliches System für Virtual Desktop Infrastructure (VDI) in Kombination mit einer virtuellen Serverinfrastruktur (VSI) stehen. Systeme mit ONTAP sind bei VSI in der Regel kostengünstiger als herkömmliche Enterprise-Arrays, bieten gleichzeitig aber fortschrittliche Storage-Effizienzfunktionen, mit denen Sie im selben System auch VDI gerecht werden können. ONTAP vereint außerdem eine Reihe von Storage-Medien – von SSDs bis SATA – und kann diese problemlos in die Cloud erweitern. Auf diese Weise müssen Sie nicht ein Flash-Array für Performance-Zwecke, ein SATA-Array für Archive und separate Systeme für die Cloud erwerben. Sie alle sind in ONTAP integriert.

HINWEIS: Weitere Informationen zu SVMs, Unified Storage und Client-Zugriff finden Sie unter "[Storage-Virtualisierung](#)" Im Dokumentationszentrum ONTAP 9.

Virtualisierungstools für ONTAP

NetApp bietet mehrere Standalone-Software-Tools, die mit herkömmlichen ONTAP- und ASA-Systemen kompatibel sind. Durch die Integration von vSphere können Sie Ihre virtualisierte Umgebung effektiv managen.

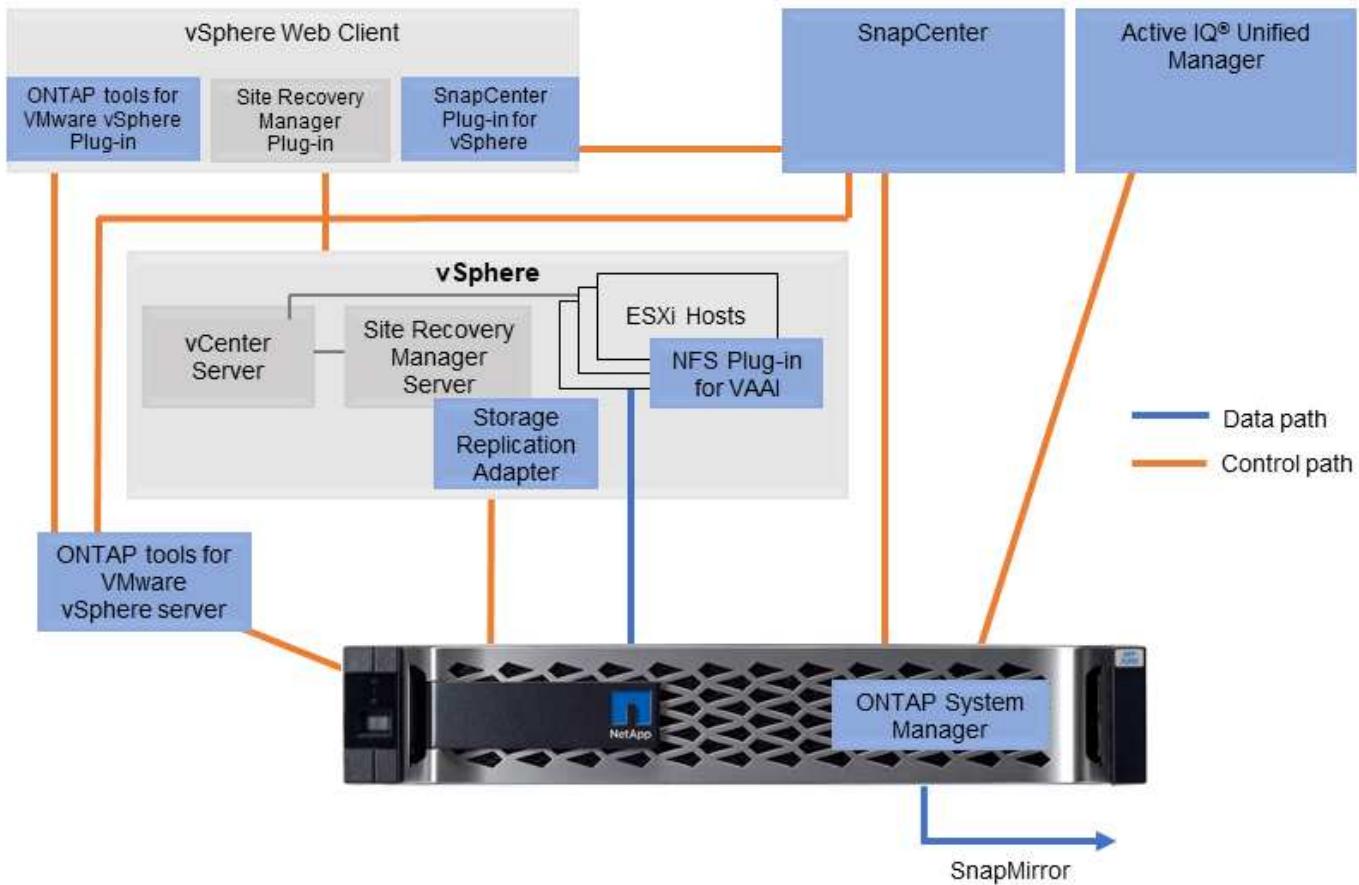
Die folgenden Tools sind ohne Aufpreis in der ONTAP One Lizenz enthalten. In Abbildung 1 sehen Sie eine Darstellung, wie diese Tools in Ihrer vSphere Umgebung zusammenarbeiten.

ONTAP Tools für VMware vSphere

"[ONTAP Tools für VMware vSphere](#)" Bietet eine Reihe von Tools zur Verwendung von ONTAP Storage zusammen mit vSphere. Das vCenter Plug-in, ehemals Virtual Storage Console (VSC), vereinfacht Storage-Management- und Effizienzfunktionen, verbessert die Verfügbarkeit und senkt die Storage-Kosten und den Betriebsaufwand – sei es bei SAN oder NAS. Dieses Plug-in nutzt Best Practices für die Bereitstellung von Datastores und optimiert ESXi Hosteinstellungen für NFS- und Block-Storage-Umgebungen. Wegen all dieser Vorteile empfiehlt NetApp, bei der Nutzung von vSphere mit Systemen mit ONTAP diese ONTAP Tools als Best Practice zu verwenden. Sie umfasst eine Server-Appliance, UI-Erweiterungen für vCenter, VASA Provider und Storage Replication Adapter. Nahezu alles in ONTAP Tools lässt sich mithilfe einfacher REST-APIs automatisieren – auch mit den meisten modernen Automatisierungs-Tools nutzbar.

- **VCenter UI-Erweiterungen.** Die UI-Erweiterungen der ONTAP Tools vereinfachen die Arbeit von Operations Teams und vCenter Administratoren, indem benutzerfreundliche, kontextabhängige Menüs für das Management von Hosts und Storage, Informationsportlets und native Alarmfunktionen direkt in die vCenter UI integriert werden, um optimierte Workflows zu erzielen.
- **VASA Provider für ONTAP.** Der VASA Provider für ONTAP unterstützt das VMware vStorage APIs for Storage Awareness (VASA) Framework. Er wird im Rahmen von ONTAP Tools für VMware vSphere als eine einzelne virtuelle Appliance zur einfachen Implementierung bereitgestellt. VASA Provider verbindet vCenter Server mit ONTAP und erleichtert so die Bereitstellung und das Monitoring von VM-Storage. Es aktiviert die Unterstützung und das Management von Storage-Funktionsprofilen für VMware Virtual Volumes (VVols) und die VVols Performance für einzelne VMs sowie Alarne für die Monitoring-Kapazität und -Compliance mit den Profilen.
- **Speicherreplikationsadapter.** Der SRA wird zusammen mit VMware Live Site Recovery (VLSR)/Site Recovery Manager (SRM) verwendet, um die Datenreplikation zwischen Produktions- und Notfallwiederherstellungsstandorten mithilfe von SnapMirror für die Array-basierte Replikation zu verwalten. Es kann die Failover-Aufgabe im Katastrophenfall automatisieren und dabei helfen, die DR-Replikate unterbrechungsfrei zu testen, um das Vertrauen in Ihre DR-Lösung sicherzustellen.

In der folgenden Abbildung sind die ONTAP Tools für vSphere dargestellt.



SnapCenter Plug-in für VMware vSphere

Der "[SnapCenter Plug-in für VMware vSphere](#)" ist ein Plug-In für vCenter Server, mit dem Sie Backups und Wiederherstellungen von virtuellen Maschinen (VMs) und Datenspeichern verwalten können. Es bietet eine einzige Schnittstelle zum Verwalten von Backups, Wiederherstellungen und Klonen von VMs und Datenspeichern über mehrere ONTAP Systeme hinweg. SnapCenter unterstützt die Replikation auf und Wiederherstellung von sekundären Standorten mithilfe von SnapMirror. Die neuesten Versionen unterstützen auch SnapMirror zur Cloud (S3), manipulationssichere Snapshots, SnapLock und SnapMirror Active Sync. Das SnapCenter -Plug-In für VMware vSphere kann in SnapCenter -Anwendungs-Plug-Ins integriert werden, um anwendungskonsistente Backups bereitzustellen.

NFS-Plug-in für VMware VAAI

Das "[NetApp NFS Plug-in für VMware VAAI](#)" ist ein Plug-in für ESXi Hosts, mit dem diese VAAI Funktionen mit NFS-Datastores auf ONTAP verwenden können. Es unterstützt den Copy-Offload für Klonvorgänge, die Speicherplatzreservierung für Thick Virtual Disk Files und Snapshot Offload. Die Verlagerung von Kopiervorgängen in den Storage erfolgt nicht unbedingt schneller, sorgt aber dafür, dass die Anforderungen an die Netzwerkbandbreite reduziert werden und Host-Ressourcen wie CPU-Zyklen, Puffer und Warteschlangen verlagert werden. Sie können das Plug-in mithilfe von ONTAP Tools für VMware vSphere auf ESXi Hosts oder, sofern unterstützt, vSphere Lifecycle Manager (vLCM) installieren.

Premium-Softwareoptionen

Die folgenden Premium-Softwareprodukte sind von NetApp erhältlich. Sie sind nicht in der ONTAP One-Lizenz enthalten und müssen separat erworben werden.

- "[NetApp Disaster Recovery \(DR\)](#)" für VMware vSphere. Dies ist ein Cloud-basierter Dienst, der

Notfallwiederherstellung und Backup für VMware-Umgebungen bereitstellt. Es kann mit oder ohne SnapCenter verwendet werden und unterstützt On-Prem-zu-On-Prem-DR mithilfe von SAN oder NAS sowie On-Prem-zu/von der Cloud mithilfe von NFS, sofern unterstützt.

- "Einblicke in die Dateninfrastruktur (DII)". Dies ist ein Cloud-basierter Dienst, der Überwachung und Analyse für VMware-Umgebungen bereitstellt. Es unterstützt andere Speicheranbieter in heterogenen Speicherumgebungen sowie mehrere Switch-Anbieter und andere Hypervisoren. DII bietet umfassende End-to-End-Einblicke in die Leistung, Kapazität und Integrität Ihrer VMware-Umgebung.

Virtual Volumes (VVols) und richtlinienbasiertes Storage-Management (SPBM)

NetApp wurde erstmals im Jahr 2012 vorgestellt und war bereits ein früher Design-Partner von VMware bei der Entwicklung von VMware vSphere APIs for Storage Awareness (VASA), der Grundlage des Policy-basierten Storage-Managements (SPBM) für Enterprise Storage Arrays. Durch diesen Ansatz wurde das granulare VM-Storage-Management nur noch für VMFS und NFS Storage verfügbar.

Als Technology Design Partner lieferte NetApp Architektureingaben und kündigte 2015 Unterstützung für VVols an. Diese neue Technologie ermöglichte nun die Automatisierung der granularen und Array-nativen Storage-Bereitstellung über SPBM.

Virtuelle Volumes (VVols)

VVols sind eine revolutionäre Storage-Architektur, die das granulare Storage-Management von VMs ermöglicht. Dadurch lässt sich Storage nicht nur pro VM (einschließlich VM-Metadaten) managen, sondern sogar pro VMDK. VVols sind eine Kernkomponente der Strategie des Software Defined Data Center (SDDC), die die Grundlage von VMware Cloud Foundation (VCF) bildet und eine effizientere und skalierbarere Storage-Architektur für virtualisierte Umgebungen bietet.

VVols ermöglichen VMs die Storage-Nutzung pro VM, da jedes VM Storage-Objekt in NetApp ONTAP eine eindeutige Einheit ist. Bei ASA r2-Systemen, für die kein Volume-Management mehr erforderlich ist, ist daher jedes VM-Speicherobjekt eine eindeutige Storage-Einheit (SU) auf dem Array und kann unabhängig gesteuert werden. Dadurch können Storage-Richtlinien erstellt werden, die auf einzelne VMs oder VMDKs (und somit auf einzelne Sus) angewendet werden können und granulare Kontrolle über Storage-Services wie z. B. Performance, Verfügbarkeit und Datensicherung bieten.

Storage Policy Based Management (SPBM)

SPBM bietet ein Framework, das als Abstraktionsebene zwischen den für Ihre Virtualisierungsumgebung verfügbaren Storage-Services und den über Richtlinien bereitgestellten Storage-Elementen dient. Storage-Architekten können mit diesem Ansatz Storage-Pools mit unterschiedlichen Funktionen entwerfen. Diese Pools können von VM-Administratoren problemlos genutzt werden. Administratoren können dann die Workload-Anforderungen der Virtual Machine an die bereitgestellten Storage-Pools anpassen. Dieser Ansatz vereinfacht das Storage-Management und ermöglicht eine effizientere Nutzung der Storage-Ressourcen.

SPBM ist eine zentrale Komponente von VVols und bietet ein richtlinienbasiertes Framework für das Management von Storage-Services. Die Richtlinien werden von vSphere Administratoren anhand von Regeln und Funktionen erstellt, die vom VASA Provider (VP) des Anbieters offengelegt werden. Richtlinien für verschiedene Storage-Services wie Performance, Verfügbarkeit und Datensicherung können erstellt werden. Richtlinien können individuellen VMs oder VMDKs zugewiesen werden, wodurch Storage-Services granular kontrolliert werden können.

NetApp ONTAP und VVols

Bei VVols ist NetApp ONTAP eine der führenden Lösungen in der Storage-Branche, da es Hundertausende VVols in einem einzigen Cluster unterstützt*. Im Gegensatz dazu unterstützen Anbieter von Enterprise-Arrays und kleineren Flash-Arrays nur wenige Tausend VVols pro Array. ONTAP bietet eine skalierbare und effiziente Storage-Lösung für VMware vSphere Umgebungen, die VVols mit einer umfassenden Auswahl an Storage-Services unterstützt, darunter Datendeduplizierung, Komprimierung, Thin Provisioning und Datensicherung. SPBM ermöglicht die nahtlose Integration mit VMware vSphere Umgebungen.

Zuvor haben wir erwähnt, dass VM-Administratoren Kapazitäten als Storage-Pools belegen können. Dies wird durch die Verwendung von Storage-Containern erreicht, die in vSphere als logische Datastores dargestellt werden.

Storage-Container werden von Storage-Administratoren erstellt und gruppiert, um Storage-Ressourcen zu gruppieren, die von VM-Administratoren belegt werden können. Storage-Container können je nach verwendetem ONTAP-System unterschiedlich erstellt werden. Bei einem herkömmlichen ONTAP 9 Cluster werden Containern ein oder mehrere FlexVol-Volumes zugewiesen, die gemeinsam den Storage-Pool bilden. Bei ASA r2-Systemen ist der gesamte Cluster der Storage-Pool.



Weitere Informationen zu VMware vSphere Virtual Volumes, SPBM und ONTAP finden Sie unter "["TR-4400: VMware vSphere Virtual Volumes with ONTAP"](#)".

*Abhängig von Plattform und Protokoll

Datenspeicher und Protokolle

Übersicht über vSphere Datastore- und Protokollfunktionen

Sechs Protokolle können für die Anbindung von VMware vSphere an Datastores auf einem System mit ONTAP genutzt werden:

- FCP
- NVMe/FC
- NVMe/TCP
- iSCSI
- NFS v3
- NFS 4.1

FCP, NVMe/FC, NVMe/TCP und iSCSI sind Blockprotokolle, die das vSphere Virtual Machine File System (VMFS) verwenden, um VMs in ONTAP LUNs oder NVMe-Namespaces, die in einem ONTAP FlexVol volume enthalten sind, zu speichern. NFS ist ein File-Protokoll. Hierbei werden die Datastores nicht zusätzlich mit VMFS formatiert. VMs laufen direkt auf dem ONTAP Volume. SMB (CIFS), iSCSI, NVMe/TCP oder NFS kann direkt aus einem Gastbetriebssystem für ONTAP genutzt werden.

Die folgenden Tabellen zeigen die von vSphere unterstützten traditionellen Datastore-Funktionen mit ONTAP. Diese Informationen gelten nicht für vVols-Datenspeicher, sondern gelten im Allgemeinen für vSphere 6.x und spätere Versionen mit unterstützten ONTAP-Versionen. Sie können auch die "["Tool „VMware Konfigurationsmaxima“"](#)" für bestimmte vSphere-Versionen konsultieren, um spezifische Grenzwerte zu bestätigen.

Funktion/Feature	FC	ISCSI	NVMe-of	NFS
Formatieren	VMFS oder Raw Device Mapping (RDM)	VMFS oder RDM	VMFS	k. A.
Maximale Anzahl an Datastores oder LUNs	1024 LUNs pro ESXi host, bis zu 32 Pfade pro LUN, bis zu 4096 Gesamtpfade pro Host, bis zu 128 Hosts pro Datastore	1024 LUNs pro ESXi host, bis zu 32 Pfade pro LUN, bis zu 4096 Gesamtpfade pro Host, bis zu 128 Hosts pro Datastore	256 Namespaces pro ESXi-Host, bis zu 32 Pfade pro Namespace pro Host, 2048 Gesamtpfade pro Host, bis zu 16 Hosts pro Datastore	256 NFS-Verbindungen pro Host (betroffen von nconnect und Session Trunking) Standard-NFS. MaxVolumes ist 8. Erhöhen Sie mit den ONTAP Tools für VMware vSphere auf 256.
Maximale Datastore-Größe	64 TB	64 TB	64 TB	300 TB FlexVol Volume oder mehr mit FlexGroup Volume
Maximale Datastore-Dateigröße	62 TB	62 TB	62 TB	62 TB mit ONTAP 9.12.1P2 und höher
Optimale „Queue depth“ pro LUN oder Filesystem	64-256	64-256	Autonegotiation Ist Eingeschaltet	Siehe NFS.MaxQueueDepth in " Empfohlene ESXi Host-Einstellungen und andere ONTAP Einstellungen ".

In der folgenden Tabelle sind die unterstützten Funktionen in Bezug auf VMware Storage aufgeführt.

Kapazität/Funktion	FC	ISCSI	NVMe-of	NFS
VMotion	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
Storage vMotion	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
VMware HA	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
Storage Distributed Resource Scheduler (SDRS)	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
VMware vStorage APIs for Data Protection (VADP)-fähige Backup-Software	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.

Kapazität/Funktion	FC	ISCSI	NVMe-of	NFS
Microsoft Cluster Service (MSCS) oder Failover Clustering in einer VM	Ja.	Ja ¹	Ja ¹	Nicht unterstützt
Fehlertoleranz	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
Live Site Recovery/Site Recovery Manager	Ja.	Ja.	Nein ²	V3 nur ²
VMs (virtuelle Festplatten) mit Thin Provisioning	Ja.	Ja.	Ja.	Ja. Diese Einstellung ist der Standard für alle VMs im NFS, wenn nicht VAAI verwendet wird.
Natives VMware Multipathing	Ja.	Ja.	Ja.	Für das NFS v4.1 Session-Trunking ist ONTAP 9.14.1 und höher erforderlich

In der folgenden Tabelle werden die unterstützten ONTAP Storage-Managementfunktionen aufgeführt.

Funktion/Feature	FC	ISCSI	NVMe-of	NFS
Datendeduplizierung	Einsparungen im Array	Einsparungen im Array	Einsparungen im Array	Einsparungen im Datastore
Thin Provisioning	Datenspeicher oder RDM	Datenspeicher oder RDM	Datenspeicher	Datenspeicher
Datenspeichergröße ändern	Erweitern Sie nur	Erweitern Sie nur	Erweitern Sie nur	Vergrößerung, Autogrow und Verkleinerung
SnapCenter Plug-ins für Windows, Linux Applikationen (in Gast-BS)	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
Monitoring und Host-Konfiguration mit ONTAP Tools für VMware vSphere	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
Bereitstellung mit ONTAP Tools für VMware vSphere	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.

In der folgenden Tabelle sind die unterstützten Backup-Funktionen aufgeführt.

Funktion/Feature	FC	iSCSI	NVMe-of	NFS
ONTAP Snapshots	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
Durch replizierte Backups unterstütztes SRM	Ja.	Ja.	Nein ²	V3 nur ²
Volume SnapMirror	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
VDMK Image-Zugriff	Backup-Software für SnapCenter und VADP	Backup-Software für SnapCenter und VADP	Backup-Software für SnapCenter und VADP	SnapCenter- und VADP-fähige Backup-Software, vSphere Client und vSphere Web Client Datastore-Browser
VDMK-Zugriff auf Dateiebene	SnapCenter- und VADP-fähige Backup-Software, nur Windows	SnapCenter- und VADP-fähige Backup-Software, nur Windows	SnapCenter- und VADP-fähige Backup-Software, nur Windows	Backup-Software und Applikationen von Drittanbietern, die SnapCenter und VADP unterstützt
NDMP-Granularität	Datenspeicher	Datenspeicher	Datenspeicher	Datastore oder VM

¹ **NetApp recommends** die Verwendung von In-Guest-iSCSI für Microsoft-Cluster anstelle von Multiwriter-aktivierten VMDKs in einem VMFS-Datenspeicher. Dieser Ansatz wird von Microsoft und VMware vollständig unterstützt, bietet hohe Flexibilität mit ONTAP (SnapMirror zu ONTAP-Systemen lokal oder in der Cloud), ist einfach zu konfigurieren und zu automatisieren und kann mit SnapCenter geschützt werden. vSphere 7 fügt eine neue Option für geclusterte VMDKs hinzu. Dies unterscheidet sich von Multiwriter-aktivierten VMDKs, die einen VMFS-6-Datenspeicher mit aktiverter Unterstützung für geclusterte VMDKs erfordern. Weitere Einschränkungen gelten. Siehe die VMware- "[Einrichtung für Windows Server Failover Clustering](#)" Dokumentation für Konfigurationsrichtlinien.

² Datastores, die NVMe-of und NFS v4.1 verwenden, erfordern eine vSphere-Replizierung. Die Array-basierte Replizierung für NFS v4.1 wird derzeit von SRM nicht unterstützt. Die Array-basierte Replizierung mit NVMe-of wird derzeit nicht von den ONTAP Tools für den VMware vSphere Storage Replication Adapter (SRA) unterstützt.

Auswahl eines Storage-Protokolls

Systeme, auf denen ONTAP läuft, unterstützen alle gängigen Speicherprotokolle, sodass Kunden je nach bestehender und geplanter Netzwerkinfrastruktur sowie den Qualifikationen ihrer Mitarbeiter das für ihre Umgebung optimale Protokoll auswählen können. Historisch gesehen haben NetApp-Tests im Allgemeinen gezeigt, dass es kaum Unterschiede zwischen Protokollen gibt, die mit ähnlichen Leistungsgeschwindigkeiten und Verbindungsanzahlen betrieben werden. NVMe-oF (NVMe/TCP und NVMe/FC) zeigt jedoch bemerkenswerte Verbesserungen bei den IOPS, eine Reduzierung der Latenz und eine bis zu 50 % oder mehr geringere CPU-Auslastung des Hosts durch Storage-IO. Am anderen Ende des Spektrums bietet NFS die größte Flexibilität und einfachste Verwaltung, insbesondere bei einer großen Anzahl von VMs. Alle diese Protokolle können mit ONTAP tools for VMware vSphere verwendet und verwaltet werden, das eine einfache Oberfläche zum Erstellen und Verwalten von Datenspeichern bietet.

Die folgenden Faktoren könnten bei Überlegungen zur Auswahl eines Protokolls hilfreich sein:

- **Aktuelle Betriebsumgebung.** Obwohl IT-Teams normalerweise erfahren im Management von Ethernet-IP-Infrastrukturen sind, haben nicht alle die Kompetenz, eine FC-SAN-Fabric zu managen. Die Nutzung eines nicht auf Storage-Traffic ausgelegten dedizierten IP-Netzwerks ist jedoch unter Umständen keine gute

Lösung. Berücksichtigen Sie Ihre vorhandene Netzwerkinfrastruktur, alle geplanten Optimierungen sowie die Fähigkeiten und die Verfügbarkeit von Mitarbeitern, die diese managen.

- **Einfache Einrichtung.** über die Erstkonfiguration der FC-Fabric hinaus (zusätzliche Switches und Kabel, Zoning und die Verifizierung der Interoperabilität von HBA und Firmware) müssen Blockprotokolle auch LUNs erstellen und zuordnen sowie vom Gastbetriebssystem Erkennung und Formatierung vornehmen. Nach der Erstellung und dem Export der NFS-Volumes werden sie vom ESXi Host gemountet und sind dann betriebsbereit. Für NFS sind keine besonderen Hardwarequalifizierungen oder Firmware für das Management erforderlich.
- **Einfache Verwaltung.** Bei SAN-Protokollen sind für zusätzlichen Speicherplatz mehrere Schritte erforderlich, einschließlich der Vergrößerung einer LUN, eines erneuten Scans zur Erkennung der neuen Größe und anschließend der Erweiterung des Dateisystems. Obwohl die Vergrößerung einer LUN möglich ist, ist die Verkleinerung einer LUN nicht möglich. NFS ermöglicht eine einfache Vergrößerung oder Verkleinerung, und diese Größenanpassung kann vom Speichersystem automatisiert werden. SAN bietet Speicherplatzrückgewinnung durch DEALLOCATE/TRIM/UNMAP-Befehle des Gastbetriebssystems, wodurch Speicherplatz gelöschter Dateien an das Array zurückgegeben werden kann. Diese Art der Speicherplatzrückgewinnung ist mit NFS-Datenspeichern nicht möglich.
- **Storage-Speicherplatztransparenz.** die Storage-Auslastung ist in NFS-Umgebungen in der Regel einfacher zu erkennen, da Thin Provisioning unmittelbare Einsparungen ermöglicht. In ähnlicher Form sind Einsparungen durch Deduplizierung und Klonen unmittelbar für andere VMs im selben Datastore oder für Storage-System-Volumes verfügbar. Die VM-Dichte ist typischerweise ebenfalls größer als in einem NFS-Datastore. Hierdurch können höhere Einsparungen bei der Deduplizierung sowie eine Senkung der Managementkosten erzielt werden, da weniger Datastores gemanagt werden müssen.

Datenspeicher-Layout

ONTAP Storage-Systeme bieten beim Erstellen von Datastores für VMs und virtuelle Festplatten ein hohes Maß an Flexibilität. Wenn Datastores für vSphere mit ONTAP Tools bereitgestellt werden, werden viele ONTAP Best Practices angewendet (siehe Abschnitt "[Empfohlene ESXi Host-Einstellungen und andere ONTAP Einstellungen](#)"). Darüber hinaus sind einige zusätzliche Richtlinien zu berücksichtigen:

- Die Bereitstellung von vSphere mit ONTAP NFS-Datenspeichern führt zu einer leistungsstarken, einfach zu verwaltenden Implementierung, die VM-zu-Datenspeicher-Verhältnisse bietet, die mit blockbasierten Storage-Protokollen nicht erreicht werden können. Diese Architektur kann zu einer zehnfachen Steigerung der Datenspeicherdichte mit einer entsprechenden Reduzierung der Anzahl der Datenspeicher führen. Obwohl ein größerer Datenspeicher die Speichereffizienz verbessern und operative Vorteile bieten kann, sollten Sie mindestens vier Datenspeicher (FlexVol Volumes) pro Knoten verwenden, um Ihre VMs auf einem einzelnen ONTAP-Controller zu speichern und die maximale Leistung aus den Hardware-Ressourcen zu erzielen. Dieser Ansatz ermöglicht es Ihnen außerdem, Datenspeicher mit unterschiedlichen Wiederherstellungsrichtlinien einzurichten. Einige können je nach Geschäftsanforderungen häufiger gesichert oder repliziert werden als andere. Mehrere Datenspeicher sind bei FlexGroup Volumes für die Leistung nicht erforderlich, da sie von Haus aus skalieren.
- **NetApp empfiehlt** die Verwendung von FlexVol Volumes für die meisten NFS-Datenspeicher. Ab ONTAP 9.8 werden FlexGroup Volumes ebenfalls als Datenspeicher unterstützt und sind für bestimmte Anwendungsfälle generell empfehlenswert. Andere ONTAP-Speichercontainer, wie qtrees, werden im Allgemeinen nicht empfohlen, da sie derzeit weder von ONTAP tools for VMware vSphere noch vom NetApp SnapCenter Plugin für VMware vSphere unterstützt werden.
- Eine gute Größe für einen FlexVol Volume-Datastore liegt bei etwa 4 TB bis 8 TB. Diese Größe bildet einen guten Ausgleichspunkt im Hinblick auf Performance, einfaches Management und Datensicherung. Beginnen Sie mit einem kleinen Datastore (beispielsweise 4 TB) und vergrößern Sie diesen nach Bedarf (bis auf maximal 300 TB). Kleinere Datenspeicher lassen sich nach einem Backup oder nach einem Ausfall schneller wiederherstellen und können schnell im Cluster verschoben werden. Die automatische Größenanpassung von ONTAP kann sinnvoll sein, um das Volume bei wechselnder Speicherplatzbelegung

automatisch zu vergrößern oder zu verkleinern. Der ONTAP-Assistent für die Bereitstellung von VMware vSphere Datastores verwendet standardmäßig Autosize für neue Datastores. Eine weitere Anpassung der Vergrößerungs- und Verkleinerungsschwellenwerte sowie der maximalen und minimalen Größe kann mit System Manager oder über die Befehlszeile erfolgen.

- Alternativ können VMFS Datastores mit LUNs oder NVMe-Namespace (so genannte Storage-Einheiten in neuen ASA-Systemen) konfiguriert werden, auf die FC, iSCSI, NVMe/FC oder NVMe/TCP zugreifen. Bei VMFS können alle ESX Server in einem Cluster gleichzeitig auf Datenspeicher zugreifen. VMFS Datastores können eine Größe von bis zu 64 TB haben und bestehen aus bis zu 32 2TB LUNs (VMFS 3) oder einer einzelnen 64-TB-LUN (VMFS 5). Die maximale LUN-Größe von ONTAP beträgt auf AFF-, ASA- und FAS-Systemen 128 TB. NetApp empfiehlt immer, für jeden Datastore eine einzelne, große LUN zu verwenden, anstatt zu versuchen, Extents zu verwenden. Analog zu dem NFS Ansatz, verteilen Sie ebenfalls die Datastores (Volumes oder Storage-Einheiten), um die Performance auf einem einzelnen ONTAP Controller zu maximieren.
- Ältere Gastbetriebssysteme (OS) mussten an das Storage-System angeglichen werden (Alignment), um die bestmögliche Performance und Storage-Effizienz zu erzielen. Bei modernen Betriebssystemen mit Anbieterunterstützung von Microsoft und Linux Distributoren wie Red Hat sind jedoch keine Anpassungen mehr erforderlich, um die Filesystem-Partition mit den Blöcken des zugrunde liegenden Storage-Systems in einer virtuellen Umgebung zu alignen. Wenn Sie ein altes Betriebssystem verwenden, für das unter Umständen ein Alignment erforderlich ist, suchen Sie in der NetApp Support Knowledgebase nach Artikeln, in denen VM Alignment verwendet wird, oder fordern Sie bei einem NetApp Ansprechpartner für den Vertrieb oder für Partner ein Exemplar des technischen Berichts TR-3747 an.
- Vermeiden Sie die Verwendung von Defragmentierungsprogrammen innerhalb des Gast-Betriebssystems, da dies keinen Performance-Vorteil bietet und die Speichereffizienz und Snapshot-Speicherplatznutzung beeinträchtigt. Zudem sollten Sie die Suchindizierung im Gastbetriebssystem für virtuelle Desktops deaktivieren.
- ONTAP ist eines der branchenweit führenden Unternehmen mit innovativen Storage-Effizienzfunktionen, mit denen Sie Ihren nutzbaren Festplattenspeicherplatz maximal ausschöpfen können. AFF Systeme sind durch Inline-Deduplizierung und -Komprimierung sogar noch effizienter. Die Daten werden über alle Volumes hinweg in einem Aggregat dedupliziert. Daher müssen zur Maximierung der Einsparungen keine ähnlichen Betriebssysteme und ähnlichen Applikationen in einem einzelnen Datastore mehr gruppieren.
- In einigen Fällen benötigen Sie eventuell nicht einmal einen Datastore. Die Filesystems des Gastsystems wie NFS, SMB, NVMe/TCP oder iSCSI werden vom Gastsystem gemanagt. Eine Anleitung zu bestimmten Applikationen finden Sie in den technischen Berichten von NetApp für die jeweilige Applikation. Beispielsweise "[Oracle-Datenbanken auf ONTAP](#)" enthält einen Abschnitt zur Virtualisierung mit nützlichen Details.
- Festplatten der ersten Klasse (oder verbesserte virtuelle Festplatten) ermöglichen über vCenter gemanagte Festplatten unabhängig von einer VM mit vSphere 6.5 und höher. Sie werden zwar primär durch API gemanagt, sind aber auch mit VVols nützlich, insbesondere bei dem Management mit OpenStack oder Kubernetes-Tools. Sie werden von ONTAP unterstützt sowie ONTAP Tools für VMware vSphere.

Datastore und VM-Migration

Wenn Sie VMs aus einem bestehenden Datastore in einem anderen Storage-System zu ONTAP migrieren, sollten Sie die folgenden Praktiken berücksichtigen:

- Verwenden Sie Storage vMotion, um den Großteil Ihrer Virtual Machines in ONTAP zu verschieben. Dieser Ansatz ermöglicht nicht nur einen unterbrechungsfreien Betrieb der VMs, sondern auch die Nutzung von ONTAP Storage-Effizienzfunktionen wie Inline-Deduplizierung und -Komprimierung zur Verarbeitung der Daten während der Migration. Es empfiehlt sich unter Umständen, mithilfe von vCenter Funktionen mehrere VMs aus der Bestandsliste auszuwählen und die Migration dann zu einem geeigneten Zeitpunkt zu planen (dazu klicken Sie mit gedrückter Strg-Taste auf „Actions“).

- Obwohl Sie eine Migration zu geeigneten Zieldatenspeichern sorgfältig planen könnten, ist es oft einfacher, in großen Mengen zu migrieren und sie später nach Bedarf zu organisieren. Sie könnten diesen Ansatz nutzen, um Ihre Migration zu verschiedenen Datenspeichern zu steuern, wenn Sie spezielle Anforderungen an den Datenschutz haben, wie zum Beispiel unterschiedliche Snapshot-Zeitpläne. Sobald sich die VMs im NetApp-Cluster befinden, kann Storage vMotion VAAI-Offloads verwenden, um VMs zwischen den Datenspeichern im Cluster zu verschieben, ohne dass eine hostbasierte Kopie erforderlich ist. Beachten Sie, dass NFS das Storage vMotion eingeschalteter VMs nicht auslagert; VMFS hingegen schon.
- Virtual Machines, bei denen eine präzisere Migration erforderlich ist, sind unter anderem Datenbanken und Applikationen mit Nutzung von Attached Storage. Bei diesen sollten Sie die Migration im Allgemeinen mit den Applikationstools managen. Für Oracle empfiehlt sich zur Migration der Datenbankdateien die Nutzung von Oracle-Tools wie RMAN oder ASM. Weitere Informationen finden Sie unter "[Migration von Oracle Datenbanken auf ONTAP Storage-Systeme](#)". Ganz ähnlich kommen für SQL Server entweder SQL Server Management Studio oder NetApp Tools wie SnapManager für SQL Server oder SnapCenter in Betracht.

ONTAP Tools für VMware vSphere

Die wichtigste Best Practice bei der Verwendung von vSphere mit Systemen, auf denen ONTAP läuft, ist die Installation und Nutzung des ONTAP tools for VMware vSphere Plug-ins (ehemals Virtual Storage Console). Dieses vCenter Plug-in vereinfacht die Speicherverwaltung, verbessert die Verfügbarkeit und reduziert Speicher Kosten und Betriebsaufwand, unabhängig davon, ob SAN oder NAS, auf ASA, AFF, FAS oder sogar ONTAP Select (eine softwaredefinierte Version von ONTAP, die in einer VMware- oder KVM-VM läuft), verwendet werden. Es verwendet Best Practices für die Bereitstellung von Datenspeichern und optimiert die ESXi-Hosteinstellungen für Multipath und HBA-timeouts (diese sind in Anhang B beschrieben). Da es sich um ein vCenter Plug-in handelt, steht es allen vSphere Webclients zur Verfügung, die eine Verbindung zum vCenter Server herstellen.

Das Plug-in hilft Ihnen auch bei der Nutzung anderer ONTAP Tools in vSphere Umgebungen. Damit können Sie das NFS-Plug-in für VMware VAAI installieren, das einen Copy-Offload zu ONTAP für VM-Klonvorgänge, eine Speicherplatzreservierung für Thick Virtual Disk Files und ONTAP Snapshot Offload ermöglicht.



Bei imagebasierten vSphere-Clustern sollten Sie dennoch das NFS Plug-In zu Ihrem Image hinzufügen, damit sie nicht aus der Compliance geraten, wenn Sie es mit ONTAP tools installieren.

ONTAP Tools sind auch die Managementoberfläche für viele Funktionen von VASA Provider für ONTAP und unterstützen dasrichtlinienbasierte Storage-Management mit VVols.

Im Allgemeinen empfiehlt **NetApp** die Verwendung der Schnittstelle ONTAP Tools für VMware vSphere in vCenter zur Bereitstellung herkömmlicher und VVols Datastores, um die Einhaltung von Best Practices sicherzustellen.

Allgemeines Networking

Die Konfiguration der Netzwerkeinstellungen bei der Verwendung von vSphere mit Systemen, auf denen ONTAP läuft, ist unkompliziert und ähnelt anderen Netzwerkkonfigurationen. Hier sind einige Dinge, die Sie beachten sollten:

- Separater Storage-Netzwerk-Traffic aus anderen Netzwerken. Ein separates Netzwerk kann mithilfe eines dedizierten VLANs oder separater Switches für Storage eingerichtet werden. Falls im Storage-Netzwerk physische Pfade wie Uplinks geteilt werden, sind eventuell QoS oder zusätzliche Uplink-Ports erforderlich, um eine ausreichende Bandbreite sicherzustellen. Stellen Sie keine direkte Verbindung zwischen Hosts und Storage her. Verwenden Sie Switches, um redundante Pfade zu verwenden und VMware HA ohne Eingriff von Microsoft HA zu arbeiten. Siehe "[Direkte Netzwerkverbindung](#)" Finden Sie weitere

Informationen.

- Jumbo Frames können genutzt werden, sofern dies gewünscht ist und von Ihrem Netzwerk unterstützt wird, insbesondere bei Verwendung von iSCSI. Vergewissern Sie sich bei ihrem Einsatz, dass sie auf allen Netzwerkgeräten, VLANs etc. Im Pfad zwischen Storage und dem ESXi Host gleich konfiguriert sind. Andernfalls kann es zu Performance- oder Verbindungsproblemen kommen. Auf dem virtuellen ESXi Switch, dem VMkernel Port, sowie den physischen Ports oder den Interface Groups muss für jeden ONTAP Node auch jeweils dieselbe MTU festgelegt sein.
- NetApp empfiehlt eine Deaktivierung der Netzwerk- Flusssteuerung nur an den Cluster-Interconnect-Ports innerhalb eines ONTAP Clusters. Für die übrigen Netzwerkports, die für Daten-Traffic verwendet werden, gibt NetApp im Hinblick auf Best Practices keine weiteren Empfehlungen. Diese Ports sollten Sie nach Bedarf aktivieren oder deaktivieren. Weitere Informationen zur Flusssteuerung finden Sie unter "[TR-4182](#)".
- Wenn ESXi- und ONTAP-Speicher-Arrays mit Ethernet-Speichernetzwerken verbunden werden, empfiehlt **NetApp** die Konfiguration der Ethernet-Ports, mit denen diese Systeme verbunden werden, als RSTP-Edge-Ports (Rapid Spanning Tree Protocol) oder mit der Cisco-PortFast-Funktion. **NetApp empfiehlt** die Aktivierung der Spanning-Tree PortFast Trunk-Funktion in Umgebungen, in denen die Cisco PortFast-Funktion verwendet wird und die 802.1Q VLAN-Trunking entweder für den ESXi-Server oder die ONTAP-Speicher-Arrays aktiviert haben.
- **NetApp empfiehlt** die folgenden Best Practices für die Link Aggregation:
 - Verwenden Sie Switches, die Link-Aggregation von Ports auf zwei separaten Switch-Chassis mithilfe eines Multi-Chassis-Link-Aggregation-Gruppenansatzes unterstützen, wie beispielsweise Cisco's Virtual PortChannel (vPC).
 - Deaktivieren Sie LACP für mit ESXi verbundene Switch Ports, es sei denn, Sie verwenden dvSwitches ab 5.1 mit konfiguriertem LACP.
 - Erstellen Sie mit LACP Link-Aggregate für ONTAP Storage-Systeme mit dynamischen Multimode-Schnittstellengruppen mit Port- oder IP-Hash. Siehe "[Netzwerkmanagement](#)" Für weitere Hinweise.
 - Verwenden Sie eine IP-Hash-Teaming-Richtlinie für ESXi bei Verwendung von statischer Link-Aggregation (z. B. EtherChannel) und Standard-vSwitches oder LACP-basierter Link-Aggregation mit vSphere Distributed Switches. Wenn die Link-Aggregation nicht verwendet wird, verwenden Sie stattdessen „Weiterleiten basierend auf der ursprünglichen virtuellen Port-ID“.

SAN (FC, FCoE, NVMe/FC, iSCSI), RDM

Mit vSphere gibt es vier Möglichkeiten, Block-Storage-Geräte zu nutzen:

- Mit VMFS Datastores
- Mit Raw Device Mapping (RDM)
- Als eine über iSCSI verbundene LUN oder ein NVMe/TCP-verbundener Namespace, auf den ein Software-Initiator über ein VM-Gastbetriebssystem zugegriffen und gesteuert wird
- Als VVols Datastore

VMFS ist ein hochperformantes geclustertes Filesystem, das Datastores bereitstellt, bei denen es sich um Shared-Storage-Pools handelt. VMFS Datastores können mit LUNs konfiguriert werden, auf die über FC, iSCSI, FCoE zugegriffen wird. Zudem können NVMe-Namespace, auf die über NVMe/FC- oder NVMe/TCP-Protokolle zugegriffen wird, verwendet werden. Bei VMFS können alle ESX Server in einem Cluster gleichzeitig auf den Speicher zugreifen. Die maximale LUN-Größe beträgt normalerweise 128 TB ab ONTAP 9.12.1P2 (und früher bei ASA Systemen). Daher kann ein VMFS 5 oder ein Datastore mit einer maximalen Größe von 6 TB mit einer einzigen LUN erstellt werden.



Extents sind ein vSphere Speicherkonzept, in dem Sie mehrere LUNs „zusammenfügen“ können, um einen einzelnen größeren Datastore zu erstellen. Sie sollten niemals Extents verwenden, um die gewünschte Datastore-Größe zu erreichen. Eine einzelne LUN ist die Best Practice für einen VMFS Datastore.

vSphere bietet integrierte Unterstützung für mehrere Pfade zu Speichergeräten. vSphere kann den Typ des Speichergeräts für unterstützte Speichersysteme erkennen und konfiguriert automatisch den Multipathing-Stack zur Unterstützung der Funktionen des verwendeten Speichersystems, zur Unterstützung der Regardless des verwendeten Protokolls oder bei Verwendung von ASA, AFF, FAS oder softwaredefiniertem ONTAP.

Sowohl vSphere als auch ONTAP unterstützen Asymmetric Logical Unit Access (ALUA) zur Einrichtung von aktiv-/optimierten und aktiv-/nicht-optimierten Pfaden für Fibre Channel und iSCSI sowie Asymmetric Namespace Access (ANA) für NVMe-Namespace unter Verwendung von NVMe/FC und NVMe/TCP. In ONTAP folgt ein ALUA- oder ANA-optimierter Pfad auf einen direkten Datenpfad. Dabei wird ein Zielport auf dem Node verwendet, der die LUN oder den Namespace hostet, auf die zugegriffen wird. ALUA/ANA ist sowohl in vSphere als auch in ONTAP standardmäßig aktiviert. Die Multipathing-Software in vSphere erkennt den ONTAP Cluster als ALUA oder ANA und verwendet das entsprechende native Plug-in zur Round-Robin-Load-Balancing-Richtlinie.

Bei den ASA Systemen von NetApp werden die LUNs und Namespaces den ESXi Hosts mit symmetrisches Pathing bereitgestellt. Das bedeutet, dass alle Pfade aktiv und optimiert sind. Die Multipathing-Software in vSphere erkennt das ASA System als symmetrisch und verwendet das entsprechende native Plug-in für die Richtlinie zum Round Robin-Lastausgleich.



Weitere Informationen zu optimierten Multipathing-Einstellungen finden Sie unter "[Empfohlene ESXi Host-Einstellungen und andere ONTAP Einstellungen](#)".

ESXi erkennt keine LUNs, Namespaces oder Pfade, die über seine Grenzen hinausgehen. In einem größeren ONTAP Cluster ist es möglich, dass das Pfadlimit vor dem LUN-Limit erreicht wird. Zur Beseitigung dieser Beschränkung unterstützt ONTAP ab Version 8.3 die selektive LUN-Zuordnung (Selective LUN Map, SLM).



In finden Sie die "[Tool „VMware Konfigurationsmaxima“](#)" aktuellsten unterstützten Grenzwerte in ESXi.

SLM beschränkt die Nodes, die Pfade an eine bestimmte LUN weitergeben. Als NetApp Best Practice wird empfohlen, pro Node pro SVM mindestens zwei LIFs zu verwenden und SLM zu verwenden, um die weitergegebenen Pfade auf den Node zu beschränken, der die LUN hostet, und auf seinen HA-Partner. Es sind zwar noch andere Pfade vorhanden, doch werden diese standardmäßig nicht weitergegeben. Die weitergegebenen Pfade können mit den Node-Argumenten zum Hinzufügen oder Entfernen der Berichterstellung in SLM geändert werden. Beachten Sie, dass in Versionen vor 8.3 erstellte LUNs alle Pfade weitergeben. Sie müssen geändert werden, damit nur die Pfade zum Hosting-HA-Paar weitergegeben werden. Weitere Informationen zu SLM finden Sie in Abschnitt 5.9 von "[TR-4080](#)". Um die für eine LUN verfügbaren Pfade weiter zu reduzieren, kann auch die frühere Portsatzmethode verwendet werden. Portsätze tragen dazu bei, die Anzahl der sichtbaren Pfade zu verringern, durch die Initiatoren in einer Initiatorgruppe LUNs ausfindig machen können.

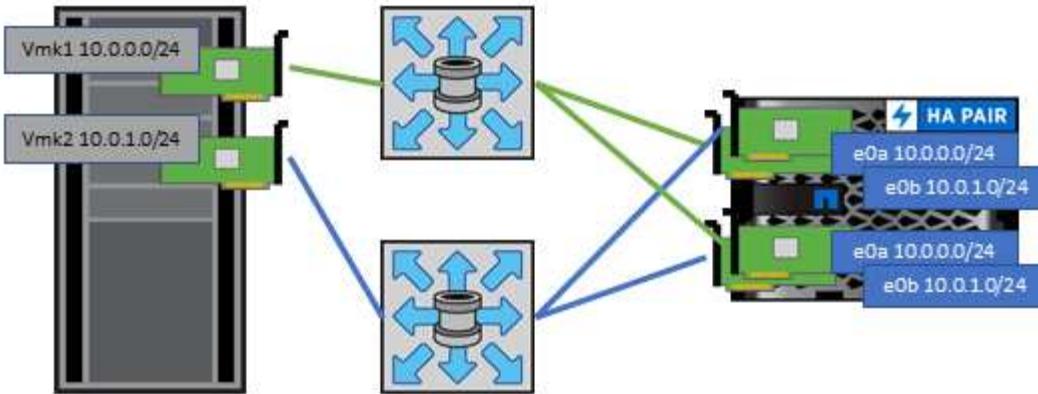
- SLM ist standardmäßig aktiviert. Sofern Sie keine Portsätze verwenden, ist keine weitere Konfiguration erforderlich.
- Für LUNs, die vor Data ONTAP 8.3 erstellt wurden, wenden Sie SLM manuell an. Dazu führen Sie den Befehl aus, um die LUN-Nodes für die Berichterstellung zu entfernen und den LUN-Zugriff auf den LUN-Eigentümer-Node und dessen HA-Partner zu beschränken. `lun mapping remove-reporting-nodes`

SCSI-basierte Blockprotokolle (iSCSI, FC und FCoE) greifen mithilfe von LUN-IDs und Seriennummern sowie

mit eindeutigen Namen auf LUNs zu. FC und FCoE verwenden weltweite Namen (WWNNs und WWPNs). iSCSI verwendet qualifizierte iSCSI-Namen (IQNs), um Pfade basierend auf LUN-zu-igroup-Zuordnungen festzulegen, die nach Portsätzen und SLM gefiltert sind. NVMe-basierte Block-Protokolle werden gemanagt, indem einem NVMe-Subsystem einen Namespace mit einer automatisch generierten Namespace-ID zugewiesen und dieses Subsystem dem NVMe Qualified Name (NQN) der Hosts zugeordnet wird. Unabhängig von FC oder TCP werden NVMe-Namespace mit dem NQN und nicht mit dem WWPN oder WWNN zugeordnet. Der Host erstellt dann einen softwaredefinierten Controller, damit das zugeordnete Subsystem auf seine Namespaces zugreifen kann. Der Pfad zu LUNs und Namespaces in ONTAP hat für die Blockprotokolle keine Bedeutung und wird nirgendwo im Protokoll angegeben. Daher muss ein Volume, das nur LUNs enthält, nicht intern gemountet werden. Zudem ist für Volumes, die in Datastores verwendete LUNs enthalten, kein Verbindungs pfad erforderlich.

Weitere Best Practices, die berücksichtigt werden sollten:

- Prüfen Sie "[Empfohlene ESXi Host-Einstellungen und andere ONTAP Einstellungen](#)", ob die von NetApp in Zusammenarbeit mit VMware empfohlenen Einstellungen vorhanden sind.
- Vergewissern Sie sich, dass für jede SVM auf jedem Node im ONTAP Cluster eine logische Schnittstelle (LIF) erstellt wird, um maximale Verfügbarkeit und Mobilität zu gewährleisten. Als Best Practice empfiehlt sich für ONTAP SANs die Verwendung von zwei physischen Ports und LIFs pro Node, einer für jede Fabric. Mit ALUA werden Pfade geparst und aktive optimierte (direkte) Pfade im Gegensatz zu aktiven nicht optimierten Pfaden identifiziert. ALUA wird für FC, FCoE und iSCSI verwendet.
- Nutzen Sie für iSCSI-Netzwerke mehrere VMkernel Netzwerkschnittstellen für verschiedene Subnetze mit NIC-Teaming, wenn mehrere virtuelle Switches vorhanden sind. Darüber hinaus können Sie mehrere physische NICs nutzen, die mit mehreren physischen Switches verbunden sind, um Hochverfügbarkeit und einen höheren Durchsatz bereitzustellen. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für Multipath-Konnektivität. Konfigurieren Sie in ONTAP entweder eine Single-Mode-Schnittstellengruppe für Failover mit zwei oder mehr Links, die mit zwei oder mehreren Switches verbunden sind, oder nutzen Sie LACP oder eine andere Link-Aggregationstechnologie mit Multimode-Schnittstellengruppen, um Hochverfügbarkeit und die Vorteile der Link-Aggregation bereitzustellen.
- Wenn das Challenge-Handshake Authentication Protocol (CHAP) in ESXi für die Zielauthentifizierung verwendet wird, muss es auch in ONTAP über die CLI konfiguriert werden (`vserver iscsi security create`) Oder mit System Manager (bearbeiten Sie die Initiatorsicherheit unter „Storage“ > „SVMs“ > „SVM-Einstellungen“ > „Protocols“ > „iSCSI“).
- Verwenden Sie ONTAP Tools für VMware vSphere, um LUNs und Initiatorgruppen zu erstellen und zu managen. Das Plug-in bestimmt automatisch die WWPNs von Servern und erstellt entsprechende Initiatorgruppen. Darüber hinaus konfiguriert er LUNs gemäß Best Practices und ordnet sie den richtigen Initiatorgruppen zu.
- Setzen Sie RDMs mit Bedacht ein, da ihr Management schwieriger sein kann. Zudem verwenden sie auch Pfade, die wie bereits beschrieben beschränkt sind. ONTAP LUNs unterstützen beide "[Kompatibilitätsmodus für physischen und virtuellen Modus](#)" RDMs:
- Weitere Informationen zur Verwendung von NVMe/FC mit vSphere 7.0 finden Sie im hier "[ONTAP NVMe/FC-Host-Konfigurationsleitfaden](#)" Und "[TR-4684](#)" Die folgende Abbildung zeigt die Multipath-Konnektivität von einem vSphere Host zu einer ONTAP LUN.



NFS

Bei ONTAP handelt es sich unter anderem um ein horizontal skalierbares NAS-Array der Enterprise-Klasse. ONTAP ermöglicht VMware vSphere den gleichzeitigen Zugriff auf NFS-verbundene Datastores von vielen ESXi Hosts und übertrifft dabei die für VMFS Dateisysteme auferlegten Grenzen bei Weitem. Die Verwendung von NFS mit vSphere bietet einige Vorteile in Bezug auf Benutzerfreundlichkeit, Storage-Effizienz und Sichtbarkeit, wie im Abschnitt erwähnt "[Datenspeicher](#)".

Für die Verwendung von ONTAP NFS mit vSphere werden folgende Best Practices empfohlen:

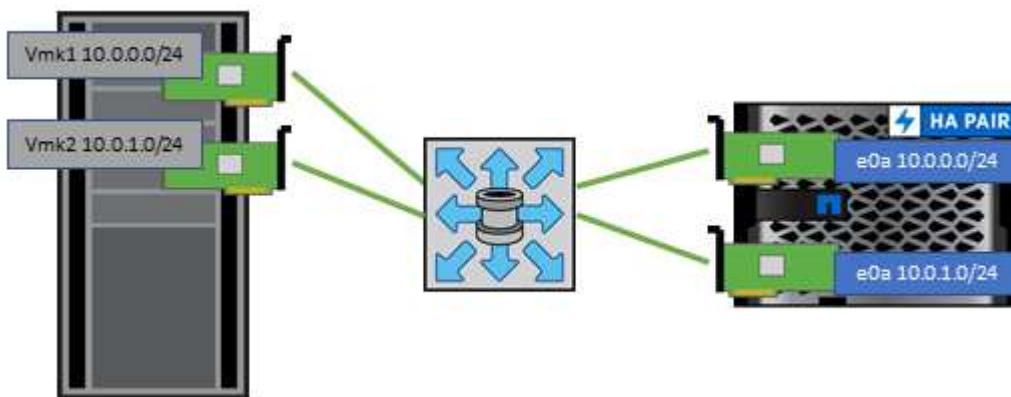
- Verwenden Sie ONTAP Tools für VMware vSphere (die wichtigste Best Practice):
 - Mit den ONTAP Tools für VMware vSphere können Sie Datastores bereitstellen, da es das Management von Richtlinien für den Export automatisch vereinfacht.
 - Wählen Sie beim Erstellen von Datastores für VMware Cluster mithilfe des Plug-ins das Cluster anstelle eines einzelnen ESX Servers aus. Bei dieser Auswahl mountet der Datastore automatisch auf alle Hosts im Cluster.
 - Wenden Sie mithilfe der Plug-in-Mount-Funktion vorhandene Datastores auf neue Server an.
 - Wenn Sie die ONTAP Tools nicht für VMware vSphere verwenden, verwenden Sie eine Exportrichtlinie für alle Server oder für jeden Server-Cluster, wo eine zusätzliche Zugriffs-Kontrolle erforderlich ist.
- Verwenden einer einzelnen logischen Schnittstelle (LIF) für jede SVM auf jedem Node im ONTAP-Cluster. Die bisherigen Empfehlungen eines LIF pro Datenspeicher sind nicht mehr erforderlich. Der direkte Zugriff (LIF und Datastore auf demselben Node) ist zwar am besten, aber indirekte Zugriffe müssen sich keine Sorgen machen, da die Performance-Auswirkungen im Allgemeinen minimal sind (Mikrosekunden).
- Wenn Sie fpolicy verwenden, sollten Sie .lck-Dateien ausschließen, da diese von vSphere zum Sperren verwendet werden, wenn eine VM eingeschaltet ist.
- Alle aktuell unterstützten Versionen von VMware vSphere können sowohl NFS v3 als auch v4.1 verwenden. Die offizielle Unterstützung für nconnect wurde für vSphere 8.0 Update 2 für NFS v3 und Update 3 für NFS v4.1 hinzugefügt. Für NFS v4.1 unterstützt vSphere weiterhin Session-Trunking, Kerberos-Authentifizierung und Kerberos-Authentifizierung mit Integrität. Beachten Sie, dass für das Session-Trunking ONTAP 9.14.1 oder eine neuere Version erforderlich ist. Mehr über die nconnect-Funktion und wie sie die Leistung verbessert, erfahren Sie unter "[NFSv3 nconnect Funktion mit NetApp und VMware](#)".



- Der Höchstwert für nconnect in vSphere 8 ist 4 und der Standardwert ist 1. Das Maximalwert-Limit in vSphere kann durch erweiterte Einstellungen auf Host-Basis angehoben werden, allerdings ist es in der Regel nicht erforderlich.
 - Für Umgebungen, die eine höhere Performance als eine einzelne TCP-Verbindung liefern können, wird der Wert 4 empfohlen.
 - Beachten Sie, dass ESXi 256 NFS-Verbindungen hat, und jede nconnect-Verbindung zählt zu diesem Gesamtwert. Beispielsweise würden zwei Datenspeicher mit nconnect=4 als insgesamt acht Verbindungen gezählt.
 - Es ist wichtig, die Performance-Auswirkungen von nconnect auf Ihre Umgebung zu testen, bevor Sie umfangreiche Änderungen in Produktionsumgebungen implementieren.
- Erwähnenswert ist, dass NFSv3 und NFSv4.1 verschiedene Sperrmechanismen verwenden. NFSv3 verwendet „Client-side locking“, während in NFSv4.1 „Server-side locking“ verwendet wird. Ein ONTAP Volume kann zwar mit beiden Protokollen exportiert werden, doch ESXi kann einen Datastore nur durch ein Protokoll mounten. Dies bedeutet jedoch nicht, dass andere ESXi-Hosts nicht denselben Datastore über eine andere Version mounten können. Um Probleme zu vermeiden, ist es wichtig, die beim Mounten verwendete Protokollversion anzugeben, um sicherzustellen, dass alle Hosts dieselbe Version und somit auch denselben Sperrungsstil anwenden. Es ist entscheidend, zu vermeiden, dass NFS-Versionen über Hosts hinweg gemischt werden. Wenn möglich, verwenden Sie Hostprofile, um die Compliance zu überprüfen.
- Da keine automatische Datastore-Konvertierung zwischen NFSv3 und NFSv4.1 stattfindet, erstellen Sie einen neuen Datastore für NFSv4.1 und migrieren Sie die VMs mithilfe von Storage vMotion zum neuen Datastore.
 - In den Tabellenhinweisen zu NFS v4.1 Interoperabilität in "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" finden Sie Informationen zu den spezifischen ESXi Patch-Leveln, die für die Unterstützung erforderlich sind.
- Wie in erwähnt "[Einstellungen](#)", sollten Sie, wenn Sie vSphere CSI für Kubernetes nicht verwenden, das newSyncInterval per einstellen "[VMware KB 386364](#)"
- Zur Steuerung des Zugriffs durch vSphere Hosts kommen die NFS-Exportrichtlinien zur Anwendung. Sie können eine Richtlinie für mehrere Volumes (Datastores) nutzen. Bei NFS verwendet ESXi den Sicherheitsstil „sys“ (UNIX). Zur Ausführung von VMs ist dabei die Root-Mount-Option erforderlich. In ONTAP wird diese Option als Superuser bezeichnet. Wenn die Option Superuser verwendet wird, ist es nicht erforderlich, die anonyme Benutzer-ID anzugeben. Beachten Sie, dass Regeln für die Exportrichtlinie mit unterschiedlichen Werten für –anon –allow-suid die SVM-Erkennungsprobleme mit ONTAP Tools verursachen können. Die IP-Adressen sollten durch Kommas getrennt sein und keine Leerzeichen der vmkernel-Port-Adressen enthalten, durch die die Datenspeicher gemountet werden. Hier sehen Sie eine Beispielrichtlinie:
- Access Protocol: nfs (schließt nfsv3 und NFSv4 ein)
 - Liste der Hostnamen, IP-Adressen, Netzwerkgruppen oder Domänen von Client Match: 192.168.42.21, 192.168.42.22
 - RO-Zugriffsregel: Beliebig
 - RW-Zugriffsregel: Beliebig
 - Benutzer-ID, der anonyme Benutzer zugeordnet werden: 65534
 - Superuser-Sicherheitstypen: Beliebig
 - Ehrensetuid Bits in SETATTR: Wahr
 - Erzeugung von Geräten zulassen: True
- Wenn das NetApp-NFS-Plug-in für VMware VAAI verwendet wird, sollte das Protokoll beim Erstellen oder

Ändern der Regel für die Exportrichtlinie auf eingestellt nfs werden. Damit der Copy-Offload funktioniert, wird das NFSv4-Protokoll benötigt. Wenn das Protokoll als angegeben wird, nfs schließt dies automatisch beide Versionen – NFSv3 und NFSv4 – ein. Dies ist auch dann erforderlich, wenn der Datenspeichertyp als NFS v3 erstellt wird.

- NFS-Datastore-Volumes werden aus dem Root-Volume der SVM heraus verbunden. Daher muss ESXi zum Navigieren und Mounten von Datastore Volumes auch Zugriff auf das Root-Volume haben. Die Exportrichtlinie für das Root-Volume und für alle anderen Volumes, in denen die Verbindung des Datastore Volumes geschachtelt ist, muss eine oder mehrere Regeln für die ESXi Server einschließen, die ihnen schreibgeschützten Zugriff gewähren. Hier sehen Sie eine Beispielrichtlinie für das Root-Volume, bei der auch das VAAI Plug-in genutzt wird:
 - Zugriffsprotokoll: nfs
 - Client-Match-Spezifikation: 192.168.42.21,192.168.42.22
 - RO-Zugriffsregel: Sys
 - RW Access Rule: Never (höchste Sicherheit für Root-Volume)
 - Anonyme UID
 - Superuser: Sys (auch für Root-Volume mit VAAI erforderlich)
- Obwohl ONTAP eine flexible Namespace-Struktur für Volumes bietet, in der Volumes mithilfe von Verbindungen in einer Baumstruktur angeordnet werden können, ist dieser Ansatz für vSphere nicht praktikabel. Für jede VM im Root-Verzeichnis des Datastores wird unabhängig von der Namespace-Hierarchie des Storage ein Verzeichnis erstellt. Daher besteht die Best Practice darin, den Verbindungspfad für Volumes für vSphere im Root-Volume der SVM zu erstellen. Dies entspricht auch der Art und Weise, wie ONTAP Tools für VMware vSphere Datastores bereitstellt. Ohne geschachtelte Verbindungspfade besteht bei Volumes zudem nur eine Abhängigkeit zum Root-Volume. Wenn ein Volume dann offline geschaltet oder sogar absichtlich zerstört wird, wirkt sich dies also nicht auf den Pfad zu den anderen Volumes aus.
- Eine Blockgröße von 4 KB ist für NTFS-Partitionen auf NFS-Datenspeichern gut. In der folgenden Abbildung ist die Konnektivität eines vSphere Hosts zu einem ONTAP NFS-Datastore dargestellt.



In der folgenden Tabelle sind NFS-Versionen und unterstützte Funktionen aufgeführt.

Funktionen von vSphere	NFSv3	NFSv4.1
VMotion und Storage vMotion	Ja.	Ja.
Hochverfügbarkeit	Ja.	Ja.
Fehlertoleranz	Ja.	Ja.

Funktionen von vSphere	NFSv3	NFSv4.1
DRS	Ja.	Ja.
Hostprofile	Ja.	Ja.
Storage DRS	Ja.	Nein
Storage-I/O-Steuerung	Ja.	Nein
SRM	Ja.	Nein
Virtual Volumes	Ja.	Nein
Hardwarebeschleunigung (VAAI)	Ja.	Ja.
Kerberos Authentifizierung	Nein	Ja (Erweiterung mit vSphere 6.5 und höher zur Unterstützung von AES, krb5i)
Multipathing-Unterstützung	Nein	Ja (ONTAP 9.14.1)

FlexGroup Volumes

Verwenden Sie ONTAP und FlexGroup Volumes mit VMware vSphere für einfache und skalierbare Datastores, die das volle Potenzial eines gesamten ONTAP Clusters ausschöpfen.

ONTAP 9.8 sowie die ONTAP Tools für VMware vSphere 9.8-9.13 und das SnapCenter Plug-in für VMware 4.4 sowie neuere Versionen unterstützen zusätzlich FlexGroup Volume-gestützte Datastores in vSphere. FlexGroup Volumes vereinfachen die Erstellung großer Datenspeicher und erstellen automatisch die erforderlichen verteilten zusammengehörigen Volumes im gesamten ONTAP Cluster, um die maximale Performance eines ONTAP Systems zu erzielen.

Verwenden Sie FlexGroup Volumes mit vSphere, wenn Sie einen einzelnen, skalierbaren vSphere Datastore mit der Leistung eines vollständigen ONTAP Clusters benötigen oder wenn Sie sehr große Klon-Workloads haben, die vom FlexGroup Klonmechanismus profitieren können, indem Sie den Klon-Cache konstant warm halten.

Copy-Offload

Zusätzlich zu umfangreichen Systemtests mit vSphere Workloads hat ONTAP 9.8 einen neuen Copy-Offload-Mechanismus für FlexGroup Datastores hinzugefügt. Das neue System verwendet eine verbesserte Copy Engine, um Dateien zwischen Komponenten im Hintergrund zu replizieren und gleichzeitig Zugriff auf Quelle und Ziel zu ermöglichen. Dieser konstituierende lokale Cache wird dann zur schnellen Instanziierung von VM-Klonen nach Bedarf verwendet.

Informationen zum Aktivieren des für FlexGroup optimierten Copy-Offload finden Sie unter "[Konfigurieren von ONTAP FlexGroup Volumes für VAAI Copy-Offload](#)"

Wenn Sie VAAI klonen, aber nicht genug klonen, um den Cache warm zu halten, können Sie feststellen, dass Ihre Klone möglicherweise nicht schneller als eine Host-basierte Kopie sind. In diesem Fall können Sie das Cache-Timeout auf Ihre Bedürfnisse abstimmen.

Betrachten wir das folgende Szenario:

- Sie haben eine neue FlexGroup mit 8 Komponenten erstellt

- Das Cache-Zeitlimit für die neue FlexGroup ist auf 160 Minuten festgelegt

In diesem Szenario sind die ersten 8 Klonen vollständig vollständige Kopien anstatt lokale Dateiklone. Für jedes weitere Klonen dieser VM vor Ablauf der 160-Sekunden-Zeitüberschreitung wird die Datei-Klon-Engine innerhalb jeder Komponente nach dem Round-Robin-Verfahren verwendet, um nahezu sofortige Kopien zu erstellen, die gleichmäßig über die einzelnen Volumes verteilt sind.

Bei jedem neuen Klonjob, der ein Volume erhält, wird die Zeitüberschreitung zurückgesetzt. Wenn ein konstituierendes Volume in der Beispiel-FlexGroup vor dem Timeout keine Klonanforderung erhält, wird der Cache für diese bestimmte VM gelöscht und das Volume muss erneut ausgefüllt werden. Wenn sich auch die Quelle des ursprünglichen Klons ändert (z. B. Sie haben die Vorlage aktualisiert), wird der lokale Cache jeder Komponente ungültig, um Konflikte zu vermeiden. Wie bereits erwähnt, kann der Cache an die Anforderungen Ihrer Umgebung angepasst werden.

Weitere Informationen zur Verwendung von FlexGroup Volumes mit VAAI finden Sie in diesem KB-Artikel:
["VAAI: Wie funktioniert Caching mit FlexGroup Volumes?"](#)

In Umgebungen, in denen Unternehmen nicht alle Vorteile des FlexGroup Cache ausschöpfen können, aber trotzdem schnelles standortübergreifendes Klonen benötigen, ist die Verwendung von VVols eine erwägen. Das Volume-übergreifende Klonen mit VVols erfolgt viel schneller als bei herkömmlichen Datastores und ist nicht auf einen Cache angewiesen.

QoS-Einstellungen

Das Konfigurieren von QoS auf FlexGroup-Ebene mit ONTAP System Manager oder der Cluster Shell wird unterstützt, allerdings bietet es keine VM-Erkennung oder vCenter-Integration.

QoS (IOPS-Maximum/Min.) kann auf einzelnen VMs oder auf allen VMs in einem Datastore eingerichtet werden. Zu diesem Zeitpunkt in der vCenter UI oder über REST-APIs mithilfe von ONTAP Tools. Die Festlegung der QoS auf allen VMs ersetzt alle separaten Einstellungen pro VM. Einstellungen erweitern nicht auch künftig auf neue oder migrierte VMs. Sie können entweder QoS auf den neuen VMs festlegen oder QoS neu auf alle VMs im Datastore anwenden.

Zu beachten ist, dass VMware vSphere alle I/O-Vorgänge für einen NFS-Datastore als eine einzelne Warteschlange pro Host behandelt. Eine QoS-Drosselung für eine VM kann die Performance für andere VMs im selben Datastore für diesen Host beeinträchtigen. Dies steht im Gegensatz zu VVols, die ihre QoS-Richtlinieneinstellungen beibehalten können, wenn sie zu einem anderen Datastore migriert werden und bei einer Drosselung die I/O anderer VMs nicht beeinträchtigen.

Metriken

ONTAP 9.8 hat außerdem neue dateibasierte Performance-Kennzahlen (IOPS, Durchsatz und Latenz) für FlexGroup-Dateien hinzugefügt. Diese Metriken können über das Dashboard von ONTAP Tools für VMware vSphere sowie VM-Berichte eingesehen werden. Die ONTAP Tools für VMware vSphere Plug-in ermöglichen Ihnen darüber hinaus die Festlegung von QoS-Regeln (Quality of Service) über eine Kombination aus dem Maximum und/oder dem Minimum von IOPS. Diese können über alle VMs in einem Datenspeicher oder individuell für bestimmte VMs hinweg festgelegt werden.

Best Practices in sich vereint

- Erstellen Sie mit den ONTAP Tools FlexGroup Datastores, damit Ihre FlexGroup optimal erstellt wird und die Exportrichtlinien entsprechend Ihrer vSphere Umgebung konfiguriert werden. Nachdem Sie jedoch das FlexGroup Volume mit ONTAP Tools erstellt haben, wird festgestellt, dass alle Nodes im vSphere-Cluster eine einzige IP-Adresse zum Mounten des Datenspeichers verwenden. Dies kann zu einem Engpass am Netzwerkport führen. Um dieses Problem zu vermeiden, mounten Sie den Datastore ab und mounten Sie

ihn dann mit dem standardmäßigen vSphere Datastore-Assistenten unter Verwendung eines Round-Robin-DNS-Namens, der die Last über LIFs auf der SVM verteilt. Nach der erneuten Montage können ONTAP Tools den Datastore wieder managen. Wenn keine ONTAP-Tools verfügbar sind, verwenden Sie die FlexGroup-Standardeinstellungen, und erstellen Sie entsprechend den Richtlinien in Ihre Exportrichtlinie "[Datenspeicher und Protokolle – NFS](#)".

- Beachten Sie bei der Dimensionierung eines FlexGroup-Datenspeichers, dass die FlexGroup aus mehreren kleineren FlexVol-Volumes besteht, die einen größeren Namespace erstellen. Daher sollten Sie die Größe des Datenspeichers mindestens 8x (bei Annahme der 8 Standard-Komponenten) der Größe Ihrer größten VMDK-Datei plus 10 bis 20 % ungenutzte Reserven aufweisen, um Flexibilität bei der Ausbalancierung zu ermöglichen. Wenn Sie beispielsweise eine 6 TB VMDK in Ihrer Umgebung haben, müssen Sie den FlexGroup Datenspeicher nicht kleiner als 52,8 TB (6 x 8 + 10 %) dimensionieren.
- VMware und NetApp unterstützen das NFSv4.1 Session Trunking ab ONTAP 9.14.1. Spezifische Versionsinformationen finden Sie in den IMT-Hinweisen (NetApp NFS 4.1 Interoperabilitäts-Matrix-Tool). NFSv3 unterstützt nicht mehrere physische Pfade zu einem Volume, sondern beginnend mit vSphere 8.0U2 nconnect. Weitere Informationen zu nconnect finden Sie unter "[NFSv3 nConnect Funktion mit NetApp und VMware](#)".
- Nutzen Sie das NFS-Plug-in für VMware VAAI für den Offloaded Data Transfer. Beachten Sie, dass das Klonen innerhalb eines FlexGroup-Datastore verbessert wird, wie bereits erwähnt, aber ONTAP beim Kopieren von VMs zwischen FlexVol und/oder FlexGroup Volumes keine wesentlichen Performance-Vorteile gegenüber ESXi Hostkopien bietet. Berücksichtigen Sie daher Ihre Klon-Workloads bei der Entscheidung, VAAI oder FlexGroup Volumes zu verwenden. Die Änderung der Anzahl zusammengebender Volumes ist eine Möglichkeit zur Optimierung des FlexGroup-basierten Klonens. Ebenso wie die Anpassung der zuvor erwähnten Cache-Zeitüberschreitung.
- ONTAP Tools für VMware vSphere 9.8-9.13 ermöglichen die Überwachung der Performance von FlexGroup VMs mithilfe von ONTAP Kennzahlen (Dashboard und VM-Berichte) und das Management von QoS auf einzelnen VMs. Diese Metriken sind derzeit nicht über ONTAP-Befehle oder APIs verfügbar.
- Das SnapCenter Plug-in für VMware vSphere Version 4.4 und höher unterstützt das Backup und die Recovery von VMs in einem FlexGroup Datastore auf dem primären Storage-System. SCV 4.6 bietet zusätzliche SnapMirror Unterstützung für FlexGroup-basierte Datastores. Array-basierte Snapshots und Replizierung sind die effizienteste Methode zum Schutz Ihrer Daten.

Netzwerkkonfiguration

Wenn Sie vSphere mit Systemen mit ONTAP verwenden, ist die Konfiguration von Netzwerkeinstellungen einfach und erfolgt ähnlich wie andere Netzwerkkonfigurationen.

Folgende Punkte sind dabei zu berücksichtigen:

- Separater Storage-Netzwerk-Traffic aus anderen Netzwerken. Ein separates Netzwerk kann mithilfe eines dedizierten VLANs oder separater Switches für Storage eingerichtet werden. Falls im Storage-Netzwerk physische Pfade wie Uplinks geteilt werden, sind eventuell QoS oder zusätzliche Uplink-Ports erforderlich, um eine ausreichende Bandbreite sicherzustellen. Verbinden Sie Hosts nicht direkt mit Storage, es sei denn, Ihr Lösungsleitfaden fordert ausdrücklich darauf an. Verwenden Sie Switches mit redundanten Pfaden, und lassen Sie VMware HA ohne Eingriffe arbeiten.
- Jumbo Frames sollten verwendet werden, wenn sie von Ihrem Netzwerk unterstützt werden. Vergewissern Sie sich bei Ihrem Einsatz, dass sie auf allen Netzwerkgeräten, VLANs etc. Im Pfad zwischen Storage und dem ESXi Host gleich konfiguriert sind. Andernfalls kann es zu Performance- oder Verbindungsproblemen kommen. Auf dem virtuellen ESXi Switch, dem VMkernel Port, sowie den physischen Ports oder den Interface Groups muss für jeden ONTAP Node auch jeweils dieselbe MTU festgelegt sein.

- NetApp empfiehlt eine Deaktivierung der Netzwerk- Flusssteuerung nur an den Cluster-Interconnect-Ports innerhalb eines ONTAP Clusters. NetApp gibt im Hinblick auf Best Practices zur Flusskontrolle für die übrigen Netzwerkports, die für Daten-Traffic verwendet werden, keine weiteren Empfehlungen. Sie sollten diese Funktion nach Bedarf aktivieren oder deaktivieren. Weitere Informationen zur Flusssteuerung finden Sie unter "[TR-4182](#)".
- Wenn ESXi und ONTAP Storage-Arrays mit Ethernet-Storage-Netzwerken verbunden werden, empfiehlt NetApp, die Ethernet-Ports, mit denen diese Systeme verbunden werden, mit der Cisco PortFast Funktion oder als Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP)-Edge-Ports zu konfigurieren. NetApp empfiehlt die Aktivierung der Spanning Tree PortFast Trunk-Funktion in Umgebungen mit Verwendung der Cisco PortFast Funktion und 802.1Q VLAN-Trunking entweder für den ESXi Server oder für die ONTAP Storage-Arrays.
- Für die Link-Aggregation empfiehlt NetApp die folgenden Best Practices:
 - Verwenden Sie Switches, die die Link-Aggregation von Ports in zwei separaten Switch-Chassis durch einen Ansatz mit einer Multi-Chassis-Link-Aggregationsgruppe wie Virtual PortChannel (vPC) von Cisco unterstützen.
 - Deaktivieren Sie LACP für mit ESXi verbundene Switch Ports, es sei denn, Sie verwenden dvSwitches ab 5.1 mit konfiguriertem LACP.
 - Erstellen Sie mit LACP Link-Aggregate für ONTAP Storage-Systeme mit dynamischen Multimode-Schnittstellengruppen mit IP-Hash.
 - Verwenden Sie eine IP-Hash-Teaming-Richtlinie für ESXi.

Die folgende Tabelle enthält eine Zusammenfassung der Netzwerkkonfigurationselemente sowie Angaben dazu, wo die Einstellungen angewendet werden.

Element	ESXi	Switch	Knoten	SVM
IP-Adresse	VMkernel	Nein**	Nein**	Ja.
Link-Aggregation	Virtueller Switch	Ja.	Ja.	Nein*
VLAN	VMkernel und VM-Portgruppen	Ja.	Ja.	Nein*
Flusskontrolle	NIC	Ja.	Ja.	Nein*
Spanning Tree	Nein	Ja.	Nein	Nein
MTU (für Jumbo Frames)	Virtueller Switch und VMkernel Port (9000)	Ja (auf Maximalwert eingestellt)	Ja (9000)	Nein*
Failover-Gruppen	Nein	Nein	Ja (erstellen)	Ja (auswählen)

*SVM-LIFs werden mit Ports, Schnittstellengruppen oder VLAN-Schnittstellen verbunden, die über VLAN-, MTU- und andere Einstellungen verfügen. Diese Einstellungen werden jedoch nicht auf SVM-Ebene gemanagt.

**Diese Geräte haben eigene IP-Adressen für das Management, aber diese Adressen werden nicht im Zusammenhang mit ESXi Storage Networking verwendet.

SAN (FC, NVMe/FC, iSCSI, NVMe/TCP), RDM

ONTAP bietet Block-Storage der Enterprise-Klasse für VMware vSphere unter Verwendung des traditionellen iSCSI- und Fibre-Channel-Protokolls (FCP) sowie des hocheffizienten und performanten NVMe-of (Next-

Generation Block-Protokoll), das sowohl NVMe/FC als auch NVMe/TCP unterstützt.

Detaillierte Best Practices zur Implementierung von Blockprotokollen für VM-Storage mit vSphere und ONTAP finden Sie unter "["Datenspeicher und Protokolle – SAN"](#)"

NFS

Bei vSphere können Kunden mithilfe von NFS-Arrays der Enterprise-Klasse gleichzeitigen Zugriff auf Datastores auf allen Nodes in einem ESXi Cluster ermöglichen. Wie im Abschnitt erwähnt "["Datenspeicher"](#)", gibt es bei der Verwendung von NFS mit vSphere einige Vorteile im Hinblick auf Benutzerfreundlichkeit, Storage-Effizienz und Sichtbarkeit.

Empfohlene Best Practices finden Sie in "["Datenspeicher und Protokolle – NFS"](#)"

Direkte Netzwerkverbindung

Storage-Administratoren ziehen es manchmal vor, ihre Infrastruktur zu vereinfachen, indem sie Netzwerk-Switches von der Konfiguration entfernen. Dies kann in einigen Szenarien unterstützt werden. Allerdings gibt es einige Einschränkungen und Einschränkungen, die zu beachten sind.

iSCSI und NVMe/TCP

Ein Host, der iSCSI oder NVMe/TCP verwendet, kann direkt mit einem Storage-System verbunden werden und ordnungsgemäß ausgeführt werden. Der Grund dafür ist Pathing. Direkte Verbindungen zu zwei verschiedenen Storage Controllern ergeben zwei unabhängige Pfade für den Datenfluss. Der Verlust von Pfad, Port oder Controller verhindert nicht, dass der andere Pfad verwendet wird.

NFS

Direct-Connected NFS Storage kann genutzt werden, aber mit einer erheblichen Einschränkung - Failover funktioniert nicht ohne einen erheblichen Scripting-Aufwand, der in der Verantwortung des Kunden liegt.

Der Grund, warum ein unterbrechungsfreier Failover mit direkt verbundenem NFS-Storage kompliziert ist, ist das Routing auf dem lokalen Betriebssystem. Angenommen, ein Host hat eine IP-Adresse von 192.168.1.1/24 und ist direkt mit einem ONTAP-Controller mit einer IP-Adresse von 192.168.1.50/24 verbunden. Während eines Failovers kann diese 192.168.1.50-Adresse ein Failover auf den anderen Controller durchführen, und sie wird für den Host verfügbar sein. Wie erkennt der Host jedoch sein Vorhandensein? Die ursprüngliche 192.168.1.1-Adresse ist noch auf der Host-NIC vorhanden, die keine Verbindung mehr zu einem Betriebssystem herstellt. Der für 192.168.1.50 bestimmte Datenverkehr würde weiterhin an einen nicht funktionsfähigen Netzwerkport gesendet.

Die zweite BS-NIC könnte als 19 konfiguriert werden 2.168.1.2 und wäre in der Lage, mit der Failed Over 192.168.1.50-Adresse zu kommunizieren, aber die lokalen Routing-Tabellen würden standardmäßig eine **und nur eine**-Adresse verwenden, um mit dem Subnetz 192.168.1.0/24 zu kommunizieren. Ein Sysadmin könnte ein Skript-Framework erstellen, das eine fehlerhafte Netzwerkverbindung erkennt und die lokalen Routing-Tabellen ändert oder Schnittstellen hoch- und herunterfahren würde. Das genaue Verfahren hängt vom verwendeten Betriebssystem ab.

In der Praxis haben NetApp-Kunden NFS direkt verbunden, aber normalerweise nur für Workloads, bei denen IO-Pausen während Failover akzeptabel sind. Wenn harte Mounts verwendet werden, sollte es während solcher Pausen keine IO-Fehler geben. Die E/A-Vorgänge sollten so lange anhalten, bis Dienste wiederhergestellt werden, entweder durch ein Failback oder durch einen manuellen Eingriff, um IP-Adressen zwischen NICs auf dem Host zu verschieben.

FC Direct Connect

Es ist nicht möglich, einen Host direkt über das FC-Protokoll mit einem ONTAP Storage-System zu verbinden. Der Grund dafür ist die Verwendung von NPIV. Der WWN, der einen ONTAP FC-Port mit dem FC-Netzwerk identifiziert, verwendet eine Art Virtualisierung, die als NPIV bezeichnet wird. Jedes Gerät, das an ein ONTAP-System angeschlossen ist, muss einen NPIV-WWN erkennen können. Es gibt derzeit keine HBA-Anbieter, die einen HBA anbieten, der auf einem Host installiert werden kann, der ein NPIV-Ziel unterstützen könnte.

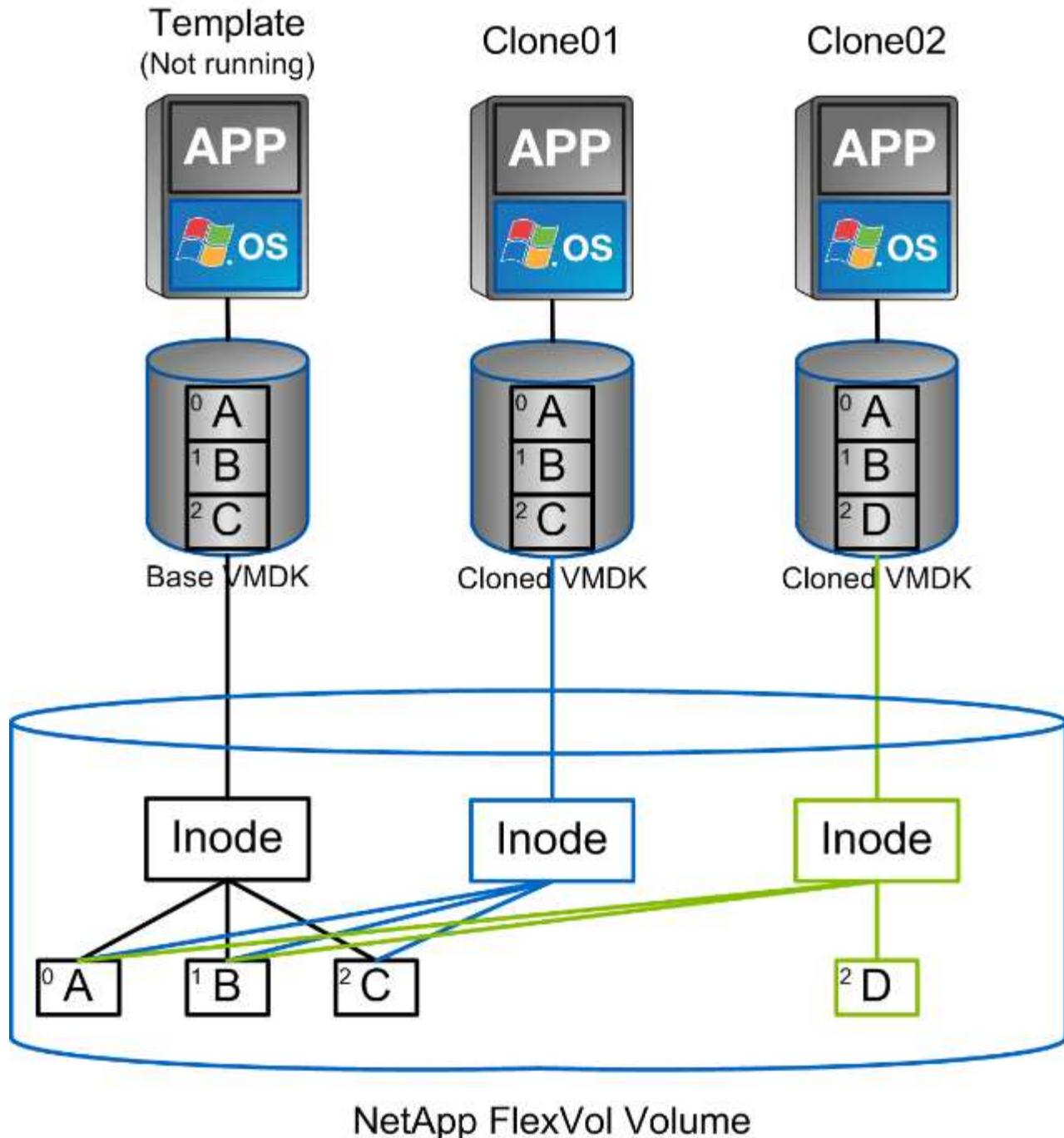
Klonen von VMs und Datastores

Durch das Klonen eines Storage-Objekts können Sie schnell Kopien für andere Zwecke erstellen, beispielsweise zum Provisionieren weiterer VMs, für Backup- und Recovery-Vorgänge usw.

In vSphere können Sie VMs, virtuelle Festplatten, vVol oder Datastores klonen. Nach dem Klonen kann das betreffende Objekt weiter angepasst werden. Dies geschieht häufig durch einen automatisierten Prozess. VSphere unterstützt sowohl vollständige Klone als auch Linked Clones, bei denen Änderungen separat vom ursprünglichen Objekt verfolgt werden.

Linked Clones eignen sich sehr gut, um Speicherplatz zu sparen, aber sie erhöhen die Menge der I/O-Vorgänge, die vSphere für die VM verarbeitet. Dies wirkt sich auf die Performance der betreffenden VM und vielleicht auch des gesamten Hosts aus. Aus diesem Grund nutzen NetApp Kunden häufig Klone, die auf Storage-Systemen basieren, um das Beste aus beiden Welten zu erhalten: Effiziente Storage-Nutzung und höhere Performance.

In der folgenden Abbildung ist das Klonen von ONTAP dargestellt.



Das Klonen kann – in der Regel auf VM-, vVol- oder Datastore-Ebene – durch mehrere Verfahren auf Systeme mit ONTAP verlagert werden. Hierzu zählen:

- VVols, die den NetApp vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) Provider verwenden. ONTAP Klone unterstützen von vCenter gemanagte vVol Snapshots, die platzsparend sind und bei der Erstellung und Löschung eine minimale I/O-Auswirkung haben. VMs können auch mit vCenter geklont werden. Sie werden dann auch zu ONTAP verlagert, sei es innerhalb eines einzelnen Datastores/Volumes oder zwischen Datastores/Volumes.
- VSphere Klone und Migration mit vSphere APIs – Array Integration (VAAI). VM-Klonvorgänge können in SAN- und NAS-Umgebungen zu ONTAP verlagert werden (NetApp stellt ein ESXi Plug-in zur Aktivierung von VAAI für NFS bereit). VSphere verlagert lediglich Vorgänge auf kalte (ausgeschaltet) VMs in einem NAS-Datastore, während Vorgänge auf heißen VMs (Klonen und Storage vMotion) auch für SAN verlagert werden. ONTAP nutzt je nach Quelle und Ziel den effizientesten Ansatz. Diese Funktion wird auch von

verwendet "[OmniSSA Horizon View](#)".

- SRA (wird mit VMware Live Site Recovery/Site Recovery Manager verwendet). Hier werden Klonen zum unterbrechungsfreien Testen der Recovery des DR-Replikats herangezogen.
- Backup und Recovery mit NetApp Tools wie SnapCenter. Mit VM-Klonen werden Backup-Vorgänge sichergestellt. Darüber hinaus können VM-Backups gemountet werden, so dass einzelne Dateien wiederhergestellt werden können.

Verlagerte ONTAP Klonen können durch VMware, NetApp und Drittanbieter tools aufgerufen werden. Zu ONTAP verlagerte Klonen haben mehrere Vorteile. Sie sind in den meisten Fällen platzsparend, da sie nur für Änderungen am Objekt Storage benötigen. Es entstehen keine zusätzlichen Performance-Einbußen, wenn sie gelesen und geschrieben werden, und in einigen Fällen wird die Performance durch die Freigabe von Blöcken in High-Speed-Caches erhöht. Zudem verlagern sie CPU-Zyklen und Netzwerk-I/O-Vorgänge vom ESXi Server. Der Copy-Offload innerhalb eines herkömmlichen Datastores mit einem FlexVol volume kann mit einer lizenzierten FlexClone schnell und effizient sein (in der ONTAP One Lizenz enthalten), doch die Kopien zwischen FlexVol Volumes können langsamer sein. Wenn Sie VM-Vorlagen als Klonquelle bereithalten, sollten Sie sie in Betracht ziehen, sie im Datastore-Volume zu platzieren (Ordner oder Inhaltsbibliotheken zur Organisation dieser Klonen einzusetzen), um schnelle, platzsparende Klonen zu erstellen.

Zum Klonen eines Datastores können Sie ein Volume oder eine LUN auch direkt in ONTAP klonen. Mithilfe der FlexClone Technologie kann bei NFS-Datastores ein gesamtes Volume geklont und der Klon anschließend aus ONTAP exportiert und von ESXi als weiterer Datastore gemountet werden. Bei VMFS Datastores kann in ONTAP eine LUN innerhalb eines Volumes oder das gesamte Volume (einschließlich einer oder mehrerer darin enthaltener LUNs) geklont werden. Eine LUN, die ein VMFS enthält, muss einer ESXi Initiatorgruppe zugeordnet und dann von ESXi neu signiert werden, damit sie gemountet und als regulärer Datastore verwendet werden kann. Ein geklontes VMFS kann für einige temporäre Anwendungsfälle ohne erneute Signatur gemountet werden. Nachdem ein Datastore geklont wurde, können die darin enthaltenen VMs registriert, neu konfiguriert und angepasst werden, als wären sie einzeln geklonte VMs.

In einigen Fällen kann das Klonen durch zusätzliche lizenzierte Funktionen wie SnapRestore für Backups oder FlexClone optimiert werden. Diese Lizenzen sind oft in Lizenz-Bundles ohne zusätzliche Kosten enthalten. Für vVol Klonvorgänge und zur Unterstützung gemanagter Snapshots eines vVol (die vom Hypervisor zu ONTAP verlagert werden) ist eine FlexClone Lizenz erforderlich. Durch eine FlexClone Lizenz können auch bestimmte VAAI basierte Klonen optimiert werden, wenn sie in einem Datastore/Volume verwendet werden. Dabei werden sofortige platzsparende Kopien anstelle von Blockkopien erstellt. Sie wird zudem von SRA beim Testen der Recovery eines DR-Replikats sowie von SnapCenter für Klonvorgänge und zum Durchsuchen von Backup-Kopien zum Wiederherstellen einzelner Dateien genutzt.

Datensicherung

Backups und schnelle Wiederherstellung von Virtual Machines (VMs) sind die wichtigsten Vorteile von ONTAP für vSphere. Diese Funktionalität lässt sich über das SnapCenter Plug-in für VMware vSphere bequem in vCenter managen. Viele Kunden erweitern ihre Backup-Lösungen von Drittanbietern mit SnapCenter, um die Snapshot-Technologie von ONTAP zu nutzen, da diese die schnellste und unkomplizierte Möglichkeit bietet, eine VM mit ONTAP wiederherzustellen. Kunden, die über eine ONTAP One Lizenz verfügen, ist SnapCenter kostenlos erhältlich. Unter Umständen sind auch andere Lizenzpakete erhältlich.

Darüber hinaus kann das SnapCenter Plug-In für VMware integriert werden mit "[NetApp Backup and Recovery für virtuelle Maschinen](#)", wodurch effektive 3-2-1-Backup-Lösungen für die meisten ONTAP Systeme ermöglicht werden. Beachten Sie, dass bei der Verwendung von Backup und Recovery für virtuelle Maschinen

mit Premiumdiensten, wie z. B. Objektspeichern für zusätzlichen Sicherungsspeicher, Gebühren anfallen können. In diesem Abschnitt werden die verschiedenen Optionen zum Schutz Ihrer VMs und Datenspeicher beschrieben.

NetApp ONTAP-Volume-Snapshots

Mit Snapshots können Sie ohne Auswirkungen auf die Performance schnell Kopien Ihrer VMs oder Datastores erstellen und diese dann zur längerfristigen externen Datensicherung mit SnapMirror an ein sekundäres System senden. Durch diesen Ansatz werden der Storage-Platzbedarf und die Netzwerkbandsbreite minimiert, da nur geänderte Informationen gespeichert werden.

Snapshots sind eine Schlüsselfunktion von ONTAP, mit der Sie zeitpunktgenaue Kopien Ihrer Daten erstellen können. Sie sind platzsparend und schnell erstellbar – ideal für die Sicherung von VMs und Datenspeichern. Snapshots können für verschiedene Zwecke verwendet werden, einschließlich Backup, Recovery und Tests. Diese Snapshots unterscheiden sich von VMware (Konsistenz-)Snapshots und sind für längerfristige Sicherung geeignet. Die von VMware vCenter gemanagten Snapshots werden aufgrund von Performance und anderen Auswirkungen nur für den kurzfristigen Einsatz empfohlen. ["Einschränkungen Bei Snapshots"](#) Weitere Informationen finden Sie unter.

Snapshots werden auf Volume-Ebene erstellt und können zur Sicherung aller VMs und Datenspeicher innerhalb dieses Volumes eingesetzt werden. Das bedeutet, dass Sie einen Snapshot eines gesamten Datastores erstellen können, der alle VMs in diesem Datastore umfasst.

Bei NFS-Datastores können Sie VM-Dateien in Snapshots ganz einfach anzeigen, indem Sie das Verzeichnis .Snapshots durchsuchen. So können Sie schnell auf Dateien von einem Snapshot zugreifen und diese wiederherstellen, ohne dass eine bestimmte Backup-Lösung verwendet werden muss.

Für VMFS-Datastores können Sie eine FlexClone des Datastores auf der Grundlage des gewünschten Snapshots erstellen. Damit können Sie einen neuen Datastore erstellen, der auf dem Snapshot basiert und für Test- oder Entwicklungszwecke verwendet werden kann. Das FlexClone verbraucht nur Speicherplatz für die nach der Snapshot-Erstellung vorgenommenen Änderungen und ist somit eine platzsparende Möglichkeit, eine Kopie des Datastores zu erstellen. Sobald die FlexClone erstellt wurde, können Sie die LUN oder den Namespace einem ESXi-Host zuordnen, wie ein normaler Datastore. So können Sie nicht nur spezifische VM-Dateien wiederherstellen, sondern schnell auch Test- oder Entwicklungsumgebungen auf Basis von Produktionsdaten erstellen, ohne die Performance der Produktionsumgebung zu beeinträchtigen.

Weitere Informationen zu Snapshots finden Sie in der ONTAP Dokumentation. Weitere Details finden Sie unter den folgenden Links: ["Lokale ONTAP Snapshot Kopien"](#) ["ONTAP SnapMirror Replikationsworkflow"](#)

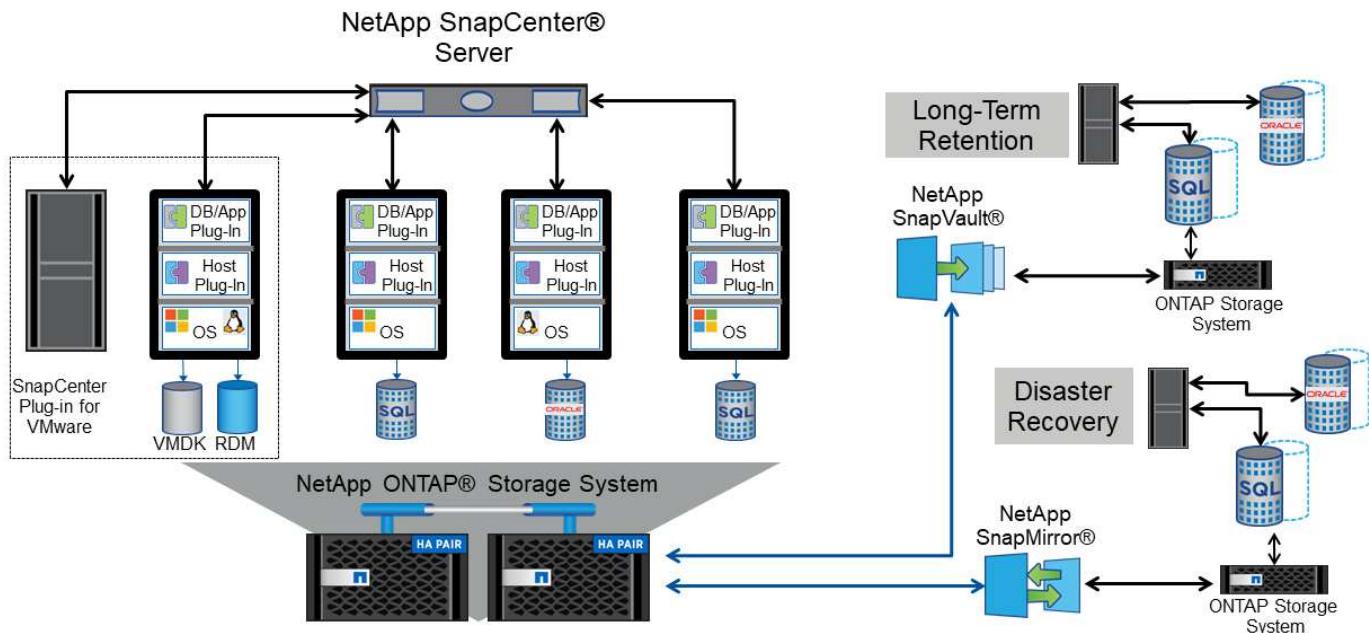
SnapCenter Plug-in für VMware vSphere

Mit SnapCenter können Sie Backup-Richtlinien erstellen, die auf mehrere Jobs angewendet werden können. In diesen Richtlinien können ein Zeitplan, die Aufbewahrung, die Replizierung und andere Funktionen definiert werden. Damit ist es weiterhin möglich, optional VM-konsistente Snapshots auszuwählen und dadurch die Fähigkeit des Hypervisors auszuschöpfen, das I/O vor dem Erstellen eines VMware Snapshots stillzulegen. Aufgrund der Performance-Auswirkungen von VMware Snapshots werden diese jedoch im Allgemeinen nicht empfohlen, es sei denn, Sie müssen das Gast-Betriebssystem stilllegen. Verwenden Sie stattdessen Snapshots für die allgemeine Sicherung und Applikationstools wie SnapCenter Applikations-Plug-ins, um transaktionsorientierte Daten – beispielsweise SQL Server oder Oracle Daten – zu sichern.

Diese Plug-ins bieten erweiterte Funktionen zur Sicherung von Datenbanken in physischen und virtuellen Umgebungen. Bei vSphere können Sie sie zur Sicherung von SQL Server oder Oracle Datenbanken heranziehen, in denen die Daten in RDM-LUNs, VVols oder NVMe/TCP-Namespace und direkt mit dem Gastbetriebssystem verbundenen iSCSI-LUNs oder VMDK-Dateien in VMFS oder NFS-Datastores gespeichert werden. Mit den Plug-ins können unterschiedliche Typen von Datenbank-Backups angegeben,

Online- oder Offline-Backups unterstützt und neben Protokolldateien auch Datenbankdateien gesichert werden. Neben Backup und Recovery unterstützen die Plug-ins auch das Klonen von Datenbanken für Entwicklungs- oder Testzwecke.

Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für die Implementierung von SnapCenter.



Informationen zur Dimensionierung finden Sie im "[Dimensionierungsleitfaden für SnapCenter Plug-in für VMware vSphere](#)"

ONTAP Tools für VMware vSphere mit VMware Live Site Recovery

Die ONTAP Tools für VMware vSphere (OT4VS) sind ein kostenloses Plug-in, das eine nahtlose Integration zwischen VMware vSphere und NetApp ONTAP bietet. Sie können Ihren ONTAP Storage direkt über den vSphere Web Client managen und Aufgaben wie die Bereitstellung von Storage, das Management von Replizierung und das Monitoring der Performance vereinfachen.

Bessere Disaster-Recovery-Funktionen sollten Sie in Betracht ziehen, NetApp SRA für ONTAP zu verwenden, das Teil von ONTAP Tools für VMware vSphere ist, zusammen mit VMware Live Site Recovery (ehemals Site Recovery Manager). Dieses Tool unterstützt nicht nur die Replizierung von Datastores an einen Disaster-Recovery-Standort mithilfe von SnapMirror, sondern ermöglicht auch unterbrechungsfreie Tests in der DR-Umgebung, indem die replizierten Datastores geklont werden. Darüber hinaus wird das Recovery nach einem Ausfall und der erneute Schutz der Produktion nach einem Ausfall dank integrierter Automatisierungsfunktionen optimiert.

NetApp Disaster Recovery

Disaster Recovery (DR) ist ein Cloud-basierter Dienst, der eine umfassende Lösung zum Schutz Ihrer Daten und Anwendungen im Katastrophenfall bietet. Es bietet eine Reihe von Funktionen, darunter automatisiertes Failover und Fallback, mehrere zeitpunktbezogene Wiederherstellungspunkte, anwendungskonsistente Notfallwiederherstellung und Unterstützung sowohl für lokale als auch für Cloud-basierte ONTAP Systeme. NetApp Disaster Recovery ist für die nahtlose Zusammenarbeit mit ONTAP und Ihrer VMware vSphere-Umgebung konzipiert und bietet eine einheitliche Lösung für die Notfallwiederherstellung.

VSphere Metro Storage-Cluster (vMSC) mit NetApp MetroCluster und aktiver SnapMirror-Synchronisierung

Um ein Höchstmaß an Datensicherung zu gewährleisten, ziehen Sie eine VMware vSphere Metro Storage Cluster (vMSC) Konfiguration mit NetApp MetroCluster in Erwägung. VMSC ist eine von VMware zertifizierte, von NetApp unterstützte Lösung mit synchroner Replizierung, die dieselben Vorteile eines Hochverfügbarkeits-Clusters bietet, aber zum Schutz vor Standortausfällen auf separate Standorte verteilt ist. Active Sync mit ASA und AFF sowie MetroCluster mit AFF bietet kostengünstige Konfigurationen für synchrone Replizierung mit transparentem Recovery nach dem Ausfall einer einzelnen Storage-Komponente. Außerdem bietet NetApp SnapMirror Active Sync transparentes Recovery bei SnapMirror Active Sync oder Recovery mit nur einem Befehl im Falle eines Standortausfalls mit MetroCluster. VMSC wird im weiteren Details beschrieben. "[TR-4128](#)"

Servicequalität (QoS)

Durchsatzbegrenzungen sind bei der Steuerung von Service-Levels, dem Management unbekannter Workloads oder beim Testen von Applikationen vor der Implementierung nützlich, um sicherzustellen, dass sie sich nicht auf andere Workloads in der Produktion auswirken. Sie können auch zur Beschränkung eines als problematisch identifizierten Workloads eingesetzt werden.

Unterstützung von ONTAP QoS-Richtlinien

Systeme mit ONTAP können die Storage QoS-Funktion nutzen, um den Durchsatz in Megabit pro Sekunde und/oder die Anzahl der I/O-Vorgänge pro Sekunde (IOPS) für unterschiedliche Storage-Objekte wie Dateien, LUNs, Volumes oder ganze SVMs zu beschränken.

Minimale Service-Level auf Basis der IOPS werden ebenfalls unterstützt, um SAN-Objekten in ONTAP 9.2 und NAS-Objekten in ONTAP 9.3 eine konsistente Performance bereitzustellen.

Die maximale QoS-Durchsatzbegrenzung für ein Objekt kann in Megabit pro Sekunde und/oder IOPS festgelegt werden. Wenn beide verwendet werden, 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. Wird eine Richtlinie auf mehrere Workloads angewendet, teilen diese das in der Richtlinie zulässige Gesamtlimit. Geschachtelte Objekte werden nicht unterstützt (so können beispielsweise nicht jede Datei in einem Volume eine eigene Richtlinie aufweisen). QoS-Mindestwerte können nur als IOPS angegeben werden.

Derzeit sind folgende Tools für das Management von ONTAP QoS-Richtlinien und deren Anwendung auf Objekte verfügbar:

- CLI VON ONTAP
- ONTAP System Manager
- OnCommand Workflow-Automatisierung
- Active IQ Unified Manager
- NetApp PowerShell Toolkit für ONTAP
- ONTAP-Tools für VMware vSphere VASA Provider

Wenn Sie eine QoS-Richtlinie einschließlich VMFS und RDM einer LUN zuweisen möchten, können Sie die ONTAP SVM (angezeigt als „vServer“), den LUN-Pfad und die Seriennummer auf der ONTAP Tools für

VMware vSphere Startseite aus dem Menü „Storage Systems“ abrufen. 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.

Siehe ["Performance Monitoring und Management – Überblick"](#) Finden Sie weitere Informationen.

Nicht-VVols NFS-Datastores

Eine ONTAP QoS-Richtlinie kann auf den gesamten Datenspeicher oder auf einzelne VMDK-Dateien darin angewendet werden. Es ist jedoch wichtig zu beachten, dass alle VMs eines herkömmlichen NFS-Datenspeichers (ohne VVols) eine gemeinsame I/O-Warteschlange von einem bestimmten Host verwenden. Wenn eine VM durch eine ONTAP QoS-Richtlinie gedrosselt ist, werden in der Praxis alle I/O-Vorgänge für diesen Datastore scheinbar für diesen Host gedrosselt.

Beispiel:

- * Sie konfigurieren eine QoS-Begrenzung auf vm1.vmdk für ein Volume, das als herkömmlicher NFS-Datenspeicher durch Host esxi-01 gemountet wird.
- * Der gleiche Host (esxi-01) verwendet vm2.vmdk und es ist auf dem gleichen Volume.
- * Wenn vm1.vmdk gedrosselt wird, dann wird vm2.vmdk auch scheinen gedrosselt zu sein, da es sich die gleiche IO-Warteschlange mit vm1.vmdk teilt.



Dies gilt nicht für VVols.

Ab vSphere 6.5 können Sie bei Datastores, die nicht über VVols verfügen, granulare Dateilimits managen. Sie nutzen dazu Storage Policy-basiertes Management (SPBM) mit Storage I/O Control (SIOC) v2.

Weitere Informationen zum Leistungsmanagement mit SIOC- und SPBM-Richtlinien finden Sie unter den folgenden Links.

["SPBM Host-basierte Regeln: SIOC v2"](#)

["Managen Sie Storage-I/O-Ressourcen mit vSphere"](#)

Beachten Sie folgende Vorgaben, wenn Sie eine QoS-Richtlinie auf eine VMDK in NFS anwenden:

- Die Politik muss auf das angewendet werden `vmname-flat.vmdk`. Die das tatsächliche Image des virtuellen Laufwerks enthält, nicht das `vmname.vmdk` (Deskriptordatei für virtuelle Festplatten) oder `vmname.vmx` (VM-Deskriptordatei).
- Wenden Sie keine Richtlinien auf andere VM-Dateien wie virtuelle Swap-Dateien an (`vmname.vswp`).
- Wenn Sie Dateipfade mithilfe des vSphere Webclients ermitteln („Datastore“ > „Files“), denken Sie daran, dass dieser die Informationen der zusammenfasst – `flat.vmdk` Und `.vmdk` Und zeigt einfach eine Datei mit dem Namen des an `.vmdk`. Aber die Größe der – `flat.vmdk`. Zusatz `-flat` In den Dateinamen, um den richtigen Pfad zu erhalten.

FlexGroup Datastores bieten erweiterte QoS-Funktionen, wenn ONTAP Tools für VMware vSphere 9.8 und höher verwendet werden. Sie können ganz einfach QoS für alle VMs in einem Datastore oder für bestimmte VMs festlegen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt „FlexGroup“ dieses Berichts. Beachten Sie, dass die zuvor erwähnten Einschränkungen von QoS bei herkömmlichen NFS-Datastores weiterhin gelten.

VMFS-Datastores

Die QoS-Richtlinien können mithilfe von ONTAP LUNs auf das FlexVol Volume, das die LUNs enthält, oder auf einzelne LUNs angewendet werden, jedoch nicht auf einzelne VMDK-Dateien, weil ONTAP das VMFS

Filesystem nicht erkennt.

VVols Datastores

Die minimale und/oder maximale QoS kann problemlos auf einzelnen VMs oder VMDKs festgelegt werden, ohne dass andere VMs oder VMDK durch dasrichtlinienbasierte Storage-Management und VVols beeinträchtigt werden.

Wenn Sie das Storage-Funktionsprofil für den vVol Container erstellen, geben Sie unter der Performance-Funktion einen IOPS-Wert für max und/oder min an und verweisen dann mit der Storage-Richtlinie der VM auf dieses Storage-Funktionsprofil. Verwenden Sie diese Richtlinie beim Erstellen der VM oder beim Anwenden der Richtlinie auf eine vorhandene VM.



VVols erfordert die Verwendung von ONTAP Tools für VMware vSphere, die als VASA Provider für ONTAP fungiert. Weitere Informationen zu VVols finden Sie unter "["VMware vSphere Virtual Volumes \(VVols\) mit ONTAP" Best Practices](#).

ONTAP QoS und VMware SIOC

ONTAP QoS und VMware vSphere Storage I/O Control (SIOC) sind Technologien, die sich gegenseitig ergänzen und die vSphere und Storage-Administratoren gemeinsam nutzen können, um die Performance von vSphere VMs zu managen, die auf Systemen mit ONTAP ausgeführt werden. Wie in der folgenden Tabelle zu sehen ist, hat jedes Tool seine eigenen Stärken. Aufgrund des unterschiedlichen Umfangs von VMware vCenter und ONTAP kann es sein, dass einige Objekte von einem System erkannt und gemanagt werden können, vom anderen jedoch nicht.

Eigenschaft	ONTAP-QoS	VMware SIOC
Wenn aktiv	Richtlinie ist immer aktiv	Aktiv, wenn ein Konflikt besteht (Datastore-Latenz über Schwellenwert)
Einheiten	IOPS, MB/Sek.	IOPS, Freigaben
Umfang von vCenter oder Applikation	Mehrere vCenter Umgebungen, andere Hypervisoren und Applikationen	Einzelner vCenter Server
QoS auf VM festlegen?	VMDK nur auf NFS	VMDK auf NFS oder VMFS
QoS auf LUN festlegen (RDM)?	Ja.	Nein
QoS auf LUN festlegen (VMFS)?	Ja.	Ja (der Datastore kann gedrosselt werden)
QoS auf Volume festlegen (NFS-Datastore)?	Ja.	Ja (der Datastore kann gedrosselt werden)
QoS auf SVM festlegen (Mandant)?	Ja.	Nein
Richtlinienbasierter Ansatz?	Ja – kann von allen Workloads in der Richtlinie geteilt oder vollständig auf jeden Workload in der Richtlinie angewendet werden.	Ja, mit vSphere 6.5 und höher.
Lizenz erforderlich	In ONTAP enthalten	Enterprise Plus

VMware Storage Distributed Resource Scheduler

VMware Storage Distributed Resource Scheduler (SDRS) ist eine Funktion von vSphere, die VMs auf Storage basierend auf der aktuellen I/O-Latenz und der Speicherplatznutzung platziert. Danach werden die VM oder VMDKs unterbrechungsfrei zwischen den Datastores in einem Datastore-Cluster (auch Pod genannt) verschoben und es wird der beste Datastore ausgewählt, in dem die VM oder die VMDKs im Datastore-Cluster platziert werden sollen. Ein Datastore-Cluster ist eine Sammlung ähnlicher Datastores, die aus Sicht des vSphere Administrators in einer einzigen Verbrauchseinheit aggregiert werden.

Wenn Sie SDRS mit ONTAP Tools für VMware vSphere verwenden, müssen Sie zuerst einen Datastore mit dem Plug-in erstellen, das Datastore-Cluster mithilfe von vCenter erstellen und diesem dann den Datastore hinzufügen. Nach der Erstellung des Datastore-Clusters können diesem direkt aus dem Assistenten für die Datastore-Bereitstellung auf der Seite „Details“ weitere Datastores hinzugefügt werden.

Weitere ONTAP Best Practices für SDRS:

- Alle Datastores im Cluster sollten denselben Storage-Typ (beispielsweise SAS, SATA oder SSD) verwenden. Zudem sollte es sich bei allen entweder um VMFS oder NFS-Datastores handeln und sie sollten dieselben Replizierungs- und Sicherungseinstellungen aufweisen.
- Sie sollten SDRS eventuell im Standardmodus (manuell) verwenden. Mit diesem Ansatz können Sie die Empfehlungen prüfen und entscheiden, ob Sie sie anwenden oder nicht. Beachten Sie diese Auswirkungen von VMDK Migrationen:
 - Wenn VMDKs VON SDRS zwischen Datastores verschoben werden, gehen sämtliche Speicherersparnisse durch ONTAP Klonen oder Deduplizierung verloren. Sie können die Deduplizierung erneut ausführen, um diese Einsparungen zurückzugewinnen.
 - Nachdem SDRS die VMDKs verschoben hat, empfiehlt NetApp, die Snapshots im Quell-Datastore neu zu erstellen, da der Speicherplatz andernfalls von der verschobenen VM gesperrt wird.
 - Die Verschiebung von VMDKs zwischen Datastores im selben Aggregat bietet nur wenige Vorteile. Zudem sind andere Workloads, die das Aggregat möglicherweise teilen, FÜR SDRS nicht sichtbar.

Richtlinienbasiertes Storage-Management und VVols

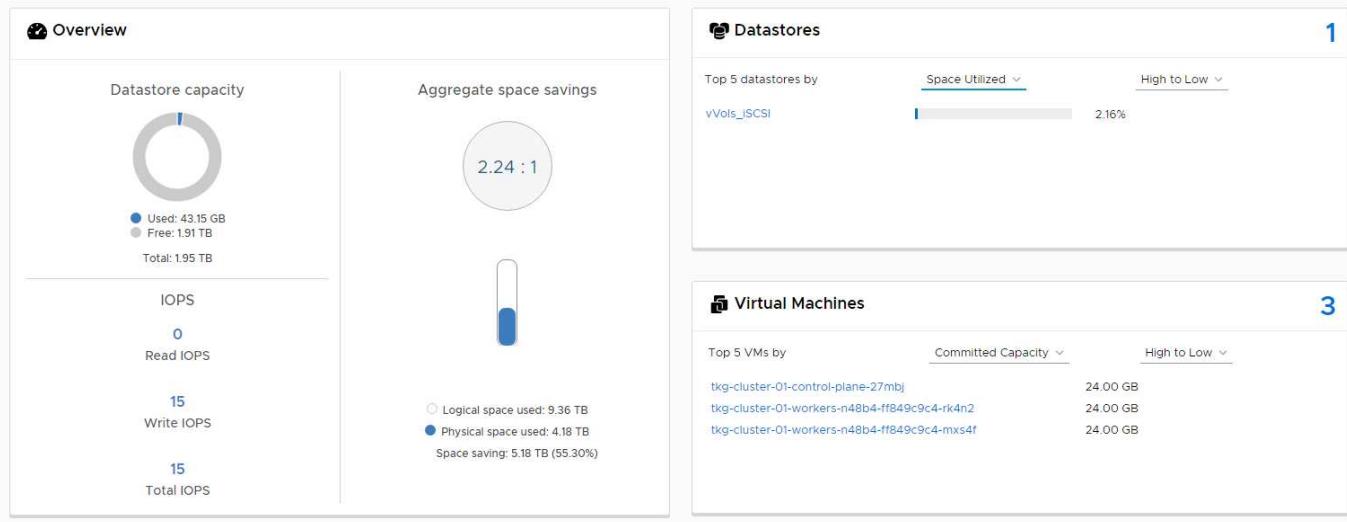
VMware vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) erleichtern einem Storage-Administrator die Konfiguration von Datastores mit klar definierten Funktionen. Der VM-Administrator kann sie zudem im Bedarfsfall jederzeit nutzen, um VMs bereitzustellen, ohne dass eine Interaktion stattfinden muss. Eine genauere Betrachtung dieses Ansatzes lohnt sich für Sie, wenn Sie feststellen möchten, wie er Ihre Storage-Virtualisierungsvorgänge optimieren und Ihnen viele banale Arbeiten ersparen kann.

Vor VASA konnten VM-Administratoren VM-Storage-Richtlinien definieren, mussten aber gemeinsam mit dem Storage-Administrator geeignete Datastores ermitteln – oft anhand der Dokumentation oder von Namenskonventionen. Mit VASA kann der Storage-Administrator eine Reihe von Storage-Funktionen definieren, darunter Performance, Tiering, Verschlüsselung und Replizierung. Ein Satz von Funktionen für ein Volume oder eine Gruppe von Volumes wird als Storage-Funktionsprofil (Storage Capability Profile, SCP) bezeichnet.

Das SCP unterstützt die minimale und/oder maximale QoS für die Daten-VVols einer VM. Minimale QoS wird nur auf AFF Systemen unterstützt. ONTAP Tools für VMware vSphere umfassen ein Dashboard, in dem die granulare VM-Performance und logische Kapazität für VVols auf ONTAP Systemen angezeigt werden.

In der folgenden Abbildung sind die ONTAP Tools für das Dashboard von VMware vSphere 9.8 VVols dargestellt.

The dashboard displays IOPS, latency, throughput, and logical space values obtained from ONTAP.



Nachdem ein Storage-Funktionsprofil definiert wurde, können damit anhand der Storage-Richtlinie, in der die entsprechenden Anforderungen angegeben sind, VMs bereitgestellt werden. Durch die Zuordnung zwischen der VM-Storage-Richtlinie und dem Datastore-Storage-Funktionsprofil kann in vCenter eine Liste kompatibler Datastores zur Auswahl angezeigt werden. Dieser Ansatz wird alsrichtlinienbasiertes Storage-Management bezeichnet.

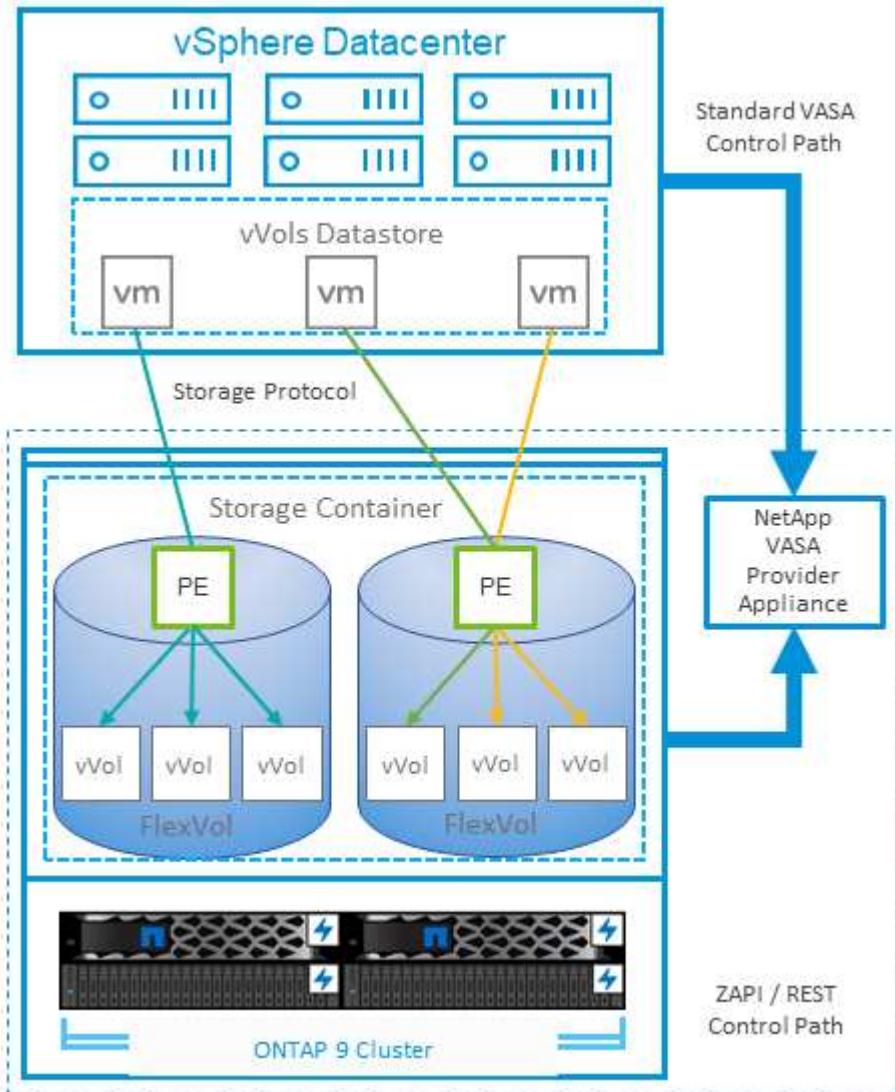
VASA stellt die Technologie bereit, mit der der Storage abgefragt und eine Reihe von Storage-Funktionen an vCenter zurückgegeben werden können. VASA Provider stellen die Übersetzung zwischen den Storage-System-APIs und -Konstrukten einerseits und den von vCenter erkannten VMware APIs bereit. NetApp VASA Provider für ONTAP wird als Teil der ONTAP Tools für die VMware vSphere Appliance VM angeboten. Das vCenter Plug-in bietet die Schnittstelle zum Bereitstellen und Managen von vVol Datastores und bietet die Möglichkeit, Storage-Funktionsprofile zu definieren.

ONTAP unterstützt sowohl VMFS als auch NFS vVol Datastores. Bei gemeinsamer Verwendung von VVols und SAN-Datastores profitieren Sie von einigen der Vorteile von NFS, beispielsweise von Granularität auf VM-Ebene. Im Folgenden werden einige der zu berücksichtigende Best Practices beschrieben. Weitere Informationen finden Sie unter "[TR-4400](#)".

- Ein vVol Datastore kann aus mehreren FlexVol Volumes auf mehreren Cluster-Nodes bestehen. Den einfachsten Ansatz stellt ein einzelner Datastore dar, selbst wenn die Volumes unterschiedliche Funktionen haben. SPBM stellt sicher, dass ein kompatibles Volume für die VM verwendet wird. Die Volumes müssen allerdings alle einer einzigen ONTAP SVM angehören und es muss über ein einziges Protokoll auf sie zugegriffen werden. Für jedes Protokoll reicht eine logische Schnittstelle pro Node aus. Es empfiehlt sich nicht, mehrere ONTAP Versionen in einem einzelnen vVol Datastore zu nutzen, da sich die Storage-Funktionen in verschiedenen Versionen unter Umständen unterscheiden.
- Verwenden Sie die ONTAP Tools für VMware vSphere Plug-in, um vVol Datastores zu erstellen und zu managen. Neben dem Management des Datastores und dessen Profil erstellt es bei Bedarf automatisch einen Protokollendpunkt für den Zugriff auf die VVols. Falls LUNs verwendet werden, werden LUN-Protokollendpunkte (PES) mit LUN-IDs ab 300 zugeordnet. Vergewissern Sie sich, dass die erweiterte Systemeinstellung des ESXi-Hosts aktiviert ist Disk.MaxLUN. Ermöglicht eine LUN-ID-Nummer, die über 300 liegt (Standard ist 1.024). Wählen Sie diesen Schritt aus: ESXi Host in vCenter, dann Registerkarte „Configure“ und suchen Sie Disk.MaxLUN In der Liste der erweiterten Systemeinstellungen.

- Installieren oder migrieren Sie VASA Provider, vCenter Server (Appliance oder Windows basierte Version) oder ONTAP Tools für VMware vSphere selbst nicht auf einem VVols Datastore, da diese dann voneinander abhängen. Im Falle eines Stromausfalls oder einer anderen Störung im Datacenter könnten Sie sie dann nur begrenzt managen.
- Sichern Sie die VASA Provider VM in regelmäßigen Abständen. Erstellen Sie mindestens stündlich Snapshots des herkömmlichen Datastores, der VASA Provider umfasst. Weitere Informationen zum Sichern und Wiederherstellen von VASA Provider finden Sie in diesem Abschnitt "[KB-Artikel](#)".

In der folgenden Abbildung werden die VVols Komponenten angezeigt.



Cloud-Migration und -Backup

Eine weitere Stärke von ONTAP ist die umfassende Unterstützung für die Hybrid Cloud, bei der Systeme in Ihrer Private Cloud vor Ort mit Public-Cloud-Funktionen vereint werden. Im Folgenden sind einige NetApp Cloud-Lösungen aufgeführt, die gemeinsam mit vSphere verwendet werden können:

- **Angebote von Erstanbietern.** Amazon FSx for NetApp ONTAP, Google Cloud NetApp Volumes und Azure NetApp Files bieten leistungsstarke, multiprotokollverwaltete Speicherdiensste in den führenden

öffentlichen Cloud-Umgebungen. Sie können direkt von VMware Cloud on AWS (VMC on AWS), Azure VMware Solution (AVS) und Google Cloud VMware Engine (GCVE) als Datenspeicher oder Speicher für Gastbetriebssysteme (GOS) und Compute-Instanzen verwendet werden.

- **Cloud-Dienste.** Verwenden Sie NetApp Backup and Recovery oder SnapMirror Cloud, um Daten von lokalen Systemen mithilfe von öffentlichem Cloud-Speicher zu schützen. NetApp Copy and Sync unterstützt Sie bei der Migration und Synchronisierung Ihrer Daten über NAS und Objektspeicher hinweg. NetApp Disaster Recovery bietet eine kostengünstige und effiziente Lösung zur Nutzung von NetApp -Technologien als Grundlage für eine robuste und leistungsfähige Disaster Recovery-Lösung für DR in die Cloud, DR vor Ort und vor Ort zu vor Ort.
- **FabricPool.** FabricPool bietet schnelles und einfaches Tiering für ONTAP Daten. Seltener genutzte, „kalte“ Blöcke können zu einem Objektspeicher in Public Clouds oder zu einem privaten StorageGRID Objektspeicher migriert werden und beim erneuten Zugriff auf die ONTAP-Daten automatisch wieder abgerufen werden. Alternativ können Sie die Objekt-Tier als dritte Schutzebene für Daten verwenden, die bereits von SnapVault gemanagt werden. Dieser Ansatz kann Ihnen ermöglichen "[Speichern Sie mehr Snapshots Ihrer VMs](#)" Auf primären und/oder sekundären ONTAP-Storage-Systemen.
- **ONTAP Select.** mit softwaredefiniertem NetApp Storage erweitern Sie Ihre Private Cloud über das Internet auf Remote-Einrichtungen und Niederlassungen, in denen Sie ONTAP Select zur Unterstützung von Block- und Fileservices sowie denselben vSphere Datenmanagementfunktionen nutzen können, die Sie in Ihrem Unternehmens-Datacenter haben.

Berücksichtigen Sie beim Entwerfen Ihrer VM-basierten Anwendungen die zukünftige Cloud-Mobilität. Anstatt beispielsweise Anwendungs- und Datendateien zusammen zu platzieren, verwenden Sie einen separaten LUN- oder NFS-Export für die Daten. Dadurch können Sie die VM und die Daten separat zu Cloud-Diensten migrieren.

In den folgenden Ressourcen erhalten Sie ausführliche Informationen zu weiteren Sicherheitsthemen.

- "[ONTAP Select-Dokumentation](#)"
- "[Dokumentation zu Sicherung und Wiederherstellung](#)"
- "[Disaster Recovery-Dokumentation](#)"
- "[Amazon FSX für NetApp ONTAP](#)"
- "[VMware Cloud auf AWS](#)"
- "[Was ist Azure NetApp Files?](#)"
- "[Azure VMware Lösung](#)"
- "[Google Cloud VMware Engine](#)"
- "[Was ist Google Cloud NetApp Volumes?](#)"

Verschlüsselung für vSphere Daten

Heute besteht eine wachsende Nachfrage, Daten im Ruhezustand durch Verschlüsselung zu sichern. Obwohl der Schwerpunkt anfänglich auf Informationen im Finanz- und Gesundheitswesen lag, gibt es ein zunehmendes Interesse an der Sicherung sämtlicher Informationen – seien sie in Dateien, Datenbanken oder in anderen Datentypen gesichert.

Systeme mit ONTAP vereinfachen die Sicherung sämtlicher Daten durch Verschlüsselung im Ruhezustand. Die NetApp Storage-Verschlüsselung (NSE) verwendet Self-Encrypting Drives (SEDs) mit ONTAP, um SAN- und NAS-Daten zu sichern. NetApp bietet darüber hinaus NetApp Volume Encryption und NetApp Aggregate

Encryption als einen einfachen, softwarebasierten Ansatz zur Verschlüsselung von Volumes auf Festplattenlaufwerken. Für diese Softwareverschlüsselung sind keine speziellen Festplatten oder externen Schlüsselmanager erforderlich. Es ist für ONTAP Kunden kostenlos verfügbar. Ihre Clients oder Applikationen sind mit Upgrades und deren Nutzung ohne Unterbrechung startbereit. Die Systeme sind nach FIPS 140-2 Level 1 validiert, einschließlich Onboard Key Manager.

Für die Sicherung der Daten virtualisierter Applikationen unter VMware vSphere gibt es verschiedene Ansätze. Einer besteht darin, die Daten mit Software innerhalb der VM auf der Ebene des Gastbetriebssystems zu sichern. Alternativ dazu unterstützen neuere Hypervisoren wie vSphere 6.5 jetzt auch Verschlüsselung auf VM-Ebene. Die NetApp Softwareverschlüsselung ist jedoch eine einfache und bietet folgende Vorteile:

- **Keine Auswirkung auf die virtuelle Server-CPU.** in einigen virtuellen Server-Umgebungen ist jeder verfügbare CPU-Zyklus für ihre Anwendungen erforderlich, aber Tests haben ergeben, dass bei Verschlüsselung auf Hypervisor-Ebene bis zu 5x CPU-Ressourcen benötigt werden. Selbst wenn die Verschlüsselungssoftware zur Verlagerung von Verschlüsselungs-Workloads den AES-NI Befehlsatz von Intel unterstützt (wie es bei der NetApp-Softwareverschlüsselung der Fall ist), ist dieser Ansatz aufgrund der Notwendigkeit neuer CPUs, die nicht mit älteren Servern kompatibel sind, unter Umständen nicht realisierbar.
- **Onboard Key Manager inbegriffen.** Die NetApp Softwareverschlüsselung umfasst einen Onboard Key Manager ohne zusätzliche Kosten. So ist der Einstieg ohne hochverfügbare Verschlüsselungsmanagement-Server leicht, die sich aufgrund der komplexen Anschaffung und Nutzung auszahlen lassen.
- **Keine Auswirkungen auf die Storage-Effizienz.** Storage-Effizienztechniken wie Deduplizierung und Komprimierung werden heute weit verbreitet und sind für eine kostengünstige Nutzung von Flash-Speicher von zentraler Bedeutung. Verschlüsselte Daten können in der Regel jedoch nicht dedupliziert oder komprimiert werden. Die Hardware- und Storage-Verschlüsselung von NetApp arbeitet auf niedrigerer Ebene und ermöglicht im Gegensatz zu anderen Ansätzen die vollständige Nutzung der branchenführenden NetApp Storage-Effizienzfunktionen.
- **Einfache granulare Datastore-Verschlüsselung.** mit NetApp Volume Encryption erhält jedes Volume einen eigenen AES 256-Bit-Schlüssel. Wenn Sie diesen ändern müssen, müssen Sie dazu nur einen einzigen Befehl ausführen. Dieser Ansatz eignet sich ideal, wenn Sie mehrere Mandanten haben oder für unterschiedliche Abteilungen oder Apps eine unabhängige Verschlüsselung nachweisen müssen. Diese Verschlüsselung wird auf Datastore-Ebene gemanagt, was viel einfacher ist als das Management einzelner VMs.

Die ersten Schritte mit Softwareverschlüsselung sind ganz einfach. Nach der Installation der Lizenz konfigurieren Sie einfach den Onboard Key Manager, indem Sie eine Passphrase angeben und dann entweder ein neues Volume erstellen oder ein Storage-seitiges Volume verschieben, um die Verschlüsselung zu aktivieren. NetApp arbeitet daran, künftige Versionen seiner VMware Tools um zusätzliche integrierte Unterstützung von Verschlüsselungsfunktionen zu erweitern.

In den folgenden Ressourcen erhalten Sie ausführliche Informationen zu weiteren Sicherheitsthemen.

- "[Technische Sicherheitsberichte](#)"
- "[Leitfäden zur Erhöhung der Sicherheit](#)"
- "[Produktdokumentation zu ONTAP Sicherheit und Datenverschlüsselung](#)"

Active IQ Unified Manager

Active IQ Unified Manager bietet einen Überblick über die VMs in Ihrer virtuellen Infrastruktur und ermöglicht die Überwachung und Fehlerbehebung von Storage- und

Performance-Problemen in Ihrer virtuellen Umgebung.

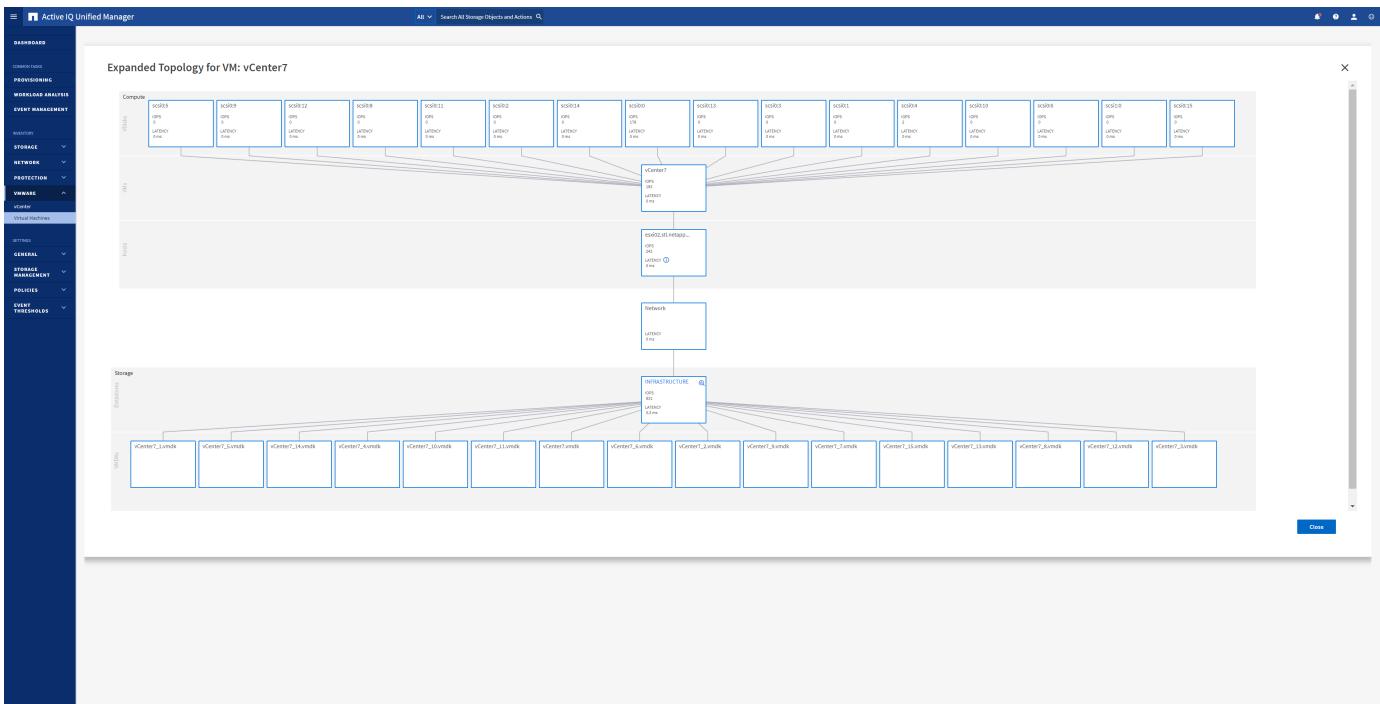
Eine typische Implementierung einer virtuellen Infrastruktur auf ONTAP setzt auf verschiedene Komponenten, die auf Computing-, Netzwerk- und Storage-Ebenen verteilt sind. Alle Performance-Einbußen bei einer VM-Applikation können aufgrund einer Kombination aus Latenzen auftreten, die bei den verschiedenen Komponenten auf den jeweiligen Ebenen auftreten.

Der folgende Screenshot zeigt die Ansicht der virtuellen Active IQ Unified Manager Machines.

The screenshot shows the Active IQ Unified Manager interface. The left sidebar is titled 'VMWARE' and includes 'vCenter' and 'Virtual Machines'. The main area is titled 'Virtual Machines' and displays a topology view for a 'VCENTER SERVER' named 'vccenter7.stl.netapp.com'. The topology is divided into 'Compute' and 'Storage' sections. In the Compute section, there's a 'VDISK (16)' box labeled 'Worst Latency VDisk' with 'IOPS' and 'LATENCY' metrics. Next is a 'VM' box for 'vCenter7' with 'IOPS' and 'LATENCY' metrics. Then is a 'HOST' box for 'esxi02.stl.netapp.com' with 'IOPS' and 'LATENCY' metrics. Finally, there's a 'NETWORK' box with 'LATENCY' metrics. In the Storage section, there's a 'DATASTORE INFRASTRUCTURE' box with 'IOPS' and 'LATENCY' metrics, and a 'VMDDK (16)' box. Below the topology, a table lists 44 virtual machines with columns for Name, Status, Power State, Protocol, Capacity (Used | Allocated), IOPS, VM Latency (ms), Host IOPS, Host Latency (ms), Network Latency (ms), Datastore IOPS, and Datastore Latency (ms). The table shows various configurations and performance metrics for each VM.

Unified Manager stellt das zugrunde liegende Untersystem einer virtuellen Umgebung in einer topologischen Übersicht vor, um zu ermitteln, ob beim Computing-Node, Netzwerk oder Storage ein Latenzproblem aufgetreten ist. Die Ansicht zeigt außerdem das spezifische Objekt, das aufgrund der Performance-Verzögerung Korrekturmaßnahmen ergreifen und das zugrunde liegende Problem lösen kann.

Der folgende Screenshot zeigt die erweiterte AIQUM-Topologie.



Richtlinienbasiertes Storage-Management und VVols

VMware vSphere APIs for Storage Awareness (VASA) erleichtern einem Storage-Administrator die Konfiguration von Datastores mit klar definierten Funktionen. Der VM-Administrator kann sie zudem im Bedarfsfall jederzeit nutzen, um VMs bereitzustellen, ohne dass eine Interaktion stattfinden muss.

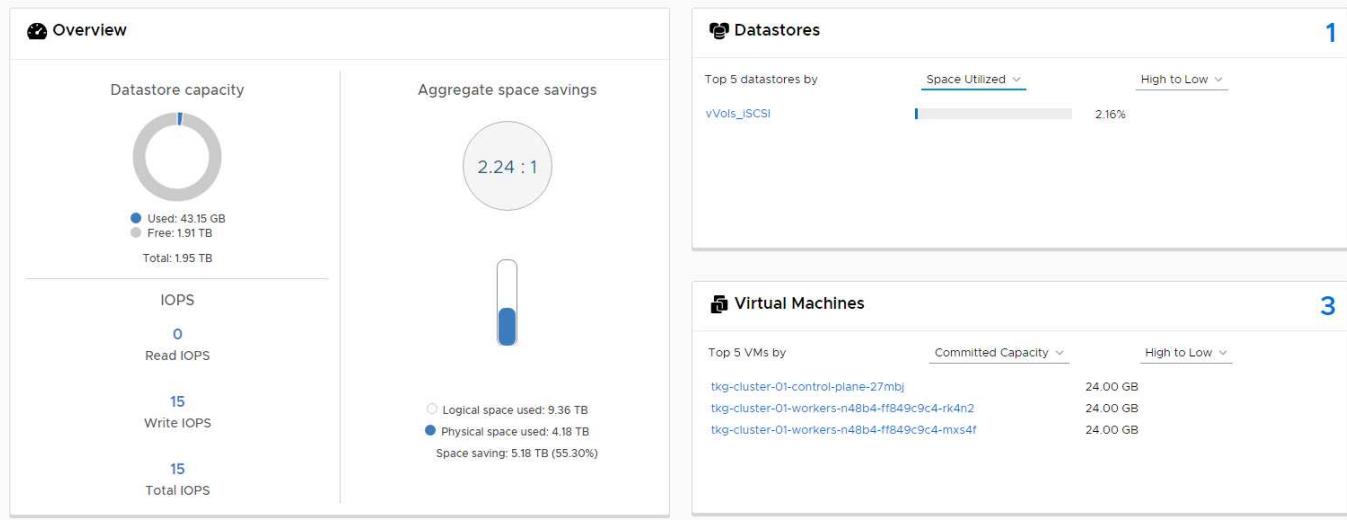
Eine genauere Betrachtung dieses Ansatzes lohnt sich für Sie, wenn Sie feststellen möchten, wie er Ihre Storage-Virtualisierungsvorgänge optimieren und Ihnen viele banale Arbeiten ersparen kann.

Vor VASA konnten VM-Administratoren VM-Storage-Richtlinien definieren, mussten aber gemeinsam mit dem Storage-Administrator geeignete Datastores ermitteln – oft anhand der Dokumentation oder von Namenskonventionen. Mit VASA kann der Storage-Administrator eine Reihe von Storage-Funktionen definieren, darunter Performance, Tiering, Verschlüsselung und Replizierung. Ein Satz von Funktionen für ein Volume oder eine Gruppe von Volumes wird als Storage-Funktionsprofil (Storage Capability Profile, SCP) bezeichnet.

Das SCP unterstützt die minimale und/oder maximale QoS für die Daten-VVols einer VM. Minimale QoS wird nur auf AFF Systemen unterstützt. ONTAP Tools für VMware vSphere umfassen ein Dashboard, in dem die granulare VM-Performance und logische Kapazität für VVols auf ONTAP Systemen angezeigt werden.

In der folgenden Abbildung sind die ONTAP Tools für das Dashboard von VMware vSphere 9.8 VVols dargestellt.

The dashboard displays IOPS, latency, throughput, and logical space values obtained from ONTAP.



Nachdem ein Storage-Funktionsprofil definiert wurde, können damit anhand der Storage-Richtlinie, in der die entsprechenden Anforderungen angegeben sind, VMs bereitgestellt werden. Durch die Zuordnung zwischen der VM-Storage-Richtlinie und dem Datastore-Storage-Funktionsprofil kann in vCenter eine Liste kompatibler Datastores zur Auswahl angezeigt werden. Dieser Ansatz wird alsrichtlinienbasiertes Storage-Management bezeichnet.

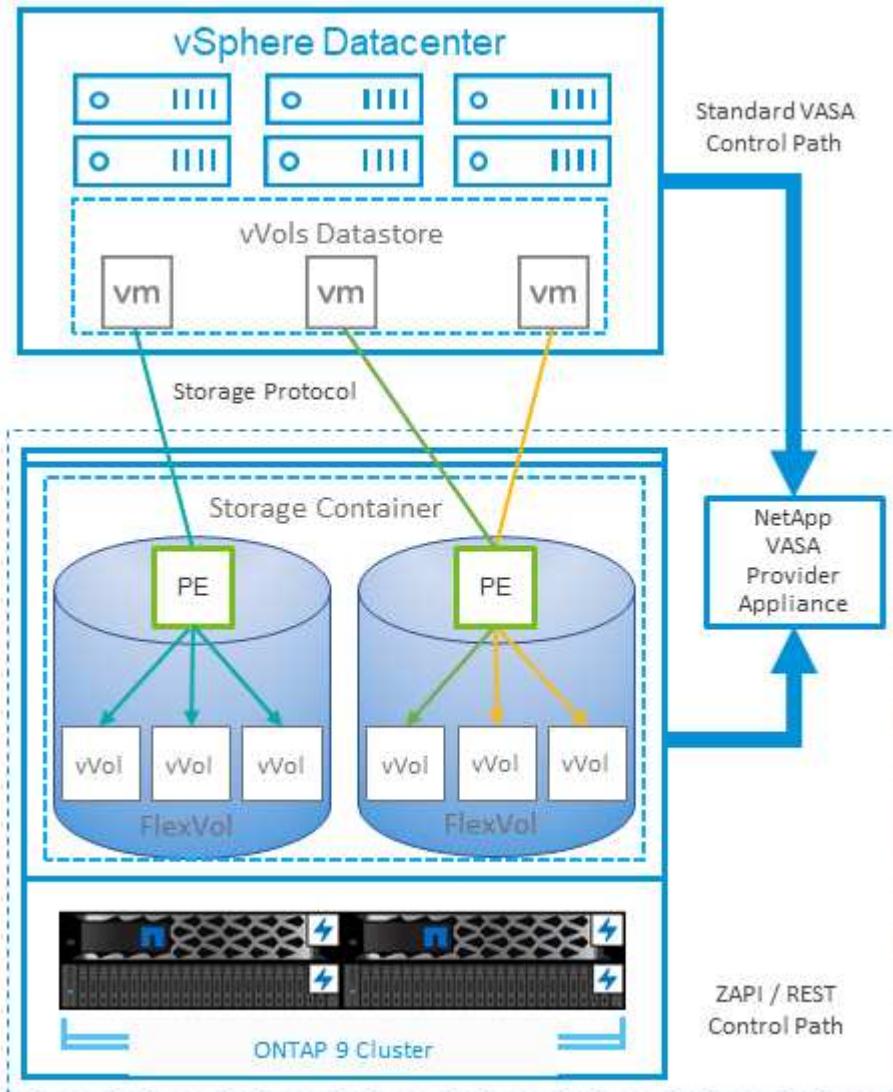
VASA stellt die Technologie bereit, mit der der Storage abgefragt und eine Reihe von Storage-Funktionen an vCenter zurückgegeben werden können. VASA Provider stellen die Übersetzung zwischen den Storage-System-APIs und -Konstrukten einerseits und den von vCenter erkannten VMware APIs bereit. NetApp VASA Provider für ONTAP wird als Teil der ONTAP Tools für die VMware vSphere Appliance VM angeboten. Das vCenter Plug-in bietet die Schnittstelle zum Bereitstellen und Managen von vVol Datastores und bietet die Möglichkeit, Storage-Funktionsprofile zu definieren.

ONTAP unterstützt sowohl VMFS als auch NFS vVol Datastores. Bei gemeinsamer Verwendung von VVols und SAN-Datastores profitieren Sie von einigen der Vorteile von NFS, beispielsweise von Granularität auf VM-Ebene. Im Folgenden werden einige der zu berücksichtigende Best Practices beschrieben. Weitere Informationen finden Sie unter "[TR-4400](#):

- Ein vVol Datastore kann aus mehreren FlexVol Volumes auf mehreren Cluster-Nodes bestehen. Den einfachsten Ansatz stellt ein einzelner Datastore dar, selbst wenn die Volumes unterschiedliche Funktionen haben. SPBM stellt sicher, dass ein kompatibles Volume für die VM verwendet wird. Die Volumes müssen allerdings alle einer einzigen ONTAP SVM angehören und es muss über ein einziges Protokoll auf sie zugegriffen werden. Für jedes Protokoll reicht eine logische Schnittstelle pro Node aus. Es empfiehlt sich nicht, mehrere ONTAP Versionen in einem einzelnen vVol Datastore zu nutzen, da sich die Storage-Funktionen in verschiedenen Versionen unter Umständen unterscheiden.
- Verwenden Sie die ONTAP Tools für VMware vSphere Plug-in, um vVol Datastores zu erstellen und zu managen. Neben dem Management des Datastores und dessen Profil erstellt es bei Bedarf automatisch einen Protokollendpunkt für den Zugriff auf die VVols. Falls LUNs verwendet werden, werden LUN-Protokollendpunkte (PES) mit LUN-IDs ab 300 zugeordnet. Vergewissern Sie sich, dass die erweiterte Systemeinstellung des ESXi-Hosts aktiviert ist Disk.MaxLUN. Ermöglicht eine LUN-ID-Nummer, die über 300 liegt (Standard ist 1.024). Wählen Sie diesen Schritt aus: ESXi Host in vCenter, dann Registerkarte „Configure“ und suchen Sie Disk.MaxLUN In der Liste der erweiterten Systemeinstellungen.

- Installieren oder migrieren Sie VASA Provider, vCenter Server (Appliance oder Windows basierte Version) oder ONTAP Tools für VMware vSphere selbst nicht auf einem VVols Datastore, da diese dann voneinander abhängen. Im Falle eines Stromausfalls oder einer anderen Störung im Datacenter könnten Sie sie dann nur begrenzt managen.
- Sichern Sie die VASA Provider VM in regelmäßigen Abständen. Erstellen Sie mindestens stündlich Snapshots des herkömmlichen Datastores, der VASA Provider umfasst. Weitere Informationen zum Sichern und Wiederherstellen von VASA Provider finden Sie in diesem Abschnitt "[KB-Artikel](#)".

In der folgenden Abbildung werden die VVols Komponenten angezeigt.



VMware Storage Distributed Resource Scheduler

VMware Storage Distributed Resource Scheduler (SDRS) ist eine vSphere Funktion, die VMs automatisch in einem Datastore-Cluster platziert, basierend auf der aktuellen I/O-Latenz und Speicherplatznutzung.

Danach werden die VM oder VMDKs unterbrechungsfrei zwischen den Datastores in einem Datastore-Cluster (auch Pod genannt) verschoben und es wird der beste Datastore ausgewählt, in dem die VM oder die VMDKs im Datastore-Cluster platziert werden sollen. Ein Datastore-Cluster ist eine Sammlung ähnlicher Datastores,

die aus Sicht des vSphere Administrators in einer einzigen Verbrauchseinheit aggregiert werden.

Wenn Sie SDRS mit ONTAP Tools für VMware vSphere verwenden, müssen Sie zuerst einen Datastore mit dem Plug-in erstellen, das Datastore-Cluster mithilfe von vCenter erstellen und diesem dann den Datastore hinzufügen. Nach der Erstellung des Datastore-Clusters können diesem direkt aus dem Assistenten für die Datastore-Bereitstellung auf der Seite „Details“ weitere Datastores hinzugefügt werden.

Weitere ONTAP Best Practices für SDRS:

- Verwenden Sie SDRS nicht, es sei denn, Sie haben dazu eine bestimmte Anforderung.
 - SDRS ist bei Verwendung von ONTAP nicht erforderlich. SDRS kennt die Storage-Effizienzfunktionen von ONTAP wie Deduplizierung und Komprimierung nicht und kann daher Entscheidungen treffen, die für Ihre Umgebung nicht optimal sind.
 - SDRS kennt die QoS-Richtlinien von ONTAP nicht und kann daher Entscheidungen treffen, die für die Performance nicht optimal sind.
 - SDRS kennt ONTAP Snapshot Kopien nicht und kann daher Entscheidungen treffen, die dazu führen, dass Snapshots exponentiell wachsen. Beispielsweise erstellt das Verschieben einer VM in einen anderen Datastore neue Dateien in dem neuen Datastore, was zu einer Vergrößerung des Snapshots führt. Dies gilt insbesondere für VMs mit großen Disks oder vielen Snapshots. Sollte die VM dann wieder zurück in den ursprünglichen Datenspeicher verschoben werden, wird der Snapshot im ursprünglichen Datenspeicher noch größer.

Bei der Verwendung von SDRS sollten Sie die folgenden Best Practices berücksichtigen:

- Alle Datastores im Cluster sollten denselben Storage-Typ (beispielsweise SAS, SATA oder SSD) verwenden. Zudem sollte es sich bei allen entweder um VMFS oder NFS-Datastores handeln und sie sollten dieselben Replizierungs- und Sicherungseinstellungen aufweisen.
- Sie sollten SDRS eventuell im Standardmodus (manuell) verwenden. Mit diesem Ansatz können Sie die Empfehlungen prüfen und entscheiden, ob Sie sie anwenden oder nicht. Beachten Sie diese Auswirkungen von VMDK Migrationen:
 - Wenn VMDKs von SDRS zwischen Datastores verschoben werden, können jegliche Speicherersparnisse durch ONTAP Klonen oder Deduplizierung je nach der Deduplizierungsrate oder Komprimierung auf dem Zielsystem reduziert werden.
 - Nachdem SDRS die VMDKs verschoben hat, empfiehlt NetApp, die Snapshots im Quell-Datastore neu zu erstellen, da der Speicherplatz andernfalls von der verschobenen VM gesperrt wird.
 - Die Verschiebung von VMDKs zwischen Datastores im selben Aggregat bietet nur wenige Vorteile. Zudem sind andere Workloads, die das Aggregat möglicherweise teilen, FÜR SDRS nicht sichtbar.

Weitere Informationen zu SDRS finden Sie in der VMware Dokumentation unter "["FAQ zu Storage DRS"](#)".

Empfohlene ESXi Host-Einstellungen und andere ONTAP Einstellungen

NetApp hat optimale ESXi Host-Einstellungen für NFS- und Blockprotokolle entwickelt. Des Weiteren finden Sie spezielle Anleitungen zu Multipathing- und HBA-Zeitüberschreitungseinstellungen, um ein angemessenes Verhalten gegenüber ONTAP auf der Grundlage interner Tests von NetApp und VMware zu gewährleisten.

Diese Werte lassen sich mit den ONTAP-Tools für VMware vSphere problemlos einstellen: Scrollen Sie auf der Übersichtsseite der ONTAP-Tools nach unten und klicken Sie im Portlet „ESXi-Host-Compliance“ auf

empfohlene Einstellungen anwenden.

Im Folgenden finden Sie die empfohlenen Host-Einstellungen für alle derzeit unterstützten Versionen von ONTAP.

Hosteinstellung	Von NetApp empfohlener Wert	Neustart Erforderlich
ESXi Advanced Configuration		
VMFS3.HardwareAcceleratLocking	Standard beibehalten (1)	Nein
VMFS3.EnableBlockDelete	Behalten Sie die Standardeinstellung (0) bei, können sie jedoch bei Bedarf geändert werden. Weitere Informationen finden Sie unter " Speicherplatzrückgewinnung für virtuelle VMFS5-Maschinen "	Nein
VMFS3.EnableVMFS6Entmappen	Behalten Sie die Standardeinstellung (1) bei. Weitere Informationen finden Sie unter " VMware vSphere APIs – Array-Integration (VAAI) "	Nein
NFS-Einstellungen		
NewSyncInterval	Wenn Sie vSphere CSI für Kubernetes nicht verwenden, setzen Sie per ein "VMware KB 386364"	Nein
NET.TcpipHeapSize	VSphere 6.0 oder höher: Auf 32 einstellen. Alle anderen NFS-Konfigurationen: Auf 30 einstellen	Ja.
NET.TcpipHeapMax	Sind die meisten vSphere 6.X Versionen auf 512 MB eingestellt. Für 6.5U3, 6.7U3 und 7.0 oder höher auf Standard (1024 MB) gesetzt.	Ja.
MaxVolumes: NFS	VSphere 6.0 oder höher: Auf 256 einstellen Alle anderen NFS-Konfigurationen auf 64 eingestellt.	Nein
NFS41.MaxVolumes	VSphere 6.0 oder höher: Auf 256 einstellen.	Nein
NFS.MaxQueueDepth ¹	VSphere 6.0 oder höher: Auf 128 einstellen	Ja.
NFS.HeartbeatMaxFailures	Alle NFS-Konfigurationen: Auf 10 einstellen	Nein
HeartbeatFrequency NFS.HeartbeatFrequency	Alle NFS-Konfigurationen: Auf 12 einstellen	Nein

Hosteinstellung	Von NetApp empfohlener Wert	Neustart Erforderlich
HeartbeatTimeout NFS.HeartbeatTimeout	Alle NFS-Konfigurationen: Auf 5 einstellen.	Nein
SunRPC.MaxConnPerIP	vSphere 7.0 bis 8.0, auf 128 eingestellt. Diese Einstellung wird in ESXi-Versionen nach 8.0 ignoriert.	Nein
FC/FCoE-Einstellungen		
Pfadauswahl-Richtlinie	Wenn FC-Pfade mit ALUA verwendet werden: Auf RR (Round Robin) einstellen. Alle anderen Konfigurationen: Auf FIXED einstellen. Wenn Sie diesen Wert auf RR einstellen, ist für alle aktiven/optimierten Pfade ein besserer Lastausgleich möglich. Der Wert FIXED wird für ältere Konfigurationen ohne ALUA verwendet und verhindert Proxy-I/O-Vorgänge. Er trägt also dazu bei, dass I/O-Vorgänge bei einem HA-Paar in einer Umgebung, in der Data ONTAP im 7-Mode ausgeführt wird, nicht auf den anderen Node verlagert werden	Nein
Disk.QFullSampleSize	Alle Konfigurationen: Auf 32 einstellen. Durch die Festlegung dieses Wertes werden I/O-Fehler verhindert.	Nein
Disk.QFullThreshold	Alle Konfigurationen: Auf 8 einstellen. Durch die Festlegung dieses Wertes werden I/O-Fehler verhindert.	Nein
Emulex FC-HBA-Zeitüberschreitungen	Standardwert verwenden.	Nein
QLogic FC-HBA-Zeitüberschreitungen	Standardwert verwenden.	Nein
iSCSI-Einstellungen		
Pfadauswahl-Richtlinie	Alle iSCSI-Pfade: Auf RR (Round Robin) einstellen. Wenn Sie diesen Wert auf RR einstellen, ist für alle aktiven/optimierten Pfade ein besserer Lastausgleich möglich.	Nein

Hosteinstellung	Von NetApp empfohlener Wert	Neustart Erforderlich
Disk.QFullSampleSize	Alle Konfigurationen: Auf 32 einstellen. Durch die Festlegung dieses Wertes werden I/O-Fehler verhindert	Nein
Disk.QFullThreshold	Alle Konfigurationen: Auf 8 einstellen. Durch die Festlegung dieses Wertes werden I/O-Fehler verhindert.	Nein



Die erweiterte NFS-Konfigurationsoption MaxQueueDepth funktioniert möglicherweise nicht wie vorgesehen, wenn VMware vSphere ESXi 7.0.1 und VMware vSphere ESXi 7.0.2 verwendet werden. Referenz "[VMware KB 86331](#)" für weitere Informationen.

ONTAP-Tools legen beim Erstellen von ONTAP FlexVol Volumes und LUNs bestimmte Standardeinstellungen fest:

ONTAP-Tool	Standardeinstellung
Snapshot-Reserve (-percent-Snapshot-space)	0
Fraktionale Reserve (-fractional-Reserve)	0
Aktualisierung der Zugriffszeit (-atime-Update)	Falsch
Minimales Vorauslesen (-min-readahead)	Falsch
Geplante Snapshots	Keine
Storage-Effizienz	Aktiviert
Volume-Garantie	Keine (Thin Provisioning)
Automatische Volumengröße	Vergrößern_verkleinern
LUN-Speicherplatzreservierung	Deaktiviert
Zuweisung von LUN-Speicherplatz	Aktiviert

Multipath-Einstellungen für die Performance

Obwohl NetApp derzeit nicht durch verfügbare ONTAP-Tools konfiguriert ist, empfiehlt es folgende Konfigurationsoptionen:

- Wenn Sie Nicht-ASA -Systeme in Hochleistungsumgebungen verwenden oder die Leistung mit einem einzelnen LUN-Datenspeicher testen, sollten Sie die Lastausgleichseinstellung der Round-Robin-Pfadauswahlrichtlinie (VMW_PSP_RR) von der IOPS-Standardeinstellung von 1000 auf den Wert 1 ändern. Sehen "[VMware KB 2069356](#)" für weitere Informationen.
- In vSphere 6.7 Update 1 hat VMware einen neuen Latenz-Lastausgleichsmechanismus für das Round Robin PSP eingeführt. Die Latenzoption ist jetzt auch bei Verwendung des HPP (High Performance Plugin) mit NVMe-Namespace und mit vSphere 8.0u2 und höher, über iSCSI und FCP verbundenen LUNs verfügbar. Die neue Option berücksichtigt die E/A-Bandbreite und die Pfadlatenz bei der Auswahl des optimalen Pfads für die E/A. NetApp empfiehlt die Verwendung der Latenzoption in Umgebungen mit nicht

äquivalenter Pfadkonnektivität, beispielsweise in Fällen, in denen auf einem Pfad mehr Netzwerk-Hops vorhanden sind als auf einem anderen, oder bei Verwendung eines NetApp ASA -Systems. Sehen "Standardparameter für Latenzrunde Robin ändern" für weitere Informationen.

Zusätzliche Dokumentation

Für FCP und iSCSI mit vSphere 7 finden Sie weitere Informationen unter "["Verwenden Sie VMware vSphere 7.x mit ONTAP"](#)" für FCP und iSCSI mit vSphere 8. Weitere Informationen finden Sie unter für NVMe-of mit vSphere 7. Weitere Details finden Sie unter "["Verwenden Sie VMware vSphere 8.x mit ONTAP"](#)" für NVMe-of mit vSphere 8. Weitere Details finden Sie unter "["Für NVMe-of finden Sie weitere Details unter NVMe-of Host Configuration for ESXi 7.x with ONTAP"](#)" "["Für NVMe-of finden Sie weitere Details unter NVMe-of Host Configuration for ESXi 8.x with ONTAP"](#)"

Copyright-Informationen

Copyright © 2026 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 BESCHRÄNKKT 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, BEISPIELHAFFE SCHÄDEN ODER FOLGESCHÄDEN (EINSCHLIESSLICH, JEDOCH NICHT BESCHRÄNKKT 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 IRGENDERWEINER 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.