



# Datenspeicher und Protokolle

## Enterprise applications

NetApp

February 10, 2026

# Inhalt

- Datenspeicher und Protokolle ..... 1
  - Übersicht über vSphere Datastore- und Protokollfunktionen ..... 1
    - Auswahl eines Storage-Protokolls ..... 4
    - Datenspeicher-Layout ..... 5
    - Datastore und VM-Migration ..... 6
    - ONTAP Tools für VMware vSphere ..... 6
    - Allgemeines Networking ..... 7
  - SAN (FC, FCoE, NVMe/FC, iSCSI), RDM ..... 8
  - NFS ..... 10
  - FlexGroup Volumes ..... 13
    - Copy-Offload ..... 14
    - QoS-Einstellungen ..... 14
    - Metriken ..... 15
    - Best Practices in sich vereint ..... 15

# 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-Namespace, 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

Funktion/Feature	FC	ISCSI	NVMe-of	NFS
Optimale „Queue depth“ pro LUN oder Filesystem	64-256	64-256	Autonegotiation Ist Eingeschaltet	Siehe NFS.MaxQueueDepth in " <a href="#">Empfohlene ESXi Host-Einstellungen und andere ONTAP Einstellungen</a> ".

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.
Microsoft Cluster Service (MSCS) oder Failover Clustering in einer VM	Ja.	Ja <sup>1</sup>	Ja <sup>1</sup>	Nicht unterstützt
Fehlertoleranz	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.
Live Site Recovery/Site Recovery Manager	Ja.	Ja.	Nein <sup>2</sup>	V3 nur <sup>2</sup>
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 <sup>2</sup>	V3 nur <sup>2</sup>
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

<sup>1</sup> **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 aktivierter Unterstützung für geclusterte VMDKs erfordern. Weitere Einschränkungen gelten. Siehe die VMware-["Einrichtung für Windows Server Failover Clustering"](#) Dokumentation für Konfigurationsrichtlinien.

<sup>2</sup> 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 Leitungsgeschwindigkeiten und Verbindungszahlen 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-Namespaces (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 Speicherkosten 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 das richtlinienbasierte 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. Anderenfalls 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 Zielpfad 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`

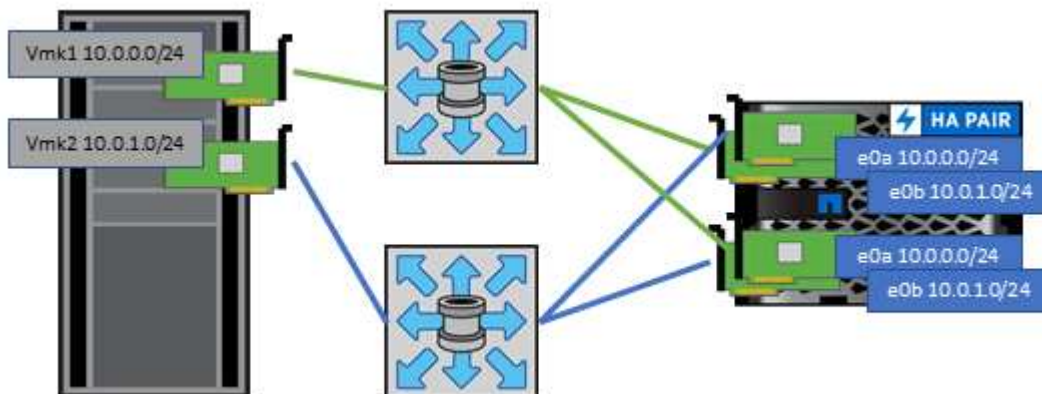
SCSI-basierte Blockprotokolle (iSCSI, FC und FCoE) greifen mithilfe von LUN-IDs und Seriennummern sowie mit eindeutigen Namen auf LUNs zu. FC und FCoE verwenden weltweite Namen (WWNNs und WWPNS). iSCSI verwendet qualifizierte iSCSI-Namen (IQNs), um Pfade basierend auf LUN-zu-igroup-Zuordnungen festzulegen, 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 WWPNS 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 Verbindungspfad 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 geparkt 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:

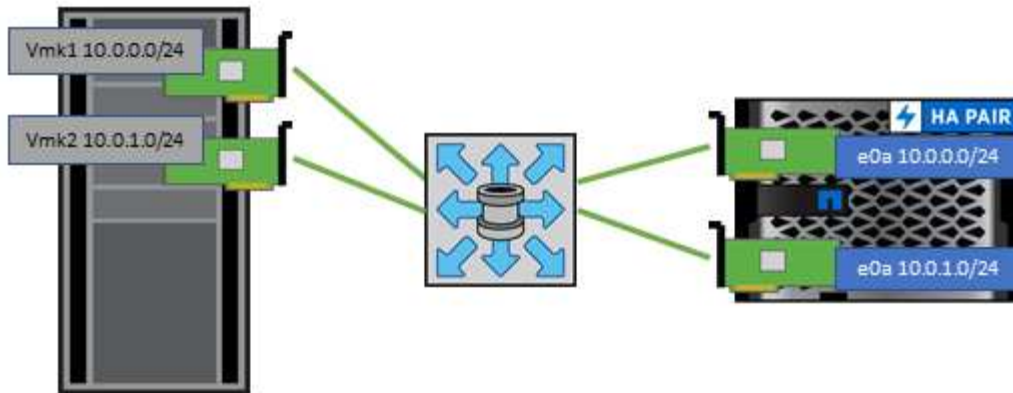
- Verwenden Sie ONTAP Tools für VMware vSphere (die wichtigste Best Practice):
  - Mit den ONTAP Tools für VMware vSphere können Sie Datastores bereitstellen, da es das Management von Richtlinien für den Export automatisch vereinfacht.

- 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.
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 unterstützten 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 Klone vollständig vollständige Kopien anstatt lokale Dateiklone. Für jedes weitere Klone 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 ( $6 \times 8 + 10\%$ ) 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.

## 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 BESCHRÄNKT AUF DIE STILLSCHWEIGENDE GEWÄHRLEISTUNG DER MARKTGÄNGIGKEIT UND EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK, DIE HIERMIT AUSGESCHLOSSEN WERDEN. NETAPP ÜBERNIMMT KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, ZUFÄLLIGE, BESONDERE, BEISPIELHAFTE SCHÄDEN ODER FOLGESCHÄDEN (EINSCHLIESSLICH, JEDOCH NICHT BESCHRÄNKT AUF DIE BESCHAFFUNG VON ERSATZWAREN ODER -DIENSTLEISTUNGEN, NUTZUNGS-, DATEN- ODER GEWINNVERLUSTE ODER UNTERBRECHUNG DES GESCHÄFTSBETRIEBS), UNABHÄNGIG DAVON, WIE SIE VERURSACHT WURDEN UND AUF WELCHER HAFTUNGSTHEORIE SIE BERUHEN, OB AUS VERTRAGLICH FESTGELEGTER HAFTUNG, VERSCHULDENSUNABHÄNGIGER HAFTUNG ODER DELIKTSHAFTUNG (EINSCHLIESSLICH FAHRLÄSSIGKEIT ODER AUF ANDEREM WEGE), DIE IN IRGEND EINER 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.