



Tiefer Einblick

ONTAP Select

NetApp
January 29, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/de-de/ontap-select-9161/concept_stor_concepts_chars.html on January 29, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

Inhalt

Tiefer Einblick	1
Storage	1
ONTAP Select Speicher: Allgemeine Konzepte und Merkmale	1
Hardware-RAID-Dienste für ONTAP Select Local Attached Storage	6
ONTAP Select Software-RAID-Konfigurationsdienste für lokal angeschlossenen Speicher	13
ONTAP Select VSAN und externe Array-Konfigurationen	22
Erhöhen Sie die Speicherkapazität von ONTAP Select	26
Unterstützung für ONTAP Select Speichereffizienz	30
Vernetzung	33
ONTAP Select Netzwerkkonzepte und -merkmale	33
ONTAP Select Netzwerkkonfigurationen mit einem oder mehreren Knoten	35
ONTAP Select interne und externe Netzwerke	40
Unterstützte ONTAP Select Netzwerkkonfigurationen	43
ONTAP Select die VMware vSphere vSwitch-Konfiguration auf ESXi aus	44
ONTAP Select physische Switch-Konfiguration	53
Trennung von Daten- und Verwaltungsverkehr bei ONTAP Select	55
Hochverfügbarkeitsarchitektur	57
ONTAP Select Hochverfügbarkeitskonfigurationen	57
ONTAP Select HA RSM und gespiegelte Aggregate	60
ONTAP Select HA verbessert den Datenschutz	63
Performance	66
ONTAP Select Leistungsübersicht	66
ONTAP Select 9.6 Leistung: Premium HA Direct-Attached SSD Storage	66

Tiefer Einblick

Storage

ONTAP Select Speicher: Allgemeine Konzepte und Merkmale

Entdecken Sie allgemeine Speicherkonzepte, die für die ONTAP Select Umgebung gelten, bevor Sie die spezifischen Speicherkomponenten erkunden.

Phasen der Speicherkonfiguration

Zu den wichtigsten Konfigurationsphasen des ONTAP Select Hostspeichers gehören die folgenden:

- Voraussetzungen vor der Bereitstellung
 - Stellen Sie sicher, dass jeder Hypervisor-Host konfiguriert und für eine ONTAP Select Bereitstellung bereit ist.
 - Die Konfiguration umfasst die physischen Laufwerke, RAID-Controller und -Gruppen, LUNs sowie die zugehörige Netzwerkvorbereitung.
 - Diese Konfiguration wird außerhalb von ONTAP Select durchgeführt.
- Konfiguration mit dem Hypervisor-Administrator-Dienstprogramm
 - Sie können bestimmte Aspekte des Speichers mithilfe des Hypervisor-Verwaltungsprogramms konfigurieren (z. B. vSphere in einer VMware-Umgebung).
 - Diese Konfiguration wird außerhalb von ONTAP Select durchgeführt.
- Konfiguration mit dem ONTAP Select Deploy-Verwaltungsprogramm
 - Sie können das Verwaltungsdienstprogramm „Deploy“ verwenden, um die wichtigsten logischen Speicherstrukturen zu konfigurieren.
 - Dies wird entweder explizit über CLI-Befehle oder automatisch durch das Dienstprogramm als Teil einer Bereitstellung durchgeführt.
- Konfiguration nach der Bereitstellung
 - Nachdem eine ONTAP Select Bereitstellung abgeschlossen ist, können Sie den Cluster mithilfe der ONTAP CLI oder des System Managers konfigurieren.
 - Diese Konfiguration wird außerhalb von ONTAP Select Deploy durchgeführt.

Verwalteter und nicht verwalteter Speicher

Speicher, auf den von ONTAP Select zugegriffen und der direkt von ONTAP Select gesteuert wird, ist verwalteter Speicher. Jeder andere Speicher auf demselben Hypervisor-Host ist nicht verwalteter Speicher.

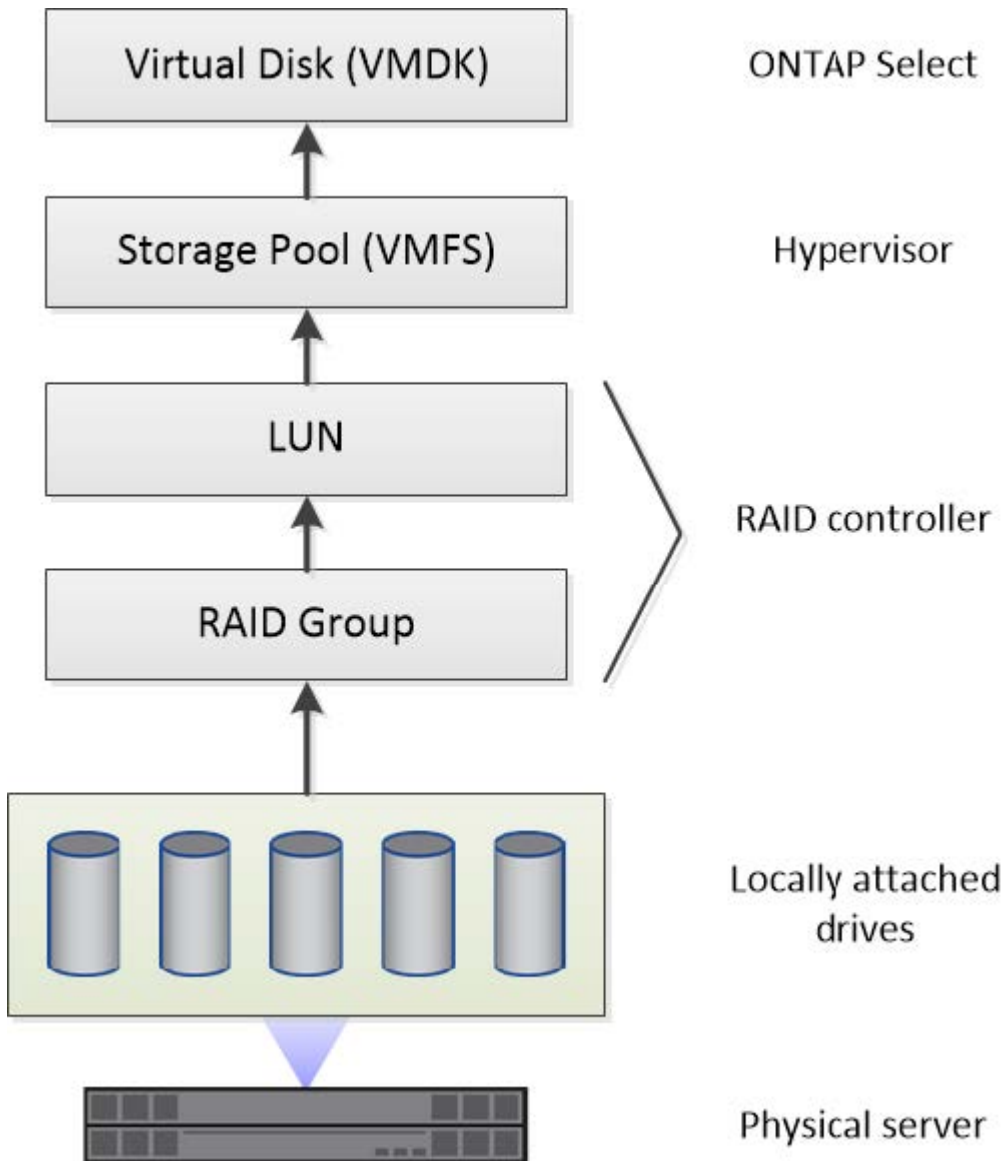
Homogene physikalische Speicherung

Alle physischen Laufwerke, aus denen der von ONTAP Select verwaltete Speicher besteht, müssen homogen sein. Das bedeutet, dass die gesamte Hardware hinsichtlich der folgenden Merkmale identisch sein muss:

- Typ (SAS, NL-SAS, SATA, SSD)
- Geschwindigkeit (U/min)

Abbildung der lokalen Speicherumgebung

Jeder Hypervisor-Host enthält lokale Festplatten und andere logische Speicherkomponenten, die von ONTAP Select verwendet werden können. Diese Speicherkomponenten sind in einer geschichteten Struktur angeordnet, ausgehend von der physischen Festplatte.



Eigenschaften der lokalen Speicherkomponenten

Für die in einer ONTAP Select Umgebung verwendeten lokalen Speicherkomponenten gelten verschiedene Konzepte. Machen Sie sich mit diesen Konzepten vertraut, bevor Sie eine ONTAP Select Bereitstellung vorbereiten. Die Konzepte sind nach Kategorien geordnet: RAID-Gruppen und LUNs, Speicherpools und virtuelle Laufwerke.

Gruppieren physischer Laufwerke in RAID-Gruppen und LUNs

Eine oder mehrere physische Festplatten können lokal an den Hostserver angeschlossen und für ONTAP Select verfügbar gemacht werden. Die physischen Festplatten werden RAID-Gruppen zugewiesen, die dem Hypervisor-Host-Betriebssystem als eine oder mehrere LUNs angezeigt werden. Jede LUN wird dem Hypervisor-Host-Betriebssystem als physische Festplatte angezeigt.

Beim Konfigurieren eines ONTAP Select Hosts sollten Sie Folgendes beachten:

- Auf den gesamten verwalteten Speicher muss über einen einzigen RAID-Controller zugegriffen werden können.
- Abhängig vom Hersteller unterstützt jeder RAID-Controller eine maximale Anzahl von Laufwerken pro RAID-Gruppe

Eine oder mehrere RAID-Gruppen

Jeder ONTAP Select Host muss über einen einzelnen RAID-Controller verfügen. Sie sollten eine einzelne RAID-Gruppe für ONTAP Select erstellen. In bestimmten Situationen können Sie jedoch auch mehrere RAID-Gruppen erstellen. Weitere Informationen finden Sie unter ["Zusammenfassung der Best Practices"](#).

Überlegungen zum Speicherpool

Es gibt mehrere Probleme im Zusammenhang mit den Speicherpools, die Sie im Rahmen der Vorbereitung der Bereitstellung von ONTAP Select beachten sollten.



In einer VMware-Umgebung ist ein Speicherpool gleichbedeutend mit einem VMware-Datenspeicher.

Speicherpools und LUNs

Jede LUN wird als lokale Festplatte auf dem Hypervisor-Host betrachtet und kann Teil eines Speicherpools sein. Jeder Speicherpool ist mit einem Dateisystem formatiert, das das Betriebssystem des Hypervisor-Hosts verwenden kann.

Stellen Sie sicher, dass die Speicherpools im Rahmen einer ONTAP Select Bereitstellung ordnungsgemäß erstellt werden. Sie können einen Speicherpool mit dem Hypervisor-Verwaltungstool erstellen. Beispielsweise können Sie mit VMware den vSphere-Client zum Erstellen eines Speicherpools verwenden. Der Speicherpool wird dann an das Verwaltungsdienstprogramm ONTAP Select Deploy übergeben.

Verwalten der virtuellen Festplatten auf ESXi

Es gibt mehrere Probleme im Zusammenhang mit den virtuellen Festplatten, die Sie im Rahmen der Vorbereitung der Bereitstellung von ONTAP Select beachten sollten.

Virtuelle Festplatten und Dateisysteme

Der virtuellen Maschine ONTAP Select sind mehrere virtuelle Laufwerke zugeordnet. Jedes virtuelle Laufwerk ist eine Datei in einem Speicherpool und wird vom Hypervisor verwaltet. ONTAP Select verwendet verschiedene Laufwerkstypen, hauptsächlich System- und Datenlaufwerke.

Folgendes sollten Sie bei virtuellen Datenträgern außerdem beachten:

- Der Speicherpool muss verfügbar sein, bevor die virtuellen Datenträger erstellt werden können.
- Die virtuellen Datenträger können nicht erstellt werden, bevor die virtuelle Maschine erstellt wurde.
- Sie müssen sich beim Erstellen aller virtuellen Datenträger auf das Verwaltungsdienstprogramm ONTAP Select Deploy verlassen (d. h., ein Administrator darf niemals einen virtuellen Datenträger außerhalb des Deploy-Dienstprogramms erstellen).

Konfigurieren der virtuellen Festplatten

Die virtuellen Festplatten werden von ONTAP Select verwaltet. Sie werden automatisch erstellt, wenn Sie mit dem Verwaltungsdienstprogramm „Deploy“ einen Cluster erstellen.

Abbildung der externen Speicherumgebung auf ESXi

Die ONTAP Select vNAS-Lösung ermöglicht ONTAP Select die Nutzung von Datenspeichern, die sich auf einem externen Speicher außerhalb des Hypervisor-Hosts befinden. Der Zugriff auf die Datenspeicher erfolgt über das Netzwerk mit VMware vSAN oder direkt über ein externes Speicher-Array.

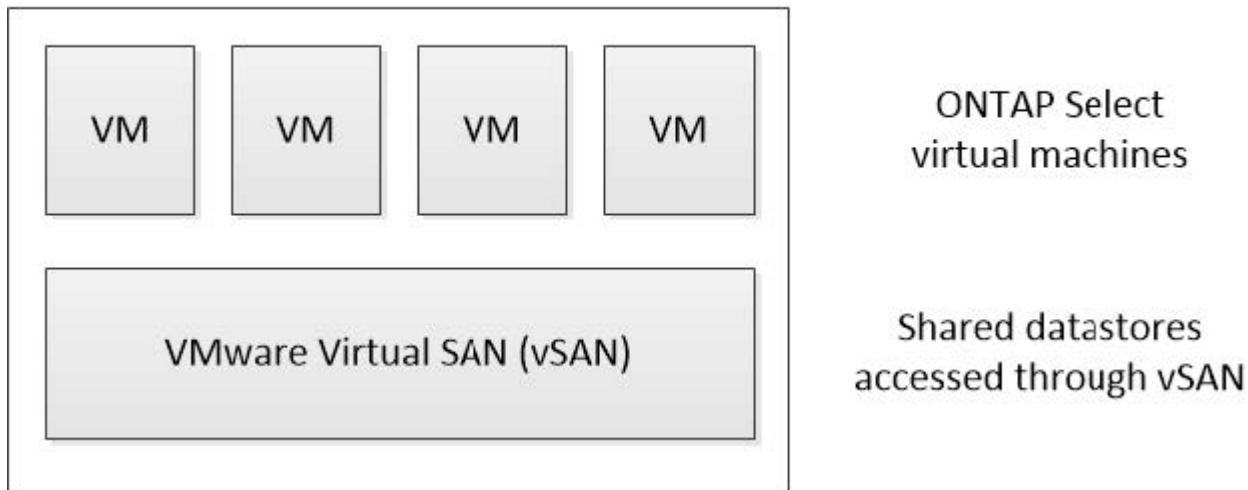
ONTAP Select kann für die Verwendung der folgenden Typen von VMware ESXi-Netzwerkdatenspeichern konfiguriert werden, die sich außerhalb des Hypervisor-Hosts befinden:

- vSAN (Virtuelles SAN)
- VMFS
- NFS

vSAN-Datenspeicher

Jeder ESXi-Host kann über einen oder mehrere lokale VMFS-Datenspeicher verfügen. Normalerweise sind diese Datenspeicher nur für den lokalen Host zugänglich. VMware vSAN ermöglicht es jedoch jedem Host in einem ESXi-Cluster, alle Datenspeicher im Cluster gemeinsam zu nutzen, als wären sie lokal. Die folgende Abbildung veranschaulicht, wie vSAN einen Pool von Datenspeichern erstellt, die von den Hosts im ESXi-Cluster gemeinsam genutzt werden.

ESXi cluster

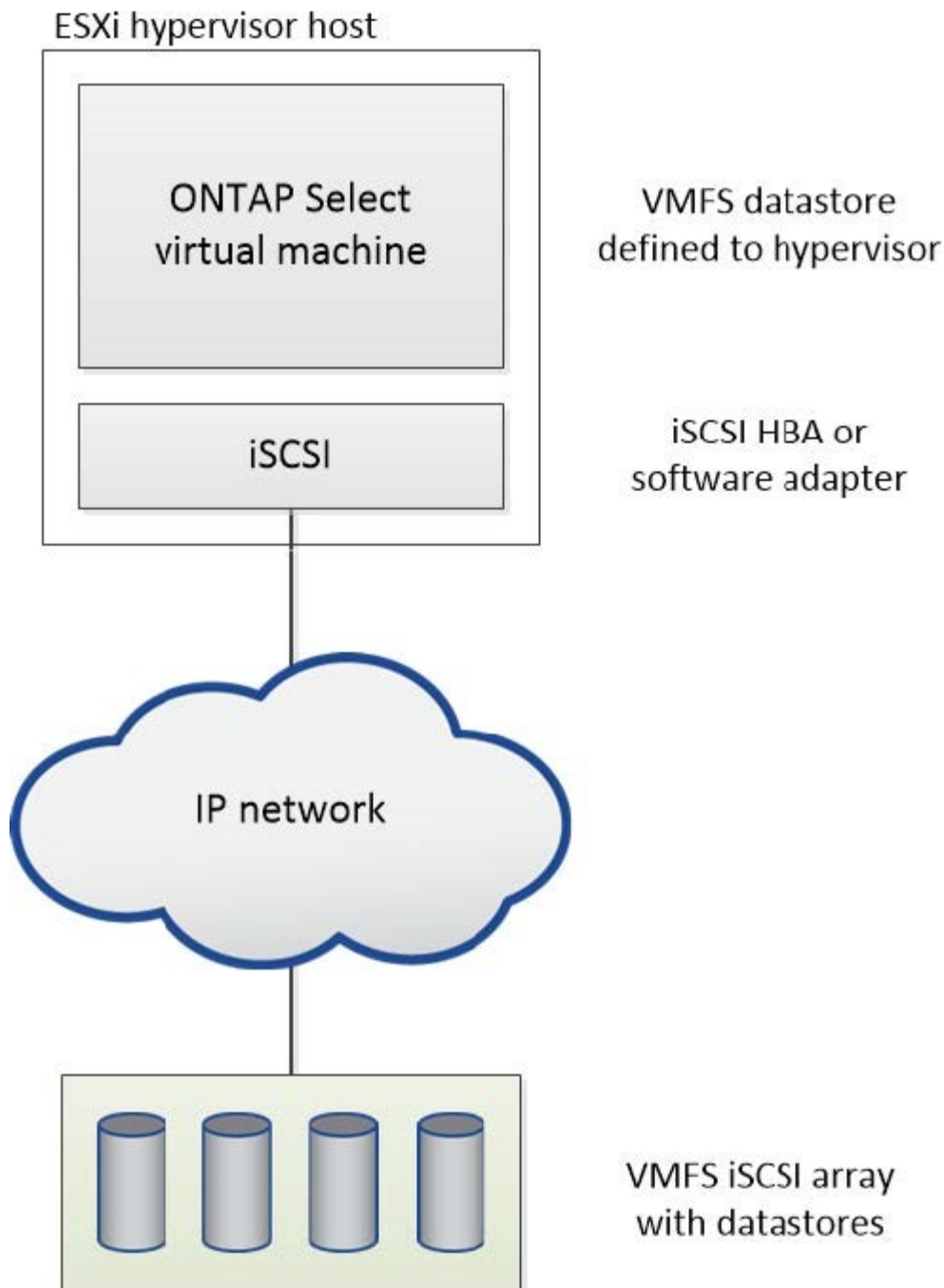


VMFS-Datenspeicher auf externem Speicherarray

Sie können einen VMFS-Datenspeicher auf einem externen Speicher-Array erstellen. Der Zugriff auf den Speicher erfolgt über verschiedene Netzwerkprotokolle. Die folgende Abbildung zeigt einen VMFS-Datenspeicher auf einem externen Speicher-Array, auf den über das iSCSI-Protokoll zugegriffen wird.

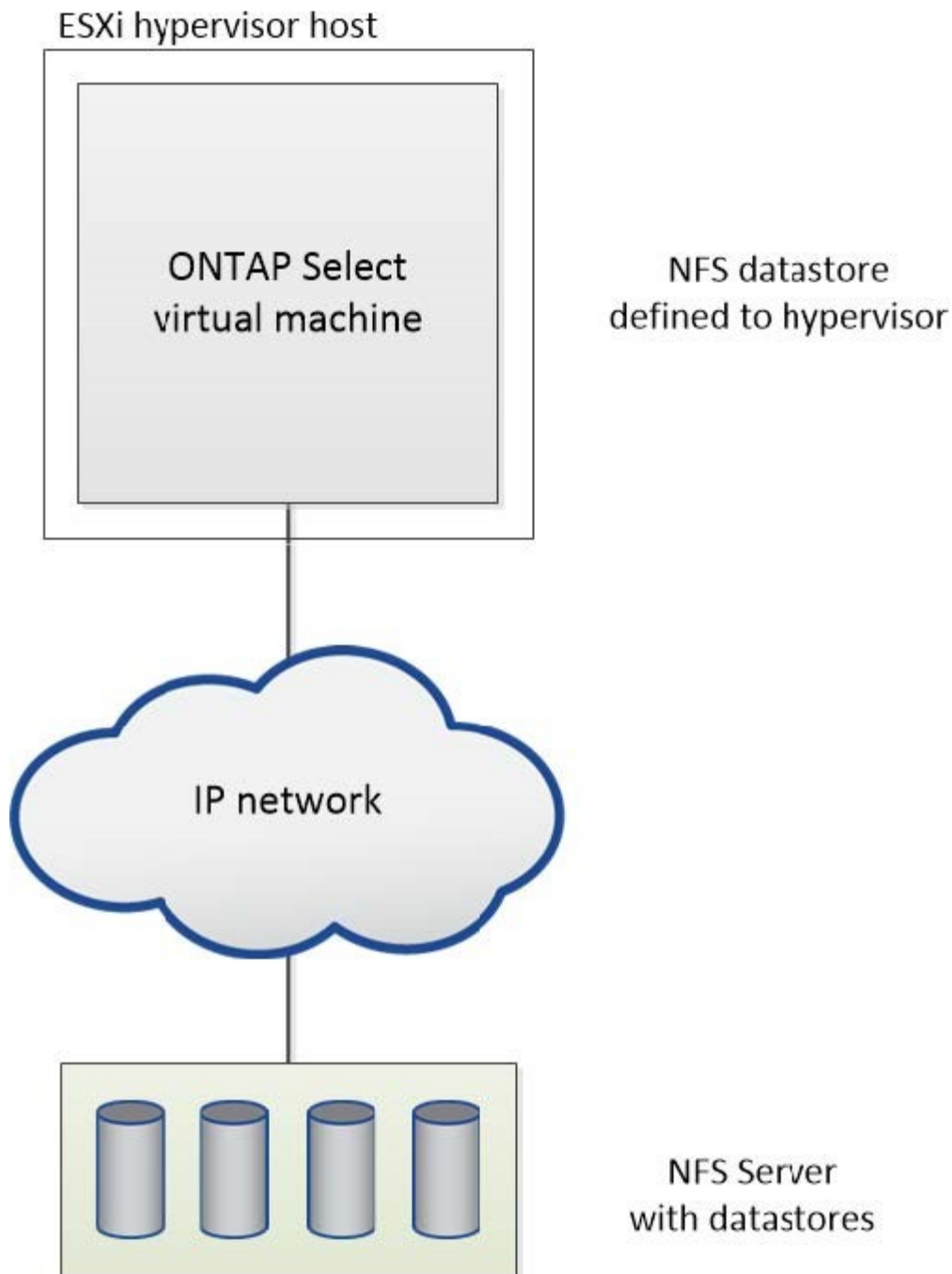


ONTAP Select unterstützt alle in der VMware Storage/SAN-Kompatibilitätsdokumentation beschriebenen externen Speicher-Arrays, einschließlich iSCSI, Fiber Channel und Fiber Channel over Ethernet.



NFS-Datenspeicher auf externem Speicherarray

Sie können einen NFS-Datenspeicher auf einem externen Speicher-Array erstellen. Der Zugriff auf den Speicher erfolgt über das NFS-Netzwerkprotokoll. Die folgende Abbildung zeigt einen NFS-Datenspeicher auf einem externen Speicher, auf den über die NFS-Server-Appliance zugegriffen wird.



Hardware-RAID-Dienste für ONTAP Select Local Attached Storage

Wenn ein Hardware-RAID-Controller verfügbar ist, kann ONTAP Select RAID-Dienste auf den Hardware-Controller verschieben, um die Schreibleistung zu steigern und vor physischen Laufwerksausfällen zu schützen. Dadurch wird der RAID-Schutz für alle Knoten im ONTAP Select Cluster durch den lokal angeschlossenen RAID-Controller und nicht durch ONTAP Software-RAID gewährleistet.



ONTAP Select Datenaggregate sind für die Verwendung von RAID 0 konfiguriert, da der physische RAID-Controller RAID-Striping für die zugrunde liegenden Laufwerke bereitstellt. Andere RAID-Level werden nicht unterstützt.

RAID-Controller-Konfiguration für lokal angeschlossenen Speicher

Alle lokal angeschlossenen Festplatten, die ONTAP Select als Backup-Speicher bereitstellen, müssen hinter einem RAID-Controller sitzen. Die meisten Standardserver werden mit mehreren RAID-Controller-Optionen in verschiedenen Preisklassen und mit jeweils unterschiedlichem Funktionsumfang angeboten. Ziel ist es, möglichst viele dieser Optionen zu unterstützen, sofern sie bestimmte Mindestanforderungen an den Controller erfüllen.



Sie können virtuelle Datenträger nicht von ONTAP Select VMs trennen, die die Hardware-RAID-Konfiguration verwenden. Das Trennen von Datenträgern wird nur für ONTAP Select VMs unterstützt, die die Software-RAID-Konfiguration verwenden. Sehen ["Ersetzen Sie ein ausgefallenes Laufwerk in einer ONTAP Select Software-RAID-Konfiguration"](#) für weitere Informationen.

Der RAID-Controller, der die ONTAP Select Festplatten verwaltet, muss die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Der Hardware-RAID-Controller muss über eine Batterie-Backup-Einheit (BBU) oder einen Flash-Backed Write Cache (FBWC) verfügen und einen Durchsatz von 12 Gbit/s unterstützen.
- Der RAID-Controller muss einen Modus unterstützen, der mindestens einem oder zwei Festplattenausfällen standhält (RAID 5 und RAID 6).
- Der Laufwerkcache muss deaktiviert sein.
- Die Schreibrichtlinie muss für den Writeback-Modus mit einem Fallback zum Durchschreiben bei BBU- oder Flash-Fehlern konfiguriert werden.
- Die E/A-Richtlinie für Lesevorgänge muss auf „Zwischengespeichert“ eingestellt sein.

Alle lokal angeschlossenen Festplatten, die ONTAP Select als Backup-Speicher bereitstellen, müssen in RAID-Gruppen mit RAID 5 oder RAID 6 platziert werden. Bei SAS-Laufwerken und SSDs ermöglicht die Verwendung von RAID-Gruppen mit bis zu 24 Laufwerken ONTAP, die Vorteile der Verteilung eingehender Leseanfragen auf eine größere Anzahl von Festplatten zu nutzen. Dies führt zu einer deutlichen Leistungssteigerung. Bei SAS/SSD-Konfigurationen wurden Leistungstests mit Single-LUN- und Multi-LUN-Konfigurationen durchgeführt. Es wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. NetApp empfiehlt daher der Einfachheit halber, die für Ihre Konfigurationsanforderungen erforderliche Mindestanzahl an LUNs zu erstellen.

NL-SAS- und SATA-Laufwerke gelten unterschiedliche Best Practices. Aus Performancegründen beträgt die Mindestanzahl an Festplatten zwar weiterhin acht, die RAID-Gruppe sollte jedoch nicht mehr als zwölf Festplatten umfassen. NetApp empfiehlt außerdem die Verwendung eines Ersatzlaufwerks pro RAID-Gruppe. Es können jedoch auch globale Ersatzlaufwerke für alle RAID-Gruppen verwendet werden. Beispielsweise können Sie zwei Ersatzlaufwerke für jeweils drei RAID-Gruppen verwenden, wobei jede RAID-Gruppe aus acht bis zwölf Laufwerken besteht.



Die maximale Ausdehnung und Datenspeichergröße für ältere ESX-Versionen beträgt 64 TB. Dies kann sich auf die Anzahl der LUNs auswirken, die zur Unterstützung der gesamten Rohkapazität dieser Laufwerke mit großer Kapazität erforderlich sind.

RAID-Modus

Viele RAID-Controller unterstützen bis zu drei Betriebsmodi, die jeweils einen erheblichen Unterschied im Datenpfad der Schreibanforderungen darstellen. Diese drei Modi sind wie folgt:

- Writethrough. Alle eingehenden E/A-Anfragen werden in den Cache des RAID-Controllers geschrieben und dann sofort auf die Festplatte übertragen, bevor die Anfrage an den Host zurückgesendet wird.

- Writearound. Alle eingehenden E/A-Anfragen werden direkt auf die Festplatte geschrieben, wodurch der Cache des RAID-Controllers umgangen wird.
- Rückschreiben. Alle eingehenden E/A-Anfragen werden direkt in den Controller-Cache geschrieben und sofort an den Host zurückgemeldet. Datenblöcke werden mithilfe des Controllers asynchron auf die Festplatte geschrieben.

Der Writeback-Modus bietet den kürzesten Datenpfad, wobei die E/A-Bestätigung unmittelbar nach dem Eintreffen der Blöcke im Cache erfolgt. Dieser Modus bietet die geringste Latenz und den höchsten Durchsatz für gemischte Lese-/Schreib-Workloads. Ohne BBU oder nichtflüchtige Flash-Technologie besteht jedoch das Risiko eines Datenverlusts, wenn das System in diesem Modus einen Stromausfall erleidet.

ONTAP Select erfordert eine Batterie-Backup- oder Flash-Einheit. Daher können wir sicher sein, dass im Falle eines solchen Fehlers zwischengespeicherte Blöcke auf die Festplatte geschrieben werden. Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass der RAID-Controller im Writeback-Modus konfiguriert ist.

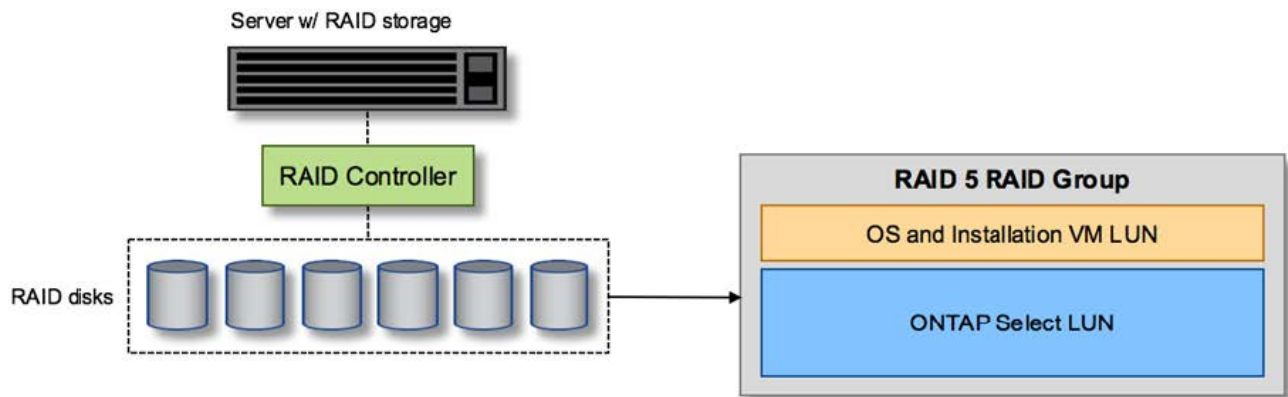
Lokale Festplatten, die von ONTAP Select und OS gemeinsam genutzt werden

Die gängigste Serverkonfiguration ist eine, bei der alle lokal angeschlossenen Spindeln hinter einem einzigen RAID-Controller sitzen. Sie sollten mindestens zwei LUNs bereitstellen: eine für den Hypervisor und eine für die ONTAP Select VM.

Betrachten Sie beispielsweise einen HP DL380 g8 mit sechs internen Laufwerken und einem einzelnen Smart Array P420i RAID-Controller. Alle internen Laufwerke werden von diesem RAID-Controller verwaltet, und auf dem System ist kein weiterer Speicher vorhanden.

Die folgende Abbildung zeigt diese Art der Konfiguration. In diesem Beispiel ist kein anderer Speicher auf dem System vorhanden. Daher muss der Hypervisor den Speicher mit dem ONTAP Select Knoten teilen.

Server-LUN-Konfiguration mit ausschließlich RAID-verwalteten Spindeln



Durch die Bereitstellung der Betriebssystem-LUNs aus derselben RAID-Gruppe wie ONTAP Select profitiert das Hypervisor-Betriebssystem (und jede Client-VM, die ebenfalls aus diesem Speicher bereitgestellt wird) vom RAID-Schutz. Diese Konfiguration verhindert, dass der Ausfall eines einzelnen Laufwerks das gesamte System zum Absturz bringt.

Lokale Festplatten aufgeteilt zwischen ONTAP Select und OS

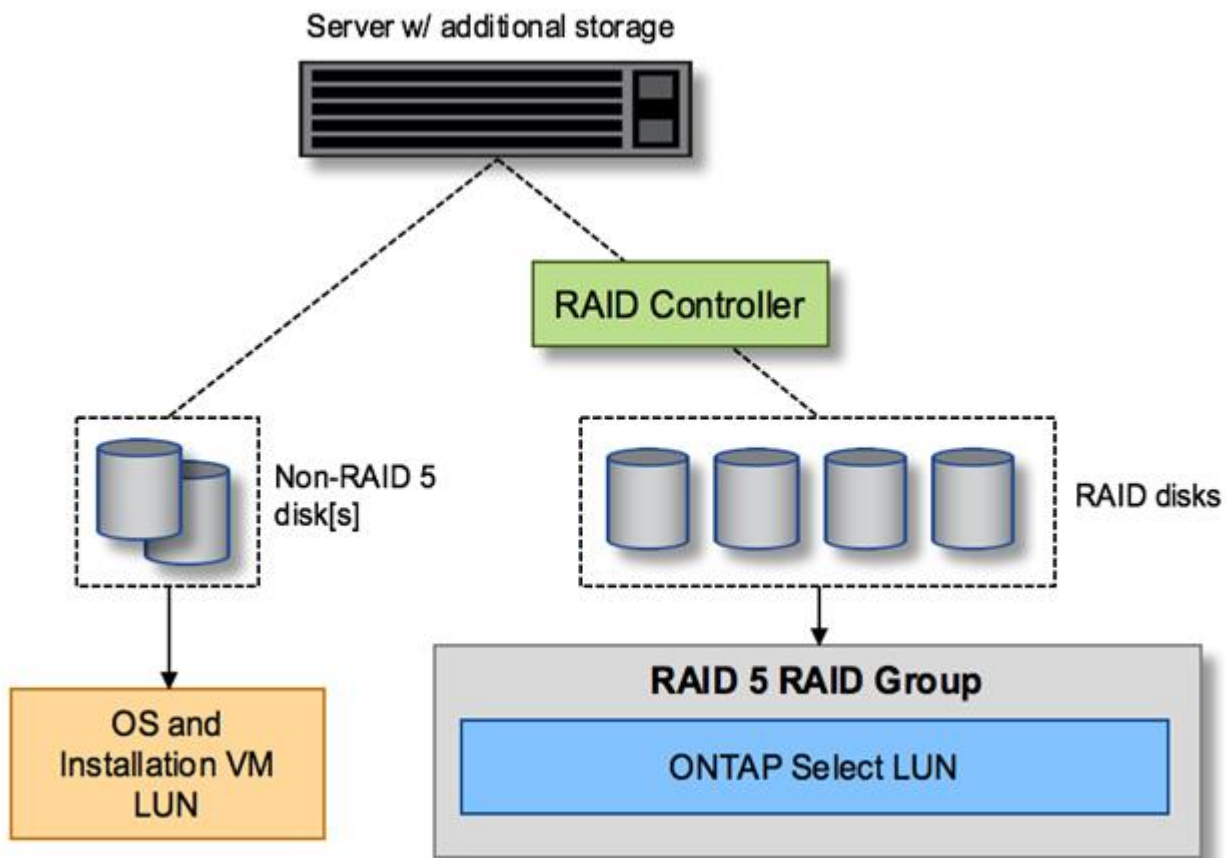
Eine weitere mögliche Konfiguration, die von Serveranbietern angeboten wird, besteht darin, das System mit mehreren RAID- oder Festplattencontrollern zu konfigurieren. Dabei wird ein Festplattensatz von einem Festplattencontroller verwaltet, der RAID-Dienste anbieten kann, aber nicht muss. Ein zweiter Festplattensatz

wird von einem Hardware-RAID-Controller verwaltet, der RAID 5/6-Dienste anbieten kann.

Bei dieser Konfiguration sollten die Spindeln hinter dem RAID-Controller, die RAID 5/6-Dienste bereitstellen, ausschließlich von der ONTAP Select VM genutzt werden. Abhängig von der zu verwaltenden Speicherkapazität sollten Sie die Festplattenspindeln in einer oder mehreren RAID-Gruppen und einer oder mehreren LUNs konfigurieren. Diese LUNs werden dann zum Erstellen eines oder mehrerer Datenspeicher verwendet, wobei alle Datenspeicher durch den RAID-Controller geschützt werden.

Der erste Satz von Festplatten ist für das Hypervisor-Betriebssystem und alle Client-VMs reserviert, die keinen ONTAP Speicher verwenden, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

Server-LUN-Konfiguration auf gemischtem RAID/Nicht-RAID-System



Mehrere LUNs

In zwei Fällen müssen Konfigurationen einzelner RAID-Gruppen/LUNs geändert werden. Bei Verwendung von NL-SAS- oder SATA-Laufwerken darf die RAID-Gruppengröße 12 Laufwerke nicht überschreiten. Darüber hinaus kann eine einzelne LUN die Speicherlimits des zugrunde liegenden Hypervisors überschreiten (entweder die maximale Größe einzelner Dateisystembereiche oder die maximale Gesamtgröße des Speicherpools). In diesem Fall muss der zugrunde liegende physische Speicher in mehrere LUNs aufgeteilt werden, um eine erfolgreiche Dateisystemerstellung zu ermöglichen.

Dateisystembeschränkungen für virtuelle VMware vSphere-Maschinen

Die maximale Größe eines Datenspeichers beträgt bei einigen ESX-Versionen 64 TB.

Wenn ein Server über mehr als 64 TB Speicher verfügt, müssen möglicherweise mehrere LUNs bereitgestellt werden, die jeweils kleiner als 64 TB sind. Das Erstellen mehrerer RAID-Gruppen zur Verbesserung der RAID-Wiederherstellungszeit für SATA/NL-SAS-Laufwerke führt ebenfalls zur Bereitstellung mehrerer LUNs.

Wenn mehrere LUNs benötigt werden, ist es wichtig, dass diese eine ähnliche und konsistente Leistung aufweisen. Dies ist besonders wichtig, wenn alle LUNs in einem einzigen ONTAP Aggregat verwendet werden sollen. Wenn eine oder mehrere LUNs ein deutlich anderes Leistungsprofil aufweisen, empfehlen wir dringend, diese LUNs in einem separaten ONTAP Aggregat zu isolieren.

Mithilfe mehrerer Dateisystem-Extents kann ein einzelner Datenspeicher bis zur maximalen Größe des Datenspeichers erstellt werden. Um die Kapazität, für die eine ONTAP Select Lizenz erforderlich ist, zu begrenzen, legen Sie bei der Clusterinstallation eine Kapazitätsobergrenze fest. Dadurch kann ONTAP Select nur einen Teil des Speicherplatzes eines Datenspeichers nutzen (und benötigt daher eine Lizenz dafür).

Alternativ kann zunächst ein einzelner Datastore auf einer einzelnen LUN erstellt werden. Wird zusätzlicher Speicherplatz benötigt, der eine größere ONTAP Select Kapazitätslizenz erfordert, kann dieser Speicherplatz bis zur maximalen Größe des Datastores als Extent zum selben Datastore hinzugefügt werden. Sobald die maximale Größe erreicht ist, können neue Datastores erstellt und zu ONTAP Select hinzugefügt werden. Beide Arten der Kapazitätserweiterung werden unterstützt und können mit der ONTAP Deploy-Speichererweiterungsfunktion erreicht werden. Jeder ONTAP Select Knoten kann für bis zu 400 TB Speicher konfiguriert werden. Die Bereitstellung von Kapazität aus mehreren Datastores erfolgt in zwei Schritten.

Mit der ersten Clustererstellung können Sie einen ONTAP Select Cluster erstellen, der einen Teil oder den gesamten Speicherplatz des initialen Datastores belegt. Im zweiten Schritt werden eine oder mehrere Kapazitätserweiterungen mit zusätzlichen Datastores durchgeführt, bis die gewünschte Gesamtkapazität erreicht ist. Diese Funktionalität wird im Abschnitt ["Erhöhen Sie die Speicherkapazität"](#) .



VMFS-Overhead ist ungleich Null (siehe ["VMware KB 1001618"](#)), und der Versuch, den gesamten von einem Datenspeicher als frei gemeldeten Speicherplatz zu verwenden, hat bei Clustererstellungsvorgängen zu sporadischen Fehlern geführt.

In jedem Datenspeicher bleibt ein Puffer von 2 % ungenutzt. Für diesen Speicherplatz ist keine Kapazitätslizenz erforderlich, da er von ONTAP Select nicht verwendet wird. ONTAP Deploy berechnet automatisch die genaue Anzahl der Gigabyte für den Puffer, sofern keine Kapazitätsgrenze angegeben ist. Wenn eine Kapazitätsgrenze angegeben ist, wird diese zuerst erzwungen. Liegt die Kapazitätsgrenze innerhalb der Puffergröße, schlägt die Clustererstellung mit einer Fehlermeldung fehl, in der der korrekte Parameter für die maximale Größe angegeben wird, der als Kapazitätsgrenze verwendet werden kann:

```
"InvalidPoolCapacitySize: Invalid capacity specified for storage pool
"ontap-select-storage-pool", Specified value: 34334204 GB. Available
(after leaving 2% overhead space): 30948"
```

VMFS 6 wird sowohl für Neuinstallationen als auch als Ziel eines Storage vMotion-Vorgangs einer vorhandenen ONTAP Deploy- oder ONTAP Select VM unterstützt.

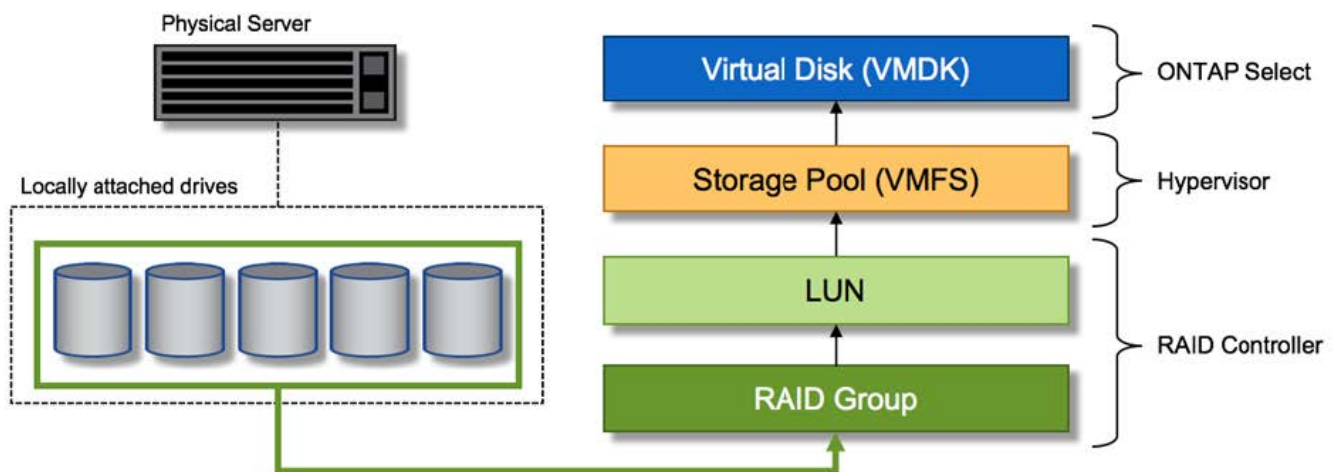
VMware unterstützt keine direkten Upgrades von VMFS 5 auf VMFS 6. Daher ist Storage vMotion der einzige Mechanismus, der den Wechsel von VMs von einem VMFS 5-Datenspeicher zu einem VMFS 6-Datenspeicher ermöglicht. Die Unterstützung für Storage vMotion mit ONTAP Select und ONTAP Deploy wurde jedoch erweitert, um neben dem spezifischen Zweck des Wechsels von VMFS 5 auf VMFS 6 auch andere Szenarien abzudecken.

ONTAP Select virtuelle Festplatten

Im Kern stellt ONTAP Select ONTAP eine Reihe virtueller Festplatten bereit, die aus einem oder mehreren Speicherpools bereitgestellt werden. ONTAP erhält eine Reihe virtueller Festplatten, die als physisch behandelt werden. Der verbleibende Teil des Speicherstapels wird vom Hypervisor abstrahiert. Die folgende Abbildung zeigt diese Beziehung detaillierter und verdeutlicht die Beziehung zwischen dem physischen RAID-Controller, dem Hypervisor und der ONTAP Select VM.

- Die RAID-Gruppen- und LUN-Konfiguration erfolgt über die RAID-Controller-Software des Servers. Diese Konfiguration ist bei Verwendung von VSAN oder externen Arrays nicht erforderlich.
- Die Konfiguration des Speicherpools erfolgt innerhalb des Hypervisors.
- Virtuelle Datenträger werden von einzelnen VMs erstellt und sind deren Eigentümer; in diesem Beispiel von ONTAP Select.

Zuordnung von virtuellen zu physischen Datenträgern



Bereitstellung virtueller Datenträger

Für eine optimierte Benutzererfahrung stellt das ONTAP Select Management-Tool ONTAP Deploy automatisch virtuelle Festplatten aus dem zugehörigen Speicherpool bereit und verbindet sie mit der ONTAP Select VM. Dieser Vorgang erfolgt automatisch sowohl bei der Ersteinrichtung als auch beim Hinzufügen von Speicher. Ist der ONTAP Select Node Teil eines HA-Paares, werden die virtuellen Festplatten automatisch einem lokalen und gespiegelten Speicherpool zugewiesen.

ONTAP Select unterteilt den zugrunde liegenden angeschlossenen Speicher in gleich große virtuelle Festplatten mit jeweils maximal 16 TB. Wenn der ONTAP Select Knoten Teil eines HA-Paares ist, werden auf jedem Clusterknoten mindestens zwei virtuelle Festplatten erstellt und dem lokalen und gespiegelten Plex zugewiesen, um innerhalb eines gespiegelten Aggregats verwendet zu werden.

Beispielsweise kann einem ONTAP Select ein Datenspeicher oder eine LUN mit 31 TB zugewiesen werden (der Speicherplatz, der nach der Bereitstellung der VM und der System- und Root-Festplatten verbleibt). Anschließend werden vier virtuelle Festplatten mit ca. 7,75 TB erstellt und dem entsprechenden lokalen ONTAP und Mirror-Plex zugewiesen.



Das Hinzufügen von Kapazität zu einer ONTAP Select VM führt wahrscheinlich zu VMDKs unterschiedlicher Größe. Einzelheiten dazu finden Sie im Abschnitt ["Erhöhen Sie die Speicherkapazität"](#). Im Gegensatz zu FAS -Systemen können VMDKs unterschiedlicher Größe im selben Aggregat vorhanden sein. der gesamte Speicherplatz in jedem VMDK unabhängig von seiner Größe vollständig genutzt werden kann.

Virtualisierter NVRAM

NetApp FAS -Systeme sind traditionell mit einer physischen NVRAM PCI-Karte ausgestattet, einer Hochleistungskarte mit nichtflüchtigem Flash-Speicher. Diese Karte steigert die Schreibleistung deutlich, indem sie ONTAP die Möglichkeit gibt, eingehende Schreibvorgänge sofort an den Client zurückzugeben. Außerdem kann sie die Verschiebung geänderter Datenblöcke zurück auf das langsamere Speichermedium planen (Destaging).

Standardsysteme sind üblicherweise nicht mit dieser Ausstattung ausgestattet. Daher wurde die Funktionalität dieser NVRAM Karte virtualisiert und in einer Partition auf der ONTAP Select System-Bootdiskette platziert. Aus diesem Grund ist die Platzierung der virtuellen Systemdiskette der Instanz äußerst wichtig. Aus diesem Grund erfordert das Produkt auch einen physischen RAID-Controller mit einem ausfallsicheren Cache für lokale Speicherkonfigurationen.

NVRAM befindet sich in einer eigenen VMDK. Durch die Aufteilung des NVRAM in eine eigene VMDK kann die ONTAP Select VM den vNVMe-Treiber zur Kommunikation mit ihrer NVRAM VMDK nutzen. Voraussetzung ist außerdem, dass die ONTAP Select VM die Hardwareversion 13 verwendet, die mit ESX 6.5 und neuer kompatibel ist.

Datenpfad erklärt: NVRAM und RAID-Controller

Die Interaktion zwischen der virtualisierten NVRAM Systempartition und dem RAID-Controller lässt sich am besten verdeutlichen, indem man den Datenpfad einer Schreibanforderung beim Eintritt in das System durchgeht.

Eingehende Schreibanfragen an die ONTAP Select VM zielen auf die NVRAM Partition der VM ab. Auf der Virtualisierungsebene befindet sich diese Partition innerhalb einer ONTAP Select Systemfestplatte, einer VMDK, die an die ONTAP Select VM angeschlossen ist. Auf der physischen Ebene werden diese Anfragen im lokalen RAID-Controller zwischengespeichert, wie alle Blockänderungen, die auf die zugrunde liegenden Spindeln abzielen. Von hier aus wird der Schreibvorgang dem Host bestätigt.

Zu diesem Zeitpunkt befindet sich der Block physisch im Cache des RAID-Controllers und wartet darauf, auf die Festplatte geschrieben zu werden. Logischerweise befindet sich der Block im NVRAM und wartet darauf, auf die entsprechenden Benutzerdatenfestplatten ausgelagert zu werden.

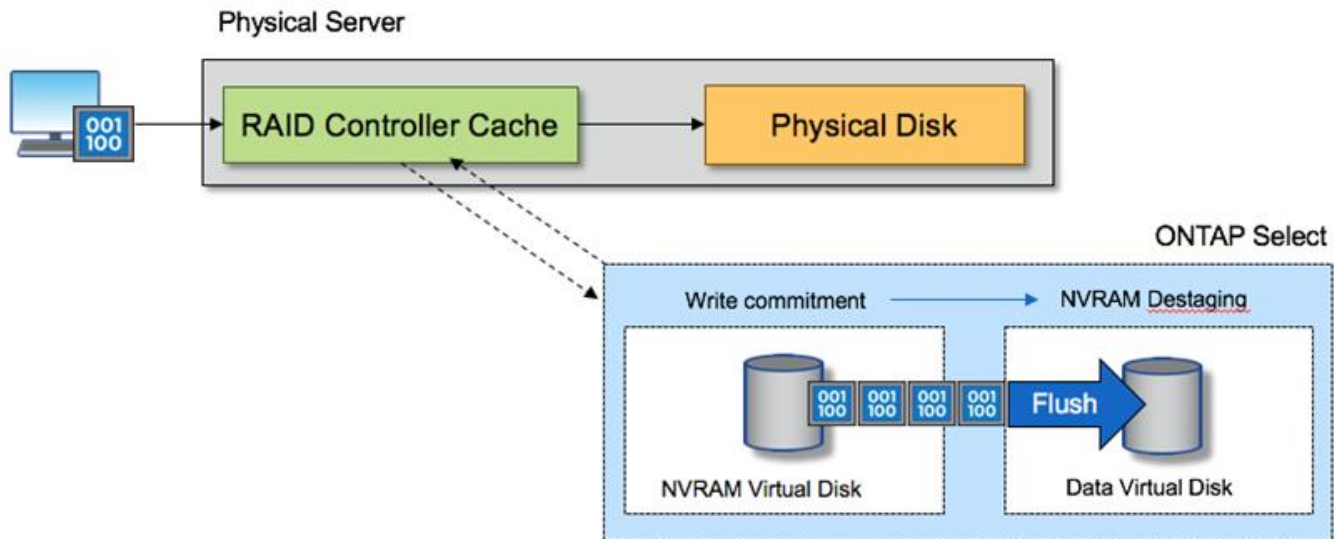
Da geänderte Blöcke automatisch im lokalen Cache des RAID-Controllers gespeichert werden, werden eingehende Schreibvorgänge in der NVRAM Partition automatisch zwischengespeichert und regelmäßig auf physische Speichermedien übertragen. Dies ist nicht zu verwechseln mit der regelmäßigen Übertragung von NVRAM Inhalten zurück auf ONTAP Datenträger. Diese beiden Ereignisse stehen in keinem Zusammenhang und treten zu unterschiedlichen Zeiten und mit unterschiedlicher Häufigkeit auf.

Die folgende Abbildung zeigt den E/A-Pfad eines eingehenden Schreibvorgangs. Sie verdeutlicht den Unterschied zwischen der physischen Ebene (dargestellt durch den Cache und die Festplatten des RAID-Controllers) und der virtuellen Ebene (dargestellt durch den NVRAM und die virtuellen Datenfestplatten der VM).



Obwohl auf der NVRAM VMDK geänderte Blöcke im lokalen RAID-Controller-Cache zwischengespeichert werden, kennt der Cache weder die VM-Konstruktion noch deren virtuelle Festplatten. Er speichert alle geänderten Blöcke des Systems, von denen der NVRAM nur ein Teil ist. Dies schließt Schreibanforderungen für den Hypervisor ein, sofern dieser von denselben Backing-Spindeln bereitgestellt wird.

Eingehende Schreibvorgänge an ONTAP Select VM



Die NVRAM Partition ist auf einer eigenen VMDK getrennt. Diese VMDK wird über den vNVM-Treiber angebunden, der in ESX-Versionen ab 6.5 verfügbar ist. Diese Änderung ist besonders für ONTAP Select Installationen mit Software-RAID von Bedeutung, da diese nicht vom RAID-Controller-Cache profitieren.

ONTAP Select Software-RAID-Konfigurationsdienste für lokal angeschlossenen Speicher

Software-RAID ist eine RAID-Abstraktionsschicht, die im ONTAP Software-Stack implementiert ist. Sie bietet die gleiche Funktionalität wie die RAID-Schicht einer herkömmlichen ONTAP Plattform wie FAS. Die RAID-Schicht führt Laufwerkspartitätsberechnungen durch und bietet Schutz vor einzelnen Laufwerksausfällen innerhalb eines ONTAP Select Knotens.

Unabhängig von den Hardware-RAID-Konfigurationen bietet ONTAP Select auch eine Software-RAID-Option. Ein Hardware-RAID-Controller ist in bestimmten Umgebungen möglicherweise nicht verfügbar oder unerwünscht, beispielsweise wenn ONTAP Select auf Standardhardware mit kleinem Formfaktor eingesetzt wird. Software-RAID erweitert die verfügbaren Bereitstellungsoptionen um solche Umgebungen. Beachten Sie Folgendes, um Software-RAID in Ihrer Umgebung zu aktivieren:

- Es ist mit einer Premium- oder Premium XL-Lizenz erhältlich.
- Es unterstützt nur SSD- oder NVMe-Laufwerke (erfordert Premium XL-Lizenz) für ONTAP Root- und Datenfestplatten.
- Es erfordert eine separate Systemfestplatte für die ONTAP Select VM-Bootpartition.

- Wählen Sie eine separate Festplatte, entweder eine SSD oder ein NVMe-Laufwerk, um einen Datenspeicher für die Systemfestplatten (NVRAM, Boot-/CF-Karte, Coredump und Mediator in einem Multi-Node-Setup) zu erstellen.

Anmerkungen

- Die Begriffe Service-Disk und System-Disk werden synonym verwendet.
 - Service-Disks sind die VMDKs, die innerhalb der ONTAP Select VM verwendet werden, um verschiedene Elemente wie Clustering, Booten usw. zu bedienen.
 - Service-Datenträger befinden sich vom Host aus gesehen physisch auf einem einzigen physischen Datenträger (gemeinsam Service-/System-Datenträger genannt). Dieser physische Datenträger muss einen DAS-Datenspeicher enthalten. ONTAP Deploy erstellt diese Service-Datenträger für die ONTAP Select VM während der Clusterbereitstellung.
- Eine weitere Aufteilung der ONTAP Select Systemfestplatten auf mehrere Datenspeicher oder mehrere physische Laufwerke ist nicht möglich.
- Hardware-RAID ist nicht veraltet.

Software-RAID-Konfiguration für lokal angeschlossenen Speicher

Bei der Verwendung von Software-RAID ist das Fehlen eines Hardware-RAID-Controllers ideal. Wenn ein System jedoch über einen vorhandenen RAID-Controller verfügt, muss dieser die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Der Hardware-RAID-Controller muss deaktiviert werden, damit Festplatten direkt dem System bereitgestellt werden können (JBOD). Diese Änderung kann normalerweise im BIOS des RAID-Controllers vorgenommen werden.
- Alternativ sollte sich der Hardware-RAID-Controller im SAS-HBA-Modus befinden. Beispielsweise erlauben einige BIOS-Konfigurationen zusätzlich zu RAID einen „AHCI“-Modus, der zur Aktivierung des JBOD-Modus gewählt werden könnte. Dies ermöglicht ein Passthrough, sodass die physischen Laufwerke auf dem Host so angezeigt werden, wie sie sind.

Abhängig von der maximalen Anzahl der vom Controller unterstützten Laufwerke kann ein zusätzlicher Controller erforderlich sein. Stellen Sie im SAS-HBA-Modus sicher, dass der E/A-Controller (SAS-HBA) mit einer Geschwindigkeit von mindestens 6 Gbit/s unterstützt wird. NetApp empfiehlt jedoch eine Geschwindigkeit von 12 Gbit/s.

Andere Hardware-RAID-Controller-Modi oder -Konfigurationen werden nicht unterstützt. Einige Controller ermöglichen beispielsweise RAID 0, wodurch Festplatten künstlich durchgelassen werden können, was jedoch unerwünschte Auswirkungen haben kann. Die unterstützte Größe physischer Festplatten (nur SSD) liegt zwischen 200 GB und 16 TB.



Administratoren müssen den Überblick darüber behalten, welche Laufwerke von der ONTAP Select VM verwendet werden, und eine unbeabsichtigte Verwendung dieser Laufwerke auf dem Host verhindern.

ONTAP Select virtuelle und physische Festplatten

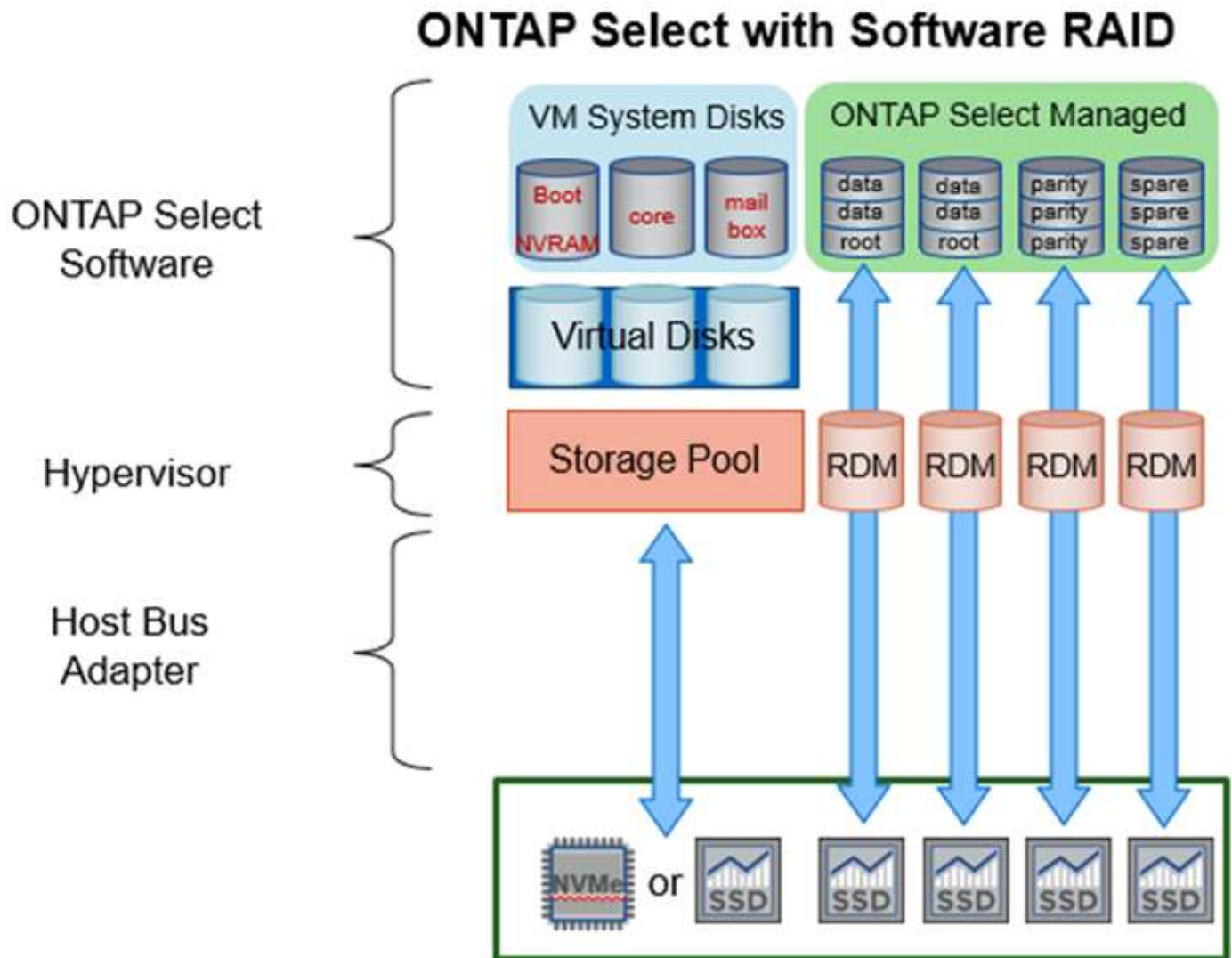
Bei Konfigurationen mit Hardware-RAID-Controllern wird die physische Festplattenredundanz durch den RAID-Controller gewährleistet. ONTAP Select verfügt über eine oder mehrere VMDKs, aus denen der ONTAP Administrator Datenaggregate konfigurieren kann. Diese VMDKs sind im RAID-0-Format gestreift, da die Verwendung von ONTAP Software-RAID aufgrund der auf Hardwareebene bereitgestellten Ausfallsicherheit redundant, ineffizient und ineffektiv ist. Darüber hinaus befinden sich die für Systemfestplatten verwendeten

VMDKs im selben Datenspeicher wie die VMDKs zur Speicherung von Benutzerdaten.

Bei Verwendung von Software-RAID präsentiert ONTAP Select mit einem Satz virtueller Festplatten (VMDKs) und physischer Festplatten, Raw Device Mappings [RDMs] für SSDs und Passthrough- oder DirectPath-IO-Geräte für NVMe.

Die folgenden Abbildungen zeigen diese Beziehung detaillierter und verdeutlichen den Unterschied zwischen den virtualisierten Festplatten, die für die internen Komponenten der ONTAP Select VM verwendet werden, und den physischen Festplatten, die zum Speichern von Benutzerdaten verwendet werden.

- ONTAP Select Software-RAID: Verwendung virtualisierter Festplatten und RDMs*



Die Systemfestplatten (VMDKs) befinden sich im selben Datenspeicher und auf derselben physischen Festplatte. Die virtuelle NVRAM Festplatte erfordert ein schnelles und langlebiges Medium. Daher werden nur NVMe- und SSD-Datenspeicher unterstützt.



Die Systemfestplatten (VMDKs) befinden sich im selben Datenspeicher und auf derselben physischen Festplatte. Die virtuelle NVRAM Festplatte erfordert ein schnelles und langlebiges Medium. Daher werden nur NVMe- und SSD-Datenspeicher unterstützt. Bei der Verwendung von NVMe-Laufwerken für Daten sollte die Systemfestplatte aus Leistungsgründen ebenfalls ein NVMe-Gerät sein. Ein guter Kandidat für die Systemfestplatte in einer reinen NVMe-Konfiguration ist eine INTEL Optane-Karte.

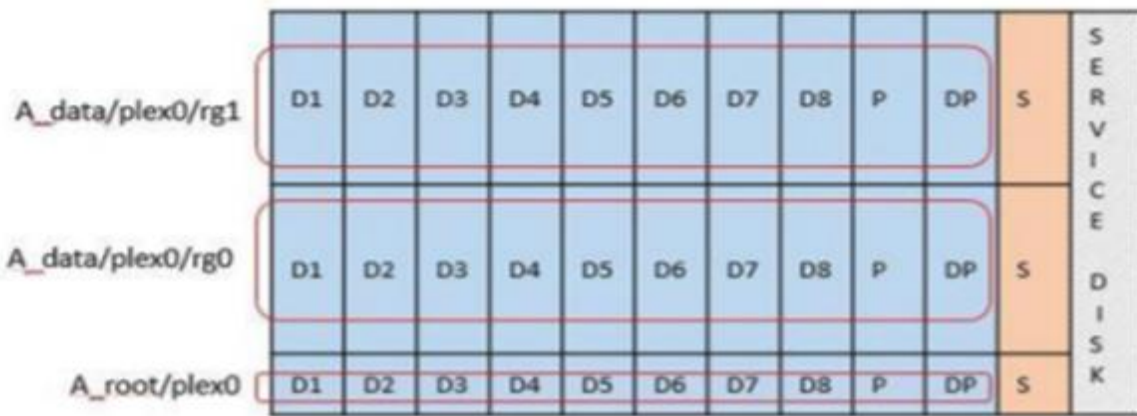


Mit der aktuellen Version ist es nicht möglich, die ONTAP Select Systemfestplatten weiter auf mehrere Datenspeicher oder mehrere physische Laufwerke aufzuteilen.

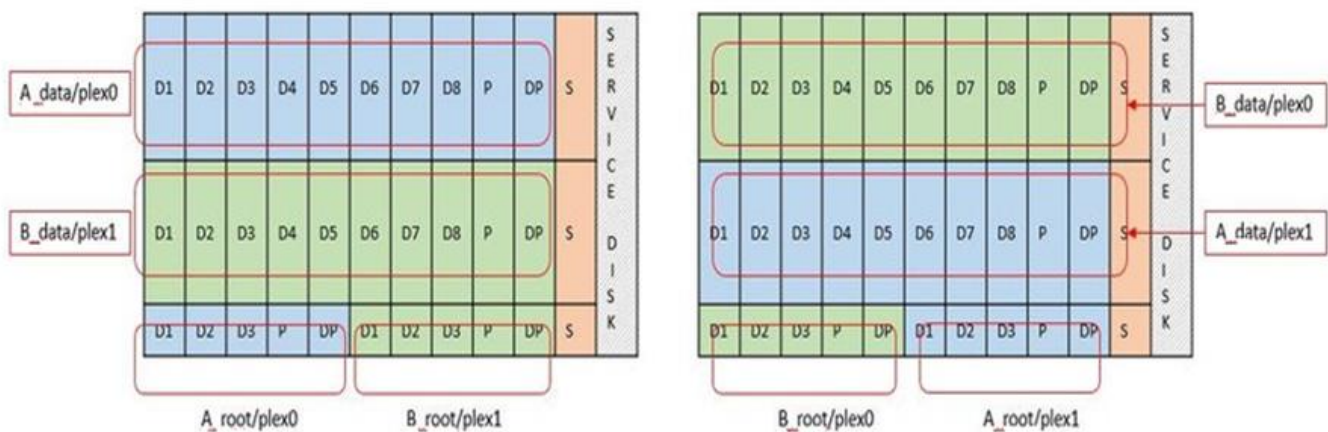
Jeder Datenträger ist in drei Teile unterteilt: eine kleine Root-Partition (Stripe) und zwei gleich große Partitionen, um zwei Datenträger zu erstellen, die in der ONTAP Select VM angezeigt werden. Partitionen verwenden das Root Data Data (RD2)-Schema, wie in den folgenden Abbildungen für einen Cluster mit einem einzelnen Knoten und für einen Knoten in einem HA-Paar gezeigt.

P bezeichnet ein Paritätslaufwerk. DP bezeichnet ein Laufwerk mit doppelter Parität und S bezeichnet ein Ersatzlaufwerk.

RDD-Festplattenpartitionierung für Einzelknotencluster



RDD-Festplattenpartitionierung für Multinode-Cluster (HA-Paare)



ONTAP Software-RAID unterstützt die folgenden RAID-Typen: RAID 4, RAID-DP und RAID-TEC. Dies sind dieselben RAID-Konstrukte, die auch von FAS und AFF Plattformen verwendet werden. Für die Root-Bereitstellung unterstützt ONTAP Select nur RAID 4 und RAID-DP. Bei Verwendung von RAID-TEC für das Datenaggregat erfolgt der Gesamtschutz über RAID-DP. ONTAP Select HA verwendet eine Shared-Nothing-Architektur, die die Konfiguration jedes Knotens auf den anderen Knoten repliziert. Das bedeutet, dass jeder Knoten seine Root-Partition und eine Kopie der Root-Partition des Peers speichern muss. Da ein Datenträger nur über eine Root-Partition verfügt, variiert die Mindestanzahl an Datenträgern je nachdem, ob der ONTAP Select Knoten Teil eines HA-Paares ist oder nicht.

Bei Clustern mit einem einzelnen Knoten werden alle Datenpartitionen zum Speichern lokaler (aktiver) Daten verwendet. Bei Knoten, die Teil eines HA-Paares sind, wird eine Datenpartition zum Speichern lokaler (aktiver) Daten für diesen Knoten verwendet und die zweite Datenpartition dient zum Spiegeln aktiver Daten vom HA-Peer.

Passthrough-Geräte (DirectPath IO) im Vergleich zu Raw Device Maps (RDMs)

VMware ESX unterstützt derzeit keine NVMe-Festplatten als Raw Device Maps. Damit ONTAP Select die direkte Steuerung von NVMe-Festplatten übernehmen kann, müssen die NVMe-Laufwerke in ESX als Passthrough-Geräte konfiguriert werden. Bitte beachten Sie, dass die Konfiguration eines NVMe-Geräts als Passthrough-Gerät die Unterstützung des Server-BIOS erfordert und ein störender Prozess ist, der einen Neustart des ESX-Hosts erfordert. Darüber hinaus beträgt die maximale Anzahl von Passthrough-Geräten pro

ESX-Host 16. ONTAP Deploy begrenzt diese jedoch auf 14. Diese Begrenzung von 14 NVMe-Geräten pro ONTAP Select Knoten bedeutet, dass eine reine NVMe-Konfiguration eine sehr hohe IOP-Dichte (IOPs/TB) auf Kosten der Gesamtkapazität bietet. Wenn alternativ eine Hochleistungskonfiguration mit größerer Speicherkapazität gewünscht wird, besteht die empfohlene Konfiguration aus einer großen ONTAP Select VM-Größe, einer INTEL Optane-Karte für die Systemfestplatte und einer nominalen Anzahl von SSD-Laufwerken zur Datenspeicherung.



Um die NVMe-Leistung voll auszunutzen, sollten Sie die große ONTAP Select VM-Größe in Betracht ziehen.

Es besteht ein weiterer Unterschied zwischen Passthrough-Geräten und RDMs. RDMs können einer laufenden VM zugeordnet werden. Passthrough-Geräte erfordern einen VM-Neustart. Das bedeutet, dass jeder NVMe-Laufwerksaustausch oder jede Kapazitätserweiterung (Laufwerkserweiterung) einen ONTAP Select VM-Neustart erfordert. Der Laufwerksaustausch und die Kapazitätserweiterung (Laufwerkserweiterung) werden durch einen Workflow in ONTAP Deploy gesteuert. ONTAP Deploy verwaltet den ONTAP Select Neustart für Single-Node-Cluster und das Failover/Failback für HA-Paare. Es ist jedoch wichtig, den Unterschied zwischen der Arbeit mit SSD-Datenlaufwerken (kein ONTAP Select Neustart/Failover erforderlich) und der Arbeit mit NVMe-Datenlaufwerken (ONTAP Select Neustart/Failover erforderlich) zu beachten.

Bereitstellung physischer und virtueller Datenträger

Für eine optimierte Benutzererfahrung stellt ONTAP Deploy die Systemfestplatten (virtuelle Festplatten) automatisch aus dem angegebenen Datenspeicher (physische Systemfestplatte) bereit und verbindet sie mit der ONTAP Select VM. Dieser Vorgang erfolgt automatisch während der Ersteinrichtung, damit die ONTAP Select VM booten kann. Die RDMs werden partitioniert und das Root-Aggregat automatisch erstellt. Ist der ONTAP Select Node Teil eines HA-Paares, werden die Datenpartitionen automatisch einem lokalen Speicherpool und einem Spiegelspeicherpool zugewiesen. Diese Zuweisung erfolgt automatisch sowohl bei der Clustererstellung als auch beim Hinzufügen von Speicher.

Da die Datenfestplatten auf der ONTAP Select VM mit den zugrunde liegenden physischen Festplatten verknüpft sind, hat das Erstellen von Konfigurationen mit einer größeren Anzahl physischer Festplatten Auswirkungen auf die Leistung.



Der RAID-Gruppentyp des Root-Aggregats hängt von der Anzahl der verfügbaren Festplatten ab. ONTAP Deploy wählt den entsprechenden RAID-Gruppentyp aus. Wenn dem Knoten genügend Festplatten zugewiesen sind, wird RAID-DP verwendet, andernfalls wird ein RAID-4-Root-Aggregat erstellt.

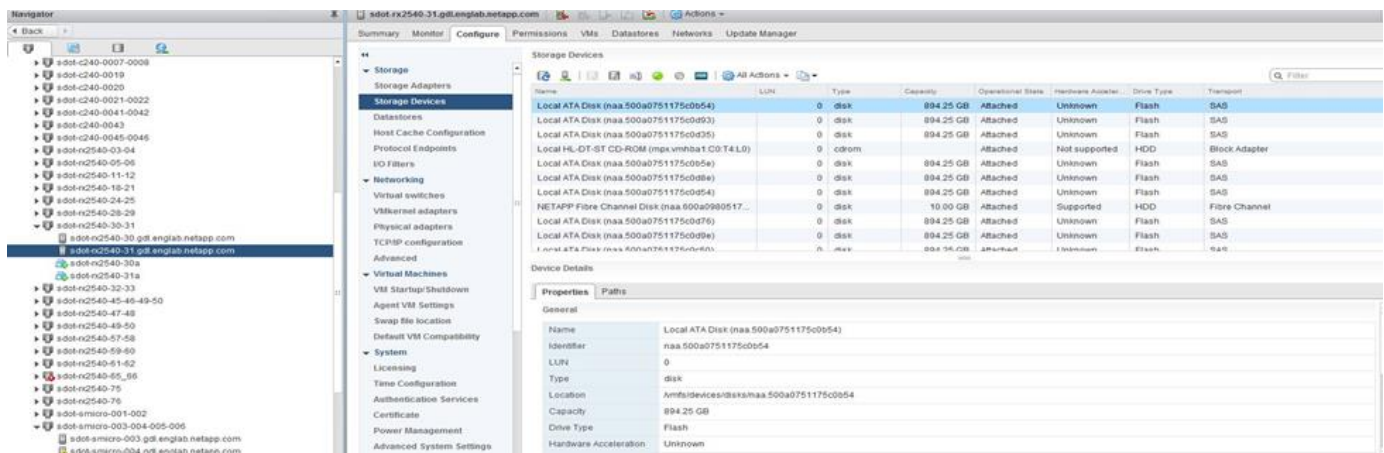
Beim Erweitern der Kapazität einer ONTAP Select VM mithilfe von Software-RAID muss der Administrator die physische Laufwerksgröße und die Anzahl der benötigten Laufwerke berücksichtigen. Einzelheiten finden Sie im Abschnitt ["Erhöhen Sie die Speicherkapazität"](#).

Ähnlich wie bei FAS und AFF -Systemen können einer vorhandenen RAID-Gruppe nur Laufwerke mit gleicher oder größerer Kapazität hinzugefügt werden. Laufwerke mit größerer Kapazität haben die richtige Größe. Wenn Sie neue RAID-Gruppen erstellen, sollte die Größe der neuen RAID-Gruppe der Größe der bestehenden RAID-Gruppe entsprechen, um sicherzustellen, dass die Gesamtleistung nicht beeinträchtigt wird.

Ordnen Sie eine ONTAP Select Festplatte der entsprechenden ESX-Festplatte zu

ONTAP Select Festplatten sind normalerweise mit NET xy gekennzeichnet. Sie können den folgenden ONTAP-Befehl verwenden, um die Festplatten-UUID zu erhalten:


```
<system name>::> disk show NET-1.1
Disk: NET-1.1
Model: Micron_5100_MTFD
Serial Number: 1723175C0B5E
UID:
*500A0751:175C0B5E*:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:00000000:
00000000:00000000
BPS: 512
Physical Size: 894.3GB
Position: shared
Checksum Compatibility: advanced_zoned
Aggregate: -
Plex: -This UID can be matched with the device UID displayed in the
'storage devices' tab for the ESX host
```



In der ESXi-Shell können Sie den folgenden Befehl eingeben, um die LED für eine bestimmte physische Festplatte (identifiziert durch ihre naa.unique-id) blinken zu lassen.

```
esxcli storage core device set -d <naa_id> -l=locator -L=<seconds>
```

Mehrere Laufwerksausfälle bei Verwendung von Software-RAID

Es kann vorkommen, dass in einem System mehrere Laufwerke gleichzeitig ausfallen. Das Verhalten des Systems hängt vom aggregierten RAID-Schutz und der Anzahl der ausgefallenen Laufwerke ab.

Ein RAID4-Aggregat kann einen Festplattenausfall überstehen, ein RAID-DP-Aggregat kann zwei Festplattenausfälle überstehen und ein RAID-TEC -Aggregat kann drei Festplattenausfälle überstehen.

Wenn die Anzahl der ausgefallenen Festplatten kleiner ist als die vom RAID-Typ unterstützte maximale Anzahl an Ausfällen und eine Ersatzfestplatte verfügbar ist, wird der Wiederherstellungsprozess automatisch gestartet. Wenn keine Ersatzfestplatten verfügbar sind, stellt das Aggregat die Daten in einem beeinträchtigten Zustand bereit, bis Ersatzfestplatten hinzugefügt werden.

Wenn die Anzahl der ausgefallenen Festplatten die vom RAID-Typ unterstützte maximale Anzahl von Ausfällen übersteigt, wird der lokale Plex als ausgefallen markiert und der Aggregatzustand herabgestuft. Die Daten

werden vom zweiten Plex auf dem HA-Partner bereitgestellt. Das bedeutet, dass alle E/A-Anfragen für Knoten 1 über den Cluster-Interconnect-Port e0e (iSCSI) an die Festplatten auf Knoten 2 gesendet werden. Fällt auch der zweite Plex aus, wird das Aggregat als ausgefallen markiert und es stehen keine Daten zur Verfügung.

Ein ausgefallener Plex muss gelöscht und neu erstellt werden, damit die ordnungsgemäße Datenspiegelung fortgesetzt werden kann. Beachten Sie, dass ein Ausfall mehrerer Festplatten, der zur Beeinträchtigung eines Datenaggregats führt, auch zur Beeinträchtigung eines Root-Aggregats führt. ONTAP Select verwendet das Root-Data-Data (RDD)-Partitionierungsschema, um jedes physische Laufwerk in eine Root-Partition und zwei Datenpartitionen aufzuteilen. Der Verlust einer oder mehrerer Festplatten kann daher mehrere Aggregate beeinträchtigen, darunter das lokale Root-Aggregat oder die Kopie des Remote-Root-Aggregats sowie das lokale Datenaggregat und die Kopie des Remote-Datenaggregats.

```
C3111E67::> storage aggregate plex delete -aggregate aggr1 -plex plex1
Warning: Deleting plex "plex1" of mirrored aggregate "aggr1" in a non-
shared HA configuration will disable its synchronous mirror protection and
disable
        negotiated takeover of node "sti-rx2540-335a" when aggregate
"aggr1" is online.
Do you want to continue? {y|n}: y
[Job 78] Job succeeded: DONE

C3111E67::> storage aggregate mirror -aggregate aggr1
Info: Disks would be added to aggregate "aggr1" on node "sti-rx2540-335a"
in the following manner:
    Second Plex
    RAID Group rg0, 5 disks (advanced_zoned checksum, raid_dp)
                                Usable
Physical
Size      Position  Disk                Type                Size
-----
-----
-          shared    NET-3.2             SSD                  -
-          shared    NET-3.3             SSD                  -
-          shared    NET-3.4             SSD                  208.4GB
208.4GB    shared    NET-3.5             SSD                  208.4GB
208.4GB    shared    NET-3.12            SSD                  208.4GB
208.4GB

    Aggregate capacity available for volume use would be 526.1GB.
    625.2GB would be used from capacity license.
Do you want to continue? {y|n}: y

C3111E67::> storage aggregate show-status -aggregate aggr1
```

Owner Node: sti-rx2540-335a

Aggregate: aggr1 (online, raid_dp, mirrored) (advanced_zoned checksums)

Plex: /aggr1/plex0 (online, normal, active, pool0)

RAID Group /aggr1/plex0/rg0 (normal, advanced_zoned checksums)

Usable

Physical

Position	Disk	Pool	Type	RPM	Size
----------	------	------	------	-----	------

Size Status

shared	NET-1.1	0	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					
shared	NET-1.2	0	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					
shared	NET-1.3	0	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					
shared	NET-1.10	0	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					
shared	NET-1.11	0	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					

Plex: /aggr1/plex3 (online, normal, active, pool1)

RAID Group /aggr1/plex3/rg0 (normal, advanced_zoned checksums)

Usable

Physical

Position	Disk	Pool	Type	RPM	Size
----------	------	------	------	-----	------

Size Status

shared	NET-3.2	1	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					
shared	NET-3.3	1	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					
shared	NET-3.4	1	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					
shared	NET-3.5	1	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					
shared	NET-3.12	1	SSD	-	205.1GB
447.1GB (normal)					

10 entries were displayed..



Um einen oder mehrere Laufwerksausfälle zu testen oder zu simulieren, verwenden Sie die `storage disk fail -disk NET-x.y -immediate` Befehl. Wenn ein Ersatzgerät im System vorhanden ist, beginnt das Aggregat mit der Rekonstruktion. Sie können den Status der Rekonstruktion mit dem Befehl `storage aggregate show`. Sie können das simulierte ausgefallene Laufwerk mit ONTAP Deploy entfernen. Beachten Sie, dass ONTAP das Laufwerk als `Broken`. Das Laufwerk ist nicht defekt und kann mit ONTAP Deploy wieder hinzugefügt werden. Um die Bezeichnung „Defekt“ zu löschen, geben Sie die folgenden Befehle in die ONTAP Select CLI ein

```
set advanced
disk unfail -disk NET-x.y -spare true
disk show -broken
```

Die Ausgabe für den letzten Befehl sollte leer sein.

Virtualisierter NVRAM

NetApp FAS -Systeme sind traditionell mit einer physischen NVRAM PCI-Karte ausgestattet. Diese Karte ist eine Hochleistungskarte mit nichtflüchtigem Flash-Speicher, die die Schreibleistung deutlich steigert. Dies wird dadurch erreicht, dass ONTAP eingehende Schreibvorgänge sofort an den Client zurückmeldet. Außerdem kann die Karte die Verschiebung geänderter Datenblöcke zurück auf langsamere Speichermedien planen (Destaging).

Standardsysteme sind in der Regel nicht mit dieser Ausstattung ausgestattet. Daher wurde die Funktionalität der NVRAM Karte virtualisiert und in einer Partition auf der ONTAP Select Systemstartdiskette platziert. Aus diesem Grund ist die Platzierung der virtuellen Systemdiskette der Instanz äußerst wichtig.

ONTAP Select VSAN und externe Array-Konfigurationen

Virtual NAS (vNAS)-Bereitstellungen unterstützen ONTAP Select Cluster auf Virtual SAN (VSAN), einige HCI-Produkte und externe Array-Datenspeichertypen. Die zugrunde liegende Infrastruktur dieser Konfigurationen sorgt für Datenspeicher-Resilienz.

Die Mindestanforderung besteht darin, dass die zugrunde liegende Konfiguration von VMware unterstützt wird und in den jeweiligen VMware HCLs aufgeführt sein sollte.

vNAS-Architektur

Die vNAS-Nomenklatur wird für alle Setups verwendet, die kein DAS verwenden. Bei ONTAP Select Clustern mit mehreren Knoten umfasst dies Architekturen, bei denen sich die beiden ONTAP Select Knoten im selben HA-Paar einen einzigen Datenspeicher teilen (einschließlich vSAN-Datenspeicher). Die Knoten können auch auf separaten Datenspeichern desselben gemeinsam genutzten externen Arrays installiert werden. Dies ermöglicht arrayseitige Speichereffizienzen, um den Gesamtbedarf des gesamten ONTAP Select HA-Paares zu reduzieren. Die Architektur von ONTAP Select vNAS-Lösungen ist der von ONTAP Select auf DAS mit einem lokalen RAID-Controller sehr ähnlich. Das bedeutet, dass jeder ONTAP Select Knoten weiterhin über eine Kopie der Daten seines HA-Partners verfügt. ONTAP -Richtlinien zur Speichereffizienz sind knotenbezogen. Daher sind arrayseitige Speichereffizienzen vorzuziehen, da sie potenziell auf Datensätze beider ONTAP Select Knoten angewendet werden können.

Es ist auch möglich, dass jeder ONTAP Select Knoten in einem HA-Paar ein separates externes Array verwendet. Dies ist eine gängige Wahl bei der Verwendung von ONTAP Select Metrocluster SDS mit externem

Speicher.

Wenn Sie für jeden ONTAP Select -Knoten separate externe Arrays verwenden, ist es sehr wichtig, dass die beiden Arrays ähnliche Leistungsmerkmale wie die ONTAP Select VM bieten.

vNAS-Architekturen im Vergleich zu lokalen DAS mit Hardware-RAID-Controllern

Die vNAS-Architektur ähnelt logisch am ehesten der Architektur eines Servers mit DAS und RAID-Controller. In beiden Fällen belegt ONTAP Select Datenspeicherplatz. Dieser Datenspeicherplatz wird in VMDKs aufgeteilt, die die traditionellen ONTAP Datenaggregate bilden. ONTAP Deploy stellt sicher, dass die VMDKs bei Cluster-Erstellungs- und Speichererweiterungsvorgängen die richtige Größe haben und dem richtigen Plex (bei HA-Paaren) zugewiesen werden.

Es gibt zwei wesentliche Unterschiede zwischen vNAS und DAS mit RAID-Controller. Der unmittelbarste Unterschied besteht darin, dass vNAS keinen RAID-Controller benötigt. vNAS geht davon aus, dass das zugrunde liegende externe Array die Datenpersistenz und Ausfallsicherheit bietet, die ein DAS mit RAID-Controller-Setup bieten würde. Der zweite und subtilere Unterschied betrifft die NVRAM -Leistung.

vNAS NVRAM

Der ONTAP Select NVRAM ist ein VMDK. Anders ausgedrückt: ONTAP Select emuliert einen byteadressierbaren Speicher (traditionelles NVRAM) auf einem blockadressierbaren Gerät (VMDK). Die Leistung des NVRAM ist jedoch entscheidend für die Gesamtleistung des ONTAP Select Knotens.

Bei DAS-Setups mit einem Hardware-RAID-Controller fungiert der Cache des Hardware-RAID-Controllers als De-facto NVRAM Cache, da alle Schreibvorgänge in die NVRAM VMDK zuerst im Cache des RAID-Controllers gehostet werden.

Für vNAS-Architekturen konfiguriert ONTAP Deploy ONTAP Select Knoten automatisch mit einem Boot-Argument namens Single Instance Data Logging (SIDL). Wenn dieses Boot-Argument vorhanden ist, umgeht ONTAP Select den NVRAM und schreibt die Daten direkt in das Datenaggregat. Der NVRAM wird nur verwendet, um die Adresse der durch den Schreibvorgang geänderten Blöcke aufzuzeichnen. Der Vorteil dieser Funktion besteht darin, dass ein doppelter Schreibvorgang vermieden wird: ein Schreibvorgang in den NVRAM und ein zweiter Schreibvorgang, wenn der NVRAM ausgelagert wird. Diese Funktion ist nur für vNAS aktiviert, da lokale Schreibvorgänge in den RAID-Controller-Cache eine vernachlässigbare zusätzliche Latenz aufweisen.

Die SIDL-Funktion ist nicht mit allen ONTAP Select Speichereffizienzfunktionen kompatibel. Die SIDL-Funktion kann auf aggregierter Ebene mit dem folgenden Befehl deaktiviert werden:

```
storage aggregate modify -aggregate aggr-name -single-instance-data  
-logging off
```

Beachten Sie, dass die Schreibleistung beeinträchtigt wird, wenn die SIDL-Funktion deaktiviert ist. Sie können die SIDL-Funktion wieder aktivieren, nachdem alle Speichereffizienzrichtlinien auf allen Volumes in diesem Aggregat deaktiviert wurden:

```
volume efficiency stop -all true -vserver * -volume * (all volumes in the  
affected aggregate)
```

Platzieren Sie ONTAP Select Knoten bei Verwendung von vNAS auf ESXi

ONTAP Select unterstützt Multinode- ONTAP Select -Cluster auf gemeinsam genutztem Speicher. ONTAP Deploy ermöglicht die Konfiguration mehrerer ONTAP Select -Knoten auf demselben ESX-Host, sofern diese nicht Teil desselben Clusters sind. Beachten Sie, dass diese Konfiguration nur für VNAS-Umgebungen (gemeinsam genutzte Datenspeicher) gültig ist. Mehrere ONTAP Select Instanzen pro Host werden bei Verwendung von DAS-Speicher nicht unterstützt, da diese Instanzen um denselben Hardware-RAID-Controller konkurrieren.

ONTAP Deploy stellt sicher, dass bei der ersten Bereitstellung des Multinode-VNAS-Clusters nicht mehrere ONTAP Select Instanzen desselben Clusters auf demselben Host platziert werden. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für die korrekte Bereitstellung zweier Cluster mit jeweils vier Knoten, die sich auf zwei Hosts überschneiden.

Erstbereitstellung von Multinode-VNAS-Clustern



Nach der Bereitstellung können die ONTAP Select -Knoten zwischen Hosts migriert werden. Dies kann zu nicht optimalen und nicht unterstützten Konfigurationen führen, bei denen zwei oder mehr ONTAP Select Knoten aus demselben Cluster denselben zugrunde liegenden Host gemeinsam nutzen. NetApp empfiehlt die manuelle Erstellung von VM-Anti-Affinitätsregeln, damit VMware automatisch die physische Trennung zwischen den Knoten desselben Clusters aufrechterhält, nicht nur zwischen den Knoten desselben HA-Paares.



Anti-Affinitätsregeln erfordern, dass DRS auf dem ESX-Cluster aktiviert ist.

Im folgenden Beispiel erfahren Sie, wie Sie eine Anti-Affinitätsregel für die ONTAP Select -VMs erstellen. Wenn der ONTAP Select Cluster mehr als ein HA-Paar enthält, müssen alle Knoten im Cluster in diese Regel einbezogen werden.

Getting StartedSummaryMonitorConfigurePermissionsHostsVMsDatastoresNetworksUpdate Manager

◀

▼ Services

vSphere DRS

vSphere Availability

▼ vSAN

General

Disk Management

Fault Domains & Stretched Cluster

Health and Performance

iSCSI Targets

iSCSI Initiator Groups

Configuration Assist

Updates

▼ Configuration

General

Licensing

VMware EVC

VM/Host Groups

VM/Host Rules

VM Overrides

Host Options

Profiles

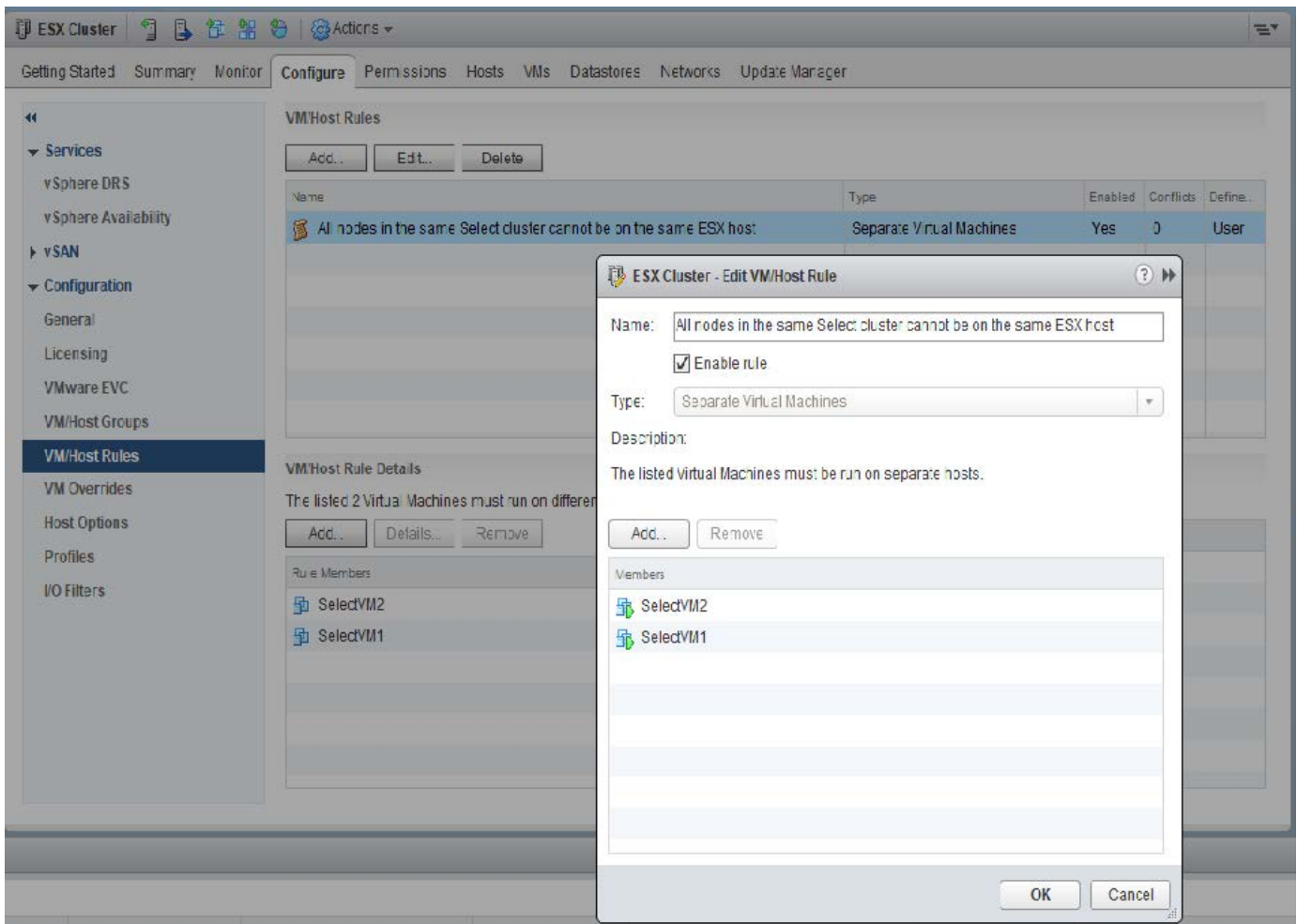
I/O Filters

VM/Host Rules

Add...Edit...Delete

Name	Type	Enabled	Conflicts	Defined By
This list is empty.				

No VM/Host rule selected



Aus einem der folgenden Gründe könnten sich möglicherweise zwei oder mehr ONTAP Select -Knoten aus demselben ONTAP Select Cluster auf demselben ESX-Host befinden:

- DRS ist aufgrund von VMware vSphere-Lizenzbeschränkungen oder wenn DRS nicht aktiviert ist, nicht vorhanden.
- Die DRS-Anti-Affinitätsregel wird umgangen, da ein VMware HA-Vorgang oder eine vom Administrator initiierte VM-Migration Vorrang hat.

Beachten Sie, dass ONTAP Deploy die ONTAP Select VM-Standorte nicht proaktiv überwacht. Ein Cluster-Aktualisierungsvorgang spiegelt diese nicht unterstützte Konfiguration jedoch in den ONTAP Deploy-Protokollen wider:



Erhöhen Sie die Speicherkapazität von ONTAP Select

Mit ONTAP Deploy können Sie für jeden Knoten in einem ONTAP Select -Cluster zusätzlichen Speicher hinzufügen und lizenzieren.

Die Funktion zum Hinzufügen von Speicher in ONTAP Deploy ist die einzige Möglichkeit, den verwalteten Speicher zu erhöhen. Eine direkte Änderung der ONTAP Select VM wird nicht unterstützt. Die folgende Abbildung zeigt das „+“-Symbol, das den Assistenten zum Hinzufügen von Speicher startet.

Cluster Details	
Name	onenode95IP15
ONTAP Image Version	9.5RC1
IPv4 Address	10.193.83.15
Netmask	255.255.255.128
Gateway	10.193.83.1
Last Refresh	-
Cluster Size	Single node cluster
Licensing	licensed
Domain Names	-
Server IP Addresses	-
NTP Server	216.239.35.0
Node Details	
Node	
Node	onenode95IP15-01 — 1.3 TB + #
Host	10.193.39.54 — (Small (4 CPU, 16 GB Memory))

Für den Erfolg der Kapazitätserweiterung sind die folgenden Überlegungen wichtig. Zum Hinzufügen von Kapazität muss die vorhandene Lizenz den gesamten Speicherplatz (vorhandener plus neuer) abdecken. Ein Speichererweiterungsvorgang, der dazu führt, dass der Knoten seine lizenzierte Kapazität überschreitet, schlägt fehl. Zunächst sollte eine neue Lizenz mit ausreichender Kapazität installiert werden.

Wenn die zusätzliche Kapazität zu einem vorhandenen ONTAP Select Aggregat hinzugefügt wird, sollte der neue Speicherpool (Datenspeicher) ein ähnliches Leistungsprofil wie der vorhandene Speicherpool (Datenspeicher) aufweisen. Beachten Sie, dass es nicht möglich ist, einem ONTAP Select Knoten mit einer AFF-ähnlichen Persönlichkeit (Flash-fähig) Nicht-SSD-Speicher hinzuzufügen. Die Kombination von DAS und externem Speicher wird ebenfalls nicht unterstützt.

Wenn lokal angeschlossener Speicher einem System hinzugefügt wird, um zusätzliche lokale (DAS-) Speicherpools bereitzustellen, müssen Sie eine zusätzliche RAID-Gruppe und LUN(s) erstellen. Wie bei FAS-Systemen muss darauf geachtet werden, dass die Leistung der neuen RAID-Gruppe der ursprünglichen RAID-Gruppe entspricht, wenn Sie demselben Aggregat neuen Speicherplatz hinzufügen. Beim Erstellen eines neuen Aggregats kann das neue RAID-Gruppenlayout anders aussehen, sofern die Leistungsauswirkungen für das neue Aggregat klar sind.

Der neue Speicherplatz kann demselben Datenspeicher als Extent hinzugefügt werden, sofern die Gesamtgröße des Datenspeichers die unterstützte maximale Datenspeichergröße nicht überschreitet. Das Hinzufügen eines Datenspeicher-Extents zu dem Datenspeicher, in dem ONTAP Select bereits installiert ist, kann dynamisch erfolgen und hat keine Auswirkungen auf den Betrieb des ONTAP Select Knotens.

Wenn der ONTAP Select Knoten Teil eines HA-Paares ist, sollten einige zusätzliche Probleme berücksichtigt werden.

In einem HA-Paar enthält jeder Knoten eine Spiegelkopie der Daten seines Partners. Um Speicherplatz auf Knoten 1 hinzuzufügen, muss dem Partnerknoten 2 die gleiche Menge Speicherplatz hinzugefügt werden, damit alle Daten von Knoten 1 auf Knoten 2 repliziert werden. Anders ausgedrückt: Der im Rahmen der Kapazitätserweiterung für Knoten 1 zu Knoten 2 hinzugefügte Speicherplatz ist auf Knoten 2 weder sichtbar noch zugänglich. Der Speicherplatz wird Knoten 2 hinzugefügt, damit die Daten von Knoten 1 während eines HA-Ereignisses vollständig geschützt sind.

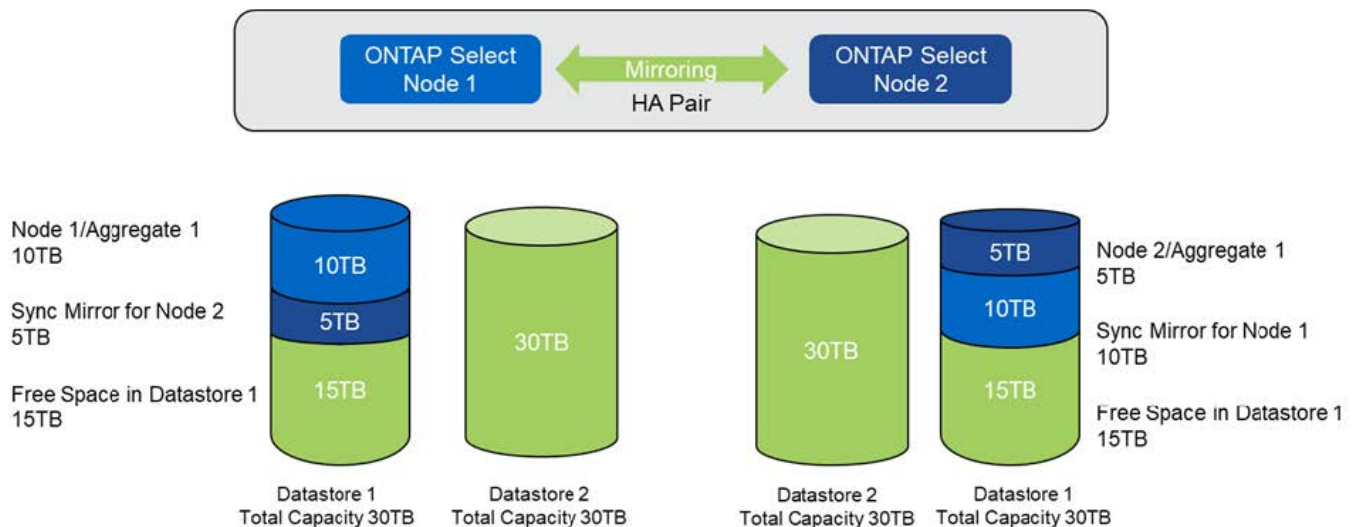
In Bezug auf die Leistung gibt es noch eine weitere Überlegung. Die Daten auf Knoten 1 werden synchron auf Knoten 2 repliziert. Daher muss die Leistung des neuen Speicherplatzes (Datenspeichers) auf Knoten 1 der Leistung des neuen Speicherplatzes (Datenspeichers) auf Knoten 2 entsprechen. Anders ausgedrückt: Das Hinzufügen von Speicherplatz auf beiden Knoten, aber die Verwendung unterschiedlicher Laufwerkstechnologien oder unterschiedlicher RAID-Gruppengrößen kann zu Leistungsproblemen führen. Dies liegt am RAID- SyncMirror Vorgang, der verwendet wird, um eine Kopie der Daten auf dem Partnerknoten zu verwalten.

Um die benutzerzugängliche Kapazität auf beiden Knoten in einem HA-Paar zu erhöhen, müssen zwei Speichererweiterungsvorgänge ausgeführt werden, einer für jeden Knoten. Jeder Speichererweiterungsvorgang erfordert zusätzlichen Speicherplatz auf beiden Knoten. Der Gesamtspeicherbedarf auf jedem Knoten entspricht dem Speicherplatzbedarf auf Knoten 1 plus dem Speicherplatzbedarf auf Knoten 2.

Die Ersteinrichtung erfolgt mit zwei Knoten, wobei jeder Knoten über zwei Datenspeicher mit jeweils 30 TB Speicherplatz verfügt. ONTAP Select erstellt einen Cluster mit zwei Knoten, wobei jeder Knoten 10 TB Speicherplatz aus Datenspeicher 1 belegt. ONTAP Deploy konfiguriert jeden Knoten mit 5 TB aktivem Speicherplatz pro Knoten.

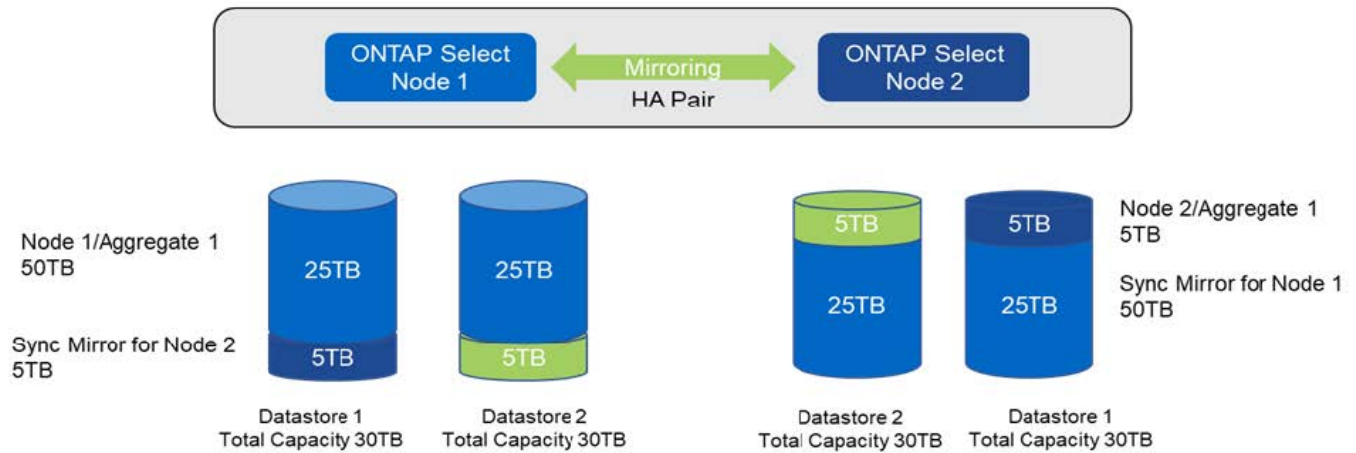
Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse eines einzelnen Speichererweiterungsvorgangs für Knoten 1. ONTAP Select nutzt weiterhin die gleiche Speichermenge (15 TB) auf jedem Knoten. Knoten 1 verfügt jedoch über mehr aktiven Speicher (10 TB) als Knoten 2 (5 TB). Beide Knoten sind vollständig geschützt, da jeder Knoten eine Kopie der Daten des anderen Knotens hostet. In Datenspeicher 1 ist zusätzlicher freier Speicherplatz vorhanden, und Datenspeicher 2 ist weiterhin vollständig frei.

Kapazitätsverteilung: Zuweisung und freier Speicherplatz nach einem einzelnen Speicher-Hinzufügungsvorgang



Zwei weitere Speichererweiterungsvorgänge auf Knoten 1 verbrauchen den Rest von Datenspeicher 1 und einen Teil von Datenspeicher 2 (unter Ausnutzung der Kapazitätsgrenze). Der erste Speichererweiterungsvorgang verbraucht die verbleibenden 15 TB freien Speicherplatz in Datenspeicher 1. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis des zweiten Speichererweiterungsvorgangs. Zu diesem Zeitpunkt verwaltet Knoten 1 50 TB aktive Daten, während Knoten 2 über die ursprünglichen 5 TB verfügt.

Kapazitätsverteilung: Zuweisung und freier Speicherplatz nach zwei zusätzlichen Speicher-Add-Operationen für Knoten 1



Die maximale VMDK-Größe beim Kapazitätsaufbau beträgt 16 TB. Die maximale VMDK-Größe beim Cluster-Erstellen beträgt weiterhin 8 TB. ONTAP Deploy erstellt VMDKs in der richtigen Größe, abhängig von Ihrer Konfiguration (Einzel- oder Mehrknotencluster) und der hinzugefügten Kapazität. Die maximale Größe jedes VMDK sollte jedoch 8 TB beim Cluster-Erstellen und 16 TB beim Speicher-Erweitern nicht überschreiten.

Erhöhen Sie die Kapazität für ONTAP Select mit Software-RAID

Der Assistent zum Hinzufügen von Speicher kann ebenfalls verwendet werden, um die verwaltete Kapazität für ONTAP Select Knoten mit Software-RAID zu erhöhen. Der Assistent zeigt nur die DAS-SDD-Laufwerke an, die verfügbar sind und als RDMs der ONTAP Select -VM zugeordnet werden können.

Obwohl es möglich ist, die Kapazitätslizenz um ein TB zu erhöhen, ist es bei der Arbeit mit Software-RAID nicht möglich, die Kapazität physisch um ein TB zu erhöhen. Ähnlich wie beim Hinzufügen von Festplatten zu einem FAS oder AFF Array bestimmen bestimmte Faktoren die Mindestspeichermenge, die in einem einzigen Vorgang hinzugefügt werden kann.

Beachten Sie, dass in einem HA-Paar das Hinzufügen von Speicher zu Knoten 1 erfordert, dass auch auf dem HA-Paar des Knotens (Knoten 2) eine identische Anzahl von Laufwerken verfügbar ist. Sowohl die lokalen Laufwerke als auch die Remote-Festplatten werden von einem Speicher-Hinzufügen-Vorgang auf Knoten 1 verwendet. Das heißt, die Remote-Laufwerke werden verwendet, um sicherzustellen, dass der neue Speicher auf Knoten 1 auf Knoten 2 repliziert und geschützt wird. Um lokal nutzbaren Speicher auf Knoten 2 hinzuzufügen, müssen auf beiden Knoten ein separater Speicher-Hinzufügen-Vorgang und eine separate und gleiche Anzahl von Laufwerken verfügbar sein.

ONTAP Select partitioniert alle neuen Laufwerke in dieselben Root-, Daten- und Datenpartitionen wie die vorhandenen Laufwerke. Der Partitionierungsvorgang erfolgt während der Erstellung eines neuen Aggregats oder während der Erweiterung eines vorhandenen Aggregats. Die Größe des Root-Partitionsstreifens auf jeder Festplatte wird so eingestellt, dass sie der vorhandenen Root-Partitionsgröße auf den vorhandenen Festplatten entspricht. Daher kann jede der beiden gleichen Datenpartitionsgrößen als Gesamtkapazität der Festplatte minus Root-Partitionsgröße geteilt durch zwei berechnet werden. Die Root-Partitionsstreifengröße ist variabel und wird während der anfänglichen Clustereinrichtung wie folgt berechnet. Der insgesamt benötigte Root-Speicherplatz (68 GB für einen Single-Node-Cluster und 136 GB für HA-Paare) wird auf die anfängliche Anzahl von Festplatten abzüglich aller Ersatz- und Paritätslaufwerke aufgeteilt. Die Root-Partitionsstreifengröße wird auf allen Laufwerken, die dem System hinzugefügt werden, konstant gehalten.

Wenn Sie ein neues Aggregat erstellen, variiert die erforderliche Mindestanzahl an Laufwerken je nach RAID-Typ und ob der ONTAP Select Knoten Teil eines HA-Paares ist.

Beim Hinzufügen von Speicher zu einem bestehenden Aggregat sind einige zusätzliche Überlegungen erforderlich. Es ist möglich, Laufwerke zu einer bestehenden RAID-Gruppe hinzuzufügen, vorausgesetzt, die

RAID-Gruppe hat ihre maximale Kapazität noch nicht erreicht. Die herkömmlichen FAS und AFF Best Practices zum Hinzufügen von Spindeln zu bestehenden RAID-Gruppen gelten auch hier, und die Entstehung eines Hotspots auf der neuen Spindel ist ein potenzielles Problem. Darüber hinaus können einer bestehenden RAID-Gruppe nur Laufwerke mit gleicher oder größerer Datenpartitionsgröße hinzugefügt werden. Wie oben erläutert, ist die Datenpartitionsgröße nicht dasselbe wie die Rohgröße des Laufwerks. Wenn die hinzugefügten Datenpartitionen größer als die bestehenden Partitionen sind, wird die Größe des neuen Laufwerks angepasst. Mit anderen Worten: Ein Teil der Kapazität jedes neuen Laufwerks bleibt ungenutzt.

Es ist auch möglich, die neuen Laufwerke zum Erstellen einer neuen RAID-Gruppe als Teil eines vorhandenen Aggregats zu verwenden. In diesem Fall sollte die Größe der RAID-Gruppe der Größe der vorhandenen RAID-Gruppe entsprechen.

Unterstützung für ONTAP Select Speichereffizienz

ONTAP Select bietet Speichereffizienzoptionen, die den Speichereffizienzoptionen von FAS und AFF Arrays ähneln.

Bei der Bereitstellung virtueller ONTAP Select NAS (vNAS) mit All-Flash-VSAN oder generischen Flash-Arrays sollten die Best Practices für ONTAP Select mit direkt angeschlossenem Speicher (Direct Attached Storage, DAS) ohne SSD befolgt werden.

Eine AFF-ähnliche Persönlichkeit wird bei Neuinstallationen automatisch aktiviert, solange Sie über DAS-Speicher mit SSD-Laufwerken und einer Premium-Lizenz verfügen.

Mit einer AFF-ähnlichen Persönlichkeit werden die folgenden Inline-SE-Funktionen während der Installation automatisch aktiviert:

- Inline-Nullmustererkennung
- Volume-Inline-Deduplizierung
- Volume-Hintergrunddeduplizierung
- Adaptive Inline-Komprimierung
- Inline-Datenkomprimierung
- Aggregierte Inline-Deduplizierung
- Aggregierte Hintergrunddeduplizierung

Um zu überprüfen, ob ONTAP Select alle standardmäßigen Speichereffizienzrichtlinien aktiviert hat, führen Sie den folgenden Befehl auf einem neu erstellten Volume aus:


```

<system name>::> set diag
Warning: These diagnostic commands are for use by NetApp personnel only.
Do you want to continue? {y|n}: y
twonode95IP15::~*> sis config
Vserver:                               SVM1
Volume:                                _export1_NFS_volume
Schedule:                              -
Policy:                                auto
Compression:                           true
Inline Compression:                    true
Compression Type:                      adaptive
Application IO Size:                   8K
Compression Algorithm:                 lzopro
Inline Dedupe:                         true
Data Compaction:                      true
Cross Volume Inline Deduplication:     true
Cross Volume Background Deduplication: true

```



Für ONTAP Select Upgrades ab Version 9.6 müssen Sie ONTAP Select auf DAS-SSD-Speicher mit einer Premium-Lizenz installieren. Zusätzlich müssen Sie bei der ersten Clusterinstallation mit ONTAP Deploy das Kontrollkästchen „Speichereffizienz aktivieren“ aktivieren. Die Aktivierung einer AFF-ähnlichen Persönlichkeit nach dem ONTAP -Upgrade, wenn die Voraussetzungen nicht erfüllt sind, erfordert die manuelle Erstellung eines Boot-Arguments und einen Neustart des Knotens. Weitere Informationen erhalten Sie vom technischen Support.

ONTAP Select Speichereffizienzkonfigurationen

In der folgenden Tabelle sind die verschiedenen verfügbaren Speichereffizienzoptionen zusammengefasst, die je nach Medientyp und Softwarelizenz standardmäßig aktiviert oder nicht standardmäßig aktiviert, aber empfohlen werden.

ONTAP Select Funktionen	DAS-SSD (Premium oder Premium XL ¹)	DAS HDD (alle Lizenzen)	vNAS (alle Lizenzen)
Inline-Nullerkennung	Ja (Standard)	Ja. Vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert.	Ja. Vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert.
Volume-Inline-Deduplizierung	Ja (Standard)	Nicht verfügbar	Nicht unterstützt
32K Inline-Komprimierung (sekundäre Komprimierung)	Ja. Wird vom Benutzer pro Volume aktiviert.	Ja. Vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert.	Nicht unterstützt
8K Inline-Komprimierung (adaptive Komprimierung)	Ja (Standard)	Ja. Wird vom Benutzer pro Volume aktiviert.	Nicht unterstützt
Hintergrundkomprimierung	Nicht unterstützt	Ja. Wird vom Benutzer pro Volume aktiviert.	Ja. Vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert.
Kompressionsscanner	Ja	Ja	Ja. Vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert.

ONTAP Select Funktionen	DAS-SSD (Premium oder Premium XL ¹)	DAS HDD (alle Lizenzen)	vNAS (alle Lizenzen)
Inline-Datenkomprimierung	Ja (Standard)	Ja. Wird vom Benutzer pro Volume aktiviert.	Nicht unterstützt
Verdichtungsscanner	Ja	Ja	Nicht unterstützt
Aggregierte Inline-Deduplizierung	Ja (Standard)	k. A.	Nicht unterstützt
Volume-Hintergrunddeduplizierung	Ja (Standard)	Ja. Wird vom Benutzer pro Volume aktiviert.	Ja. Vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert.
Aggregierte Hintergrunddeduplizierung	Ja (Standard)	k. A.	Nicht unterstützt

¹ ONTAP Select 9.6 unterstützt eine neue Lizenz (Premium XL) und eine neue VM-Größe (groß). Die große VM wird jedoch nur für DAS-Konfigurationen mit Software-RAID unterstützt. Hardware-RAID- und vNAS-Konfigurationen werden mit der großen ONTAP Select VM in Version 9.6 nicht unterstützt.

Hinweise zum Upgrade-Verhalten für DAS-SSD-Konfigurationen

Nach dem Upgrade auf ONTAP Select 9.6 oder höher warten Sie auf die `system node upgrade-revert show` Befehl, um anzuzeigen, dass das Upgrade abgeschlossen ist, bevor die Speichereffizienzwerte für vorhandene Volumes überprüft werden.

Auf einem System, das auf ONTAP Select 9.6 oder höher aktualisiert wurde, verhält sich ein neues Volume, das auf einem vorhandenen oder neu erstellten Aggregat erstellt wurde, genauso wie ein Volume, das auf einer neuen Bereitstellung erstellt wurde. Vorhandene Volumes, die dem ONTAP Select Code-Upgrade unterzogen werden, haben größtenteils dieselben Speichereffizienzrichtlinien wie ein neu erstelltes Volume, mit einigen Abweichungen:

Szenario 1

Wenn vor dem Upgrade auf einem Volume keine Richtlinien zur Speichereffizienz aktiviert wurden, gilt Folgendes:

- Bänder mit `space guarantee = volume` Inline-Datenkomprimierung, aggregierte Inline-Deduplizierung und aggregierte Hintergrund-Deduplizierung sind nicht aktiviert. Diese Optionen können nach dem Upgrade aktiviert werden.
- Bänder mit `space guarantee = none` Hintergrundkomprimierung nicht aktiviert haben. Diese Option kann nach dem Upgrade aktiviert werden.
- Die Speichereffizienzrichtlinie für die vorhandenen Volumes wird nach dem Upgrade auf „Automatisch“ eingestellt.

Szenario 2

Wenn auf einem Volume vor dem Upgrade bereits einige Speichereffizienzen aktiviert sind, gilt Folgendes:

- Bänder mit `space guarantee = volume` sehe nach dem Upgrade keinen Unterschied.
- Bänder mit `space guarantee = none` Aktivieren Sie die aggregierte Hintergrunddeduplizierung.
- Bänder mit `storage policy inline-only` haben ihre Richtlinie auf „Automatisch“ eingestellt.
- Bei Volumes mit benutzerdefinierten Speichereffizienzrichtlinien gibt es keine Richtlinienänderung, mit Ausnahme von Volumes mit `space guarantee = none` Für diese Volumes ist die aggregierte Hintergrunddeduplizierung aktiviert.

Vernetzung

ONTAP Select Netzwerkkonzepte und -merkmale

Machen Sie sich zunächst mit den allgemeinen Netzwerkkonzepten vertraut, die für die ONTAP Select Umgebung gelten. Erkunden Sie anschließend die spezifischen Merkmale und Optionen der Single-Node- und Multi-Node-Cluster.

Physische Vernetzung

Das physische Netzwerk unterstützt die Bereitstellung eines ONTAP Select Clusters in erster Linie durch die Bereitstellung der zugrunde liegenden Layer-2-Switching-Infrastruktur. Die Konfiguration des physischen Netzwerks umfasst sowohl den Hypervisor-Host als auch die umfassendere Switched-Network-Umgebung.

Host-NIC-Optionen

Jeder ONTAP Select Hypervisor-Host muss mit zwei oder vier physischen Ports konfiguriert werden. Die genaue Konfiguration hängt von mehreren Faktoren ab, darunter:

- Ob der Cluster einen oder mehrere ONTAP Select Hosts enthält
- Welches Hypervisor-Betriebssystem wird verwendet
- So wird der virtuelle Switch konfiguriert
- Ob LACP mit den Links verwendet wird oder nicht

Physische Switch-Konfiguration

Stellen Sie sicher, dass die Konfiguration der physischen Switches die ONTAP Select Bereitstellung unterstützt. Die physischen Switches sind in die hypervisorbasierten virtuellen Switches integriert. Die genaue Konfiguration hängt von mehreren Faktoren ab. Zu den wichtigsten Überlegungen gehören:

- Wie werden Sie die Trennung zwischen internen und externen Netzwerken aufrechterhalten?
- Werden Sie eine Trennung zwischen den Daten- und Verwaltungsnetzwerken aufrechterhalten?
- Wie werden die Layer-2-VLANs konfiguriert?

Logische Vernetzung

ONTAP Select nutzt zwei verschiedene logische Netzwerke und trennt den Datenverkehr nach Typ. Der Datenverkehr kann sowohl zwischen den Hosts innerhalb des Clusters als auch zu den Storage-Clients und anderen Maschinen außerhalb des Clusters fließen. Die von den Hypervisoren verwalteten virtuellen Switches unterstützen das logische Netzwerk.

Internes Netzwerk

Bei einer Cluster-Bereitstellung mit mehreren Knoten kommunizieren die einzelnen ONTAP Select Knoten über ein isoliertes „internes“ Netzwerk. Dieses Netzwerk ist außerhalb der Knoten im ONTAP Select Cluster weder sichtbar noch verfügbar.



Das interne Netzwerk ist nur bei einem Multi-Node-Cluster vorhanden.

Das interne Netzwerk weist die folgenden Eigenschaften auf:

- Wird zur Verarbeitung des ONTAP -Cluster-internen Datenverkehrs verwendet, einschließlich:
 - Cluster
 - Hochverfügbarkeits-Interconnect (HA-IC)
 - RAID-Synchronisationsspiegel (RSM)
- Single-Layer-Two-Netzwerk basierend auf einem VLAN
- Statische IP-Adressen werden von ONTAP Select zugewiesen:
 - Nur IPv4
 - DHCP wird nicht verwendet
 - Link-Local-Adresse
- Die MTU-Größe beträgt standardmäßig 9000 Bytes und kann im Bereich von 7500-9000 (einschließlich) angepasst werden.

Externes Netzwerk

Das externe Netzwerk verarbeitet den Datenverkehr zwischen den Knoten eines ONTAP Select Clusters und den externen Storage-Clients sowie den anderen Maschinen. Das externe Netzwerk ist Teil jeder Cluster-Bereitstellung und weist die folgenden Merkmale auf:

- Wird zur Verarbeitung von ONTAP -Verkehr verwendet, einschließlich:
 - Daten (NFS, CIFS, iSCSI)
 - Verwaltung (Cluster und Knoten; optional SVM)
 - Intercluster (optional)
- Unterstützt optional VLANs:
 - Datenportgruppe
 - Verwaltungsportgruppe
- IP-Adressen, die basierend auf den Konfigurationseinstellungen des Administrators zugewiesen werden:
 - IPv4 oder IPv6
- Die MTU-Größe beträgt standardmäßig 1500 Byte (kann angepasst werden)

Das externe Netzwerk ist mit Clustern aller Größen vorhanden.

Netzwerkumgebung für virtuelle Maschinen

Der Hypervisor-Host bietet mehrere Netzwerkfunktionen.

ONTAP Select basiert auf den folgenden Funktionen, die über die virtuelle Maschine bereitgestellt werden:

Ports für virtuelle Maschinen

Für ONTAP Select stehen mehrere Ports zur Verfügung. Sie werden auf Grundlage verschiedener Faktoren zugewiesen und verwendet, unter anderem aufgrund der Größe des Clusters.

Virtueller Switch

Die virtuelle Switch-Software in der Hypervisor-Umgebung, ob vSwitch (VMware) oder Open vSwitch (KVM), verbindet die von der virtuellen Maschine bereitgestellten Ports mit den physischen Ethernet-NIC-Ports. Sie müssen für jeden ONTAP Select Host einen vSwitch entsprechend Ihrer Umgebung konfigurieren.

ONTAP Select Netzwerkkonfigurationen mit einem oder mehreren Knoten

ONTAP Select unterstützt sowohl Single-Node- als auch Multi-Node-Netzwerkkonfigurationen.

Einzelknoten-Netzwerkkonfiguration

Single-Node ONTAP Select -Konfigurationen erfordern kein internes ONTAP Netzwerk, da kein Cluster-, HA- oder Spiegelverkehr vorhanden ist.

Anders als die Multinode-Version des ONTAP Select -Produkts enthält jede ONTAP Select VM drei virtuelle Netzwerkadapter, die den ONTAP -Netzwerkports e0a, e0b und e0c präsentiert werden.

Diese Ports werden verwendet, um die folgenden Dienste bereitzustellen: Verwaltung, Daten und Intercluster-LIFs.

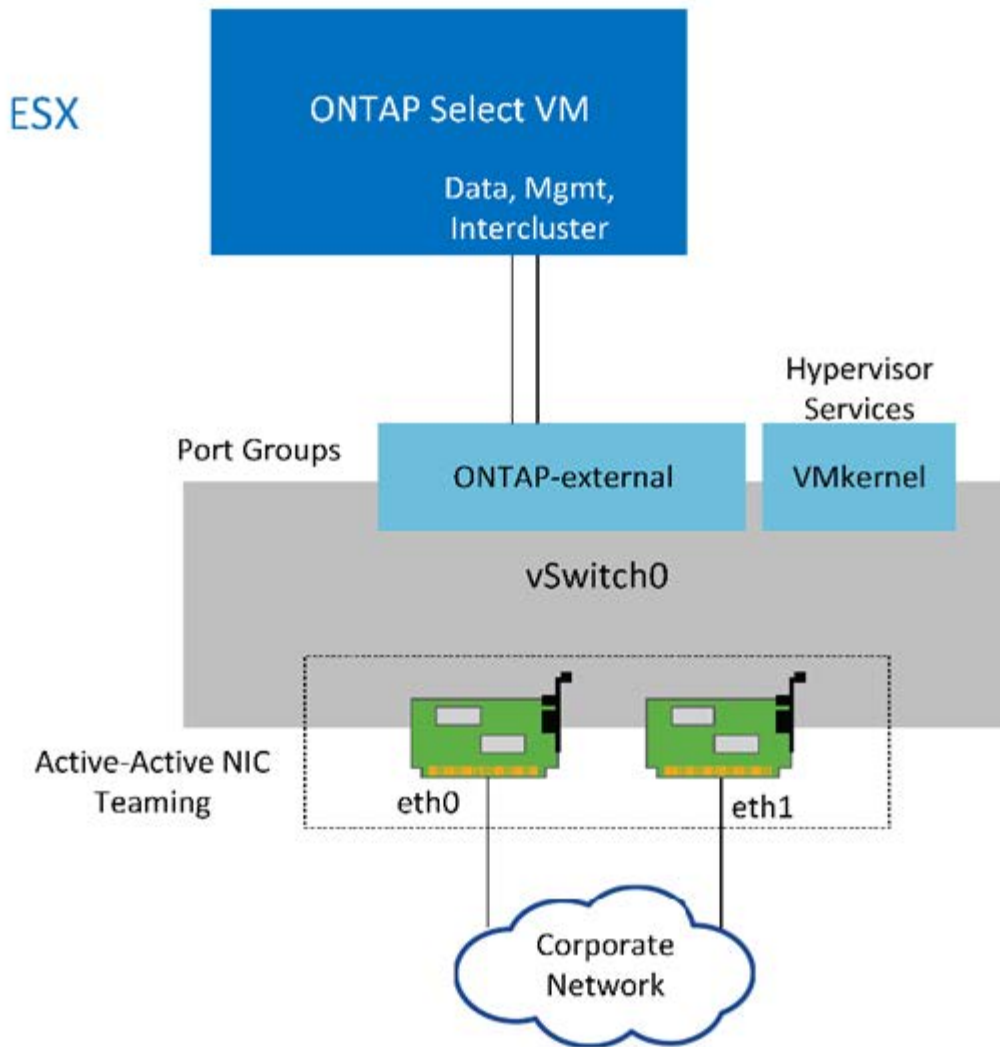
KVM

ONTAP Select kann als Single-Node-Cluster bereitgestellt werden. Der Hypervisor-Host enthält einen virtuellen Switch, der den Zugriff auf das externe Netzwerk ermöglicht.

ESXi

Die Beziehung zwischen diesen Ports und den zugrunde liegenden physischen Adaptern ist in der folgenden Abbildung zu sehen, die einen ONTAP Select Clusterknoten auf dem ESX-Hypervisor darstellt.

Netzwerkkonfiguration des Single-Node ONTAP Select Clusters



Obwohl zwei Adapter für einen Einzelknotencluster ausreichen, ist dennoch eine NIC-Teambildung erforderlich.

LIF-Zuweisung

Wie im Abschnitt zur Multinode-LIF-Zuweisung dieses Dokuments erläutert, werden IPspaces von ONTAP Select verwendet, um den Cluster-Netzwerkverkehr vom Daten- und Verwaltungsverkehr zu trennen. Die Single-Node-Variante dieser Plattform enthält kein Cluster-Netzwerk. Daher sind im Cluster-IPspace keine Ports vorhanden.



LIFs für die Cluster- und Knotenverwaltung werden während der Einrichtung des ONTAP Select Clusters automatisch erstellt. Die restlichen LIFs können nach der Bereitstellung erstellt werden.

Management- und Daten-LIFs (e0a, e0b und e0c)

Die ONTAP -Ports e0a, e0b und e0c werden als Kandidatenports für LIFs delegiert, die die folgenden Arten von Datenverkehr übertragen:

- SAN/NAS-Protokollverkehr (CIFS, NFS und iSCSI)
- Cluster-, Knoten- und SVM-Verwaltungsdatenverkehr

- Intercluster-Verkehr (SnapMirror und SnapVault)

Multinode-Netzwerkconfiguration

Die Multinode ONTAP Select Netzwerkconfiguration besteht aus zwei Netzwerken.

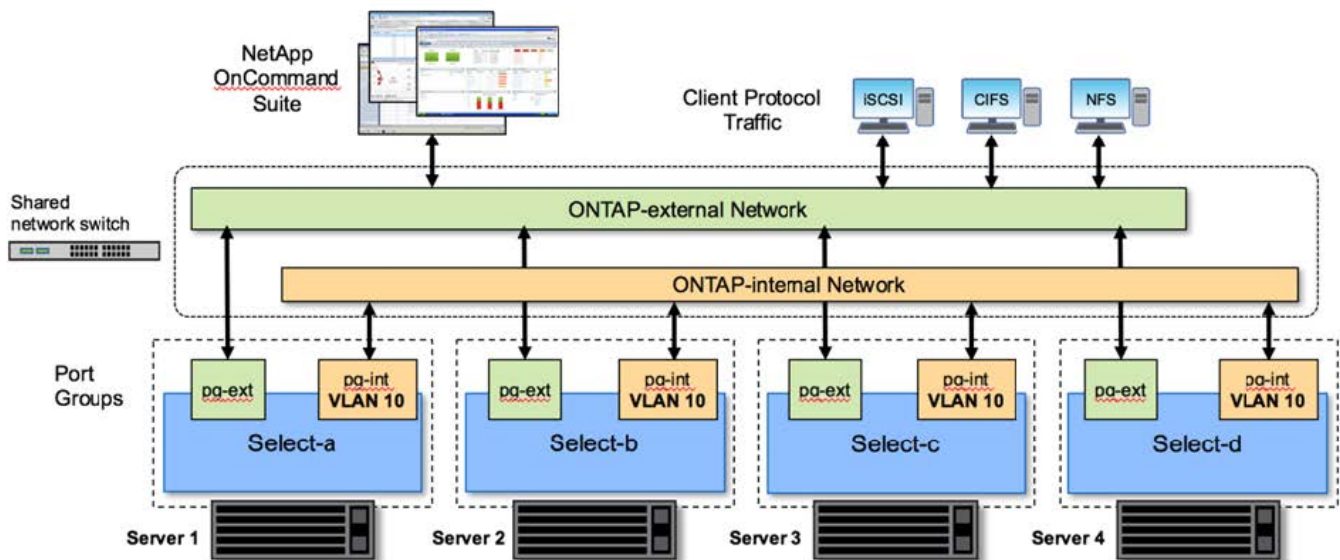
Dabei handelt es sich um ein internes Netzwerk, das für die Bereitstellung von Cluster- und internen Replikationsdiensten zuständig ist, und ein externes Netzwerk, das für den Datenzugriff und die Datenverwaltungsdienste zuständig ist. Die End-to-End-Isolierung des Datenverkehrs innerhalb dieser beiden Netzwerke ist äußerst wichtig, um eine Umgebung zu erstellen, die für die Cluster-Ausfallsicherheit geeignet ist.

Diese Netzwerke sind in der folgenden Abbildung dargestellt. Sie zeigt einen ONTAP Select Cluster mit vier Knoten, der auf einer VMware vSphere-Plattform ausgeführt wird. Cluster mit sechs und acht Knoten haben ein ähnliches Netzwerklayout.



Jede ONTAP Select Instanz befindet sich auf einem separaten physischen Server. Interner und externer Datenverkehr werden durch separate Netzwerk-Portgruppen isoliert, die jeder virtuellen Netzwerkschnittstelle zugewiesen sind. So können die Clusterknoten dieselbe physische Switch-Infrastruktur nutzen.

Übersicht über eine ONTAP Select Multinode-Cluster-Netzwerkconfiguration



Jede ONTAP Select VM enthält sieben virtuelle Netzwerkadapter, die ONTAP als Satz von sieben Netzwerkports (e0a bis e0g) präsentiert werden. Obwohl ONTAP diese Adapter wie physische Netzwerkkarten behandelt, sind sie tatsächlich virtuell und werden über eine virtualisierte Netzwerkschicht einer Reihe physischer Schnittstellen zugeordnet. Daher benötigt jeder Hosting-Server nicht sechs physische Netzwerkports.



Das Hinzufügen virtueller Netzwerkadapter zur ONTAP Select VM wird nicht unterstützt.

Diese Ports sind für die Bereitstellung der folgenden Dienste vorkonfiguriert:

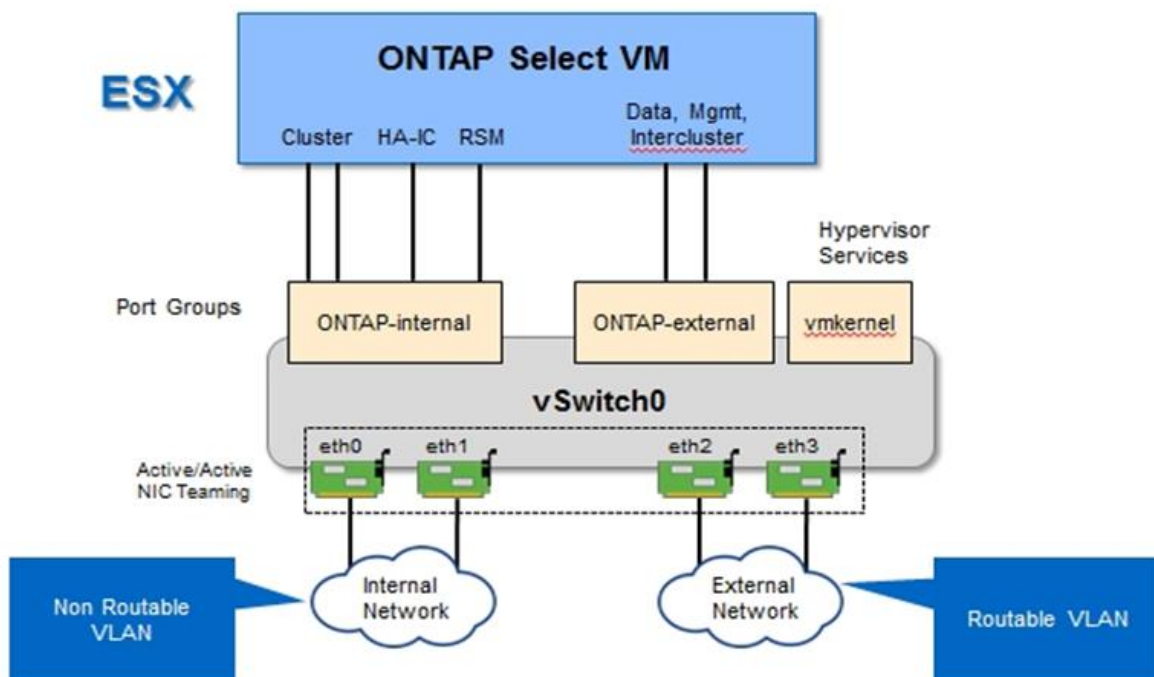
- e0a, e0b und e0g. Management- und Daten-LIFs

- e0c, e0d. Cluster-Netzwerk-LIFs
- e0e.RSM
- e0f. HA-Verbindung

Die Ports e0a, e0b und e0g befinden sich im externen Netzwerk. Obwohl die Ports e0c bis e0f verschiedene Funktionen erfüllen, bilden sie zusammen das interne Select-Netzwerk. Bei Entscheidungen zum Netzwerkdesign sollten diese Ports in einem einzigen Layer-2-Netzwerk platziert werden. Eine Aufteilung dieser virtuellen Adapter auf verschiedene Netzwerke ist nicht erforderlich.

Die Beziehung zwischen diesen Ports und den zugrunde liegenden physischen Adaptern wird in der folgenden Abbildung veranschaulicht, die einen ONTAP Select Clusterknoten auf dem ESX-Hypervisor zeigt.

Netzwerkconfiguration eines einzelnen Knotens, der Teil eines ONTAP Select Clusters mit mehreren Knoten ist



Die Trennung des internen und externen Datenverkehrs über verschiedene physische Netzwerkkarten verhindert Latenzen im System aufgrund unzureichenden Zugriffs auf Netzwerkressourcen. Darüber hinaus stellt die Aggregation durch NIC-Teaming sicher, dass der Ausfall eines einzelnen Netzwerkkadapters den ONTAP Select Clusterknoten nicht am Zugriff auf das jeweilige Netzwerk hindert.

Beachten Sie, dass sowohl die Portgruppen des externen als auch des internen Netzwerks alle vier NIC-Adapter symmetrisch enthalten. Die aktiven Ports in der Portgruppe des externen Netzwerks sind die Standby-Ports im internen Netzwerk. Umgekehrt sind die aktiven Ports in der Portgruppe des internen Netzwerks die Standby-Ports in der Portgruppe des externen Netzwerks.

LIF-Zuweisung

Mit der Einführung von IPspaces wurden ONTAP -Portrollen verworfen. Wie FAS Arrays enthalten ONTAP Select Cluster sowohl einen Standard-IPspace als auch einen Cluster-IPspace. Durch die Platzierung der Netzwerkports e0a, e0b und e0g im Standard-IPspace und der Ports e0c und e0d im Cluster-IPspace wurden diese Ports im Wesentlichen vom Hosten nicht zugehöriger LIFs abgeschirmt. Die verbleibenden Ports

innerhalb des ONTAP Select Clusters werden durch die automatische Zuweisung von Schnittstellen für interne Dienste genutzt. Sie werden nicht über die ONTAP -Shell bereitgestellt, wie dies bei den RSM- und HA-Interconnect-Schnittstellen der Fall ist.



Nicht alle LIFs sind über die ONTAP -Befehlsshell sichtbar. Die HA-Interconnect- und RSM-Schnittstellen sind vor ONTAP verborgen und werden intern zur Bereitstellung ihrer jeweiligen Dienste verwendet.

Die Netzwerkports und LIFs werden in den folgenden Abschnitten ausführlich erläutert.

Management- und Daten-LIFs (e0a, e0b und e0g)

Die ONTAP -Ports e0a, e0b und e0g werden als Kandidatenports für LIFs delegiert, die die folgenden Arten von Datenverkehr übertragen:

- SAN/NAS-Protokollverkehr (CIFS, NFS und iSCSI)
- Cluster-, Knoten- und SVM-Verwaltungsdatenverkehr
- Intercluster-Verkehr (SnapMirror und SnapVault)



LIFs für die Cluster- und Knotenverwaltung werden während der Einrichtung des ONTAP Select Clusters automatisch erstellt. Die restlichen LIFs können nach der Bereitstellung erstellt werden.

Cluster-Netzwerk-LIFs (e0c, e0d)

Die ONTAP -Ports e0c und e0d werden als Home-Ports für Cluster-Schnittstellen delegiert. Innerhalb jedes ONTAP Select Clusterknotens werden während der ONTAP -Einrichtung automatisch zwei Cluster-Schnittstellen mithilfe von Link-Local-IP-Adressen (169.254.xx) generiert.



Diesen Schnittstellen können keine statischen IP-Adressen zugewiesen werden und es sollten keine zusätzlichen Clusterschnittstellen erstellt werden.

Der Cluster-Netzwerkverkehr muss über ein Layer-2-Netzwerk mit geringer Latenz und ohne Routing fließen. Aufgrund der Durchsatz- und Latenzanforderungen des Clusters wird erwartet, dass sich der ONTAP Select Cluster physisch in der Nähe befindet (z. B. Multipack, einzelnes Rechenzentrum). Der Aufbau von Stretch-Cluster-Konfigurationen mit vier, sechs oder acht Knoten durch die Trennung von HA-Knoten über ein WAN oder über größere geografische Entfernungen wird nicht unterstützt. Eine gestreckte Zwei-Knoten-Konfiguration mit einem Mediator wird unterstützt.

Einzelheiten finden Sie im Abschnitt ["Best Practices für gestreckte HA mit zwei Knoten \(MetroCluster SDS\)"](#).



Um einen maximalen Durchsatz für den Cluster-Netzwerkverkehr zu gewährleisten, ist dieser Netzwerkport für die Verwendung von Jumbo-Frames (7500 bis 9000 MTU) konfiguriert. Für einen ordnungsgemäßen Clusterbetrieb stellen Sie sicher, dass Jumbo-Frames auf allen virtuellen und physischen Upstream-Switches aktiviert sind, die interne Netzwerkdienste für ONTAP Select Clusterknoten bereitstellen.

RAID SyncMirror -Verkehr (e0e)

Die synchrone Replikation von Blöcken über HA-Partnerknoten erfolgt über eine interne Netzwerkschnittstelle am Netzwerkport e0e. Diese Funktion erfolgt automatisch über die von ONTAP während der Clustereinrichtung konfigurierten Netzwerkschnittstellen und erfordert keine Konfiguration durch den Administrator.



Port e0e ist von ONTAP für internen Replikationsverkehr reserviert. Daher sind weder der Port noch das gehostete LIF in der ONTAP -CLI oder im System Manager sichtbar. Diese Schnittstelle ist für die Verwendung einer automatisch generierten Link-Local-IP-Adresse konfiguriert. Die Neuzuweisung einer alternativen IP-Adresse wird nicht unterstützt. Dieser Netzwerkport erfordert die Verwendung von Jumbo-Frames (7500 bis 9000 MTU).

HA-Verbindung (e0f)

NetApp FAS Arrays verwenden spezielle Hardware zur Übertragung von Informationen zwischen HA-Paaren in einem ONTAP Cluster. Softwaredefinierte Umgebungen verfügen jedoch in der Regel nicht über diese Art von Geräten (wie InfiniBand- oder iWARP-Geräte), sodass eine alternative Lösung erforderlich ist. Obwohl mehrere Möglichkeiten in Betracht gezogen wurden, erforderten die ONTAP Anforderungen an den Interconnect-Transport, dass diese Funktionalität in Software emuliert wird. Daher wurde innerhalb eines ONTAP Select Clusters die Funktionalität des HA-Interconnects (traditionell durch Hardware bereitgestellt) in das Betriebssystem integriert, wobei Ethernet als Transportmechanismus verwendet wird.

Jeder ONTAP Select Knoten ist mit einem HA-Interconnect-Port (e0f) konfiguriert. Dieser Port hostet die HA-Interconnect-Netzwerkschnittstelle, die für zwei Hauptfunktionen verantwortlich ist:

- Spiegeln des NVRAM Inhalts zwischen HA-Paaren
- Senden/Empfangen von HA-Statusinformationen und Netzwerk-Heartbeat-Nachrichten zwischen HA-Paaren

Der HA-Verbindungsverkehr fließt über diesen Netzwerkport unter Verwendung einer einzigen Netzwerkschnittstelle, indem Remote Direct Memory Access (RDMA)-Frames in Ethernet-Pakete geschichtet werden.



Ähnlich wie beim RSM-Port (e0e) sind weder der physische Port noch die gehostete Netzwerkschnittstelle für Benutzer über die ONTAP CLI oder den System Manager sichtbar. Daher kann weder die IP-Adresse dieser Schnittstelle noch der Status des Ports geändert werden. Dieser Netzwerkport erfordert die Verwendung von Jumbo-Frames (7500 bis 9000 MTU).

ONTAP Select interne und externe Netzwerke

Eigenschaften von ONTAP Select internen und externen Netzwerken.

ONTAP Select das interne Netzwerk aus

Das interne ONTAP Select Netzwerk, das nur in der Multinode-Variante des Produkts vorhanden ist, ist für die Bereitstellung von Cluster-Kommunikation, HA-Interconnect und synchronen Replikationsdiensten für den ONTAP Select Cluster verantwortlich. Dieses Netzwerk umfasst die folgenden Ports und Schnittstellen:

- **e0c, e0d.** Hosting von Cluster-Netzwerk-LIFs
- **e0e.** Host des RSM LIF
- **e0f.** Hosten des HA-Interconnect-LIF

Der Durchsatz und die Latenz dieses Netzwerks sind entscheidend für die Leistung und Ausfallsicherheit des ONTAP Select Clusters. Die Netzwerkisolierung ist für die Clustersicherheit und zur Trennung der Systemschnittstellen vom übrigen Netzwerkverkehr erforderlich. Daher darf dieses Netzwerk ausschließlich vom ONTAP Select Cluster verwendet werden.



Die Verwendung des internen Netzwerks „Select“ für anderen Datenverkehr als den Cluster-Datenverkehr „Select“, z. B. Anwendungs- oder Verwaltungsdatenverkehr, wird nicht unterstützt. Im internen ONTAP -VLAN dürfen sich keine anderen VMs oder Hosts befinden.

Netzwerkpakete, die das interne Netzwerk durchlaufen, müssen sich in einem dedizierten VLAN-getaggten Layer-2-Netzwerk befinden. Dies kann durch Ausführen einer der folgenden Aufgaben erreicht werden:

- Zuweisen einer VLAN-getaggten Portgruppe zu den internen virtuellen NICs (e0c bis e0f) (VST-Modus)
- Verwenden des nativen VLAN, das vom Upstream-Switch bereitgestellt wird, wenn das native VLAN nicht für anderen Datenverkehr verwendet wird (weisen Sie eine Portgruppe ohne VLAN-ID zu, d. h. EST-Modus).

In allen Fällen erfolgt die VLAN-Kennzeichnung für den internen Netzwerkverkehr außerhalb der ONTAP Select VM.



Es werden nur ESX-Standard- und verteilte vSwitches unterstützt. Andere virtuelle Switches oder direkte Verbindungen zwischen ESX-Hosts werden nicht unterstützt. Das interne Netzwerk muss vollständig geöffnet sein; NAT oder Firewalls werden nicht unterstützt.

Innerhalb eines ONTAP Select Clusters werden interner und externer Datenverkehr mithilfe virtueller Layer-2-Netzwerkobjekte, sogenannter Portgruppen, getrennt. Die korrekte vSwitch-Zuweisung dieser Portgruppen ist äußerst wichtig, insbesondere für das interne Netzwerk, das für die Bereitstellung von Cluster-, HA-Interconnect- und Mirror-Replication-Diensten zuständig ist. Unzureichende Netzwerkbandbreite für diese Netzwerkports kann zu Leistungseinbußen führen und sogar die Stabilität des Clusterknotens beeinträchtigen. Daher erfordern Cluster mit vier, sechs und acht Knoten eine 10-Gbit-Konnektivität im internen ONTAP Select Netzwerk; 1-Gbit-NICs werden nicht unterstützt. Kompromisse beim externen Netzwerk sind jedoch möglich, da die Begrenzung des eingehenden Datenflusses zu einem ONTAP Select Cluster dessen Zuverlässigkeit nicht beeinträchtigt.

Ein Cluster mit zwei Knoten kann entweder vier 1-Gbit-Ports für den internen Datenverkehr oder einen einzelnen 10-Gbit-Port anstelle der zwei 10-Gbit-Ports verwenden, die der Cluster mit vier Knoten benötigt. In einer Umgebung, in der der Server aufgrund der Bedingungen nicht mit vier 10-Gbit-NIC-Karten ausgestattet werden kann, können zwei 10-Gbit-NIC-Karten für das interne Netzwerk und zwei 1-Gbit-NICs für das externe ONTAP Netzwerk verwendet werden.

Interne Netzwerkvalidierung und Fehlerbehebung

Das interne Netzwerk in einem Multinode-Cluster kann mithilfe der Netzwerkverbindungsprüfung validiert werden. Diese Funktion kann über die Deploy-CLI aufgerufen werden, die Folgendes ausführt: `network connectivity-check start` Befehl.

Führen Sie den folgenden Befehl aus, um die Ausgabe des Tests anzuzeigen:

```
network connectivity-check show --run-id X (X is a number)
```

Dieses Tool ist nur für die Fehlerbehebung im internen Netzwerk eines Multi-Node-Select-Clusters nützlich. Das Tool sollte nicht zur Fehlerbehebung bei Single-Node-Clustern (einschließlich vNAS-Konfigurationen), der ONTAP Deploy-to- ONTAP Select Konnektivität oder clientseitigen Konnektivitätsproblemen verwendet werden.

Der Cluster-Erstellungsassistent (Teil der ONTAP Deploy GUI) beinhaltet die interne Netzwerkprüfung als

optionalen Schritt bei der Erstellung von Multinode-Clustern. Angesichts der wichtigen Rolle des internen Netzwerks in Multinode-Clustern verbessert die Integration dieses Schritts in den Cluster-Erstellungs-Workflow die Erfolgsquote von Cluster-Erstellungsvorgängen.

Ab ONTAP Deploy 2.10 kann die vom internen Netzwerk verwendete MTU-Größe zwischen 7.500 und 9.000 eingestellt werden. Mit dem Netzwerkverbindungsprüfer können Sie die MTU-Größe auch zwischen 7.500 und 9.000 testen. Der Standard-MTU-Wert entspricht dem Wert des virtuellen Netzwerk-Switches. Dieser Standardwert muss durch einen kleineren Wert ersetzt werden, wenn in der Umgebung ein Netzwerk-Overlay wie VXLAN vorhanden ist.

ONTAP Select

Das externe ONTAP Select Netzwerk ist für die gesamte ausgehende Kommunikation des Clusters verantwortlich und ist daher sowohl in Einzelknoten- als auch in Multiknotenkonfigurationen vorhanden. Obwohl dieses Netzwerk nicht die streng definierten Durchsatzanforderungen des internen Netzwerks erfüllt, sollte der Administrator darauf achten, keine Netzwerkengpässe zwischen dem Client und der ONTAP VM zu verursachen, da Leistungsprobleme fälschlicherweise als ONTAP Select Probleme interpretiert werden könnten.



Ähnlich wie interner Datenverkehr kann externer Datenverkehr auf der vSwitch-Ebene (VST) und auf der externen Switch-Ebene (EST) markiert werden. Darüber hinaus kann der externe Datenverkehr von der ONTAP Select VM selbst in einem als VGT bezeichneten Prozess markiert werden. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt ["Trennung von Daten- und Verwaltungsverkehr"](#) für weitere Details.

Die folgende Tabelle zeigt die wichtigsten Unterschiede zwischen den internen und externen Netzwerken von ONTAP Select .

Kurzreferenz zu internen und externen Netzwerken

Beschreibung	Internes Netzwerk	Externes Netzwerk
Netzwerkdienste	Cluster HA/IC RAID SyncMirror (RSM)	Datenverwaltung Intercluster (SnapMirror und SnapVault)
Netzwerkisolation	Erforderlich	Optional
Framegröße (MTU)	7.500 bis 9.000	1.500 (Standard) 9.000 (unterstützt)
IP-Adresszuweisung	Automatisch generiert	Benutzerdefiniert
DHCP-Unterstützung	Nein	Nein

NIC-Teaming

Um sicherzustellen, dass die internen und externen Netzwerke über die erforderliche Bandbreite und Ausfallsicherheit für hohe Leistung und Fehlertoleranz verfügen, wird die Teambildung physischer Netzwerkadapter empfohlen. Zwei-Knoten-Clusterkonfigurationen mit einer einzelnen 10-Gbit-Verbindung werden unterstützt. NetApp empfiehlt jedoch die Nutzung von NIC-Teaming sowohl im internen als auch im externen Netzwerk des ONTAP Select Clusters.

MAC-Adressgenerierung

Die allen ONTAP Select Netzwerkports zugewiesenen MAC-Adressen werden automatisch vom mitgelieferten Bereitstellungsprogramm generiert. Das Dienstprogramm verwendet eine plattformspezifische, organisatorisch eindeutige Kennung (OUI) für NetApp , um Konflikte mit FAS Systemen zu vermeiden. Eine Kopie dieser

Adresse wird anschließend in einer internen Datenbank innerhalb der ONTAP Select Installations-VM (ONTAP Deploy) gespeichert, um eine versehentliche Neuzuweisung bei zukünftigen Knotenbereitstellungen zu verhindern. Der Administrator sollte die zugewiesene MAC-Adresse eines Netzwerkports zu keinem Zeitpunkt ändern.

Unterstützte ONTAP Select Netzwerkkonfigurationen

Wählen Sie die beste Hardware aus und konfigurieren Sie Ihr Netzwerk, um Leistung und Ausfallsicherheit zu optimieren.

Serveranbieter wissen, dass Kunden unterschiedliche Bedürfnisse haben und die Auswahl entscheidend ist. Daher stehen beim Kauf eines physischen Servers zahlreiche Optionen für die Netzwerkkonnektivität zur Verfügung. Die meisten Standardsysteme werden mit verschiedenen Netzwerkkarten geliefert, die Einzel- und Multiport-Optionen mit unterschiedlichen Geschwindigkeiten und Durchsätzen bieten. Dazu gehört die Unterstützung von 25-Gbit/s- und 40-Gbit/s-Netzwerkkarten mit VMware ESX.

Da die Leistung der ONTAP Select VM direkt von den Eigenschaften der zugrunde liegenden Hardware abhängt, führt eine Erhöhung des Durchsatzes zur VM durch die Auswahl schnellerer Netzwerkkarten zu einem leistungsstärkeren Cluster und einer insgesamt besseren Benutzererfahrung. Vier 10-Gbit-Netzwerkkarten oder zwei schnellere Netzwerkkarten (25/40 Gbit/s) können verwendet werden, um ein leistungsstarkes Netzwerklayout zu erreichen. Darüber hinaus werden zahlreiche weitere Konfigurationen unterstützt. Für Cluster mit zwei Knoten werden vier 1-Gbit-Ports oder ein 10-Gbit-Port unterstützt. Für Cluster mit einem Knoten werden zwei 1-Gbit-Ports unterstützt.

Mindest- und empfohlene Netzwerkkonfigurationen

Je nach Clustergröße werden mehrere Ethernet-Konfigurationen unterstützt.

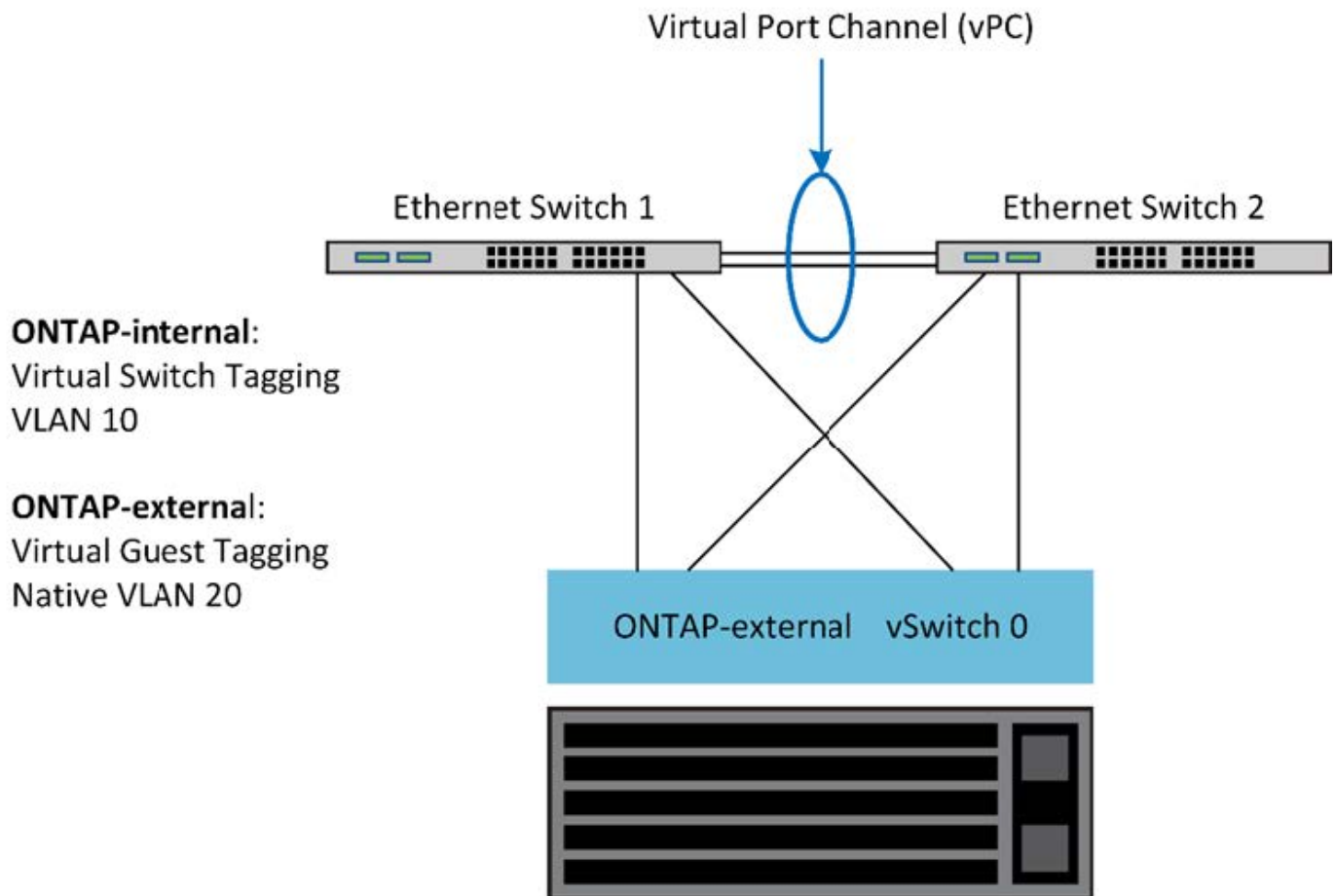
Clustergröße	Mindestanforderungen	Empfehlung
Einzelknotencluster	2 x 1 GbE	2 x 10 GbE
Zwei-Knoten-Cluster oder MetroCluster SDS	4 x 1 GbE oder 1 x 10 GbE	2 x 10 GbE
4/6/8-Knoten-Cluster	2 x 10 GbE	4 x 10 GbE oder 2 x 25/40 GbE



Die Konvertierung zwischen Single-Link- und Multiple-Link-Topologien auf einem laufenden Cluster wird nicht unterstützt, da möglicherweise eine Konvertierung zwischen verschiedenen NIC-Teaming-Konfigurationen erforderlich ist, die für jede Topologie erforderlich sind.

Netzwerkkonfiguration mit mehreren physischen Switches

Wenn ausreichend Hardware verfügbar ist, empfiehlt NetApp aufgrund des zusätzlichen Schutzes vor physischen Switch-Ausfällen die Verwendung der in der folgenden Abbildung gezeigten Multiswitch-Konfiguration.



ONTAP Select die VMware vSphere vSwitch-Konfiguration auf ESXi aus

ONTAP Select vSwitch-Konfiguration und Lastausgleichsrichtlinien für Konfigurationen mit zwei und vier NICs.

ONTAP Select unterstützt sowohl Standard- als auch Distributed-vSwitch-Konfigurationen. Distributed-vSwitches unterstützen Link Aggregation Konstrukte (LACP). Link Aggregation ist ein gängiges Netzwerkkonstrukt, mit dem Bandbreite über mehrere physische Adapter hinweg aggregiert wird. LACP ist ein herstellernerutraler Standard, der ein offenes Protokoll für Netzwerkendpunkte bereitstellt, das Gruppen physischer Netzwerkports in einem einzigen logischen Kanal bündelt. ONTAP Select kann mit Portgruppen arbeiten, die als Link Aggregation Group (LAG) konfiguriert sind. NetApp empfiehlt jedoch, die einzelnen physischen Ports als einfache Uplink-Ports (Trunk-Ports) zu verwenden, um die LAG-Konfiguration zu vermeiden. In diesen Fällen sind die Best Practices für Standard- und Distributed-vSwitches identisch.

In diesem Abschnitt werden die vSwitch-Konfiguration und die Lastausgleichsrichtlinien beschrieben, die sowohl in Konfigurationen mit zwei als auch mit vier NICs verwendet werden sollten.

Beim Konfigurieren der von ONTAP Select zu verwendenden Portgruppen sollten die folgenden Best Practices befolgt werden: Die Lastausgleichsrichtlinie auf Portgruppenebene lautet „Route basierend auf der ID des ursprünglichen virtuellen Ports“. VMware empfiehlt, STP auf den mit den ESXi-Hosts verbundenen Switch-Ports auf „Portfast“ einzustellen.

Alle vSwitch-Konfigurationen erfordern mindestens zwei physische Netzwerkadapter, die in einem NIC-Team gebündelt sind. ONTAP Select unterstützt eine einzelne 10-Gbit-Verbindung für Cluster mit zwei Knoten. Es ist jedoch eine bewährte NetApp Praxis, die Hardwareredundanz durch NIC-Aggregation sicherzustellen.

Auf einem vSphere-Server sind NIC-Teams die Aggregationsstruktur, mit der mehrere physische Netzwerkadapter in einem einzigen logischen Kanal gebündelt werden. Dadurch kann die Netzwerklast auf alle angeschlossenen Ports verteilt werden. Wichtig ist, dass NIC-Teams auch ohne Unterstützung des physischen Switches erstellt werden können. Lastausgleichs- und Failover-Richtlinien können direkt auf ein NIC-Team angewendet werden, ohne die Konfiguration des Upstream-Switches zu kennen. In diesem Fall werden die Richtlinien nur auf ausgehenden Datenverkehr angewendet.



Statische Portkanäle werden von ONTAP Select nicht unterstützt. LACP-fähige Kanäle werden von verteilten vSwitches unterstützt, die Verwendung von LACP-LAGs kann jedoch zu einer ungleichmäßigen Lastverteilung auf die LAG-Mitglieder führen.

Bei Einzelknotenclustern konfiguriert ONTAP Deploy die ONTAP Select VM so, dass eine Portgruppe für das externe Netzwerk und entweder dieselbe oder optional eine andere Portgruppe für den Cluster- und Knotenverwaltungsverkehr verwendet wird. Bei Einzelknotenclustern kann die gewünschte Anzahl physischer Ports als aktive Adapter zur externen Portgruppe hinzugefügt werden.

Bei Multinode-Clustern konfiguriert ONTAP Deploy jede ONTAP Select VM so, dass sie eine oder zwei Portgruppen für das interne Netzwerk und separat eine oder zwei Portgruppen für das externe Netzwerk verwendet. Der Cluster- und Knotenverwaltungsverkehr kann entweder dieselbe Portgruppe wie der externe Verkehr oder optional eine separate Portgruppe verwenden. Der Cluster- und Knotenverwaltungsverkehr kann nicht dieselbe Portgruppe wie der interne Verkehr verwenden.

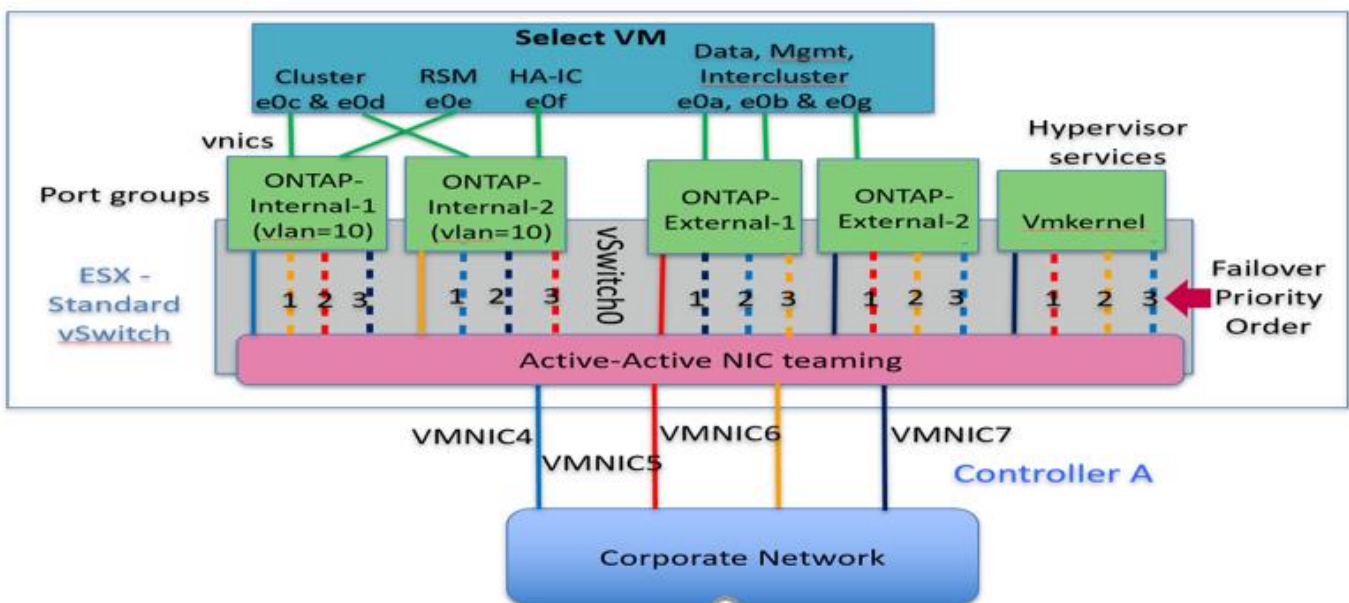


ONTAP Select unterstützt maximal vier VMNICs.

Standard- oder verteilter vSwitch und vier physische Ports pro Knoten

Jedem Knoten in einem Multiknotencluster können vier Portgruppen zugewiesen werden. Jede Portgruppe verfügt über einen aktiven physischen Port und drei physische Standby-Ports (siehe folgende Abbildung).

vSwitch mit vier physischen Ports pro Knoten



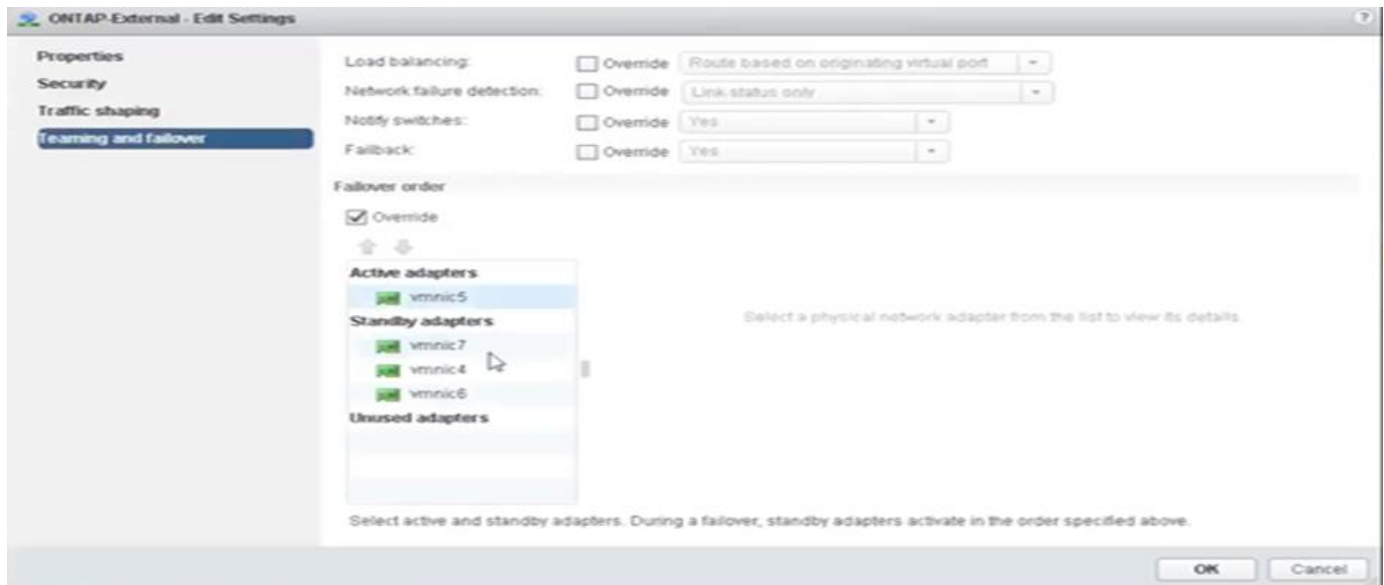
Die Reihenfolge der Ports in der Standby-Liste ist wichtig. Die folgende Tabelle zeigt ein Beispiel für die physische Portverteilung auf die vier Portgruppen.

Mindest- und empfohlene Netzwerkkonfigurationen

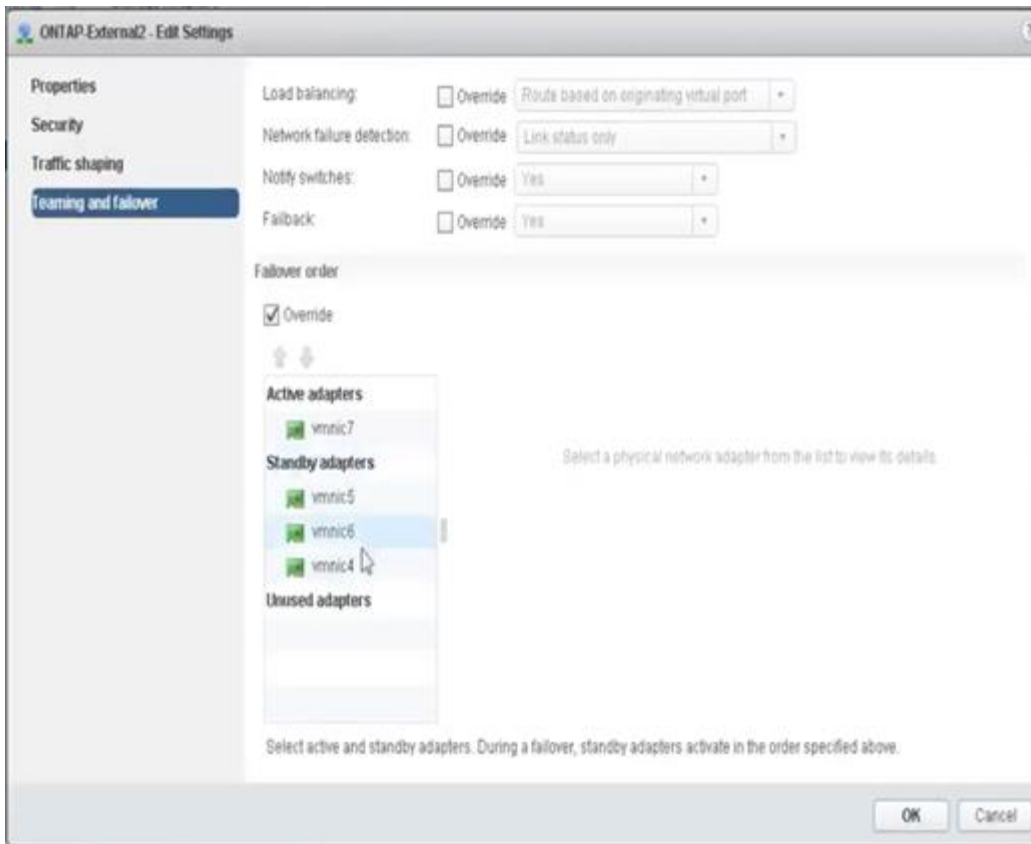
Portgruppe	Extern 1	Extern 2	Intern 1	Intern 2
Aktiv	vmnic0	vmnic1	vmnic2	vmnic3
Standby 1	vmnic1	vmnic0	vmnic3	vmnic2
Standby 2	vmnic2	vmnic3	vmnic0	vmnic1
Standby 3	vmnic3	vmnic2	vmnic1	vmnic0

Die folgenden Abbildungen zeigen die Konfigurationen der externen Netzwerk-Portgruppen aus der vCenter-GUI (ONTAP-External und ONTAP-External2). Beachten Sie, dass die aktiven Adapter von unterschiedlichen Netzwerkkarten stammen. In diesem Setup sind vmnic 4 und vmnic 5 Dual-Ports auf derselben physischen Netzwerkkarte, während vmnic 6 und vmnic 7 ebenfalls Dual-Ports auf einer separaten Netzwerkkarte sind (vnmics 0 bis 3 werden in diesem Beispiel nicht verwendet). Die Reihenfolge der Standby-Adapter ermöglicht ein hierarchisches Failover, wobei die Ports des internen Netzwerks zuletzt kommen. Die Reihenfolge der internen Ports in der Standby-Liste ist zwischen den beiden externen Portgruppen ebenfalls vertauscht.

Teil 1: ONTAP Select externe Portgruppenkonfigurationen



Teil 2: ONTAP Select externe Portgruppenkonfigurationen

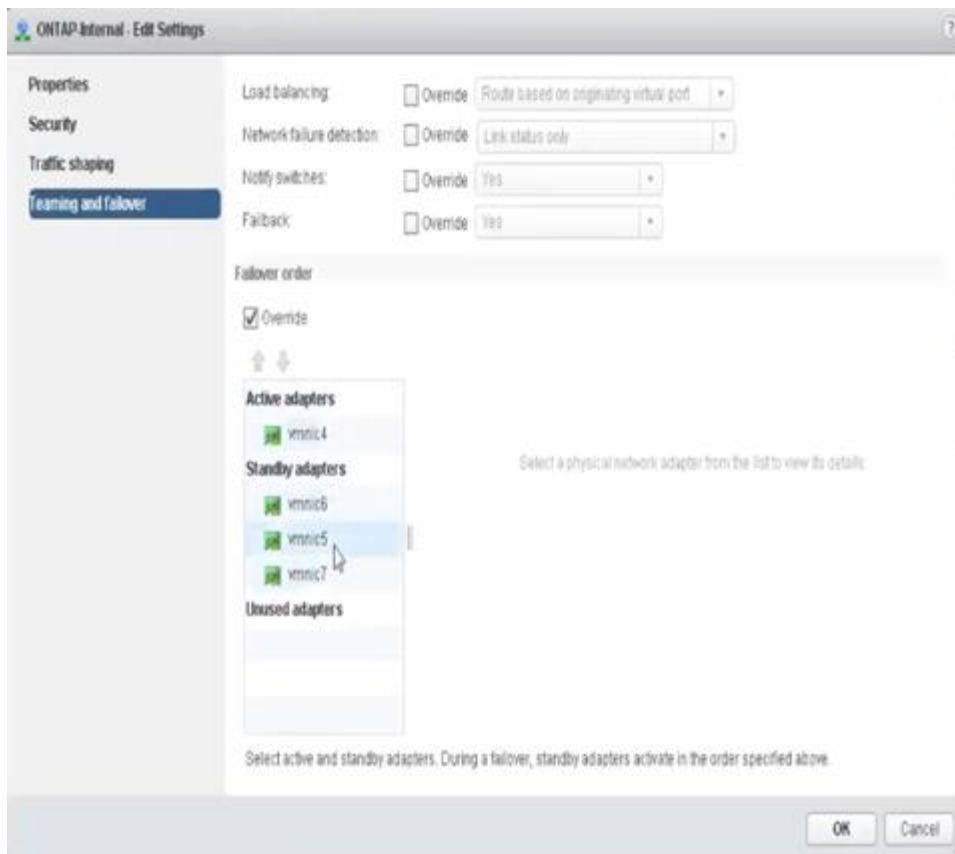


Zur besseren Lesbarkeit lauten die Zuordnungen wie folgt:

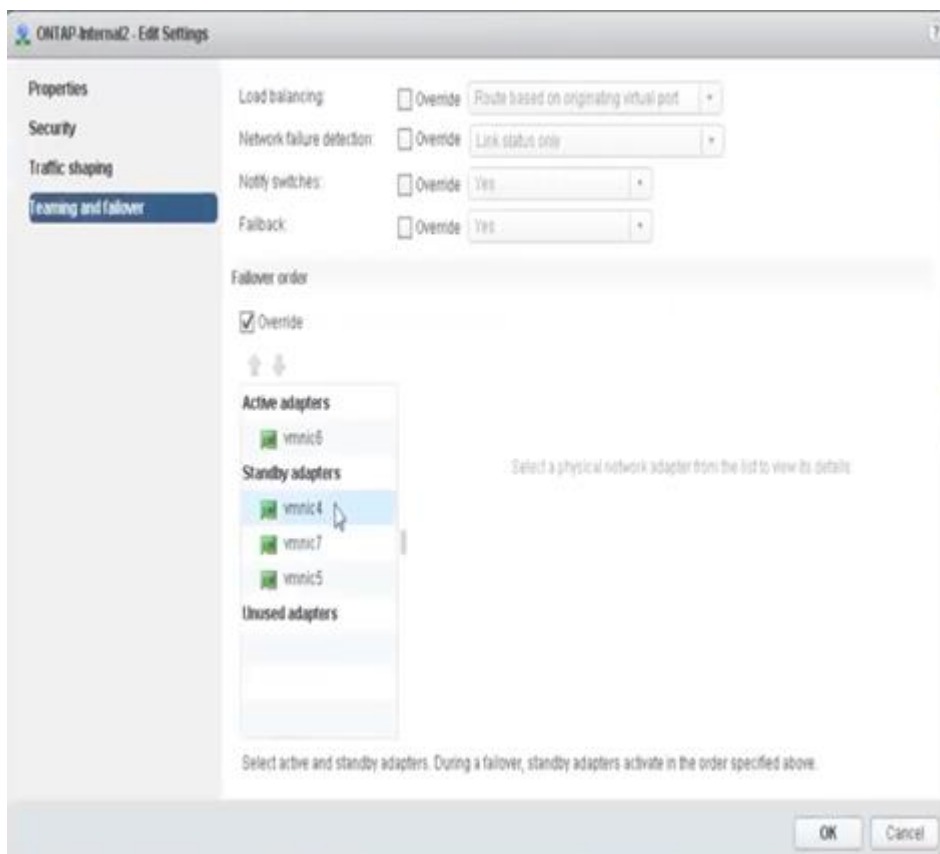
ONTAP– Extern	ONTAP– Extern2
Aktive Adapter: vmnic5 Standby-Adapter: vmnic7, vmnic4, vmnic6	Aktive Adapter: vmnic7 Standby-Adapter: vmnic5, vmnic6, vmnic4

Die folgenden Abbildungen zeigen die Konfigurationen der internen Netzwerk-Portgruppen (ONTAP-Internal und ONTAP-Internal2). Beachten Sie, dass die aktiven Adapter von unterschiedlichen Netzwerkkarten stammen. In diesem Setup sind vmnic 4 und vmnic 5 Dual-Ports auf demselben physischen ASIC, während vmnic 6 und vmnic 7 ebenfalls Dual-Ports auf einem separaten ASIC sind. Die Reihenfolge der Standby-Adapter ermöglicht ein hierarchisches Failover, wobei die Ports des externen Netzwerks zuletzt anstehen. Die Reihenfolge der externen Ports in der Standby-Liste ist zwischen den beiden internen Portgruppen ebenfalls vertauscht.

Teil 1: ONTAP Select interne Portgruppenkonfigurationen



Teil 2: ONTAP Select interne Portgruppen



Zur besseren Lesbarkeit lauten die Zuordnungen wie folgt:

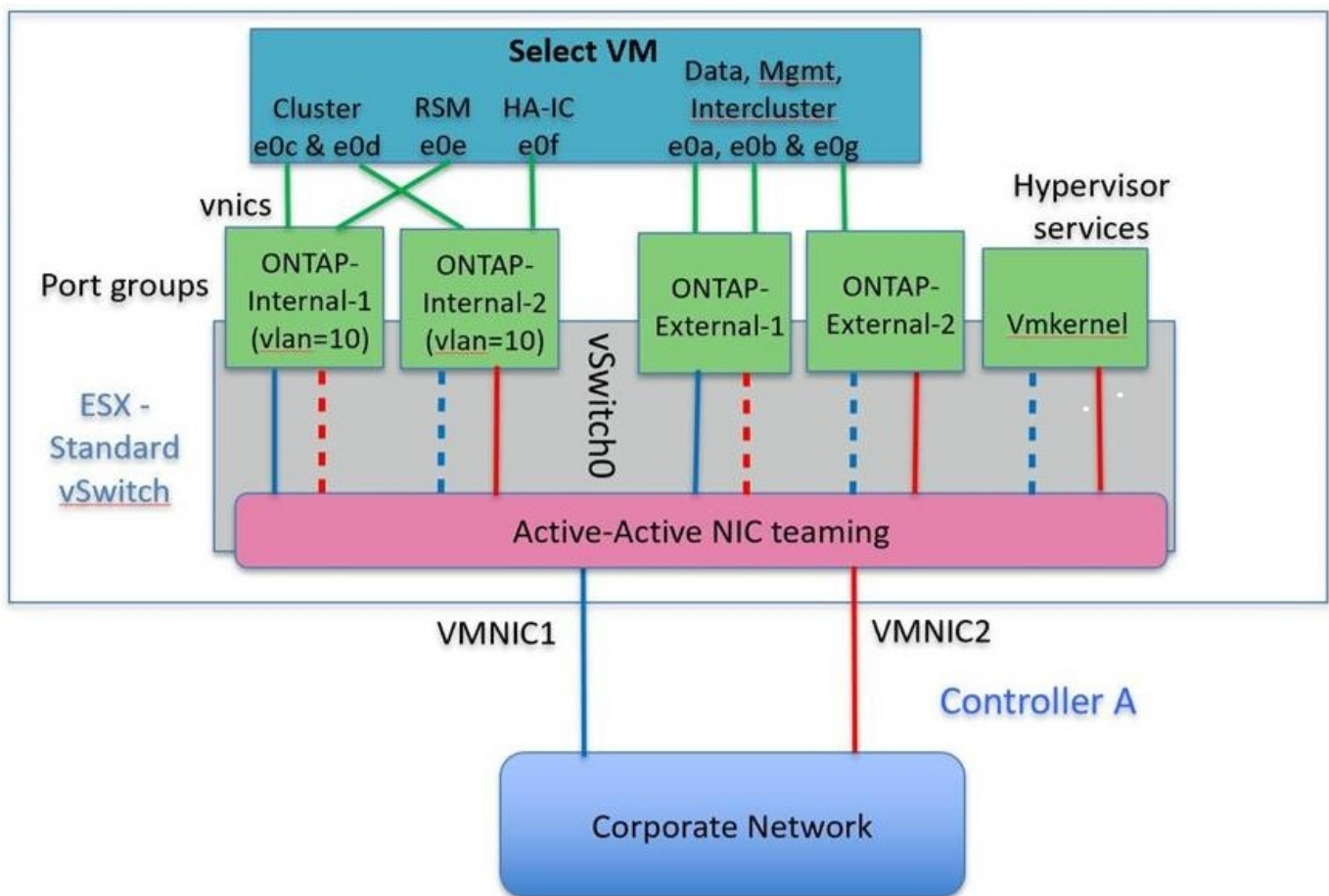
ONTAP– Intern	ONTAP– Intern2
Aktive Adapter: vmnic4 Standby-Adapter: vmnic6, vmnic5, vmnic7	Aktive Adapter: vmnic6 Standby-Adapter: vmnic4, vmnic7, vmnic5

Standard- oder verteilter vSwitch und zwei physische Ports pro Knoten

Bei Verwendung von zwei Hochgeschwindigkeits-Netzwerkkarten (25/40 Gbit) ähnelt die empfohlene Portgruppenkonfiguration konzeptionell stark der Konfiguration mit vier 10-Gbit-Adapttern. Auch bei Verwendung von nur zwei physischen Adapttern sollten vier Portgruppen verwendet werden. Die Portgruppenzuweisungen lauten wie folgt:

Portgruppe	Extern 1 (e0a,e0b)	Intern 1 (e0c,e0e)	Intern 2 (e0d,e0f)	Extern 2 (e0g)
Aktiv	vmnic0	vmnic0	vmnic1	vmnic1
Stehen zu	vmnic1	vmnic1	vmnic0	vmnic0

vSwitch mit zwei physischen Hochgeschwindigkeitsports (25/40 Gb) pro Knoten

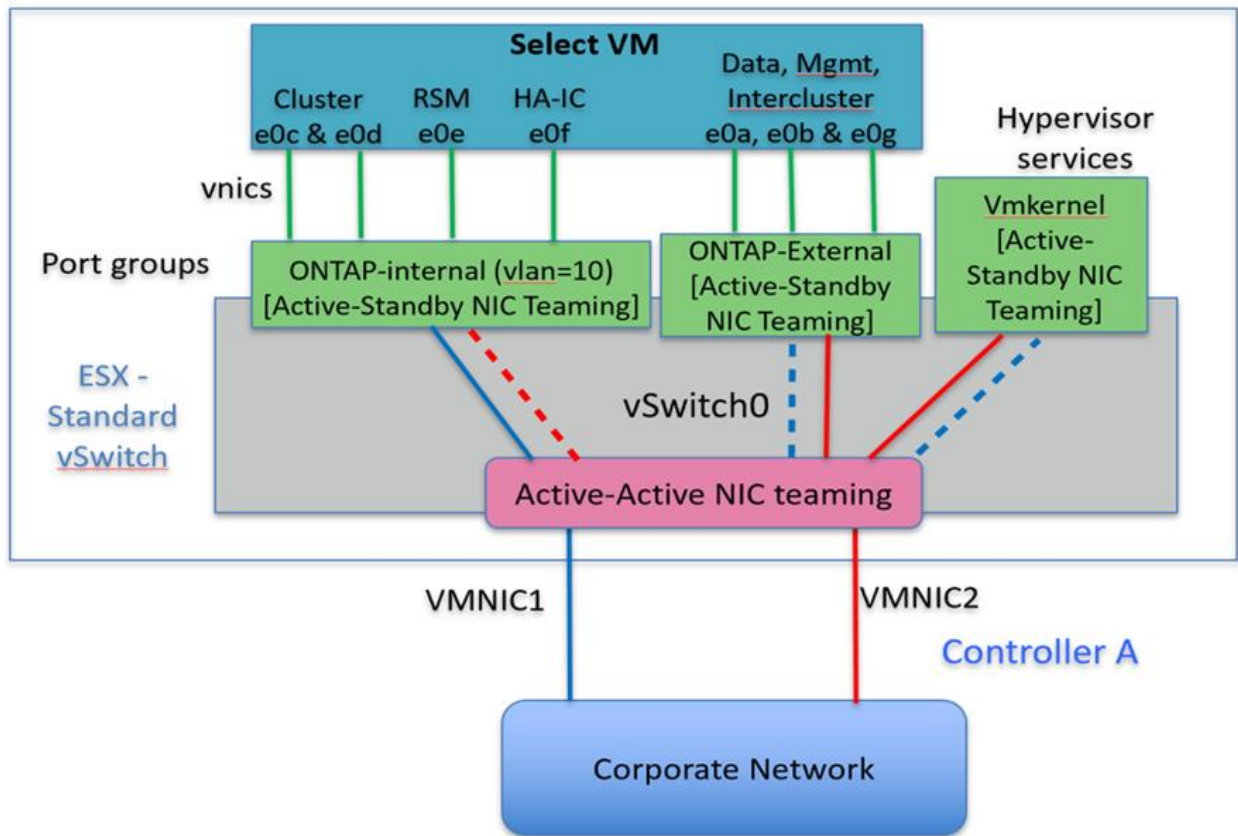


Bei Verwendung von zwei physischen Ports (10 GB oder weniger) sollte jede Portgruppe über einen aktiven Adapter und einen Standby-Adapter verfügen, die einander gegenüberliegend konfiguriert sind. Das interne Netzwerk ist nur für ONTAP Select Cluster mit mehreren Knoten vorhanden. Für Cluster mit einem Knoten können beide Adapter in der externen Portgruppe als aktiv konfiguriert werden.

Das folgende Beispiel zeigt die Konfiguration eines vSwitch und der beiden Portgruppen, die für die interne und externe Kommunikation eines ONTAP Select Clusters mit mehreren Knoten zuständig sind. Das externe

Netzwerk kann bei einem Netzwerkausfall die interne VMNIC nutzen, da die internen VMNICs Teil dieser Portgruppe sind und im Standby-Modus konfiguriert sind. Für das externe Netzwerk ist es umgekehrt. Der Wechsel der aktiven und Standby-VMNICs zwischen den beiden Portgruppen ist entscheidend für das ordnungsgemäße Failover der ONTAP Select VMs bei Netzwerkausfällen.

vSwitch mit zwei physischen Ports (10 GB oder weniger) pro Knoten

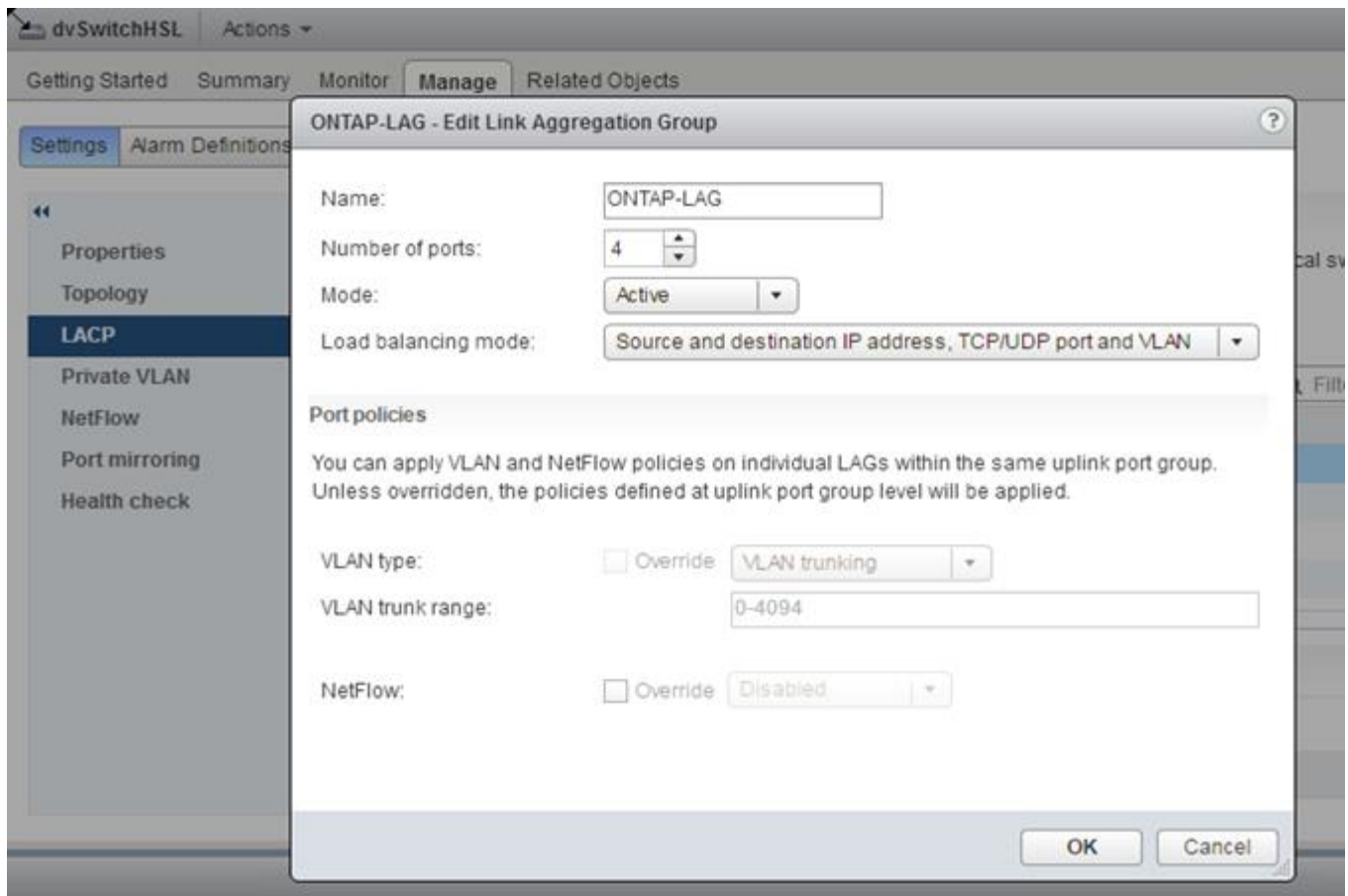


Verteilter vSwitch mit LACP

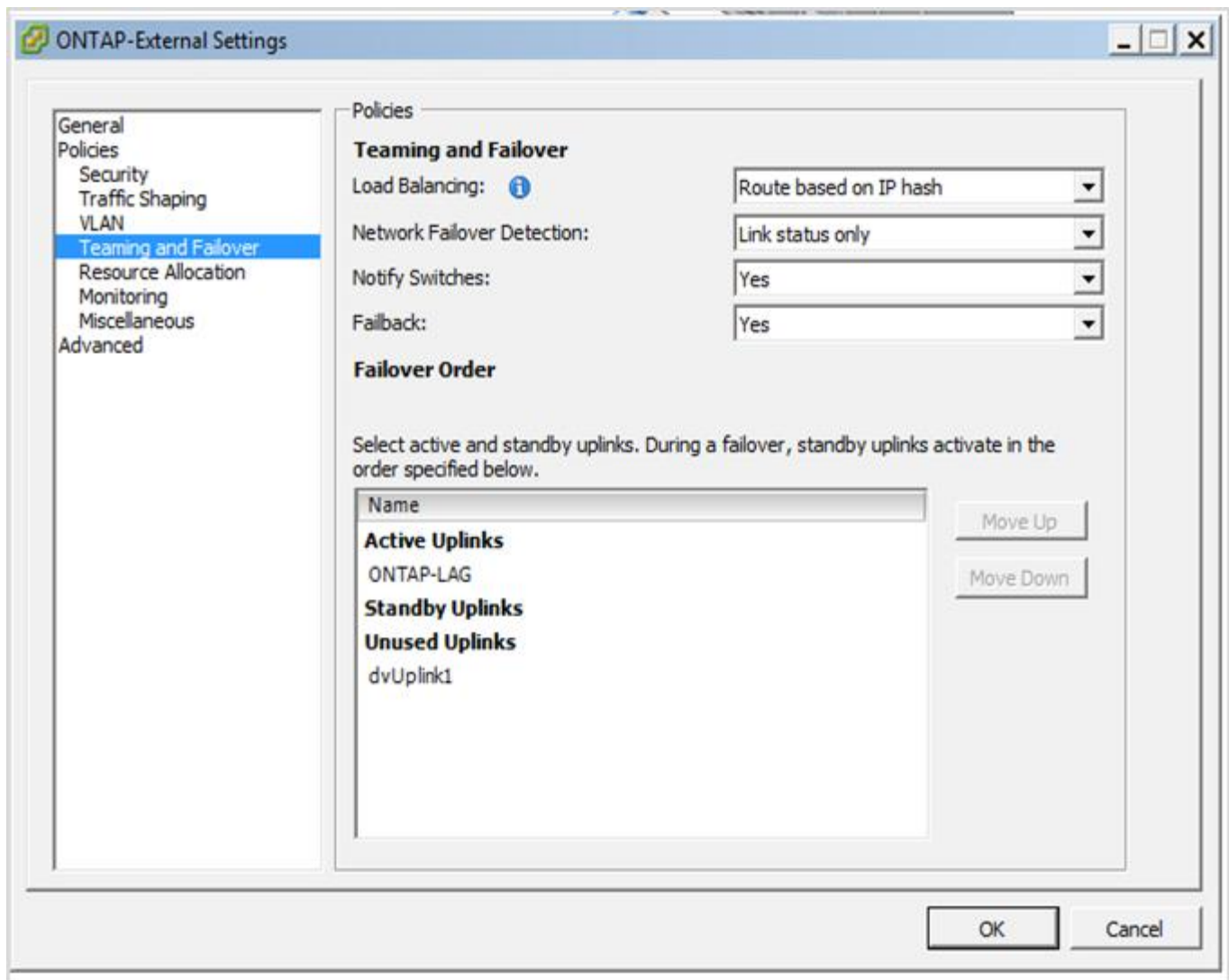
Bei der Verwendung verteilter vSwitches in Ihrer Konfiguration kann LACP zur Vereinfachung der Netzwerkkonfiguration eingesetzt werden (obwohl dies keine Best Practice ist). Die einzige unterstützte LACP-Konfiguration erfordert, dass sich alle VMNICs in einer einzigen LAG befinden. Der physische Uplink-Switch muss eine MTU-Größe zwischen 7.500 und 9.000 auf allen Ports im Kanal unterstützen. Die internen und externen ONTAP Select Netzwerke sollten auf Portgruppenebene isoliert sein. Das interne Netzwerk sollte ein nicht routingfähiges (isoliertes) VLAN verwenden. Das externe Netzwerk kann entweder VST, EST oder VGT verwenden.

Die folgenden Beispiele zeigen die verteilte vSwitch-Konfiguration mit LACP.

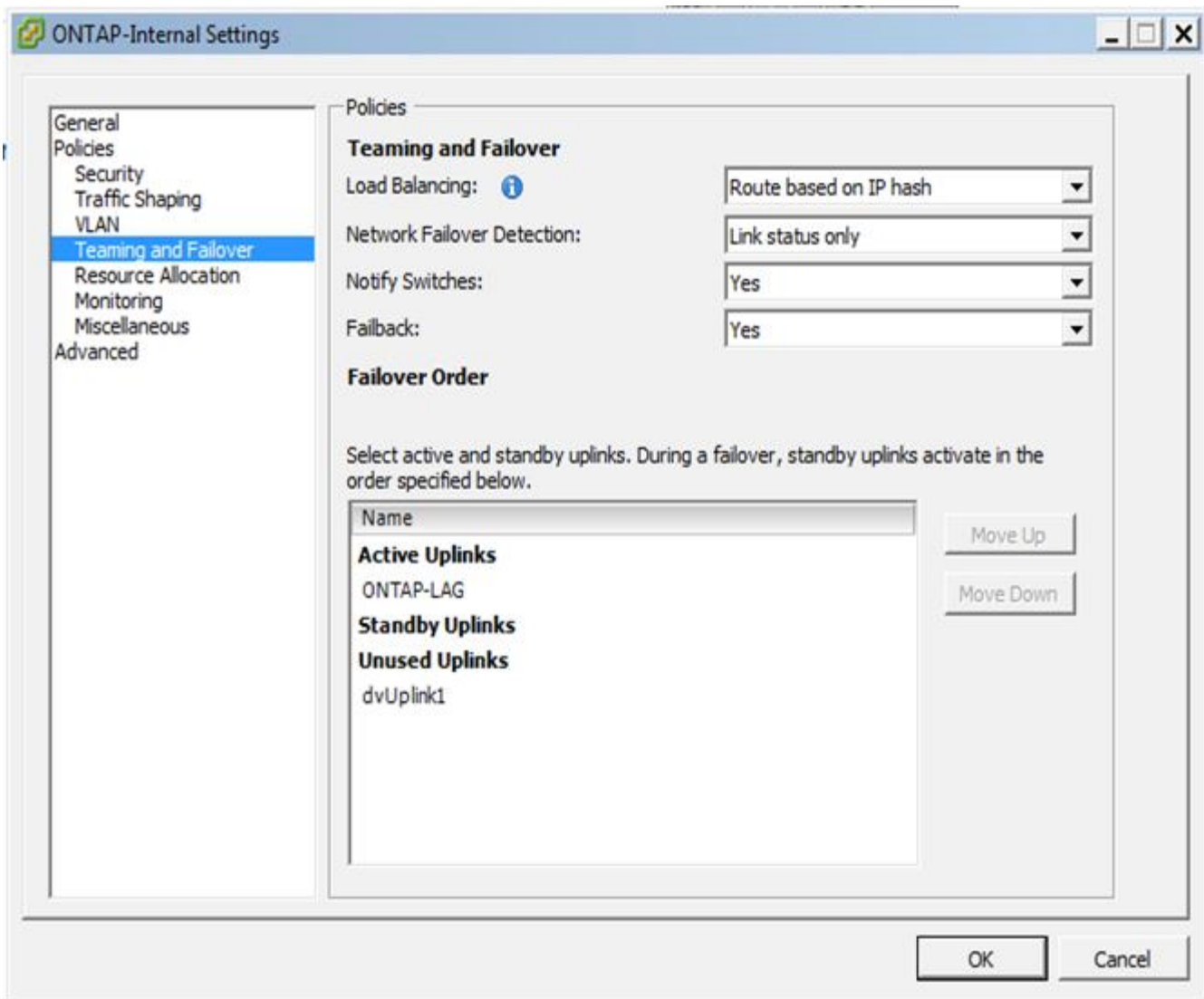
LAG-Eigenschaften bei Verwendung von LACP



Externe Portgruppenkonfigurationen mithilfe eines verteilten vSwitch mit aktiviertem LACP



Interne Portgruppenkonfigurationen mithilfe eines verteilten vSwitch mit aktiviertem LACP



LACP erfordert die Konfiguration der Upstream-Switch-Ports als Port-Kanal. Stellen Sie vor der Aktivierung auf dem verteilten vSwitch sicher, dass ein LACP-fähiger Port-Kanal ordnungsgemäß konfiguriert ist.

ONTAP Select physische Switch-Konfiguration

Details zur Konfiguration des physischen Upstream-Switches basierend auf Umgebungen mit einem oder mehreren Switches.

Bei der Auswahl der Konnektivität von der virtuellen Switch-Ebene zu physischen Switches ist sorgfältige Überlegung erforderlich. Die Trennung des internen Cluster-Verkehrs von externen Datendiensten sollte durch die Isolation von Layer-2-VLANs bis zur vorgelagerten physischen Netzwerkebene reichen.

Physische Switch-Ports sollten als Trunkports konfiguriert werden. Der externe ONTAP Select Verkehr kann auf zwei Arten über mehrere Layer-2-Netzwerke verteilt werden. Eine Methode ist die Verwendung von ONTAP VLAN-getaggten virtuellen Ports mit einer einzigen Portgruppe. Die andere Methode besteht darin, dem Management-Port e0a separate Portgruppen im VST-Modus zuzuweisen. Je nach ONTAP Select Version und Einzel- oder Mehrknotenkonfiguration müssen Sie auch Datenports e0b und e0c/e0g zuweisen. Wenn der externe Verkehr über mehrere Layer-2-Netzwerke verteilt ist, sollten die physischen Uplink-Switch-Ports diese VLANs in der Liste der zulässigen VLANs enthalten.

Der interne Netzwerkverkehr von ONTAP Select erfolgt über virtuelle Schnittstellen, die mit lokalen Link-IP-Adressen definiert sind. Da diese IP-Adressen nicht routingfähig sind, muss der interne Datenverkehr zwischen Clusterknoten über ein einzelnes Layer-2-Netzwerk fließen. Routensprünge zwischen ONTAP Select Clusterknoten werden nicht unterstützt.

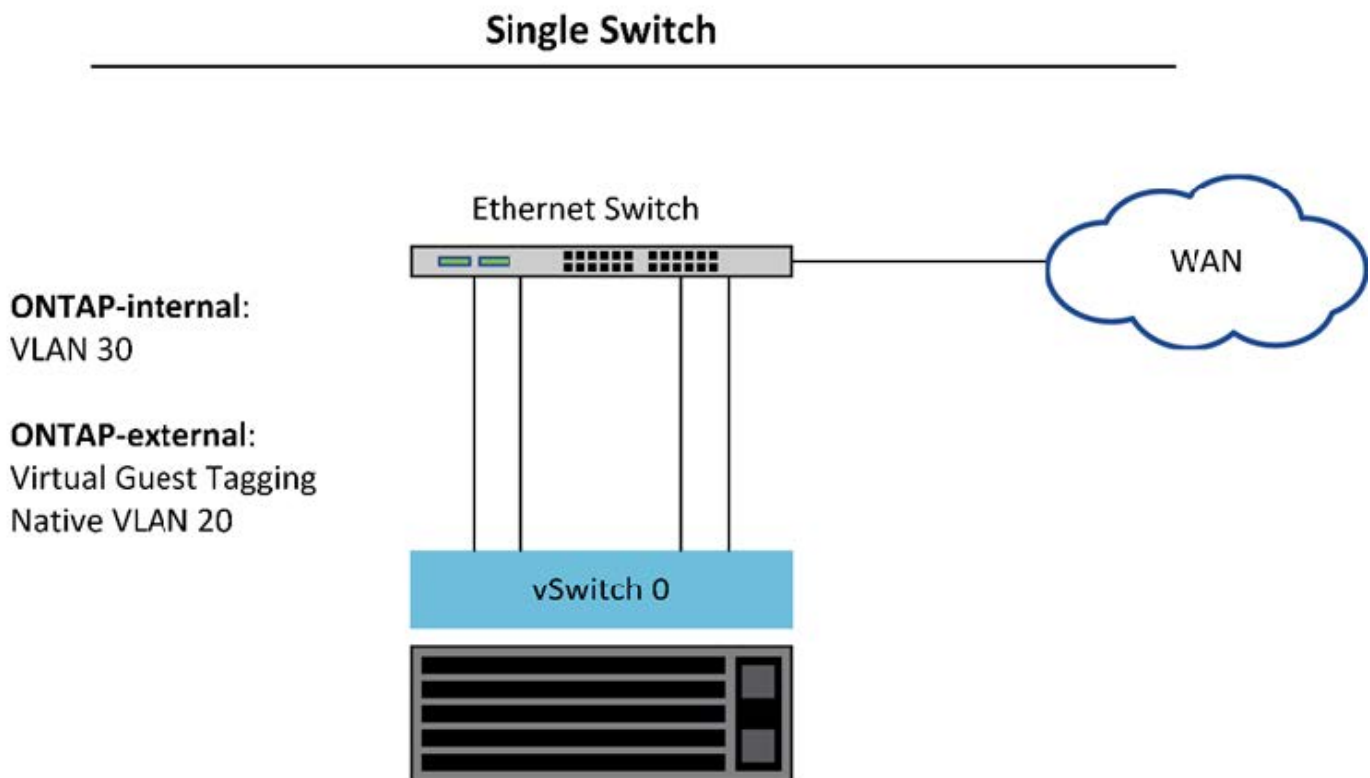
Gemeinsam genutzter physischer Switch

Die folgende Abbildung zeigt eine mögliche Switch-Konfiguration, die von einem Knoten in einem ONTAP Select Cluster mit mehreren Knoten verwendet wird. In diesem Beispiel sind die physischen Netzwerkkarten der vSwitches, die sowohl die internen als auch die externen Netzwerkportgruppen hosten, mit demselben Upstream-Switch verbunden. Der Switch-Verkehr wird durch Broadcast-Domänen in separaten VLANs isoliert.



Für das interne ONTAP Select Netzwerk erfolgt die Kennzeichnung auf Portgruppenebene. Während im folgenden Beispiel VGT für das externe Netzwerk verwendet wird, werden in dieser Portgruppe sowohl VGT als auch VST unterstützt.

Netzwerkconfiguration mit gemeinsam genutztem physischen Switch

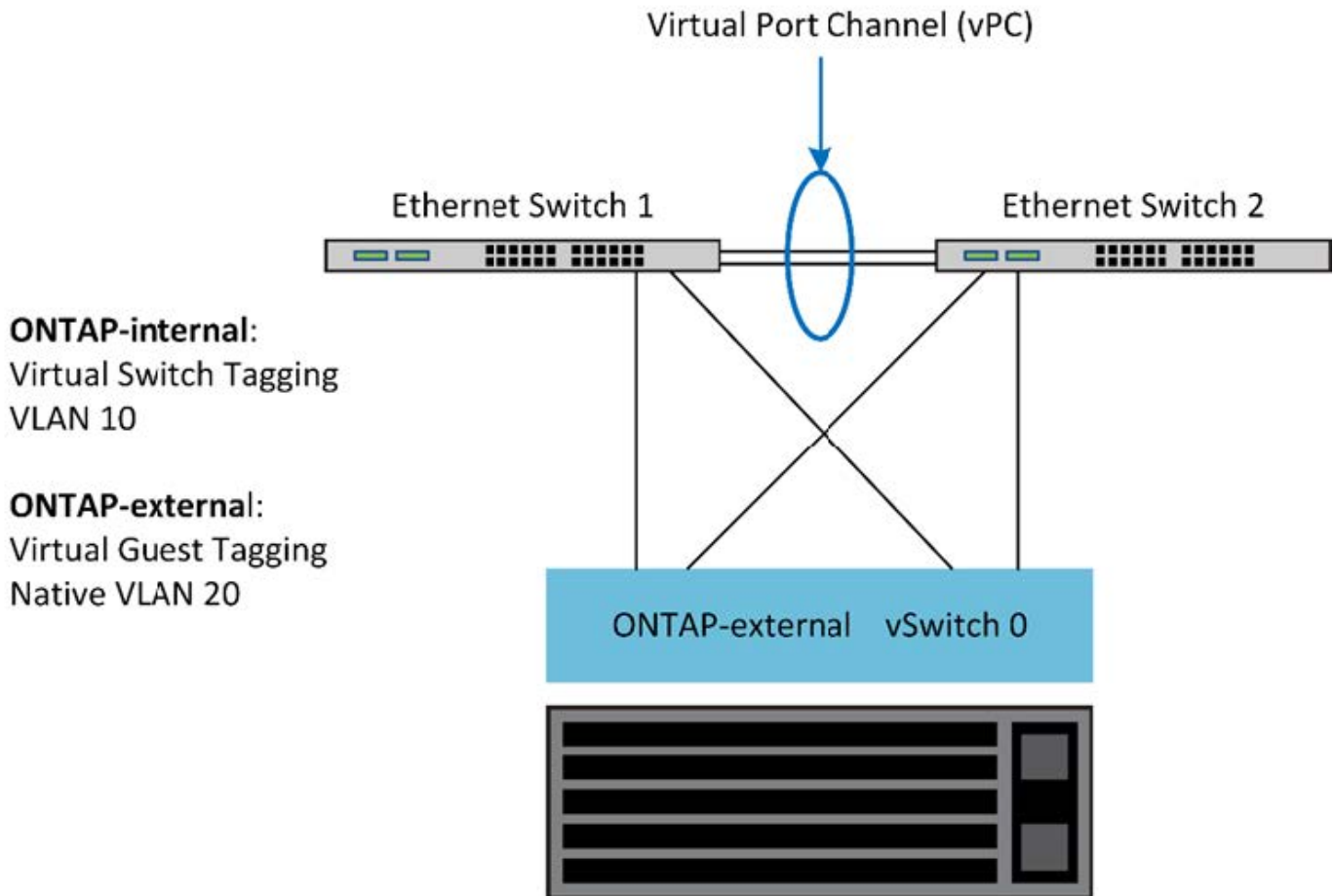


In dieser Konfiguration wird der gemeinsam genutzte Switch zum Single Point of Failure. Wenn möglich, sollten mehrere Switches verwendet werden, um zu verhindern, dass ein physischer Hardwarefehler einen Ausfall des Clusternetzwerks verursacht.

Mehrere physische Schalter

Wenn Redundanz erforderlich ist, sollten mehrere physische Netzwerk-Switches verwendet werden. Die folgende Abbildung zeigt eine empfohlene Konfiguration für einen Knoten in einem ONTAP Select Cluster mit mehreren Knoten. NICs der internen und externen Portgruppen sind an verschiedene physische Switches angeschlossen, um den Benutzer vor dem Ausfall eines einzelnen Hardware-Switches zu schützen. Zwischen den Switches wird ein virtueller Portkanal konfiguriert, um Spanning-Tree-Probleme zu vermeiden.

Netzwerkconfiguration mit mehreren physischen Switches



Trennung von Daten- und Verwaltungsverkehr bei ONTAP Select

Isolieren Sie Datenverkehr und Verwaltungsverkehr in separaten Layer-2-Netzwerken.

Der externe Netzwerkverkehr von ONTAP Select umfasst Datenverkehr (CIFS, NFS und iSCSI), Management- und Replikationsverkehr (SnapMirror). Innerhalb eines ONTAP Clusters verwendet jede Art von Datenverkehr eine separate logische Schnittstelle, die auf einem virtuellen Netzwerkport gehostet werden muss. In der Multinode-Konfiguration von ONTAP Select werden diese als Ports e0a und e0b/e0g bezeichnet. In der Single-Node-Konfiguration werden diese als e0a und e0b/e0c bezeichnet, während die übrigen Ports für interne Clusterdienste reserviert sind.

NetApp empfiehlt, Datenverkehr und Management-Verkehr in separaten Layer-2-Netzwerken zu isolieren. In der ONTAP Select Umgebung geschieht dies mithilfe von VLAN-Tags. Dies lässt sich erreichen, indem dem Netzwerkadapter 1 (Port e0a) eine VLAN-getaggte Portgruppe für den Management-Verkehr zugewiesen wird. Anschließend können Sie den Ports e0b und e0c (Single-Node-Cluster) sowie e0b und e0g (Multi-Node-Cluster) separate Portgruppen für den Datenverkehr zuweisen.

Wenn die zuvor in diesem Dokument beschriebene VST-Lösung nicht ausreicht, müssen möglicherweise Daten- und Verwaltungs-LIFs auf demselben virtuellen Port zusammengelegt werden. Verwenden Sie dazu einen als VGT bezeichneten Prozess, bei dem die VLAN-Kennzeichnung von der VM durchgeführt wird.

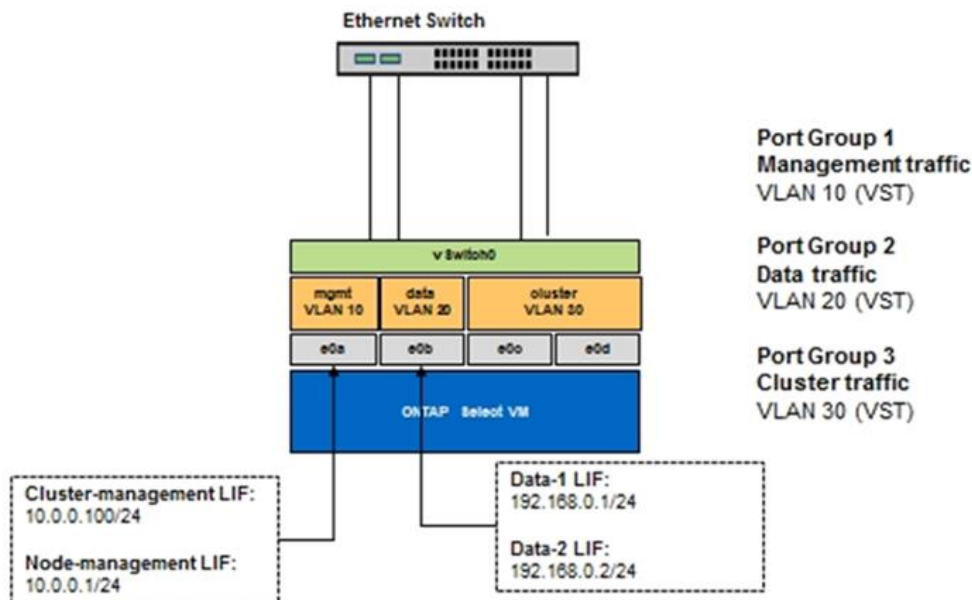


Die Trennung von Daten- und Verwaltungsnetzwerken durch VGT ist bei Verwendung des Dienstprogramms ONTAP Deploy nicht verfügbar. Dieser Vorgang muss nach Abschluss der Clustereinrichtung durchgeführt werden.

Bei der Verwendung von VGT und Zwei-Knoten-Clustern gibt es einen zusätzlichen Vorbehalt. In Zwei-Knoten-Clusterkonfigurationen wird die IP-Adresse des Knotenmanagements verwendet, um die Verbindung zum Mediator herzustellen, bevor ONTAP vollständig verfügbar ist. Daher wird nur EST- und VST-Tagging auf der Portgruppe unterstützt, die dem Knotenmanagement-LIF (Port e0a) zugeordnet ist. Wenn sowohl das Management als auch der Datenverkehr dieselbe Portgruppe verwenden, werden für den gesamten Zwei-Knoten-Cluster nur EST/VST unterstützt.

Beide Konfigurationsoptionen, VST und VGT, werden unterstützt. Die folgende Abbildung zeigt das erste Szenario, VST, bei dem der Datenverkehr auf vSwitch-Ebene über die zugewiesene Portgruppe getaggt wird. In dieser Konfiguration werden Cluster- und Knotenverwaltungs-LIFs dem ONTAP Port e0a zugewiesen und über die zugewiesene Portgruppe mit der VLAN-ID 10 getaggt. Daten-LIFs werden den Ports e0b und entweder e0c oder e0g zugewiesen und erhalten über eine zweite Portgruppe die VLAN-ID 20. Die Cluster-Ports verwenden eine dritte Portgruppe und befinden sich auf VLAN-ID 30.

Daten- und Verwaltungstrennung durch VST



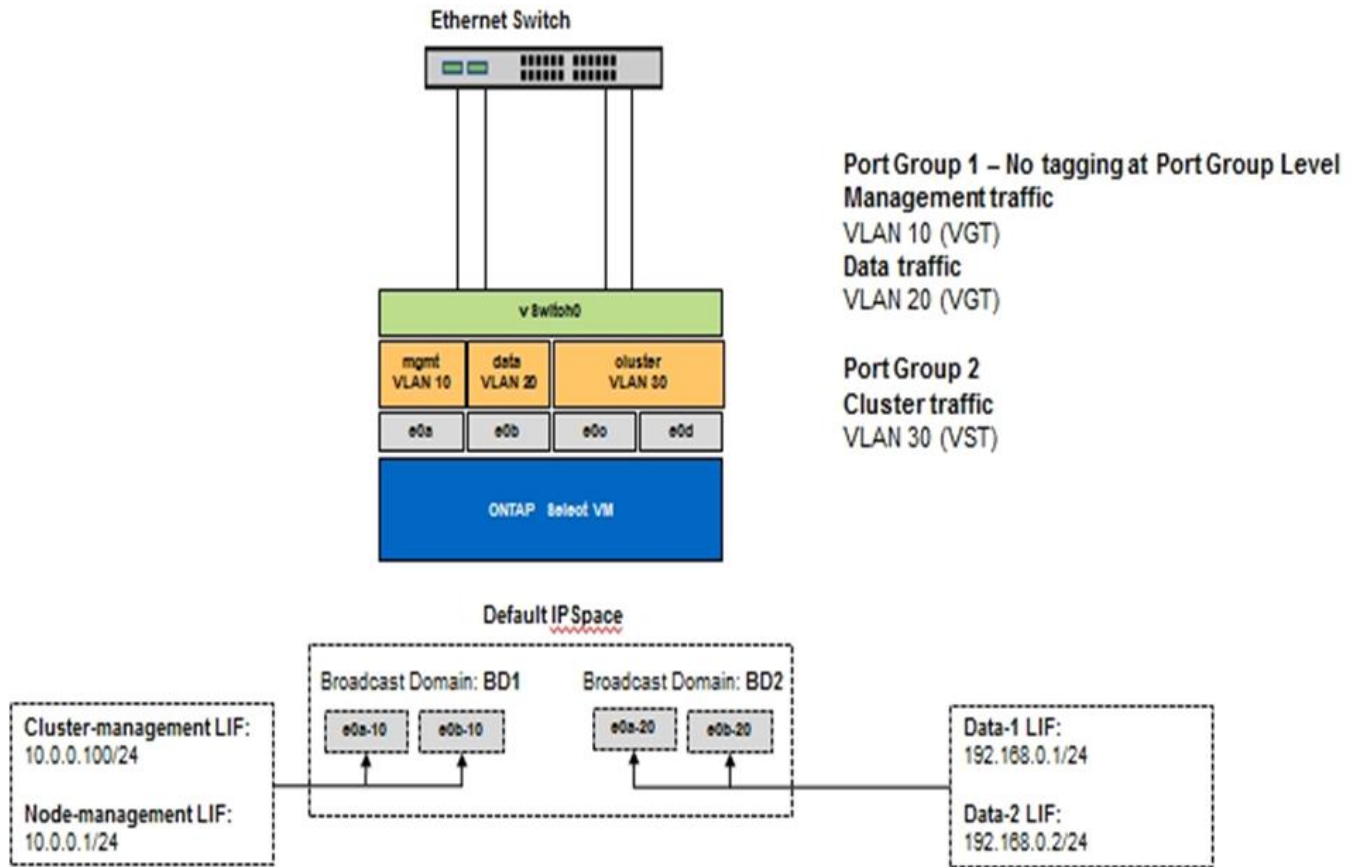
Die folgende Abbildung zeigt das zweite Szenario, VGT, in dem der Datenverkehr von der ONTAP VM mithilfe von VLAN-Ports markiert wird, die in separaten Broadcast-Domänen platziert sind. In diesem Beispiel werden die virtuellen Ports e0a-10/e0b-10/(e0c oder e0g)-10 und e0a-20/e0b-20 über den VM-Ports e0a und e0b platziert. Diese Konfiguration ermöglicht die Netzwerkmarkierung direkt in ONTAP und nicht auf vSwitch-Ebene. Verwaltungs- und Daten-LIFs werden auf diesen virtuellen Ports platziert, was eine weitere Layer-2-Unterteilung innerhalb eines einzelnen VM-Ports ermöglicht. Das Cluster-VLAN (VLAN-ID 30) ist weiterhin in der Portgruppe markiert.

Anmerkungen:

- Diese Art der Konfiguration ist besonders bei der Verwendung mehrerer IP-Bereiche sinnvoll. Gruppieren Sie VLAN-Ports in separaten benutzerdefinierten IP-Bereichen, wenn Sie eine stärkere logische Isolierung und Mandantenfähigkeit wünschen.

- Zur Unterstützung von VGT müssen die Netzwerkadapter des ESXi/ESX-Hosts mit den Trunk-Ports des physischen Switches verbunden sein. Die mit dem virtuellen Switch verbundenen Portgruppen müssen die VLAN-ID 4095 haben, um Trunking in der Portgruppe zu ermöglichen.

Daten- und Verwaltungstrennung durch VGT



Hochverfügbarkeitsarchitektur

ONTAP Select Hochverfügbarkeitskonfigurationen

Entdecken Sie Hochverfügbarkeitsoptionen, um die beste HA-Konfiguration für Ihre Umgebung auszuwählen.

Obwohl Kunden zunehmend Anwendungs-Workloads von Enterprise-Speichergeräten auf softwarebasierte Lösungen auf Standardhardware verlagern, haben sich die Erwartungen und Anforderungen hinsichtlich Ausfallsicherheit und Fehlertoleranz nicht geändert. Eine HA-Lösung mit einem Zero Recovery Point Objective (RPO) schützt Kunden vor Datenverlusten durch den Ausfall einer beliebigen Komponente im Infrastruktur-Stack.

Ein großer Teil des SDS-Marktes basiert auf dem Konzept des Shared-Nothing-Storage. Dabei sorgt Softwarereplikation für Datenausfallsicherheit, indem mehrere Kopien der Benutzerdaten in verschiedenen Speichersilos gespeichert werden. ONTAP Select baut auf dieser Prämisse auf und nutzt die synchronen Replikationsfunktionen (RAID SyncMirror) von ONTAP, um eine zusätzliche Kopie der Benutzerdaten im Cluster zu speichern. Dies geschieht im Kontext eines HA-Paares. Jedes HA-Paar speichert zwei Kopien der Benutzerdaten: eine auf dem Speicher des lokalen Knotens und eine auf dem Speicher des HA-Partners. Innerhalb eines ONTAP Select Clusters sind HA und synchrone Replikation miteinander verknüpft, und die

Funktionen beider können nicht entkoppelt oder unabhängig voneinander verwendet werden. Daher ist die synchrone Replikationsfunktion nur im Multinode-Angebot verfügbar.

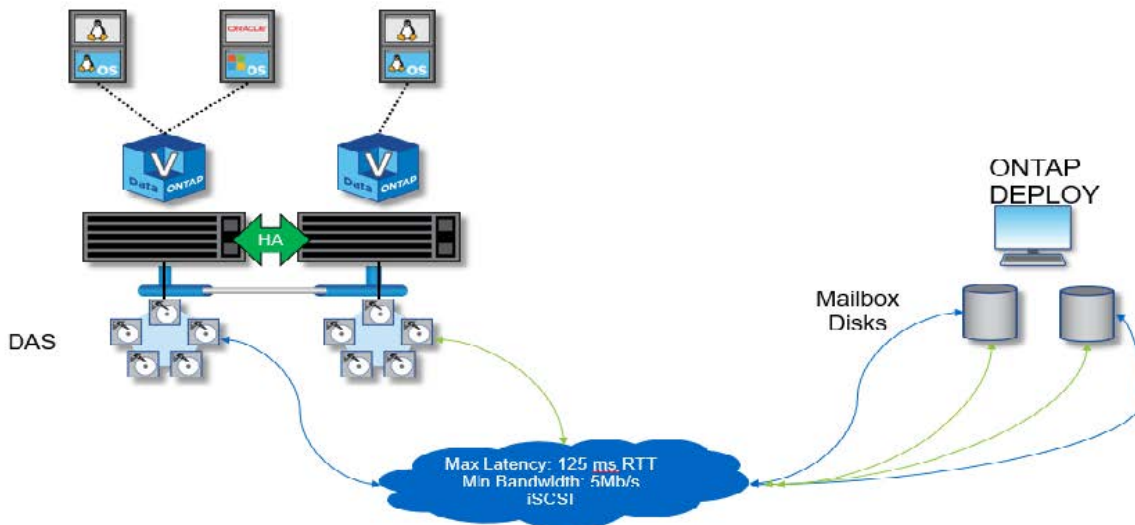


In einem ONTAP Select Cluster ist die synchrone Replikationsfunktion eine Funktion der HA-Implementierung und kein Ersatz für die asynchronen Replikations-Engines SnapMirror oder SnapVault. Die synchrone Replikation kann nicht unabhängig von HA verwendet werden.

Es gibt zwei ONTAP Select HA-Bereitstellungsmodelle: Multinode-Cluster (vier, sechs oder acht Knoten) und Zwei-Knoten-Cluster. Das herausragende Merkmal eines Zwei-Knoten ONTAP Select Clusters ist die Verwendung eines externen Mediator-Dienstes zur Lösung von Split-Brain-Szenarien. Die ONTAP Deploy VM dient als Standard-Mediator für alle von ihr konfigurierten Zwei-Knoten-HA-Paare.

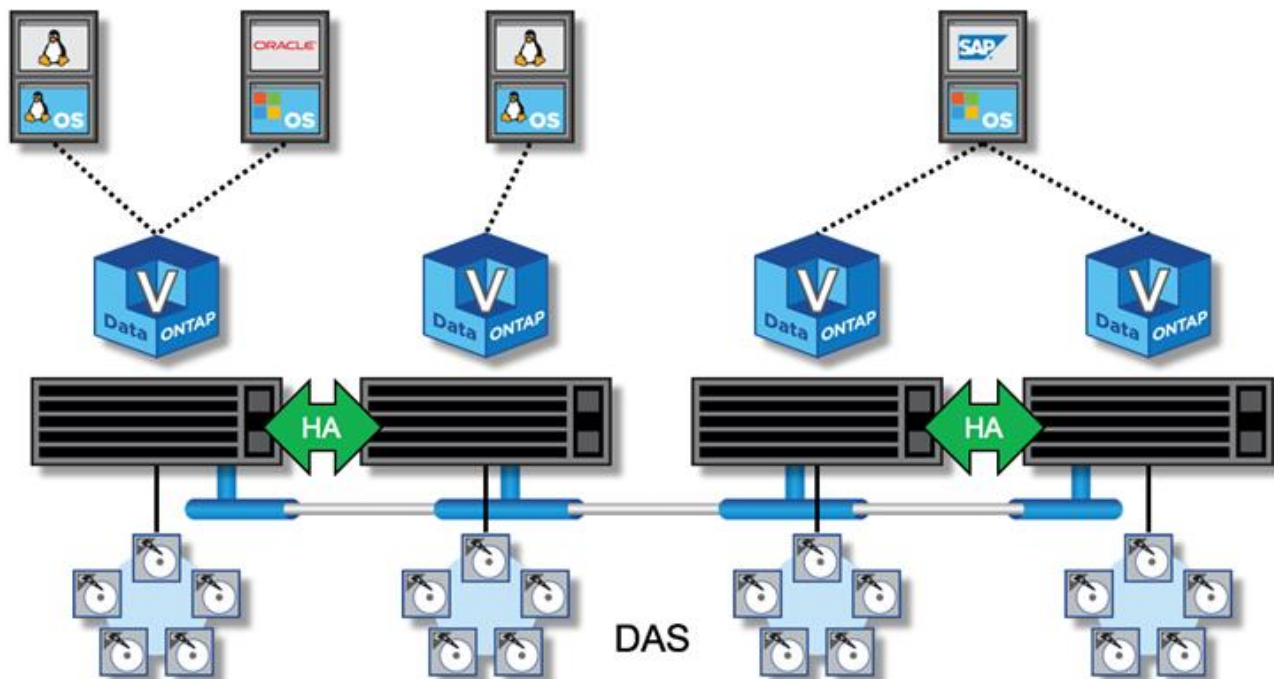
Die beiden Architekturen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

- ONTAP Select Cluster mit zwei Knoten, Remote-Mediator und Verwendung von lokal angeschlossenen Speicher*



Der ONTAP Select Cluster mit zwei Knoten besteht aus einem HA-Paar und einem Mediator. Innerhalb des HA-Paares werden die Datenaggregate auf jedem Clusterknoten synchron gespiegelt, sodass im Falle eines Failovers keine Daten verloren gehen.

- ONTAP Select Cluster mit vier Knoten und lokal angeschlossenen Speicher*



- Der ONTAP Select Cluster mit vier Knoten besteht aus zwei HA-Paaren. Cluster mit sechs und acht Knoten bestehen aus drei bzw. vier HA-Paaren. Innerhalb jedes HA-Paares werden die Datenaggregate auf jedem Clusterknoten synchron gespiegelt, sodass im Falle eines Failovers keine Daten verloren gehen.
- Bei Verwendung von DAS-Speicher kann auf einem physischen Server nur eine ONTAP Select Instanz vorhanden sein. ONTAP Select erfordert einen nicht freigegebenen Zugriff auf den lokalen RAID-Controller des Systems und ist für die Verwaltung der lokal angeschlossenen Festplatten konzipiert, was ohne physische Verbindung zum Speicher nicht möglich wäre.

Zwei-Knoten-HA im Vergleich zu Multi-Knoten-HA

Im Gegensatz zu FAS -Arrays kommunizieren ONTAP Select Knoten in einem HA-Paar ausschließlich über das IP-Netzwerk. Das bedeutet, dass das IP-Netzwerk einen Single Point of Failure (SPOF) darstellt und der Schutz vor Netzwerkpartitionen und Split-Brain-Szenarien ein wichtiger Aspekt des Designs ist. Der Multi-Node-Cluster kann Einzelknotenausfälle verkraften, da das Cluster-Quorum von den drei oder mehr überlebenden Knoten hergestellt werden kann. Der Zwei-Node-Cluster nutzt den von der ONTAP Deploy VM gehosteten Mediator-Dienst, um das gleiche Ergebnis zu erzielen.

Der Heartbeat-Netzwerkverkehr zwischen den ONTAP Select Knoten und dem ONTAP Deploy-Mediatordienst ist minimal und belastbar, sodass die ONTAP Deploy-VM in einem anderen Rechenzentrum gehostet werden kann als der ONTAP Select -Cluster mit zwei Knoten.



Die ONTAP Deploy VM wird integraler Bestandteil eines Zwei-Knoten-Clusters, wenn sie als Mediator für diesen Cluster fungiert. Ist der Mediator-Dienst nicht verfügbar, stellt der Zwei-Knoten-Cluster weiterhin Daten bereit, die Speicher-Failover-Funktionen des ONTAP Select Clusters sind jedoch deaktiviert. Daher muss der ONTAP Deploy Mediator-Dienst die ständige Kommunikation mit jedem ONTAP Select Knoten im HA-Paar aufrechterhalten. Für die ordnungsgemäße Funktion des Cluster-Quorums sind eine Mindestbandbreite von 5 Mbit/s und eine maximale Roundtrip-Zeit (RTT) von 125 ms erforderlich.

Wenn die als Mediator fungierende ONTAP Deploy VM vorübergehend oder möglicherweise dauerhaft nicht verfügbar ist, kann eine sekundäre ONTAP Deploy VM verwendet werden, um das Quorum des Zwei-Knoten-

Clusters wiederherzustellen. Dies führt zu einer Konfiguration, in der die neue ONTAP Deploy VM die ONTAP Select Knoten nicht verwalten kann, aber erfolgreich am Cluster-Quorum-Algorithmus teilnimmt. Die Kommunikation zwischen den ONTAP Select Knoten und der ONTAP Deploy VM erfolgt über das iSCSI-Protokoll über IPv4. Die IP-Adresse der ONTAP Select Knotenverwaltung ist der Initiator und die IP-Adresse der ONTAP Deploy VM ist das Ziel. Daher ist es nicht möglich, beim Erstellen eines Zwei-Knoten-Clusters IPv6-Adressen als IP-Adressen der Knotenverwaltung zu unterstützen. Die gehosteten ONTAP Deploy-Postfachdatenträger werden automatisch erstellt und zum Zeitpunkt der Erstellung des Zwei-Knoten-Clusters auf die richtigen IP-Adressen der ONTAP Select Knotenverwaltung maskiert. Die gesamte Konfiguration wird während des Setups automatisch ausgeführt und es sind keine weiteren administrativen Maßnahmen erforderlich. Die ONTAP Deploy-Instanz, die den Cluster erstellt, ist der Standardvermittler für diesen Cluster.

Wenn der ursprüngliche Mediator-Standort geändert werden muss, ist ein Administratoreingriff erforderlich. Ein Cluster-Quorum kann auch dann wiederhergestellt werden, wenn die ursprüngliche ONTAP Deploy-VM verloren geht. NetApp empfiehlt jedoch, nach der Instanziierung jedes Zwei-Knoten-Clusters eine Sicherung der ONTAP Deploy-Datenbank durchzuführen.

Zwei-Knoten-HA im Vergleich zu zwei Knoten erweiterter HA (MetroCluster SDS)

Es ist möglich, einen Zwei-Knoten-Aktiv/Aktiv-HA-Cluster über größere Entfernungen zu strecken und jeden Knoten möglicherweise in einem anderen Rechenzentrum zu platzieren. Der einzige Unterschied zwischen einem Zwei-Knoten-Cluster und einem Zwei-Knoten-Stretched-Cluster (auch als MetroCluster SDS bezeichnet) ist die Netzwerkverbindungsstrecke zwischen den Knoten.

Der Zwei-Knoten-Cluster ist als Cluster definiert, bei dem sich beide Knoten im selben Rechenzentrum in einer Entfernung von 300 m befinden. Im Allgemeinen verfügen beide Knoten über Uplinks zum selben Netzwerk-Switch oder Satz von Interswitch Link (ISL)-Netzwerk-Switches.

Zwei-Knoten- MetroCluster SDS ist ein Cluster, dessen Knoten physisch (verschiedene Räume, Gebäude und Rechenzentren) mehr als 300 m voneinander entfernt sind. Die Uplink-Verbindungen jedes Knotens sind zudem mit separaten Netzwerk-Switches verbunden. MetroCluster SDS benötigt keine dedizierte Hardware. Die Umgebung muss jedoch die Anforderungen an Latenz (maximal 5 ms für RTT und 5 ms für Jitter, insgesamt also 10 ms) und physische Distanz (maximal 10 km) erfüllen.

MetroCluster SDS ist eine Premium-Funktion und erfordert eine Premium- oder Premium XL-Lizenz. Die Premium-Lizenz unterstützt die Erstellung kleiner und mittlerer VMs sowie von HDD- und SSD-Medien. Die Premium XL-Lizenz unterstützt zudem die Erstellung von NVMe-Laufwerken.



MetroCluster SDS wird sowohl mit Local Attached Storage (DAS) als auch mit Shared Storage (vNAS) unterstützt. Beachten Sie, dass vNAS-Konfigurationen aufgrund des Netzwerks zwischen der ONTAP Select VM und dem Shared Storage in der Regel eine höhere Latenz aufweisen. MetroCluster SDS-Konfigurationen müssen eine Latenz von maximal 10 ms zwischen den Knoten gewährleisten, einschließlich der Shared Storage-Latenz. Anders ausgedrückt: Die Messung der Latenz zwischen den Select VMs allein reicht nicht aus, da die Shared Storage-Latenz für diese Konfigurationen nicht vernachlässigbar ist.

ONTAP Select HA RSM und gespiegelte Aggregate

Verhindern Sie Datenverlust mit RAID SyncMirror (RSM), gespiegelten Aggregaten und dem Schreibpfad.

Synchrone Replikation

Das ONTAP HA-Modell basiert auf dem Konzept der HA-Partner. ONTAP Select erweitert diese Architektur auf die Welt der nicht gemeinsam genutzten Standardserver. Die in ONTAP vorhandene RAID SyncMirror (RSM)-

Funktionalität repliziert Datenblöcke zwischen Clusterknoten und stellt so zwei Kopien der Benutzerdaten bereit, die über ein HA-Paar verteilt sind.

Ein Cluster mit zwei Knoten und einem Mediator kann zwei Rechenzentren umfassen. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt ["Best Practices für gestreckte HA mit zwei Knoten \(MetroCluster SDS\)"](#).

Gespiegelte Aggregate

Ein ONTAP Select Cluster besteht aus zwei bis acht Knoten. Jedes HA-Paar enthält zwei Kopien der Benutzerdaten, die synchron über ein IP-Netzwerk auf die Knoten gespiegelt werden. Diese Spiegelung ist für den Benutzer transparent und eine Eigenschaft des Datenaggregats, die bei der Erstellung des Datenaggregats automatisch konfiguriert wird.

Alle Aggregate in einem ONTAP Select Cluster müssen gespiegelt werden, um die Datenverfügbarkeit im Falle eines Knoten-Failovers sicherzustellen und einen SPOF bei einem Hardwarefehler zu vermeiden. Aggregate in einem ONTAP Select Cluster werden aus virtuellen Festplatten erstellt, die von jedem Knoten im HA-Paar bereitgestellt werden, und verwenden die folgenden Festplatten:

- Ein lokaler Satz von Festplatten (bereitgestellt vom aktuellen ONTAP Select Knoten)
- Ein gespiegelter Satz von Festplatten (beigesteuert vom HA-Partner des aktuellen Knotens)



Die zum Erstellen eines gespiegelten Aggregats verwendeten lokalen und gespiegelten Festplatten müssen dieselbe Größe aufweisen. Diese Aggregate werden als Plex 0 und Plex 1 bezeichnet (um die lokalen bzw. Remote-Spiegelpaare anzuzeigen). Die tatsächlichen Plex-Nummern können in Ihrer Installation unterschiedlich sein.

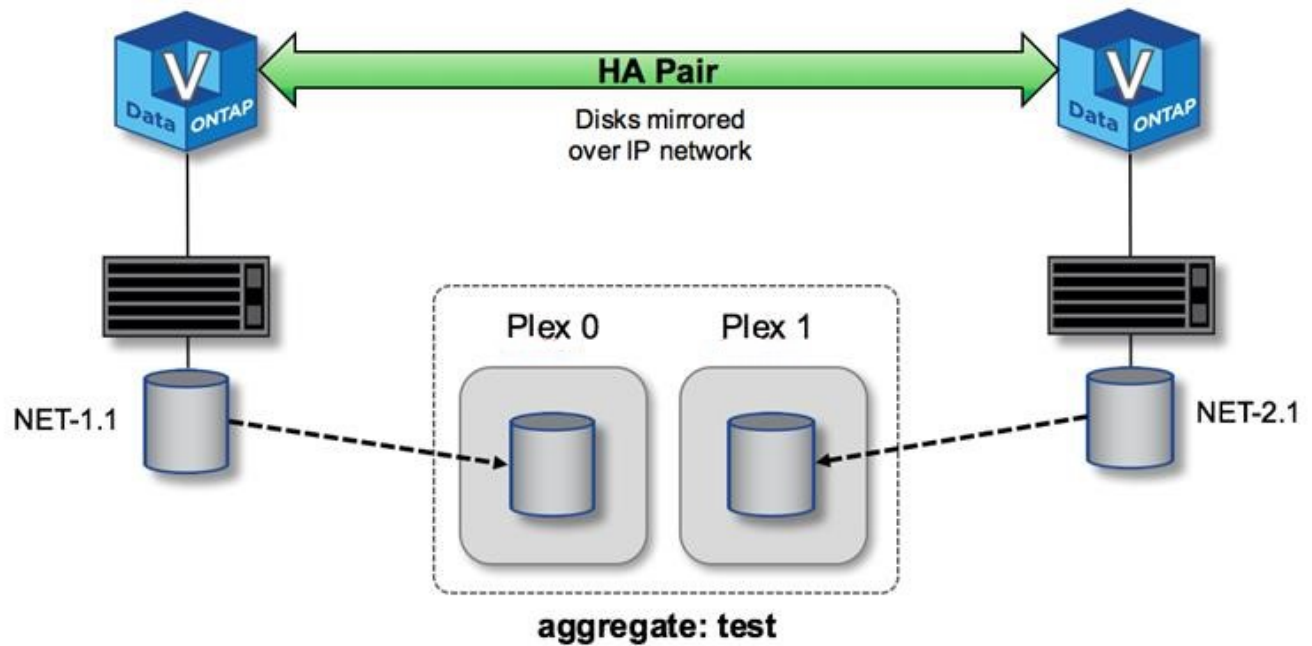
Dieser Ansatz unterscheidet sich grundlegend von der Funktionsweise standardmäßiger ONTAP Cluster. Dies gilt für alle Root- und Datenfestplatten innerhalb des ONTAP Select Clusters. Das Aggregat enthält sowohl lokale als auch gespiegelte Datenkopien. Ein Aggregat mit N virtuellen Festplatten bietet daher den gleichen Speicherplatz wie N/2 Festplatten, da sich die zweite Datenkopie auf einer eigenen Festplatte befindet.

Die folgende Abbildung zeigt ein HA-Paar innerhalb eines ONTAP Select Clusters mit vier Knoten. Innerhalb dieses Clusters befindet sich ein einzelnes Aggregat (Test), das Speicher von beiden HA-Partnern nutzt. Dieses Datenaggregat besteht aus zwei Sätzen virtueller Festplatten: einem lokalen Satz, der vom ONTAP Select Clusterknoten (Plex 0) bereitgestellt wird, und einem Remote-Satz, der vom Failover-Partner (Plex 1) bereitgestellt wird.

Plex 0 ist der Bucket, der alle lokalen Festplatten enthält. Plex 1 ist der Bucket, der Spiegelfestplatten enthält, also Festplatten, die für die Speicherung einer zweiten replizierten Kopie der Benutzerdaten zuständig sind. Der Knoten, dem das Aggregat gehört, steuert Festplatten zu Plex 0 bei, und der HA-Partner dieses Knotens steuert Festplatten zu Plex 1 bei.

Die folgende Abbildung zeigt ein gespiegeltes Aggregat mit zwei Festplatten. Der Inhalt dieses Aggregats wird auf unseren beiden Clusterknoten gespiegelt, wobei die lokale Festplatte NET-1.1 im Plex 0-Bucket und die Remote-Festplatte NET-2.1 im Plex 1-Bucket platziert wird. In diesem Beispiel gehört das Aggregat test dem Clusterknoten links und verwendet die lokale Festplatte NET-1.1 und die HA-Partner-Spiegelfestplatte NET-2.1.

- ONTAP Select gespiegeltes Aggregat*



Bei der Bereitstellung eines ONTAP Select Clusters werden alle im System vorhandenen virtuellen Festplatten automatisch dem richtigen Plex zugewiesen, ohne dass der Benutzer zusätzliche Schritte zur Festplattenzuweisung unternehmen muss. Dies verhindert die versehentliche Zuweisung von Festplatten zu einem falschen Plex und sorgt für eine optimale Konfiguration der gespiegelten Festplatten.

Schreibpfad

Die synchrone Spiegelung von Datenblöcken zwischen Clusterknoten und die Anforderung, dass bei einem Systemausfall keine Daten verloren gehen, haben erhebliche Auswirkungen auf den Pfad eingehender Schreibvorgänge auf ihrem Weg durch einen ONTAP Select Cluster. Dieser Prozess besteht aus zwei Phasen:

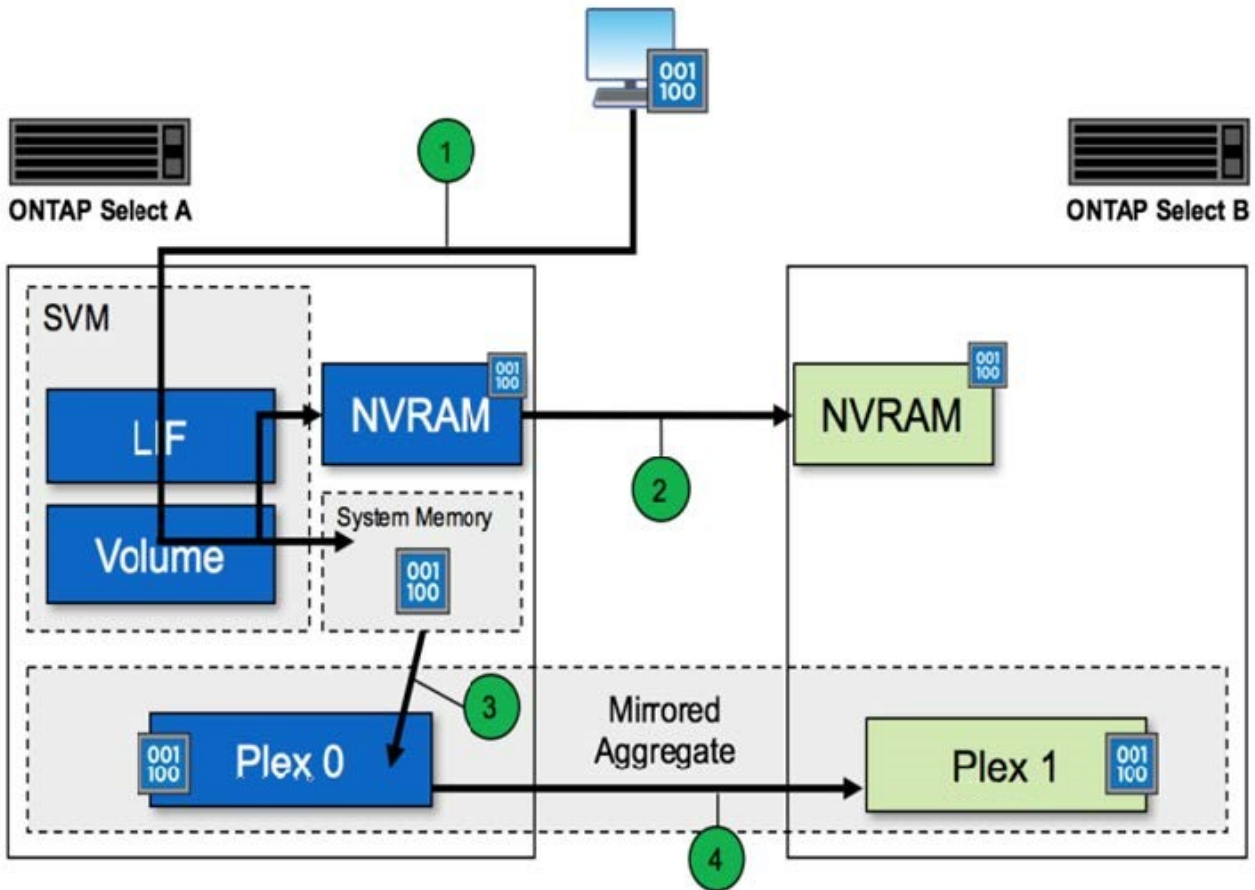
- Anerkennung
- Auslagern

Schreibvorgänge auf ein Zielvolume erfolgen über ein Daten-LIF und werden in die virtualisierte NVRAM Partition auf einer Systemfestplatte des ONTAP Select Knotens geschrieben, bevor sie dem Client bestätigt werden. Bei einer HA-Konfiguration erfolgt ein zusätzlicher Schritt, da diese NVRAM Schreibvorgänge vor der Bestätigung sofort auf den HA-Partner des Besitzers des Zielvolumes gespiegelt werden. Dieser Prozess stellt die Dateisystemkonsistenz auf dem HA-Partnerknoten sicher, falls auf dem ursprünglichen Knoten ein Hardwarefehler auftritt.

Nachdem der Schreibvorgang im NVRAM abgeschlossen wurde, verschiebt ONTAP den Inhalt dieser Partition regelmäßig auf die entsprechende virtuelle Festplatte. Dieser Vorgang wird als Destaging bezeichnet. Dieser Vorgang wird nur einmal auf dem Clusterknoten ausgeführt, der das Zielvolume besitzt, und nicht auf dem HA-Partner.

Die folgende Abbildung zeigt den Schreibpfad einer eingehenden Schreibanforderung an einen ONTAP Select Knoten.

- ONTAP Select des Schreibpfads*



Die eingehende Schreibbestätigung umfasst die folgenden Schritte:

- Schreibvorgänge gelangen über eine logische Schnittstelle in das System, die dem ONTAP Select Knoten A gehört.
- Schreibvorgänge werden in den NVRAM von Knoten A übertragen und auf den HA-Partner Knoten B gespiegelt.
- Nachdem die E/A-Anforderung auf beiden HA-Knoten vorliegt, wird die Anforderung an den Client zurückgemeldet.

Das Destaging von ONTAP Select vom NVRAM zum Datenaggregat (ONTAP CP) umfasst die folgenden Schritte:

- Schreibvorgänge werden vom virtuellen NVRAM in das virtuelle Datenaggregat verschoben.
- Die Spiegel-Engine repliziert Blöcke synchron auf beide Plexi.

ONTAP Select HA verbessert den Datenschutz

Hochverfügbarkeit (HA) Disk Heartbeating, HA-Mailbox, HA Heartbeating, HA-Failover und Giveback verbessern den Datenschutz.

Festplatten-Heartbeat

Obwohl die ONTAP Select HA-Architektur viele der Codepfade herkömmlicher FAS Arrays nutzt, gibt es einige Ausnahmen. Eine davon betrifft die Implementierung des festplattenbasierten Heartbeatings, einer nicht

netzwerkbasierter Kommunikationsmethode, die von Clusterknoten verwendet wird, um zu verhindern, dass Netzwerkisolation zu Split-Brain-Verhalten führt. Ein Split-Brain-Szenario ist das Ergebnis einer Clusterpartitionierung, die typischerweise durch Netzwerkausfälle verursacht wird. Dabei glaubt jede Seite, die andere sei ausgefallen, und versucht, Clusterressourcen zu übernehmen.

Hochverfügbarkeitsimplementierungen der Enterprise-Klasse müssen solche Szenarien reibungslos bewältigen. ONTAP erreicht dies durch eine angepasste, festplattenbasierte Heartbeating-Methode. Diese Aufgabe übernimmt die HA-Mailbox, ein Speicherort auf dem physischen Speicher, der von Clusterknoten zur Übermittlung von Heartbeat-Nachrichten genutzt wird. Dies hilft dem Cluster, die Konnektivität zu ermitteln und somit das Quorum im Falle eines Failovers festzulegen.

Auf FAS Arrays, die eine Shared-Storage-HA-Architektur verwenden, löst ONTAP Split-Brain-Probleme auf folgende Weise:

- SCSI-persistente Reservierungen
- Persistente HA-Metadaten
- HA-Status über HA-Verbindung gesendet

Innerhalb der Shared-Nothing-Architektur eines ONTAP Select Clusters kann ein Knoten jedoch nur seinen eigenen lokalen Speicher sehen, nicht den des HA-Partners. Wenn die Netzwerkpartitionierung beide Seiten eines HA-Paares isoliert, sind die oben beschriebenen Methoden zur Bestimmung des Cluster-Quorums und des Failover-Verhaltens daher nicht verfügbar.

Obwohl die bestehende Methode zur Split-Brain-Erkennung und -Vermeidung nicht verwendet werden kann, ist dennoch eine Mediationsmethode erforderlich, die den Einschränkungen einer Shared-Nothing-Umgebung gerecht wird. ONTAP Select erweitert die vorhandene Postfachinfrastruktur und kann so im Falle einer Netzwerkpartitionierung als Mediationsmethode fungieren. Da kein gemeinsam genutzter Speicher verfügbar ist, erfolgt die Mediation durch Zugriff auf die Postfachfestplatten über NAS. Diese Festplatten sind über das iSCSI-Protokoll im gesamten Cluster verteilt, einschließlich des Mediators in einem Cluster mit zwei Knoten. Daher können Clusterknoten basierend auf dem Zugriff auf diese Festplatten intelligente Failover-Entscheidungen treffen. Wenn ein Knoten auf die Postfachfestplatten anderer Knoten außerhalb seines HA-Partners zugreifen kann, ist er wahrscheinlich aktiv und fehlerfrei.



Die Mailbox-Architektur und die festplattenbasierte Heartbeating-Methode zur Lösung von Cluster-Quorum- und Split-Brain-Problemen sind der Grund, warum die Multinode-Variante von ONTAP Select entweder vier separate Knoten oder einen Mediator für einen Zwei-Knoten-Cluster erfordert.

HA-Postfach-Posteingang

Die HA-Postfacharchitektur verwendet ein Nachrichtenpostmodell. Clusterknoten senden in regelmäßigen Abständen Nachrichten an alle anderen Postfachdatenträger im Cluster, einschließlich des Mediators, und bestätigen damit, dass der Knoten betriebsbereit ist. Innerhalb eines fehlerfreien Clusters werden zu jedem Zeitpunkt Nachrichten von allen anderen Clusterknoten an einen einzelnen Postfachdatenträger eines Clusterknotens gesendet.

An jeden Select-Clusterknoten ist eine virtuelle Festplatte angeschlossen, die speziell für den Zugriff auf freigegebene Postfächer verwendet wird. Diese Festplatte wird als Mediator-Postfachfestplatte bezeichnet, da ihre Hauptfunktion darin besteht, bei Knotenausfällen oder Netzwerkpartitionierung als Clustervermittlung zu fungieren. Diese Postfachfestplatte enthält Partitionen für jeden Clusterknoten und wird von anderen Select-Clusterknoten über ein iSCSI-Netzwerk eingebunden. Diese Knoten senden regelmäßig Integritätsstatus an die entsprechende Partition der Postfachfestplatte. Durch die Verwendung von über das Netzwerk erreichbaren Postfachfestplatten im gesamten Cluster können Sie über eine Erreichbarkeitsmatrix auf den

Knotenzustand schließen. Beispielsweise können die Clusterknoten A und B an das Postfach von Clusterknoten D senden, aber nicht an das Postfach von Knoten C. Darüber hinaus kann Clusterknoten D nicht an das Postfach von Knoten C senden. Daher ist Knoten C wahrscheinlich entweder ausgefallen oder vom Netzwerk isoliert und sollte übernommen werden.

HA Herzschlag

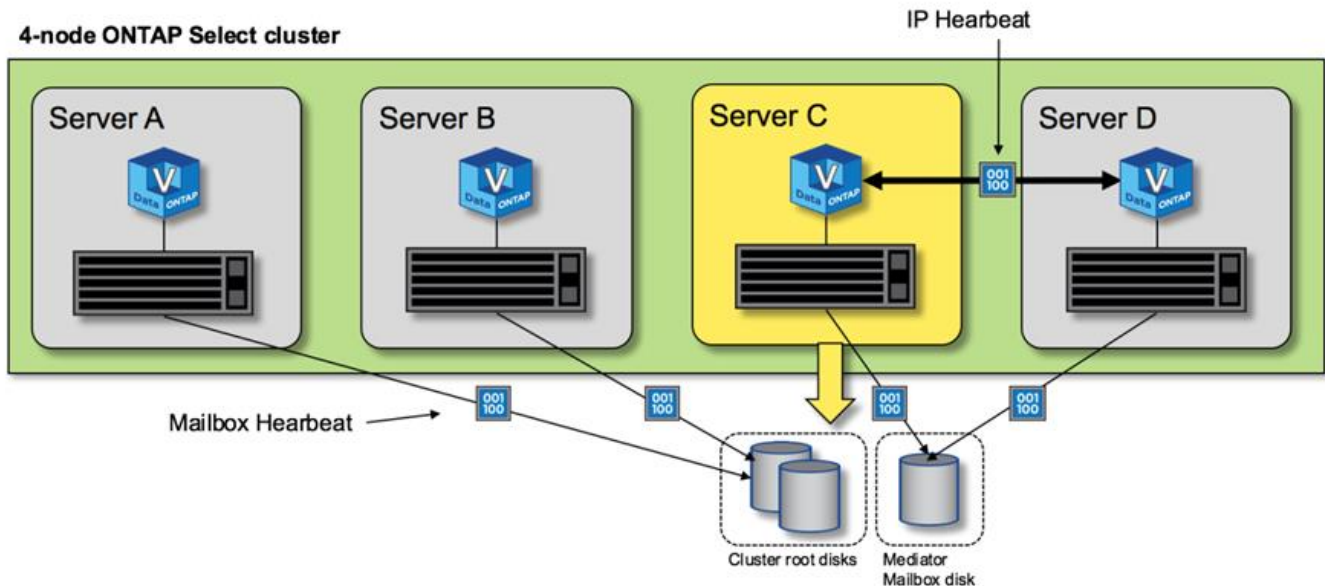
Wie NetApp FAS Plattformen sendet ONTAP Select regelmäßig HA-Heartbeat-Nachrichten über die HA-Verbindung. Innerhalb des ONTAP Select Clusters erfolgt dies über eine TCP/IP-Netzwerkverbindung zwischen den HA-Partnern. Zusätzlich werden festplattenbasierte Heartbeat-Nachrichten an alle HA-Mailbox-Festplatten, einschließlich der Mediator-Mailbox-Festplatten, gesendet. Diese Nachrichten werden alle paar Sekunden gesendet und regelmäßig zurückgelesen. Dank der Häufigkeit, mit der diese Nachrichten gesendet und empfangen werden, erkennt der ONTAP Select Cluster HA-Ausfälle innerhalb von etwa 15 Sekunden – dem gleichen Zeitfenster wie auf FAS Plattformen. Wenn keine Heartbeat-Nachrichten mehr gelesen werden, wird ein Failover-Ereignis ausgelöst.

Die folgende Abbildung zeigt den Prozess des Sendens und Empfangens von Heartbeat-Nachrichten über die HA-Verbindung und Mediator-Festplatten aus der Perspektive eines einzelnen ONTAP Select Clusterknotens, Knoten C.



Netzwerk-Heartbeats werden über die HA-Verbindung an den HA-Partner, Knoten D, gesendet, während Festplatten-Heartbeats Postfachfestplatten auf allen Clusterknoten A, B, C und D verwenden.

HA-Heartbeating in einem Cluster mit vier Knoten: stabiler Zustand



HA-Failover und Giveback

Während eines Failover-Vorgangs übernimmt der verbleibende Knoten die Datenbereitstellung für seinen Peer-Knoten mithilfe der lokalen Kopie der Daten seines HA-Partners. Die Client-E/A kann ohne Unterbrechung fortgesetzt werden, Änderungen an diesen Daten müssen jedoch repliziert werden, bevor eine Rückgabe erfolgen kann. Beachten Sie, dass ONTAP Select keine erzwungene Rückgabe unterstützt, da dadurch die auf dem verbleibenden Knoten gespeicherten Änderungen verloren gehen.

Die Rücksynchronisierung wird automatisch ausgelöst, wenn der neugestartete Knoten wieder dem Cluster beitrifft. Die für die Rücksynchronisierung benötigte Zeit hängt von mehreren Faktoren ab. Dazu gehören die

Anzahl der zu replizierenden Änderungen, die Netzwerklatenz zwischen den Knoten und die Geschwindigkeit der Festplattensubsysteme auf jedem Knoten. Es ist möglich, dass die für die Rücksynchronisierung benötigte Zeit das automatische Rückgabefenster von 10 Minuten überschreitet. In diesem Fall ist nach der Rücksynchronisierung eine manuelle Rückgabe erforderlich. Der Fortschritt der Rücksynchronisierung kann mit dem folgenden Befehl überwacht werden:

```
storage aggregate status -r -aggregate <aggregate name>
```

Performance

ONTAP Select Leistungsübersicht

Die Leistung eines ONTAP Select Clusters kann aufgrund der Eigenschaften der zugrunde liegenden Hardware und Konfiguration erheblich variieren. Die spezifische Hardwarekonfiguration ist der wichtigste Faktor für die Leistung einer bestimmten ONTAP Select Instanz. Hier sind einige der Faktoren, die die Leistung einer bestimmten ONTAP Select Instanz beeinflussen:

- **Kernfrequenz.** Im Allgemeinen ist eine höhere Frequenz vorzuziehen.
- **Einzelsockel im Vergleich zu Multisocket.** ONTAP Select verwendet keine Multisocket-Funktionen, aber der Hypervisor-Overhead für die Unterstützung von Multisocket-Konfigurationen ist für eine gewisse Abweichung in der Gesamtleistung verantwortlich.
- **RAID-Kartenkonfiguration und zugehöriger Hypervisor-Treiber.** Der vom Hypervisor bereitgestellte Standardtreiber muss möglicherweise durch den Treiber des Hardwareanbieters ersetzt werden.
- **Laufwerkstyp und Anzahl der Laufwerke in der/den RAID-Gruppe(n).**
- **Hypervisor-Version und Patch-Level.**

ONTAP Select 9.6 Leistung: Premium HA Direct-Attached SSD Storage

Leistungsinformationen für die Referenzplattform.

Referenzplattform

ONTAP Select (Premium XL) Hardware (pro Knoten)

- FUJITSU PRIMERGY RX2540 M4:
 - Intel® Xeon® Gold 6142b CPU mit 2,6 GHz
 - 32 physische Kerne (16 x 2 Sockel), 64 logische
 - 256 GB RAM
 - Laufwerke pro Host: 24 960 GB SSD
 - ESX 6.5U1

Client-Hardware

- 5 x NFSv3 IBM 3550m4-Clients

Konfigurationsinformationen

- SW RAID 1 x 9 + 2 RAID-DP (11 Laufwerke)
- 22+1 RAID-5 (RAID-0 in ONTAP) / RAID-Cache NVRAM
- Es werden keine Speichereffizienzfunktionen verwendet (Komprimierung, Deduplizierung, Snapshot-Kopien, SnapMirror usw.)

Die folgende Tabelle listet den gemessenen Durchsatz für Lese-/Schreib-Workloads auf einem Hochverfügbarkeitspaar (HA) von ONTAP Select Knoten auf, das sowohl Software-RAID als auch Hardware-RAID verwendet. Die Leistungsmessungen wurden mit dem Lastgenerierungstool SIO durchgeführt.



Diese Leistungszahlen basieren auf ONTAP Select 9.6.

Leistungsergebnisse für einen einzelnen Knoten (Teil einer mittelgroßen Instanz mit vier Knoten) des ONTAP Select Clusters auf einer Direct-Attached-Storage-SSD (DAS) mit Software-RAID und Hardware-RAID

Beschreibung	Sequentielles Lesen 64 KiB	Sequentielles Schreiben 64 KiB	Zufälliges Lesen 8KiB	Zufälliges Schreiben 8KiB	Zufälliger WR/RD (50/50) 8KiB
ONTAP Select große Instanz mit DAS (SSD) Software-RAID	2171 MiBps	559 MiBps	954 MiBps	394 MiBps	564 MiBps
ONTAP Select Medium-Instanz mit DAS (SSD) Software-RAID	2090 MiBps	592 MiBps	677 MiBps	335 MiBps	441 3 MiBps
ONTAP Select Medium-Instanz mit DAS (SSD) Hardware-RAID	2038 MiBps	520 MiBps	578 MiBps	325 MiBps	399 MiBps

64K sequentielles Lesen

Details:

- SIO-Direkt-E/A aktiviert
- 2 Knoten
- 2 x Daten-NIC pro Knoten
- 1 x Datenaggregat pro Knoten (2 TB Hardware-RAID), (8 TB Software-RAID)
- 64 SIO-Prozesse, 1 Thread pro Prozess
- 32 Volumes pro Knoten
- 1 x Dateien pro Prozess; jede Datei ist 12.000 MB groß

64K sequentielles Schreiben

Details:

- SIO-Direkt-E/A aktiviert
- 2 Knoten
- 2 x Datennetzwerkschnittstellenkarten (NICs) pro Knoten
- 1 x Datenaggregat pro Knoten (2 TB Hardware-RAID), (4 TB Software-RAID)
- 128 SIO-Prozesse, 1 Thread pro Prozess
- Volumes pro Knoten: 32 (Hardware-RAID), 16 (Software-RAID)
- 1 x Dateien pro Prozess; jede Datei ist 30720 MB groß

8K zufälliges Lesen

Details:

- SIO-Direkt-E/A aktiviert
- 2 Knoten
- 2 x Daten-NICs pro Knoten
- 1 x Datenaggregat pro Knoten (2 TB Hardware-RAID), (4 TB Software-RAID)
- 64 SIO-Prozesse, 8 Threads pro Prozess
- Volumes pro Knoten: 32
- 1 x Dateien pro Prozess; Dateien sind jeweils 12228 MB groß

8K zufälliges Schreiben

Details:

- SIO-Direkt-E/A aktiviert
- 2 Knoten
- 2 x Daten-NICs pro Knoten
- 1 x Datenaggregat pro Knoten (2 TB Hardware-RAID), (4 TB Software-RAID)
- 64 SIO-Prozesse, 8 Threads pro Prozess
- Volumes pro Knoten: 32
- 1 x Dateien pro Prozess; Dateien sind jeweils 8192 MB groß

8K zufällig 50 % schreiben 50 % lesen

Details:

- SIO-Direkt-E/A aktiviert
- 2 Knoten
- 2 x Daten-NICs pro Knoten
- 1 x Datenaggregat pro Knoten (2 TB Hardware-RAID), (4 TB Software-RAID)
- 64 SIO-Prozesse, 208 Threads pro Prozess
- Volumes pro Knoten: 32
- 1 x Dateien pro Prozess; Dateien sind jeweils 12228 MB groß

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.