



Storage

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

Storage	1
ONTAP Select Speicher: Allgemeine Konzepte und Merkmale	1
Phasen der Speicherkonfiguration	1
Verwalteter und nicht verwalteter Speicher	1
Abbildung der lokalen Speicherumgebung	2
Abbildung der externen Speicherumgebung auf ESXi	4
Hardware-RAID-Dienste für ONTAP Select Local Attached Storage	6
RAID-Controller-Konfiguration für lokal angeschlossenen Speicher	7
RAID-Modus	8
Lokale Festplatten, die von ONTAP Select und OS gemeinsam genutzt werden	8
Lokale Festplatten aufgeteilt zwischen ONTAP Select und OS	9
Mehrere LUNs	9
Dateisystembeschränkungen für virtuelle VMware vSphere-Maschinen	10
ONTAP Select virtuelle Festplatten	11
Bereitstellung virtueller Datenträger	11
Virtualisierter NVRAM	12
Datenpfad erklärt: NVRAM und RAID-Controller	12
ONTAP Select Software-RAID-Konfigurationsdienste für lokal angeschlossenen Speicher	13
Software-RAID-Konfiguration für lokal angeschlossenen Speicher	14
ONTAP Select virtuelle und physische Festplatten	14
Passthrough-Geräte (DirectPath IO) im Vergleich zu Raw Device Maps (RDMs)	17
Bereitstellung physischer und virtueller Datenträger	18
Ordnen Sie eine ONTAP Select Festplatte der entsprechenden ESX-Festplatte zu	18
Mehrere Laufwerksausfälle bei Verwendung von Software-RAID	19
Virtualisierter NVRAM	22
ONTAP Select VSAN und externe Array-Konfigurationen	22
vNAS-Architektur	22
vNAS NVRAM	23
Platzieren Sie ONTAP Select Knoten bei Verwendung von vNAS auf ESXi	24
Erhöhen Sie die Speicherkapazität von ONTAP Select	26
Erhöhen Sie die Kapazität für ONTAP Select mit Software-RAID	29
Unterstützung für ONTAP Select Speichereffizienz	30

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.

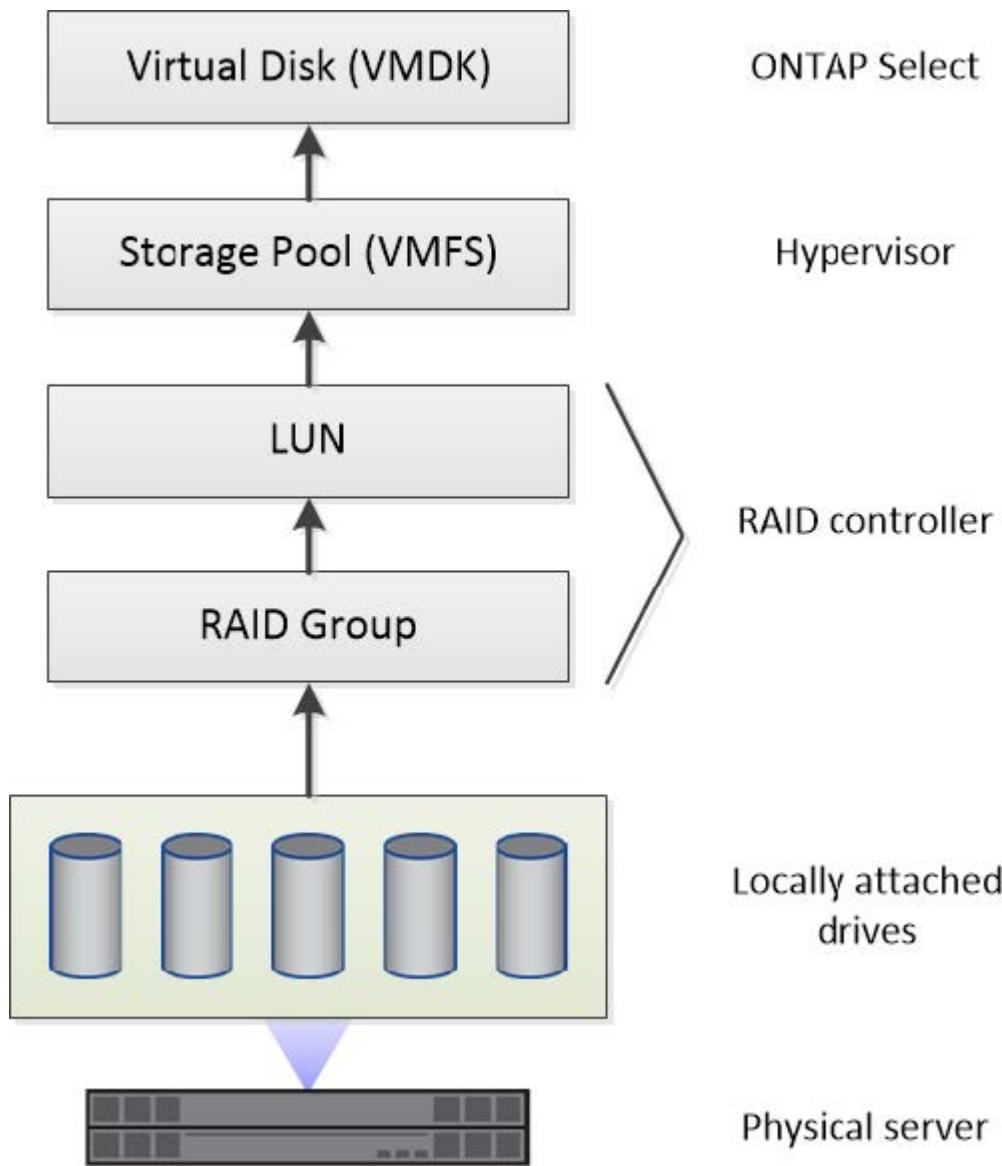
Homogene physikalische Speicherung

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.

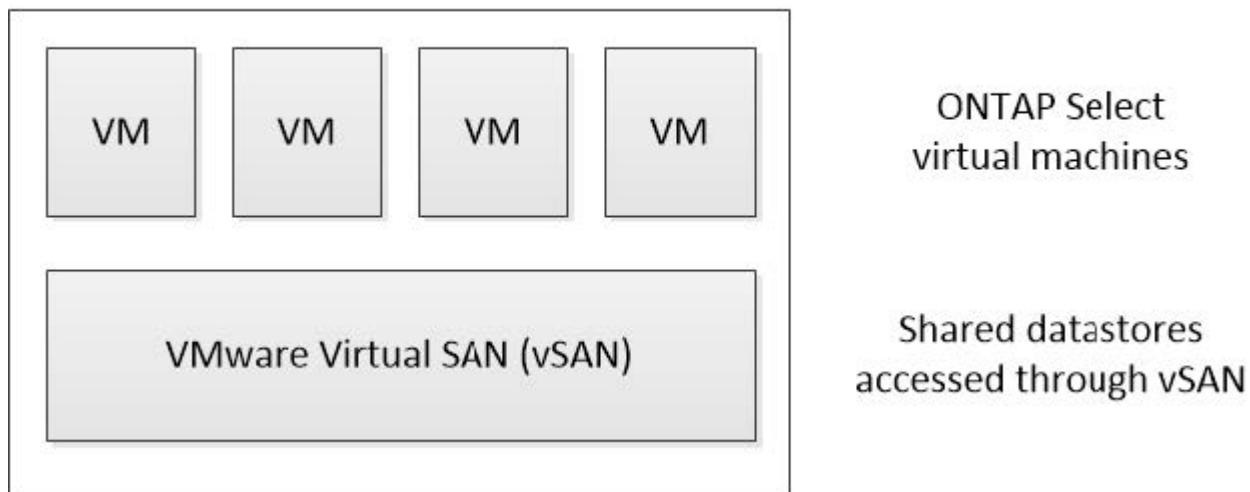
ONTAP Select kann für die Verwendung der folgenden Typen von VMware ESXi-Netzwerkdatenspeichern konfiguriert werden, die sich außerhalb des Hypervisor-Hosts befinden:

- 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

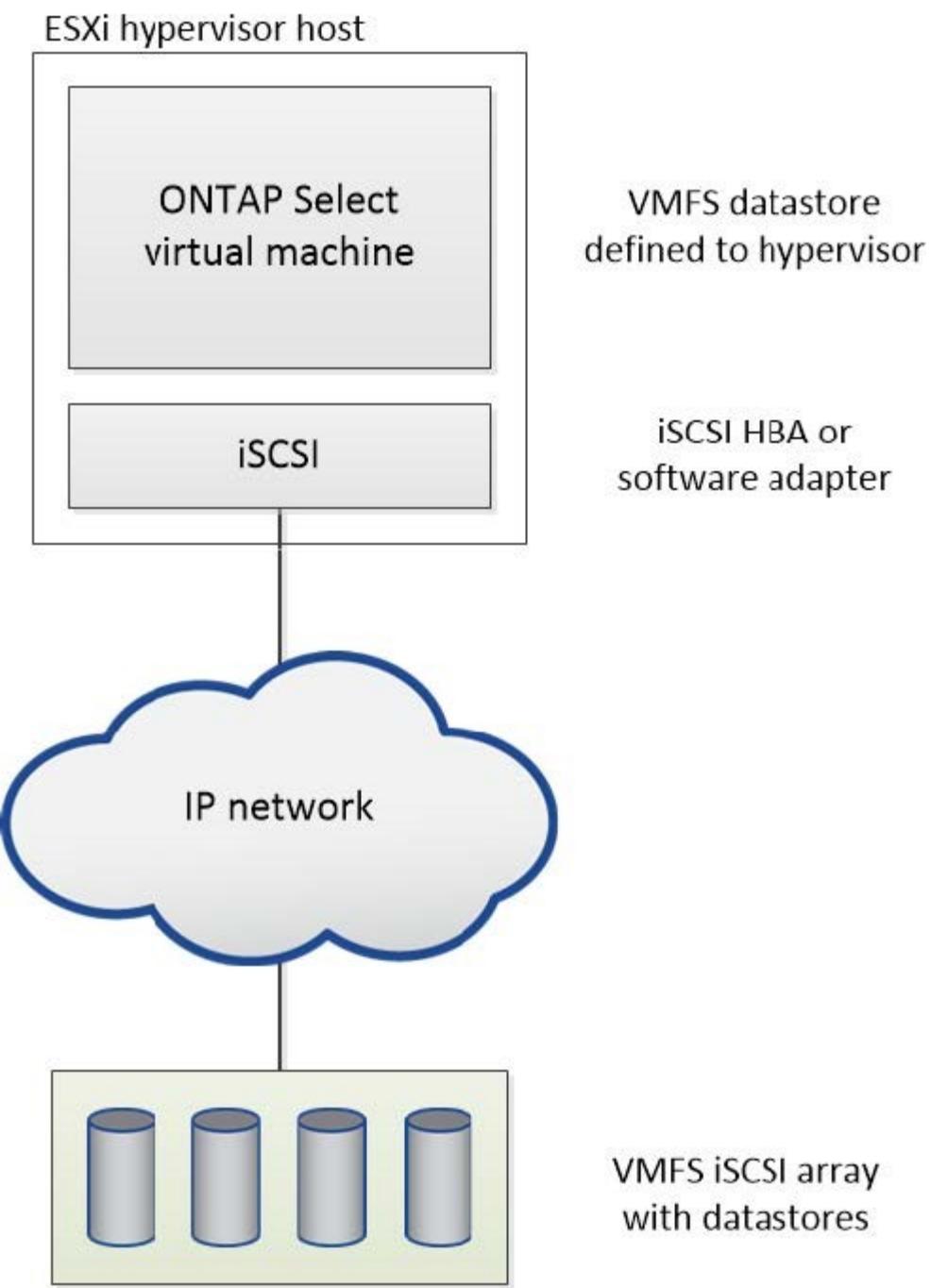


VMFS-Datenspeicher auf externem Speicherarray

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.

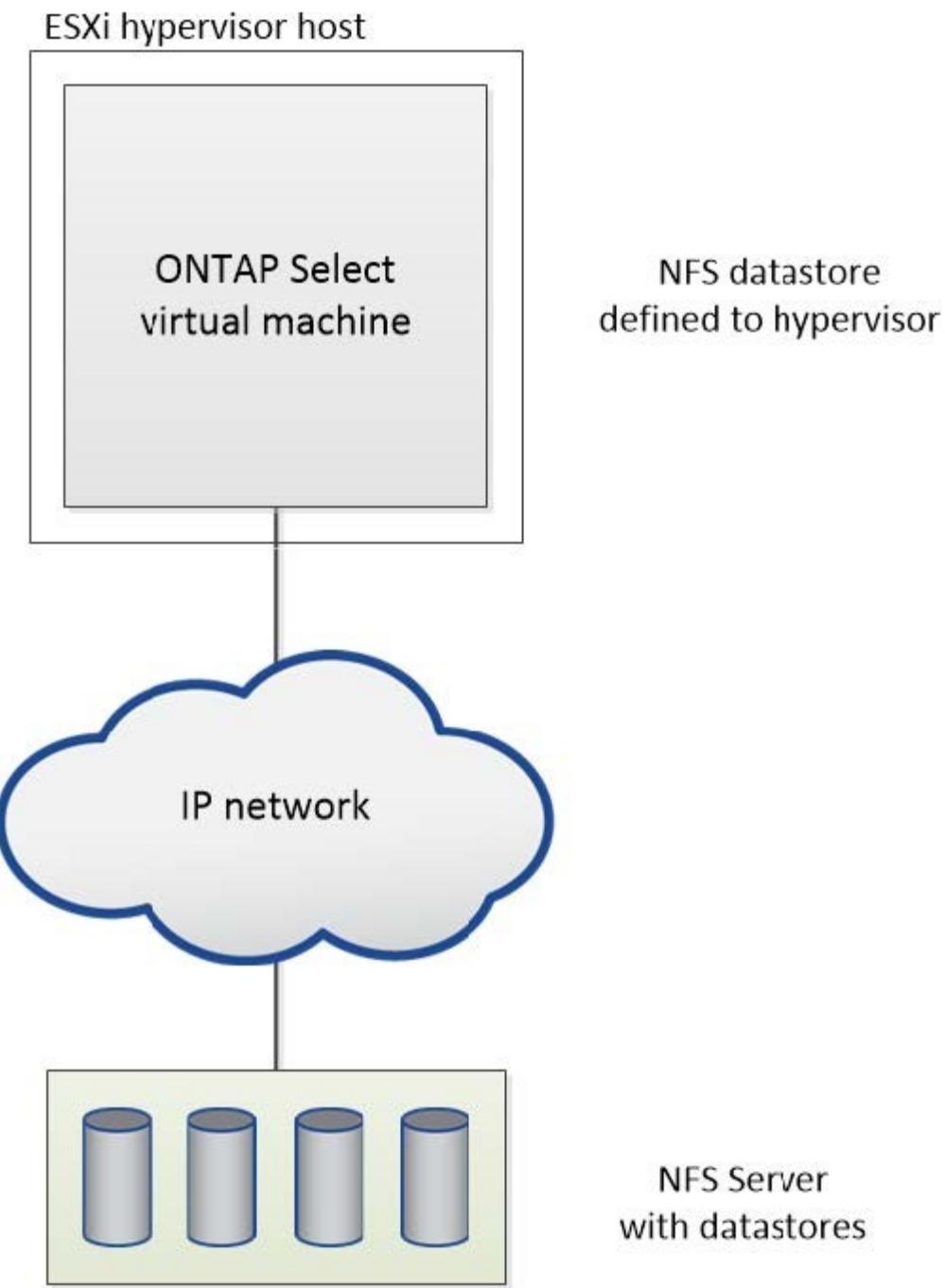


ONTAP Select unterstützt alle in der VMware Storage/SAN-Kompatibilitätsdokumentation beschriebenen externen Speicher-Arrays, einschließlich iSCSI, Fiber Channel und Fiber Channel over Ethernet.



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.

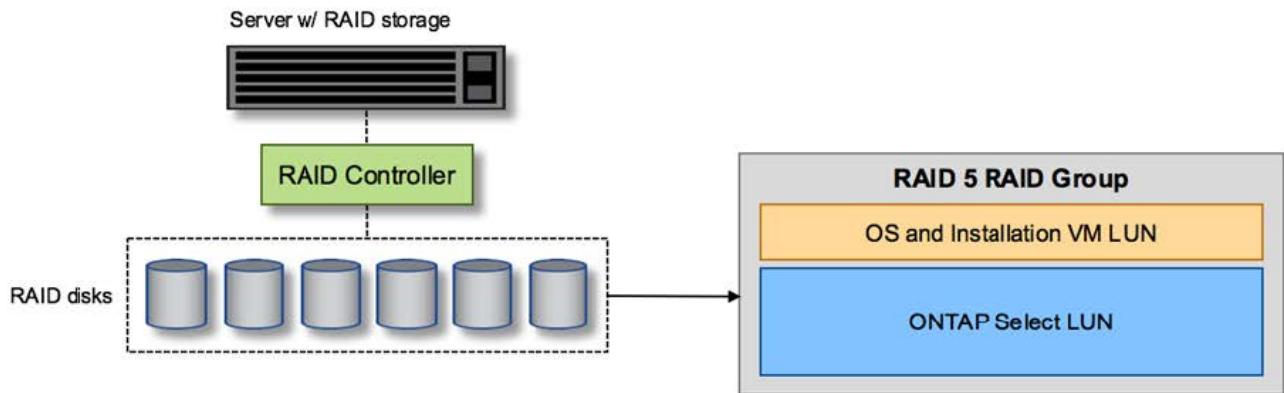
Lokale Festplatten, die von ONTAP Select und OS gemeinsam genutzt werden

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.

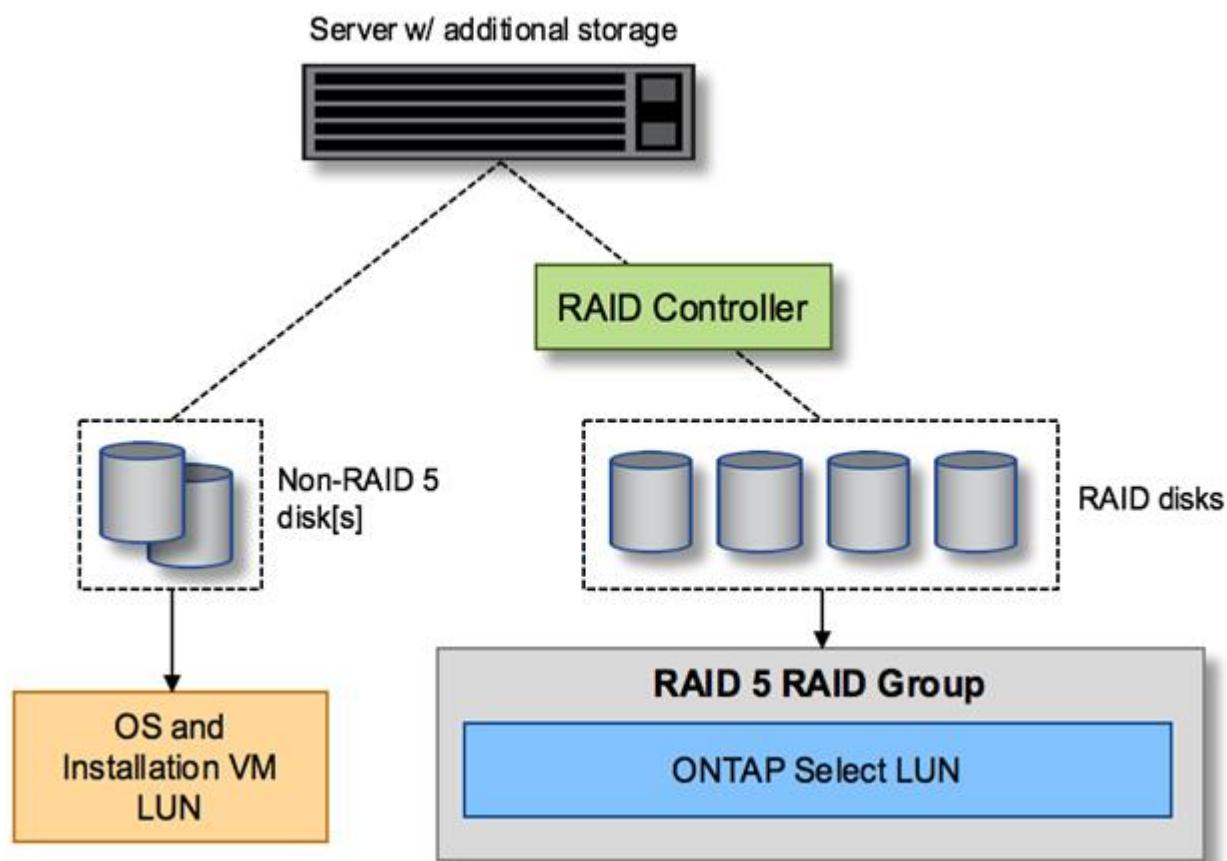
Lokale Festplatten aufgeteilt zwischen ONTAP Select und OS

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 gemischem 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.

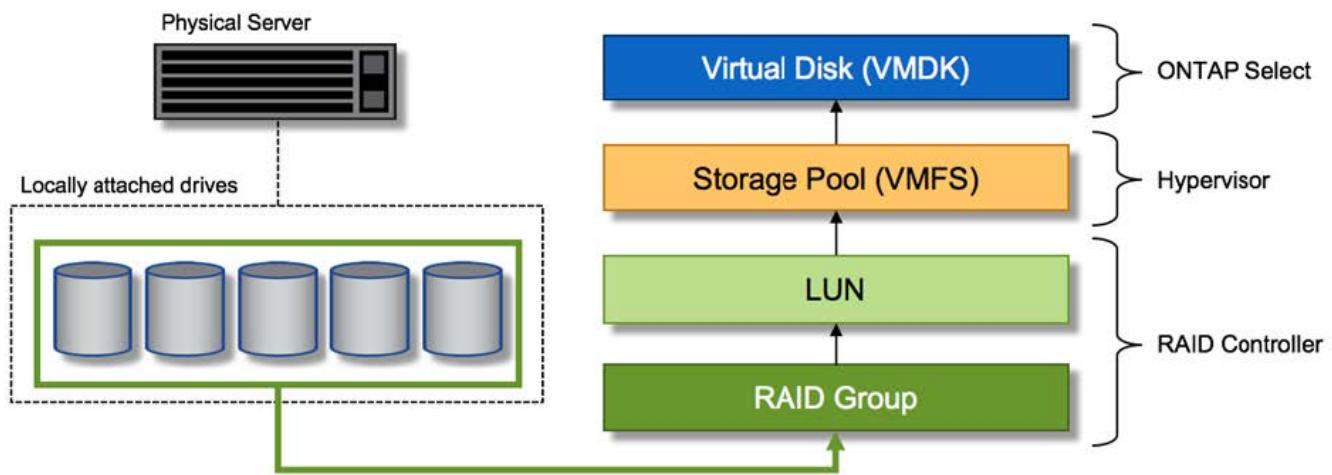
VMware unterstützt keine direkten Upgrades von VMFS 5 auf VMFS 6. Daher ist Storage vMotion der einzige Mechanismus, der den Wechsel von VMs von einem VMFS 5-Datenspeicher zu einem VMFS 6-Datenspeicher ermöglicht. Die Unterstützung für Storage vMotion mit ONTAP Select und ONTAP Deploy wurde jedoch erweitert, 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-Paars, 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-Paars 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.

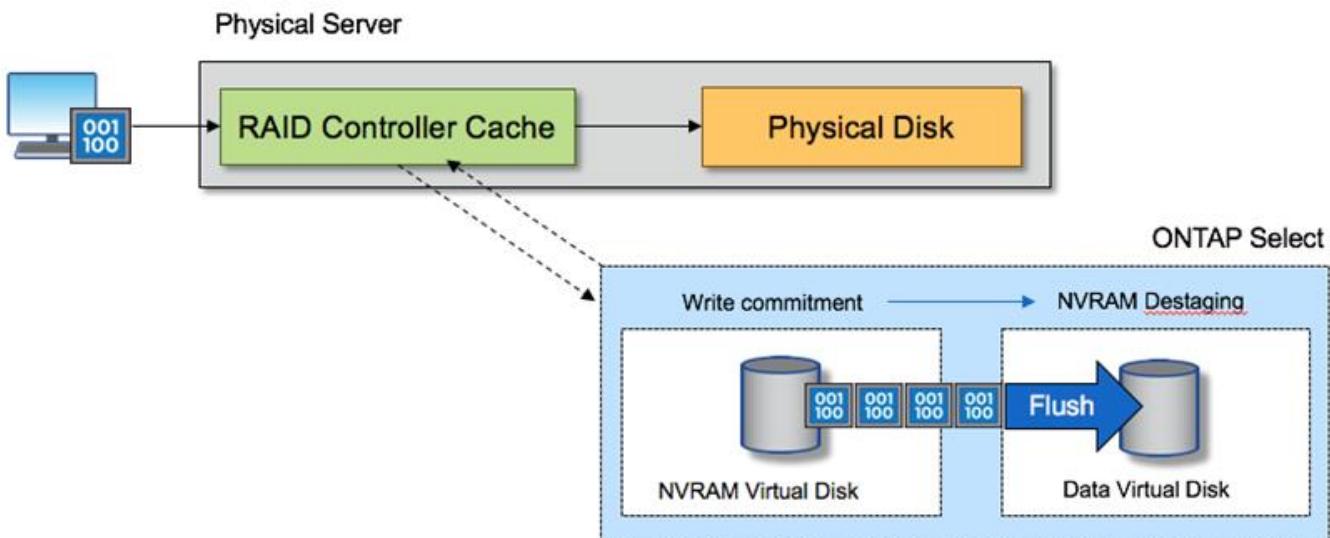
Da geänderte Blöcke automatisch im lokalen Cache des RAID-Controllers gespeichert werden, werden eingehende Schreibvorgänge in der NVRAM Partition automatisch zwischengespeichert und regelmäßig auf physische Speichermedien übertragen. Dies ist nicht zu verwechseln mit der regelmäßigen Übertragung von 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 vNVME-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 Laufwerksparitätsberechnungen 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 physicalen 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

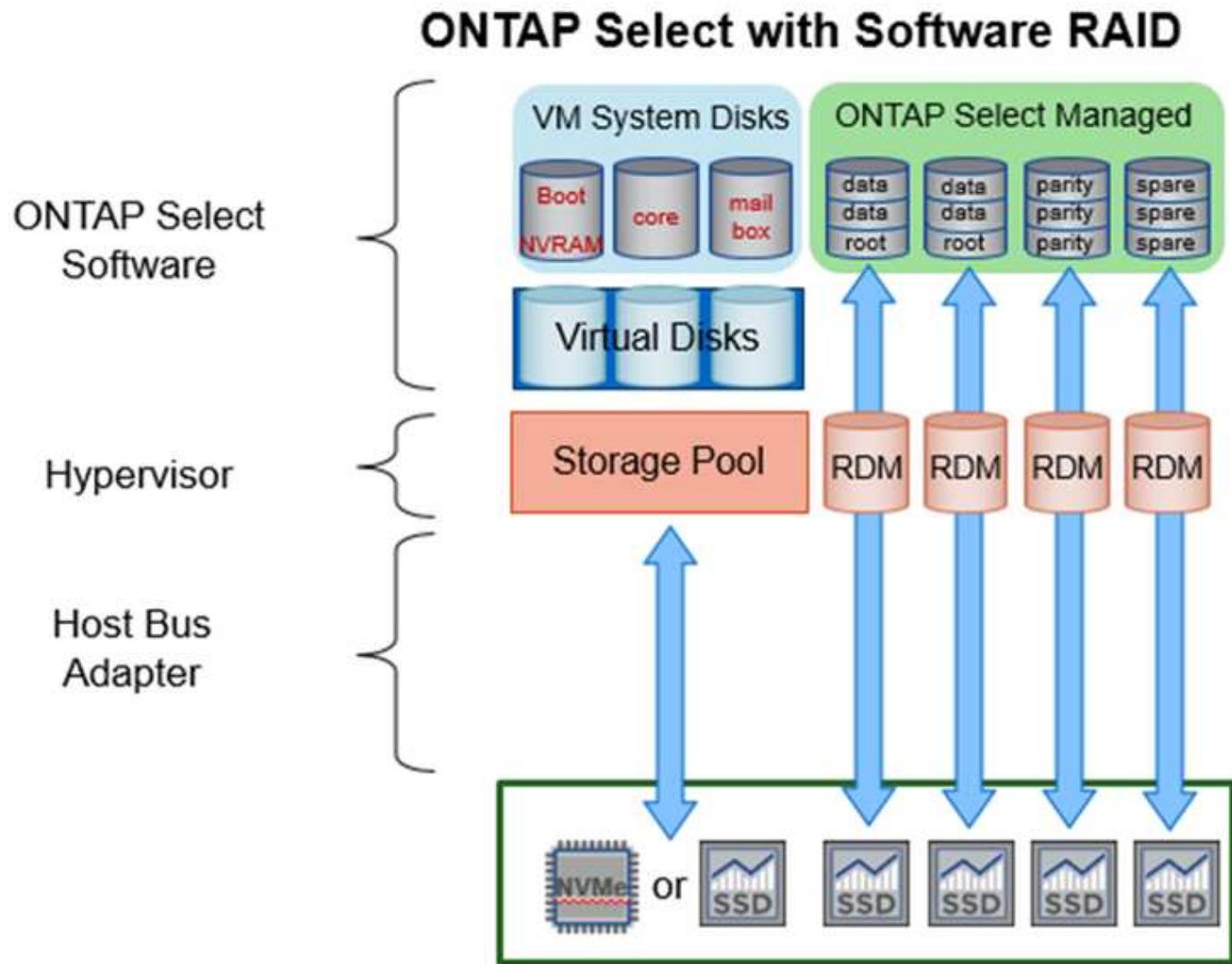
Bei Konfigurationen mit Hardware-RAID-Controllern wird die physische Festplattenredundanz durch den RAID-Controller gewährleistet. ONTAP Select verfügt über eine oder mehrere VMDKs, aus denen der ONTAP Administrator Datenaggregate konfigurieren kann. Diese VMDKs sind im RAID-0-Format gestreift, da die

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.

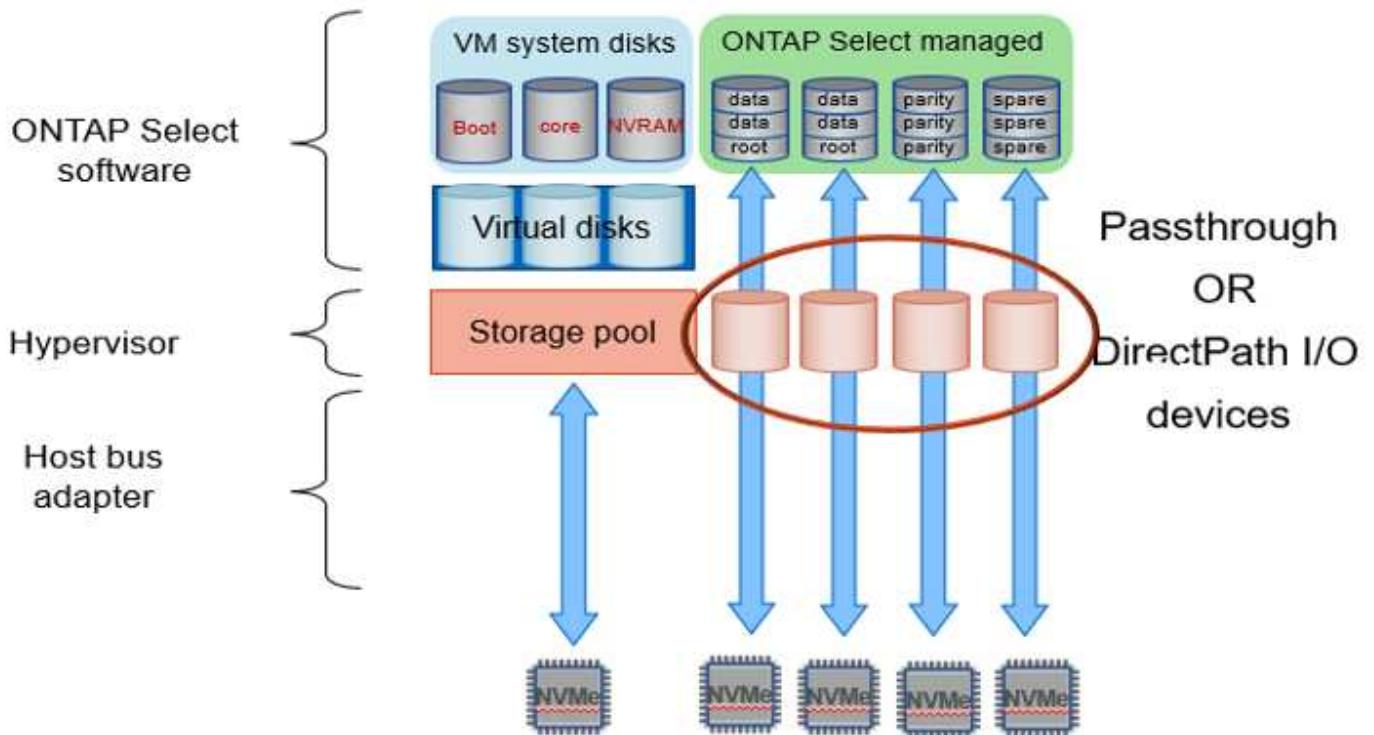
Bei Verwendung von Software-RAID präsentiert ONTAP Deploy ONTAP Select mit einem Satz virtueller Festplatten (VMDKs) und physischer Festplatten, Raw Device Mappings [RDMs] für SSDs und Passthrough- oder DirectPath-IO-Geräte für NVMe.

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.

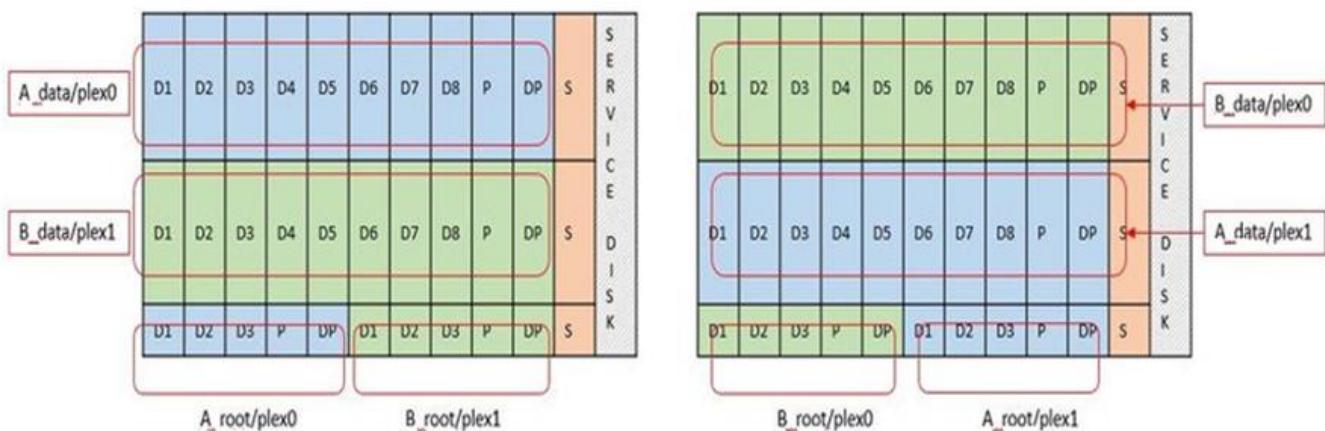
Jeder Datenträger ist in drei Teile unterteilt: eine kleine Root-Partition (Stripe) und zwei gleich große Partitionen, um zwei Datenträger zu erstellen, die in der ONTAP Select VM angezeigt werden. Partitionen verwenden das Root Data Data (RD2)-Schema, wie in den folgenden Abbildungen für einen Cluster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

P bezeichnet ein Paritätlaufwerk. 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

```

The screenshot shows the vSphere Web Client interface under the 'Storage' section. On the left, a tree view lists various storage components. In the center, a table titled 'Storage Devices' displays details for several disks. One disk is highlighted in blue. The table columns include Name, LUN, Type, Capacity, Operational State, Hardware Acceleration, Drive Type, and Transport. A 'Properties' tab is open for the selected disk, showing its general configuration.

Name	LUN	Type	Capacity	Operational State	Hardware Acceleration	Drive Type	Transport
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d93)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d35)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local HL-DT-ST CD-ROM (mpn:vhba1:C0:T4.L0)	0	cdrom		Attached	Not supported	HDD	Block Adapter
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0b54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d81e)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d54)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
NETAPP Fibre Channel Disk (naa.600a09800517...)	0	disk	10.00 GB	Attached	Supported	HDD	Fibre Channel
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d76)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d94)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS
Local ATA Disk (naa.500a0751175c0d95)	0	disk	894.25 GB	Attached	Unknown	Flash	SAS

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
    Position   Disk          Type      Size
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
```

```
C311E67::> 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 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 Started Summary Monitor Configure Permissions Hosts VMs Datastores Networks Update Manager

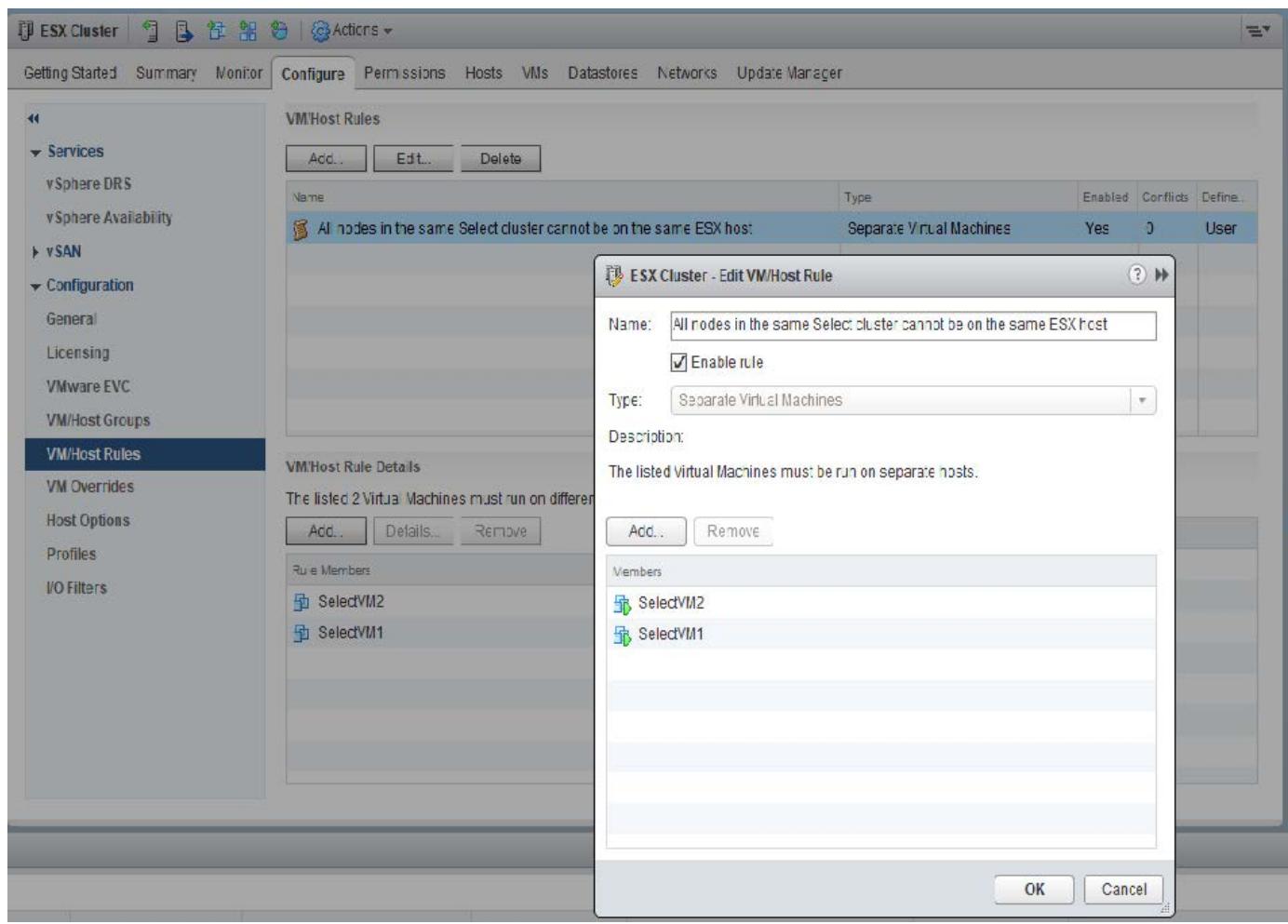
« Services vSphere DRS vSphere Availability vSAN General Disk Management Fault Domains & Stretched Cluster Health and Performance iSCSI Targets iSCSI Initiator Groups Configuration Assist Updates Configuration General Licensing VMware EVC VM/Host Groups VM/Host Rules VM Overrides Host Options Profiles 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-Lizenzbegrenzungen 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:

UnsupportedClusterConfiguration cluster 2018-05-16 11:41:19-04:00 ONTAP Select Deploy does not support multiple nodes within the same cluster sharing the same host:

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.

The screenshot shows two main sections: Cluster Details and Node Details.

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: 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 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.

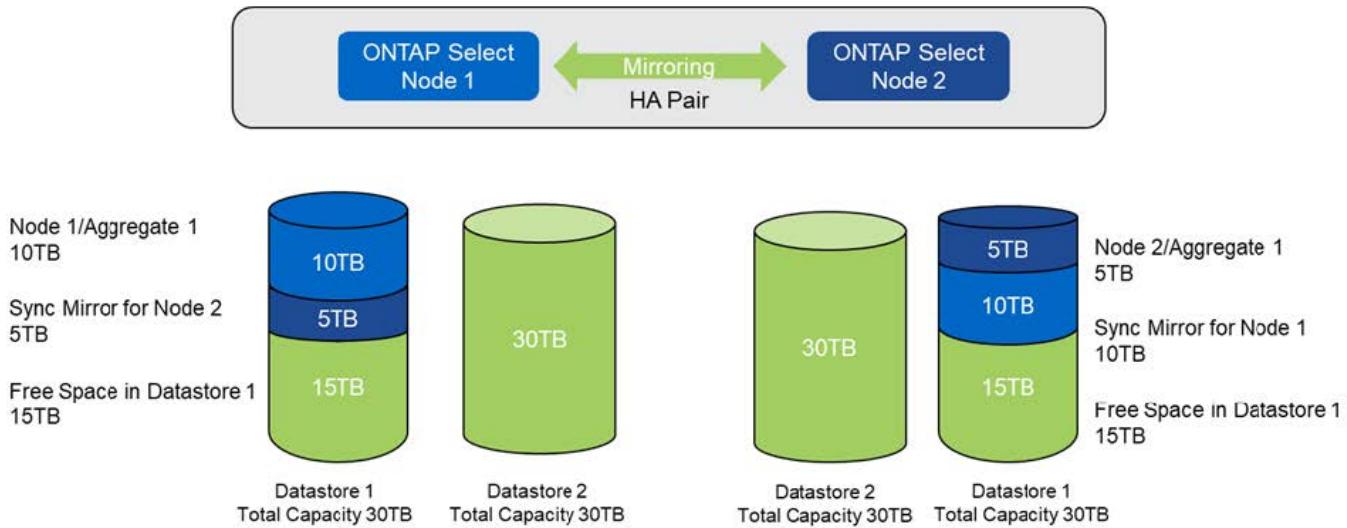
In Bezug auf die Leistung gibt es noch eine weitere Überlegung. Die Daten auf Knoten 1 werden synchron auf Knoten 2 repliziert. Daher muss die Leistung des neuen Speicherplatzes (Datenspeichers) auf Knoten 1 der Leistung des neuen Speicherplatzes (Datenspeichers) auf Knoten 2 entsprechen. Anders ausgedrückt: 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 Deploy 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.

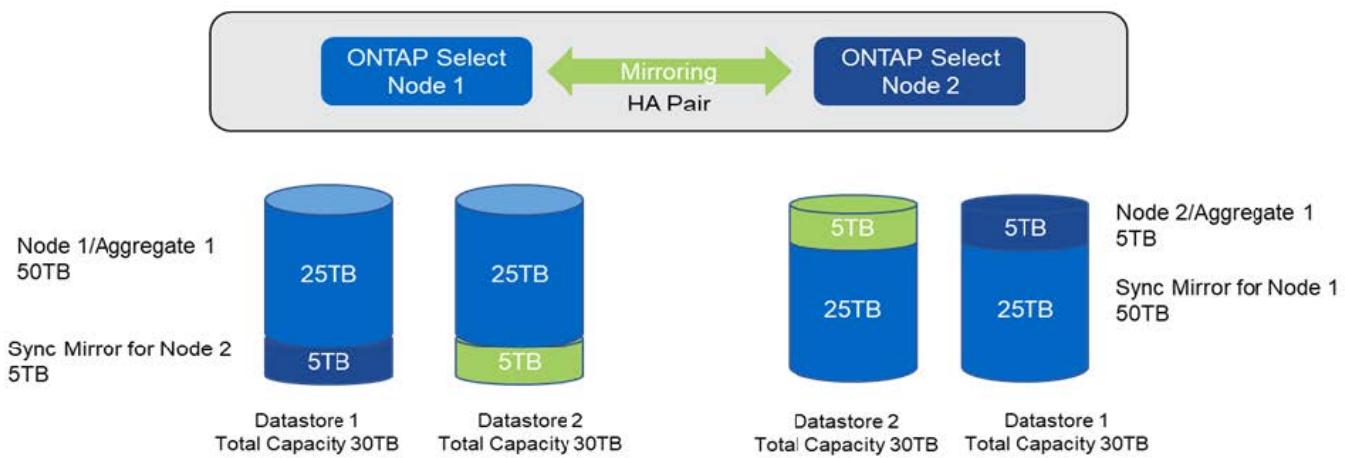
Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse eines einzelnen Speichererweiterungsvorgangs für Knoten 1. ONTAP Select nutzt weiterhin die gleiche Speichermenge (15 TB) auf jedem Knoten. Knoten 1 verfügt jedoch über mehr aktiven Speicher (10 TB) als Knoten 2 (5 TB). Beide Knoten sind vollständig geschützt, 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 Paritätlaufwerke 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 Si 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 anzusehen, 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:

- Bände mit `space guarantee = volume` Inline-Datenkomprimierung, aggregierte Inline-Deduplizierung und aggregierte Hintergrund-Deduplizierung sind nicht aktiviert. Diese Optionen können nach dem Upgrade aktiviert werden.
- Bände 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:

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

Copyright-Informationen

Copyright © 2026 NetApp. Alle Rechte vorbehalten. Gedruckt in den USA. Dieses urheberrechtlich geschützte Dokument darf ohne die vorherige schriftliche Genehmigung des Urheberrechtsinhabers in keiner Form und durch keine Mittel – weder grafische noch elektronische oder mechanische, einschließlich Fotokopieren, Aufnehmen oder Speichern in einem elektronischen Abrufsystem – auch nicht in Teilen, vervielfältigt werden.

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

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

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

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

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

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

Markeninformationen

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