Storage

ONTAP Select

NetApp
November 08, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/de-de/ontap-select-9191/concept_stor_concepts_chars.html on November 08, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

Inhalt

Storage . . . 1
- Allgemeine Speichereigenschaften von ONTAP Select . . . 1
  - Phasen der Speicherkonfiguration . . . 1
  - Verwalteter versus nicht verwalteter Speicher . . . 1
  - Illustration der lokalen Speicherumgebung . . . 2
  - Illustration der externen Speicherumgebung auf ESXi . . . 4
- Hardware RAID Dienste für ONTAP Select mit lokal angeschlossenem Speicher . . . 6
  - RAID-Controller-Konfiguration für lokal angeschlossenen Speicher . . . 7
  - RAID-Modus . . . 7
  - Lokale Festplatten, die von ONTAP Select und dem Betriebssystem gemeinsam genutzt werden . . . 8
  - Lokale Festplatten aufgeteilt zwischen ONTAP Select und OS . . . 9
  - Mehrere LUNs . . . 9
  - VMware vSphere Beschränkungen des Dateisystems virtueller Maschinen . . . 10
  - ONTAP Select virtuelle Festplatten . . . 11
  - Bereitstellung virtueller Festplatten . . . 11
  - Virtualisiertes 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 . . . 15
  - Passthrough- (DirectPath IO) Geräte vs. Raw Device Maps (RDMs) . . . 17
  - Bereitstellung physischer und virtueller Festplatten . . . 18
  - Ordnen Sie eine ONTAP Select Festplatte der entsprechenden ESXi- oder KVM-Festplatte zu . . . 18
  - Mehrere Festplattenausfälle bei Verwendung von Software-RAID . . . 19
  - Virtualisiertes NVRAM . . . 22
- ONTAP Select vSAN- und externe Array-Konfigurationen . . . 22
  - vNAS-Architektur . . . 23
  - vNAS NVRAM . . . 23
  - ONTAP Select Knoten bei Verwendung von vNAS auf ESXi zusammenführen . . . 24
- Überlegungen zur Erhöhung der Speicherkapazität von ONTAP Select . . . 26
  - Erweitern Sie die Kapazität für ONTAP Select mit Software-RAID . . . 29
- ONTAP Select Speichereffizienzunterstützung . . . 30

Storage

Allgemeine Speichereigenschaften von ONTAP Select

Machen Sie sich mit den allgemeinen Speicherkonzepten vertraut, die für die ONTAP Select Umgebung gelten, bevor Sie die spezifischen Speicherkomponenten untersuchen.

Phasen der Speicherkonfiguration

Die wichtigsten Konfigurationsphasen des ONTAP Select Host-Speichers umfassen Folgendes:

- 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 dazugehörige Netzwerkvorbereitung.
  - Diese Konfiguration wird außerhalb von ONTAP Select durchgeführt.
- Konfiguration mithilfe des Hypervisor-Administratorprogramms
  - Bestimmte Aspekte des Speichers können Sie mithilfe des Hypervisor-Verwaltungsprogramms konfigurieren (z. B. vSphere in einer VMware-Umgebung).
  - Diese Konfiguration wird außerhalb von ONTAP Select durchgeführt.
- Konfiguration mithilfe des ONTAP Select Deploy-Verwaltungsprogramms
  - Mit dem Deploy Administrationstool können Sie die logischen Kernspeicherstrukturen konfigurieren.
  - Dies wird entweder explizit über CLI-Befehle oder automatisch vom Dienstprogramm im Rahmen einer Bereitstellung durchgeführt.
- Konfiguration nach der Bereitstellung
  - Nach Abschluss der ONTAP Select-Bereitstellung können Sie den Cluster über die ONTAP CLI oder den System Manager konfigurieren.
  - Diese Konfiguration wird außerhalb von ONTAP Select Deploy durchgeführt.

Verwalteter versus nicht verwalteter Speicher

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

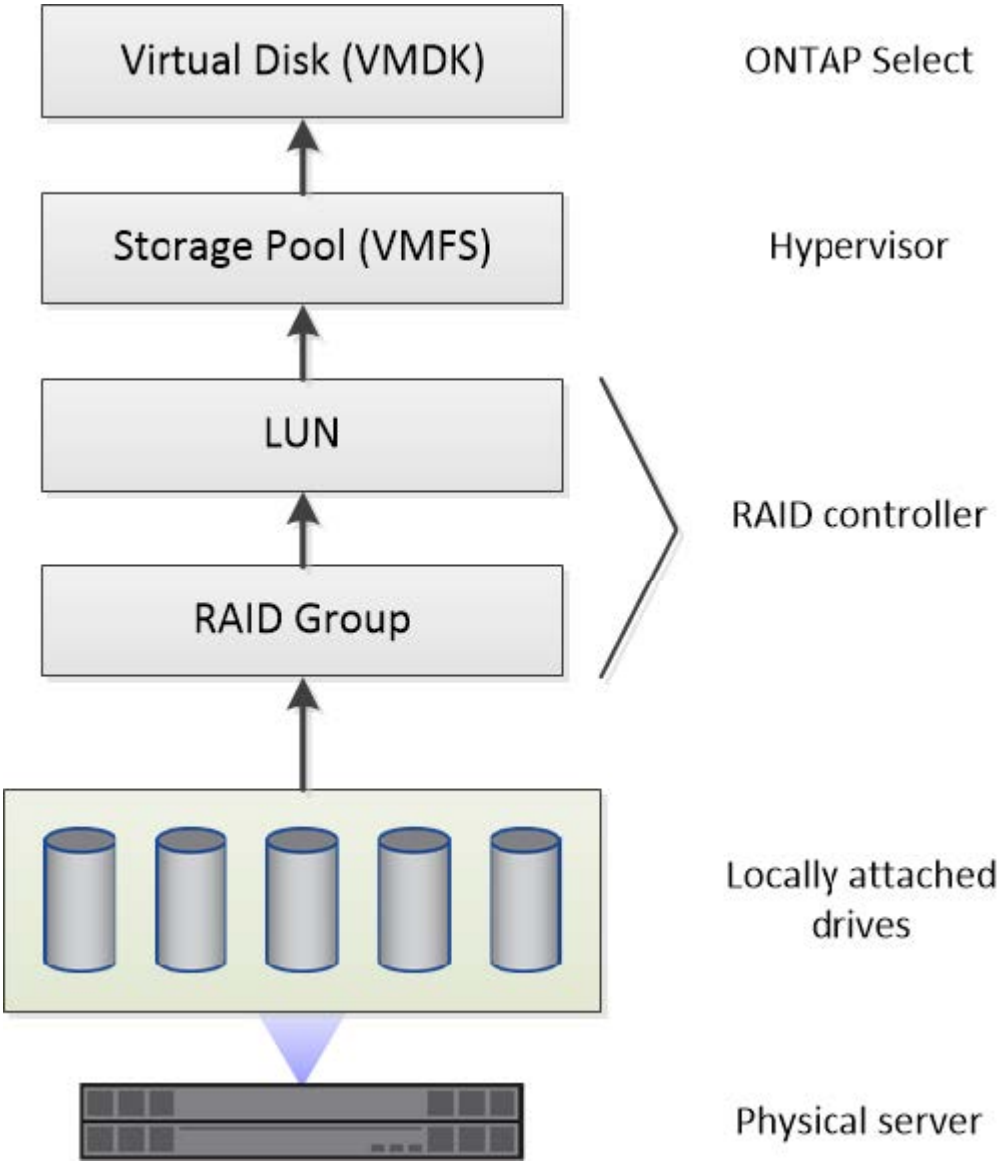
Homogene physische Speicherung

Alle physischen Laufwerke des ONTAP Select-verwalteten Speichers müssen homogen sein. Das heißt, die gesamte Hardware muss hinsichtlich der folgenden Eigenschaften identisch sein:

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

Illustration 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, beginnend mit der physischen Festplatte.



Eigenschaften der lokalen Speicherkomponenten

Für die lokalen Speicherkomponenten in einer ONTAP Select Umgebung gelten verschiedene Konzepte. Sie sollten sich mit diesen Konzepten vertraut machen, bevor Sie eine ONTAP Select Implementierung vorbereiten. Diese Konzepte sind nach Kategorien geordnet: RAID-Gruppen und LUNs, Speicherpools und virtuelle Festplatten.

Gruppierung physischer Laufwerke in RAID-Gruppen und LUNs

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

Bei der Konfiguration eines ONTAP Select Hosts sollten Sie Folgendes beachten:

- Der gesamte verwaltete Speicher muss über einen einzigen RAID-Controller zugänglich sein
- Je nach 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 kann es jedoch sinnvoll sein, mehr als eine RAID-Gruppe zu erstellen. Weitere Informationen finden Sie unter "Zusammenfassung bewährter Verfahren".

Überlegungen zum Speicherpool

Es gibt mehrere Punkte 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 auf dem Hypervisor-Host als lokale Festplatte erkannt und kann Teil eines Speicherpools sein. Jeder Speicherpool ist mit einem Dateisystem formatiert, das vom Betriebssystem des Hypervisor-Hosts verwendet werden kann.

Sie müssen sicherstellen, dass die Speicherpools im Rahmen einer ONTAP Select-Bereitstellung korrekt erstellt werden. Sie können einen Speicherpool mithilfe des Hypervisor-Administrationstools erstellen. Bei VMware beispielsweise können Sie den vSphere-Client verwenden, um einen Speicherpool zu erstellen. Der Speicherpool wird dann an das ONTAP Select Deploy Administrationstool übergeben.

Virtuelle Festplatten auf ESXi verwalten

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 ONTAP Select virtuelle Maschine werden mehrere virtuelle Festplatten zugewiesen. Jede virtuelle Festplatte ist tatsächlich eine Datei, die sich in einem Speicherpool befindet und vom Hypervisor verwaltet wird. Es gibt mehrere Arten von Festplatten, die von ONTAP Select verwendet werden, hauptsächlich Systemfestplatten und Datenfestplatten.

Beachten Sie außerdem Folgendes in Bezug auf virtuelle Festplatten:

- Der Speicherpool muss verfügbar sein, bevor die virtuellen Festplatten erstellt werden können.
- Die virtuellen Festplatten können erst erstellt werden, nachdem die virtuelle Maschine erstellt wurde.
- Sie müssen sich auf das ONTAP Select Deploy-Verwaltungsprogramm verlassen, um alle virtuellen Festplatten zu erstellen (das heißt, ein Administrator darf niemals eine virtuelle Festplatte außerhalb des Deploy-Verwaltungsprogramms erstellen).

Konfiguration der virtuellen Festplatten

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

Illustration der externen Speicherumgebung auf ESXi

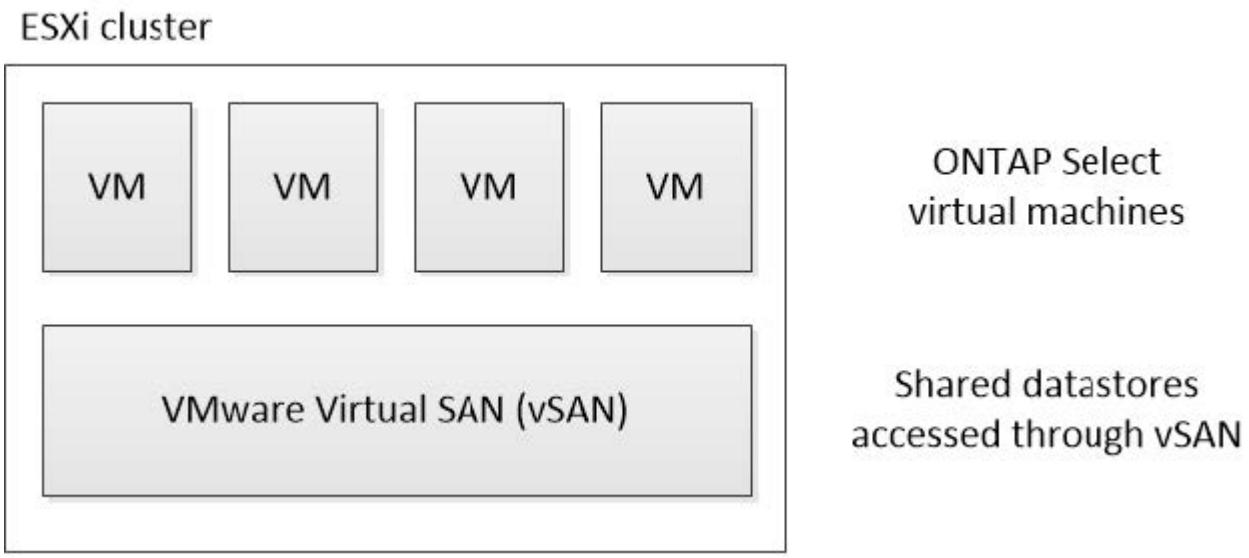
Die ONTAP Select vNAS-Lösung ermöglicht es ONTAP Select, Datastores zu nutzen, die sich auf Speicher befinden, der extern zum Hypervisor-Host ist. Auf die Datastores kann über das Netzwerk mit VMware vSAN oder direkt an einem externen Storage-Array zugegriffen werden.

ONTAP Select kann so konfiguriert werden, dass es die folgenden Arten von VMware ESXi-Netzwerkdatenspeichern verwendet, die sich außerhalb des Hypervisor-Hosts befinden:

- vSAN (Virtuelles SAN)
- VMFS
- NFS

vSAN-Datenspeicher

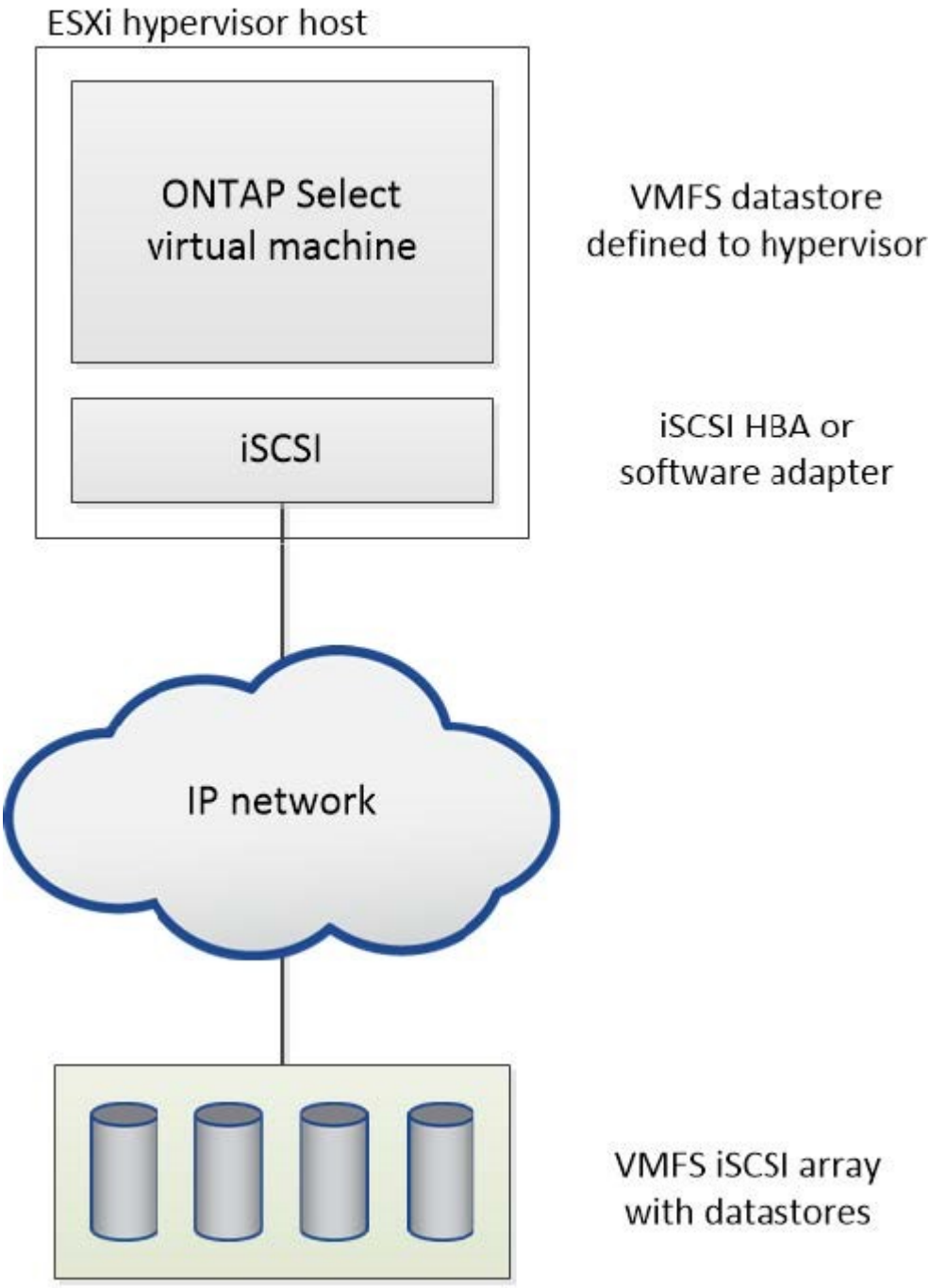
Jeder ESXi-Host kann einen oder mehrere lokale VMFS-Datenspeicher besitzen. Normalerweise sind diese Datenspeicher nur für den lokalen Host zugänglich. VMware vSAN ermöglicht es jedoch jedem der Hosts in einem ESXi-Cluster, alle Datenspeicher im Cluster gemeinsam zu nutzen, als wären sie lokal. Die folgende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



VMFS-Datenspeicher auf externem Speicherarray

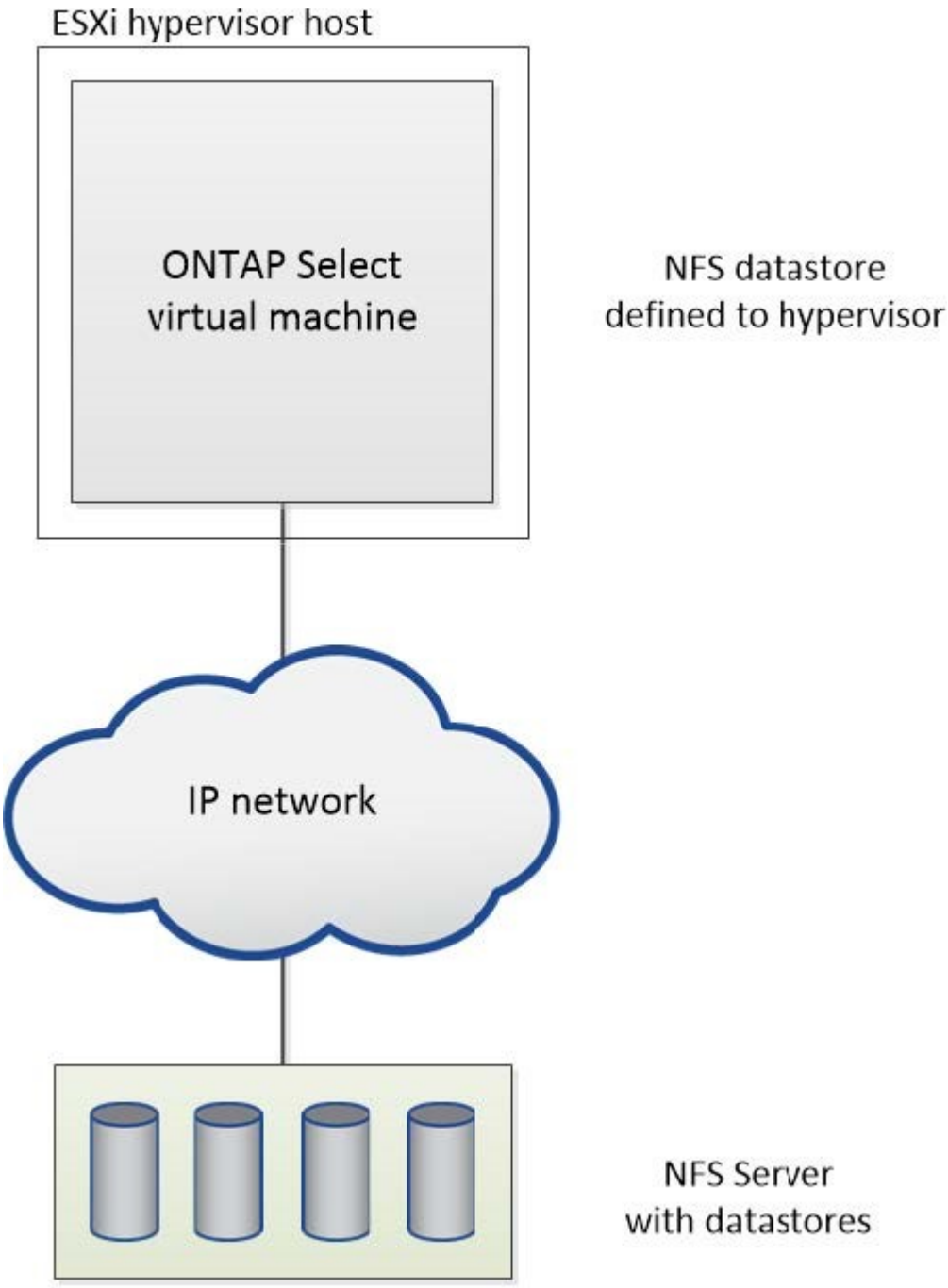
Sie können einen VMFS-Datenspeicher auf einem externen Speichersystem erstellen. Der Speicher wird über eines von mehreren verschiedenen Netzwerkprotokollen angesprochen. Die folgende Abbildung zeigt einen VMFS-Datenspeicher auf einem externen Speichersystem, auf den über das iSCSI-Protokoll zugegriffen wird.

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



NFS-Datenspeicher auf externem Speicherarray

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



Hardware RAID Dienste für ONTAP Select mit lokal angeschlossenem Speicher

Wenn ein Hardware-RAID-Controller verfügbar ist, kann ONTAP Select die RAID-Dienste auf den Hardware-Controller auslagern, um sowohl die Schreibleistung zu steigern als auch Schutz vor physischen Festplattenausfällen zu bieten. Als Ergebnis wird der RAID-Schutz für alle Knoten im ONTAP Select-Cluster durch den lokal angeschlossenen RAID-Controller und nicht durch ONTAP Software-RAID bereitgestellt.

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

Keine anderen RAID-Level werden unterstützt.

RAID-Controller-Konfiguration für lokal angeschlossenen Speicher

Alle lokal angeschlossenen Festplatten, die ONTAP Select als Datenspeicher bereitstellen, müssen hinter einem RAID-Controller sitzen. Die meisten Standardserver sind mit mehreren RAID-Controller-Optionen in unterschiedlichen Preisklassen erhältlich, die jeweils unterschiedliche Funktionsumfänge bieten. Das Ziel ist, so viele dieser Optionen wie möglich zu unterstützen, sofern sie bestimmte Mindestanforderungen an den Controller erfüllen.

Virtuelle Festplatten können nicht von ONTAP Select VMs getrennt werden, die eine Hardware-RAID-Konfiguration verwenden. Das Trennen von Festplatten wird nur für ONTAP Select VMs unterstützt, die eine Software-RAID-Konfiguration verwenden. Weitere Informationen enthält "Ersetzen Sie ein defektes Laufwerk in einer ONTAP Select Software-RAID-Konfiguration".

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

- Der Hardware RAID-Controller muss über eine batteriegepufferte Einheit (BBU) oder einen flash-gepufferten Schreibcache (FBWC) verfügen und 12 Gbps Durchsatz unterstützen.
- Der RAID-Controller muss einen Modus unterstützen, der den Ausfall von mindestens einer oder zwei Festplatten (RAID 5 und RAID 6) verkraften kann.
- Der Laufwerkscache muss deaktiviert werden.
- Die Schreibrichtlinie muss für den Writeback-Modus konfiguriert werden, mit einem Fallback auf Write-Through bei einem Ausfall der BBU oder von Flash.
- Die E/A-Richtlinie für Lesevorgänge muss auf „cached“ eingestellt sein.

Alle lokal angeschlossenen Festplatten, die ONTAP Select als Speichermedium dienen, müssen in RAID-Gruppen mit RAID 5 oder RAID 6 konfiguriert werden. Bei SAS-Festplatten und SSDs ermöglicht die Verwendung von RAID-Gruppen mit bis zu 24 Festplatten ONTAP, die eingehenden Leseanfragen auf eine größere Anzahl von Festplatten zu verteilen. Dies führt zu einer deutlichen Leistungssteigerung. Bei SAS/SSD-Konfigurationen wurden Leistungstests mit Einzel-LUN- und Multi-LUN-Konfigurationen durchgeführt. Da keine signifikanten Unterschiede festgestellt wurden, empfiehlt NetApp aus Gründen der Einfachheit, die geringstmögliche Anzahl an LUNs zu erstellen, die für Ihre Konfigurationsanforderungen erforderlich ist.

Für NL-SAS- und SATA-Laufwerke gelten andere Best Practices. Aus Performancegründen beträgt die Mindestanzahl an Festplatten weiterhin acht, die RAID-Gruppengröße sollte jedoch nicht größer als 12 Laufwerke sein. NetApp empfiehlt außerdem, pro RAID-Gruppe eine Ersatzfestplatte zu verwenden; es können jedoch auch globale Ersatzfestplatten für alle RAID-Gruppen eingesetzt werden. Beispielsweise können Sie zwei Ersatzfestplatten für jeweils drei RAID-Gruppen verwenden, wobei jede RAID-Gruppe aus acht bis zwölf Laufwerken besteht.

Die maximale Ausdehnung und Datenspeichergröße für ältere ESXi-Releases beträgt 64TB, was sich auf die Anzahl der LUNs auswirken kann, die zur Unterstützung der gesamten Bruttokapazität dieser großen Laufwerke erforderlich sind.

RAID-Modus

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

- Writethrough. Alle eingehenden I/O-Anfragen werden in den RAID-Controller-Cache geschrieben und dann

sofort auf die Festplatte geleert, bevor die Anfrage an den Host bestätigt wird.

- Writearound. Alle eingehenden I/O-Anfragen werden direkt auf die Festplatte geschrieben und umgehen dabei den RAID-Controller-Cache.
- Writeback. Alle eingehenden I/O-Anfragen werden direkt in den Controller-Cache geschrieben und sofort an den Host bestätigt. Datenblöcke werden asynchron mit dem Controller auf die Festplatte geleert.

Der Writeback-Modus bietet den kürzesten Datenpfad, da die E/A-Bestätigung unmittelbar nach dem Eintritt der Blöcke in den Cache erfolgt. Dieser Modus bietet die geringste Latenz und den höchsten Durchsatz für gemischte lesen/schreiben-Workloads. Ohne BBU oder nichtflüchtige Flash-Technologie besteht jedoch das Risiko eines Datenverlusts bei einem Stromausfall während des Betriebs in diesem Modus.

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

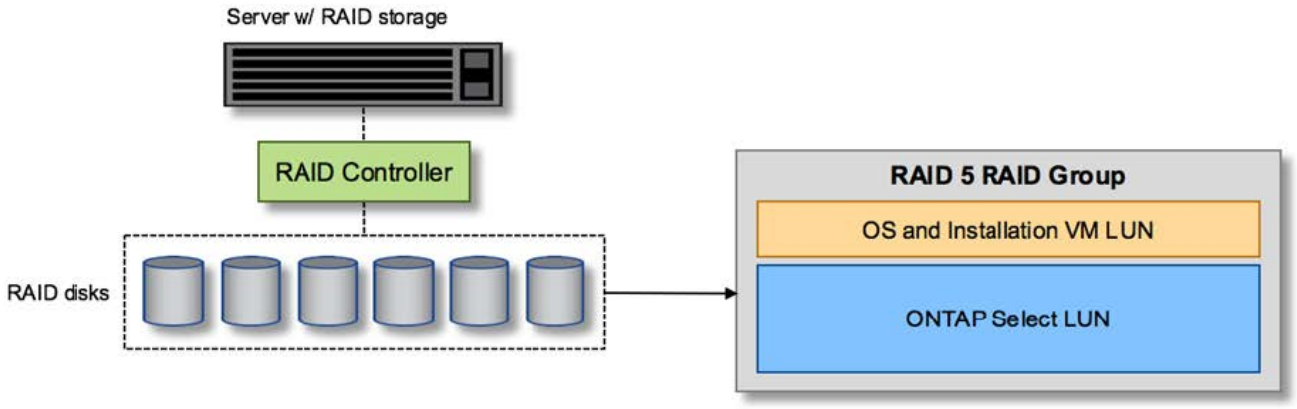
Lokale Festplatten, die von ONTAP Select und dem Betriebssystem gemeinsam genutzt werden

Die gängigste Serverkonfiguration sieht vor, dass alle lokal angeschlossenen Festplatten hinter einem einzigen RAID-Controller sitzen. Sie sollten mindestens zwei LUNs bereitstellen: eine für den Hypervisor und eine für die ONTAP Select VM.

Nehmen wir beispielsweise einen HP DL380 g8 mit sechs internen Festplatten und einem einzigen Smart Array P420i RAID-Controller. Alle internen Festplatten werden von diesem RAID-Controller verwaltet, und es ist kein weiterer Speicher im System vorhanden.

Die folgende Abbildung zeigt diese Konfigurationsart. In diesem Beispiel ist kein weiterer Speicher im System vorhanden; daher muss der Hypervisor den Speicher mit dem ONTAP Select Node teilen.

Server-LUN-Konfiguration mit ausschließlich RAID-verwalteten Spindeln



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

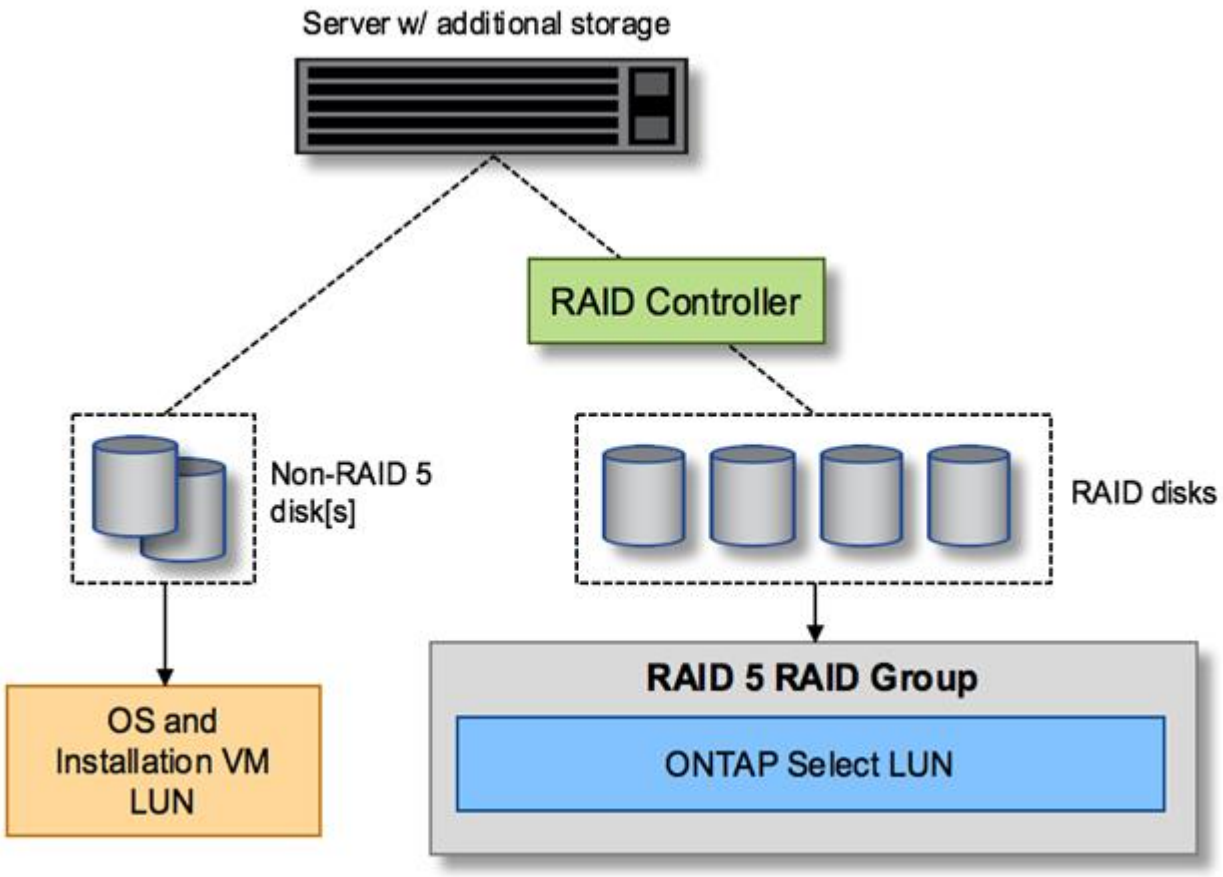
Lokale Festplatten aufgeteilt zwischen ONTAP Select und OS

Die andere von Serverherstellern angebotene Konfigurationsmöglichkeit sieht den Einsatz mehrerer RAID- oder Festplattencontroller vor. In dieser Konfiguration wird ein Satz von Festplatten von einem Festplattencontroller verwaltet, der möglicherweise RAID-Dienste anbietet oder auch nicht. Ein zweiter Satz von Festplatten wird von einem Hardware-RAID-Controller verwaltet, der RAID 5/6-Dienste bereitstellen kann.

Bei dieser Konfigurationsart sollte der Satz von Festplatten, der sich hinter dem RAID-Controller befindet und RAID 5/6-Dienste bereitstellen kann, ausschließlich von der ONTAP Select VM genutzt werden. Abhängig von der gesamten verwalteten Speicherkapazität sollten Sie die Festplatten in eine oder mehrere RAID-Gruppen und eine oder mehrere LUNs konfigurieren. Diese LUNs würden dann zur Erstellung 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 jede Client-VM reserviert, die keinen ONTAP-Speicher verwendet, wie in der folgenden Abbildung dargestellt.

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



Mehrere LUNs

Es gibt zwei Fälle, in denen die Konfigurationen einer einzelnen RAID-Gruppe/einer einzelnen LUN angepasst werden müssen. Bei Verwendung von NL-SAS- oder SATA-Laufwerken darf die RAID-Gruppe maximal 12 Laufwerke umfassen. Außerdem kann eine einzelne LUN größer werden als die zugrunde liegenden Hypervisor-Speichergrenzen – entweder die maximale Größe eines einzelnen Dateisystembereichs oder die maximale Gesamtgröße des Speicherpools. Dann muss der zugrunde liegende physische Speicher in mehrere LUNs aufgeteilt werden, um die erfolgreiche Erstellung des Dateisystems zu ermöglichen.

VMware vSphere Beschränkungen des Dateisystems virtueller Maschinen

Die maximale Größe eines Datenspeichers beträgt bei einigen Versionen von ESXi 64TB.

Wenn an einen Server mehr als 64TB Speicher angeschlossen sind, müssen möglicherweise mehrere LUNs bereitgestellt werden, die jeweils kleiner als 64TB sind. Die Erstellung mehrerer RAID-Gruppen zur Verbesserung der RAID-Rebuild-Zeit für SATA/NL-SAS-Laufwerke führt ebenfalls dazu, dass mehrere LUNs bereitgestellt werden.

Werden mehrere LUNs benötigt, ist ein wichtiger Aspekt sicherzustellen, dass diese LUNs eine ähnliche und konsistente Leistung aufweisen. Dies ist besonders wichtig, wenn alle LUNs in einem einzigen ONTAP Aggregat verwendet werden sollen. Alternativ, wenn eine Teilmenge von einer oder mehreren LUNs ein deutlich abweichendes Leistungsprofil aufweist, empfehlen wir dringend, diese LUNs in einem separaten ONTAP Aggregat zu isolieren.

Mehrere Dateisystem-Extents können verwendet werden, um einen einzelnen Datenspeicher bis zur maximalen Größe des Datenspeichers zu erstellen. Um die Kapazität zu begrenzen, für die eine ONTAP Select-Lizenz erforderlich ist, stellen Sie sicher, dass während der Clusterinstallation eine Kapazitätsobergrenze festgelegt wird. Diese Funktion ermöglicht es ONTAP Select, nur einen Teil des Speicherplatzes in einem Datenspeicher zu verwenden (und daher nur für diesen Teil eine Lizenz zu benötigen).

Alternativ kann man zunächst einen einzelnen Datenspeicher auf einer einzelnen LUN erstellen. Wenn zusätzlicher Speicherplatz benötigt wird, der eine größere ONTAP Select-Kapazitätslizenz erfordert, kann dieser dem gleichen Datenspeicher als Erweiterung bis zur maximalen Größe des Datenspeichers hinzugefügt werden. Nach Erreichen der maximalen Größe können neue Datenspeicher erstellt und zu ONTAP Select hinzugefügt werden. Beide Arten der Kapazitätserweiterung werden unterstützt und können mithilfe der ONTAP Deploy storage-add-Funktion durchgeführt werden. Jeder ONTAP Select Node kann so konfiguriert werden, dass er bis zu 400TB Speicher unterstützt. Die Bereitstellung von Kapazität aus mehreren Datenspeichern erfordert einen zweistufigen Prozess.

Mit der initialen Clustererstellung kann ein ONTAP Select Cluster erstellt werden, der einen Teil oder den gesamten Speicherplatz des initialen Datenspeichers belegt. Ein zweiter Schritt besteht darin, eine oder mehrere Kapazitätserweiterungen mithilfe zusätzlicher Datenspeicher durchzuführen, bis die gewünschte Gesamtkapazität erreicht ist. Diese Funktionalität wird im Abschnitt "Speicherkapazität erhöhen" detailliert beschrieben.



Der VMFS-Overhead ist ungleich Null (siehe VMware KB 1001618), und der Versuch, den gesamten von einem Datenspeicher als frei gemeldeten Speicherplatz zu nutzen, hat bei Cluster-Erstellungsvorgängen zu irrtümlichen Fehlern geführt.

In jedem Datenspeicher wird ein 2%iger Puffer ungenutzt gelassen. Dieser Speicherplatz benötigt keine Kapazitätslizenz, da er von ONTAP Select nicht verwendet wird. ONTAP Deploy berechnet die genaue Anzahl der Gigabyte für den Puffer automatisch, sofern keine Kapazitätsbegrenzung angegeben ist. Ist eine Kapazitätsbegrenzung angegeben, wird diese zuerst durchgesetzt. Liegt die Größe der Kapazitätsbegrenzung innerhalb der Puffergröße, schlägt die Clustererstellung mit einer Fehlermeldung fehl, die den korrekten maximalen Größenparameter angibt, der als Kapazitätsbegrenzung 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 einer Storage-vMotion-Operation einer bestehenden ONTAP Deploy oder ONTAP Select VM unterstützt.

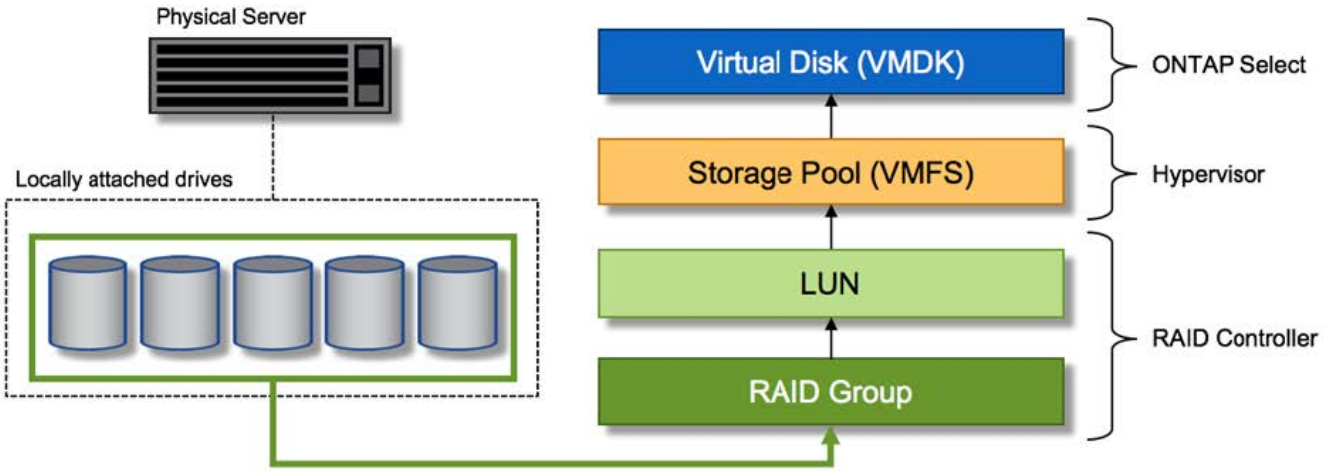
VMware unterstützt keine In-Place-Upgrades von VMFS 5 auf VMFS 6. Daher ist Storage vMotion der einzige Mechanismus, der es einer VM ermöglicht, von einem VMFS-5-Datenspeicher auf einen VMFS-6-Datenspeicher zu wechseln. Die Unterstützung für Storage vMotion mit ONTAP Select und ONTAP Deploy wurde jedoch erweitert, um neben dem spezifischen Zweck der Migration 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 stammen. ONTAP wird eine Reihe virtueller Festplatten präsentiert, die es als physische behandelt, und der verbleibende Teil des Speicher-Stacks wird vom Hypervisor abstrahiert. Die folgende Abbildung zeigt diese Beziehung genauer und hebt die Beziehung zwischen dem physischen RAID-Controller, dem Hypervisor und der ONTAP Select VM hervor.

- Die Konfiguration von RAID-Gruppen und LUNs erfolgt innerhalb der 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 Festplatten werden von einzelnen VMs erstellt und gehören diesen; in diesem Beispiel von ONTAP Select.

Zuordnung von virtuellen zu physischen Festplatten



Bereitstellung virtueller Festplatten

Um eine optimierte Benutzererfahrung zu gewährleisten, stellt das ONTAP Select-Verwaltungstool ONTAP Deploy virtuelle Festplatten automatisch aus dem zugehörigen Speicherpool bereit und bindet sie an die ONTAP Select VM ein. Dieser Vorgang erfolgt automatisch sowohl bei der Ersteinrichtung als auch bei Speichererweiterungen. Ist der ONTAP Select Node Teil eines HA-Paares, werden die virtuellen Festplatten automatisch einem lokalen und einem Spiegel-Speicherpool zugewiesen.

ONTAP Select unterteilt den zugrunde liegenden angeschlossenen Speicher in gleich große virtuelle Festplatten, die jeweils 16 TB nicht überschreiten. Wenn der ONTAP Select Node Teil eines HA-Paares ist, werden auf jedem Cluster-Node mindestens zwei virtuelle Festplatten erstellt und dem lokalen und dem Spiegelplex zugewiesen, um innerhalb eines gespiegelten Aggregats verwendet zu werden.

Beispielsweise kann einem ONTAP Select ein Datenspeicher oder eine LUN mit 31TB zugewiesen werden (der verbleibende Speicherplatz nach der Bereitstellung der VM und der Bereitstellung der System- und Root-Disks). Dann werden vier virtuelle Festplatten mit jeweils etwa 7,75TB erstellt und dem entsprechenden lokalen und Spiegel-Plex von ONTAP zugewiesen.

> Das Hinzufügen von Kapazität zu einer ONTAP Select VM führt wahrscheinlich zu VMDKs unterschiedlicher Größe. Details dazu finden Sie im Abschnitt "Speicherkapazität erhöhen". Im Gegensatz zu FAS-Systemen können VMDKs unterschiedlicher Größe im selben Aggregat existieren. ONTAP Select verwendet einen RAID 0-Stripe über diese VMDKs, was die vollständige Nutzung des gesamten Speicherplatzes in jeder VMDK unabhängig von ihrer Größe ermöglicht.

Virtualisiertes NVRAM

NetApp FAS-Systeme sind üblicherweise mit einer physischen NVRAM-PCI-Karte ausgestattet, einer leistungsstarken Karte mit nichtflüchtigem Flash-Speicher. Diese Karte ermöglicht eine deutliche Steigerung der Schreibleistung, indem sie ONTAP die Möglichkeit gibt, eingehende Schreibvorgänge sofort an den Client zurückzumelden. Außerdem kann sie die Rückübertragung geänderter Datenblöcke auf das langsamere Speichermedium in einem als Destaging bezeichneten Prozess planen.

Standardsysteme sind üblicherweise nicht mit dieser Art von Hardware ausgestattet. Daher wurde die Funktionalität dieser NVRAM-Karte virtualisiert und in eine Partition auf der ONTAP Select-Systemstartfestplatte ausgelagert. Aus diesem Grund ist die Platzierung der virtuellen Systemfestplatte der Instanz äußerst wichtig. Deshalb erfordert das Produkt das Vorhandensein eines physischen RAID-Controllers mit ausfallsicherem Cache für lokal angeschlossene Speicherkonfigurationen.

NVRAM befindet sich in einer eigenen VMDK. Die Aufteilung des NVRAM in eine eigene VMDK ermöglicht es der ONTAP Select VM, den vNVMe-Treiber zur Kommunikation mit ihrer NVRAM VMDK zu verwenden. Es ist außerdem erforderlich, dass die ONTAP Select VM Hardwareversion 13 verwendet, die mit ESXi 8.0 und höher kompatibel ist.

Datenpfad erklärt: NVRAM und RAID-Controller

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

Eingehende Schreibanforderungen an die ONTAP Select VM richten sich an die NVRAM-Partition der VM. Auf der Virtualisierungsebene befindet sich diese Partition innerhalb einer ONTAP Select-Systemfestplatte, einer VMDK, die an die ONTAP Select VM angehängt ist. Auf der physischen Ebene werden diese Anforderungen, wie alle geänderten Blöcke, die auf die zugrunde liegenden Spindeln abzielen, im lokalen RAID-Controller zwischengespeichert. Von hier aus wird der Schreibvorgang an den Host bestätigt.

Physisch befindet sich der Block derzeit im RAID-Controller-Cache und wartet darauf, auf die Festplatte geschrieben zu werden. Logisch liegt der Block im NVRAM und wartet darauf, auf die entsprechenden Benutzerdatenfestplatten übertragen zu werden.

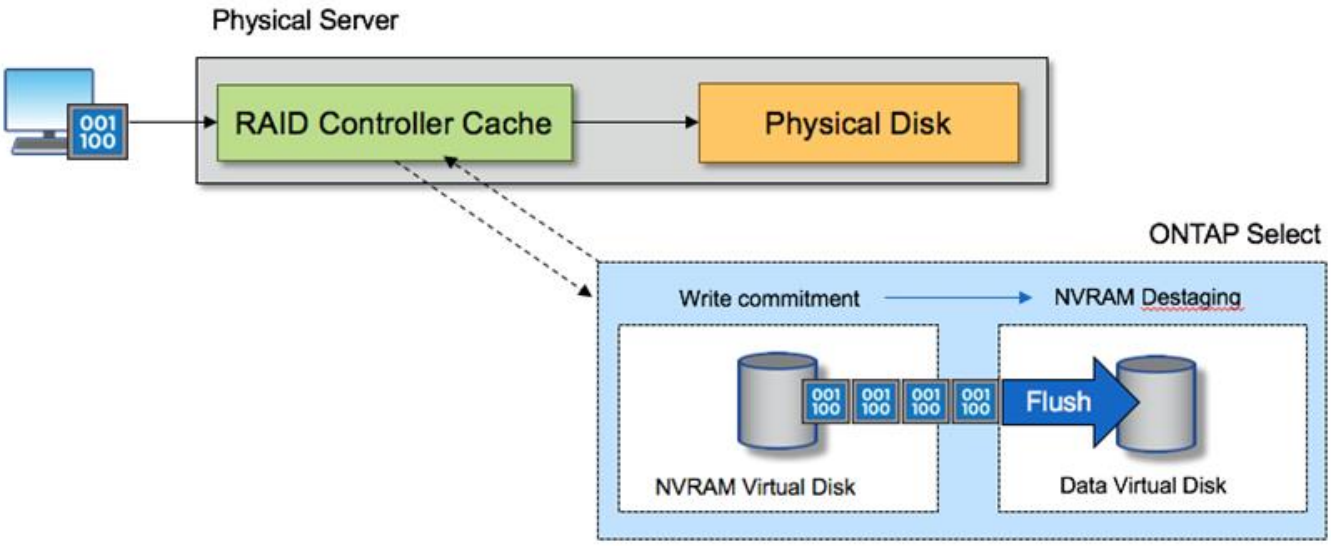
Da geänderte Blöcke automatisch im lokalen Cache des RAID-Controllers gespeichert werden, werden eingehende Schreibvorgänge in die NVRAM-Partition automatisch zwischengespeichert und regelmäßig auf physische Speichermedien geschrieben. Dies ist nicht mit dem regelmäßigen Schreiben des NVRAM-Inhalts zurück auf ONTAP-Datenfestplatten zu verwechseln. Diese beiden Vorgänge stehen in keinem Zusammenhang und finden zu unterschiedlichen Zeiten und mit unterschiedlichen Frequenzen statt.

Die folgende Abbildung zeigt den I/O-Pfad eines eingehenden Schreibvorgangs. Sie verdeutlicht den

Unterschied zwischen der physischen Schicht (repräsentiert durch den RAID-Controller-Cache und die Festplatten) und der virtuellen Schicht (repräsentiert durch den NVRAM der VM und die virtuellen Datenfestplatten).

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

Eingehende Schreibvorgänge an ONTAP Select VM



Die NVRAM-Partition ist auf einer eigenen VMDK getrennt. Diese VMDK ist mithilfe des vNVME-Treibers eingebunden, der in ESXi-Versionen ab 8.0 verfügbar ist. Diese Änderung ist besonders relevant für ONTAP Select Installationen mit Software-RAID, die 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 innerhalb einer traditionellen ONTAP-Plattform wie FAS. Die RAID-Schicht führt Paritätsberechnungen für die Laufwerke durch und bietet Schutz vor dem Ausfall einzelner Laufwerke innerhalb eines ONTAP Select Node.

Unabhängig von den Hardware-RAID-Konfigurationen bietet ONTAP Select auch eine Software-RAID-Option. Ein Hardware-RAID-Controller ist möglicherweise nicht verfügbar oder in bestimmten Umgebungen unerwünscht, beispielsweise wenn ONTAP Select auf kompakter Standardhardware eingesetzt wird. Software-RAID erweitert die verfügbaren Einsatzmöglichkeiten auf solche Umgebungen. Um Software-RAID in Ihrer Umgebung zu aktivieren, beachten Sie folgende Punkte:

- Es ist mit einer Premium- oder Premium XL-Lizenz erhältlich.
- Es unterstützt ausschließlich SSD- oder NVMe-Laufwerke (erfordert eine Premium XL-Lizenz) für ONTAP Root- und Datenfestplatten.
- Es wird eine separate Systemfestplatte für die ONTAP Select VM-Bootpartition benötigt.
  - 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 einer Multi-Node-Konfiguration) zu erstellen.



- Die Begriffe Servicedisk und Systemdisk werden synonym verwendet.
  - Service-Disks sind die virtuellen Festplatten (VMDKs), die innerhalb der ONTAP Select VM verwendet werden, um verschiedene Elemente wie Clustering, Booten und so weiter zu bedienen.
  - Die Service-Disks befinden sich physisch auf einer einzigen physischen Festplatte (gemeinsam als Service-/System-Festplatte bezeichnet), aus Sicht des Hosts. Diese physische Festplatte muss einen DAS-Datenspeicher enthalten. ONTAP Deploy erstellt diese Service-Disks für die ONTAP Select VM während der Clusterbereitstellung.
- Es ist nicht möglich, die ONTAP Select-Systemdisks weiter auf mehrere Datenspeicher oder mehrere physische Laufwerke zu verteilen.
- 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, aber wenn ein System über einen vorhandenen RAID-Controller verfügt, muss dieser die folgenden Anforderungen erfüllen:

- Sie müssen den Hardware RAID-Controller deaktivieren, damit die Festplatten direkt an das System übergeben werden können (ein JBOD). Diese Änderung kann üblicherweise im BIOS des RAID-Controllers vorgenommen werden.
- Oder der Hardware-RAID-Controller sollte im SAS-HBA-Modus betrieben werden. Beispielsweise erlauben einige BIOS-Konfigurationen neben RAID auch einen „AHCI“-Modus, den Sie auswählen können, um den JBOD-Modus zu aktivieren. Dadurch wird ein Passthrough ermöglicht, sodass die physischen Laufwerke vom Host unverändert erkannt werden.

Je nach maximaler Anzahl der vom Controller unterstützten Laufwerke kann ein zusätzlicher Controller erforderlich sein. Im SAS-HBA-Modus muss sichergestellt sein, dass der I/O-Controller (SAS HBA) eine Mindestgeschwindigkeit von 6Gbps unterstützt. Allerdings empfiehlt NetApp eine Geschwindigkeit von 12Gbps.

Keine anderen Hardware-RAID-Controller-Modi oder -Konfigurationen werden unterstützt. Einige Controller ermöglichen beispielsweise eine RAID-0-Unterstützung, die Festplatten künstlich im Pass-Through-Modus betreiben kann, was jedoch unerwünschte Folgen haben kann. Die unterstützte Größe physischer Festplatten (nur SSD) liegt zwischen 200GB und 16TB.



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.

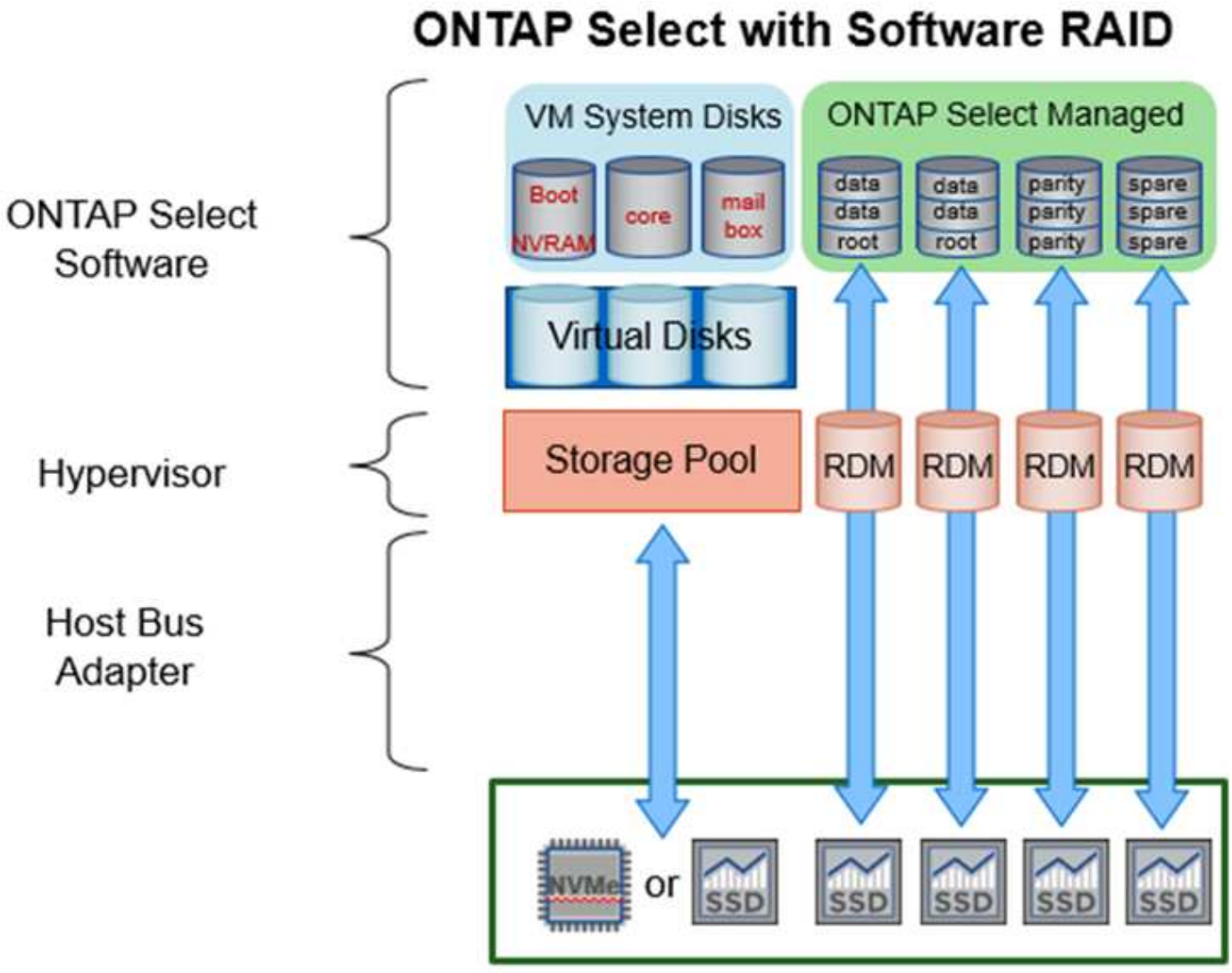
ONTAP Select virtuelle und physische Festplatten

Bei Konfigurationen mit Hardware-RAID-Controllern wird die physische Festplattenredundanz vom RAID-Controller bereitgestellt. ONTAP Select wird mit einer oder mehreren VMDKs präsentiert, aus denen der ONTAP-Administrator Datenaggregate konfigurieren kann. Diese VMDKs sind im RAID-0-Format gestreift, da die Verwendung von ONTAP Software-RAID redundant, ineffizient und wirkungslos ist, da die Ausfallsicherheit auf Hardwareebene bereitgestellt wird. Außerdem befinden sich die für Systemfestplatten verwendeten VMDKs im selben Datenspeicher wie die VMDKs, die zur Speicherung von Benutzerdaten verwendet werden.

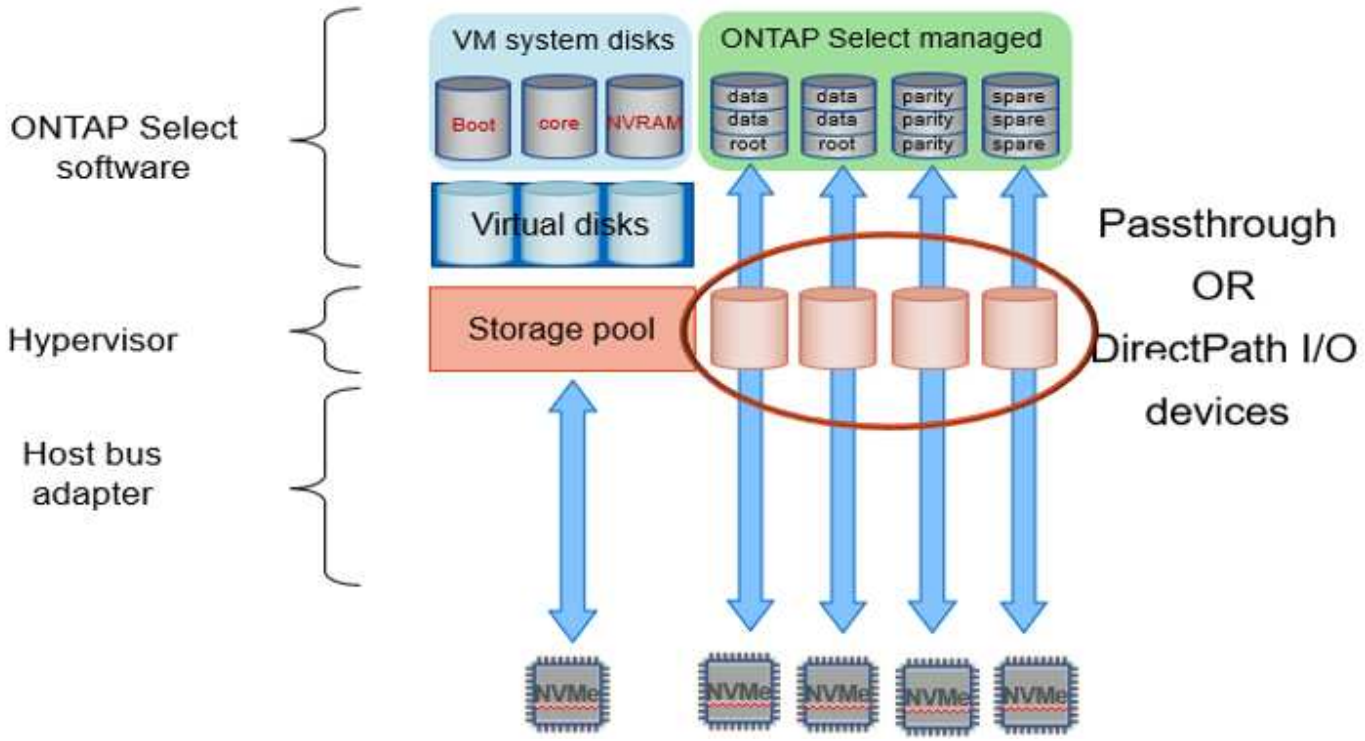
Bei Verwendung von Software-RAID stellt ONTAP Deploy ONTAP Select einen Satz von VMDKs und physischen Festplatten zur Verfügung: Raw Device Mappings [RDMs] für SSDs und Passthrough- oder DirectPath IO-Geräte für NVMe.

Die folgenden Abbildungen veranschaulichen diesen Zusammenhang detaillierter und heben den Unterschied zwischen den virtualisierten Festplatten, die für die internen Abläufe der ONTAP Select VM verwendet werden, und den physischen Festplatten hervor, die zur Speicherung von Benutzerdaten verwendet werden.

ONTAP Select Software-RAID: Verwendung von virtualisierten Festplatten und RDMs



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



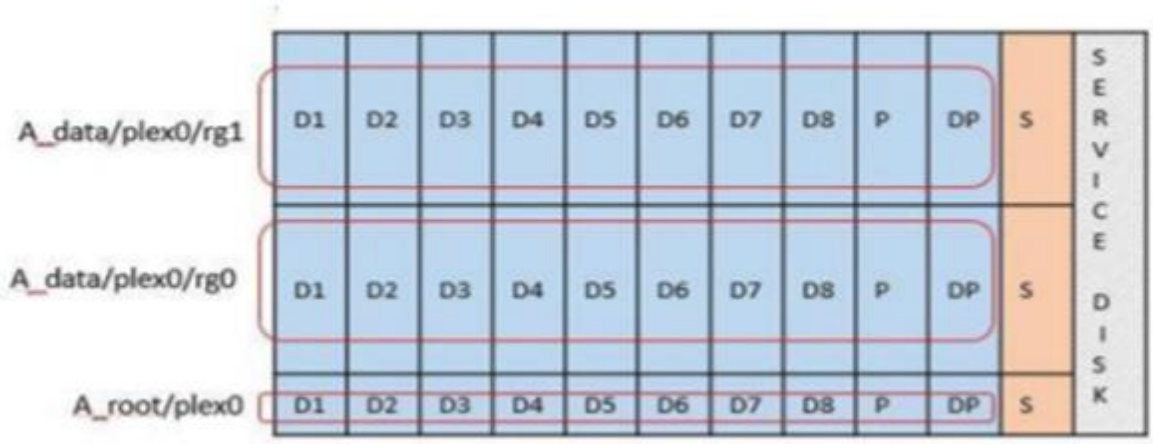
Die Systemfestplatten (VMDKs) befinden sich im selben Datenspeicher und auf derselben physischen Festplatte. Die virtuelle NVRAM-Festplatte benötigt ein schnelles und langlebiges Speichermedium. Daher werden nur NVMe- und SSD-basierte Datenspeicher unterstützt. Bei Verwendung von NVMe-Laufwerken für Daten sollte die Systemfestplatte aus Leistungsgründen ebenfalls ein NVMe-Gerät sein. Eine INTEL Optane-Karte eignet sich gut als Systemfestplatte in einer reinen NVMe-Konfiguration.

> In der aktuellen Version ist es nicht möglich, die ONTAP Select-Systemdisks auf mehrere Datenspeicher oder mehrere physische Laufwerke zu verteilen.

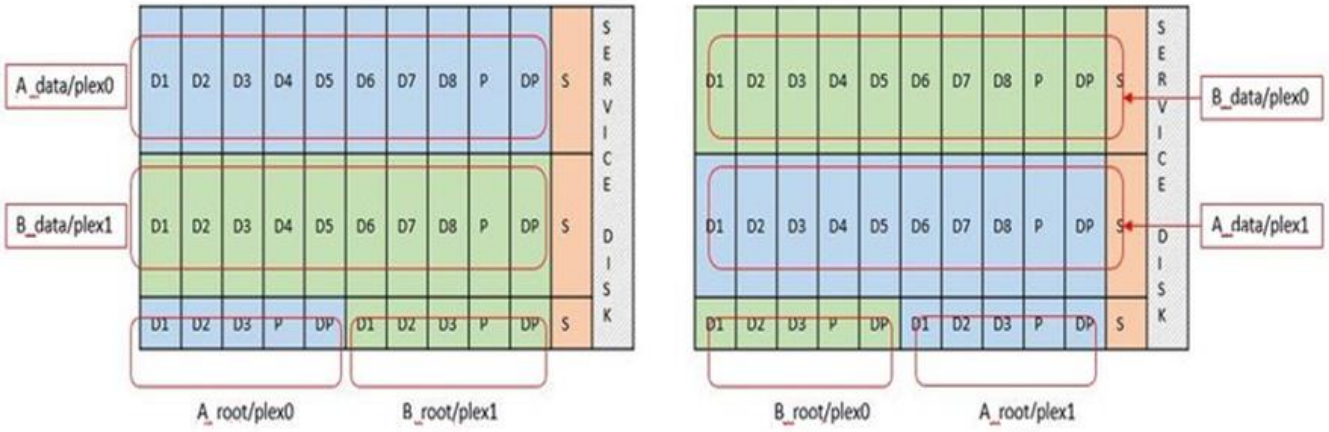
Jede Datenfestplatte ist in drei Teile unterteilt: eine kleine Root-Partition (Stripe) und zwei gleich große Partitionen, um zwei Datenfestplatten zu erstellen, die in der ONTAP Select VM sichtbar sind. Die Partitionen verwenden das Root Data Data (RD2)-Schema, wie in den folgenden Abbildungen für einen Einzelknoten-Cluster und für einen Knoten in einem Hochverfügbarkeits-Paar (HA) dargestellt.

`P` bezeichnet ein Paritätslaufwerk, `DP` bezeichnet ein Dual-Paritätslaufwerk, und `S` bezeichnet ein Ersatzlaufwerk.

RDD-Festplattenpartitionierung für Einzelknotencluster



RDD-Festplattenpartitionierung für Multi-Node-Cluster (HA pairs)



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 entspricht der Gesamtschutz 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 seines Partners speichern muss. Eine Datenfestplatte verfügt über eine einzige Root-Partition. Das bedeutet, dass die Mindestanzahl an Datenfestplatten je nachdem variiert, ob der ONTAP Select Knoten Teil eines HA-Paares ist.

Bei Clustern mit einem einzelnen Knoten werden alle Datenpartitionen zur Speicherung lokaler (aktiver) Daten verwendet. Bei Knoten, die Teil eines HA-Paares sind, wird eine Datenpartition zur Speicherung lokaler (aktiver) Daten dieses Knotens verwendet und die zweite Datenpartition wird verwendet, um aktive Daten vom HA-Peer zu spiegeln.

Passthrough- (DirectPath IO) Geräte vs. Raw Device Maps (RDMs)

ESXi- und KVM-Hypervisoren unterstützen NVMe-Festplatten nicht als Raw Device Maps (RDMs). Damit ONTAP Select die direkte Kontrolle über NVMe-Festplatten übernehmen kann, müssen diese Laufwerke in ESXi oder KVM als Passthrough-Geräte konfiguriert werden. Wenn ein NVMe-Gerät als Passthrough-Gerät konfiguriert wird, erfordert dies Unterstützung durch das Server-BIOS und möglicherweise einen Neustart des

Hosts. Zusätzlich gibt es Beschränkungen für die Anzahl der Passthrough-Geräte, die pro Host zugewiesen werden können, was je nach Plattform variieren kann. ONTAP Deploy beschränkt dies jedoch auf 14 NVMe-Geräte pro ONTAP Select Node. Das bedeutet, dass die NVMe-Konfiguration eine sehr hohe IOPS-Dichte (IOPS/TB) auf Kosten der Gesamtkapazität bietet. Alternativ empfiehlt sich für eine leistungsstarke Konfiguration mit größerer Speicherkapazität eine große ONTAP Select VM, eine INTEL Optane-Karte für die Systemfestplatte und eine angemessene Anzahl von SSD-Laufwerken für die Datenspeicherung.



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

Es gibt einen weiteren Unterschied zwischen Passthrough-Geräten und RDMs. RDMs können einer laufenden VM zugeordnet werden. Passthrough-Geräte erfordern einen Neustart der VM. Das bedeutet, dass jeder Austausch oder jede Kapazitätserweiterung (Hinzufügen eines Laufwerks) einer NVMe-Festplatte einen Neustart der ONTAP Select VM erfordert. Der Austausch und die Kapazitätserweiterung (Hinzufügen eines Laufwerks) werden durch einen Workflow in ONTAP Deploy gesteuert. ONTAP Deploy verwaltet den Neustart von ONTAP Select für Einzelknotencluster sowie das Failover/Failback für HA-Paare. Es ist jedoch wichtig, den Unterschied zwischen der Arbeit mit SSD-Datenlaufwerken (kein Neustart/Failover von ONTAP Select erforderlich) und der Arbeit mit NVMe-Datenlaufwerken (Neustart/Failover von ONTAP Select erforderlich) zu beachten.

Bereitstellung physischer und virtueller Festplatten

Um eine optimierte Benutzererfahrung zu gewährleisten, stellt ONTAP Deploy die Systemfestplatten (virtuelle Festplatten) automatisch vom angegebenen Datenspeicher (physische Systemfestplatte) bereit und bindet sie an die ONTAP Select VM ein. Dieser Vorgang erfolgt automatisch während der Ersteinrichtung, damit die ONTAP Select VM starten kann. Die RDMs werden partitioniert und das Root-Aggregat wird automatisch erstellt. Ist der ONTAP Select-Knoten 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 der ONTAP Select VM mit den zugrunde liegenden physischen Festplatten verknüpft sind, hat die Erstellung 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 passenden RAID-Gruppentyp aus. Sind dem Knoten genügend Festplatten zugewiesen, wird RAID-DP verwendet, andernfalls wird ein RAID-4-Root-Aggregat erstellt.

Beim Hinzufügen von Kapazität zu einer ONTAP Select VM mithilfe von Software-RAID muss der Administrator die physische Festplattengröße und die Anzahl der benötigten Festplatten berücksichtigen. Einzelheiten stehen unter "Speicherkapazität erhöhen".

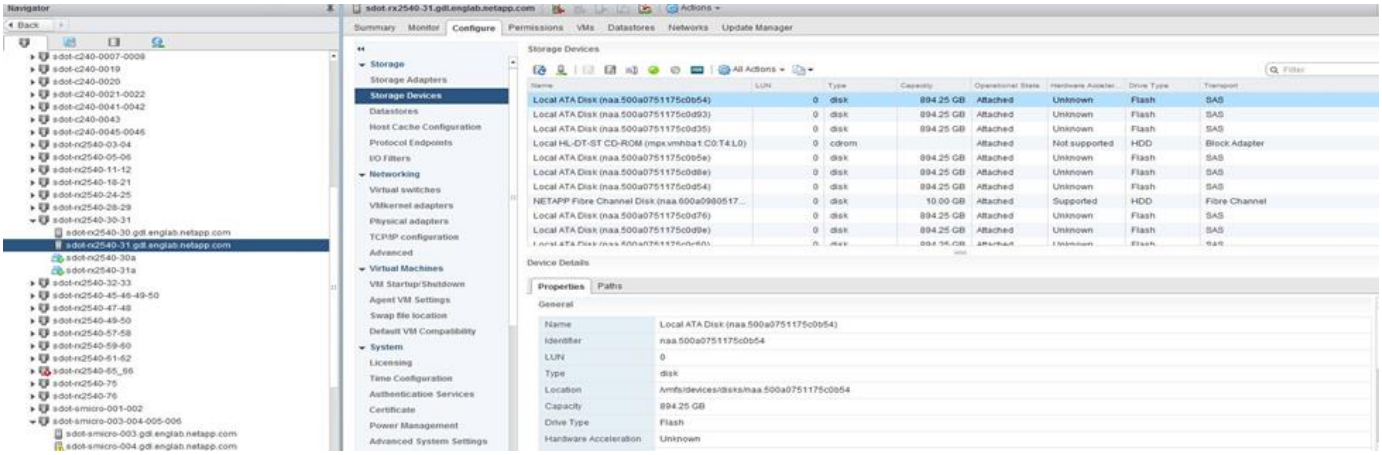
Ähnlich wie bei FAS und AFF-Systemen können Sie einer bestehenden RAID-Gruppe nur Laufwerke mit gleicher oder größerer Kapazität hinzufügen. Laufwerke mit größerer Kapazität sind optimal dimensioniert. Wenn Sie neue RAID-Gruppen erstellen, sollte die Größe der neuen RAID-Gruppe der bestehenden RAID-Gruppengröße entsprechen, um sicherzustellen, dass die Gesamtleistung des Aggregats nicht beeinträchtigt wird.

Ordnen Sie eine ONTAP Select Festplatte der entsprechenden ESXi- oder KVM-Festplatte zu

ONTAP Select Disks sind üblicherweise mit NET x.y gekennzeichnet. Sie können den folgenden ONTAP-

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

ESXi

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

KVM

```
cat /sys/block/<block_device_id>/device/wwid
```

Mehrere Festplattenausfälle bei Verwendung von Software-RAID

Es ist möglich, dass ein System in eine Situation gerät, in der mehrere Laufwerke gleichzeitig ausfallen. Das Verhalten des Systems hängt vom RAID-Schutz des Aggregats 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 unter der maximalen Ausfallanzahl liegt, die der RAID-Typ unterstützt, und eine Ersatzfestplatte verfügbar ist, startet der Wiederherstellungsprozess automatisch. Wenn keine Ersatzfestplatten verfügbar sind, stellt das Aggregat die Daten in einem degradierten Zustand bereit, bis Ersatzfestplatten hinzugefügt werden.

Wenn die Anzahl der ausgefallenen Festplatten die vom RAID-Typ maximal unterstützte Ausfallanzahl überschreitet, wird der lokale Plex als ausgefallen markiert und der Aggregatzustand ist degradiert. Die Daten werden vom zweiten Plex auf dem HA-Partner bereitgestellt. Das bedeutet, dass alle I/O-Anfragen für Node 1 über den Cluster-Interconnect-Port e0e (iSCSI) an die physisch auf Node 2 befindlichen Festplatten gesendet werden. Fällt auch der zweite Plex aus, wird das Aggregat als ausgefallen markiert und die Daten sind nicht verfügbar.

Ein ausgefallener Plex muss gelöscht und neu erstellt werden, damit die korrekte Datenspiegelung wieder aufgenommen werden kann. Beachten Sie, dass ein Ausfall mehrerer Festplatten, der zu einer Beeinträchtigung eines Datenaggregats führt, auch zu einer Beeinträchtigung des Root-Aggregats führt. ONTAP Select verwendet das Root-Data-Data (RDD) Partitionierungsschema, um jedes physische Laufwerk in eine Root-Partition und zwei Datenpartitionen aufzuteilen. Daher kann der Ausfall einer oder mehrerer Festplatten 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.

Ein fehlerhafter Plex wird gelöscht und im folgenden Beispiel neu erstellt:

```
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

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 den `storage disk fail -disk NET-x.y -immediate` Befehl. Wenn ein Ersatzlaufwerk im System vorhanden ist, beginnt das Aggregat mit der Rekonstruktion. Sie können den Status der Rekonstruktion mit dem Befehl `storage aggregate show` überprüfen. Sie können das simulierte ausgefallene Laufwerk mit ONTAP Deploy entfernen. Beachten Sie, dass ONTAP das Laufwerk als `Broken` markiert hat. Das Laufwerk ist nicht tatsächlich defekt und kann mit ONTAP Deploy wieder hinzugefügt werden. Um die Markierung „Broken“ zu entfernen, geben Sie die folgenden Befehle in der ONTAP Select CLI ein:

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

Die Ausgabe des letzten Befehls sollte leer sein.

Virtualisiertes NVRAM

NetApp FAS-Systeme sind traditionell mit einer physischen NVRAM-PCI-Karte ausgestattet. Diese Karte ist eine leistungsstarke Karte mit nichtflüchtigem Flash-Speicher, die einen erheblichen Schub bei der Schreibleistung bietet. Dies geschieht, indem ONTAP die Möglichkeit erhält, eingehende Schreibvorgänge sofort an den Client zurückzumelden. Sie kann außerdem das Verschieben geänderter Datenblöcke zurück auf langsamere Speichermedien in einem als Destaging bekannten Prozess planen.

Standardsysteme sind üblicherweise nicht mit dieser Art von Hardware ausgestattet. Daher wurde die Funktionalität der NVRAM-Karte virtualisiert und in eine Partition auf der ONTAP Select-Systemstartfestplatte ausgelagert. Aus diesem Grund ist die Platzierung der virtuellen Systemfestplatte der Instanz äußerst wichtig.

ONTAP Select vSAN- und externe Array-Konfigurationen

Virtuelle NAS-Bereitstellungen (vNAS) unterstützen ONTAP Select Cluster auf virtuellem SAN (vSAN), einige HCI-Produkte und externe Array-Typen von Datenspeichern. Die zugrunde liegende Infrastruktur dieser Konfigurationen gewährleistet die Ausfallsicherheit der Datenspeicher.

Die Mindestvoraussetzung ist, dass der verwendete Hypervisor (VMware ESXi oder KVM auf einem unterstützten Linux-Host) die zugrunde liegende Konfiguration unterstützt. Wenn der Hypervisor ESXi ist, sollte er in den jeweiligen VMware HCLs aufgeführt sein.

vNAS-Architektur

Die vNAS-Nomenklatur wird für alle Setups verwendet, die kein DAS nutzen. Für ONTAP Select Multi-Node-Cluster umfasst dies Architekturen, bei denen die beiden ONTAP Select Nodes im selben HA-Paar einen gemeinsamen Datenspeicher (einschließlich vSAN-Datenspeicher) nutzen. Die Nodes können auch auf separaten Datenspeichern desselben gemeinsam genutzten externen Arrays installiert werden. Dies ermöglicht Speichereffizienzen auf Array-Seite, um den Gesamtbedarf des gesamten ONTAP Select HA-Paars zu reduzieren. Die Architektur von ONTAP Select vNAS-Lösungen ist der von ONTAP Select auf DAS mit lokalem RAID-Controller sehr ähnlich. Das bedeutet, dass jeder ONTAP Select Node weiterhin eine Kopie der Daten seines HA-Partners hat. ONTAP Speichereffizienzrichtlinien sind Node-bezogen. Daher sind Speichereffizienzen auf Array-Seite vorzuziehen, da sie potenziell auf Datensätze beider ONTAP Select Nodes 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 Vorgehensweise bei der Verwendung von ONTAP Select MetroCluster SDS mit externem Speicher.

Bei der Verwendung separater externer Arrays für jeden ONTAP Select-Knoten ist es sehr wichtig, dass die beiden Arrays ähnliche Leistungsmerkmale wie die ONTAP Select VM bieten.

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

Die vNAS-Architektur ähnelt logisch am ehesten der Architektur eines Servers mit DAS und einem RAID-Controller. In beiden Fällen belegt ONTAP Select Speicherplatz im Datenspeicher. Dieser Datenspeicher wird in VMDKs unterteilt, und diese VMDKs bilden die herkömmlichen ONTAP Datenaggregate. ONTAP Deploy stellt sicher, dass die VMDKs während der Cluster-Erstellung und der Speicher-Hinzufügung korrekt dimensioniert und dem richtigen Plex (bei HA-Paaren) zugewiesen werden.

Es gibt zwei wesentliche Unterschiede zwischen vNAS und DAS mit RAID-Controller. Der offensichtlichste 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 gewährleisten würde. Der zweite, weniger offensichtliche Unterschied betrifft die NVRAM-Leistung.

vNAS NVRAM

Der ONTAP Select NVRAM ist eine VMDK. Das bedeutet, dass ONTAP Select einen byteadressierbaren Speicherbereich (traditionelles NVRAM) auf einem blockadressierbaren Gerät (VMDK) emuliert. Die Leistung des NVRAM ist jedoch absolut entscheidend für die Gesamtleistung des ONTAP Select Knotens.

Bei DAS-Setups mit einem hardwarebasierten RAID-Controller fungiert der Cache des Hardware-RAID-Controllers als NVRAM-Cache, da alle Schreibvorgänge in die NVRAM-VMDK zuerst im RAID-Controller-Cache gespeichert 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 Nutzlast direkt in das Datenaggregat. Der NVRAM wird nur verwendet, um die Adresse der durch die WRITE-Operation 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 destaged wird. Diese Funktion ist nur für vNAS aktiviert, da lokale Schreibvorgänge in den RAID-Controller-Cache eine vernachlässigbar geringe zusätzliche Latenz verursachen.

Die SIDL-Funktion ist nicht mit allen ONTAP Select Speichereffizienzfunktionen kompatibel. Die SIDL-Funktion kann auf Aggregatebene mit folgendem Befehl deaktiviert werden:

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

Die Schreibleistung wird beeinträchtigt, wenn die SIDL-Funktion deaktiviert ist. Es ist möglich, die SIDL-Funktion wieder zu 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)
```

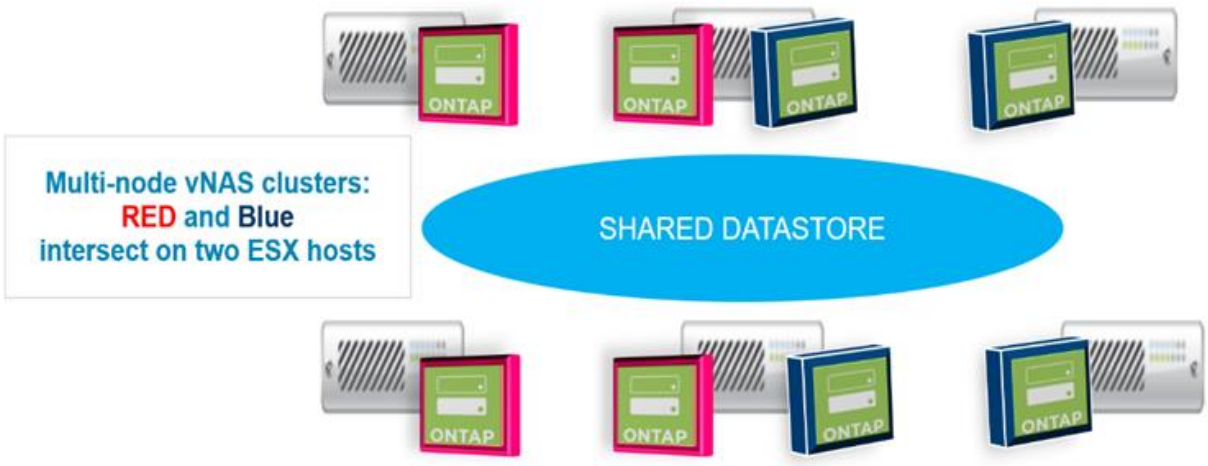
ONTAP Select Knoten bei Verwendung von vNAS auf ESXi zusammenführen

ONTAP Select bietet Unterstützung für Multi-Node ONTAP Select Cluster auf gemeinsam genutztem Speicher. ONTAP Deploy ermöglicht die Konfiguration mehrerer ONTAP Select Nodes auf demselben ESXi-Host, solange diese Nodes nicht Teil desselben Clusters sind.

Diese Konfiguration ist nur für VNAS-Umgebungen (gemeinsam genutzte Datenspeicher) gültig. 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 Multi-Node-VNAS-Clusters nicht mehrere ONTAP Select Instanzen desselben Clusters auf demselben Host platziert werden. Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für die korrekte Bereitstellung von zwei Vier-Node-Clustern, die sich auf zwei Hosts überschneiden.

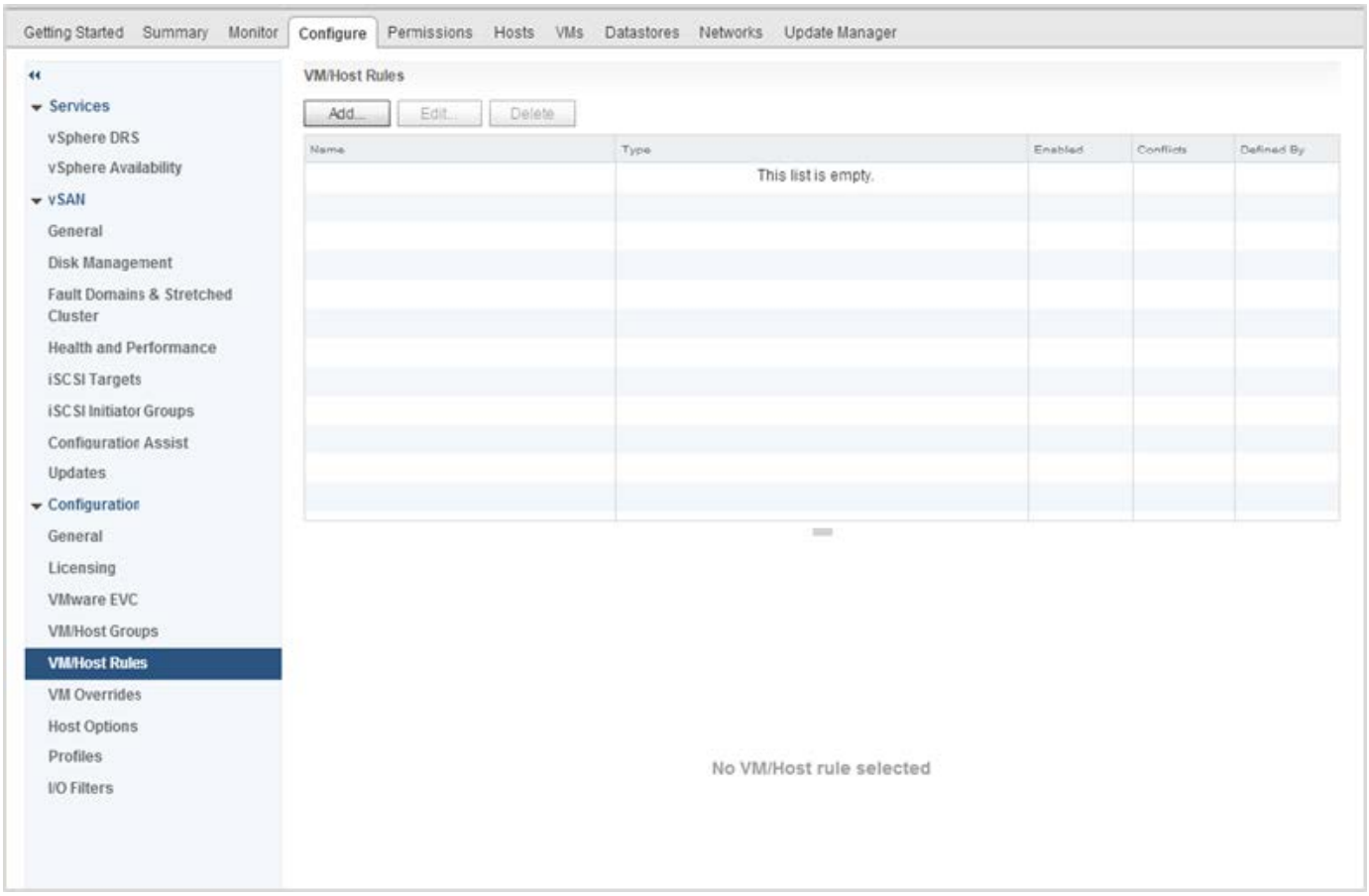
Erstmalige Bereitstellung von Multi-Node-VNAS-Clustern

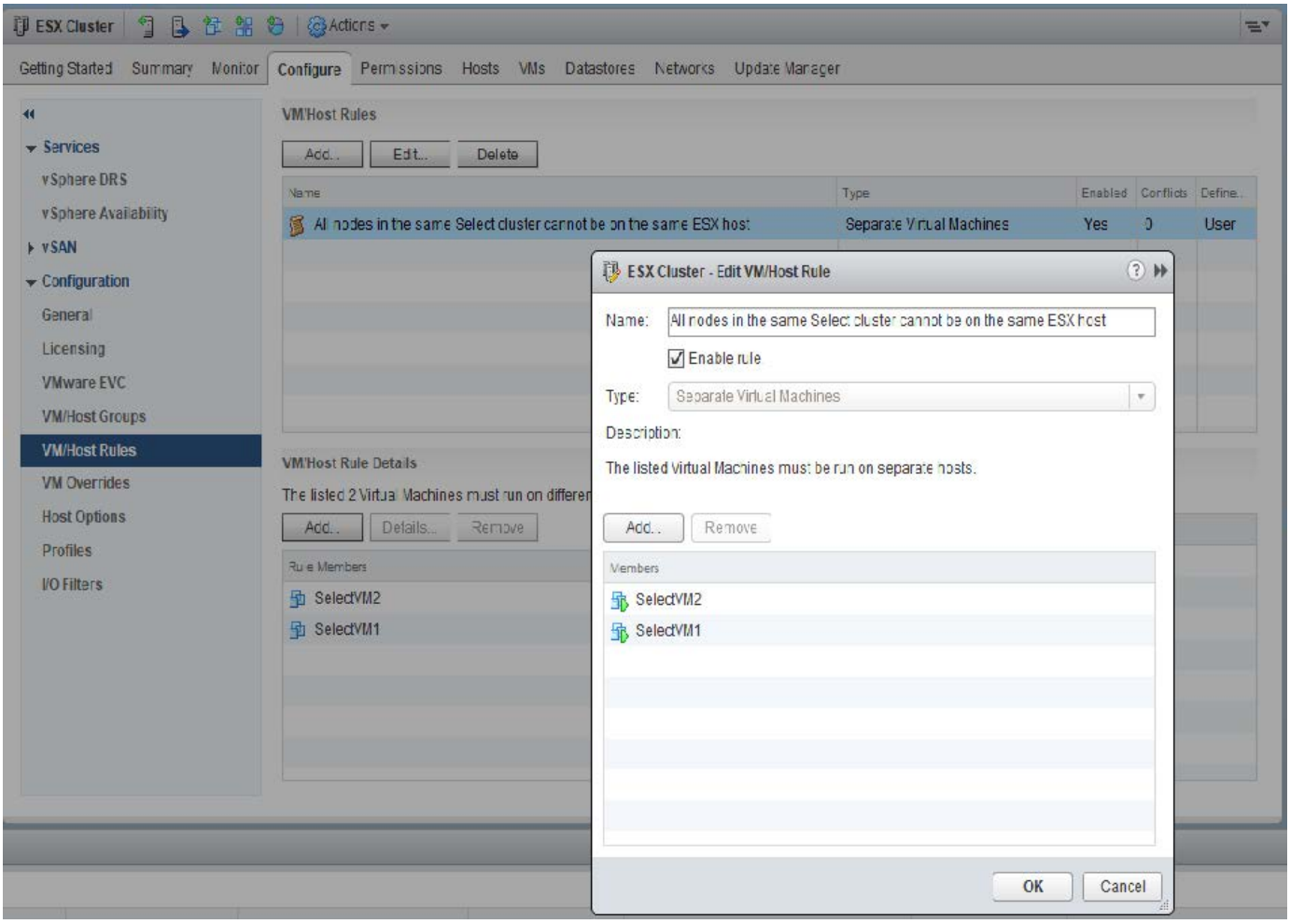


Nach der Bereitstellung können ONTAP Select-Knoten zwischen Hosts migriert werden. Dies kann zu suboptimalen und nicht unterstützten Konfigurationen führen, bei denen zwei oder mehr ONTAP Select-Knoten desselben Clusters denselben Host nutzen. NetApp empfiehlt die manuelle Erstellung von VM-Anti-Affinitätsregeln,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

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

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





Zwei oder mehr ONTAP Select Nodes aus demselben ONTAP Select Cluster könnten aus einem der folgenden Gründe auf demselben ESXi-Host gefunden werden:

- 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.

ONTAP Deploy überwacht die ONTAP Select VM-Standorte nicht proaktiv. Eine Clusteraktualisierung spiegelt diese nicht unterstützte Konfiguration jedoch in den ONTAP Deploy-Protokollen wider:



Überlegungen zur Erhöhung der Speicherkapazität von ONTAP Select

ONTAP Deploy kann verwendet werden, um zusätzlichen Speicher für jeden Node in einem ONTAP Select Cluster hinzuzufügen und zu lizenzieren.

Die Speichererweiterungsfunktion in ONTAP Deploy ist die einzige Möglichkeit, den verwalteten Speicher zu

vergrößern, und eine direkte Änderung der ONTAP Select VM wird nicht unterstützt. Die folgende Abbildung zeigt das „+“-Symbol, das den Speichererweiterungsassistenten startet.



Die folgenden Überlegungen sind für den Erfolg der Kapazitätserweiterungsoperation wichtig. Das Hinzufügen von Kapazität erfordert, dass die bestehende Lizenz den gesamten Speicherplatz (bestehend plus neu) abdeckt. Ein Speicher-Hinzufügen-Vorgang, der dazu führt, dass der Node seine lizenzierte Kapazität überschreitet, schlägt fehl. Zuerst sollte eine neue Lizenz mit ausreichender Kapazität installiert werden.

Wird die zusätzliche Kapazität einem bestehenden ONTAP Select Aggregate hinzugefügt, sollte der neue Speicherpool (Datenspeicher) ein ähnliches Leistungsprofil wie der bestehende Speicherpool (Datenspeicher) aufweisen. Beachten Sie, dass es nicht möglich ist, einem ONTAP Select Node mit AFF-ähnlicher Personality (Flash-fähig) Nicht-SSD-Speicher hinzuzufügen. Das Mischen von DAS und externem Speicher wird ebenfalls nicht unterstützt.

Wird einem System lokal angeschlossener Speicher hinzugefügt, um zusätzliche lokale (DAS) Speicherpools bereitzustellen, müssen Sie eine zusätzliche RAID-Gruppe und LUN (oder LUNs) erstellen. Wie bei FAS-Systemen ist darauf zu achten, dass die Leistung der neuen RAID-Gruppe der der ursprünglichen RAID-Gruppe entspricht, wenn Sie demselben Datenaggregat neuen Speicherplatz hinzufügen. Wenn Sie ein neues Datenaggregat erstellen, kann das Layout der neuen RAID-Gruppe abweichen, sofern die Auswirkungen auf die Leistung des neuen Datenaggregats genau bekannt sind.

Der neue Speicherplatz kann als Erweiterung zu demselben Datenspeicher hinzugefügt werden, sofern die Gesamtgröße des Datenspeichers die maximal unterstützte Größe nicht überschreitet. Das Hinzufügen einer Datenspeichererweiterung zu dem Datenspeicher, in dem ONTAP Select bereits installiert ist, kann dynamisch erfolgen und hat keine Auswirkungen auf die Operationen des ONTAP Select Node.

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

In einem HA-Paar enthält jeder Knoten eine Spiegelkopie der Daten seines Partners. Wird Knoten 1 zusätzlicher Speicherplatz hinzugefügt, muss auch seinem Partner, Knoten 2, die gleiche Menge Speicherplatz hinzugefügt werden, damit alle Daten von Knoten 1 auf Knoten 2 repliziert werden. Anders ausgedrückt: Der Speicherplatz, der Knoten 2 im Rahmen der Kapazitätserweiterung für Knoten 1 hinzugefügt wird, 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.

Ein weiterer Aspekt ist hinsichtlich der Leistung zu berücksichtigen. 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, jedoch mit unterschiedlichen Laufwerkstechnologien oder unterschiedlichen RAID-Gruppengrößen, kann zu Leistungsproblemen führen. Dies liegt an der RAID-

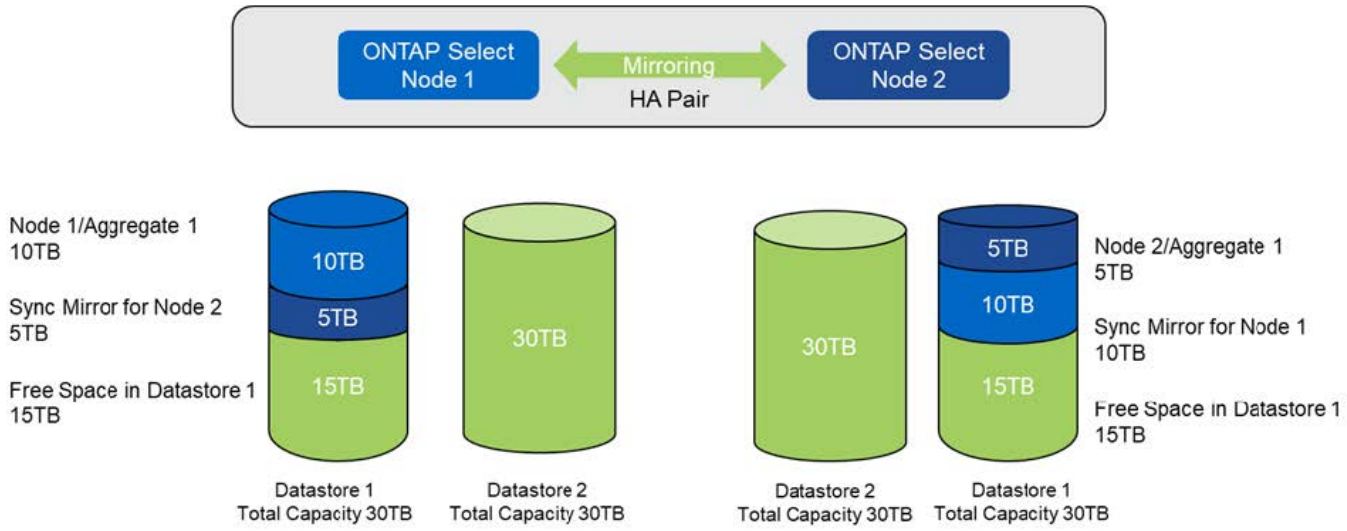
SyncMirror-Operation, die zur Aufrechterhaltung einer Datenkopie auf dem Partnerknoten verwendet wird.

Um die für Benutzer nutzbare Kapazität auf beiden Knoten eines HA-Paares zu erhöhen, müssen zwei Speichererweiterungsoperationen durchgeführt werden, eine für jeden Knoten. Jede Speichererweiterungsoperation erfordert zusätzlichen Speicherplatz auf beiden Knoten. Der insgesamt benötigte Speicherplatz auf jedem Knoten entspricht der Summe des auf Knoten 1 benötigten Speicherplatzes und des auf Knoten 2 benötigten Speicherplatzes.

Die Standardkonfiguration besteht aus zwei Knoten, wobei jeder Knoten über zwei Datenspeicher mit jeweils 30TB Speicherplatz verfügt. ONTAP Deploy erstellt einen Zwei-Node-Cluster, wobei jeder Knoten 10TB Speicherplatz im ersten Datenspeicher belegt. ONTAP Deploy konfiguriert jeden Knoten mit 5TB aktivem Speicherplatz pro Knoten.

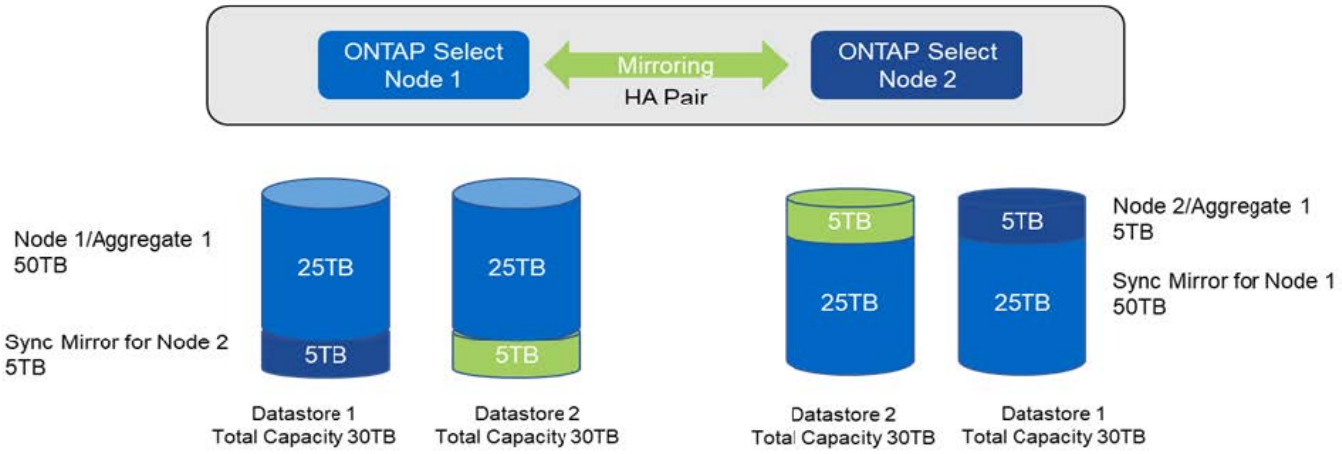
Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse einer einzelnen Speichererweiterung für Knoten 1. ONTAP Select nutzt weiterhin auf jedem Knoten die gleiche Speichermenge (15TB). Knoten 1 verfügt jedoch über mehr aktiven Speicher (10TB) als Knoten 2 (5TB). Beide Knoten sind vollständig geschützt, da jeder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

Kapazitätsverteilung: Belegter und freier Speicherplatz nach einer einzelnen Speicher-add-Operation



Zwei zusätzliche Speichererweiterungsoperationen auf Knoten 1 belegen den restlichen Speicherplatz von Datenspeicher 1 und einen Teil von Datenspeicher 2 (unter Ausschöpfung der Kapazitätsgrenze). Die erste Speichererweiterungsoperation belegt die verbleibenden 15TB freien Speicherplatz in Datenspeicher 1. Die folgende Abbildung zeigt das Ergebnis der zweiten Speichererweiterungsoperation. Zu diesem Zeitpunkt verwaltet Knoten 1 50TB aktive Daten, während Knoten 2 die ursprünglichen 5TB beibehält.

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



Die maximale VMDK-Größe, die während Kapazitätserweiterungen verwendet wird, beträgt 16TB. Die maximale VMDK-Größe, die während Clustererstellungsvorgängen verwendet wird, beträgt weiterhin 8TB. ONTAP Deploy erstellt VMDKs in der richtigen Größe, abhängig von Ihrer Konfiguration (Einzel-Node- oder Multi-Node-Cluster) und der hinzuzufügenden Kapazität. Die maximale Größe jeder VMDK sollte jedoch während der Clustererstellungsvorgänge 8TB und während der Speichererweiterungsvorgänge 16TB nicht überschreiten.

Erweitern Sie die Kapazität für ONTAP Select mit Software-RAID

Der Speichererweiterungsassistent kann analog dazu verwendet werden, um die verwaltete Kapazität für ONTAP Select Nodes mithilfe von Software-RAID zu erhöhen. Der Assistent zeigt nur die verfügbaren DAS SSD-Laufwerke an, die als RDMs der ONTAP Select VM zugeordnet werden können.

Obwohl die Kapazitätslizenz um ein Terabyte erweitert werden kann, ist es bei Software-RAID nicht möglich, die Kapazität physisch um ein einzelnes Terabyte zu erhöhen. Ähnlich wie beim Hinzufügen von Festplatten zu einem FAS oder AFF Array bestimmen bestimmte Faktoren die minimale Menge an Speicher, die in einem einzigen Vorgang hinzugefügt werden kann.

> In einem HA-Paar erfordert das Hinzufügen von Speicher zu Knoten 1, dass auf dem HA-Paar des Knotens (Knoten 2) die gleiche Anzahl an Laufwerken verfügbar ist. Sowohl die lokalen Laufwerke als auch die Remote-Laufwerke werden durch einen Speichererweiterungsvorgang 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, ist ein separater Speichererweiterungsvorgang und eine separate, gleiche Anzahl an Laufwerken auf beiden Knoten erforderlich.

ONTAP Select partitioniert neue Laufwerke in dieselben Root-, Daten- und Datenpartitionen wie die vorhandenen Laufwerke. Die Partitionierung erfolgt beim Erstellen eines neuen Aggregats oder beim Erweitern eines bestehenden Aggregats. Die Größe des Root-Partitionsstreifens auf jeder Festplatte entspricht der Größe der vorhandenen Root-Partition auf den vorhandenen Festplatten. Die Größe jeder der beiden gleich großen Datenpartitionen berechnet sich somit aus der Gesamtkapazität der Festplatte abzüglich der Root-Partitionsgröße, geteilt durch zwei. Die Größe des Root-Partitionsstreifens ist variabel und wird bei der initialen Cluster-Einrichtung wie folgt berechnet. Der benötigte Root-Speicherplatz (68GB für einen Einzelknoten-Cluster und 136GB für HA-Paare) wird auf die anfängliche Anzahl der Festplatten abzüglich etwaiger Ersatz- und Paritätslaufwerke verteilt. Die Größe des Root-Partitionsstreifens bleibt auf allen dem System hinzugefügten Laufwerken konstant.

Wenn Sie ein neues Aggregat erstellen, variiert die Mindestanzahl der erforderlichen Laufwerke je nach RAID-

Typ und davon, ob der ONTAP Select Node Teil eines HA-Paares ist.

Wenn einem bestehenden Datenaggregat Speicher hinzugefügt wird, sind einige zusätzliche Überlegungen erforderlich. Es ist möglich, einem bestehenden RAID-Verbund Festplatten hinzuzufügen, vorausgesetzt, dass die RAID-Gruppe noch nicht das maximale Limit erreicht hat. Die bewährten Verfahren für das Hinzufügen von Spindeln zu bestehenden RAID-Gruppen bei traditionellen FAS und AFF gelten auch hier, und die Entstehung eines Hotspots auf der neuen Spindel ist ein potenzielles Problem. Außerdem können einem bestehenden RAID-Verbund nur Festplatten mit gleicher oder größerer Datenpartitionsgröße hinzugefügt werden. Wie oben erläutert, ist die Datenpartitionsgröße nicht identisch mit der Rohgröße der Festplatte. Wenn die hinzugefügten Datenpartitionen größer als die vorhandenen Partitionen sind, wird die neue Festplatte passend dimensioniert. Mit anderen Worten bleibt ein Teil der Kapazität jeder neuen Festplatte ungenutzt.

Es ist auch möglich, die neuen Laufwerke zu verwenden, um eine neue RAID-Gruppe als Teil eines bestehenden Aggregats zu erstellen. In diesem Fall sollte die Größe der RAID-Gruppe der bestehenden RAID-Gruppengröße entsprechen.

ONTAP Select Speichereffizienzunterstützung

ONTAP Select bietet Speichereffizienzoptionen, die den Speichereffizienzoptionen auf FAS und AFF Arrays ähnlich sind.

ONTAP Select Virtual NAS (vNAS)-Bereitstellungen mit All-Flash-VSAN oder generischen Flash-Arrays sollten die Best Practices für ONTAP Select mit nicht-SSD-Direktanbindungsspeicher (DAS) befolgen.

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

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

- Inline-Nullmustererkennung
- Inline-Deduplizierung von Volumes
- Volume-Hintergrunddeduplizierung
- Adaptive Inline-Komprimierung
- Inline-Datenkompaktierung
- Inline-Deduplizierung von Aggregaten
- Aggregate-Hintergrund-Deduplizierung

Um zu überprüfen, ob ONTAP Select alle standardmäßigen Effizienzrichtlinien 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 während der Erstinstallation des Clusters mit ONTAP Deploy das Kästchen **Speichereffizienz aktivieren** aktivieren. Das Aktivieren einer AFF-ähnlichen Personality nach einem ONTAP-Upgrade, wenn die vorherigen Bedingungen nicht erfüllt wurden, erfordert die manuelle Erstellung eines Boot-Arguments und einen Neustart des Knotens. Wenden Sie sich für weitere Details an den technischen Support.

ONTAP Select Speichereffizienzkonfigurationen

Die folgende Tabelle fasst die verschiedenen verfügbaren Speichereffizienzoptionen zusammen, die je nach Medientyp und Softwarelizenz standardmäßig aktiviert oder nicht standardmäßig aktiviert, aber empfohlen sind.

ONTAP Select-Funktionen	DAS SSD (Premium oder Premium XL[1])	DAS HDD (alle Lizenzen)	vNAS (alle Lizenzen)
Inline-Nullpunkterkennung	Ja (Standardeinstellung)	Ja, vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert	Ja, vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert
Inline-Deduplizierung von Volumes	Ja (Standardeinstellung)	Nicht verfügbar	Nicht unterstützt
32K Inline-Kompression (Sekundärkompression)	Ja, vom Benutzer pro Volume aktiviert.	Ja, vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert	Nicht unterstützt
8K Inline-Komprimierung (adaptive Komprimierung)	Ja (Standardeinstellung)	Ja, vom Benutzer pro Volume aktiviert	Nicht unterstützt
Hintergrundkomprimierung	Nicht unterstützt	Ja, vom Benutzer pro Volume aktiviert	Ja, vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert
Kompressionsscanner	Ja	Ja	Ja, vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert
Inline-Datenkompaktierung	Ja (Standardeinstellung)	Ja, vom Benutzer pro Volume aktiviert	Nicht unterstützt
Verdichtungsscanner	Ja	Ja	Nicht unterstützt
Inline-Deduplizierung von Aggregaten	Ja (Standardeinstellung)	k. A.	Nicht unterstützt
Volume-Hintergrunddeduplizierung	Ja (Standardeinstellung)	Ja, vom Benutzer pro Volume aktiviert	Ja, vom Benutzer auf Volume-Basis aktiviert

ONTAP Select-Funktionen	DAS SSD (Premium oder Premium XL[1])	DAS HDD (alle Lizenzen)	vNAS (alle Lizenzen)
Aggregate-Hintergrund-Deduplizierung	Ja (Standardeinstellung)	k. A.	Nicht unterstützt

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 der 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, bis der `system node upgrade-revert show`-Befehl anzeigt, dass das Upgrade abgeschlossen ist, bevor Sie die Speichereffizienzwerte für vorhandene Volumes überprüfen.

Auf einem System, das auf ONTAP Select 9.6 oder höher aktualisiert wurde, verhält sich ein neues Volume, das auf einem bestehenden Aggregat oder einem neu erstellten Aggregat erstellt wird, genauso wie ein Volume, das bei einer Neuinstallation erstellt wird. Bestehende Volumes, die das ONTAP Select-Code-Upgrade durchlaufen, weisen größtenteils dieselben Effizienzrichtlinien auf wie neu erstellte Volumes, jedoch mit einigen Abweichungen:

Szenario 1

Wenn vor dem Upgrade keine Speichereffizienzrichtlinien für ein Volume aktiviert waren, dann:

- Volumes mit `space guarantee = volume` haben keine Inline-Datenkomprimierung, aggregierte Inline-Deduplizierung und aggregierte Hintergrunddeduplizierung aktiviert. Diese Optionen können nach dem Upgrade aktiviert werden.
- Volumes mit `space guarantee = none` haben die Hintergrundkomprimierung nicht aktiviert. Diese Option kann nach dem Upgrade aktiviert werden.
- Die Effizienzrichtlinie für die bestehenden Volumes wird nach dem Upgrade auf auto eingestellt.

Szenario 2

Wenn vor dem Upgrade bereits Speichereffizienzmaßnahmen auf einem Volume aktiviert sind, dann:

- Volumes mit `space guarantee = volume` sehen nach dem Upgrade keinen Unterschied.
- Volumes mit `space guarantee = none` aktivierter aggregierter Hintergrunddeduplizierung.
- Volumen mit `storage policy inline-only` haben ihre Richtlinie auf automatisch eingestellt.
- Bei Volumes mit benutzerdefinierten Speichereffizienzrichtlinien ändert sich die Richtlinie nicht, mit Ausnahme von Volumes mit `space guarantee = none`. Bei diesen 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 BESCHRÄNKT AUF DIE STILLSCHWEIGENDE GEWÄHRLEISTUNG DER MARKTGÄNGIGKEIT UND EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK, DIE HIERMIT AUSGESCHLOSSEN WERDEN. NETAPP ÜBERNIMMT KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, ZUFÄLLIGE, BESONDERE, BEISPIELHAFTE SCHÄDEN ODER FOLGESCHÄDEN (EINSCHLIESSLICH, JEDOCH NICHT BESCHRÄNKT AUF DIE BESCHAFFUNG VON ERSATZWAREN ODER -DIENSTLEISTUNGEN, NUTZUNGS-, DATEN- ODER GEWINNVERLUSTE ODER UNTERBRECHUNG DES GESCHÄFTSBETRIEBS), UNABHÄNGIG DAVON, WIE SIE VERURSACHT WURDEN UND AUF WELCHER HAFTUNGSTHEORIE SIE BERUHEN, OB AUS VERTRAGLICH FESTGELEGTER HAFTUNG, VERSCHULDENSUNABHÄNGIGER HAFTUNG ODER DELIKTSHAFTUNG (EINSCHLIESSLICH FAHRLÄSSIGKEIT ODER AUF ANDEREM WEGE), DIE IN IRGENDEINER WEISE AUS DER NUTZUNG DIESER SOFTWARE RESULTIEREN, SELBST WENN AUF DIE MÖGLICHKEIT DERARTIGER SCHÄDEN HINGEWIESEN WURDE.

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

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

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

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

Markeninformationen

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