FlexCache Volumenmanagement

ONTAP 9

NetApp
November 13, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/de-de/ontap/flexcache/index.html on November 13, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

Inhalt

FlexCache Volumenmanagement . . . 1
Informationen zu ONTAP FlexCache Volumes . . . 1
Videos . . . 2
Unterstützte und nicht unterstützte Funktionen für ONTAP FlexCache Volumes . . . 3
ONTAP Versionsunterstützung zwischen FlexCache volumes und Ursprungsvolumes . . . 3
Unterstützte Protokolle . . . 3
Unterstützte Funktionen . . . 4
Richtlinien zur Dimensionierung von ONTAP FlexCache Volumes . . . 9
ONTAP FlexCache Volumes erstellen . . . 9
FlexCache Write-Back . . . 14
Erfahren Sie mehr über ONTAP FlexCache Write-Back . . . 14
ONTAP FlexCache Rückschreibrichtlinien . . . 16
ONTAP FlexCache Write-Back-Architektur . . . 18
ONTAP FlexCache Write-Back-Anwendungsfälle . . . 22
ONTAP FlexCache Write-Back-Voraussetzungen . . . 24
ONTAP FlexCache Write-Back Interoperabilität . . . 25
ONTAP FlexCache Write-Back aktivieren und verwalten . . . 26
Häufig gestellte Fragen zu ONTAP FlexCache Write-Back . . . 30
FlexCache-Dualität . . . 31
FAQ zu ONTAP FlexCache Dualität . . . 31
Aktivierung des S3-Zugriffs auf ONTAP NAS FlexCache Volumes . . . 32
FlexCache-Volumes verwalten . . . 39
Informationen zur Überprüfung von ONTAP FlexCache Volumes . . . 39
Eigenschaften von ONTAP FlexCache Volumes mit einem Ursprungsvolume synchronisieren . . . 39
Die Konfiguration der ONTAP FlexCache Beziehungen aktualisieren . . . 40
Aktualisierungen der Dateizugriffszeit für Dateizugriffe auf ONTAP FlexCache Volumes . . . 40
Globale Dateisperrung auf ONTAP FlexCache Volumes aktivieren . . . 42
ONTAP FlexCache Volumes vorbelegen . . . 43
ONTAP FlexCache Beziehungen löschen . . . 45
FlexCache zur Hotspot-Remediation . . . 45
Behebung von Hotspots in Hochleistungsrechen-Workloads mit ONTAP FlexCache Volumes . . . 45
Entwicklung einer ONTAP FlexCache Hotspot-Remediation-Lösung . . . 46
ONTAP FlexCache-Dichte ermitteln . . . 49
Eine ONTAP Inter-SVM oder Intra-SVM HDFA-Option bestimmen . . . 51
HDFAs und ONTAP Daten-LIFs konfigurieren . . . 53
Clients für die Verteilung von ONTAP NAS-Verbindungen konfigurieren . . . 56

FlexCache Volumenmanagement

Informationen zu ONTAP FlexCache Volumes

NetApp FlexCache Technologie beschleunigt den Dateizugriff, reduziert die WAN-Latenz und senkt die WAN-Bandbreite-Kosten für leseintensive Workloads, insbesondere wenn Clients wiederholt auf dieselben Daten zugreifen müssen. Wenn ein FlexCache volume erstellt wird, entsteht ein Remote-Cache eines bereits vorhandenen (Ursprungs-)Volumes, der nur die aktiv abgerufenen Daten (Hot Data) des Ursprungs-Volumes enthält.

Wenn ein FlexCache Volume eine Leseanforderung für die heißen Daten erhält, die es enthält, kann es schneller reagieren als das Ursprungsvolume, da die Daten nicht so weit zum Client übertragen werden müssen. Wenn ein FlexCache Volume eine Leseanforderung für selten gelesene Daten (kalte Daten) erhält, ruft es die benötigten Daten vom Ursprungsvolume ab und speichert sie, bevor die Client-Anfrage bedient wird. Nachfolgende Leseanforderungen für diese Daten werden dann direkt vom FlexCache Volume bedient. Nach der ersten Anfrage müssen die Daten nicht mehr über das Netzwerk übertragen oder von einem stark ausgelasteten System bereitgestellt werden. Ein Beispiel: Im Cluster treten an einem einzelnen Zugriffspunkt für häufig angeforderte Daten Engpässe auf. FlexCache Volumes können innerhalb des Clusters verwendet werden, um mehrere Mountpunkte für die heißen Daten bereitzustellen, wodurch die Engpässe reduziert und die Performance erhöht wird. Ein weiteres Beispiel: Es besteht die Notwendigkeit, den Netzwerkverkehr zu einem Volume zu verringern, auf das von mehreren Clustern zugegriffen wird. FlexCache Volumes können verwendet werden, um die heißen Daten vom Ursprungsvolume auf die Cluster im Netzwerk zu verteilen. Dadurch wird der WAN-Verkehr reduziert, da Benutzern näher gelegene Zugriffspunkte bereitgestellt werden.

Sie können auch die FlexCache Technologie nutzen, um die Leistung in Cloud- und Hybrid Cloud-Umgebungen zu verbessern. Ein FlexCache Volume kann beim Übergang von Workloads in die Hybrid Cloud unterstützen, indem Daten aus einem lokalen Rechenzentrum in die Cloud zwischengespeichert werden. Mit FlexCache Volumes lassen sich zudem Cloud-Silos auflösen, indem Daten von einem Cloud-Anbieter zu einem anderen oder zwischen zwei Regionen desselben Cloud-Anbieters zwischengespeichert werden.

Ab ONTAP 9.19.1 verbessert sich die Leistung, wenn Hunderte bis Tausende von Clients gleichzeitig dasselbe kleine NAS-Verzeichnis, 2 MB oder weniger (ca. 25.000 Dateien), auflisten. Diese Verbesserung reduziert den Bedarf an Workarounds wie lokalen FlexCache-Volumes, um eine hohe Anzahl von Clients zu unterstützen, die Verzeichnisauflistungen durchführen. Bei geringerer Client-Anzahl wird die Leistung nicht negativ beeinflusst. ONTAP 9.19.1 stellt mehr CPU-Ressourcen für die Verarbeitung von Auflistungsanfragen kleiner NAS-Verzeichnisse bereit. Diese Performance-Verbesserung ist automatisch und erfordert keine Konfiguration.

Ab ONTAP 9.10.1 ist es möglich, "Globale Dateisperrung aktivieren" über alle FlexCache Volumes hinweg durchzuführen. Die globale Dateisperrung verhindert, dass ein Benutzer auf eine Datei zugreift, die bereits von einem anderen Benutzer geöffnet wurde. Aktualisierungen des Ursprungsvolumes werden dann gleichzeitig an alle FlexCache Volumes verteilt.

Ab ONTAP 9.9.1 führen FlexCache Volumes eine Liste nicht gefundener Dateien. Dies trägt zur Reduzierung des Netzwerkverkehrs bei, da nicht mehr mehrere Anfragen an den Ursprung gesendet werden müssen, wenn Clients nach nicht vorhandenen Dateien suchen.

Eine Liste zusätzlicher "Unterstützte Funktionen für FlexCache volumes und deren Ursprungsvolumes", einschließlich einer Liste der unterstützten Protokolle nach ONTAP Version, ist ebenfalls verfügbar.

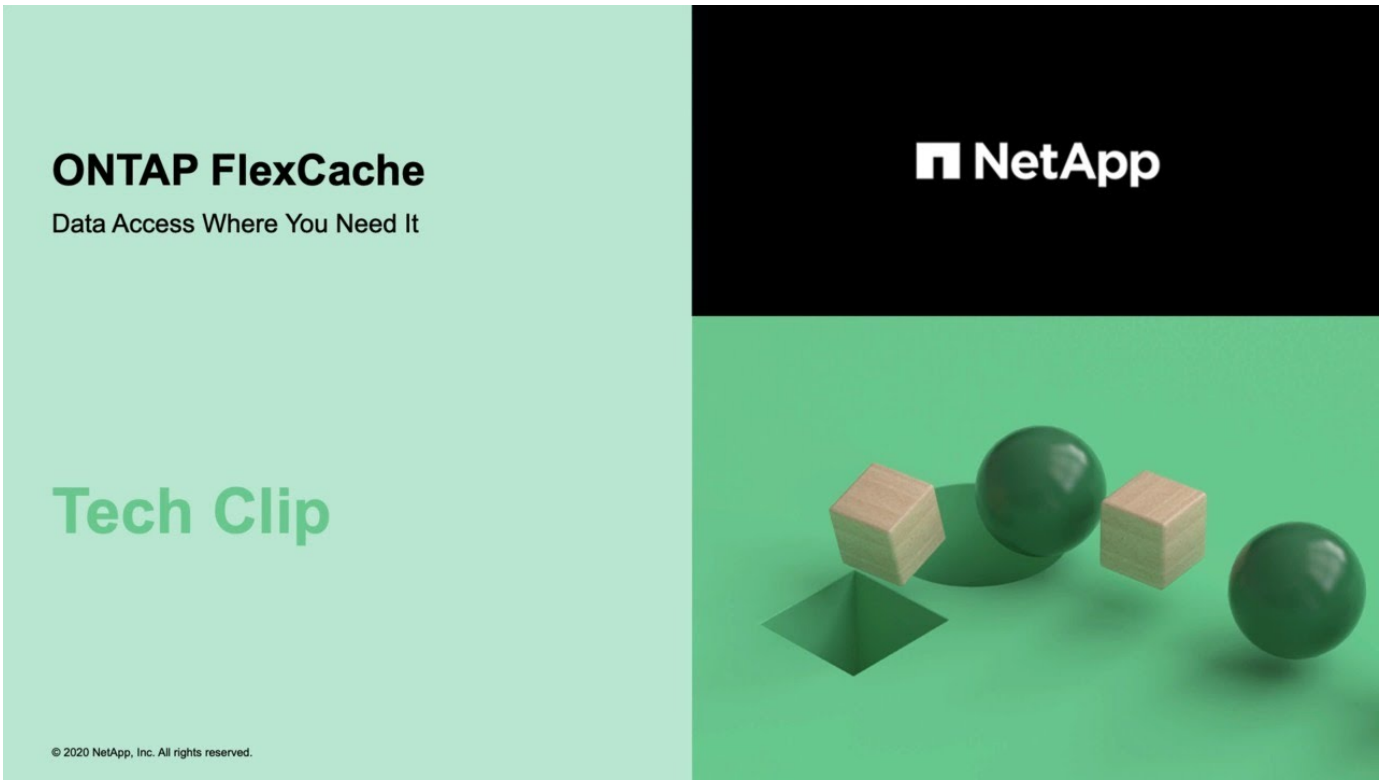
Weitere Informationen zur Architektur der ONTAP FlexCache Technologie finden sich in "TR-4743: FlexCache in ONTAP".

Videos

Wie FlexCache WAN-Latenz und Lesezeiten für globale Daten reduzieren kann



Informationen zu den Leistungsvorteilen von ONTAP FlexCache.



Unterstützte und nicht unterstützte Funktionen für ONTAP FlexCache Volumes

Ab ONTAP 9.5 ist die Konfiguration von FlexCache Volumes möglich. FlexVol Volumes werden als Ursprungsvolumes unterstützt und FlexGroup Volumes werden als FlexCache Volumes unterstützt. Ab ONTAP 9.7 werden sowohl FlexVol Volumes als auch FlexGroup Volumes als Ursprungsvolumes unterstützt. Die unterstützten Funktionen und Protokolle für das Ursprungsvolume und das FlexCache Volume unterscheiden sich.

Cache Volumes und Ursprungs Volumes können miteinander arbeiten, solange beide auf einer unterstützten Version von ONTAP laufen. Zu beachten ist, dass Funktionen nur dann unterstützt werden, wenn sowohl der Cache als auch der Ursprung mindestens auf der ONTAP Version betrieben werden, in der die Unterstützung eingeführt wurde, oder auf einer späteren ONTAP Version.

ONTAP Versionsunterstützung zwischen FlexCache volumes und Ursprungsvolumes

Die empfohlene ONTAP Version, die zwischen dem Ursprungs-Volume und dem Cache-Volume unterstützt wird, liegt höchstens vier Versionen früher oder vier Versionen später. Wenn der Cache beispielsweise ONTAP 9.14.1 verwendet, ist die früheste Version, die das Ursprungs-Volume verwenden kann, ONTAP 9.10.1.

Unterstützte Protokolle

Protokoll	Wird dies auf dem Ursprungsvolume unterstützt?	Wird das FlexCache Volume unterstützt?
NFSv3	Ja	Ja
NFSv4	Ja Um auf Cache-Volumes mit dem NFSv4.x-Protokoll zuzugreifen, müssen sowohl der Ursprungs- als auch der Cache-Cluster ONTAP 9.10.1 oder höher verwenden. Der Ursprungs-Cluster und der FlexCache Cluster können unterschiedliche ONTAP Versionen haben, aber beide sollten ONTAP 9.10.1 oder eine neuere Version verwenden, zum Beispiel kann der Ursprungs-Cluster ONTAP 9.10.1 und der Cache-Cluster ONTAP 9.11.1 haben.	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.10.1. Um auf Cache-Volumes mit dem NFSv4.x-Protokoll zuzugreifen, müssen sowohl der Ursprungs- als auch der Cache-Cluster ONTAP 9.10.1 oder höher verwenden. Der Ursprungs-Cluster und der FlexCache Cluster können unterschiedliche ONTAP Versionen haben, aber beide sollten ONTAP 9.10.1 oder eine neuere Version verwenden, zum Beispiel kann der Ursprungs-Cluster ONTAP 9.10.1 und der Cache-Cluster ONTAP 9.11.1 haben.
NFSv4.2	Ja	Nein
SMB	Ja	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.8.

Unterstützte Funktionen

Funktion	Wird dies auf dem Ursprungsvolume unterstützt?	Wird das FlexCache Volume unterstützt?
Autonomer Ransomware-Schutz	Ja Unterstützt für FlexVol Ursprungvolumes ab ONTAP 9.10.1 und unterstützt für FlexGroup Ursprungvolumes ab ONTAP 9.13.1. Siehe "Anwendungsfälle und Überlegungen zum autonomen Ransomware-Schutz".	Nein
Antivirus	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7.	Nicht zutreffend Wenn Sie die Virenprüfung am Ursprung konfigurieren, ist sie im Cache nicht erforderlich. Die Virenprüfung am Ursprung erkennt mit Viren infizierte Dateien, bevor Schreibvorgänge abgeschlossen werden, unabhängig von der Schreibquelle. Weitere Informationen zur Verwendung der Virenprüfung mit FlexCache finden sich unter "FlexCache mit ONTAP Technical Report".
Prüfung	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7. NFS-Dateizugriffsereignisse in FlexCache Beziehungen lassen sich mit der nativen ONTAP-Überwachung protokollieren. Weitere Informationen sind unter Überlegungen zur Prüfung von FlexCache Volumes verfügbar.	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7. NFS-Dateizugriffsereignisse in FlexCache Beziehungen lassen sich mit der nativen ONTAP-Überwachung protokollieren. Weitere Informationen sind unter Überlegungen zur Prüfung von FlexCache Volumes verfügbar.
Cloud Volumes ONTAP	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.6	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.6
Verdichtung	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.6	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7
Komprimierung	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.6	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.6

Deduplizierung	Ja	Ja Inline-Deduplizierung wird auf FlexCache Volumes ab ONTAP 9.6 unterstützt. Cross-Volume-Deduplizierung wird auf FlexCache Volumes ab ONTAP 9.7 unterstützt.
FabricPool	Ja	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7 Sie können ein FlexCache Volume als Cache für ein Ursprungsvolume erstellen, bei dem FabricPool Tiering aktiviert ist, aber das FlexCache Volume selbst kann nicht getiert werden.
FlexCache DR	Ja	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.9.1, nur mit NFSv3 Protokoll. FlexCache Volumes müssen sich in separaten SVMs oder in separaten Clustern befinden.
FlexGroup-Volume	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7	Ja
FlexVol volume	Ja	Nein
FPolicy	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7	Ja Unterstützt für NFS ab ONTAP 9.7. Unterstützt für SMB ab ONTAP 9.14.1.
MetroCluster Konfiguration	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7
Microsoft Offloaded Data Transfer (ODX)	Ja	Nein
NetApp Aggregate Encryption (NAE)	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.6	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.6
NetApp Volume Encryption (NVE)	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.6	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.6

NVFail	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.20.1. FlexCache Erstellung ist zulässig, wenn NVFAIL auf dem Ursprung aktiviert ist. "Weitere Informationen zu NVFail"	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.20.1. Sie können NVFAIL auf dem Cache-Volume jederzeit und unabhängig vom Ursprung mithilfe des `nvfail=on`Parameters des `volume modify`Befehls aktivieren.
ONTAP S3 NAS Bucket	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.12.1	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.18.1 für FlexGroup Ursprünge. Ab ONTAP 9.20.1 auch für FlexVol Ursprünge unterstützt.
QoS	Ja	Ja Dateiebene-QoS wird für FlexCache Volumes nicht unterstützt.
Qtrees	Ja Ab ONTAP 9.6 ist das Erstellen und Bearbeiten von Qtrees möglich. Qtrees, die auf der Quelle erstellt wurden, sind im Cache zugänglich.	Nein
Kontingente	Ja Ab ONTAP 9.6 wird die Quotenüberwachung auf FlexCache Ursprungsvolumes für Benutzer, Gruppen und Qtrees unterstützt.	Nein Im FlexCache Writearound-Modus (Standardmodus) werden Schreibvorgänge im Cache an das Ursprungsvolume weitergeleitet. Quoten werden auf dem Ursprungsvolume durchgesetzt. Ab ONTAP 9.6 wird Remote Quota (rquota) auf FlexCache Volumes unterstützt.
SMB Change Notify	Ja	Ja Ab ONTAP 9.14.1 wird SMB Change Notify im Cache unterstützt.
SnapLock Volumes	Nein	Nein

SnapMirror asynchrone Beziehungen	Ja Mehr über die Ursprünge von FlexCache: • Ein FlexCache Volume kann von einem originären FlexVol Volume erstellt werden • Ein FlexCache Volume kann von einem ursprünglichen FlexGroup stammen • Ein FlexCache Volume kann von einem primären Ursprungsvolume in SnapMirror Beziehung erstellt werden. • Ab ONTAP 9.8 kann ein SnapMirror sekundäres Volume ein FlexCache Ursprungsvolume sein. Das SnapMirror sekundäre Volume muss im Leerlauf sein und darf keine aktiven SnapMirror Updates haben, andernfalls schlägt die FlexCache Erstellung fehl.	Nein
SnapMirror synchron Beziehungen	Nein	Nein
SnapRestore	Ja	Nein
Snapshots	Ja	Nein

SVM DR Konfiguration	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.5. Die primäre SVM einer SVM DR Beziehung kann das Ursprungsvolume haben; wenn jedoch eine ONTAP-Version vor ONTAP 9.18.1 verwendet wird, muss bei einer Unterbrechung der SVM DR Beziehung die FlexCache Beziehung mit einem neuen Ursprungsvolume neu erstellt werden. Ab ONTAP 9.18.1 werden die Caches bei einem Failover der origin SVM automatisch auf den origin am DR-Standort umgeschaltet. Manuelle Wiederherstellungsschritte entfallen. Informationen zur Erstellung von FlexCache Volumes.	Nein Sie können FlexCache Origin-Volumes in primären SVMs haben, aber nicht in sekundären SVMs. Die FlexCache Beziehung wird nicht repliziert, aber die Ursprungsvolumedaten werden als reguläres Volume repliziert.
Storage-level Access Guard (SLAG)	Nein	Nein
Manipulationssichere Schnappschüsse	Ja	Nein
Thin Provisioning	Ja	Ja Unterstützt ab ONTAP 9.7
Volumenklonierung	Ja Das Klonen eines Quellvolumes und der darin enthaltenen Dateien wird ab ONTAP 9.6 unterstützt.	Nein
Volume verschieben	Ja	Ja (nur für Volumenbestandteile) Das Verschieben von Volumenbestandteilen eines FlexCache Volume wird ab ONTAP 9.6 unterstützt.
Volume Rehost	Nein	Nein
vStorage API für Array Integration (VAAI)	Ja	Nein

Richtlinien zur Dimensionierung von ONTAP FlexCache Volumes

FlexCache Größenbeschränkungen hängen von der auf Ihrem System installierten ONTAP Version ab. Bevor Sie mit der Provisionierung von FlexCache Volumes beginnen, sollten Sie die Beschränkungen für Ihre ONTAP Version überprüfen.

Die Größenbeschränkung eines FlexVol volume gilt für ein Ursprungsvolume. Die Größe eines FlexCache volume ist typischerweise kleiner oder gleich der Größe des Ursprungsvolumes. Es kann ein Cache erstellt werden, der größer als das Ursprungsvolume ist, dies ist jedoch unüblich. Als Best Practice sollte die Größe eines FlexCache volume mindestens 10 Prozent der Größe des Ursprungsvolumes betragen.

Um die aktuellsten Informationen zu den Größenbeschränkungen von FlexCache für Ihre Version von ONTAP zu finden, sind die folgenden Schritte erforderlich:

1. Wechseln Sie zu "NetApp Hardware Universe".
2. Unter **Produkte** erfolgt die Auswahl Ihrer Plattform.
3. Nach der Auswahl Ihrer ONTAP Version folgt die Auswahl von **Ergebnisse anzeigen**.
4. Zu **FlexCache Cluster Limits** scrollen oder danach suchen.

ONTAP FlexCache Volumes erstellen

Sie können ein FlexCache Volume im selben ONTAP-Cluster erstellen, um die Performance beim Zugriff auf ein häufig genutztes Objekt zu verbessern. Wenn Sie Rechenzentren an verschiedenen Standorten haben, können Sie FlexCache Volumes auf entfernten ONTAP-Clustern erstellen, um den Datenzugriff zu beschleunigen.

Über diese Aufgabe

- Ab ONTAP 9.18.1 können Sie den S3 NAS-Bucket-Zugriff auf einem FlexCache volume aktivieren, indem Sie beim Erstellen des Volumes die `-is-s3-enabled` Option auf `true` festlegen. Diese Option ist standardmäßig deaktiviert.

  In ONTAP 9.18.1 und 9.19.1 wird der Zugriff auf S3 NAS Buckets auf FlexCache Volumes nur unterstützt, wenn das Ursprungsvolume ein FlexGroup Volume ist. Ab ONTAP 9.20.1 wird der Zugriff auf S3 NAS Buckets auch für FlexCache Volumes mit FlexVol Ursprüngen unterstützt.

- Ab ONTAP 9.18.1 unterstützt FlexCache die Erstellung von Cache-Volumes für Ursprungsvolumes mit SVMs, die zu einer SVM-DR-Beziehung gehören.

  Wenn ONTAP 9.18.1 oder höher verwendet wird, muss ein Speicheradministrator die Cache-SVMs sowohl mit den primären als auch den sekundären Ursprungs-SVMs, die Teil einer SVM-DR-Beziehung sind, peeren, bevor Cache-Volumes von Ursprungs-Volumes erstellt werden, die Teil einer SVM-DR-Beziehung sind.

- Ab ONTAP 9.14.0 ist es möglich, ein unverschlüsseltes FlexCache Volume aus einer verschlüsselten Quelle zu erstellen.
- Ab ONTAP 9.7 werden sowohl FlexVol Volumes als auch FlexGroup Volumes als Ursprungsvolumes unterstützt.
- Ab ONTAP 9.5 unterstützt FlexCache FlexVol Volumes als Ursprungsvolumes und FlexGroup Volumes als

FlexCache Volumes.

Bevor Sie beginnen

- ONTAP 9.5 oder höher muss ausgeführt werden.
- Wenn Sie ONTAP 9.6 oder eine frühere Version verwenden, müssen Sie "Eine FlexCache-Lizenz hinzufügen".

  Für ONTAP 9.7 oder höher ist keine FlexCache Lizenz erforderlich. Ab ONTAP 9.7 ist die FlexCache Funktionalität in ONTAP enthalten und erfordert keine Lizenz oder Aktivierung mehr.

- Stellen Sie sicher, dass die FlexCache Volume-Namen maximal 197 Zeichen lang sind.

> Wenn ein HA-Paar "Verschlüsselung von SAS- oder NVMe-Laufwerken (SED, NSE, FIPS)" verwendet wird, müssen Sie die Anweisungen im Thema "Zurückstellen eines FIPS-Laufwerks oder SED in den ungeschützten Modus" für alle Laufwerke innerhalb des HA-Paares befolgen, bevor Sie das System initialisieren (Boot-Optionen 4 oder 9). Andernfalls kann es in Zukunft zu Datenverlust kommen, wenn die Laufwerke wiederverwendet werden.

Beispiel 1. Schritte

System Manager

1. Wenn sich das FlexCache Volume in einem anderen ONTAP Cluster als das Ursprungsvolume befindet, erstellen Sie eine Cluster Peer-Beziehung:
   a. Im lokalen Cluster auf **Schutz > Übersicht** klicken.
   b. **Intercluster-Einstellungen** erweitern, auf **Netzwerkschnittstellen hinzufügen** klicken und Intercluster-Netzwerkschnittstellen für den Cluster hinzufügen.

      Dieser Schritt ist auf dem Remote-Cluster zu wiederholen.

   c. Im Remote-Cluster auf **Schutz > Übersicht** klicken. Im Abschnitt Cluster Peer auf ⋮ klicken und **Passphrase generieren** auswählen.
   d. Die generierte Passphrase wird kopiert und im lokalen Cluster eingefügt.
   e. Im lokalen Cluster unter Cluster Peers auf **Peer Clusters** klicken und das lokale und das Remote-Cluster peeren.
2. Erstellen einer SVM Peer-Beziehung:

   Unter Storage VM Peers auf ⋮ und dann auf **Peer Storage VMs** klicken, um die Storage VMs zu peeren.

3. **Speicher > Volumes** auswählen.
4. Wählen Sie **Add**.
5. **Weitere Optionen** auswählen und dann **Als Cache für ein Remote-Volume hinzufügen** wählen.

> Wenn Sie ONTAP 9.8 oder höher verwenden und QoS deaktivieren oder eine benutzerdefinierte QoS-Richtlinie auswählen möchten, klicken Sie auf **Weitere Optionen** und wählen Sie dann unter **Speicher und Optimierung** die Option **Leistungsdienststufe** aus.

CLI

1. Wenn sich das zu erstellende FlexCache Volume in einem anderen Cluster befindet, ist eine Cluster Peer-Beziehung zu erstellen:

   a. Im Ziel-Cluster eine Peer-Beziehung mit dem Quell-Cluster für den Datenschutz erstellen:

   ```
   cluster peer create -generate-passphrase -offer-expiration
   MM/DD/YYYY HH:MM:SS|1...7days|1...168hours -peer-addrs
   <peer_LIF_IPs> -initial-allowed-vserver-peers <svm_name>,..|*
   -ipspace <ipspace_name>
   ```

   Ab ONTAP 9.6 ist die TLS-Verschlüsselung beim Erstellen einer Cluster Peer-Beziehung standardmäßig aktiviert. Die TLS-Verschlüsselung wird für die Intercluster-Verbindung zwischen dem Ursprung und FlexCache Volumes unterstützt. Die TLS-Verschlüsselung kann bei Bedarf für die Cluster Peer-Beziehung auch deaktiviert werden.

```
cluster02::> cluster peer create -generate-passphrase -offer
-expiration 2days -initial-allowed-vserver-peers *

                    Passphrase: UCa+6lRVICXeL/gq1WrK7ShR
              Expiration Time: 6/7/2017 08:16:10 EST
  Initial Allowed Vserver Peers: *
            Intercluster LIF IP: 192.140.112.101
              Peer Cluster Name: Clus_7ShR (temporary generated)

Warning: make a note of the passphrase - it cannot be displayed
again.
```

   a. Auf dem Quell-Cluster wird der Quell-Cluster gegenüber dem Ziel-Cluster authentifiziert:

   ```
   cluster peer create -peer-addrs <peer_LIF_IPs> -ipspace <ipspace>
   ```

```
cluster01::> cluster peer create -peer-addrs
192.140.112.101,192.140.112.102

Notice: Use a generated passphrase or choose a passphrase of 8 or
more characters.
        To ensure the authenticity of the peering relationship,
use a phrase or sequence of characters that would be hard to
guess.

Enter the passphrase:
Confirm the passphrase:
```

```
Clusters cluster02 and cluster01 are peered.
```

2. Befindet sich das FlexCache Volume in einer anderen SVM als das Ursprungsvolume, wird eine SVM Peer-Beziehung mit `flexcache` als Anwendung erstellt:

   a. Befindet sich die SVM in einem anderen Cluster, ist eine SVM-Berechtigung für die Peering-SVMs zu erstellen:

   ```
   vserver peer permission create -peer-cluster <cluster_name>
   -vserver <svm-name> -applications flexcache
   ```

   Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie eine SVM Peer-Berechtigung erstellt wird, die für alle lokalen SVMs gilt:

```
cluster1::> vserver peer permission create -peer-cluster cluster2
-vserver "*" -applications flexcache

Warning: This Vserver peer permission applies to all local Vservers.
After that no explict
"vserver peer accept" command required for Vserver peer relationship
creation request
from peer cluster "cluster2" with any of the local Vservers. Do you
want to continue? {y|n}: y
```

   a. Erstellen der SVM Peer-Beziehung:

   ```
   vserver peer create -vserver <local_SVM> -peer-vserver
   <remote_SVM> -peer-cluster <cluster_name> -applications flexcache
   ```

3. Ein FlexCache Volume erstellen:

```
volume flexcache create -vserver <cache_svm> -volume
<cache_vol_name> -auto-provision-as flexgroup -size <vol_size>
-origin-vserver <origin_svm> -origin-volume <origin_vol_name> -is-s3
-enabled true|false
```

Das folgende Beispiel erstellt ein FlexCache Volume und wählt automatisch vorhandene Aggregate für die Bereitstellung aus:

```
cluster1::> volume flexcache create -vserver vs_1 -volume fc1 -auto
-provision-as flexgroup -origin-volume vol_1 -size 160MB -origin
-vserver vs_1
```

```
[Job 443] Job succeeded: Successful
```

Das folgende Beispiel erstellt ein FlexCache Volume und legt den Verbindungspfad fest:

```
cluster1::> volume flexcache create -vserver vs34 -volume fc4 -aggr
-list aggr34,aggr43 -origin-volume origin1 -size 400m -junction-path
/fc4
[Job 903] Job succeeded: Successful
```

Das folgende Beispiel ermöglicht den S3-Zugriff auf ein FlexCache Volume:

```
cluster1::> volume flexcache create -vserver vs3 -volume
cache_vs3_vol33 -origin-volume vol33 -origin-vserver vs3 -junction
-path /cache_vs3_vol33 -is-s3-enabled true
```

4. Die FlexCache-Beziehung vom FlexCache volume und dem Ursprungsvolumen kann überprüft werden.
   a. Die FlexCache-Beziehung im Cluster wird angezeigt:

```
volume flexcache show
```

```
cluster1::> volume flexcache show
Vserver Volume      Size       Origin-Vserver Origin-Volume
Origin-Cluster
------- ----------- ---------- -------------- -------------
--------------
vs_1    fc1         160MB      vs_1           vol_1
cluster1
```

   b. Alle FlexCache Beziehungen im Ursprungscluster anzeigen:
   `volume flexcache origin show-caches`

```
cluster::> volume flexcache origin show-caches
Origin-Vserver Origin-Volume   Cache-Vserver    Cache-Volume
Cache-Cluster
-------------- --------------- ---------------  --------------
---------------
vs0            ovol1           vs1              cfg1
clusA
vs0            ovol1           vs2              cfg2
clusB
```

```
vs_1            vol_1           vs_1            fc1
cluster1
```

Ergebnis

Das FlexCache volume wurde erfolgreich erstellt. Clients können das Volume über den Verbindungspfad des FlexCache volume einbinden.

Verwandte Informationen

"Cluster- und SVM-Peering"

FlexCache Write-Back

Erfahren Sie mehr über ONTAP FlexCache Write-Back

Eingeführt in ONTAP 9.15.1, ist FlexCache Write-Back ein alternativer Betriebsmodus für das Schreiben in einem Cache. Write-Back ermöglicht es, dass der Schreibvorgang im Cache auf einem stabilen Speicher gesichert und dem Client bestätigt wird, ohne darauf zu warten, dass die Daten den Ursprung erreichen. Die Daten werden asynchron an den Ursprung zurückgeschrieben. Das Ergebnis ist ein global verteiltes Dateisystem, das Schreibvorgänge mit nahezu lokaler Geschwindigkeit für bestimmte Arbeitslasten und Umgebungen ermöglicht und erhebliche Leistungsverbesserungen bietet.

ONTAP 9.12.1 führte eine Write-Back-Funktion als öffentliche Vorschau ein. Diese wird als Write-Back Version 1 (wbv1) bezeichnet und sollte nicht mit der Write-Back-Funktion in ONTAP 9.15.1 verwechselt werden, die als Write-Back Version 2 (wbv2) bezeichnet wird.

Write-back vs Write-around

Seit FlexCache in ONTAP 9.5 eingeführt wurde, ist es ein les- und beschreibbarer Cache; jedoch arbeitete es im Write-Around-Betriebsmodus. Schreibvorgänge im Cache wurden an den Ursprung gesendet, um dort im permanenten Speicher gesichert zu werden. Nachdem der Ursprung den Schreibvorgang erfolgreich im permanenten Speicher gesichert hatte, bestätigte er den Schreibvorgang an den Cache. Der Cache bestätigte den Schreibvorgang anschließend an den Client. Dadurch verursachte jeder Schreibvorgang den Nachteil, das Netzwerk zwischen Cache und Ursprung zu durchlaufen. FlexCache Write-Back ändert dies.

Nach dem Upgrade auf ONTAP 9.15.1 ist es möglich, einen herkömmlichen Write-Around-Cache in einen Write-Back-Cache zu konvertieren und bei Bedarf wieder zurück in einen Write-Around-Cache. Dies kann jedoch das Lesen von Diagnoseprotokollen erschweren, falls ein Problem auftritt.

	Write-around	Write-Back
ONTAP Version	9.6 und höher	9.15.1 und später
Anwendungsfall	Leseintensive Arbeitslast	Schreibintensive Arbeitslast
Daten festgeschrieben am	Herkunft	Cache
Kundenerlebnis	WAN-ähnlich	LAN-ähnlich

	Write-around	Write-Back
Grenzen	100 pro Herkunft	10 pro Herkunft
"CAP-Theorem"	Verfügbar und partitionstolerant	Verfügbar und konsistent

FlexCache Write-Back-Terminologie

Wichtige Konzepte und Begriffe im Zusammenhang mit FlexCache Write-Back.

Begriff	Definition
schmutzige Daten	Daten, die im Cache zur dauerhaften Speicherung hinterlegt wurden, aber noch nicht an den Ursprung übertragen wurden.
Exklusive Sperrdelegierung (XLD)	Eine Sperrberechtigung auf Protokollebene, die einem Cache pro Datei gewährt wird. Diese Berechtigung ermöglicht dem Cache, exklusive Schreibsperren an Clients zu vergeben, ohne den Ursprung zu kontaktieren.
Gemeinsame Sperrdelegierung (SLD)	Eine Sperrberechtigung auf Protokollebene, die einem Cache pro Datei gewährt wird. Diese Berechtigung ermöglicht dem Cache, gemeinsame Lesesperren an Clients zu vergeben, ohne den Ursprung zu kontaktieren.
Write-back	Ein Betriebsmodus von FlexCache, bei dem Schreibvorgänge in einem Cache auf dem stabilen Speicher dieses Caches festgeschrieben und dem Client sofort bestätigt werden. Die Daten werden asynchron an den Ursprung zurückgeschrieben.
Write-around	Ein Betriebsmodus von FlexCache, bei dem Schreibvorgänge in einen Cache an den Ursprung weitergeleitet werden, um dort dauerhaft gespeichert zu werden. Nach der Speicherung bestätigt der Ursprung den Schreibvorgang gegenüber dem Cache, und der Cache bestätigt den Schreibvorgang gegenüber dem Client.
System zur Erfassung schmutziger Daten (DDRS)	Ein proprietärer Mechanismus, der die schmutzigen Daten in einem Write-Back-fähigen Cache dateiweise verfolgt.
Herkunft	Ein FlexGroup oder FlexVol, das die Quelldaten für alle FlexCache Cache-Volumes enthält. Es ist die zentrale Datenquelle, steuert die Sperrung und gewährleistet 100% Datenkonsistenz, Aktualität und Kohärenz.
Cache	Ein FlexGroup, das ein spärlich belegtes Cache-Volume des FlexCache Ursprungs ist.

Konsistent, aktuell und kohärent

FlexCache ist NetApps Lösung, um die richtigen Daten jederzeit und überall bereitzustellen. FlexCache ist zu 100 % konsistent, aktuell und kohärent – und das zu 100 % der Zeit:

- **Konsistent:** Die Daten sind überall dort gleich, wo auf sie zugegriffen wird.
- **Aktuell:** Die Daten sind immer auf dem neuesten Stand.
- **Kohärent:** Die Daten sind korrekt/nicht beschädigt.

ONTAP FlexCache Rückschreibrichtlinien

FlexCache Write-Back umfasst viele komplexe Interaktionen zwischen dem Ursprung und den Caches. Für eine optimale Performance sollte die Umgebung diesen Richtlinien entsprechen. Diese Richtlinien basieren auf der neuesten Hauptversion von ONTAP (ONTAP 9.17.1), die zum Zeitpunkt der Inhaltserstellung verfügbar war.

Es empfiehlt sich, Ihre Produktions-Workload in einer Nicht-Produktionsumgebung zu testen. Dies ist besonders wichtig, wenn FlexCache Write-Back außerhalb dieser Richtlinien implementiert wird.

Die folgenden Richtlinien sind intern bei NetApp erprobt. Es wird ***dringend*** empfohlen, sich daran zu halten. Andernfalls kann unerwartetes Verhalten auftreten.

- Wesentliche Verbesserungen für FlexCache Write-Back wurden in ONTAP 9.17.1P1 eingeführt. Es wird **dringend** empfohlen, nach 9.17.1P1 die aktuell empfohlene Version sowohl auf dem Ursprungs- als auch auf dem Cache-Cluster zu verwenden. Falls die Codeline 9.17.1 nicht ausgeführt werden kann, ist die neueste P-Version von 9.16.1 die nächstempfohlene Version. ONTAP 9.15.1 enthält nicht alle notwendigen Korrekturen und Verbesserungen für FlexCache Write-Back und wird nicht für Produktions-Workloads empfohlen.
- Write-Back-Caches mit mehreren Constituents für FlexCache werden mit ONTAP 9.19.1 GA, 9.18.1P2, 9.17.1P3, 9.16.1P10 und späteren P-Releases in der jeweiligen Release-Familie unterstützt. Bei früheren ONTAP Releases muss für das gesamte FlexCache Volume ein einzelner Constituent verwendet werden. Multi-Constituent-FlexCaches in früheren Releases können dazu führen, dass Daten unerwünscht aus dem Cache entfernt werden.
- Die Tests wurden mit Dateien unter 100GB und WAN-Roundtrip-Zeiten zwischen Cache und Origin mit maximal 200ms durchgeführt. Arbeitslasten außerhalb dieser Grenzen können zu unerwarteten Leistungseigenschaften führen.
- Das Schreiben in alternative SMB-Datenströme führt dazu, dass die Hauptdatei aus dem Cache entfernt wird. Alle schmutzigen Daten der Hauptdatei müssen an den Ursprung übertragen werden, bevor weitere Vorgänge an dieser Datei stattfinden können. Der alternative Datenstrom wird ebenfalls an den Ursprung weitergeleitet.
- Das Umbenennen einer Datei führt dazu, dass die Datei aus dem Cache entfernt wird. Alle schmutzigen Daten der Datei müssen an den Ursprung übertragen werden, bevor weitere Vorgänge an dieser Datei stattfinden können.
- Zum jetzigen Zeitpunkt können auf dem Write-Back-fähigen FlexCache Volume nur die folgenden Attribute einer Datei geändert oder festgelegt werden:
  - Zeitstempel
  - Modusbits
  - NT-ACLs
  - Eigentümer
  - Gruppe
  - Größe

    Alle weiteren geänderten oder festgelegten Attribute werden an den Ursprung weitergeleitet, was dazu führen kann, dass die Datei aus dem Cache entfernt wird. Wenn weitere Attribute im Cache geändert oder festgelegt werden müssen, sollte Ihr Account-Team gebeten werden, ein PVR zu eröffnen.
- Die am Ursprungsvolume erstellten Snapshots führen dazu, dass alle ausstehenden schmutzigen Daten aus jedem Write-Back-fähigen Cache, der diesem Ursprungsvolume zugeordnet ist, abgerufen werden.

Dies kann mehrere Wiederholungsversuche der Operation erfordern, wenn umfangreiche Write-Back-Aktivitäten im Gange sind, da das Entfernen dieser schmutzigen Dateien einige Zeit in Anspruch nehmen kann.

- SMB Opportunistic Locks (Oplocks) für Schreibvorgänge werden auf Write-Back-fähigen FlexCache Volumes nicht unterstützt.
- Write-Back-Caches schalten automatisch in den Write-Around-Modus, wenn der freie Speicherplatz des Ursprungsvolumes auf 20 % oder weniger sinkt. Dies verhindert, dass am Ursprungsvolume der Speicherplatz ausgeht und dadurch schmutzige Daten in einem Write-Back-fähigen Cache verwaist zurückbleiben. Wenn das Ursprungsvolume überprovisioniert ist, ist seine logisch bereitgestellte Größe größer als der freie Speicherplatz im Aggregat. Der Schwellenwert von 20 % wird sowohl anhand des verfügbaren Speicherplatzes des Ursprungsvolumes als auch anhand der verfügbaren physischen Kapazität des Aggregats ausgewertet. `percent-used` und `capacity` können weiterhin 0 % anzeigen, wenn der verfügbare Speicherplatz bereits unter diesem Schwellenwert liegt.

  Das folgende Beispiel zeigt ein überprovisioniertes Ursprungsvolume. Es werden fast keine Daten geschrieben, doch das Aggregat kann die volle logische Größe nicht bereitstellen:

```
ORIGIN::> vol show -volume origin_volume -fields percent-
used,available,size
vserver             volume           size    available percent-used
------------------- ---------------- ------- --------- ------------
origin_svm          origin_volume    19.70TB 1.33TB    0%
```

  Es ist zu beachten, dass die `percent-used`Auslastung 0 % beträgt, der verfügbare Speicherplatz jedoch 1,33 TB von 19,70 TB beträgt, also 1,33 / 19,70 oder etwa 7 % verfügbar sind. Dies liegt bereits unter dem Schwellenwert von 20 %, daher schalten Write-Back-Caches für diesen Ursprung in den Write-Around-Modus.

```
ORIGIN::> df -h origin_volume
Filesystem               total       used      avail   capacity  Mounted
on       Vserver
/vol/origin_volume/      18TB        515MB     1363GB         0%    ---
origin_svm

2 entries were displayed.
```

  Zu beachten ist, dass `capacity` auch dieser Wert 0 % beträgt und nur 515 MB genutzt werden. Der verfügbare Speicherplatz beträgt 1363 GB von 18 TB, also etwa 7 % des Dateisystems. Die Prozentangaben zeigen, wie wenige Daten gespeichert sind. Sie geben nicht an, wie viel von der Volume-Größe das Aggregat tatsächlich bereitstellen kann.

- Geringe Bandbreite und/oder verlustbehaftete Intercluster-Netzwerke können die FlexCache Write-Back-Performance erheblich beeinträchtigen. Es gibt zwar keine spezifische Anforderung an die Bandbreite, da diese stark von Ihrer Arbeitslast abhängt, es wird jedoch ***dringend*** empfohlen, den Systemstatus der Intercluster-Verbindung zwischen dem bzw. den Cache(s) und dem Ursprung sicherzustellen. Wenn Ihr Netzwerk anfällig für Paketverluste ist und Sie ONTAP 9.19.1 oder höher verwenden, sollte die Verwendung von "TCP RACK" zur Verbesserung der Performance in Betracht gezogen werden.

ONTAP FlexCache Write-Back-Architektur

FlexCache wurde mit starker Konsistenz im Sinn entwickelt, einschließlich beider Modi des Schreibvorgangs: Write-Back und Write-Around. Sowohl der traditionelle Write-Around Betriebsmodus als auch der neue Write-Back Betriebsmodus, der in ONTAP 9.15.1 eingeführt wurde, gewährleisten, dass die abgerufenen Daten stets zu 100 % konsistent, aktuell und kohärent sind.

Die folgenden Konzepte erläutern, wie das FlexCache Write-Back funktioniert.

Delegationen

Sperrdelegierungen und Datendelegierungen helfen FlexCache, sowohl Write-Back- als auch Write-Around-Caches konsistent, kohärent und aktuell zu halten. Der Ursprung orchestriert beide Delegierungen.

Sperrdelegationen

Eine Sperrdelegierung ist eine Sperrberechtigung auf Protokollebene, die der Ursprungsserver einem Cache pro Datei erteilt, um bei Bedarf Protokollsperren an Clients auszugeben. Dazu gehören exklusive Lock-Delegationen (XLD) und Shared Lock Delegations (SLD).

XLD und Rückschreiben

Um zu gewährleisten, dass ONTAP niemals einen widersprüchlichen Schreibvorgang abgleichen muss, wird einem Cache, bei dem ein Client das Schreiben einer Datei anfordert, ein XLD zugewiesen. Wichtig ist, dass für jede Datei zu jedem Zeitpunkt nur ein XLD existieren kann, was bedeutet, dass nie mehr als ein Schreibvorgang gleichzeitig auf eine Datei erfolgt.

Wenn eine Anfrage zum Schreiben in eine Datei in einem Write-Back-fähigen Cache eingeht, erfolgen die folgenden Schritte:

1. Der Cache prüft, ob bereits eine XLD für die angeforderte Datei vorhanden ist. Ist dies der Fall, wird dem Client das Schreibsperre erteilt, solange kein anderer Client im Cache auf die Datei schreibt. Falls der Cache keine XLD für die angeforderte Datei hat, wird eine vom Ursprung angefordert. Dies ist ein proprietärer Aufruf, der das Intercluster-Netzwerk durchläuft.
2. Nach Erhalt der XLD-Anfrage aus dem Cache prüft der Origin, ob für die Datei in einem anderen Cache bereits eine ausstehende XLD vorhanden ist. Falls ja, wird die XLD dieser Datei zurückgerufen, was einen Flush aller schmutzige Daten aus diesem Cache zurück zum Origin auslöst.
3. Sobald die schmutzigen Daten aus diesem Cache zurückgeschrieben und im stabilen Speicher am Ursprung gespeichert sind, erteilt der Ursprung dem anfragenden Cache die XLD für die Datei.
4. Sobald die XLD der Datei empfangen wurde, gewährt der Cache dem Client die Sperre und der Schreibvorgang beginnt.

Ein übergeordnetes Sequenzdiagramm, das einige dieser Schritte abdeckt, ist im Write-Back Sequence Diagramm enthalten.

Aus Kundensicht funktioniert die Sperrung so, als ob auf ein Standard FlexVol oder FlexGroup geschrieben würde, mit einer möglichen kleinen Verzögerung, wenn die Schreibsperre angefordert wird.

In der aktuellen Version blockiert ONTAP **jeden** Zugriff auf eine Datei in anderen Caches, einschließlich `READ` -Operationen, wenn ein Write-Back-fähiger Cache das XLD für eine Datei hält.

Es gilt eine Obergrenze von 170 XLDs pro Herkunftsbestandteil.

Datendelegierungen

Eine Datendelegierung ist eine dateibezogene Garantie, die dem Cache vom Ursprung gegeben wird, dass die für diese Datei zwischengespeicherten Daten aktuell sind. Solange der Cache über eine Datendelegierung für eine Datei verfügt, kann er dem Client die zwischengespeicherten Daten dieser Datei bereitstellen, ohne den Ursprung kontaktieren zu müssen. Verfügt der Cache nicht über eine Datendelegierung für die Datei, muss er den Ursprung kontaktieren, um die vom Client angeforderten Daten zu erhalten.

Im Write-Back-Modus wird die Datendelegierung einer Datei widerrufen, wenn ein XLD für diese Datei in einem anderen Cache oder am Ursprung vorgenommen wird. Dadurch wird die Datei effektiv für Clients in allen anderen Caches und am Ursprung gesperrt, selbst für Lesezugriffe. Dies ist ein notwendiger Kompromiss, um sicherzustellen, dass niemals auf alte Daten zugegriffen wird.

Lesevorgänge in einem Write-Back-fähigen Cache verhalten sich im Allgemeinen wie Lesevorgänge in einem Write-Around-Cache. Sowohl bei Write-Around- als auch bei Write-Back-fähigen Caches kann es zu einem anfänglichen `READ` Leistungsverlust kommen, wenn die angeforderte Datei in einem anderen Write-Back-fähigen Cache als dem, in dem der Lesevorgang ausgelöst wurde, eine exklusive Schreibsperre besitzt. Die XLD muss aufgehoben und die schmutzigen Daten müssen an den Ursprung übertragen werden, bevor der Lesevorgang im anderen Cache bedient werden kann.

Verfolgung schmutziger Daten

Das Zurückschreiben vom Cache zum Ursprung erfolgt asynchron. Das bedeutet, dass schmutzige Daten nicht sofort zum Ursprung zurückgeschrieben werden. ONTAP verwendet ein schmutzige Daten Record System, um schmutzige Daten pro Datei zu verfolgen. Jeder schmutzige Daten Record (DDR) repräsentiert ungefähr 20 MB schmutzige Daten für eine bestimmte Datei. Wenn eine Datei aktiv beschrieben wird, beginnt ONTAP mit dem Zurückschreiben schmutziger Daten, nachdem zwei DDRs gefüllt wurden und der dritte DDR beschrieben wird. Dadurch verbleiben während des Schreibvorgangs etwa 40 MB schmutzige Daten im Cache. Bei zustandsbehafteten Protokollen (NFSv4.x, SMB) werden die verbleibenden 40 MB Daten beim Schließen der Datei zum Ursprung zurückgeschrieben. Bei zustandslosen Protokollen (NFSv3) werden die 40 MB Daten zurückgeschrieben, wenn entweder der Zugriff auf die Datei über einen anderen Cache erfolgt oder nachdem die Datei zwei oder mehr Minuten inaktiv war, maximal jedoch fünf Minuten. Weitere Informationen zum zeit- oder speichergesteuerten Zurückschreiben schmutziger Daten finden sich unter Cache-Scrubber.

Zusätzlich zu den DDRs und Scrubbern lösen einige Frontend-NAS-Operationen auch das Leeren aller schmutzigen Daten einer Datei aus:

- `SETATTR`
  - `SETATTR`-Anweisungen, die nur mtime, atime und/oder ctime ändern, können im Cache verarbeitet werden, wodurch die Belastung durch das WAN vermieden wird.
- `CLOSE`
- `OPEN` an einem anderen Cache
- `READ` an einem anderen Cache
- `READDIR` an einem anderen Cache
- `READDIRPLUS` an einem anderen Cache
- `WRITE` an einem anderen Cache

Getrennter Modus

Wenn ein XLD für eine Datei in einem Write-Around-Cache gehalten wird und dieser Cache die Verbindung zum Ursprung verliert, sind Lesezugriffe auf diese Datei in den anderen Caches und am Ursprung weiterhin

erlaubt. Dieses Verhalten unterscheidet sich, wenn ein XLD von einem Write-Back-fähigen Cache gehalten wird. In diesem Fall führen Lesezugriffe auf die Datei überall zu einem Hängenbleiben, wenn der Cache die Verbindung verliert. Dadurch wird sichergestellt, dass vollständige Konsistenz, Aktualität und Kohärenz erhalten bleiben. Im Write-Around-Betriebsmodus sind Lesezugriffe erlaubt, da beim Ursprung garantiert alle Daten verfügbar sind, die dem Client als geschrieben bestätigt wurden. Im Write-Back-Betriebsmodus kann der Ursprung bei einer Trennung nicht garantieren, dass alle Daten, die an den Write-Back-fähigen Cache geschrieben und von diesem bestätigt wurden, vor der Trennung den Ursprung erreicht haben.

Falls ein Cache mit einer XLD-Berechtigung für eine Datei über einen längeren Zeitraum getrennt ist, kann ein Systemadministrator die XLD-Berechtigung am Ursprung manuell widerrufen. Dadurch kann die IO auf die Datei in den verbleibenden Caches und am Ursprung fortgesetzt werden.

> Das manuelle Widerrufen der XLD führt zum Verlust aller schmutzigen Daten der Datei im getrennten Cache. Das manuelle Widerrufen einer XLD sollte nur im Falle einer schwerwiegenden Unterbrechung zwischen Cache und Origin erfolgen.

Cache-Scrubber

Es gibt Scrubber in ONTAP, die bei bestimmten Ereignissen ausgeführt werden, beispielsweise wenn ein Timer abläuft oder Speicherplatzgrenzen überschritten werden. Die Scrubber nehmen eine exklusive Sperre auf die zu bereinigende Datei und frieren so die IO für diese Datei ein, bis der Scrub abgeschlossen ist.

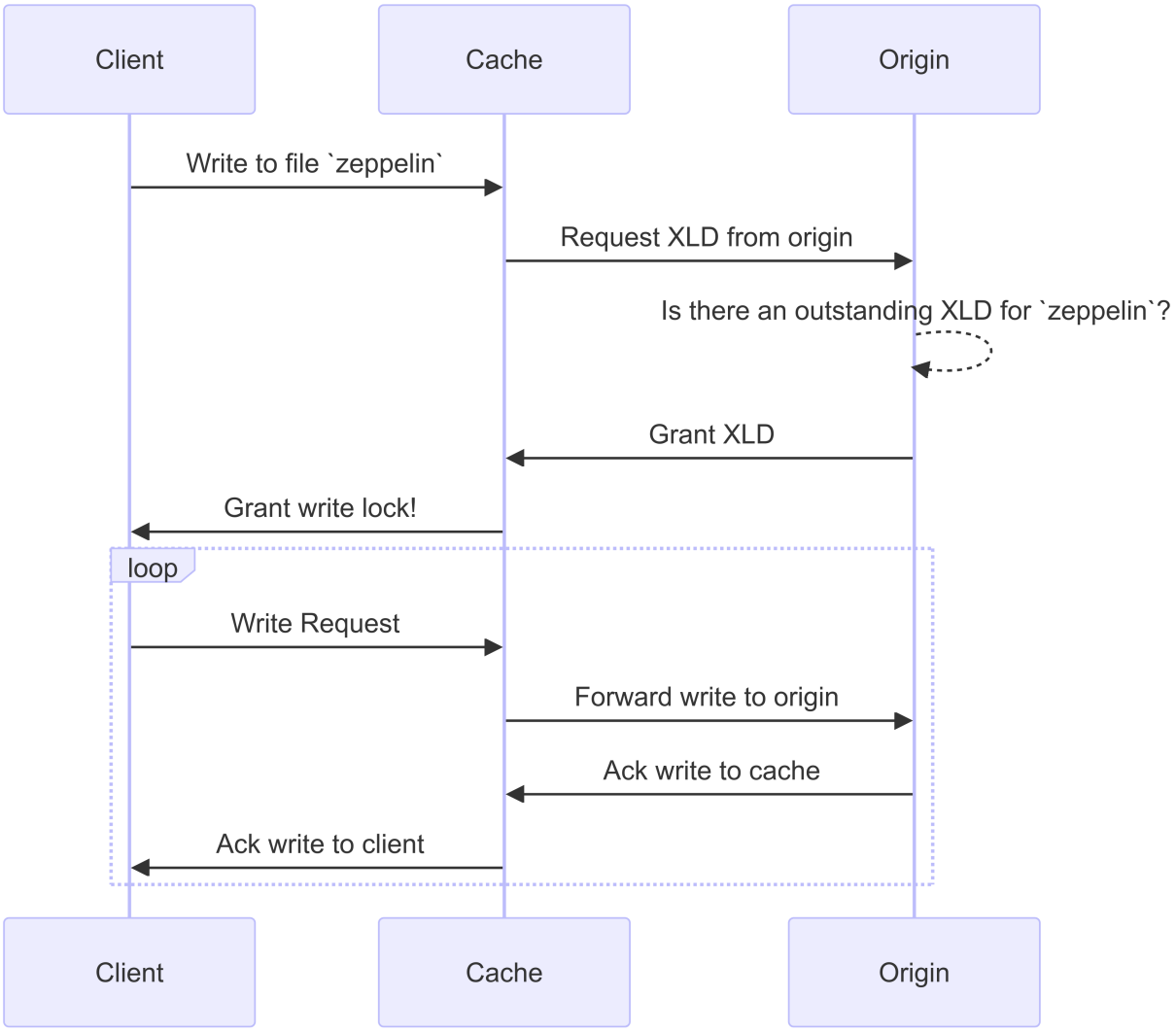
Zu den Scrubbern gehören:

- **Änderungszeitbasierter Scrubber im Cache:** Dieser Scrubber startet alle fünf Minuten und überprüft alle Dateien, die zwei Minuten lang unverändert im Cache liegen. Befinden sich noch schmutzige Daten für die Datei im Cache, wird die IO zu dieser Datei angehalten und ein Write-Back ausgelöst. Die IO wird fortgesetzt, nachdem das Write-Back abgeschlossen ist.
- **Änderungszeitbasierter Scrubber auf dem Ursprungsserver:** Ähnlich dem änderungszeitbasierten Scrubber im Cache wird auch dieser alle fünf Minuten ausgeführt. Er bereinigt jedoch alle Dateien, die 15 Minuten lang unverändert geblieben sind, wobei die Delegierung des Inodes zurückgerufen wird. Dieser Scrubber initiiert keinen Schreibvorgang.
- **RW-Limit-basierter Scrubber am Ursprung:** ONTAP überwacht, wie viele RW-Sperrdelegierungen pro Ursprungskomponente vergeben werden. Überschreitet diese Zahl 170, beginnt ONTAP mit der Bereinigung von Schreibsperrdelegierungen nach dem Least-Recently-Used-Prinzip (LRU).
- **Speicherbasierte Bereinigung auf dem Cache:** Wenn ein FlexCache Volume zu 90 % gefüllt ist, wird der Cache bereinigt, wobei Elemente nach dem LRU-Prinzip entfernt werden.
- **Speicherbasierter Scrubber auf dem Ursprungsvolume:** Wenn ein FlexCache Ursprungsvolume zu 90 % gefüllt ist, wird der Cache bereinigt, wobei die Elemente nach dem LRU-Prinzip entfernt werden.

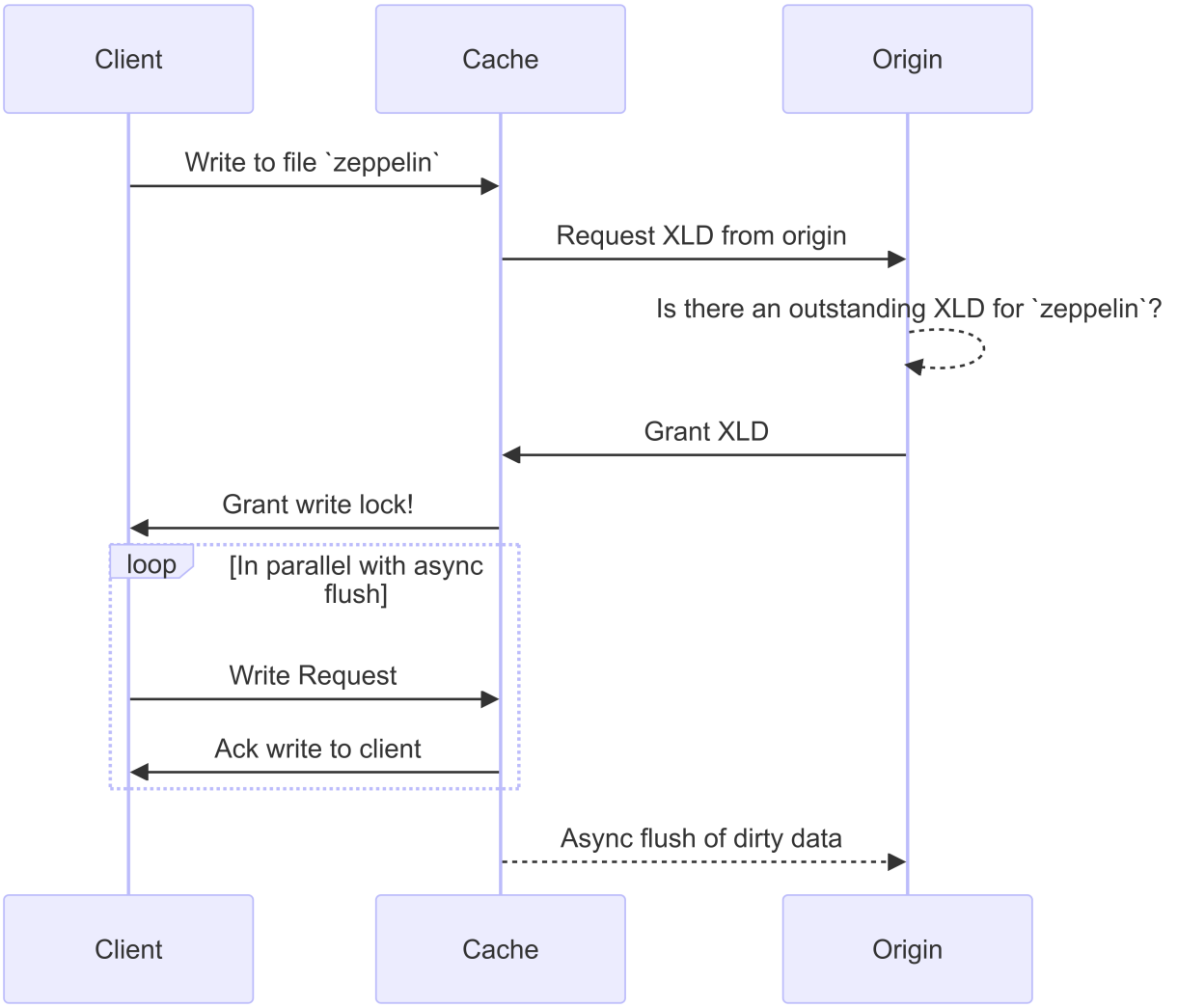
Sequenzdiagramme

Diese Sequenzdiagramme veranschaulichen den Unterschied bei den Schreibbestätigungen zwischen Write-Around und Write-Back Modus.

Write-around


Client
Cache
Origin
Write to file `zeppelin`
Request XLD from origin
Is there an outstanding XLD for `zeppelin`?
Grant XLD
Grant write lock!
loop
Write Request
Forward write to origin
Ack write to cache
Ack write to client
Client
Cache
Origin

Write-Back



ONTAP FlexCache Write-Back-Anwendungsfälle

Dies sind Schreibprofile, die sich am besten für einen Write-Back-aktivierten FlexCache eignen. Es empfiehlt sich, die eigene Arbeitslast zu testen, um festzustellen, ob Write-Back oder Write-Around die beste Leistung bietet.

> Write-back ist kein Ersatz für Write-around. Obwohl Write-back für schreibintensive Workloads konzipiert wurde, ist Write-around für viele Workloads dennoch die bessere Wahl.

Ziel-Workloads

Dateigröße

Die Dateigröße ist weniger wichtig als die Anzahl der Schreibvorgänge zwischen den `OPEN` und `CLOSE` Aufrufen für eine Datei. Kleine Dateien haben naturgemäß weniger `WRITE` Aufrufe, was sie weniger ideal für Write-Back macht. Große Dateien können mehr Schreibvorgänge zwischen `OPEN` und `CLOSE` Aufrufen haben, dies ist jedoch nicht garantiert.

Die "FlexCache Richtlinien für Rückschreiben" Seite enthält die aktuellsten Empfehlungen zur maximalen Dateigröße.

Schreibgröße

Beim Schreiben von einem Client aus sind neben Schreibaufrufen auch andere modifizierende NAS-Aufrufe beteiligt. Dazu gehören unter anderem:

- `CREATE`
- `OPEN`
- `CLOSE`
- `SETATTR`
- `SET_INFO`

`SETATTR` und `SET_INFO`-Aufrufe, die `mtime`, `atime`, `ctime`, `owner`, `group` oder `size` setzen, werden im Cache verarbeitet. Die übrigen Aufrufe müssen am Ursprung verarbeitet werden und lösen ein Zurückschreiben aller schmutzigen Daten aus, die sich im Write-Back-fähigen Cache für die betreffende Datei angesammelt haben. Die IO zur Datei wird bis zum Abschluss des Rückschreibens angehalten.

Die Erkenntnis, dass diese Aufrufe das WAN durchlaufen müssen, hilft Ihnen, Workloads zu identifizieren, die sich für Write-Back eignen. Generell gilt: Je mehr Schreibvorgänge zwischen `OPEN` und `CLOSE` Aufrufen durchgeführt werden können, ohne dass einer der anderen oben genannten Aufrufe erfolgt, desto größer ist der Leistungsgewinn durch Write-Back.

Lesen nach dem Schreiben

Lese-nach-Schreib-Workloads wiesen in der Vergangenheit bei FlexCache eine schlechte Performance auf. Dies ist auf den Write-Around-Betriebsmodus vor 9.15.1 zurückzuführen. Der `WRITE` Aufruf der Datei musste am Ursprung abgeschlossen werden, und der nachfolgende `READ` Aufruf musste die Daten zurück in den Cache holen. Dadurch fielen bei beiden Operationen die Latenzen des WAN an. Daher sind Lese-nach-Schreib-Workloads für FlexCache im Write-Around-Modus nicht empfohlen. Mit der Einführung von Write-Back in 9.15.1 werden Daten nun im Cache gespeichert und können sofort aus dem Cache gelesen werden, wodurch die WAN-Latenz entfällt. Wenn der Workload Lese-nach-Schreib-Operationen auf FlexCache Volumes umfasst, sollte der Cache für den Write-Back-Modus konfiguriert werden.



Wenn lesen nach schreiben ein kritischer Bestandteil Ihrer Arbeitslast ist, empfiehlt sich die Konfiguration des Caches für den Betrieb im Write-Back-Modus.

Write-after-Write

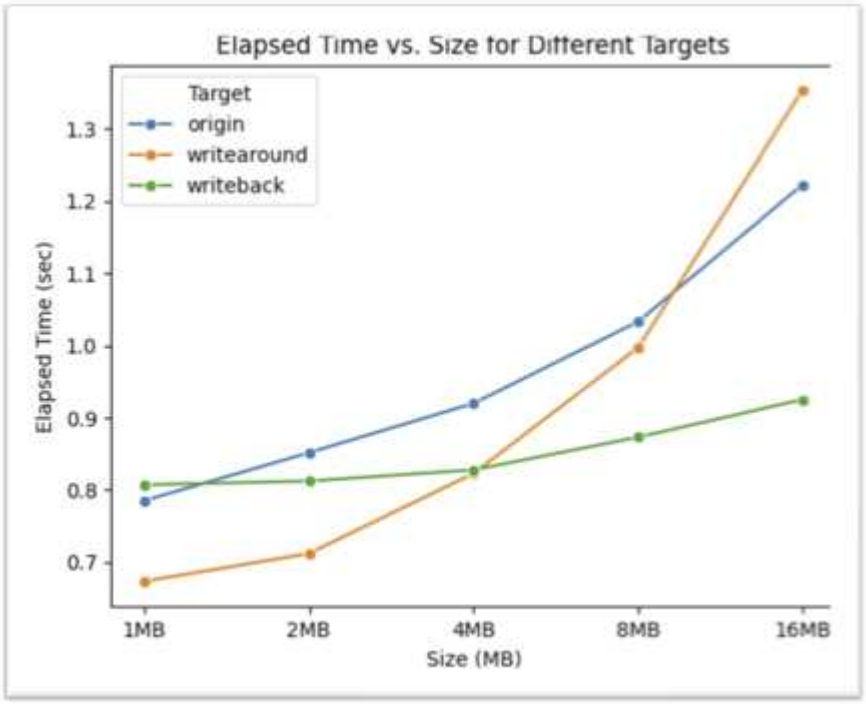
Wenn sich schmutzige Daten in einem Cache in einer Datei ansammeln, schreibt der Cache diese Daten asynchron zurück an den Ursprung. Dies führt dazu, dass der Client die Datei schließt, während schmutzige Daten noch darauf warten, an den Ursprung zurückgeschrieben zu werden. Wenn ein weiterer Öffnungs- oder Schreibvorgang für die gerade geschlossene Datei erfolgt, die noch schmutzige Daten enthält, wird der Schreibvorgang ausgesetzt, bis alle schmutzigen Daten an den Ursprung zurückgeschrieben wurden.

Latenzüberlegungen

Wenn FlexCache im Write-Back-Betriebsmodus arbeitet, profitieren NAS-Clients mit zunehmender Latenz stärker. Es gibt jedoch einen Punkt, an dem der Overhead des Write-Back die in Umgebungen mit niedriger Latenz gewonnenen Vorteile überwiegt. In einigen NetApp Tests traten die Vorteile des Write-Back ab einer minimalen Latenz zwischen Cache und Ursprung von etwa 8 ms auf. Diese Latenz variiert je nach Arbeitslast, daher empfiehlt sich ein Test, um den optimalen Wendepunkt für die eigene Arbeitslast zu bestimmen.

Die folgende Grafik zeigt den Zeitpunkt des Rückschreibens in NetApp Labortests. Die `x`-Achse stellt die Dateigröße dar, die `y`-Achse die verstrichene Zeit. Der Test wurde mit NFSv3 durchgeführt, wobei eine Mount-

`rsize` und `wsize` von 256 KB sowie eine WAN-Latenz von 64 ms verwendet wurden. Für Cache und Ursprung wurde eine kleine ONTAP Select Instanz verwendet, und es kam ein einzelner Schreibvorgang mit einem Thread zum Einsatz. Die Ergebnisse können variieren.



Write-Back sollte nicht für Intracluster-Caching verwendet werden. Intracluster-Caching findet statt, wenn sich Ursprung und Cache im selben Cluster befinden.

ONTAP FlexCache Write-Back-Voraussetzungen

Bevor Sie FlexCache im Write-Back-Modus bereitstellen, müssen diese Anforderungen an Leistung, Software, Lizenzierung und Systemkonfiguration erfüllt sein.

CPU und Arbeitsspeicher

Es wird ***dringend empfohlen***, dass jeder Ursprungsclusterknoten über mindestens 128GB RAM und 20 CPUs verfügt, um die von Write-Back-fähigen Caches ausgelösten Write-Back-Nachrichten zu verarbeiten. Dies entspricht einem A400 oder größer. Wenn der Ursprungscluster als Ursprung für mehrere Write-Back-fähige FlexCaches dient, werden mehr CPU und RAM benötigt.

Die Verwendung eines für Ihre Arbeitslast zu kleinen Ursprungs kann erhebliche Auswirkungen auf die Leistung des Write-Back-fähigen Caches oder des Ursprungs haben.

ONTAP Version

- Der Ursprung **muss** ONTAP 9.15.1 oder höher ausführen; jedoch enthält ONTAP 9.15.1 nicht alle notwendigen Korrekturen und Verbesserungen für FlexCache Write-Back und wird für Produktionsumgebungen nicht empfohlen. Wesentliche Verbesserungen für FlexCache Write-Back wurden in ONTAP 9.17.1P1 eingeführt. Es wird **dringend** geraten, sowohl am Ursprung als auch an den Cache-Clustern die aktuell empfohlene Version nach 9.17.1P1 zu verwenden. Wenn ONTAP 9.17.1 nicht verwendet werden kann, ist die neueste P-Version von 9.16.1 die nächstempfohlene Version.

Es wird **dringend** empfohlen, die "FlexCache Richtlinien für Rückschreiben" Dokumentation zu überprüfen, bevor Sie FlexCache Write-Back in Ihrer Umgebung implementieren.

- Jeder Caching-Cluster, der im Write-Back-Betriebsmodus arbeiten muss, **muss** unter ONTAP 9.15.1 oder höher laufen.
- Jeder Caching-Cluster, der nicht im Write-Back-Modus arbeiten muss, kann jede gängige ONTAP Version ausführen, die FlexCache Volumes unterstützt.

Lizenzierung

FlexCache, einschließlich des Write-Back-Betriebsmodus, ist im Lieferumfang Ihres ONTAP Kaufs enthalten. Es ist keine zusätzliche Lizenz erforderlich.

Peering

- Die Ursprungs- und Cache-Cluster müssen "Cluster-Peering" sein
- Die Server-VMs (SVMs) auf dem Ursprungs- und Cache-Cluster müssen "vserver verbunden" mit der FlexCache-Option ausgestattet sein.

Es ist nicht erforderlich, einen Cache-Cluster mit einem anderen Cache-Cluster zu peeren. Ebenso ist es nicht notwendig, eine Cache-SVM mit einer anderen Cache-SVM zu peeren.

ONTAP FlexCache Write-Back Interoperabilität

Diese Interoperabilitätsaspekte sind bei der Bereitstellung von FlexCache im Write-Back-Betriebsmodus zu berücksichtigen.

ONTAP Version

Um den Write-Back Betriebsmodus zu verwenden, müssen sowohl der Cache als auch der Ursprung **ONTAP 9.15.1 oder höher** ausführen.

Cluster, bei denen ein Write-Back-fähiger Cache nicht erforderlich ist, können ältere Versionen von ONTAP ausführen, aber dieser Cluster kann nur im Write-Around-Betriebsmodus arbeiten.

In Ihrer Umgebung kann eine Mischung verschiedener ONTAP Versionen vorhanden sein.

Cluster	ONTAP Version	Write-back wird unterstützt?
Herkunft	ONTAP 9.15.1	N/A †
Cluster 1	ONTAP 9.15.1	Ja
Cluster 2	ONTAP 9.14.1	Nein

Cluster	ONTAP Version	Write-back wird unterstützt?
Herkunft	ONTAP 9.14.1	N/A †
Cluster 1	ONTAP 9.15.1	Nein
Cluster 2	ONTAP 9.15.1	Nein

† *Origins sind kein Cache, daher ist weder Write-Back- noch Write-Around-Unterstützung anwendbar.*

In [example2-table]kann keiner der Cluster den Write-Back-Modus aktivieren, da auf dem Ursprung nicht ONTAP 9.15.1 oder höher ausgeführt wird, was eine zwingende Voraussetzung ist.

Client Interoperabilität

Jeder von ONTAP allgemein unterstützte Client kann auf ein FlexCache Volume zugreifen, unabhängig davon, ob es im Write-Around- oder Write-Back-Betriebsmodus arbeitet. Eine aktuelle Liste der unterstützten Clients befindet sich in NetApp "Interoperabilitäts-Matrix".

Die Clientversion selbst ist zwar nicht entscheidend, der Client muss jedoch aktuell genug sein, um NFSv3, NFSv4.0, NFSv4.1, SMB2.x oder SMB3.x zu unterstützen. SMB1 und NFSv2 sind veraltete Protokolle und werden nicht unterstützt.

Write-back und Write-around

Wie in [example1-table] zu sehen ist, kann FlexCache, das im Write-Back-Betriebsmodus arbeitet, zusammen mit Caches im Write-Around-Betriebsmodus koexistieren. Ein Vergleich von Write-Around und Write-Back mit der jeweiligen spezifischen Arbeitslast ist ratsam.

Wenn die Leistung für eine Arbeitslast bei Write-Back und Write-Around gleich ist, sollte Write-Around verwendet werden.

ONTAP Feature-Interoperabilität

Die aktuellste Liste der FlexCache Feature-Interoperabilität befindet sich unter "die unterstützten und nicht unterstützten Funktionen für FlexCache Volumes".

ONTAP FlexCache Write-Back aktivieren und verwalten

Ab ONTAP 9.15.1 kann der FlexCache Write-Back-Modus auf FlexCache Volumes aktiviert werden, um eine bessere Performance für Edge-Computing-Umgebungen und Caches mit schreibintensiven Workloads bereitzustellen. Es kann außerdem festgestellt werden, ob Write-Back auf einem FlexCache Volume aktiviert ist oder Write-Back bei Bedarf auf dem Volume deaktiviert werden kann.

Wenn Write-Back auf dem Cache-Volume aktiviert ist, werden Schreibanforderungen an den lokalen Cache statt an das Ursprungsvolume gesendet.

Bevor Sie beginnen

Sie müssen sich im erweiterten Berechtigungsmodus befinden.

Ein neues FlexCache Volume mit aktivierter Rückschreibfunktion erstellen

Schritte

Ein neues FlexCache Volume mit aktiviertem Write-Back kann mithilfe von ONTAP System Manager oder der ONTAP CLI erstellt werden.

System Manager

1. Wenn sich das FlexCache Volume in einem anderen Cluster als das Ursprungsvolume befindet, eine Cluster Peer-Beziehung erstellen:
   a. Im lokalen Cluster auf **Schutz > Übersicht** klicken.
   b. **Intercluster Settings** erweitern, auf **Add Network Interfaces** klicken und dem Cluster Intercluster-Schnittstellen hinzufügen.

      Dies wird auf dem Remote-Cluster wiederholt.

   c. Im Remote-Cluster auf **Schutz > Übersicht** klicken. Im Abschnitt Cluster Peer auf ⋮ klicken und **Passphrase generieren** auswählen.
   d. Die generierte Passphrase wird kopiert und im lokalen Cluster eingefügt.
   e. Im lokalen Cluster unter Cluster Peers auf **Peer Clusters** klicken und das lokale und das Remote-Cluster peeren.
2. Wenn sich das FlexCache Volume in einem anderen Cluster als das Ursprungsvolume befindet, ist eine SVM Peer-Beziehung zu erstellen:

   Unter **Storage VM Peers** ⋮ und dann auf **Peer Storage VMs** klicken, um die Storage VMs zu peeren.

   Wenn sich das FlexCache Volume im selben Cluster befindet, kann mit dem System Manager keine SVM Peer-Beziehung erstellt werden.
3. **Speicher > Volumes** auswählen.
4. Wählen Sie **Add**.
5. **Weitere Optionen** auswählen und dann **Als Cache für ein Remote-Volume hinzufügen** wählen.
6. **FlexCache Write-Back** aktivieren auswählen.

CLI

1. Wenn sich das zu erstellende FlexCache Volume in einem anderen Cluster befindet, ist eine Cluster Peer-Beziehung zu erstellen:
   a. Im Ziel-Cluster eine Peer-Beziehung mit dem Quell-Cluster für den Datenschutz erstellen:

      ```
      cluster peer create -generate-passphrase -offer-expiration
      MM/DD/YYYY HH:MM:SS|1...7days|1...168hours -peer-addrs
      <peer_LIF_IPs> -initial-allowed-vserver-peers <svm_name>,..|*
      -ipspace <ipspace_name>
      ```

      Ab ONTAP 9.6 ist die TLS-Verschlüsselung beim Erstellen einer Cluster Peer-Beziehung standardmäßig aktiviert. Die TLS-Verschlüsselung wird für die Intercluster-Verbindung zwischen dem Ursprung und FlexCache Volumes unterstützt. Die TLS-Verschlüsselung kann bei Bedarf für die Cluster Peer-Beziehung auch deaktiviert werden.

   ```
   cluster02::> cluster peer create -generate-passphrase -offer
   -expiration 2days -initial-allowed-vserver-peers *
   ```

```
                    Passphrase: UCa+6lRVICXeL/gq1WrK7ShR
               Expiration Time: 6/7/2017 08:16:10 EST
  Initial Allowed Vserver Peers: *
            Intercluster LIF IP: 192.140.112.101
              Peer Cluster Name: Clus_7ShR (temporary generated)

Warning: make a note of the passphrase - it cannot be displayed
again.
```

a. Auf dem Quell-Cluster wird der Quell-Cluster gegenüber dem Ziel-Cluster authentifiziert:

```
cluster peer create -peer-addrs <peer_LIF_IPs> -ipspace <ipspace>
```

```
cluster01::> cluster peer create -peer-addrs
192.140.112.101,192.140.112.102

Notice: Use a generated passphrase or choose a passphrase of 8 or
more characters.
        To ensure the authenticity of the peering relationship,
use a phrase or sequence of characters that would be hard to
guess.

Enter the passphrase:
Confirm the passphrase:

Clusters cluster02 and cluster01 are peered.
```

2. Befindet sich das FlexCache Volume in einer anderen SVM als das Ursprungsvolume, wird eine SVM Peer-Beziehung mit `flexcache` als Anwendung erstellt:

a. Befindet sich die SVM in einem anderen Cluster, ist eine SVM-Berechtigung für die Peering-SVMs zu erstellen:

```
vserver peer permission create -peer-cluster <cluster_name>
-vserver <svm-name> -applications flexcache
```

Das folgende Beispiel veranschaulicht, wie eine SVM Peer-Berechtigung erstellt wird, die für alle lokalen SVMs gilt:

```
cluster1::> vserver peer permission create -peer-cluster cluster2
-vserver "*" -applications flexcache

Warning: This Vserver peer permission applies to all local Vservers.
```

```
After that no explict
"vserver peer accept" command required for Vserver peer relationship
creation request
from peer cluster "cluster2" with any of the local Vservers. Do you
want to continue? {y|n}: y
```

a. Erstellen der SVM Peer-Beziehung:

```
vserver peer create -vserver <local_SVM> -peer-vserver
<remote_SVM> -peer-cluster <cluster_name> -applications flexcache
```

3. Ein FlexCache Volume mit aktiviertem Write-Back erstellen:

```
volume flexcache create -vserver <cache_vserver_name> -volume
<cache_flexgroup_name> -aggr-list <list_of_aggregates> -origin
-volume <origin flexgroup> -origin-vserver <origin_vserver name>
-junction-path <junction_path> -is-writeback-enabled true
```

Aktivierung des FlexCache Write-Back auf einem vorhandenen FlexCache Volume

Die FlexCache Write-Back-Funktion kann auf einem vorhandenen FlexCache Volume mit ONTAP System Manager oder der ONTAP CLI aktiviert werden.

System Manager

1. **Speicher > Volumes** auswählen und ein vorhandenes FlexCache volume auswählen.
2. Auf der Übersichtsseite des Volumes in der oberen rechten Ecke auf **Bearbeiten** klicken.
3. Im Fenster **Volume bearbeiten** die Option **FlexCache Write-Back aktivieren** auswählen.

CLI

1. Write-Back auf einem vorhandenen FlexCache Volume aktivieren:

```
volume flexcache config modify -volume <cache_flexgroup_name> -is
-writeback-enabled true
```

Es wird geprüft, ob FlexCache Write-Back aktiviert ist.

Schritte

Mit dem System Manager oder der ONTAP CLI lässt sich feststellen, ob das FlexCache Write-Back aktiviert ist.

System Manager

1. **Speicher > Volumes** auswählen und ein Volume auswählen.

2. In der Volume-**Übersicht** die **FlexCache details** suchen und prüfen, ob FlexCache Write-Back beim FlexCache Volume auf **Enabled** gesetzt ist.

CLI

1. Es wird geprüft, ob FlexCache Write-Back aktiviert ist:

```
volume flexcache config show -volume <cache_flexgroup_name> -fields
is-writeback-enabled
```

Write-Back auf einem FlexCache Volume deaktivieren

Bevor Sie ein FlexCache Volume löschen können, muss das FlexCache Write-Back deaktiviert werden.

Schritte

Mit dem System Manager oder der ONTAP CLI lässt sich das FlexCache Write-Back deaktivieren.

System Manager

1. **Speicher > Volumes** auswählen und ein vorhandenes FlexCache volume auswählen, bei dem FlexCache Write-Back aktiviert ist.
2. Auf der Übersichtsseite des Volumes in der oberen rechten Ecke auf **Bearbeiten** klicken.
3. Im Fenster **Volume bearbeiten** die Auswahl von **FlexCache Write-Back aktivieren** aufheben.

CLI

1. Write-Back deaktivieren:

```
volume flexcache config modify -volume <cache_vol_name> -is
-writeback-enabled false
```

Häufig gestellte Fragen zu ONTAP FlexCache Write-Back

Diese FAQ kann hilfreich sein, wenn eine schnelle Antwort auf eine Frage gesucht wird.

Ich möchte Write-Back verwenden. Welche Version von ONTAP muss ausgeführt werden?

Sowohl der Cache als auch der Ursprung müssen ONTAP 9.15.1 oder höher ausführen. Es wird ***dringend*** empfohlen, die neueste P-Release zu verwenden. Die Entwicklung verbessert kontinuierlich die Leistung und Funktionalität von Write-Back-fähigen Caches.

Können Clients, die auf den Ursprungsserver zugreifen, Auswirkungen auf Clients haben, die auf den Write-Back-fähigen Cache zugreifen?

Ja. Der Ursprungsserver hat das gleiche Recht auf die Daten wie jeder Cache. Wenn eine Operation an einer Datei ausgeführt wird, die das Entfernen der Datei aus dem Cache oder das Aufheben einer Sperre/Datendelegierung erfordert, kann der Client am Cache beim Zugriff auf die Datei eine Verzögerung feststellen.

Kann QoS auf Write-Back-fähige FlexCaches angewendet werden?

Ja. Jedem Cache und dem Ursprung können unabhängige QoS-Richtlinien zugewiesen werden. Dies hat keine direkten Auswirkungen auf durch Schreibvorgänge im Write-Back-Modus initiierten Intercluster-Verkehr. Indirekt kann der Intercluster-Schreibverkehr im Write-Back-Modus durch eine QoS-Beschränkung des Frontend-Verkehrs am Cache mit aktiviertem Write-Back verlangsamt werden.

Wird Multi-Protokoll-NAS auf Write-Back-aktivierten FlexCaches unterstützt?

Ja. Multiprotokoll wird bei Write-Back-aktivierten FlexCaches vollständig unterstützt. Derzeit werden NFSv4.2 und S3 von FlexCache im Write-Around- oder Write-Back-Betriebsmodus nicht unterstützt.

Werden SMB-Alternate Data Streams bei Write-Back-aktivierten FlexCaches unterstützt?

SMB-Alternative Datenströme (ADS) werden unterstützt, jedoch nicht durch Write-Back beschleunigt. Der Schreibvorgang in den ADS wird an den Ursprung weitergeleitet, was die Latenz des WAN zur Folge hat. Der Schreibvorgang entfernt außerdem die Hauptdatei, zu der der ADS gehört, aus dem Cache.

Kann ein Cache nach seiner Erstellung zwischen Write-Around- und Write-Back-Modus wechseln?

Ja. Es genügt, das `is-writeback-enabled` Flag im xref:../flexcache-writeback/../flexcache-writeback/flexcache-writeback-enable-task.html [`flexcache modify` Befehl umzuschalten.

Gibt es Bandbreitenüberlegungen, die für die Intercluster-Verbindung zwischen dem/den Cache(s) und dem Origin zu berücksichtigen sind?

Ja. FlexCache Write-Back ist stark abhängig von der Intercluster-Verbindung zwischen dem/den Cache(s) und dem Ursprung. Geringe Bandbreite und/oder verlustbehaftete Netzwerke können die Performance erheblich negativ beeinflussen. Es gibt keine spezifische Bandbreitenanforderung, da diese stark von Ihrer Workload abhängt.

Kann ich den Write-Back für FlexCache aktivieren, während ich den erweiterten Kapazitätsausgleich von FlexGroup verwende?

Nein. Sie können FlexCache write-back nicht verwenden, wenn die erweiterte Kapazitätsverteilung von FlexGroup für dasselbe Volume aktiviert ist. Die erweiterte Kapazitätsverteilung ist standardmäßig für jedes Volume aktiviert, daher muss sie zunächst deaktiviert werden (mit der Option „-granular-data“), bevor FlexCache write-back aktiviert werden kann.

FlexCache-Dualität

FAQ zu ONTAP FlexCache Dualität

Diese FAQ beantwortet häufig gestellte Fragen zur FlexCache-Dualität, die in ONTAP 9.18.1 eingeführt wurde.

Häufig gestellte Fragen

Was ist „Dualität“?

Dualität ermöglicht den einheitlichen Zugriff auf dieselben Daten sowohl über Datei- (NAS) als auch Objekt- (S3) Protokolle. Eingeführt in ONTAP 9.12.1 ohne FlexCache-Unterstützung, wurde Dualität in ONTAP 9.18.1 auf FlexCache-Volumes erweitert, sodass der S3-Protokollzugriff auf NAS-Dateien möglich ist, die in einem FlexCache-Volume zwischengespeichert sind.

Welche S3-Operationen werden für einen FlexCache S3-Bucket unterstützt?

S3-Operationen, die auf Standard-S3-NAS-Buckets unterstützt werden, werden auch auf FlexCache S3-NAS-Buckets unterstützt, mit Ausnahme der COPY-Operation. Ab ONTAP 9.20.1 `CopyObject` und `UploadPartCopy` werden Kopien innerhalb desselben FlexCache NAS-Buckets sowie von einem S3-NAS-

Bucket mit zugrunde liegendem FlexGroup volume auf einen FlexCache NAS-Bucket unterstützt. Das Kopieren von einem S3-NAS-Bucket mit zugrunde liegendem FlexVol volume auf einen FlexCache NAS-Bucket, zwischen zwei FlexCache NAS-Buckets oder von einem FlexCache NAS-Bucket auf einen Nicht-FlexCache NAS-Bucket wird nicht unterstützt.

Eine aktuelle Liste der nicht unterstützten Operationen ist unter "Interoperabilitätsdokumentation" verfügbar.

Kann ich FlexCache im Write-Back-Modus mit FlexCache-Dualität verwenden?

Nein. Wenn ein FlexCache S3-NAS-Bucket auf einem FlexCache Volume erstellt wird, **muss** sich das FlexCache Volume im Write-Around-Modus befinden. Wenn Sie versuchen, einen FlexCache S3-NAS-Bucket auf einem FlexCache Volume im Write-Back-Modus zu erstellen, schlägt der Vorgang fehl.

Ich kann einen meiner Cluster aufgrund von Hardwarebeschränkungen nicht auf ONTAP 9.18.1 aktualisieren. Funktioniert die Dualität in meinem Cluster weiterhin, wenn nur der Cache-Cluster mit ONTAP 9.18.1 läuft?

Nein. Sowohl der Cache-Cluster als auch der Ursprungscluster müssen mindestens die effektive Clusterversion 9.18.1 aufweisen. Wenn Sie versuchen, einen FlexCache S3-NAS-Bucket auf einem Cache-Cluster zu erstellen, der mit einem Ursprungscluster verbunden ist, auf dem eine ONTAP Version vor 9.18.1 ausgeführt wird, schlägt der Vorgang fehl.

Ich habe eine MetroCluster-Konfiguration. Kann ich die FlexCache-Dualität nutzen?

Nein. FlexCache-Dualität wird in MetroCluster-Konfigurationen nicht unterstützt.

Kann ich den S3-Zugriff auf Dateien in einem FlexCache S3 NAS-Bucket überwachen?

Die S3-Überwachung wird durch die NAS-Überwachungsfunktionalität bereitgestellt, die FlexCache-Volumes verwenden. Weitere Informationen zur NAS-Überwachung von FlexCache-Volumes finden Sie unter "Erfahren Sie mehr über FlexCache-Auditing".

Was sollte ich erwarten, wenn das Cache-Cluster vom Origin-Cluster getrennt wird?

S3-Anfragen an einen FlexCache S3-NAS-Bucket schlagen mit einem `503 Service Unavailable` Fehler fehl, wenn der Cache-Cluster vom Ursprungscluster getrennt ist.

Unterstützt die Dualität von FlexCache HTTP- und HTTPS-Zugriff?

Ja. Standardmäßig ist HTTPS erforderlich. Sie können den S3-Dienst so konfigurieren, dass HTTP-Zugriff zugelassen wird, falls erforderlich.

Aktivierung des S3-Zugriffs auf ONTAP NAS FlexCache Volumes

Ab ONTAP 9.18.1 können Sie den S3-Zugriff auf NAS-FlexCache-Volumes aktivieren, auch als „Dualität“ bezeichnet. Dadurch können Clients auf Daten, die in einem FlexCache-Volume gespeichert sind, zusätzlich zu den herkömmlichen NAS-Protokollen wie NFS und SMB auch über das S3-Protokoll zugreifen. Sie können die folgenden Informationen verwenden, um die FlexCache-Dualität einzurichten.

Voraussetzungen

Bevor Sie beginnen, müssen Sie die folgenden Voraussetzungen erfüllen:

- Stellen Sie sicher, dass das S3-Protokoll und die gewünschten NAS-Protokolle (NFS, SMB oder beide) auf der SVM lizenziert und konfiguriert sind.
- Überprüfen Sie, ob DNS und alle anderen erforderlichen Dienste konfiguriert sind.
- Cluster und SVM Peered

- FlexCache Volume erstellen
- Data-lif erstellt

Eine ausführlichere Dokumentation zur FlexCache-Dualität finden Sie unter "ONTAP S3 Multiprotokollunterstützung".

Schritt 1: Zertifikate erstellen und signieren

Um den S3-Zugriff auf ein FlexCache-Volume zu aktivieren, müssen Sie Zertifikate für die SVM installieren, die das FlexCache-Volume hostet. In diesem Beispiel werden selbstsignierte Zertifikate verwendet, aber in einer Produktionsumgebung sollten Sie Zertifikate verwenden, die von einer vertrauenswürdigen Zertifizierungsstelle (CA) signiert sind.

1. Erstellen einer SVM-Root-CA:

```
security certificate create -vserver <svm> -type root-ca -common-name
<arbitrary_name>
```

2. Generieren Sie eine Zertifikatsignierungsanforderung:

```
security certificate generate-csr -common-name <dns_name_of_data_lif>
-dns-name <dns_name_of_data_lif> -ipaddr <data_lif_ip>
```

Beispielausgabe:

```
-----BEGIN CERTIFICATE REQUEST-----
MIICzjCCAbYCAQAwHzEdMBsGA1UEAxMUY2FjaGUxZy1kYXRhLm5hcy5sYWIwggEi
MA0GCSqGSIb3DQEBAQUAA4IBDwAwggEKAoIBAQCusJk075O8Uh329cHI6x+BaRS2
w5wrqvzoYlidXtYmdCH3m1DDprBiAyfIwBC0/iU3Xd5NpB7nc1wK1CI2VEkrXGUg
...
vMIGN351+FgzLQ4X5lKfoMXCV70NqIakxzEmkTIUDKv7n9EVZ4b5DTTlrL03X/nK
+Bim2y2y180PaFB3NauZHTnIIzIc8zCp2IEqmFWyMDcdBjP9KS0+jNm4QhuXiM8F
D7gm3g/O70qa5OxbAEal5o4NbOl95U0T0rwqTaSzFG0XQnK2PmA1OIwS5ET35p3Z
dLU=
-----END CERTIFICATE REQUEST-----
```

Beispiel für einen privaten Schlüssel:

```
-----BEGIN PRIVATE KEY-----
MIIEvAIBADANBgkqhkiG9w0BAQEFAASCBKYwggSiAgEAAoIBAQCusJk075O8Uh32
9cHI6x+BaRS2w5wrqvzoYlidXtYmdCH3m1DDprBiAyfIwBC0/iU3Xd5NpB7nc1wK
1CI2VEkrXGUgwBtx1K4IlrCTB829Q1aLGAQXVyWnzhQc4tS5PW/DsQ8t7olZ9zEI
...
rXGEdDaqp7jQGNXUGlbxO3zcBil1/A9Hc6oalNECgYBKwe3PeZamiwhIHLy9ph7w
```

```
dJfFCshsPalMuAp2OuKIAnNa9l6fT9y5kf9tIbskT+t5Dth8bmV9pwe8UZaK5eC4
Svxm19jHT5QqloDaZVUmMXFKyKoqPDdfvcDk2Eb5gMfIIb0a3TPC/jqqpDn9BzuH
TO02fuRvRR/G/HUz2yRd+A==
-----END PRIVATE KEY-----
```

Bewahren Sie eine Kopie Ihrer Zertifikatsanforderung und Ihres privaten Schlüssels für zukünftige Referenz auf.

3. Signieren Sie das Zertifikat:

   Das `root-ca` ist diejenige, die Sie in Erstellen Sie eine SVM-Root-CA erstellt haben.

```
certificate sign -ca <svm_root_ca> -ca-serial <svm_root_ca_sn> -expire
-days 364 -format PEM -vserver <svm>
```

4. Fügen Sie die in Generieren Sie eine Zertifikatsignierungsanforderung generierte Zertifikatsignierungsanforderung (CSR) ein.

   Beispiel:

```
-----BEGIN CERTIFICATE REQUEST-----
MIICzjCCAbYCAQAwHzEdMBsGA1UEAxMUY2FjaGUxZy1kYXRhLm5hcy5sYWIwggEi
MA0GCSqGSIb3DQEBAQUAA4IBDwAwggEKAoIBAQCusJk075O8Uh329cHI6x+BaRS2
w5wrqvzoYlidXtYmdCH3m1DDprBiAyfIwBC0/iU3Xd5NpB7nc1wK1CI2VEkrXGUg
...
vMIGN351+FgzLQ4X5lKfoMXCV70NqIakxzEmkTIUDKv7n9EVZ4b5DTTlrL03X/nK
+Bim2y2y180PaFB3NauZHTnIIzIc8zCp2IEqmFWyMDcdBjP9KS0+jNm4QhuXiM8F
D7gm3g/O70qa5OxbAEal5o4NbOl95U0T0rwqTaSzFG0XQnK2PmA1OIwS5ET35p3Z
dLU=
-----END CERTIFICATE REQUEST-----
```

   Dadurch wird ein signiertes Zertifikat auf der Konsole ausgegeben, ähnlich wie im folgenden Beispiel.

   Beispiel für ein signiertes Zertifikat:

```
-----BEGIN CERTIFICATE-----
MIIDdzCCAl+gAwIBAgIIGHolbgv5DPowDQYJKoZIhvcNAQELBQAwLjEfMB0GA1UE
AxMWY2FjaGUtMTY0Zy1zdm0tcm9vdC1jYTELMAkGA1UEBhMCVVMwHhcNMjUxMTIx
MjIxNTU4WhcNMjYxMTIwMjIxNTU4WjAfMR0wGwYDVQQDExRjYWNoZTFnLWRhdGEu
...
qS7zhj3ikWE3Gp9s+QijKWXx/0HDd1UuGqy0QZNqNm/M0mqVnokJNk5F4fBFxMiR
1o63BxL8xGIRdtTCjjb2Gq2Wj7EClUw6CykEkxAcVk+XrRtArGkNtcYdtHfUsKVE
wswvv0rNydrNnWhJLhSl8TW5Tex+OMyTXgk9/3K8kB0mAMrtxxYjt8tm+gztkivf
J0eo1uDJhaNxqwEZRzFyGaa4k1+56oFzRfTc
```

```
-----END CERTIFICATE-----
```

5. Kopieren Sie das Zertifikat für den nächsten Schritt.
6. Installieren Sie das Serverzertifikat auf der SVM:

```
certificate install -type server -vserver <svm> -cert-name flexcache-
duality
```

7. Fügen Sie das signierte Zertifikat von Signieren Sie das Zertifikat ein.

   Beispiel:

```
Please enter Certificate: Press <Enter> [twice] when done
-----BEGIN CERTIFICATE-----
MIIDdzCCAl+gAwIBAgIIGHolbgv5DPowDQYJKoZIhvcNAQELBQAwLjEfMB0GA1UE
AxMWY2FjaGUtMTY0Zy1zdm0tcm9vdC1jYTELMAkGA1UEBhMCVVMwHhcNMjUxMTIx
MjIxNTU4WhcNMjYxMTIwMjIxNTU4WjAfMR0wGwYDVQQDExRjYWNoZTFnLWRhdGEu
bmFzLmxhYjCCASIwDQYJKoZIhvcNAQEBBQADggEPADCCAQoCggEBAK6wmTTvk7xS
...
qS7zhj3ikWE3Gp9s+QijKWXx/0HDd1UuGqy0QZNqNm/M0mqVnokJNk5F4fBFxMiR
1o63BxL8xGIRdtTCjjb2Gq2Wj7EClUw6CykEkxAcVk+XrRtArGkNtcYdtHfUsKVE
wswvv0rNydrNnWhJLhSl8TW5Tex+OMyTXgk9/3K8kB0mAMrtxxYjt8tm+gztkivf
J0eo1uDJhaNxqwEZRzFyGaa4k1+56oFzRfTc
-----END CERTIFICATE-----
```

8. Fügen Sie den privaten Schlüssel, der in Generieren Sie eine Zertifikatsignierungsanforderung generiert wurde, ein.

   Beispiel:

```
Please enter Private Key: Press <Enter> [twice] when done
-----BEGIN PRIVATE KEY-----
MIIEvAIBADANBgkqhkiG9w0BAQEFAASCBKYwggSiAgEAAoIBAQCusJk075O8Uh32
9cHI6x+BaRS2w5wrqvzoYlidXtYmdCH3m1DDprBiAyfIwBC0/iU3Xd5NpB7nc1wK
1CI2VEkrXGUgwBtx1K4IlrCTB829Q1aLGAQXVyWnzhQc4tS5PW/DsQ8t7olZ9zEI
W/gaEIajgpXIwGNWZ+weKQK+yoolxC+gy4IUE7WvnEUiezaIdoqzyPhYq5GC4XWf
0johpQugOPe0/w2nVFRWJoFQp3ZP3NZAXc8H0qkRB6SjaM243XV2jnuEzX2joXvT
wHHH+IBAQ2JDs7s1TY0I20e49J2Fx2+HvUxDx4BHao7CCHA1+MnmEl+9E38wTaEk
NLsU724ZAgMBAAECggEABHUy06wxcIk5hO3S9Ik1FDZV3JWzsu5gGdLSQOHRd5W+
...
rXGEdDaqp7jQGNXUGlbxO3zcBil1/A9Hc6oalNECgYBKwe3PeZamiwhIHLy9ph7w
dJfFCshsPalMuAp2OuKIAnNa9l6fT9y5kf9tIbskT+t5Dth8bmV9pwe8UZaK5eC4
Svxm19jHT5QqloDaZVUmMXFKyKoqPDdfvcDk2Eb5gMfIIb0a3TPC/jqqpDn9BzuH
TO02fuRvRR/G/HUz2yRd+A==
```

```
-----END PRIVATE KEY-----
```

9. Geben Sie die Zertifikate der Zertifizierungsstellen (CA) ein, die die Zertifikatskette des Serverzertifikats bilden.

   Dies beginnt mit dem ausstellenden CA-Zertifikat des Serverzertifikats und kann bis zum Root-CA-Zertifikat reichen.

```
Do you want to continue entering root and/or intermediate certificates
{y|n}: n

You should keep a copy of the private key and the CA-signed digital
certificate for future reference.

The installed certificate's CA and serial number for reference:
CA: cache-164g-svm-root-ca
serial: 187A256E0BF90CFA
```

10. Ermitteln Sie den öffentlichen Schlüssel für die SVM-Root-CA:

```
security certificate show -vserver <svm> -common-name <root_ca_cn> -ca
<root_ca_cn> -type root-ca -instance

-----BEGIN CERTIFICATE-----
MIIDgTCCAmmgAwIBAgIIGHokTnbsHKEwDQYJKoZIhvcNAQELBQAwLjEfMB0GA1UE
AxMWY2FjaGUtMTY0Zy1zdm0tcm9vdC1jYTELMAkGA1UEBhMCVVMwHhcNMjUxMTIx
MjE1NTIzWhcNMjYxMTIxMjE1NTIzWjAuMR8wHQYDVQQDExZjYWNoZS0xNjRnLXN2
bS1yb290LWNhMQswCQYDVQQGEwJVUzCCASIwDQYJKoZIhvcNAQEBBQADggEPADCC
...
DoOL7vZFFt44xd+rp0DwafhSnLH5HNhdIAfa2JvZW+eJ7rgevH9wmOzyc1vaihl3
Ewtb6cz1a/mtESSYRNBmGkIGM/SFCy5v1ROZXCzF96XPbYQN4cW0AYI3AHYBZP0A
HlNzDR8iml4k9IuKf6BHLFA+VwLTJJZKrdf5Jvjgh0trGAbQGI/Hp2Bjuiopkui+
n4aa5Rz0JFQopqQddAYnMuvcq10CyNn7S0vF/XLd3fJaprH8kQ==
-----END CERTIFICATE-----
```

> Dies ist erforderlich, um den Client so zu konfigurieren, dass er den von der SVM-Root-CA signierten Zertifikaten vertraut. Der öffentliche Schlüssel wird in der Konsole ausgegeben. Kopieren und speichern Sie den öffentlichen Schlüssel. Die Werte in diesem Befehl sind die gleichen wie die, die Sie in Erstellen Sie eine SVM-Root-CA eingegeben haben.

Schritt 2: Konfigurieren Sie den S3-Server

1. S3-Protokollzugriff aktivieren:

```
vserver show -vserver <svm> -fields allowed-protocols
```

S3 ist auf SVM-Ebene standardmäßig zulässig.

2. Eine vorhandene Richtlinie klonen:

```
network interface service-policy clone -vserver <svm> -policy default-
data-files -target-vserver <svm> -target-policy <any_name>
```

3. Fügen Sie S3 zur geklonten Richtlinie hinzu:

```
network interface service-policy add-service -vserver <svm> -policy
<any_name> -service data-s3-server
```

4. Fügen Sie die neue Richtlinie der Daten-LIF hinzu:

```
network interface modify -vserver <svm> -lif <data_lif> -service-policy
duality
```

Die Änderung der Dienstrichtlinie eines bestehenden LIF kann zu Störungen führen. Dazu muss das LIF heruntergefahren und anschließend mit einem Listener für den neuen Dienst neu gestartet werden. TCP sich davon zwar schnell erholen, dennoch sollten mögliche Auswirkungen beachtet werden.

5. Erstellen Sie den S3-Objektspeicherserver auf der SVM:

```
vserver object-store-server create -vserver <svm> -object-store-server
<dns_name_of_data_lif> -certificate-name flexcache-duality
```

6. S3-Funktionalität auf dem FlexCache-Volume aktivieren:

   Die `flexcache config` Option `-is-s3-enabled` muss auf `true` gesetzt werden, bevor Sie einen Bucket erstellen können. Sie müssen außerdem die Option `-is-writeback-enabled` auf `false` setzen.

   Der folgende Befehl ändert eine bestehende FlexCache:

```
flexcache config modify -vserver <svm> -volume <fcache_vol> -is
-writeback-enabled false -is-s3-enabled true
```

7. Erstellen Sie einen S3-Bucket:

```
vserver object-store-server bucket create -vserver <svm> -bucket
<bucket_name> -type nas -nas-path <flexcache_junction_path>
```

8. Erstellen Sie eine Bucket-Richtlinie:

```
vserver object-store-server bucket policy add-statement -vserver <svm>
-bucket <bucket_name> -effect allow
```

9. Erstellen Sie einen S3-Benutzer:

```
vserver object-store-server user create -user <user> -comment ""
```

Beispielausgabe:

```
    Vserver: <svm>>
       User: <user>>
 Access Key: WCOT7...Y7D6U
 Secret Key: 6143s...pd__P
    Warning: The secret key won't be displayed again. Save this key for
future use.
```

10. Schlüssel für den Root-Benutzer neu generieren:

```
vserver object-store-server user regenerate-keys -vserver <svm> -user
root
```

Beispielausgabe:

```
    Vserver: <svm>>
       User: root
 Access Key: US791...2F1RB
 Secret Key: tgYmn...8_3o2
    Warning: The secret key won't be displayed again. Save this key for
future use.
```

Schritt 3: Client einrichten

Es gibt viele S3-Clients. Ein guter Ausgangspunkt ist die AWS CLI. Weitere Informationen finden sich unter "Installation der AWS CLI".

FlexCache-Volumes verwalten

Informationen zur Überprüfung von ONTAP FlexCache Volumes

Ab ONTAP 9.7 ist es möglich, NFS-Dateizugriffsereignisse in FlexCache Beziehungen mithilfe der nativen ONTAP-Auditing- und Dateirichtlinienverwaltung mit FPolicy zu protokollieren.

Ab ONTAP 9.14.1 wird FPolicy für FlexCache Volumes mit NFS oder SMB unterstützt. Zuvor wurde FPolicy für FlexCache Volumes mit SMB nicht unterstützt.

Natives Auditing und FPolicy werden mit denselben CLI-Befehlen konfiguriert und verwaltet wie FlexVol Volumes. Bei FlexCache Volumes gibt es jedoch einige Unterschiede im Verhalten.

- **Nativprüfung**
  - Ein FlexCache Volume kann nicht als Ziel für Revisionsprotokolle verwendet werden.
  - Wenn Sie Lese- und Schreibvorgänge auf FlexCache Volumes überwachen möchten, muss die Überwachung sowohl auf der Cache-SVM als auch auf der Origin-SVM konfiguriert werden.

    Dies liegt daran, dass Dateisystemoperationen dort protokolliert werden, wo sie verarbeitet werden. Das heißt, Lesevorgänge werden auf der Cache-SVM und Schreibvorgänge auf der Origin-SVM protokolliert.

  - Um den Ursprung von Schreibvorgängen nachzuverfolgen, werden die SVM-UUID und die MSID im Revisionsprotokoll angehängt, um das FlexCache Volume zu identifizieren, von dem der Schreibvorgang ausging.
- **FPolicy**
  - Obwohl Schreibvorgänge auf einem FlexCache Volume auf dem Ursprungsvolume ausgeführt werden, überwachen FPolicy Konfigurationen die Schreibvorgänge auf dem Cache Volume. Dies unterscheidet sich von nativer Überwachung, bei der die Schreibvorgänge auf dem Ursprungsvolume überwacht werden.
  - ONTAP erfordert zwar nicht dieselbe FPolicy-Konfiguration auf Cache- und Ursprungs-SVMs, es wird jedoch empfohlen, zwei ähnliche Konfigurationen bereitzustellen. Dies kann durch das Erstellen einer neuen FPolicy-Richtlinie für den Cache erfolgen, die wie die des Ursprungs-SVM konfiguriert ist, deren Geltungsbereich jedoch auf den Cache-SVM beschränkt ist.
  - Die Größe von Erweiterungen in einer FPolicy-Konfiguration ist auf 20KB (20480 Byte) begrenzt. Wenn die Größe der in einer FPolicy-Konfiguration auf einem FlexCache Volume verwendeten Erweiterungen 20KB überschreitet, wird die EMS-Meldung `nblade.fpolicy.extn.failed` ausgelöst.

Eigenschaften von ONTAP FlexCache Volumes mit einem Ursprungsvolume synchronisieren

Einige Eigenschaften des FlexCache Volume müssen stets mit denen des Ursprungsvolumes synchronisiert werden. Wenn die Volume-Eigenschaften eines FlexCache Volume nach einer Änderung am Ursprungsvolume nicht automatisch synchronisiert werden, ist eine manuelle Synchronisierung der Eigenschaften möglich.

Über diese Aufgabe

Die folgenden Volumeneigenschaften eines FlexCache Volume müssen stets mit denen des

Ursprungsvolumens synchronisiert werden:

- Sicherheitsstil (`-security-style`)
- Volume-Name (`-volume-name`)
- Maximale Verzeichnisgröße (`-maxdir-size`)
- Minimales Read Ahead (`-min-readahead`)

Schritt

1. Von dem FlexCache Volume die Volume-Eigenschaften synchronisieren:

   ```
   volume flexcache sync-properties -vserver svm_name -volume flexcache_volume
   ```

   ```
   cluster1::> volume flexcache sync-properties -vserver vs1 -volume fc1
   ```

Die Konfiguration der ONTAP FlexCache Beziehungen aktualisieren

Nach Ereignissen wie Volume-Verschiebung, Aggregate-Umlagerung oder Storage-Failover werden die Volume-Konfigurationsinformationen auf dem Ursprungs-Volume und dem FlexCache Volume automatisch aktualisiert. Falls die automatische Aktualisierung fehlschlägt, wird eine EMS-Meldung generiert und anschließend muss die Konfiguration für die FlexCache Beziehung manuell aktualisiert werden.

Wenn sich das Quellvolume und das FlexCache Volume im nicht verbundenen Modus befinden, könnten zusätzliche Schritte erforderlich sein, um eine FlexCache Beziehung manuell zu aktualisieren.

Über diese Aufgabe

Wenn die Konfigurationen eines FlexCache volume aktualisiert werden sollen, muss der Befehl vom Ursprungsvolume ausgeführt werden. Wenn die Konfigurationen eines Ursprungsvolumes aktualisiert werden sollen, muss der Befehl vom FlexCache volume ausgeführt werden.

Schritt

1. Die Konfiguration der FlexCache Beziehung wird aktualisiert:

   ```
   volume flexcache config-refresh -peer-vserver peer_svm -peer-volume
   peer_volume_to_update -peer-endpoint-type [origin | cache]
   ```

Aktualisierungen der Dateizugriffszeit für Dateizugriffe auf ONTAP FlexCache Volumes

Ab ONTAP 9.11.1 kann das `-atime-update` Feld auf dem FlexCache Volume aktiviert werden, um Aktualisierungen der Dateizugriffszeit zu ermöglichen. Ein Aktualisierungszeitraum für die Zugriffszeit kann auch mit dem `-atime-update -period` Attribut festgelegt werden. Das `-atime-update-period` Attribut steuert, wie häufig Aktualisierungen der Zugriffszeit erfolgen können und wann diese an das Ursprungsvolume weitergegeben werden.

Überblick

ONTAP bietet ein Feld auf Volumenebene namens `-atime-update`, um Zugriffszeitaktualisierungen für Dateien und Verzeichnisse zu verwalten, die mit READ, READLINK und READDIR gelesen werden. Atime wird für Entscheidungen zum Datenlebenszyklus von Dateien und Verzeichnissen verwendet, auf die selten zugegriffen wird. Die selten genutzten Dateien werden schließlich in den Archivspeicher migriert und werden häufig später auf Band verschoben.

Das Feld „atime-update“ ist auf bestehenden und neu erstellten FlexCache Volumes standardmäßig deaktiviert. Wenn Sie FlexCache Volumes mit ONTAP Releases vor 9.11.1 verwenden, sollte das Feld „atime-update“ deaktiviert bleiben, damit Caches nicht unnötig geleert werden, wenn eine Leseoperation auf dem Ursprungsvolume durchgeführt wird. Bei großen FlexCache Caches verwenden Administratoren jedoch spezielle Tools zur Datenverwaltung, um sicherzustellen, dass häufig genutzte Daten im Cache verbleiben und selten genutzte Daten entfernt werden. Dies ist nicht möglich, wenn „atime-update“ deaktiviert ist. Ab ONTAP 9.11.1 kann „atime-update“ aktiviert `-atime-update` und `-atime-update-period`, die erforderlichen Tools zur Verwaltung der zwischengespeicherten Daten verwendet werden.

Bevor Sie beginnen

- Alle FlexCache Volumes müssen unter ONTAP 9.11.1 oder höher ausgeführt werden.
- Sie müssen den `advanced`privilegierten Modus verwenden.

Über diese Aufgabe

Die Einstellung `-atime-update-period` auf 86400 Sekunden erlaubt maximal eine Aktualisierung der Zugriffszeit pro 24-Stunden-Zeitraum, unabhängig von der Anzahl der leseähnlichen Vorgänge, die an einer Datei durchgeführt werden.

Das Setzen des `-atime-update-period` auf 0 sendet für jeden Lesezugriff Nachrichten an den Ursprung. Der Ursprung informiert dann jedes FlexCache volume darüber, dass die atime veraltet ist, was die Performance beeinträchtigt.

Diese Schritte müssen auf dem Ursprungs-Volume ausgeführt werden.

Schritte

1. Den Berechtigungsmodus auf `advanced` festlegen:

   ```
   set -privilege advanced
   ```

2. Aktualisierungen der Dateizugriffszeit aktivieren und die Aktualisierungshäufigkeit festlegen:

   ```
   volume modify -volume vol_name -vserver <SVM name> -atime-update true -atime
   -update-period <seconds>
   ```

   Das folgende Beispiel aktiviert `-atime-update` und setzt `-atime-update-period` auf 86400 Sekunden, also 24 Stunden:

   ```
   c1: volume modify -volume origin1 vs1_c1 -atime-update true -atime
   -update-period 86400
   ```

3. Es sollte überprüft werden, ob `-atime-update` aktiviert ist:

```
volume show -volume vol_name -fields atime-update,atime-update-period
```

```
c1::*> volume show -volume cache1_origin1 -fields atime-update,atime-
update-period
vserver volume         atime-update atime-update-period
------- -------------- ------------ -------------------
vs2_c1  cache1_origin1 true         86400
```

4. Nachdem `-atime-update` aktiviert wurde, kann festgelegt werden, ob die Dateien auf einem FlexCache volume automatisch bereinigt werden und in welchem Intervall die Bereinigung erfolgt:

```
volume flexcache config modify -vserver <SVM name> -volume <volume_name> -is
-atime-scrub-enabled <true|false> -atime-scrub-period <integer>
```

Weitere Informationen zum `-is-atime-scrub-enabled` Parameter finden Sie in der "ONTAP-Befehlsreferenz".

Globale Dateisperrung auf ONTAP FlexCache Volumes aktivieren

Ab ONTAP 9.10.1 können Sie eine globale Dateisperrung auf FlexCache Volumes anwenden, um Lesezugriffe auf alle zugehörigen zwischengespeicherten Dateien zu verhindern.

Bevor Sie beginnen

- Die globale Dateisperrung erfordert, dass auf den Clustern, die den Ursprung und alle zugehörigen Caches enthalten, ONTAP 9.9.1 oder höher ausgeführt wird. Die globale Dateisperrung kann auf neuen oder bestehenden FlexCache volumes aktiviert werden. Der Befehl kann auf einem Volume ausgeführt werden und gilt für alle zugehörigen FlexCache volumes.
- Sie müssen sich auf der erweiterten Berechtigungsebene befinden, um die globale Dateisperrung zu aktivieren.
- Wenn Sie auf eine Version von ONTAP vor 9.9.1 zurückkehren, muss die globale Dateisperrung zuerst auf dem Ursprung und den zugehörigen Caches deaktiviert werden. Zum Deaktivieren wird vom Ursprungsvolume folgender Befehl ausgeführt: `volume flexcache prepare-to-downgrade -disable-feature-set 9.10.0`
- Der Prozess zur Aktivierung der globalen Dateisperrung hängt davon ab, ob der Ursprung über vorhandene Caches verfügt:
  - Globale Dateisperrung auf neuen FlexCache Volumes aktivieren
  - Globale Dateisperrung auf vorhandenen FlexCache Volumes aktivieren

Globale Dateisperrung auf neuen FlexCache Volumes aktivieren

Schritte

1. Das FlexCache Volume wird mit `-is-global-file-locking` auf „true“ erstellt:

```
volume flexcache create volume volume_name -is-global-file-locking-enabled
true
```

Der Standardwert von `-is-global-file-locking` ist “false”. Wenn nachfolgende `volume flexcache create` Befehle auf einem Volume ausgeführt werden, muss `-is-global-file-locking enabled` auf “true” gesetzt werden.

Globale Dateisperrung auf vorhandenen FlexCache Volumes aktivieren

Schritte

1. Die globale Dateisperrung muss vom Ursprungsvolume aus festgelegt werden.
2. Der Ursprung darf keine anderen bestehenden Beziehungen haben (zum Beispiel SnapMirror). Alle bestehenden Beziehungen müssen getrennt werden. Alle Caches und Volumes müssen zum Zeitpunkt der Befehlsausführung verbunden sein. Der Verbindungsstatus kann mit folgendem Befehl überprüft werden:

   ```
   volume flexcache connection-status show
   ```

   Der Status aller aufgeführten Datenträger sollte wie folgt angezeigt werden `connected`.. Weitere Informationen finden sich unter "Status einer FlexCache Beziehung anzeigen" oder "Eigenschaften eines FlexCache Volumens von einem Ursprung synchronisieren".

3. Globale Dateisperrung für die Caches aktivieren:

   ```
   volume flexcache origin config show/modify -volume volume_name -is-global-file
   -locking-enabled true
   ```

Verwandte Informationen

- "ONTAP-Befehlsreferenz"

ONTAP FlexCache Volumes vorbelegen

Sie können ein FlexCache volume vorab befüllen, um die Zeit für den Zugriff auf zwischengespeicherte Daten zu verkürzen.

Bevor Sie beginnen

- Sie müssen Cluster-Administrator auf der erweiterten Berechtigungsebene sein.
- Die Pfade, die Sie für die Vorbefüllung angeben, müssen existieren oder die Vorbefüllungsoperation schlägt fehl.

Über diese Aufgabe

- Prepopulate liest nur Dateien und durchsucht Verzeichnisse
- Das `-isRecursion`Flag gilt für die gesamte Liste der an prepopulate übergebenen Verzeichnisse

Schritte

1. Ein FlexCache Volume vorab befüllen:

   ```
   volume flexcache prepopulate -cache-vserver vserver_name -cache-volume -path
   -list path_list -isRecursion true|false
   ```

   - Der `-path-list` Parameter gibt den relativen Verzeichnispfad an, den Sie ausgehend vom Ursprungs-Stammverzeichnis vorausfüllen möchten. Wenn das Ursprungs-Stammverzeichnis beispielsweise /origin heißt und die Verzeichnisse /origin/dir1 und /origin/dir2 enthält, kann die Pfadliste wie folgt angegeben werden: `-path-list dir1, dir2` oder `-path-list /dir1, /dir2`.

◦ Der Standardwert des `-isRecursion`Parameters ist True.

Dieses Beispiel legt einen einzelnen Verzeichnispfad vorab fest:

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-vserver vs2 -cache
-volume fg_cachevol_1 -path-list /dir1
  (volume flexcache prepopulate start)
[JobId 207]: FlexCache prepopulate job queued.
```

Dieses Beispiel füllt Dateien aus mehreren Verzeichnissen vorab aus:

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-vserver vs2 -cache
-volume fg_cachevol_1 -path-list /dir1,/dir2,/dir3,/dir4
  (volume flexcache prepopulate start)
[JobId 208]: FlexCache prepopulate job queued.
```

Dieses Beispiel füllt eine einzelne Datei vorab aus:

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-vserver vs2 -cache
-volume fg_cachevol_1 -path-list /dir1/file1.txt
  (volume flexcache prepopulate start)
[JobId 209]: FlexCache prepopulate job queued.
```

Dieses Beispiel füllt alle Dateien aus dem Ursprung vorab aus:

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-vserver vs2 -cache
-volume fg_cachevol_1 -path-list / -isRecursion true
  (volume flexcache prepopulate start)
[JobId 210]: FlexCache prepopulate job queued.
```

Dieses Beispiel enthält einen ungültigen Pfad für die Vorbelegung:

```
cluster1::*> flexcache prepopulate start -cache-volume
vol_cache2_vs3_c2_vol_origin1_vs1_c1 -cache-vserver vs3_c2 -path-list
/dir1, dir5, dir6
  (volume flexcache prepopulate start)

Error: command failed: Path(s) "dir5, dir6" does not exist in origin
volume
       "vol_origin1_vs1_c1" in Vserver "vs1_c1".
```

2. Anzahl der gelesenen Dateien anzeigen:

```
job show -id job_ID -ins
```

Verwandte Informationen

- "Job anzeigen"

ONTAP FlexCache Beziehungen löschen

Sie können eine FlexCache Beziehung und das FlexCache Volume löschen, wenn das FlexCache Volume nicht mehr benötigt wird.

Bevor Sie beginnen

Wenn Sie die FlexCache Write-Back-Funktion aktiviert haben, müssen Sie sie deaktivieren, bevor Sie ein FlexCache Volume löschen können. Siehe "Write-Back auf einem FlexCache Volume deaktivieren".

Schritte

1. Vom Cluster, der das FlexCache Volume enthält, das FlexCache Volume offline nehmen:

   ```
   volume offline -vserver svm_name -volume volume_name
   ```

2. Das FlexCache Volume löschen:

   ```
   volume flexcache delete -vserver svm_name -volume volume_name
   ```

   Die FlexCache-Beziehungsdetails werden aus dem Ursprungsvolume und dem FlexCache-Volume entfernt.

FlexCache zur Hotspot-Remediation

Behebung von Hotspots in Hochleistungsrechen-Workloads mit ONTAP FlexCache Volumes

Ein häufiges Problem bei vielen Hochleistungs-Compute-Workloads, wie Animationsrendering oder EDA, ist Hotspotting. Hotspotting ist eine Situation, in der ein bestimmter Teil des Clusters oder Netzwerks im Vergleich zu anderen Bereichen eine deutlich höhere Auslastung erfährt, was zu Leistungsengpässen und einer geringeren Gesamteffizienz führt, da sich der Datenverkehr an diesem Ort konzentriert. Beispielsweise ist eine Datei oder sind mehrere Dateien für den laufenden Job stark nachgefragt, was zu einem Engpass an der CPU führt, die die Anfragen (über eine Volume-Affinität) zu dieser Datei bedient. FlexCache kann helfen, diesen Engpass zu verringern, muss jedoch korrekt eingerichtet werden.

Diese Dokumentation erläutert, wie FlexCache zur Behebung von Hotspotting eingerichtet wird.

> Ab Juli 2024 wurden Inhalte aus zuvor als PDFs veröffentlichten technischen Berichten in die ONTAP Produktdokumentation integriert. Diese Inhalte des technischen Berichts zur Hotspot-Behebung in ONTAP sind zum Zeitpunkt der Veröffentlichung neu, ein früheres Format wurde nie erstellt.

Schlüsselkonzepte

Bei der Planung der Hotspot-Behebung ist es wichtig, diese grundlegenden Konzepte zu verstehen.

- **High-Density FlexCache (HDF)**: Ein FlexCache, der so komprimiert ist, dass er sich über so wenige Knoten wie die Cache-Kapazitätsanforderungen erlauben, erstreckt.
- **HDF Array (HDFA)**: Eine Gruppe von HDFs, die Caches desselben Ursprungs sind, verteilt über den Cluster
- **Inter-SVM HDFA**: Ein HDF vom HDFA pro Server-Storage Virtual Machine (SVM)
- **Intra-SVM HDFA**: Alle HDFs im HDFA in einer SVM
- **Ost-West-Verkehr**: Cluster-Backend-Verkehr, der durch indirekten Datenzugriff generiert wird

Was kommt als Nächstes

- "Erfahren Sie, wie mit hochdichter FlexCache Architektur Hotspotting behoben werden kann"
- "Über die FlexCache Arraydichte entscheiden"
- "Bestimmen Sie die Dichte Ihrer HDFs und entscheiden Sie, ob auf die HDFs über NFS mit Inter-SVM-HDFAs und Intra-SVM-HDFAs zugegriffen wird."
- "HDFA und die Daten-LIFs so konfigurieren, dass die Vorteile der Nutzung von Intracluster-Caching mit ONTAP Konfiguration realisiert werden."
- "Informationen zur Konfiguration von Clients zur Verteilung von ONTAP NAS-Verbindungen mit der Clientkonfiguration"

Entwicklung einer ONTAP FlexCache Hotspot-Remediation-Lösung

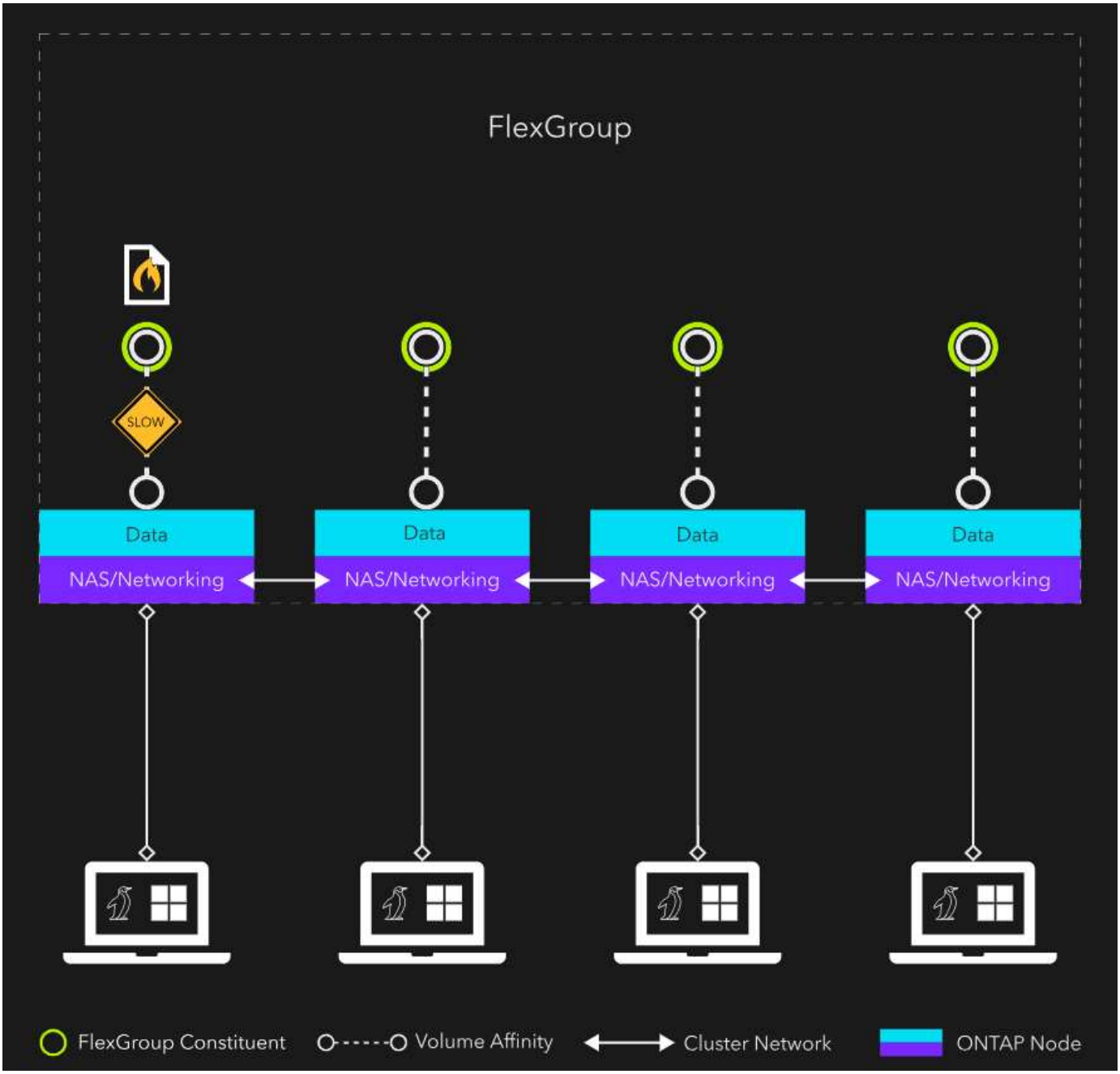
Um Hotspots zu beheben, werden die zugrundeliegenden Ursachen von Engpässen untersucht, die Gründe analysiert, warum automatisch bereitgestelltes FlexCache nicht ausreicht, sowie die technischen Details betrachtet, die für eine effektive Architektur einer FlexCache Lösung notwendig sind. Durch das Verständnis und die Implementierung von High-Density FlexCache Arrays (HDFAs) lässt sich die Leistung optimieren und Engpässe in anspruchsvollen Workloads beseitigen.

Den Engpass verstehen

Die folgende Bild zeigt ein typisches Hotspotting-Szenario mit einer einzelnen Datei. Das Volume ist ein FlexGroup mit einem einzelnen Bestandteil pro Knoten, und die Datei befindet sich auf Knoten 1.

Auch wenn alle Netzwerkverbindungen der NAS-Clients auf verschiedene Knoten im Cluster verteilt werden, bleibt der Engpass bei der CPU bestehen, die die Volume-Affinität bedient, auf der sich die Hot File befindet. Es entsteht außerdem Cluster-Netzwerkverkehr (Ost-West-Verkehr) für die Aufrufe von Clients, die mit anderen Knoten als dem verbunden sind, auf dem sich die Datei befindet. Der Overhead des Ost-West-Verkehrs ist typischerweise gering, aber bei Hochleistungs-Compute-Workloads zählt jedes bisschen.

Abbildung 1: FlexGroup Single-File-Hotspot-Szenario

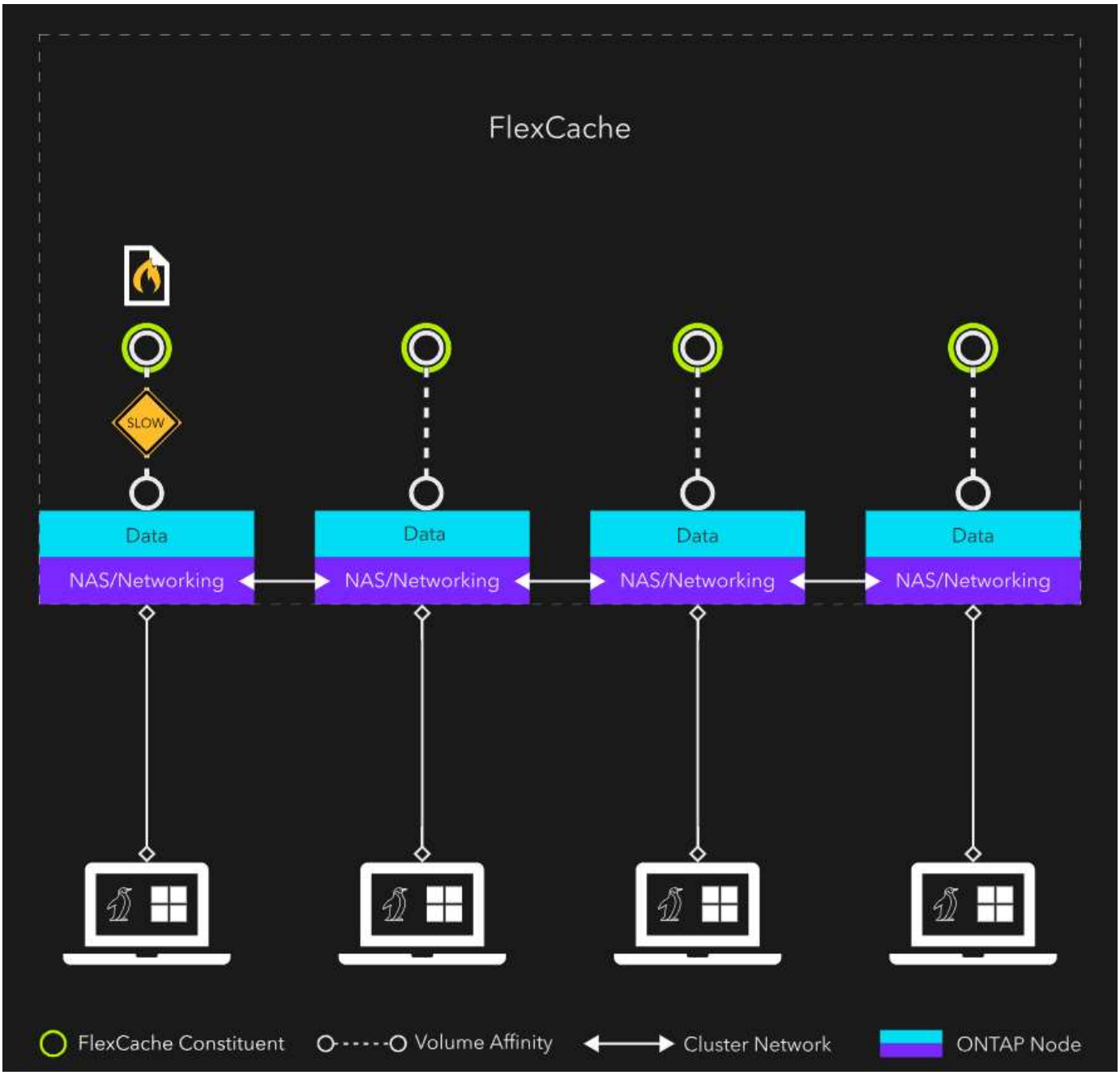


Warum eine automatisch bereitgestellte FlexCache nicht die Lösung ist

Um Hotspots zu beheben, sollten der CPU-Engpass und idealerweise auch der Ost-West-Verkehr beseitigt werden. FlexCache kann helfen, wenn es richtig eingerichtet ist.

Im folgenden Beispiel wird FlexCache automatisch mit System Manager, NetApp Console oder Standard-CLI-Argumenten bereitgestellt. Abbildung 1 und Abbildung 2 erscheinen zunächst gleich: Beide sind vier-Knoten, Einzelkomponenten-NAS-Container. Der einzige Unterschied besteht darin, dass der NAS-Container in Abbildung 1 ein FlexGroup ist und der NAS-Container in Abbildung 2 ein FlexCache ist. Jede Abbildung zeigt denselben Engpass: die CPU von Knoten 1 für Volume-Affinitätsdienste beim Zugriff auf die Hot File sowie Ost-West-Verkehr, der zur Latenz beiträgt. Ein automatisch bereitgestellter FlexCache hat den Engpass nicht beseitigt.

Abbildung 2: Automatisch bereitgestelltes FlexCache Szenario



Anatomie eines FlexCache

Um eine FlexCache effektiv für die Hotspot-Behebung zu gestalten, ist es wichtig, einige technische Details über FlexCache zu kennen.

FlexCache ist immer eine dünn besetzte FlexGroup. Eine FlexGroup besteht aus mehreren FlexVols. Diese FlexVols werden als FlexGroup-Bestandteile bezeichnet. In einer Standard-FlexGroup-Konfiguration gibt es einen oder mehrere Bestandteile pro Knoten im Cluster. Die Bestandteile sind unter einer Abstraktionsschicht „zusammengenäht“ und werden dem Client als ein einziger großer NAS-Container präsentiert. Wenn eine Datei in eine FlexGroup geschrieben wird, bestimmen Ingest-Heuristiken, auf welchem Bestandteil die Datei gespeichert wird. Es kann sich um einen Bestandteil handeln, der die NAS-Verbindung des Clients enthält, oder um einen anderen Knoten. Der Speicherort ist unerheblich, da alles unter der Abstraktionsschicht abläuft und für den Client unsichtbar ist.

Dieses Verständnis von FlexGroup lässt sich auf FlexCache anwenden. Da FlexCache auf einem FlexGroup

basiert, gibt es standardmäßig einen einzelnen FlexCache, der auf allen Knoten im Cluster Bestandteile hat, wie in Abbildung 1 dargestellt. In den meisten Fällen ist dies eine sehr gute Eigenschaft. Alle Ressourcen im Cluster werden genutzt.

Für die Behebung von Hot Files ist dies jedoch aufgrund zweier Engpässe nicht ideal: CPU für eine einzelne Datei und Ost-West-Datenverkehr. Wenn ein FlexCache mit Bestandteilen auf jedem Node für eine Hot File erstellt wird, befindet sich diese Datei dennoch nur auf einem der Bestandteile. Das bedeutet, dass eine CPU für den gesamten Zugriff auf die Hot File zuständig ist. Auch die Menge des Ost-West-Datenverkehrs, der zum Erreichen der Hot File erforderlich ist, sollte begrenzt werden.

Die Lösung ist ein Array mit hoher Dichte FlexCaches.

Anatomie einer High-Density-FlexCache

Ein High-Density FlexCache (HDF) hat Bestandteile auf so wenigen Knoten, wie es die Kapazitätsanforderungen für die zwischengespeicherten Daten zulassen. Das Ziel ist, den Cache auf einem einzigen Knoten zu betreiben. Wenn die Kapazitätsanforderungen dies unmöglich machen, können die Bestandteile stattdessen auf nur wenige Knoten verteilt werden.

Ein Cluster mit 24 Knoten könnte beispielsweise drei hochdichte FlexCaches haben:

- Eine, die sich über die Knoten 1 bis 8 erstreckt
- Eine zweite, die die Knoten 9 bis 16 umfasst
- Ein drittes, das die Knoten 17 bis 24 umfasst

Diese drei HDFs bilden ein High-Density FlexCache Array (HDFA). Sind die Dateien gleichmäßig auf die einzelnen HDFs verteilt, besteht eine 1-zu-8-Chance, dass die vom Client angeforderte Datei lokal an der Frontend NAS-Verbindung liegt. Wenn 12 HDFs jeweils nur zwei Knoten umfassen, besteht eine 50%ige Chance, dass die Datei lokal ist. Wenn die HDF auf einen einzelnen Knoten reduziert und 24 davon erstellt werden, ist garantiert, dass die Datei lokal ist.

Diese Konfiguration eliminiert den gesamten Ost-West-Verkehr und, was am wichtigsten ist, stellt 24 CPUs/Volume-Affinitäten für den Zugriff auf die Hot File bereit.

Was kommt als Nächstes?

"Über die FlexCache Arraydichte entscheiden"

Verwandte Informationen

"Dokumentation zu FlexGroup und TRs"

ONTAP FlexCache-Dichte ermitteln

Die erste Entscheidung bei der Hotspot-Behebung besteht darin, die FlexCache-Dichte zu bestimmen. Die folgenden Beispiele beziehen sich auf Cluster mit vier Knoten. Es wird angenommen, dass die Dateianzahl gleichmäßig auf alle Komponenten jedes HDF verteilt ist. Es wird außerdem von einer gleichmäßigen Verteilung der Frontend-NAS-Verbindungen auf alle Knoten ausgegangen.

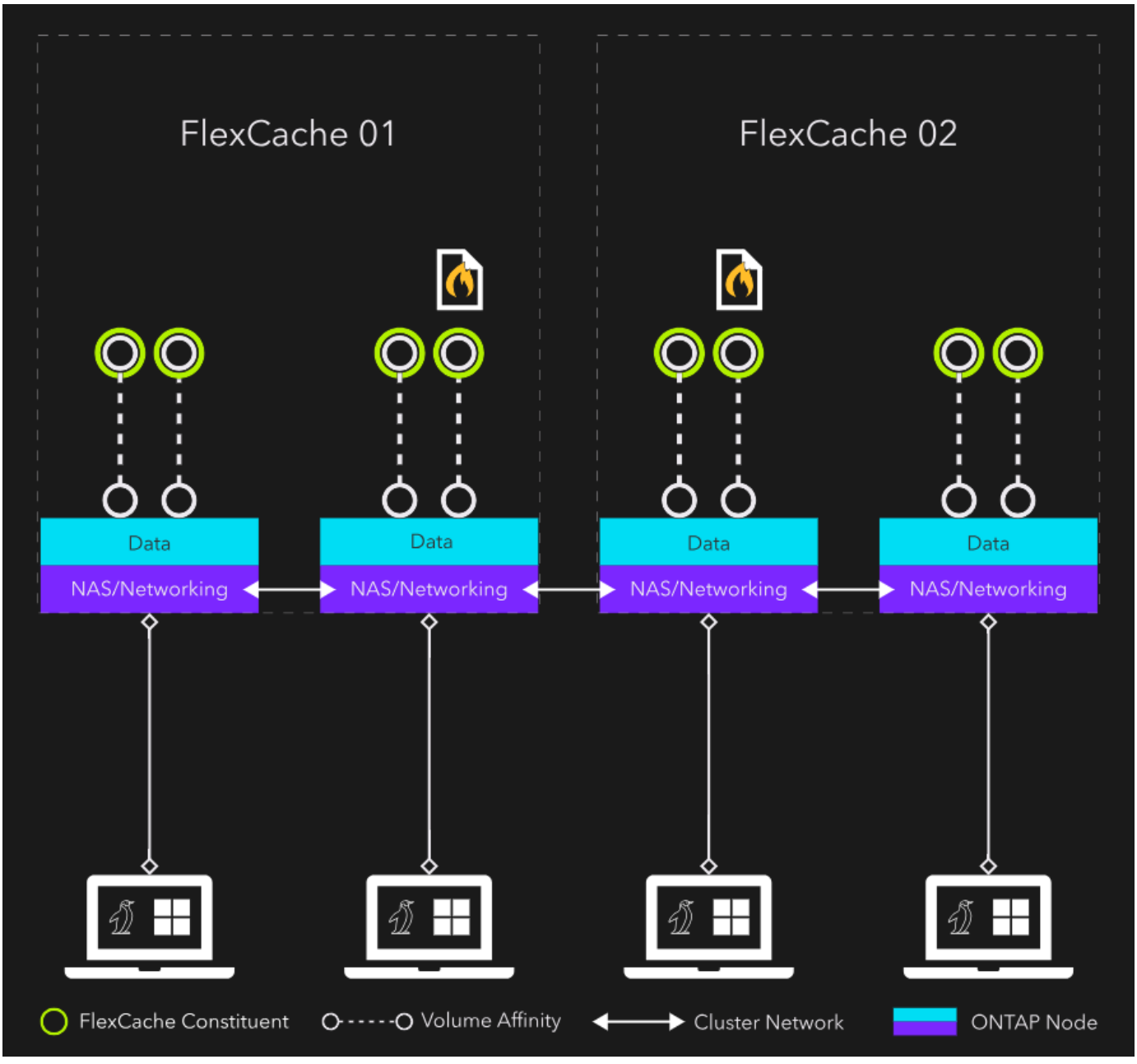
Auch wenn diese Beispiele nicht die einzigen möglichen Konfigurationen sind, ist das grundlegende Designprinzip zu verstehen: Es sollten so viele HDFs erstellt werden, wie es die Platzanforderungen und verfügbaren Ressourcen erlauben.

HDFAs werden mit folgender Syntax dargestellt: `HDFs per HDFA x nodes per HDF x constituents per node per HDF`

[[2x2x2-hdfa-configuration]] == 2x2x2 HDFA Konfiguration

Abbildung 1 ist ein Beispiel für eine 2x2x2 HDFA Konfiguration: zwei HDFs, die sich jeweils über zwei Knoten erstrecken, und jeder Knoten enthält zwei zugehörige Volumes. In diesem Beispiel hat jeder Client eine 50%ige Chance auf direkten Zugriff auf die Hot File. Zwei der vier Clients haben Ost-West-Verkehr. Wichtig ist, dass nun zwei HDFs existieren, was zwei separate Caches der Hot File bedeutet. Es gibt nun zwei CPUs/Volume-Affinitäten, die den Zugriff auf die Hot File bedienen.

Abbildung 1: 2x2x2 HDFA Konfiguration

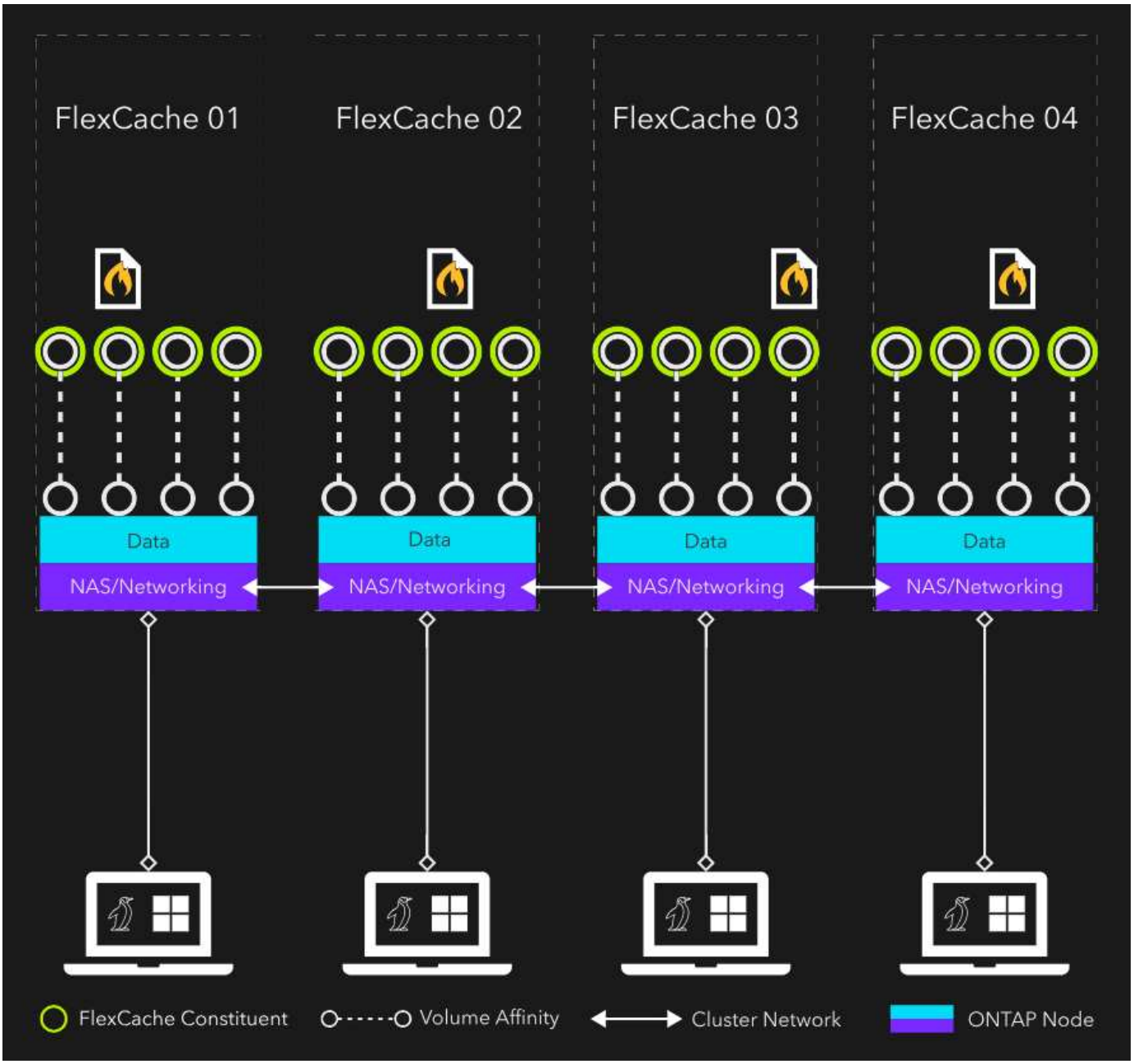


[[4x1x4-hdfa-configuration]] == 4x1x4 HDFA Konfiguration

Abbildung 2 stellt eine optimale Konfiguration dar. Dies ist ein Beispiel für eine 4x1x4 HDFA Konfiguration: vier

HDFs, jeweils auf einen einzelnen Knoten beschränkt, und jeder Knoten enthält vier Bestandteile. In diesem Beispiel hat jeder Client garantiert direkten Zugriff auf einen Cache der Hot File. Da vier zwischengespeicherte Dateien auf vier verschiedenen Knoten liegen, unterstützen vier verschiedene CPUs/Volume-Affinitäten den Zugriff auf die Hot File. Zusätzlich entsteht kein Ost-West-Verkehr.

Abbildung 2: 4x1x4 HDFA Konfiguration



Was kommt als Nächstes

Nachdem Sie entschieden haben, wie dicht Ihre HDFs sein sollen, muss eine weitere Designentscheidung getroffen werden, falls auf die HDFs mit NFS mit "inter-SVM HDFAs und intra-SVM HDFAs" zugegriffen wird.

Eine ONTAP Inter-SVM oder Intra-SVM HDFA-Option bestimmen

Nachdem die Dichte Ihrer HDFs ermittelt wurde, kann entschieden werden, ob auf die HDFs über NFS zugegriffen wird, und es stehen Informationen zu Inter-SVM HDFA- und

Intra-SVM HDFA-Optionen zur Verfügung.

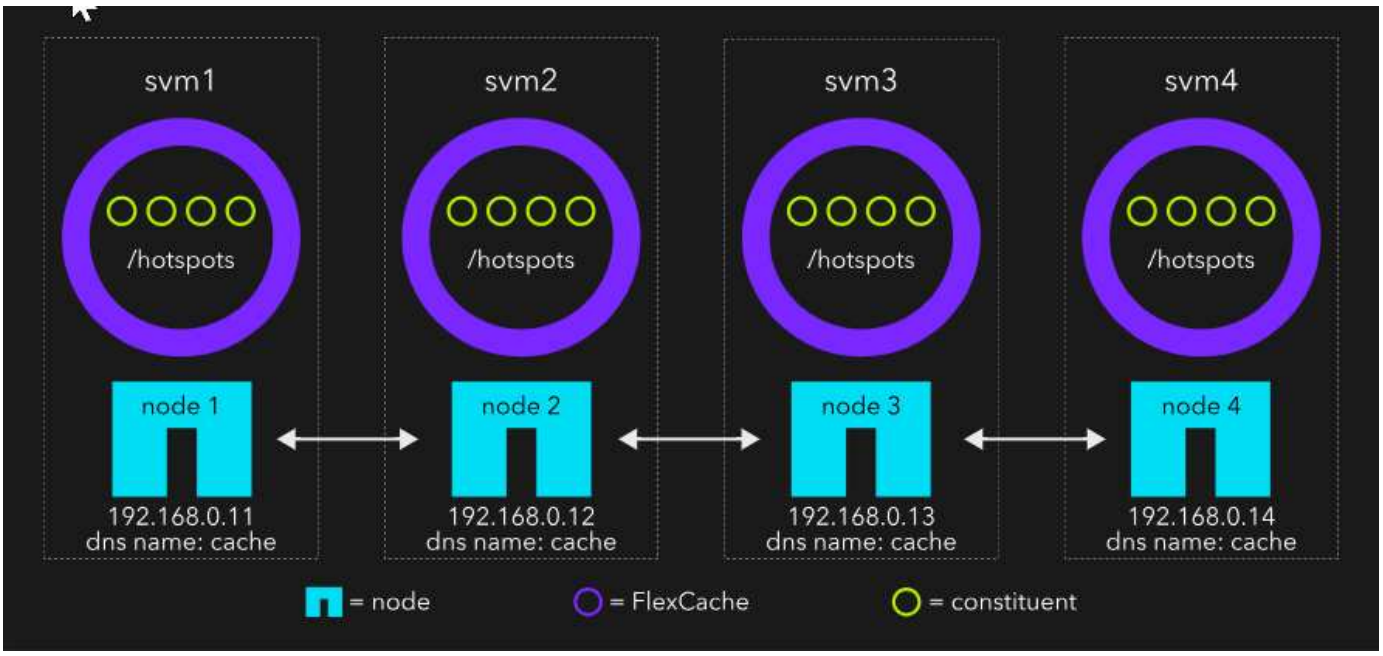
Wenn ausschließlich SMB-Clients auf die HDFs zugreifen, sollten alle HDFs in einer einzigen SVM erstellt werden. In der Windows-Clientkonfiguration ist ersichtlich, wie DFS-Ziele für den Lastausgleich verwendet werden können.

Inter-SVM HDFA Bereitstellung

Ein HDFA zwischen SVMs erfordert, dass für jede HDF im HDFA eine SVM erstellt wird. Dadurch haben alle HDFs innerhalb des HDFA denselben Verbindungspfad, was die Konfiguration auf der Clientseite erleichtert.

Im Abbildung 1 Beispiel befindet sich jede HDF in ihrer eigenen SVM. Dies ist eine inter-SVM-HDFA-Bereitstellung. Jede HDF hat einen Verbindungspfad von /hotspots. Außerdem hat jede IP einen DNS-A-Record mit dem Hostnamen cache. Diese Konfiguration nutzt DNS-Round-Robin, um die Mounts über die verschiedenen HDFs hinweg im Lastausgleich zu verteilen.

Abbildung 1: 4x1x4 Inter-SVM HDFA Konfiguration

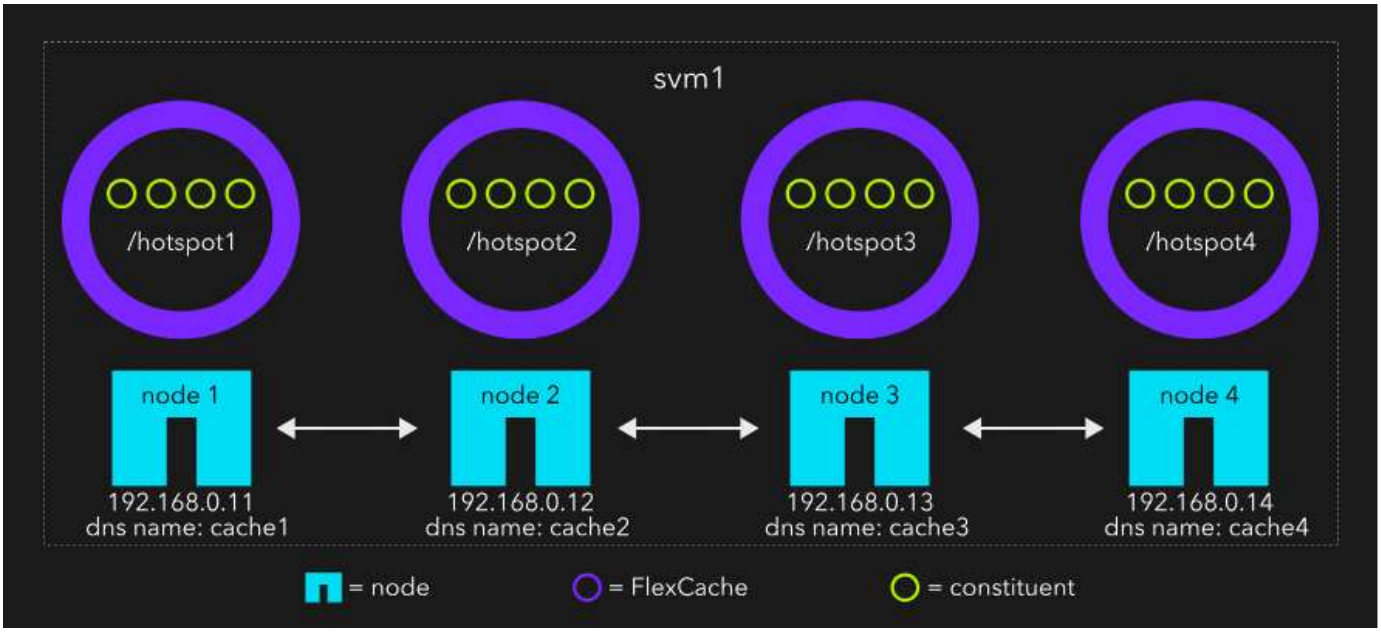


Intra-SVM HDFA Bereitstellung

Eine Intra-SVM erfordert, dass jede HDF einen eindeutigen Verbindungspfad besitzt, jedoch befinden sich alle HDFs in einer einzigen SVM. Diese Konfiguration ist in ONTAP einfacher, da nur eine SVM benötigt wird, erfordert jedoch eine erweiterte Konfiguration auf der Linux-Seite mit `autofs` und der Platzierung von Daten-LIFs in ONTAP.

Im Abbildung 2 Beispiel befindet sich jede HDF in derselben SVM. Dies ist eine intra-SVM-HDFA-Bereitstellung und erfordert eindeutige Verbindungspfade. Damit der Lastausgleich ordnungsgemäß funktioniert, ist für jede IP ein eindeutiger DNS-Name zu erstellen und die Daten-LIFs, auf die der Hostname aufgelöst wird, nur auf den Knoten zu platzieren, auf denen sich die HDF befindet. Außerdem ist `autofs` mit mehreren Einträgen zu konfigurieren, wie in "Linux-Client-Konfiguration" erläutert.

Abbildung 2: 4x1x4 Intra-SVM HDFA-Konfiguration



Was kommt als Nächstes

Nachdem Sie nun eine Vorstellung davon haben, wie Sie Ihre HDFAs einsetzen möchten"Die HDFA bereitstellen und die Clients so konfigurieren, dass sie in verteilter Weise darauf zugreifen.".

HDFAs und ONTAP Daten-LIFs konfigurieren

HDFA und die Daten-LIFs müssen entsprechend konfiguriert werden, damit die Vorteile dieser Hotspot-Behebungslösung realisiert werden können. Diese Lösung verwendet Intracluster-Caching, wobei sich Origin und HDFA im selben Cluster befinden.

Im Folgenden werden zwei Beispielkonfigurationen für HDFA dargestellt:

- 2x2x2-Inter-SVM-HDFA
- 4x1x4 intra-SVM HDFA

Über diese Aufgabe

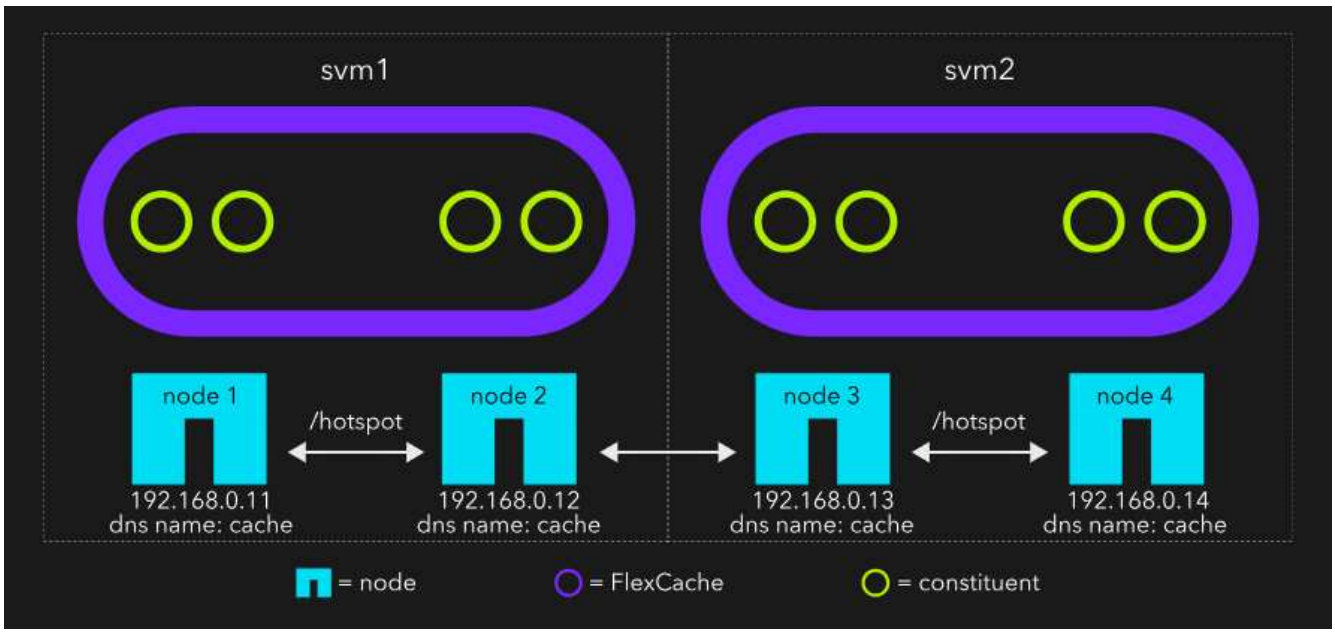
Diese erweiterte Konfiguration wird mithilfe der ONTAP CLI durchgeführt. Es gibt zwei Konfigurationen, die im `flexcache create` Befehl verwendet werden müssen, und eine Konfiguration, die nicht konfiguriert sein darf:

- `-aggr-list`: Ein Aggregat oder eine Liste von Aggregaten angeben, die sich auf dem Knoten oder der Teilmenge von Knoten befinden, auf die die HDF beschränkt werden soll.
- `-aggr-list-multiplier`: Legen Sie fest, wie viele Bestandteile pro in der `aggr-list` Option aufgeführten Aggregat erstellt werden. Wenn zwei Aggregate aufgeführt sind und dieser Wert auf `2` gesetzt wird, ergibt dies vier Bestandteile. NetApp empfiehlt bis zu 8 Bestandteile pro Aggregat, aber 16 sind ebenfalls ausreichend.
- `-auto-provision-as`: Wenn Sie mit der Tabulatortaste das Menü verlassen, versucht die CLI, den Wert automatisch auszufüllen und auf `flexgroup` zu setzen. Es sollte sichergestellt sein, dass dies nicht konfiguriert ist. Falls der Eintrag erscheint, sollte er gelöscht werden.

Eine 2x2x2 Inter-SVM HDFA-Konfiguration erstellen

1. Zur Unterstützung bei der Konfiguration eines 2x2x2 Inter-SVM HDFA wie in Abbildung 1 dargestellt, ist ein Vorbereitungsblatt auszufüllen.

Abbildung 1: 2x2x2 Inter-SVM HDFA Layout



SVM	Knoten pro HDF	Aggregate	Bestandteile pro Knoten	Verbindungspfad	Daten-LIF-IPs
svm1	node1, node2	aggr1, aggr2	2	/hotspot	192.168.0.11,192.168.0.12
svm2	node3, node4	aggr3, aggr4	2	/hotspot	192.168.0.13,192.168.0.14

2. Erstellen Sie die HDFs. Führen Sie den folgenden Befehl zweimal aus, einmal für jede Zeile im Vorbereitungsblatt. Achten Sie darauf, die `vserver` und `aggr-list` Werte für die zweite Iteration anzupassen.

```
cache::> flexcache create -vserver svm1 -volume hotspot -aggr-list
aggr1,aggr2 -aggr-list-multiplier 2 -origin-volume <origin_vol> -origin
-vserver <origin_svm> -size <size> -junction-path /hotspot
```

3. Die Daten-LIFs werden erstellt. Der Befehl wird viermal ausgeführt, wobei pro SVM auf den im Vorbereitungsblatt aufgeführten Knoten jeweils zwei Daten-LIFs erstellt werden. Die Werte sind für jede Iteration entsprechend anzupassen.

```
cache::> net int create -vserver svm1 -home-port e0a -home-node node1
-address 192.168.0.11 -netmask-length 24
```

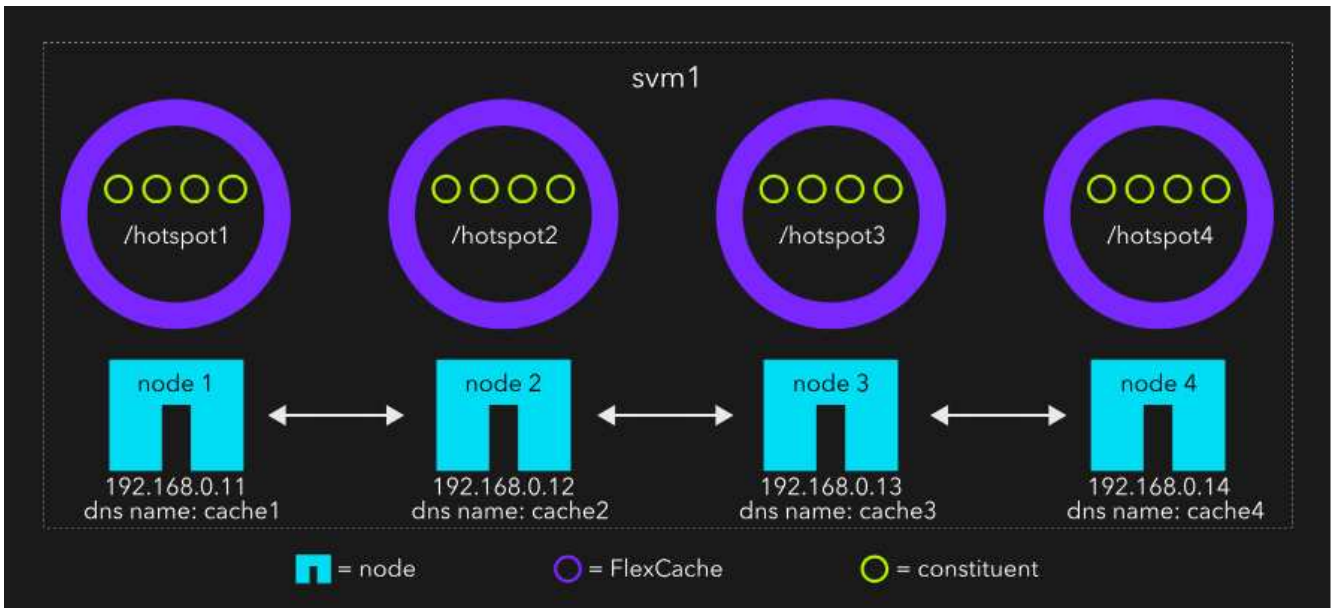
Was kommt als Nächstes

Nun müssen Sie Ihre Clients so konfigurieren, dass sie HDFA ordnungsgemäß nutzen. Siehe "Clientkonfiguration".

Erstellen einer 4x1x4 Intra-SVM HDFA

1. Zur Unterstützung bei der Konfiguration eines 4x1x4 Inter-SVM HDFA wie in Abbildung 2 dargestellt, ist ein Vorbereitungsblatt auszufüllen.

Abbildung 2: 4x1x4 Intra-SVM HDFA Layout



SVM	Knoten pro HDF	Aggregate	Bestandteile pro Knoten	Verbindungspfad	Daten-LIF-IPs
svm1	node1	aggr1	4	/hotspot1	192.168.0.11
svm1	node2	aggr2	4	/hotspot2	192.168.0.12
svm1	node3	aggr3	4	/hotspot3	192.168.0.13
svm1	node4	aggr4	4	/hotspot4	192.168.0.14

2. Erstellen Sie die HDFs. Führen Sie den folgenden Befehl viermal aus, einmal für jede Zeile im Vorbereitungsblatt. Stellen Sie sicher, dass Sie die `aggr-list` und `junction-path` Werte bei jeder Iteration anpassen.

```
cache::> flexcache create -vserver svm1 -volume hotspot1 -aggr-list
aggr1 -aggr-list-multiplier 4 -origin-volume <origin_vol> -origin
-vserver <origin_svm> -size <size> -junction-path /hotspot1
```

3. Die Daten-LIFs werden erstellt. Der Befehl wird viermal ausgeführt, sodass insgesamt vier Daten-LIFs in der SVM entstehen. Es sollte pro Node ein Daten-LIF vorhanden sein. Die Werte sind für jede Iteration entsprechend anzupassen.

```
cache::> net int create -vserver svm1 -home-port e0a -home-node node1
```

```
-address 192.168.0.11 -netmask-length 24
```

Was kommt als Nächstes

Nun müssen Sie Ihre Clients so konfigurieren, dass sie HDFA ordnungsgemäß nutzen. Siehe "Clientkonfiguration".

Clients für die Verteilung von ONTAP NAS-Verbindungen konfigurieren

Um Hotspotting zu beheben, sollte der Client ordnungsgemäß konfiguriert werden, damit er seinen Beitrag zur Vermeidung von CPU-Engpässen leistet.

Linux-Client-Konfiguration

Unabhängig davon, ob eine intra-SVM- oder inter-SVM-HDFA-Bereitstellung gewählt wurde, sollte `autofs` unter Linux verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Clients den Lastausgleich über die verschiedenen HDFs durchführen. Die `autofs` Konfiguration unterscheidet sich für inter- und intra-SVM.

Bevor Sie beginnen

Sie benötigen `autofs` und die entsprechenden Abhängigkeiten. Hierzu bietet die Linux-Dokumentation Unterstützung.

Über diese Aufgabe

Die beschriebenen Schritte verwenden eine Beispiel `/etc/auto_master`datei mit folgendem Eintrag:

```
/flexcache auto_hotspot
```

Diese Konfiguration `autofs`sucht nach einer Datei namens `auto_hotspot`im `/etc`Verzeichnis, sobald ein Prozess versucht, auf das `/flexcache`Verzeichnis zuzugreifen. Der Inhalt der `auto_hotspot`Datei legt fest, welcher NFS-Server und welcher Verbindungspfad im `/flexcache`Verzeichnis eingebunden werden. Die beschriebenen Beispiele sind verschiedene Konfigurationen für die `auto_hotspot`Datei.

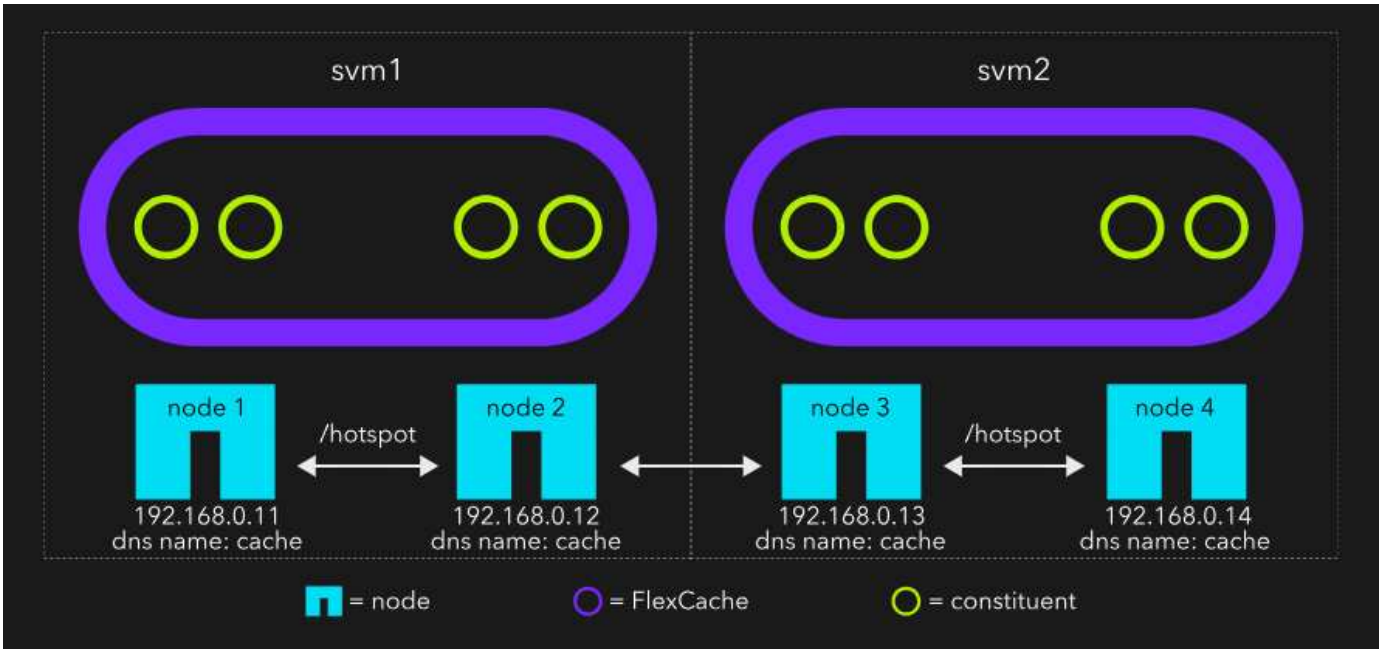
Intra-SVM HDFA autofs Konfiguration

Im folgenden Beispiel wird eine `autofs`Map für das Diagramm in Abbildung 1 erstellt. Da jeder Cache denselben Verbindungspfad hat und der Hostname `cache` vier DNS A-Einträge besitzt, ist nur eine Zeile erforderlich:

```
hotspot cache:/hotspot
```

Diese einfache Zeile veranlasst den NFS-Client, eine DNS-Abfrage für den Hostnamen `cache` durchzuführen. DNS ist so eingerichtet, dass die IP-Adressen im Round-Robin-Verfahren zurückgegeben werden. Dies führt zu einer gleichmäßigen Verteilung der Frontend NAS-Verbindungen. Nachdem der Client die IP-Adresse erhalten hat, wird der Verbindungspfad `/hotspot` bei `/flexcache/hotspot` eingebunden. Es kann eine Verbindung zu SVM1, SVM2, SVM3 oder SVM4 bestehen, wobei die jeweilige SVM keine Rolle spielt.

Abbildung 1: 2x2x2 Inter-SVM HDFA



Intra-SVM HDFA autofs Konfiguration

Im folgenden Beispiel wird eine `autofs`Map für das Diagramm in Abbildung 2 erstellt. Es muss sichergestellt werden, dass die NFS-Clients die IPs einbinden, die Teil der HDF-Verbindungspfad-Bereitstellung sind. Anders ausgedrückt: Es soll `/hotspot1`nur mit der IP 192.168.0.11 eingebunden werden. Hierzu können alle vier IP/Verbindungspfad-Paare für einen lokalen Mountpunkt in der `auto_hotspot`Map aufgeführt werden.

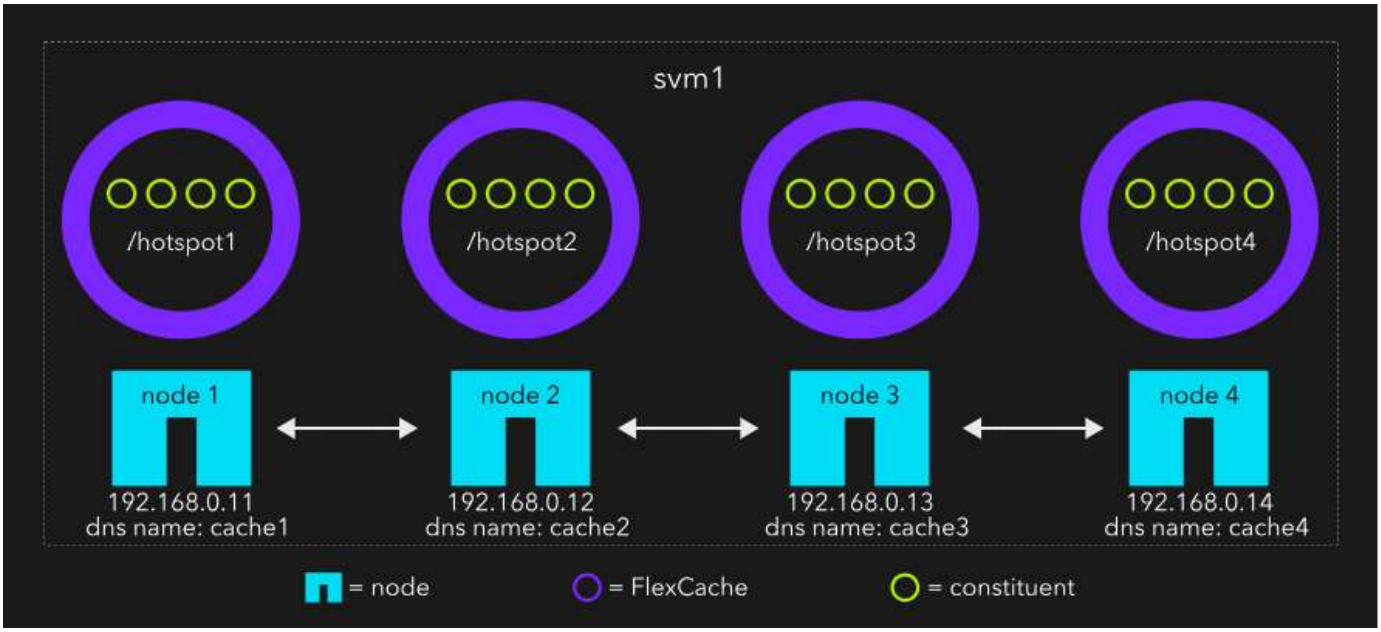
Der Backslash (\) im folgenden Beispiel setzt den Eintrag in der nächsten Zeile fort, was das Lesen erleichtert.

```
hotspot     cache1:/hostspot1 \
            cache2:/hostspot2 \
            cache3:/hostspot3 \
            cache4:/hostspot4
```

Wenn der Client versucht, auf `/flexcache/hotspot`, `autofs` zuzugreifen, wird ein Forward-Lookup für alle vier Hostnamen durchgeführt. Angenommen, alle vier IPs befinden sich entweder im selben Subnetz wie der Client oder in einem anderen Subnetz, `autofs` wird ein NFS-NULL-Ping an jede IP gesendet.

Dieser NULL-Ping erfordert die Verarbeitung des Pakets durch den ONTAP NFS-Service, jedoch keinen Festplattenzugriff. Der erste zurückgegebene Ping ist die IP-Adresse und der Verbindungspfad `autofs`, die für das Mounten ausgewählt werden.

Abbildung 2: 4x1x4 intra-SVM HDFA



Windows Clientkonfiguration

Bei Windows-Clients empfiehlt sich die Verwendung einer intra-SVM HDFA. Für den Lastausgleich zwischen den verschiedenen HDFs in der SVM ist es erforderlich, jeder HDF einen eindeutigen Freigabenamen zuzuweisen. Danach sind die Schritte in "Microsoft Dokumentation" zu befolgen, um mehrere DFS-Ziele für denselben Ordner zu implementieren.

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.