FlexCache zur Hotspot-Remediation

ONTAP 9

NetApp
September 09, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/de-de/ontap/flexcache-hot-spot/flexcache-hotspot-remediation-overview.html on September 09, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

Inhalt

FlexCache zur Hotspot-Remediation . . . 1
- Behebung von Hotspots in Hochleistungsrechen-Workloads mit ONTAP FlexCache Volumes . . . 1
  - Schlüsselkonzepte . . . 1
- Entwicklung einer ONTAP FlexCache Hotspot-Remediation-Lösung . . . 2
  - Den Engpass verstehen . . . 2
  - Warum eine automatisch bereitgestellte FlexCache nicht die Lösung ist . . . 3
  - Anatomie eines FlexCache . . . 4
  - Anatomie einer High-Density-FlexCache . . . 5
- ONTAP FlexCache-Dichte ermitteln . . . 5
- Eine ONTAP Inter-SVM oder Intra-SVM HDFA-Option bestimmen . . . 7
  - Inter-SVM HDFA Bereitstellung . . . 8
  - Intra-SVM HDFA Bereitstellung . . . 8
- HDFAs und ONTAP Daten-LIFs konfigurieren . . . 9
  - Eine 2x2x2 Inter-SVM HDFA-Konfiguration erstellen . . . 10
  - Erstellen einer 4x1x4 Intra-SVM HDFA . . . 11
- Clients für die Verteilung von ONTAP NAS-Verbindungen konfigurieren . . . 12
  - Linux-Client-Konfiguration . . . 12
  - Windows Clientkonfiguration . . . 14

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

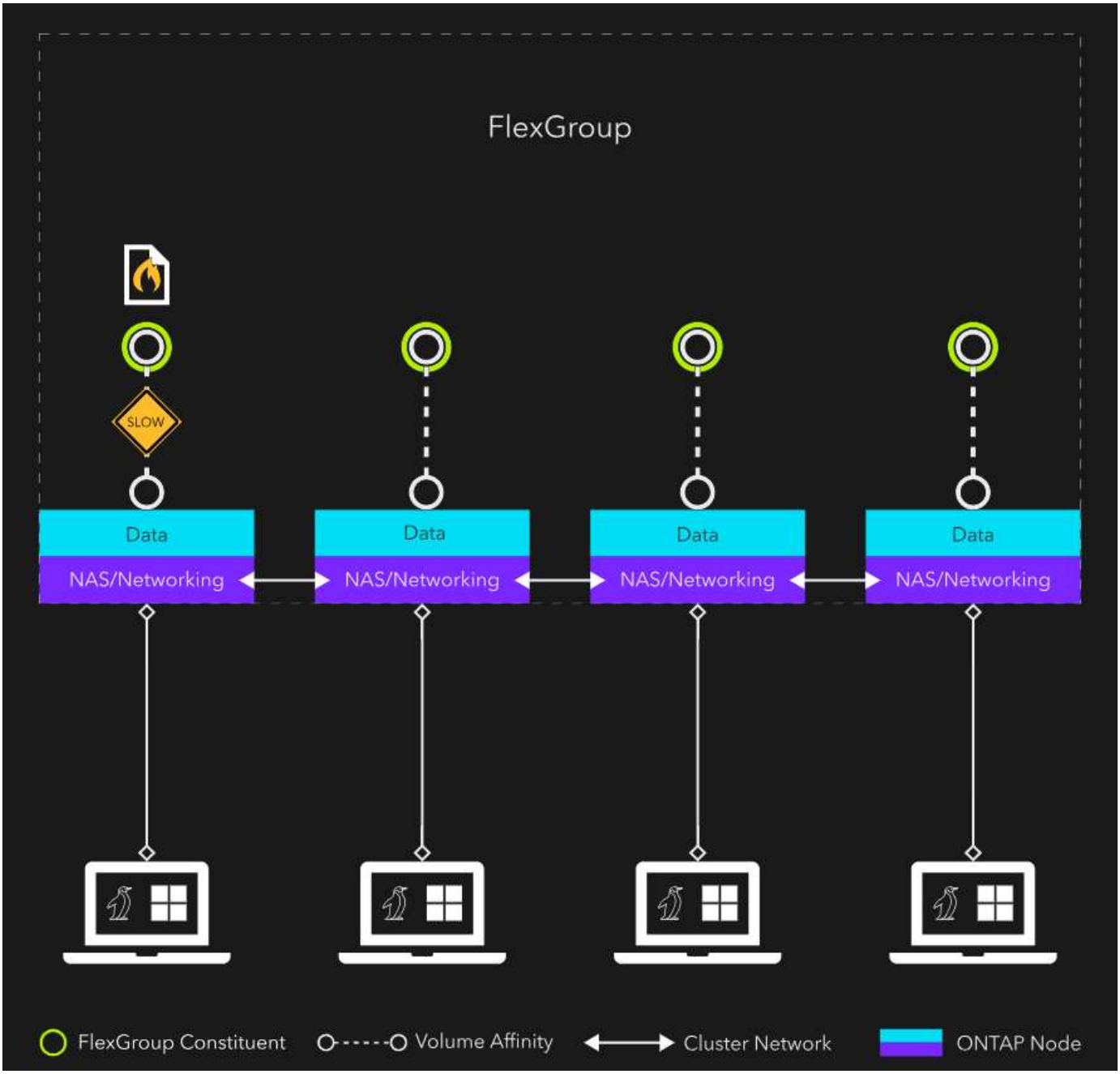
Um Hotspots zu beheben, werden die zugrundeliegenden Ursachen von Engpässen untersucht, die Gründe analysiert, warum automatisch bereitgestelltes FlexCache nicht ausreicht, sowie die technischen Details betrachtet, die für eine effektive Architektur einer FlexCache Lösung notwendig sind. Durch das Verständnis 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

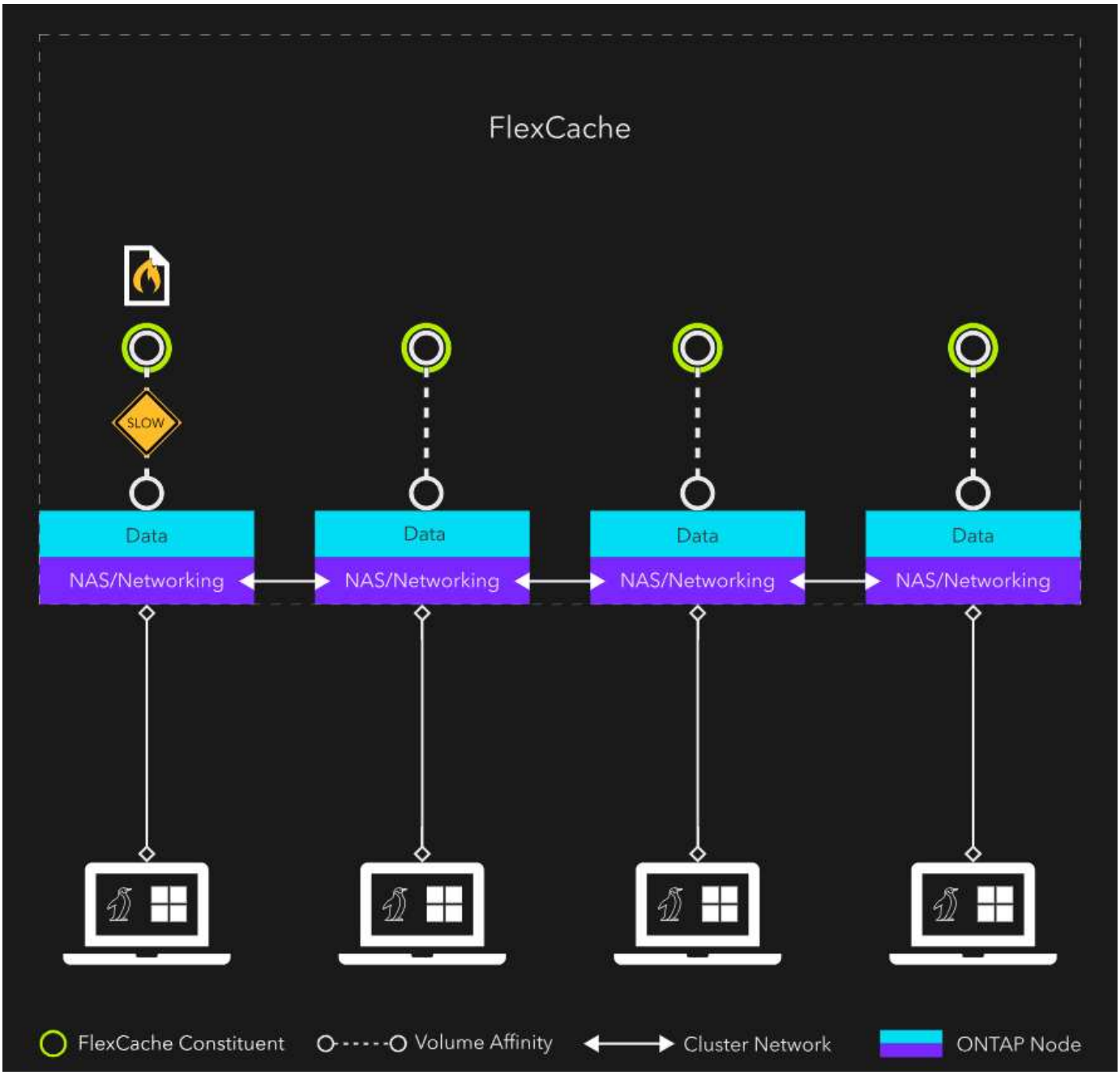


Warum eine automatisch bereitgestellte FlexCache nicht die Lösung ist

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.

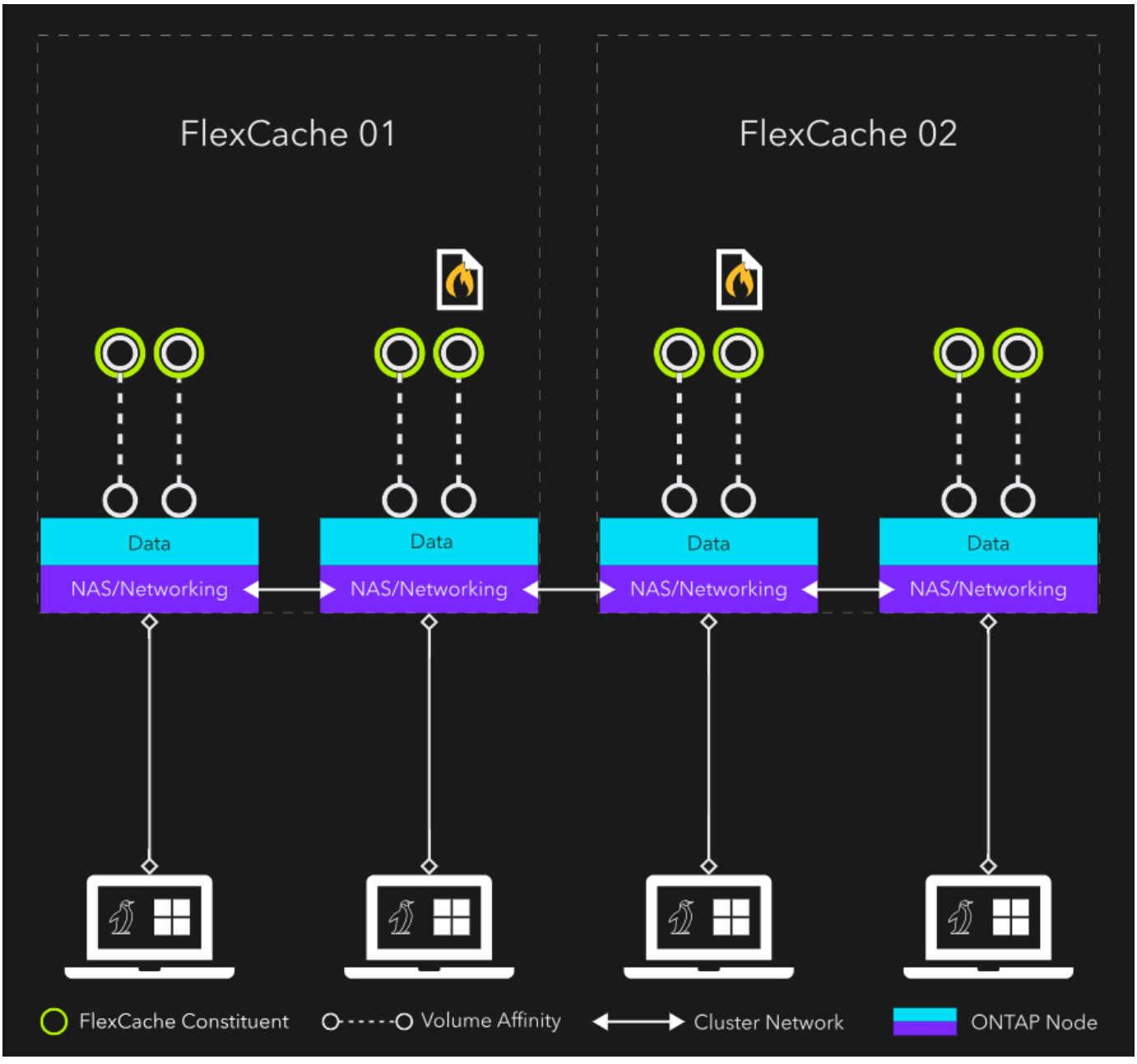
Auch wenn diese Beispiele nicht die einzigen möglichen Konfigurationen sind, ist das grundlegende Designprinzip zu verstehen: Es sollten so viele HDFs erstellt werden, wie es die Platzanforderungen und verfügbaren Ressourcen erlauben.

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

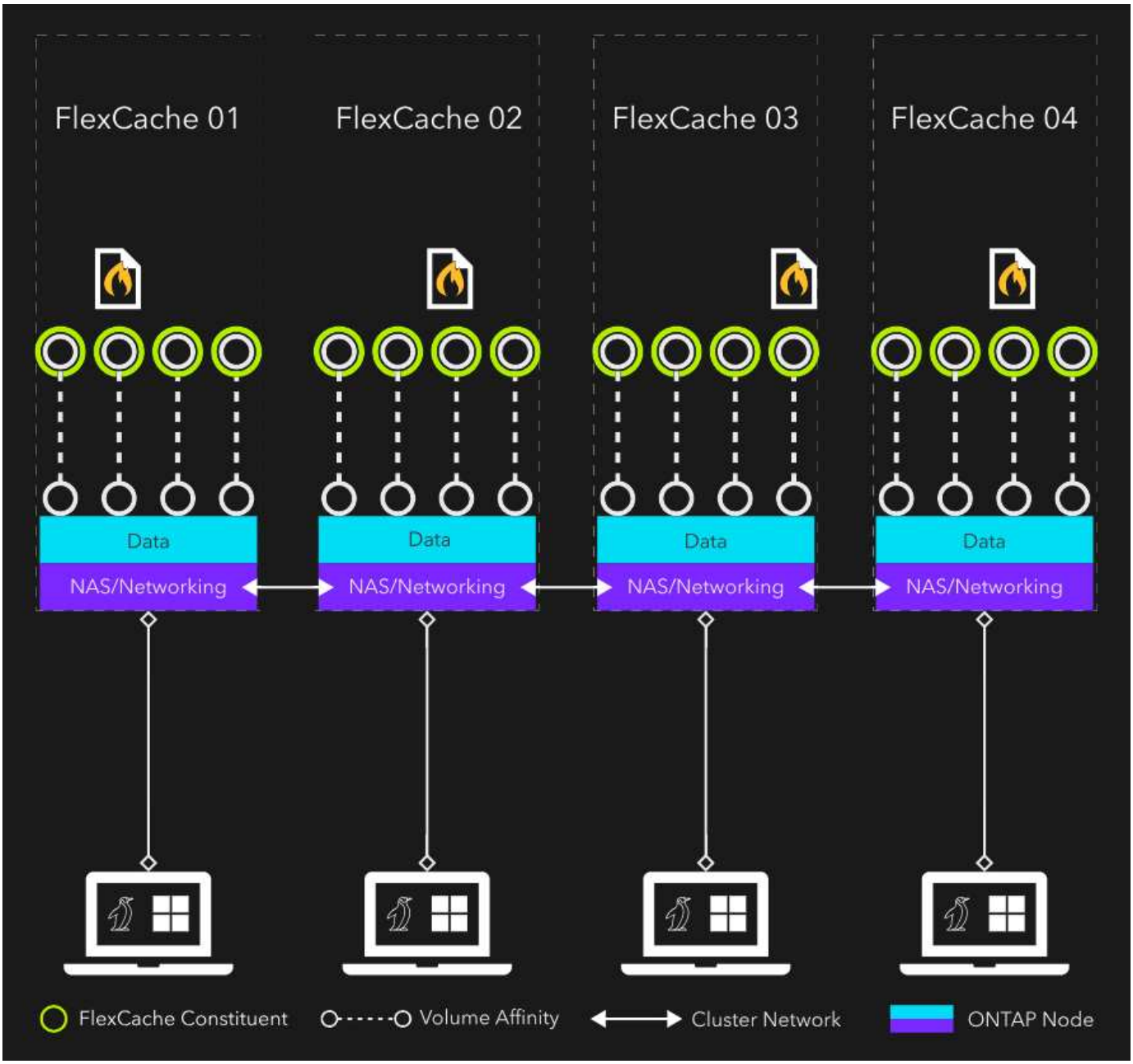


[[4x1x4-hdfa-configuration]] == 4x1x4 HDFA Konfiguration

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.

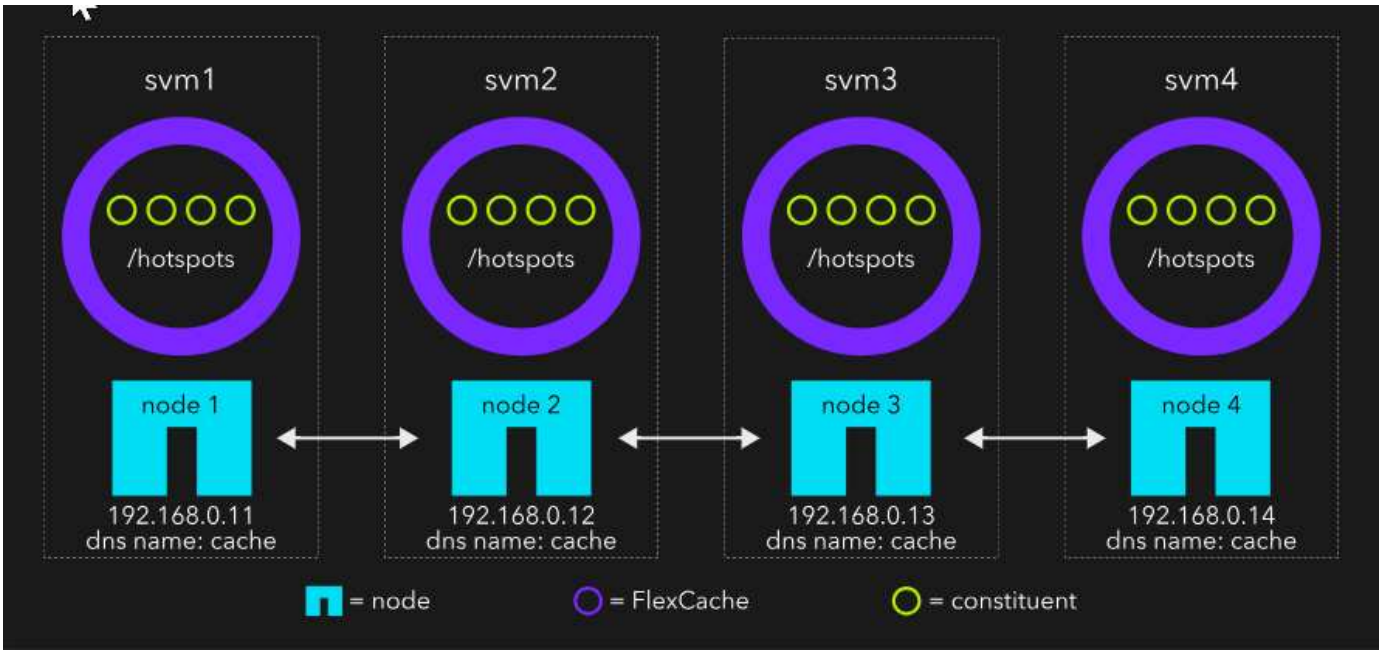
Wenn ausschließlich SMB-Clients auf die HDFs zugreifen, sollten alle HDFs in einer einzigen SVM erstellt werden. In der Windows-Clientkonfiguration ist ersichtlich, wie DFS-Ziele für den Lastausgleich verwendet werden können.

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

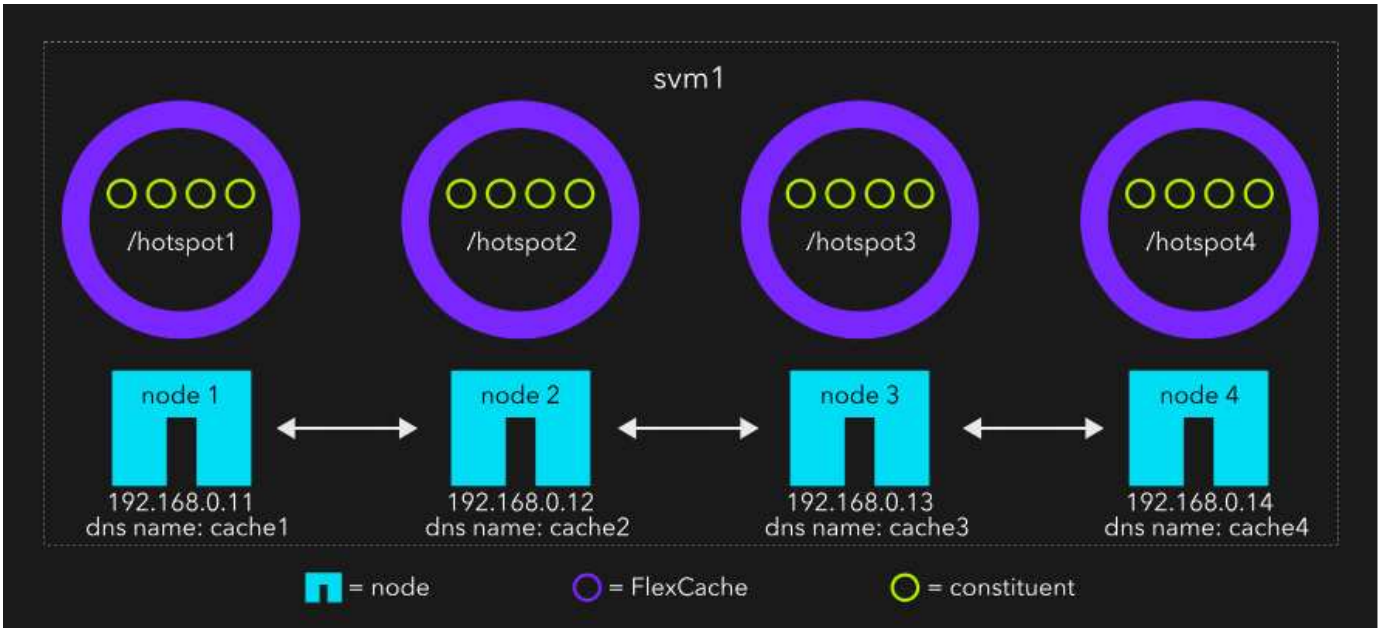


Intra-SVM HDFA Bereitstellung

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

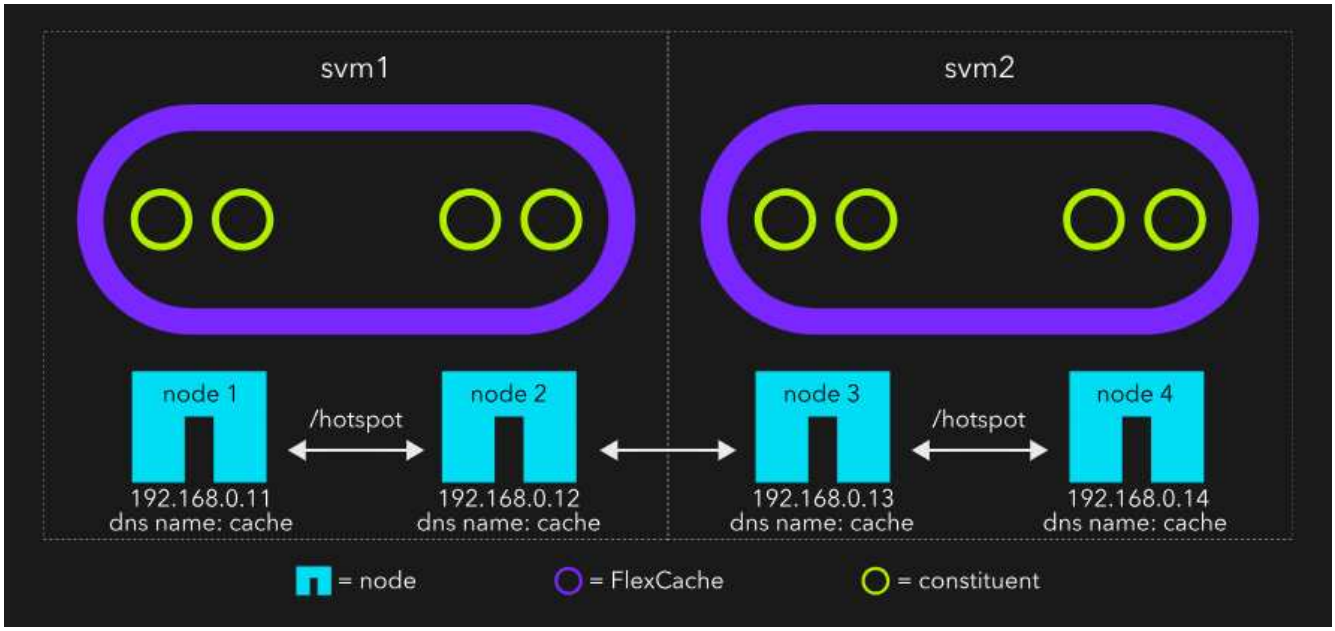
Diese erweiterte Konfiguration wird mithilfe der ONTAP CLI durchgeführt. Es gibt zwei Konfigurationen, die im `flexcache create` Befehl verwendet werden müssen, und eine Konfiguration, die nicht konfiguriert sein darf:

- `-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
```

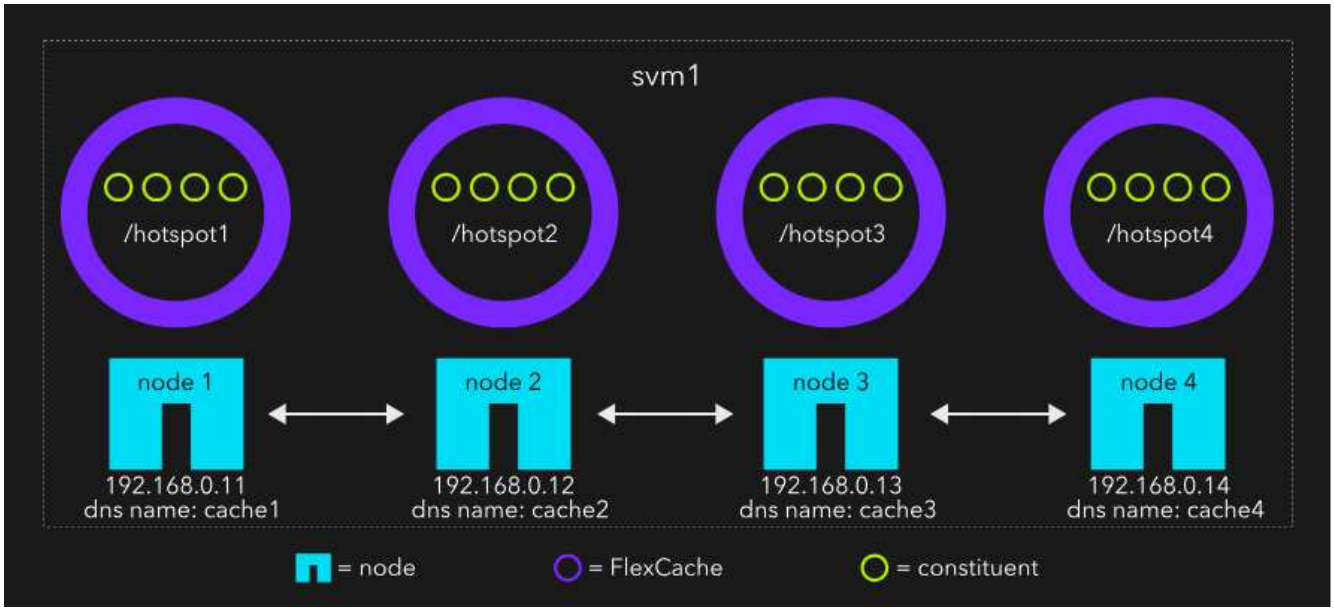
Was kommt als Nächstes

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.

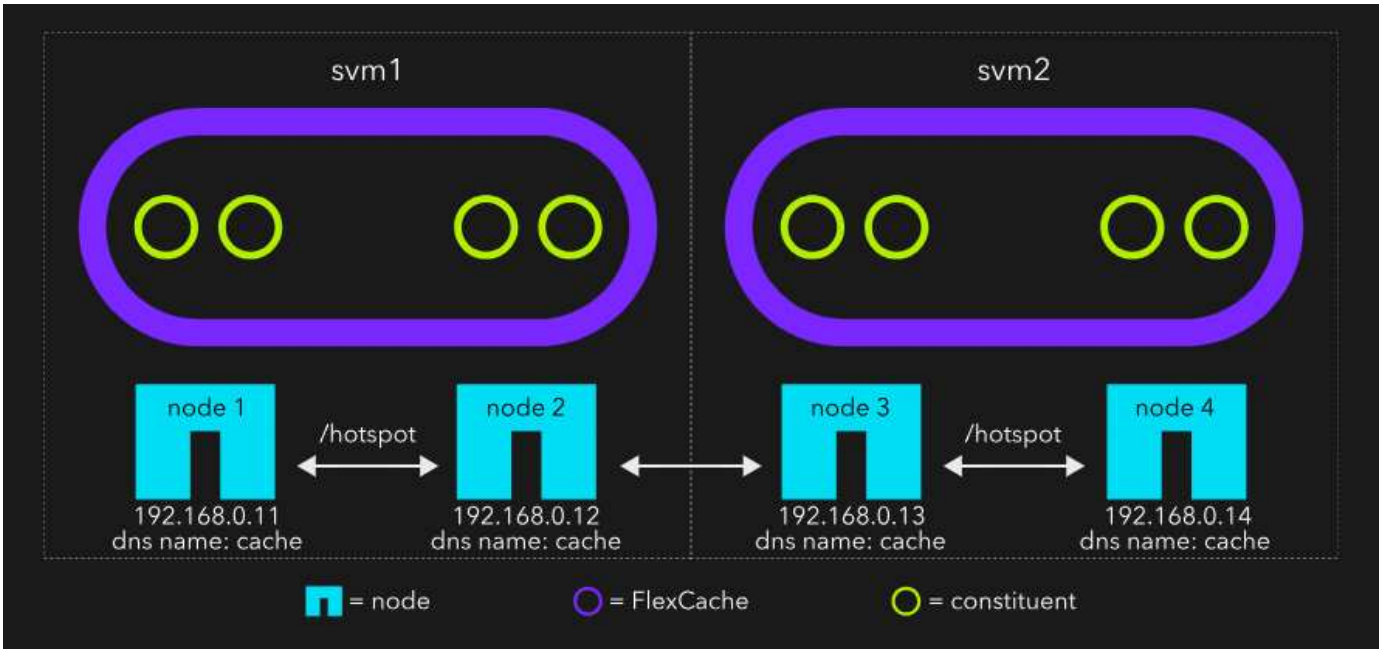
Intra-SVM HDFA autofs Konfiguration

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.

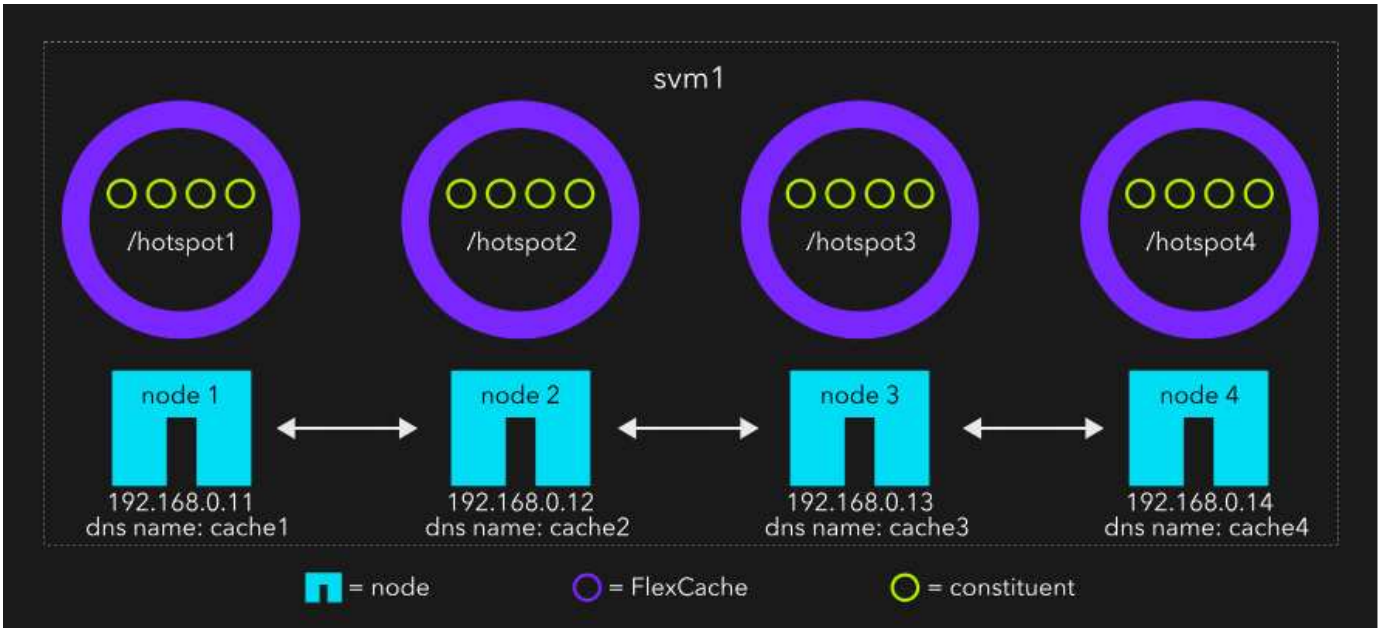
Der Backslash (`\`) im folgenden Beispiel setzt den Eintrag in der nächsten Zeile fort, was das Lesen erleichtert.

```
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.