



FlexCache Write-Back

ONTAP 9

NetApp
January 08, 2026

Inhalt

FlexCache Write-Back	1
Erfahren Sie mehr über ONTAP FlexCache Write-Back	1
Write Back vs Write Around	1
FlexCache Write-Back-Terminologie	1
ONTAP FlexCache-Rückschreibrichtlinien	2
ONTAP FlexCache Write-Back-Architektur	4
Delegationen	4
Unsaubere Daten werden nachverfolgt	5
Abgetrennter Modus	6
Cache-Scrubber	6
Sequenzdiagramme	6
Anwendungsfälle für die ONTAP FlexCache-Rückschreibung	8
Ziel-Workloads	8
Überlegungen zur Latenz	9
Voraussetzungen für die ONTAP FlexCache-Zurückschreibung	10
CPU und Speicher	10
ONTAP-Version	11
Lizenzierung	11
Peering	11
Interoperabilität von ONTAP FlexCache-Schreibvorgängen	11
ONTAP-Version	11
Client-Interoperabilität	12
Write-Back und Write-Around	12
Interoperabilität von ONTAP Funktionen	12
Aktivieren und Verwalten von ONTAP FlexCache Write-Back	12
Erstellen Sie ein neues FlexCache-Volume mit aktiviertem Write-Back	12
Aktivieren Sie FlexCache Write-Back auf einem vorhandenen FlexCache-Volume	16
Überprüfen Sie, ob FlexCache Write-Back aktiviert ist	17
Deaktivieren Sie Write-Back auf einem FlexCache-Volume	17
Häufig gestellte Fragen zum ONTAP FlexCache-Rückschreiben	17

FlexCache Write-Back

Erfahren Sie mehr über ONTAP FlexCache Write-Back

Seit ONTAP 9.15.1 ist FlexCache Write-Back ein alternativer Betriebsmodus zum Schreiben in einen Cache. Mit Write-Back kann der Schreibvorgang auf stabilen Storage im Cache übertragen und dem Client bestätigt werden, ohne darauf zu warten, dass die Daten zum Ursprung gebracht werden. Die Daten werden asynchron an den Ursprung zurückgespült. Das Ergebnis ist ein weltweit verteiltes Filesystem, mit dem Schreibvorgänge für spezifische Workloads und Umgebungen mit nahezu lokaler Geschwindigkeit ausgeführt werden können und das mit deutlichen Performance-Vorteilen verbunden ist.



ONTAP 9.12.1 hat eine Write-Back-Funktion als öffentliche Vorschau eingeführt. Dies wird als Write-Back-Version 1 (wbv1) bezeichnet und sollte nicht als Write-Back in ONTAP 9.15.1, das als Write-Back-Version 2 (wbv2) bezeichnet wird, gedacht werden.

Write Back vs Write Around

Seit der Einführung von FlexCache in ONTAP 9.5 handelt es sich um einen Lese- und Schreibzugriff-Cache, der jedoch im Write-Around-Modus betrieben wird. Schreibvorgänge im Cache wurden an den Ursprung gesendet, um in einen stabilen Storage verschoben zu werden. Nachdem der Ursprung den Schreibvorgang erfolgreich in einen stabilen Speicher übertragen hat, hat er den Schreibvorgang in den Cache bestätigt. Der Cache bestätigt dann den Schreibvorgang an den Client. Dies führte dazu, dass bei jedem Schreibvorgang der Vorgang des Durchquerens des Netzwerks zwischen dem Cache und dem Ursprung beeinträchtigt wird. FlexCache Write-Back ändert dies.



Nach der Aktualisierung auf ONTAP 9.15.1 können Sie einen herkömmlichen Write-Around-Cache in einen Write-Back-Cache und, falls erforderlich, wieder in einen Write-Around konvertieren. Dies kann jedoch das Lesen von Diagnoseprotokollen erschweren, sollte ein Problem auftreten.

	Umschreibung	Zurückschreiben
ONTAP-Version	9,6+	9.15.1+
Anwendungsfall	Leseintensive Workload	Schreibintensive Workload
Daten werden übertragen bei	Ursprung	Cache
Kundenerfahrung	WAN-ähnlich	LAN-ähnlich
Begrenzungen	100 pro Herkunft	10 pro Herkunft
"CAP Theorem"	Verfügbar und partitiontolerant	Verfügbar und konsistent

FlexCache Write-Back-Terminologie

Verstehen Sie Schlüsselkonzepte und -Begriffe in der Arbeit mit FlexCache Write-Back.

Laufzeit	Definition
schmutzige Daten	Daten, die zwar in stabilen Speicher im Cache gespeichert wurden, aber nicht in den Ursprungsort gelöscht wurden.
Exklusiv Lock Delegation (XLD)	Eine Sperrberechtigung auf Protokollebene, die einem Cache pro Datei gewährt wird. Diese Berechtigung ermöglicht es dem Cache, exklusive Schreibsperrungen an Clients zu übergeben, ohne den Ursprung zu kontaktieren.
Shared Lock Delegation (SLD)	Eine Sperrberechtigung auf Protokollebene, die einem Cache pro Datei gewährt wird. Diese Berechtigung ermöglicht es dem Cache, freigegebene Lesesperrungen an Clients zu übergeben, ohne den Ursprung zu kontaktieren.
Rückschreiben	Dieser Modus von FlexCache-Vorgang, bei dem Schreibvorgänge in einen Cache auf stabilen Storage in diesem Cache übertragen und dem Client sofort bestätigt werden. Die Daten werden asynchron zurück in den Ursprung geschrieben.
Write-Around	Dieser Modus von FlexCache-Vorgang, bei dem Schreibvorgänge an einen Cache an den Ursprung weitergeleitet werden, um sie in stabilen Speicher zu speichern. Nach der Erstellung bestätigt der Ursprung den Schreibvorgang in den Cache, und der Cache bestätigt den Schreibvorgang an den Client.
Dirty Data Record System (DDRS)	Ein proprietärer Mechanismus, der die fehlerhaften Daten in einem Write-Back-aktivierten Cache pro Datei verfolgt.
Ursprung	Eine FlexGroup oder FlexVol, die die Quelldaten für alle FlexCache Cache Volumes enthält. Sie ist die zentrale Quelle der Wahrheit, orchestriert Sperrungen und sorgt für 100%ige Datenkonsistenz, Währung und Kohärenz.
Cache	Eine FlexGroup, die ein spärliches Cache-Volume des Ursprungs von FlexCache ist.

Konsistent, aktuell und kohärent

FlexCache ist die Lösung von NetApp, die darauf abstellt, jederzeit und überall die richtigen Daten zu haben. FlexCache ist zu 100 % konsistent, aktuell und in 100 % der Zeit kohärent:

- **Konsistent:** die Daten sind überall dort gleich, wo sie abgerufen werden.
- **Aktuell:** die Daten sind immer aktuell.
- **Kohärent:** die Daten sind korrekt/nicht beschädigt.

ONTAP FlexCache-Rückschreibrichtlinien

FlexCache Write-Back beinhaltet viele komplexe Interaktionen zwischen dem Ursprungsserver und den Caches. Für eine optimale Leistung sollten Sie sicherstellen, dass Ihre Umgebung diesen Richtlinien entspricht. Diese Richtlinien basieren auf der zum Zeitpunkt der Inhaltserstellung aktuellsten ONTAP Hauptversion (ONTAP 9.17.1.).

Als Best Practice sollten Sie Ihren Produktions-Workload in einer nicht-Produktionsumgebung testen. Das ist noch wichtiger, wenn Sie FlexCache Write-Back außerhalb dieser Richtlinien implementieren.

Die folgenden Richtlinien wurden intern bei NetApp ausführlich getestet. Es wird **stark** empfohlen, dass Sie in

ihnen bleiben. Andernfalls kann es zu unerwartetem Verhalten kommen.

- In ONTAP 9.17.1P1 wurden bedeutende Verbesserungen für FlexCache Write-Back eingeführt. Es wird **dringend** empfohlen, nach 9.17.1P1 sowohl auf dem Ursprungs- als auch auf dem Cache-Cluster die aktuell empfohlene Version auszuführen. Falls Sie die Codeline 9.17.1 nicht ausführen können, ist die neueste P-Version 9.16.1 die nächstempfohlene Version. ONTAP 9.15.1 enthält nicht alle notwendigen Korrekturen und Verbesserungen für FlexCache Write-Back und wird daher nicht für Produktionsworkloads empfohlen.
- In ihrer aktuellen Version sollten die FlexCache Write-Back-Caches mit einer einzigen Komponente für das gesamte FlexCache Volume konfiguriert werden. FlexCaches mit mehreren Bestandteilen kann zu unerwünschtem Entfernen von Daten aus dem Cache führen.
- Die Tests wurden für Dateien mit einer Größe von weniger als 100 GB und WAN-Roundtrip-Zeiten zwischen Cache und Ursprungsserver von maximal 200 ms durchgeführt. Bei Arbeitslasten außerhalb dieser Grenzen kann es zu unerwarteten Leistungseigenschaften kommen.
- Beim Schreiben in alternative SMB-Datenströme wird die Hauptdatei aus dem Cache entfernt. Alle schmutzigen Daten für die Hauptdatei müssen an den Ursprung gespült werden, bevor andere Vorgänge an dieser Datei stattfinden können. Der alternative Datenstrom wird auch an den Ursprung weitergeleitet.
- Durch Umbenennen einer Datei wird die Datei aus dem Cache entfernt. Alle schmutzigen Daten für die Datei müssen an den Ursprung gespült werden, bevor andere Vorgänge an dieser Datei stattfinden können.
- Derzeit können nur die folgenden Attribute für eine Datei auf dem schreibgeschützten FlexCache-Volume geändert oder festgelegt werden:
 - Zeitstempel
 - Modusbits
 - NT-ACLs
 - Eigentümer
 - Gruppieren
 - Größe

Alle anderen Attribute, die geändert oder gesetzt werden, werden an den Ursprung weitergeleitet, was dazu führen kann, dass die Datei aus dem Cache entfernt wird. Wenn Sie andere Attribute ändern oder im Cache einstellen müssen, bitten Sie Ihr Account Team, ein PVR zu öffnen.

- Snapshots, die am Ursprung aufgenommen wurden, verursachen den Abruf aller ausstehenden schmutzigen Daten aus jedem Rückschreibungs-aktivierten Cache, der mit diesem Ursprungsvolume verbunden ist. Dies kann mehrere Wiederholungen des Vorgangs erfordern, wenn erhebliche Write-Back-Aktivitäten ausgeführt werden, da das Entfernen dieser fehlerhaften Dateien einige Zeit in Anspruch nehmen kann.
- Opportunistische Sperren (Oplocks) für SMB-Schreibvorgänge werden auf FlexCache -Volumes mit aktiviertem Write-Back nicht unterstützt.
- Der Ursprung muss unter 80% voll bleiben. Cache-Volumes erhalten keine exklusiven Sperrdelegationen, wenn nicht mindestens 20 % des Speicherplatzes im Ursprungs-Volume verbleiben. Aufrufe zu einem Write-Back-aktivierten Cache werden in dieser Situation an den Ursprung weitergeleitet. Dadurch wird verhindert, dass der Speicherplatz am Ursprung knapp wird, was dazu führen würde, dass schmutzige Daten in einem Cache mit aktivierter Rückschreibfunktion verwaist bleiben.
- Niedrige Bandbreite und/oder verlustbehaftete Intercluster-Netzwerke können einen erheblichen negativen Einfluss auf die Write-Back-Performance von FlexCache haben. Es gibt zwar keine spezifische Bandbreitenanforderung, da diese stark von Ihrer Arbeitslast abhängt, es wird jedoch **dringend** empfohlen,

die Funktionsfähigkeit der Intercluster-Verbindung zwischen dem/den Cache(s) und dem Ursprungsserver sicherzustellen.

ONTAP FlexCache Write-Back-Architektur

FlexCache wurde unter Berücksichtigung starker Konsistenz entwickelt, einschließlich beider Schreibmodi: Write-Back und Write-Around. Sowohl der traditionelle Write-Around-Modus als auch der in ONTAP 9.15.1 eingeführte Write-Back-Modus garantieren, dass die Daten, auf die zugegriffen wird, immer 100% konsistent, aktuell und kohärent sind.

Die folgenden Konzepte beschreiben den Betrieb von FlexCache Write-Back.

Delegationen

Durch Sperren von Delegierungen und Datendelegationen kann FlexCache sowohl Write-Back- als auch Write-Around-Caches konsistent, kohärent und aktuell halten. Der Ursprung orchestriert beide Delegationen.

Delegierungen sperren

Eine Sperrdelegation ist eine Sperrbehörde auf Protokollebene, die Origin einem Cache pro Datei gewährt, um bei Bedarf Protokollsperren an Clients auszustellen. Dazu gehören [Exklusive Sperrdelegationen \(XLD\)](#) und [Gemeinsame Sperrdelegationen \(SLD\)](#).

XLD und Write-Back

Um sicherzustellen, dass ONTAP niemals einen widersprüchlichen Schreibvorgang abgleichen muss, wird ein XLD einem Cache gewährt, in dem ein Client das Schreiben in eine Datei anfordert. Wichtig ist, dass zu jeder Zeit nur ein XLD für jede Datei existieren kann, was bedeutet, dass es nie mehr als einen Writer zu einer Datei gleichzeitig geben wird.

Wenn die Anfrage zum Schreiben in eine Datei in einen schreibaktivierte Cache kommt, werden die folgenden Schritte ausgeführt:

1. Der Cache prüft, ob bereits ein XLD für die angeforderte Datei vorhanden ist. Wenn dies der Fall ist, wird dem Client die Schreibsperre gewährt, solange ein anderer Client nicht in die Datei im Cache schreibt. Wenn der Cache keine XLD für die angeforderte Datei hat, wird eine vom Ursprungsort angefordert. Dies ist ein proprietärer Anruf, der das Cluster-Netzwerk durchquert.
2. Nach dem Empfang der XLD-Anforderung aus dem Cache prüft der Origin, ob ein ausstehender XLD für die Datei in einem anderen Cache vorhanden ist. Wenn dies der Fall ist, ruft es die XLD dieser Datei auf, die eine Spülung von jedem aus diesem Cache zurück zum Ursprung auslöst [Schmutzige Daten](#).
3. Sobald die fehlerhaften Daten aus diesem Cache zurückgeleert und an einen stabilen Speicher am Ursprung übertragen wurden, wird der Ursprung die XLD für die Datei dem anfragenden Cache zuweisen.
4. Sobald der XLD der Datei empfangen wurde, gewährt der Cache dem Client die Sperre, und der Schreibvorgang beginnt.

Ein hochstufiger Ablaufplan, der einige dieser Schritte abdeckt, wird im [\[write-back-sequence-diagram\]](#) Ablaufdiagramm beschrieben.

Aus der Client-Perspektive funktioniert alle Sperrung so, als würde sie auf eine Standard-FlexVol oder FlexGroup geschrieben. Das Risiko liegt bei einer kleinen Verzögerung, wenn die Schreibsperre angefordert wird.

Wenn in der aktuellen Iteration ein Write-Back-fähiger Cache den XLD für eine Datei enthält, blockiert ONTAP *

jeden beliebigen* Zugriff auf diese Datei in anderen Caches, einschließlich READ Operationen.



Es gibt eine Grenze von 170 XLDs pro Ursprungsbestandteil.

Datendelegationen

Eine Datendelegation ist eine dateibasierte Garantie, die einem Cache nach Herkunft zugestellt wird, dass die für diese Datei zwischengespeicherten Daten auf dem neuesten Stand sind. Solange der Cache eine Datendelegation für eine Datei hat, kann er die für die Datei zwischengespeicherten Daten für den Client bereitstellen, ohne sich mit dem Ursprung in Verbindung setzen zu müssen. Wenn der Cache keine Datendelegation für die Datei hat, muss er sich an den Ursprung wenden, um die vom Client angeforderten Daten zu erhalten.

Im Write-Back-Modus wird die Datendelegation einer Datei aufgehoben, wenn eine XLD für diese Datei in einem anderen Cache oder vom Ursprung genommen wird. Dadurch wird die Datei effektiv von Clients aller anderen Caches und vom Ursprung abgetrennt, auch bei Lesevorgängen. Dies ist ein Kompromiss, der getroffen werden muss, um sicherzustellen, dass auf alte Daten nie zugegriffen wird.

Lesevorgänge in einem Write-Back-aktivierten Cache arbeiten im Allgemeinen wie Lesevorgänge in einem Write-Around-Cache. Sowohl in Write-Around- als auch in Write-Back-fähigen Caches kann es zu einem ersten READ Performance-Hit kommen, wenn die angeforderte Datei über eine exklusive Schreibsperre in einem anderen Write-Back-aktivierten Cache verfügt, als wenn der Lesevorgang ausgeführt wird. Der XLD muss widerrufen werden, und die fehlerhaften Daten müssen an den Ursprung übertragen werden, bevor der Lesevorgang im anderen Cache bedient werden kann.

Unsaubere Daten werden nachverfolgt

Das Rückschreiben vom Cache zum Ursprung erfolgt asynchron. Das heißt, schmutzige Daten werden nicht sofort zurück in die ursprüngliche Quelle geschrieben. ONTAP verwendet ein System mit nicht ordnungsgemäßen Datensätzen, um schmutzige Daten pro Datei nachzuverfolgen. Jeder Dirty Data Record (DDR) stellt ungefähr 20 MB schmutzige Daten für eine bestimmte Datei dar. Wenn eine Datei aktiv geschrieben wird, beginnt ONTAP schmutzige Daten zurück zu spülen, nachdem zwei DDRs gefüllt wurden und der dritte DDR geschrieben wird. Dies führt dazu, dass während der Schreibvorgänge ungefähr 40 MB an schmutzigen Daten in einem Cache verbleiben. Bei zustandsbehafteten Protokollen (NFSv4.x, SMB) werden die verbleibenden 40 MB an Daten zurück an den Ursprung übertragen, wenn die Datei geschlossen wird. Bei zustandslosen Protokollen (NFSv3) werden die 40 MB an Daten zurückgelöscht, wenn entweder der Zugriff auf die Datei in einem anderen Cache angefordert wird oder wenn die Datei zwei oder mehr Minuten lang inaktiv ist, maximal fünf Minuten. Weitere Informationen zum Auslösen von durch Timer oder durch Speicherplatz ausgelösten schmutzigen Daten finden Sie unter [Cache-Scrubber](#).

Zusätzlich zu den DDRs und Scrubbers lösen einige Front-End NAS-Operationen auch das Spülen aller schmutzigen Daten für eine Datei aus:

- SETATTR
 - `SETATTR`s, die nur mtime, atime und/oder ctime ändern, können im Cache verarbeitet werden, um die Einbußen des WAN zu vermeiden.
- CLOSE
- OPEN In einem anderen Cache
- READ In einem anderen Cache
- REaddir In einem anderen Cache

- READDIRPLUS In einem anderen Cache
- WRITE In einem anderen Cache

Abgetrennter Modus

Wenn eine XLD für eine Datei in einem Write-Around-Cache gespeichert wird und dieser Cache vom Ursprung getrennt wird, sind Lesevorgänge für diese Datei weiterhin in den anderen Caches und im Ursprung zulässig. Dieses Verhalten unterscheidet sich, wenn ein XLD von einem Write-Back-aktivierten Cache gehalten wird. Wenn der Cache getrennt ist, hängt in diesem Fall überall der Lesezugriff auf die Datei. Dies trägt dazu bei, 100 % Konsistenz, Währung und Kohärenz aufrechtzuerhalten. Die Lesevorgänge sind im Write-Around-Modus erlaubt, da am Ursprung garantiert ist, dass alle Daten verfügbar sind, die für den Client schreibgeschützt sind. Im Write-Back-Modus während einer Trennung kann der Origin nicht garantieren, dass alle Daten, die in den Write-Back-aktivierten Cache geschrieben und vom Write-Back-aktivierten Cache bestätigt wurden, vor der Trennung auf den Ursprung gebracht wurden.

Falls ein Cache mit einem XLD für eine Datei über einen längeren Zeitraum getrennt wird, kann ein Systemadministrator den XLD am Ursprung manuell widerrufen. Dadurch kann die E/A-Datei an den verbleibenden Caches und am Ursprung wieder aufgenommen werden.



Das manuelle Zurückziehen des XLD führt zum Verlust von fehlerhaften Daten für die Datei im nicht verbundenen Cache. Das manuelle Revocieren eines XLD sollte nur im Falle einer katastrophalen Störung zwischen Cache und Ursprung erfolgen.

Cache-Scrubber

In ONTAP gibt es Scrubbers, die als Reaktion auf bestimmte Ereignisse ausgeführt werden, wie z. B. einen Timer, der abläuft oder die Schwellenwerte für die Leerräume verletzt werden. Die Scrubbers erhalten eine exklusive Sperre für die zu scrubbed Datei, effektiv Einfrieren IO auf diese Datei, bis das Scrub abgeschlossen ist.

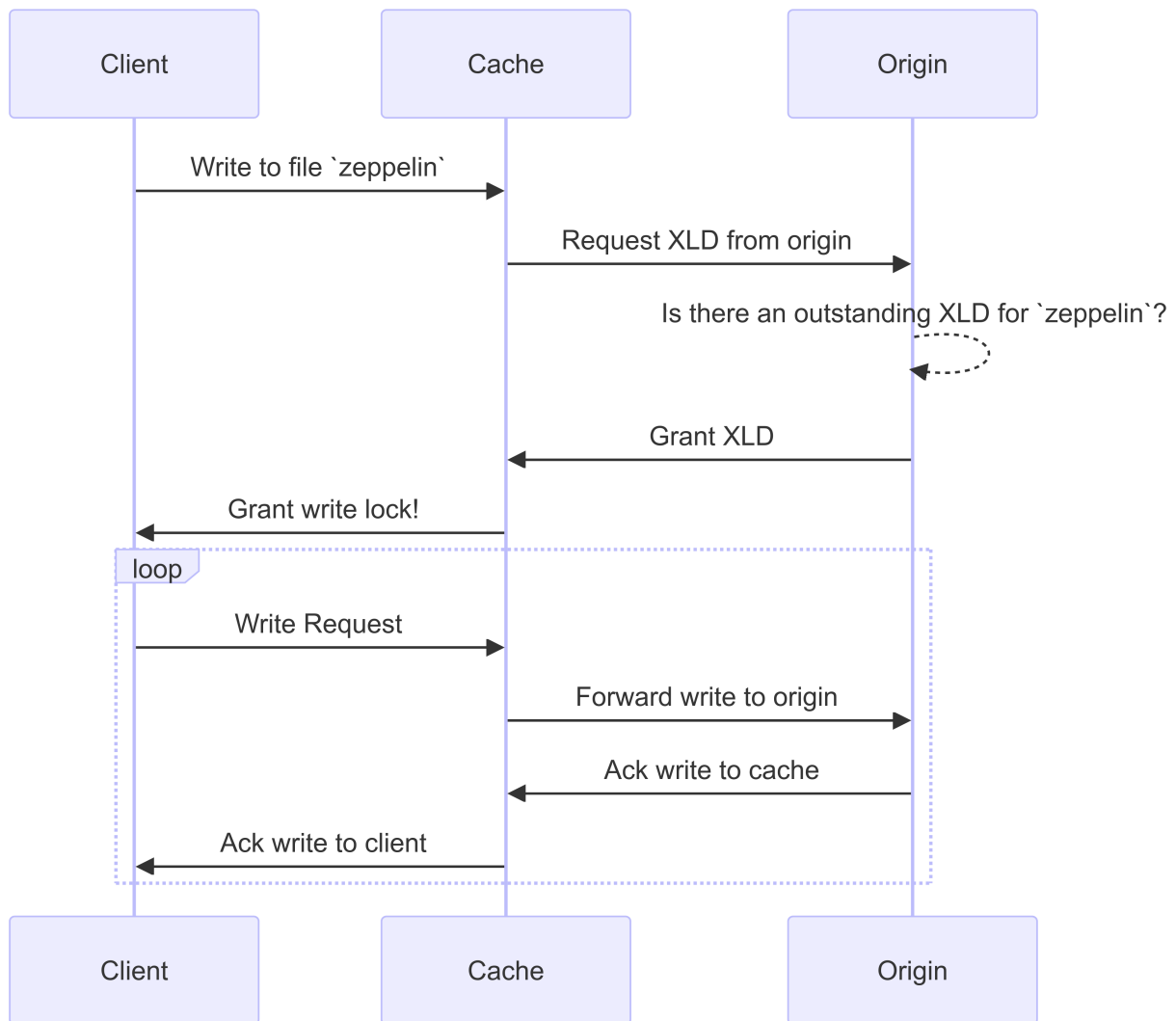
Zu den Scrubbers gehören:

- **Mtime-basierte Scrubber im Cache:** dieser Scrubber startet alle fünf Minuten und reibt jede Datei, die zwei Minuten lang unverändert sitzt. Wenn sich irgendwelche fehlerhaften Daten für die Datei noch im Cache befinden, wird die I/O-Vorgänge für diese Datei stillgelegt und ein Rückschreiben ausgelöst. Die E/A-Vorgänge werden nach Abschluss des Rückschreibens wieder aufgenommen.
- **Mtime-basierte Scrubber nach Herkunft:** ähnlich wie der mtime-basierte Scrubber im Cache läuft dieser auch alle fünf Minuten. Es reibt jedoch jede Datei, die 15 Minuten lang unverändert sitzt, und erinnert an die Delegation der Inode. Dieser Scrubber initiiert keinen Rückschreibvorgang.
- **RW-Scheuersaugmaschine auf Ursprungsbasis:** ONTAP überwacht, wie viele RW-Lock-Delegationen pro Ursprungskomponente ausgehändigt werden. Wenn diese Zahl 170 übertrifft, beginnt ONTAP mit dem Scrubbing von Write Lock-Delegationen auf LRU-Basis (Least-Recently-Used).
- **Platzbasiertes Scrubber auf dem Cache:** erreicht ein FlexCache-Volumen 90% voll, wird der Cache geschrubbt und wird auf LRU-Basis entfernt.
- **Platzbasiertes Scrubber auf der Herkunft:** erreicht ein FlexCache-Ursprungsvolumen 90% voll, wird der Cache geschrubbt und wird auf LRU-Basis entfernt.

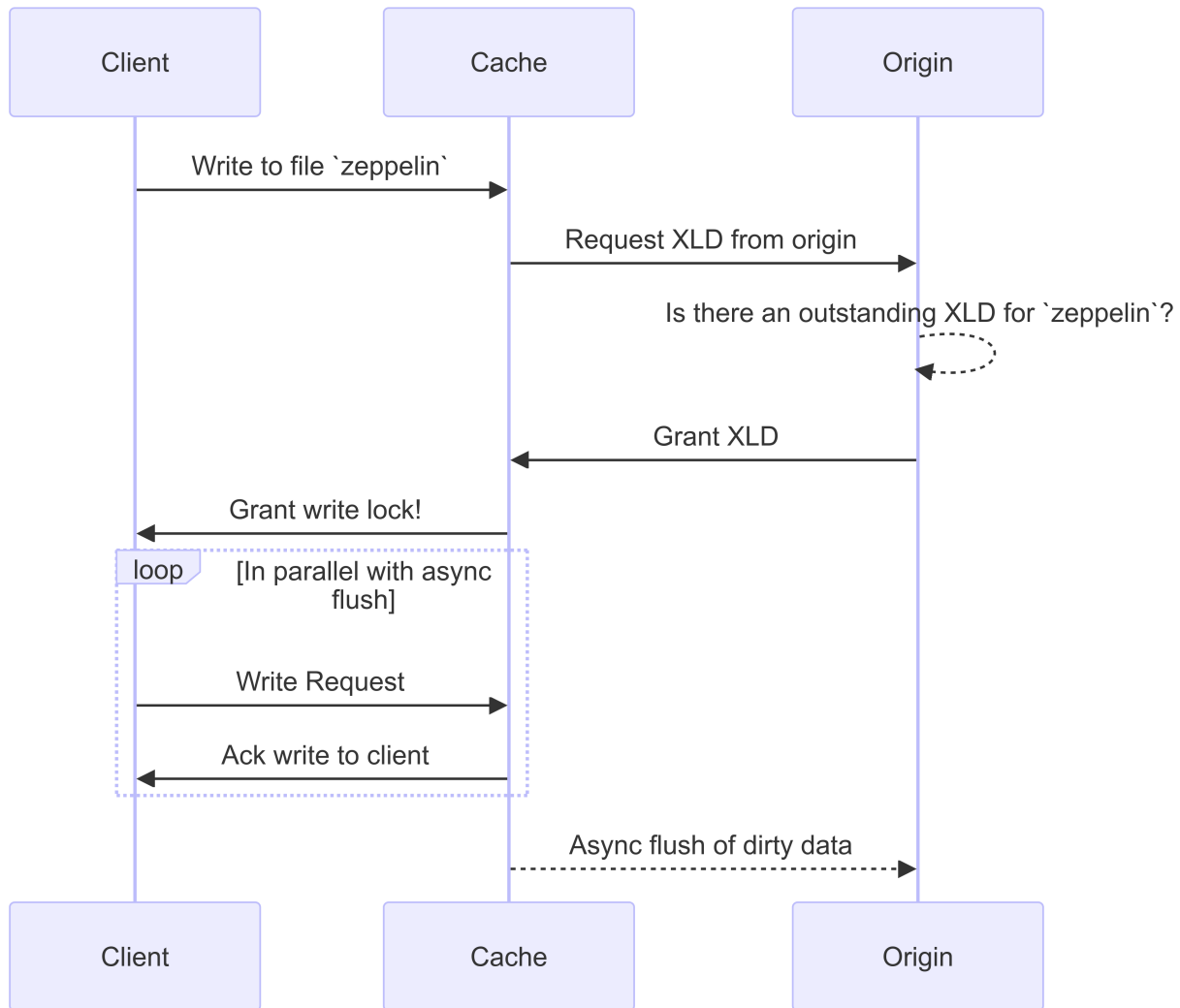
Sequenzdiagramme

Diese Sequenzdiagramme zeigen den Unterschied zwischen Write-Acknowledgement und Write-Back-Modus.

Umschreibung



Zurückschreiben



Anwendungsfälle für die ONTAP FlexCache-Rückschreibung

Dies sind Schreibprofile, die sich am besten für eine schreibBack-fähige FlexCache eignen. Sie sollten Ihren Workload testen, um festzustellen, ob Write-Back- oder Write-Around die beste Performance bietet.



Write-Back ist kein Ersatz für Write-Around. Obwohl Write-Back-Anwendungen mit schreibintensiven Workloads konzipiert sind, ist die Write-Around-Lösung immer noch die bessere Wahl für viele Workloads.

Ziel-Workloads

Dateigröße

Die Dateigröße ist weniger wichtig als die Anzahl der Schreibvorgänge, die zwischen dem und -Aufrufen für eine Datei ausgegeben `OPEN CLOSE` wurden. Kleine Dateien haben von Natur aus weniger `WRITE` Anrufe, wodurch sie weniger ideal für das Zurückschreiben sind. Große Dateien können mehr Schreibvorgänge zwischen und Aufrufen haben `OPEN CLOSE`, aber dies ist nicht garantiert.

Auf der "[FlexCache-Rückschreibrichtlinien](#)" Seite finden Sie die aktuellen Empfehlungen zur maximalen Dateigröße.

Schreibgröße

Beim Schreiben von einem Client sind andere modifizierende NAS-Anrufe außer Schreibaufrufe beteiligt. Dazu gehören unter anderem:

- CREATE
- OPEN
- CLOSE
- SETATTR
- SET_INFO

SETATTR Und SET_INFO Aufrufe, die gesetzt mtime, , , , atime ctime owner group oder size werden im Cache verarbeitet. Der Rest dieser Aufrufe muss am Ursprung verarbeitet werden und einen Rückschreibvorgang für alle schmutzigen Daten auslösen, die im schreibBack-aktivierten Cache für die Datei gesammelt werden, auf der ausgeführt wird. IO auf die Datei wird stillgelegt, bis der Schreibvorgang abgeschlossen ist.

Wenn Sie wissen, dass diese Anrufe das WAN durchlaufen müssen, können Sie Workloads identifizieren, die sich für Write-Back eignen. Je mehr Schreibvorgänge zwischen OPEN und CLOSE Aufrufen erfolgen können, ohne dass einer der oben aufgeführten Anrufe ausgegeben wird, desto besser ist die Performance-Steigerung des Rückschreibens.

Read-after-Write

Workloads mit Lese-/Schreibzugriff hatten in der Vergangenheit bei FlexCache eine schlechte Performance. Dies ist auf den Schreibmodus vor 9.15.1 zurückzuführen. Der WRITE Aufruf der Datei muss am Ursprung erfolgen, und der nachfolgende READ Aufruf müsste die Daten zurück in den Cache verschieben. Dies führt dazu, dass beide Vorgänge die WAN-Einbußen nach sich nehmen. Daher werden für FlexCache im Write-Around-Modus von Read-after-Write-Workloads abgeraten. Mit der Einführung von Write-Back im Jahr 9.15.1 werden Daten nun im Cache gespeichert und können sofort aus dem Cache gelesen werden, wodurch die WAN-Einbußen eliminiert werden. Wenn Ihr Workload auf FlexCache Volumes Lese-nach-Schreiben beinhaltet, sollten Sie den Cache für den Write-Back-Modus konfigurieren.



Wenn Read-after-write ein wichtiger Teil Ihrer Arbeitslast ist, sollten Sie Ihren Cache so konfigurieren, dass er im Write-Back-Modus arbeitet.

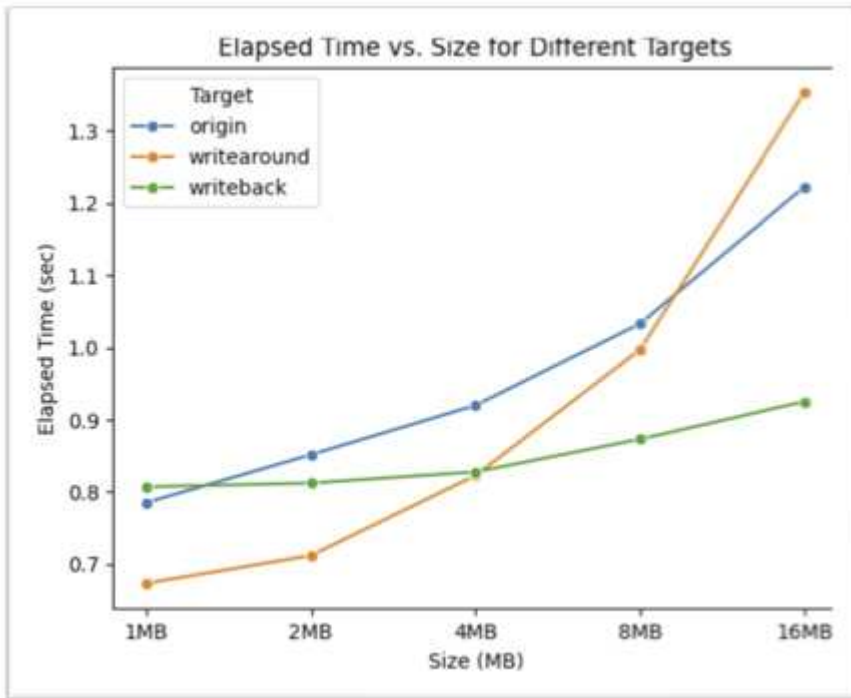
Write-after-Write

Wenn eine Datei schmutzige Daten in einem Cache akkumuliert, schreibt der Cache die Daten asynchron zurück zum Ursprung. Dies führt natürlich zu Zeiten, wenn der Client die Datei mit schmutzigen Daten schließt, die noch darauf warten, wieder an den Ursprung zurückgespült zu werden. Wenn für die gerade geschlossene Datei ein weiterer offener oder ein anderer Schreibvorgang eingeht und noch schmutzige Daten enthält, wird der Schreibvorgang unterbrochen, bis alle fehlerhaften Daten auf den Ursprung übertragen wurden.

Überlegungen zur Latenz

Wenn FlexCache im Write-Back-Modus arbeitet, ist dies für NAS-Clients mit zunehmender Latenz vorteilhafter. Es gibt jedoch einen Punkt, an dem der Overhead von Write-Back die Vorteile überwiegt, die in Umgebungen mit niedriger Latenz erzielt werden. In einigen NetApp-Tests führten die Write-Back-Ergebnisse zu einer minimalen Latenz zwischen Cache und Ursprung von 8 ms. Diese Latenz variiert je nach Workload. Stellen Sie daher sicher, dass Sie den Endpunkt Ihres Workloads kennen.

Das folgende Diagramm zeigt den Rückgabepunkt für den Rückschreibvorgang in NetApp Labortests. Die x-Achse ist die Dateigröße und die y-Achse die verstrichene Zeit. Bei dem Test wurde NFSv3 verwendet, wobei ein und 256 KB und 64 ms WAN-Latenz gemountet `rsizewsize` werden. Dieser Test wurde mit einer kleinen ONTAP Select-Instanz sowohl für den Cache als auch für den Ursprungs sowie mit einem einzigen Thread-Schreibvorgang durchgeführt. Ihre 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.

Voraussetzungen für die ONTAP FlexCache-Zurückschreibung

Stellen Sie vor der Implementierung von FlexCache im Write-Back-Modus sicher, dass Sie diese Anforderungen an Performance, Software, Lizenzierung und Systemkonfiguration erfüllt haben.

CPU und Speicher

Es wird **dringend empfohlen**, dass jeder Ursprungsclusterknoten über mindestens 128 GB RAM und 20 CPUs verfügt, um die von Caches mit aktiviertem Write-Back initiierten Write-Back-Nachrichten aufzunehmen. Dies entspricht einer A400 oder höher. Wenn der Origin-Cluster als Ursprung für mehrere Write-Back-fähige FlexCaches dient, werden mehr CPU und RAM benötigt.



Die Verwendung eines zu kleinen Ursprungs für Ihren Workload kann erhebliche Auswirkungen auf die Performance am Write Back-Enabled Cache oder am Entstehungsort haben.

ONTAP-Version

- Der Ursprung **must** wird mit ONTAP 9.15.1 oder höher ausgeführt.
- Alle Caching-Cluster, die im Write-Back-Modus arbeiten müssen **must**, werden mit ONTAP 9.15.1 oder höher ausgeführt.
- Auf jedem Caching-Cluster, der nicht im Write-Back-Modus betrieben werden muss, kann jede allgemein unterstützte ONTAP-Version ausgeführt werden.

Lizenzierung

FlexCache, einschließlich des Write-Back-Betriebsmodus, ist in Ihrem ONTAP-Kauf enthalten. Es ist keine zusätzliche Lizenz erforderlich.

Peering

- Ursprungs- und Cache-Cluster müssen sein "[Cluster-Peered](#)"
- Die Server Virtual Machines (SVMs) im Ursprungs- und Cache-Cluster müssen mit der Option FlexCache ausgestattet sein "[svm-Peering](#)".



Sie müssen keinen Peer eines Cache-Clusters mit einem anderen Cache-Cluster erstellen. Es muss auch keine Cache-SVM mehr einer anderen Cache-SVM zugewiesen werden.

Interoperabilität von ONTAP FlexCache-Schreibvorgängen

Beachten Sie diese Interoperabilitätsüberlegungen, wenn Sie FlexCache im Write-Back-Modus bereitstellen.

ONTAP-Version

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



Auf Clustern, auf denen kein Write-Back-fähiger Cache erforderlich ist, können frühere Versionen von ONTAP ausgeführt werden, dieser Cluster kann jedoch nur im Write-Around-Modus betrieben werden.

Sie können in Ihrer Umgebung verschiedene ONTAP-Versionen verwenden.

Cluster	ONTAP-Version	Write-Back unterstützt?
Ursprung	ONTAP 9.15.1	K. A. †
Cluster 1	ONTAP 9.15.1	Ja.
Cluster 2	ONTAP 9.14.1	Nein

Cluster	ONTAP-Version	Write-Back unterstützt?
Ursprung	ONTAP 9.14.1	K. A. †
Cluster 1	ONTAP 9.15.1	Nein

Cluster	ONTAP-Version	Write-Back unterstützt?
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 kein Cluster den Write-Back-Modus aktivieren, da ONTAP 9.15.1 oder höher im Ursprung nicht ausgeführt wird, was eine strikte Anforderung ist.

Client-Interoperabilität

Jeder von ONTAP allgemein unterstützte Client kann auf ein FlexCache Volume zugreifen, unabhängig davon, ob er im Write-Around- oder Write-Back-Modus arbeitet. Eine aktuelle Liste der unterstützten Clients finden Sie im Dokument NetApp "[Interoperabilitäts-Matrix](#)".

Obwohl die Client-Version speziell nicht von Bedeutung ist, muss der Client neu 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 gezeigt [\[example1-table\]](#), kann FlexCache im Write-Back-Modus zusammen mit Caches im Write-Around-Modus eingesetzt werden. Es wird empfohlen, Write-Around- und Write-Back-Vergleiche mit Ihrem spezifischen Workload anzustellen.



Falls die Performance für einen Workload zwischen Write-Back und Write-Around identisch ist, verwenden Sie Write-Around.

Interoperabilität von ONTAP Funktionen

Eine aktuelle Liste der Interoperabilität von FlexCache-Funktionen finden Sie unter "[Die unterstützten und nicht unterstützten Funktionen für FlexCache Volumes](#)".

Aktivieren und Verwalten von ONTAP FlexCache Write-Back

Ab ONTAP 9.15.1 können Sie den FlexCache Write-Back-Modus auf FlexCache-Volumes aktivieren, um eine bessere Performance für Edge-Computing-Umgebungen und Caches mit schreibintensiven Workloads zu erreichen. Sie können auch bestimmen, ob Write-back auf einem FlexCache-Volume aktiviert ist, oder bei Bedarf den Write-Back-Wert auf dem Volume deaktivieren.

Wenn der Rückschreibvorgang auf dem Cache-Volume aktiviert ist, werden Schreiben an den lokalen Cache und nicht an das Ursprungs-Volume gesendet.

Bevor Sie beginnen

Sie müssen sich im erweiterten Berechtigungsmodus befinden.

Erstellen Sie ein neues FlexCache-Volume mit aktiviertem Write-Back

Schritte


Sie können ein neues FlexCache Volume mit aktivierter Write-Back-Funktion über ONTAP System Manager oder die ONTAP CLI erstellen.


System Manager

1. Wenn sich das FlexCache Volume auf einem anderen Cluster als dem Ursprungs-Volume befindet, erstellen Sie eine Cluster Peer-Beziehung:

- a. Klicken Sie im lokalen Cluster auf **Schutz > Übersicht**.
- b. Erweitern Sie **Intercluster-Einstellungen**, klicken Sie auf **Netzwerkschnittstellen hinzufügen** und fügen Sie dem Cluster Intercluster-Schnittstellen hinzu.

Wiederholen Sie dies auf dem Remote-Cluster.

- c. Klicken Sie im Remote-Cluster auf **Schutz > Übersicht**. Klicken Sie  im Abschnitt Cluster Peers auf **Passphrase generieren**.
 - d. Kopieren Sie die generierte Passphrase, und fügen Sie sie in das lokale Cluster ein.
 - e. Klicken Sie auf dem lokalen Cluster unter Cluster Peers auf **Peer Clusters**, um die lokalen und Remote-Cluster zu sehen.
2. Wenn sich das FlexCache Volume auf einem anderen Cluster als dem Ursprungs-Volume befindet, erstellen Sie eine SVM Peer-Beziehung:

Klicken Sie unter **Storage VM Peers** auf und dann auf  **Peer Storage VMs**, um die Speicher-VMs zu sehen.

Wenn sich das FlexCache Volume auf demselben Cluster befindet, können Sie mit System Manager keine SVM-Peer-Beziehung erstellen.

3. Wählen Sie **Storage > Volumes**.
4. Wählen Sie **Hinzufügen**.
5. Wählen Sie **More Options** und dann **Add as Cache for a Remote Volume**.
6. Wählen Sie **FlexCache-Rückschreibung aktivieren**.

CLI

1. Wenn sich das zu erstellende FlexCache Volume in einem anderen Cluster befindet, erstellen Sie eine Cluster-Peer-Beziehung:
 - a. Erstellen Sie auf dem Ziel-Cluster eine Peer-Beziehung mit dem Datensicherheits-Quellcluster:

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

Ab ONTAP 9.6 ist die TLS-Verschlüsselung bei der Erstellung einer Cluster-Peer-Beziehung standardmäßig aktiviert. Die TLS-Verschlüsselung wird für die Cluster-übergreifende Kommunikation zwischen den Ursprungs- und FlexCache Volumes unterstützt. Bei Bedarf können Sie auch die TLS-Verschlüsselung für die Cluster-Peer-Beziehung deaktivieren.


```
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. Authentifizierung des Quellclusters im Quellcluster beim Ziel-Cluster:

```
cluster peer create -peer-addr <peer_LIF_IPs> -ip-space <ip-space>
```

```
cluster01::> cluster peer create -peer-addr
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. Wenn sich das FlexCache-Volumen in einer anderen SVM als der Ursprungs-Volumen befindet, erstellen Sie eine SVM-Peer-Beziehung mit flexcache als Applikation:

a. Wenn sich die SVM in einem anderen Cluster befindet, erstellen Sie eine SVM-Berechtigung für die Peering SVMs:

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

Das folgende Beispiel veranschaulicht die Erstellung einer SVM-Peer-Berechtigung, 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 explicit "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. SVM-Peer-Beziehung erstellen:

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

3. Erstellen Sie ein FlexCache-Volume mit aktiviertem Write-Back:

```
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
```

Aktivieren Sie FlexCache Write-Back auf einem vorhandenen FlexCache-Volume

Sie können FlexCache Write-Back auf einem vorhandenen FlexCache Volume mithilfe von ONTAP System Manager oder der ONTAP CLI aktivieren.

System Manager

1. Wählen Sie **Speicher > Volumes** und wählen Sie ein vorhandenes FlexCache-Volume aus.
2. Klicken Sie auf der Übersichtsseite des Volumes oben rechts auf **Bearbeiten**.
3. Wählen Sie im Fenster **Volume bearbeiten FlexCache-Rückschreiben aktivieren** aus.

CLI

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

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

Überprüfen Sie, ob FlexCache Write-Back aktiviert ist

Schritte

Sie können mit System Manager oder der ONTAP-CLI bestimmen, ob das FlexCache-Zurückschreiben aktiviert ist.

System Manager

1. Wählen Sie **Speicher > Volumes** und wählen Sie ein Volume aus.
2. Suchen Sie im Volume **Übersicht FlexCache Details** und prüfen Sie, ob FlexCache Write-back auf dem FlexCache Volume auf **aktiviert** eingestellt ist.

CLI

1. Überprüfen Sie, ob FlexCache Write-Back aktiviert ist:

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

Deaktivieren Sie Write-Back auf einem FlexCache-Volume

Bevor Sie ein FlexCache-Volume löschen können, müssen Sie den FlexCache-Schreibvorgang deaktivieren.

Schritte

Sie können System Manager oder die ONTAP CLI verwenden, um FlexCache Write-Back zu deaktivieren.

System Manager

1. Wählen Sie **Speicher > Volumes** aus, und wählen Sie ein vorhandenes FlexCache-Volume aus, für das FlexCache-Rückschreiben aktiviert ist.
2. Klicken Sie auf der Übersichtsseite des Volumes oben rechts auf **Bearbeiten**.
3. Deaktivieren Sie im Fenster **Volume bearbeiten** die Option **FlexCache-Rückschreiben aktivieren**.

CLI

1. Rückschreibvorgang deaktivieren:

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

Häufig gestellte Fragen zum ONTAP FlexCache-Rückschreiben

Diese FAQ kann Ihnen helfen, wenn Sie eine schnelle Antwort auf eine Frage suchen.

Ich möchte Rückschreiben verwenden. Welche Version von ONTAP muss ich ausführen?

Sowohl der Cache als auch der Ursprung müssen ONTAP 9.15.1 oder höher ausführen. Es wird **stark** empfohlen, die neueste P-Version auszuführen. Engineering verbessert kontinuierlich die Performance und Funktionalität von Write-Back-Enabled Caches.

Können Clients, die auf den Ursprung zugreifen, Auswirkungen auf Clients haben, die auf den schreibaktivierten Cache zugreifen?

Ja. Der Ursprung hat das gleiche Recht auf Daten wie jeder der Caches. Wenn ein Vorgang für eine Datei ausgeführt wird, bei der die Datei aus dem Cache entfernt werden muss, oder wenn eine Sperre/Datendelegation aufgehoben werden muss, kann es vorkommen, dass der Client im Cache eine Verzögerung beim Zugriff auf die Datei sieht.

Kann ich QoS auf schreibBack-Enabled FlexCaches anwenden?

Ja. Auf jeden Cache und auf den Ursprung können unabhängige QoS-Richtlinien angewendet werden. Dies hat keine direkten Auswirkungen auf einen durch das Rückschreiben initiierten Intercluster-Datenverkehr. Indirekt können Sie durch QoS-Beschränkung des Front-End-Datenverkehrs im schreibBack-fähigen Cache den zurückschreibenden Datenverkehr verlangsamen.

Wird Multi-Protokoll-NAS bei Write-Back-Enabled FlexCaches unterstützt?

Ja. Multi-Protokoll wird bei schreibBack-fähigen FlexCaches vollständig unterstützt. Derzeit werden NFSv4.2 und S3 nicht von FlexCache unterstützt, die im Write-Around Write-Back-Modus arbeiten.

Werden alternative SMB-Datenströme in FlexCaches mit Write-Back-Funktion unterstützt?

Alternative SMB-Datenströme (ADS) werden unterstützt, jedoch nicht durch einen Schreibvorgang beschleunigt. Der Schreibvorgang auf die ADS wird an den Ursprung weitergeleitet, wodurch die WAN-Latenz beeinträchtigt wird. Der Schreibvorgang entfernt auch die Hauptdatei, zu der die ANZEIGEN gehören, aus dem Cache.

Kann ich einen Cache zwischen Write-Around- und Write-Back-Modus wechseln, nachdem er erstellt wurde?

Ja. Alles was Sie tun müssen, ist das Flag im Link:../FlexCache-writeback/FlexCache-writeback-enable-task.html[flexcache modify Befehl] umzuschalten `is-writeback-enabled`.

Gibt es Bandbreitenüberlegungen, die ich hinsichtlich der Intercluster-Verbindung zwischen dem/den Cache(s) und dem Ursprungsserver beachten sollte?

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

Copyright-Informationen

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

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

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

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

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

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

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

Markeninformationen

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