



Disaster Recovery

Enterprise applications

NetApp
January 02, 2026

Inhalt

Disaster Recovery	1
Disaster Recovery	1
SnapMirror	1
SnapMirror Active Sync	1
SnapMirror	1
SnapMirror Active Sync	2
Überblick	2
ONTAP Mediator	3
Bevorzugter Standort	5
Netzwerktopologie	6
Überblick	12
Ausfallszenarien	14

Disaster Recovery

Disaster Recovery

Enterprise-Datenbanken und Applikationsinfrastrukturen erfordern oft Replizierung zum Schutz vor Naturkatastrophen oder unerwarteten Geschäftsunterbrechungen mit minimaler Ausfallzeit.

Die SQL Server Funktion zur Replizierung von Always-on-Verfügbarkeitsgruppen kann sich als hervorragende Option anbieten. NetApp bietet Optionen zur Integration von Datensicherung mit Always-on. In einigen Fällen empfiehlt es sich jedoch, die ONTAP Replizierungstechnologie mit den folgenden Optionen in Betracht zu ziehen.

SnapMirror

Die SnapMirror-Technologie bietet eine schnelle und flexible Unternehmenslösung zur Replizierung von Daten über LANs und WANs. Die SnapMirror Technologie überträgt nach Erstellung der ersten Spiegelung nur geänderte Datenblöcke an das Zielsystem, wodurch die Anforderungen an die Netzwerkbandbreite erheblich gesenkt werden. Sie kann im synchronen oder asynchronen Modus konfiguriert werden. Die synchrone SnapMirror Replizierung in NetApp ASA wird mit dem SnapMirror Active Sync konfiguriert.

SnapMirror Active Sync

Für viele Kunden ist für Business Continuity nicht nur ein Remote-Besitz einer Datenkopie erforderlich, sondern es muss die Möglichkeit bestehen, diese Daten schnell zu nutzen, die in NetApp ONTAP mithilfe von SnapMirror Active Sync möglich sind

Bei SnapMirror Active Sync haben Sie im Grunde zwei verschiedene ONTAP-Systeme, die unabhängige Kopien Ihrer LUN-Daten führen, aber zusammenarbeiten, um eine einzige Instanz dieser LUN zu präsentieren. Auf Host-Ebene handelt es sich um eine einzelne LUN-Einheit. SnapMirror Active Sync wird für iSCSI/FC-basierte LUNs unterstützt.

SnapMirror Active Sync bietet RPO=0-Replizierung und ist einfach zwischen zwei unabhängigen Clustern zu implementieren. Sind die beiden Datenkopien synchron, müssen die beiden Cluster nur noch Schreibvorgänge spiegeln. Wenn ein Schreibvorgang auf einem Cluster stattfindet, wird er in das andere Cluster repliziert. Der Schreibvorgang wird dem Host nur dann bestätigt, wenn der Schreibvorgang auf beiden Seiten abgeschlossen ist. Anders als dieses Verhalten bei der Protokollaufteilung sind die beiden Cluster ansonsten normale ONTAP-Cluster.

Ein wichtiger Anwendungsfall für SM-AS ist die granulare Replizierung. Manchmal möchten Sie nicht alle Daten als eine Einheit replizieren oder bestimmte Workloads selektiv ausfallsicher durchführen.

Ein weiterer wichtiger Anwendungsfall für SM-As ist der aktiv/aktiv-Betrieb. Dort sollen vollständig nutzbare Datenkopien auf zwei verschiedenen Clustern verfügbar sein, die sich an zwei verschiedenen Standorten mit identischen Performance-Merkmalen befinden und auf Wunsch nicht über Standorte verteilt werden müssen. Sie können Ihre Applikationen, die bereits auf beiden Standorten ausgeführt werden, sofern die Applikation unterstützt wird, wodurch sich die RTO während eines Failover verringert.

SnapMirror

Nachfolgend finden Sie Empfehlungen für SnapMirror für SQL Server:

- Nutzung der synchronen Replizierung mit SnapMirror Active Sync für höhere Anforderungen an eine schnelle Datenwiederherstellung und asynchrone Lösungen für Flexibilität bei RPO
- Wenn Sie SnapCenter zum Sichern von Datenbanken und zum Replizieren von Snapshots auf Remote-Cluster verwenden, planen Sie aus Konsistenzgründen keine SnapMirror-Updates von den Controllern. Stattdessen sollten Sie SnapMirror Updates von SnapCenter aktivieren, um SnapMirror zu aktualisieren, nachdem ein vollständiger Backup oder ein Protokoll-Backup abgeschlossen wurde.
- Gleichen Sie die Speichereinheiten aus, die SQL Server-Daten enthalten, über verschiedene Knoten im Cluster aus, damit alle Clusterknoten SnapMirror-Replikationsaktivitäten gemeinsam nutzen können. Diese Verteilung optimiert die Nutzung von Knotenressourcen.

Weitere Informationen zu SnapMirror finden Sie unter "["TR-4015: SnapMirror Konfigurations- und Best Practices-Leitfaden für ONTAP 9"](#)".

SnapMirror Active Sync

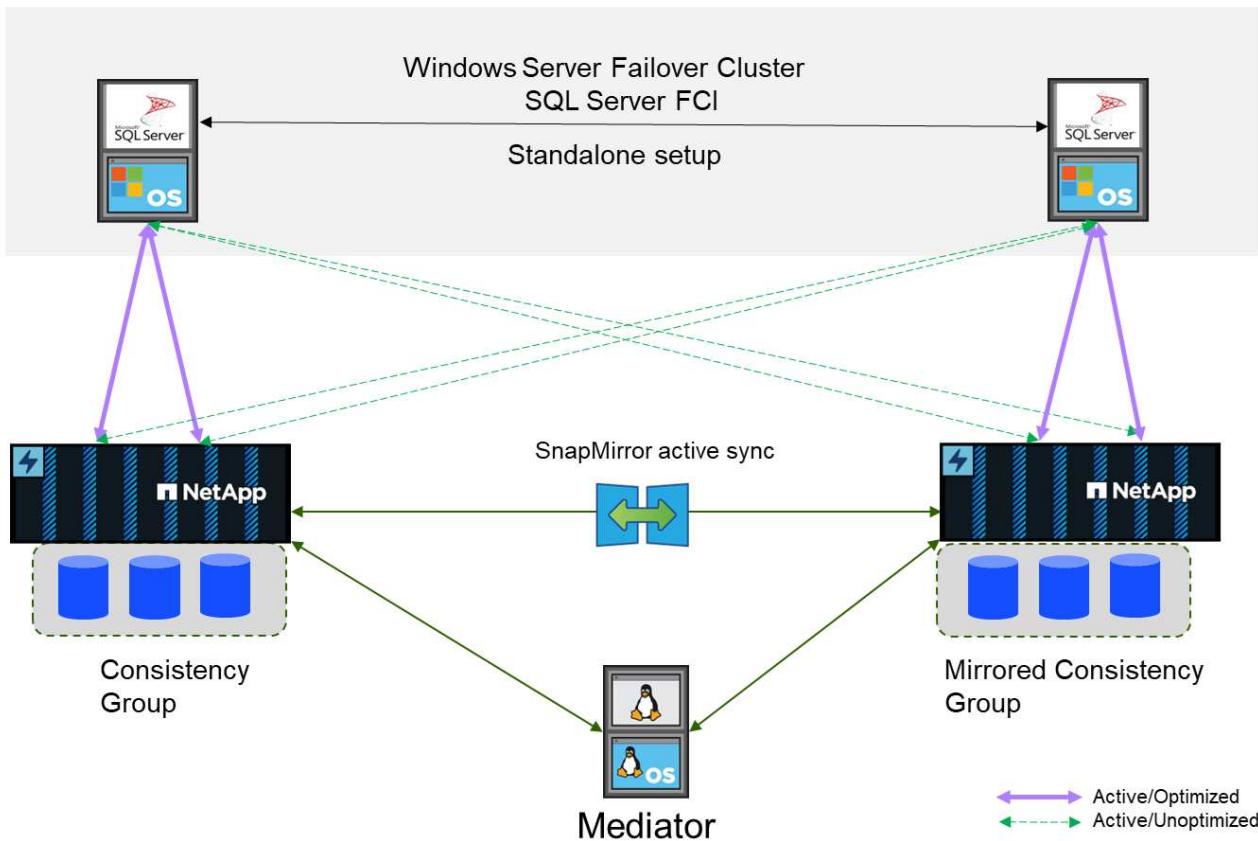
Überblick

Mit SnapMirror Active Sync können einzelne SQL Server-Datenbanken und -Applikationen bei Storage- und Netzwerkstörungen den Betrieb fortsetzen. Der Storage Failover ist transparent, ohne dass manuelle Eingriffe erforderlich sind.

SnapMirror Active Sync unterstützt die symmetrische aktiv/aktiv-Architektur, die eine synchrone bidirektionale Replizierung für Business Continuity und Disaster Recovery bietet. Es hilft Ihnen, Ihren Datenzugriff für kritische SAN-Workloads durch gleichzeitigen Lese- und Schreibzugriff auf Daten über mehrere Ausfall-Domains hinweg zu schützen. So wird ein unterbrechungsfreier Betrieb sichergestellt und Ausfallzeiten bei Notfällen oder Systemausfällen werden minimiert.

SQL-Server-Hosts greifen über Fibre Channel(FC)- oder iSCSI-LUNs auf Speicher zu. Replizierung zwischen jedem Cluster, das eine Kopie der replizierten Daten hostet. Da es sich bei dieser Funktion um die Replizierung auf Storage-Ebene handelt, können SQL Server-Instanzen auf eigenständigen Host- oder Failover-Cluster-Instanzen Lese-/Schreibvorgänge durchführen. Informationen zu Planungs- und Konfigurationsschritten finden Sie unter "["ONTAP-Dokumentation über SnapMirror Active Sync"](#)" .

Architektur von SnapMirror aktiv mit symmetrischer aktiv/aktiv-Lösung



Synchrone Replikation

Im normalen Betrieb ist jede Kopie jederzeit ein synchrones RPO=0-Replikat, mit einer Ausnahme. Wenn Daten nicht repliziert werden können, gibt ONTAP die Notwendigkeit zur Replizierung von Daten frei und stellt die E/A-Bereitstellung an einem Standort wieder her, während die LUNs am anderen Standort offline geschaltet werden.

Storage Hardware

Im Gegensatz zu anderen Disaster Recovery-Lösungen für Storage bietet SnapMirror Active Sync asymmetrische Plattformflexibilität. Die Hardware an den einzelnen Standorten muss nicht identisch sein. Dank dieser Funktion können Sie die Größe der Hardware anpassen, die zur Unterstützung der SnapMirror Active Sync verwendet wird. Das Remote-Storage-System kann identisch mit dem primären Standort sein, wenn es einen vollständigen Produktions-Workload unterstützen muss. Wenn jedoch ein Ausfall zu einer Verringerung der I/O führt, könnte ein kleineres System am Remote-Standort kostengünstiger sein.

ONTAP Mediator

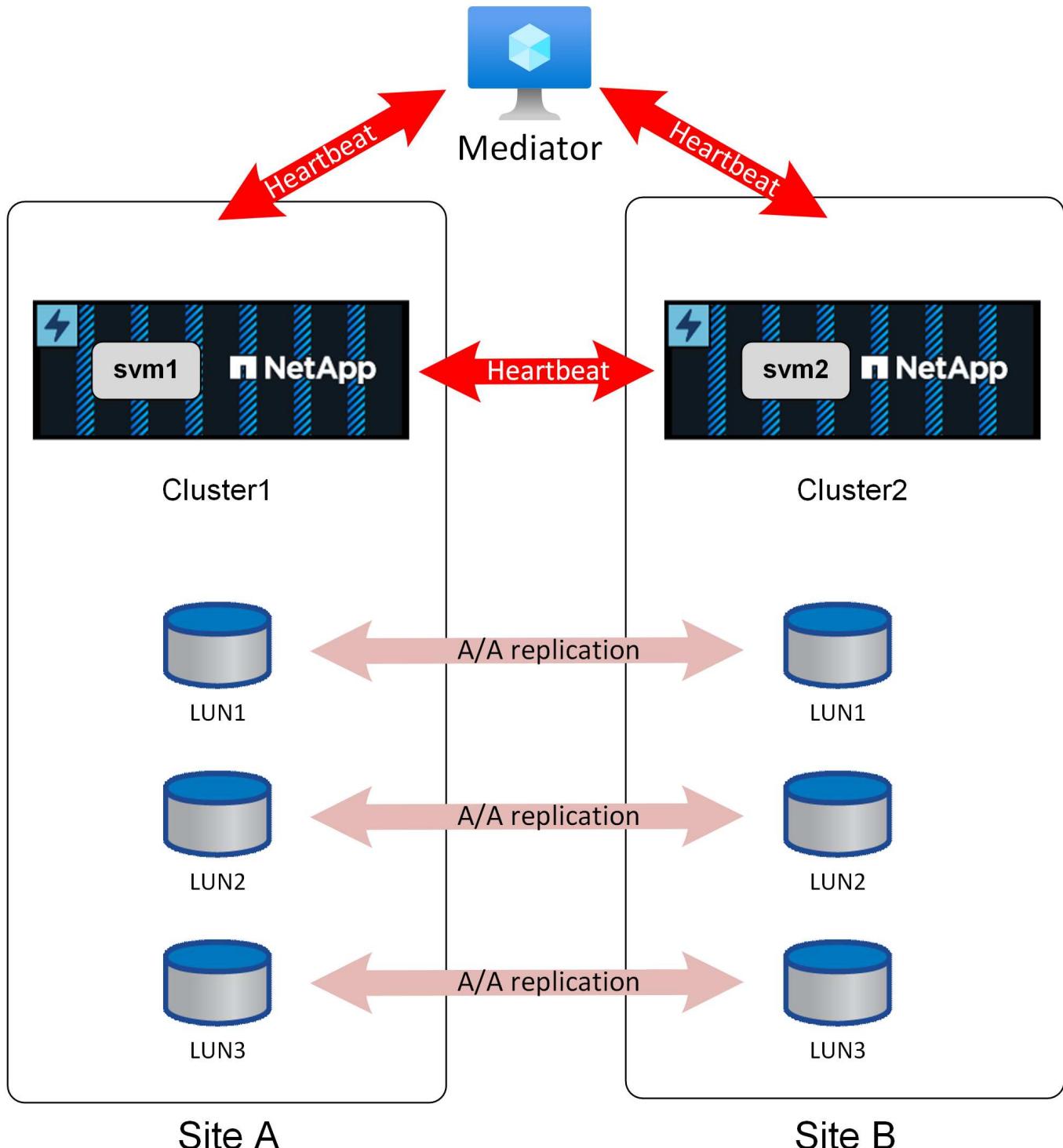
Der ONTAP Mediator ist eine Softwareanwendung, die von der NetApp-Unterstützung heruntergeladen wird und normalerweise auf einer kleinen virtuellen Maschine bereitgestellt wird. Der ONTAP Mediator ist kein Tiebreak. Es handelt sich um einen alternativen Kommunikationskanal für die beiden Cluster, die an der aktiven synchronen SnapMirror-Replikation beteiligt sind. Der automatisierte Betrieb wird durch ONTAP basierend auf den Antworten gesteuert, die der Partner über direkte Verbindungen und den Mediator erhält.

ONTAP Mediator

Der Mediator ist für die sichere Automatisierung des Failover erforderlich. Idealerweise würde er an einem unabhängigen dritten Standort platziert werden, kann aber dennoch

für die meisten Anforderungen funktionieren, wenn er mit einem der an der Replikation beteiligten Cluster kolokiert wird.

Der Mediator ist nicht wirklich ein Tiebreak, obwohl das ist effektiv die Funktion, die es bietet. Er führt keine Aktionen durch. Stattdessen stellt er einen alternativen Kommunikationskanal für die Kommunikation zwischen Cluster und Cluster bereit.



Die #1 Herausforderung mit automatisiertem Failover ist das Split-Brain-Problem, und dieses Problem tritt auf, wenn Ihre zwei Standorte die Verbindung miteinander verlieren. Was soll geschehen? Sie möchten nicht, dass

sich zwei verschiedene Standorte als verbleibende Kopien der Daten bezeichnen, aber wie kann ein einzelner Standort den Unterschied zwischen dem tatsächlichen Verlust des anderen Standorts und der Unfähigkeit, mit dem gegenüberliegenden Standort zu kommunizieren, erkennen?

Hier betritt der Mediator das Bild. Wenn jeder Standort an einem dritten Standort platziert wird und über eine separate Netzwerkverbindung zu diesem Standort verfügt, haben Sie für jeden Standort einen zusätzlichen Pfad, um den Zustand des anderen zu überprüfen. Sehen Sie sich das Bild oben noch einmal an und betrachten Sie die folgenden Szenarien.

- Was passiert, wenn der Mediator ausfällt oder von einem oder beiden Standorten nicht erreichbar ist?
 - Die beiden Cluster können weiterhin über dieselbe Verbindung miteinander kommunizieren, die für Replikationsdienste verwendet wird.
 - Für die Daten wird noch eine RPO=0-Sicherung verwendet
- Was passiert, wenn Standort A ausfällt?
 - An Standort B sehen Sie, dass beide Kommunikationskanäle ausgefallen sind.
 - Standort B übernimmt die Datenservices, jedoch ohne RPO=0-Spiegelung
- Was passiert, wenn Standort B ausfällt?
 - An Standort A sehen Sie, dass beide Kommunikationskanäle ausgefallen sind.
 - Standort A übernimmt die Datenservices, aber ohne RPO=0-Spiegelung

Es gibt ein anderes Szenario zu berücksichtigen: Verlust der Datenreplikationsverbindung. Wenn die Replikationsverbindung zwischen Standorten verloren geht, wird eine RPO=0-Spiegelung offensichtlich unmöglich sein. Was soll dann geschehen?

Dies wird durch den bevorzugten Standortstatus gesteuert. In einer SM-AS-Beziehung ist einer der Standorte zweitrangig zum anderen. Dies hat keine Auswirkungen auf den normalen Betrieb, und der gesamte Datenzugriff ist symmetrisch. Wenn die Replikation jedoch unterbrochen wird, muss die Verbindung unterbrochen werden, um den Betrieb wieder aufzunehmen. Das Ergebnis: Der bevorzugte Standort setzt den Betrieb ohne Spiegelung fort und der sekundäre Standort hält die I/O-Verarbeitung an, bis die Replizierungskommunikation wiederhergestellt ist.

Bevorzugter Standort

Das aktive Synchronisierungsverhalten von SnapMirror ist symmetrisch, mit einer wichtigen Ausnahme: Konfiguration des bevorzugten Standorts.

SnapMirror Active Sync betrachtet einen Standort als „Quelle“ und den anderen als „Ziel“. Dies impliziert eine One-Way-Replikationsbeziehung, aber dies gilt nicht für das IO-Verhalten. Die Replizierung ist bidirektional und symmetrisch, und die I/O-Reaktionszeiten sind auf beiden Seiten der Spiegelung identisch.

Die source Bezeichnung steuert den bevorzugten Standort. Wenn die Replizierungsverbindung verloren geht, stellen die LUN-Pfade auf der Quellkopie weiterhin Daten bereit, während die LUN-Pfade auf der Zielkopie erst dann wieder verfügbar sind, wenn die Replikation wiederhergestellt ist und SnapMirror wieder in den synchronen Zustand wechselt. Die Pfade setzen dann das Bereitstellen von Daten fort.

Die Sourcing/Ziel-Konfiguration kann über Systemmanager angezeigt werden:

Relationships

The screenshot shows a table titled 'Relationships' with two tabs: 'Local destinations' (selected) and 'Local sources'. The table has columns: Source, Destination, and Policy type. One row is visible, showing a relationship between 'jfs_as1:/cg/jfsAA' (Source) and 'jfs_as2:/cg/jfsAA' (Destination), with a policy type of 'Synchronous'.

Source	Destination	Policy type
jfs_as1:/cg/jfsAA	jfs_as2:/cg/jfsAA	Synchronous

Oder über die CLI:

```
Cluster2::> snapmirror show -destination-path jfs_as2:/cg/jfsAA

      Source Path: jfs_as1:/cg/jfsAA
      Destination Path: jfs_as2:/cg/jfsAA
      Relationship Type: XDP
      Relationship Group Type: consistencygroup
      SnapMirror Schedule: -
      SnapMirror Policy Type: automated-failover-duplex
      SnapMirror Policy: AutomatedFailOverDuplex
      Tries Limit: -
      Throttle (KB/sec): -
      Mirror State: Snapmirrored
      Relationship Status: InSync
```

Der Schlüssel ist, dass die Quelle die SVM für Cluster1 ist. Wie oben erwähnt, beschreiben die Begriffe „Quelle“ und „Ziel“ nicht den Fluss replizierter Daten. Beide Standorte können einen Schreibvorgang verarbeiten und am anderen Standort replizieren. Beide Cluster sind Quellen und Ziele. Der Effekt der Festlegung eines Clusters als Quelle steuert einfach, welches Cluster als Lese-/Schreib-Speichersystem überlebt, wenn die Replikationsverbindung verloren geht.

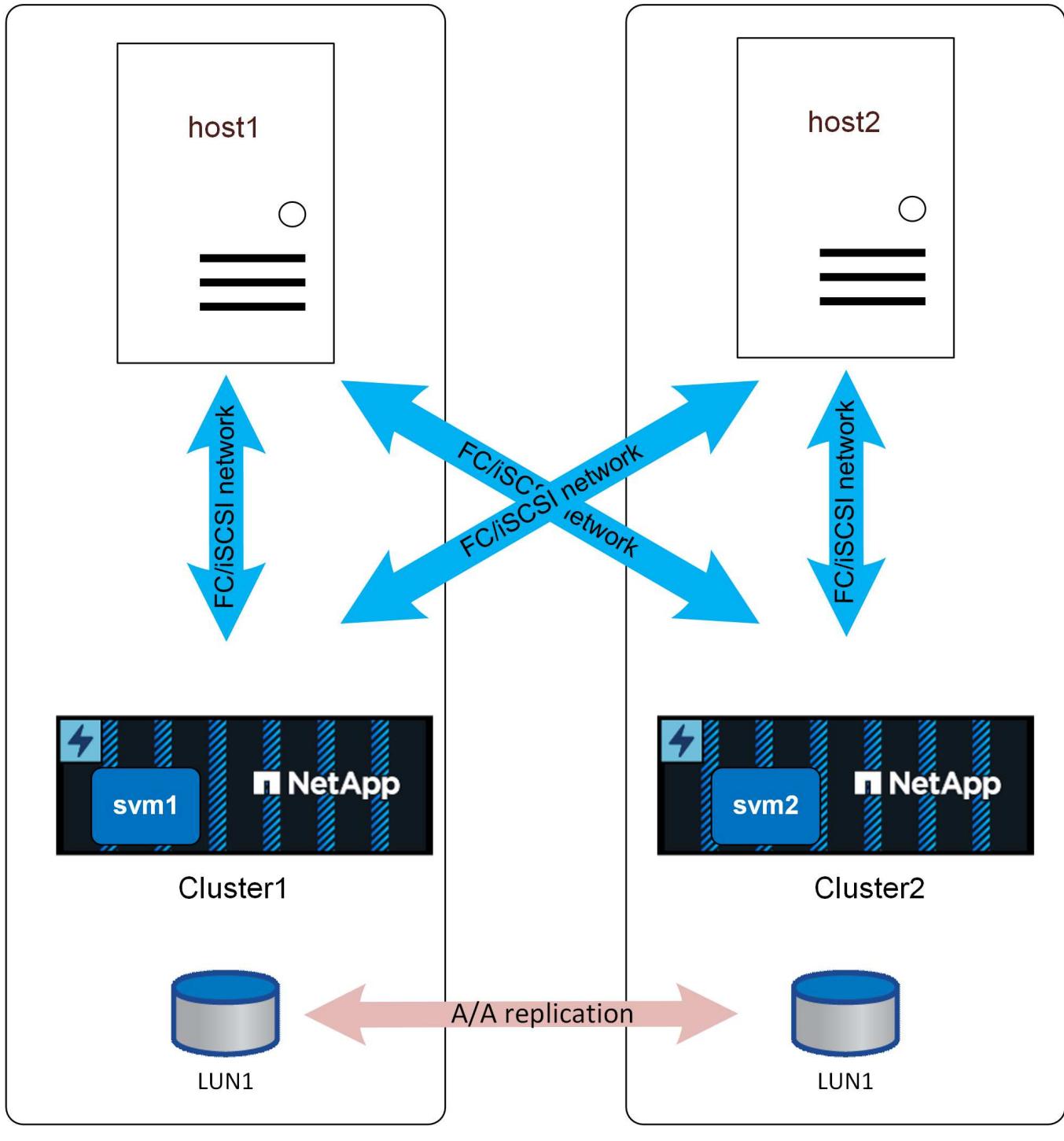
Netzwerktopologie

Einheitlicher Zugriff

Ein einheitliches Netzwerk für den Zugriff bedeutet, dass Hosts auf Pfade auf beiden Seiten (oder auf Ausfall-Domains innerhalb desselben Standorts) zugreifen können.

Eine wichtige Funktion von SM-AS ist die Möglichkeit, die Speichersysteme so zu konfigurieren, dass sie wissen, wo sich die Hosts befinden. Wenn Sie die LUNs einem bestimmten Host zuordnen, können Sie angeben, ob sie einem bestimmten Storage-System proximal sind oder nicht.

NetApp ASA Systeme bieten aktiv/aktiv-Multipathing über alle Pfade eines Clusters hinweg. Dies gilt auch für SM-AS Konfigurationen.



Active/Optimized Path

Bei einheitlichem Zugriff würde IO das WAN überqueren. Es handelt sich dabei um ein vollständig vernetztes Mesh-Cluster, das für alle Anwendungsfälle wünschenswert sein kann oder auch nicht.

Wenn die beiden Standorte mit Glasfaserverbindung 100 Meter voneinander entfernt wären, sollte keine erkennbare zusätzliche Latenz über das WAN entstehen. Wenn jedoch die Standorte weit voneinander entfernt

wären, würde die Performance beim Lesen an beiden Standorten darunter leiden. ASA mit einem nicht einheitlichen Zugriffsnetzwerk wäre eine Option, um die Kosten- und Funktionsvorteile von ASA ohne Beeinträchtigung des standortübergreifenden Latenzzugriffs zu nutzen oder die Host-Proximity-Funktion zu verwenden, um standortübergreifenden Lese-/Schreibzugriff für beide Standorte zu ermöglichen.

ASA mit SM-AS in einer Konfiguration mit niedriger Latenz bietet zwei interessante Vorteile. Zunächst verdoppelt es die Performance bei jedem einzelnen Host *, da IO von doppelt so vielen Controllern mit doppelt so vielen Pfaden gewartet werden kann. Zweitens bietet er in einer Umgebung mit einem einzigen Standort eine extreme Verfügbarkeit, da ein komplettes Storage-System ohne Unterbrechung des Host-Zugriffs verloren gehen könnte.

Annäherungseinstellungen

Proximity bezieht sich auf eine Clusterkonfiguration, die angibt, dass eine bestimmte Host-WWN- oder iSCSI-Initiator-ID zu einem lokalen Host gehört. Dies ist ein zweiter optionaler Schritt für die Konfiguration des LUN-Zugriffs.

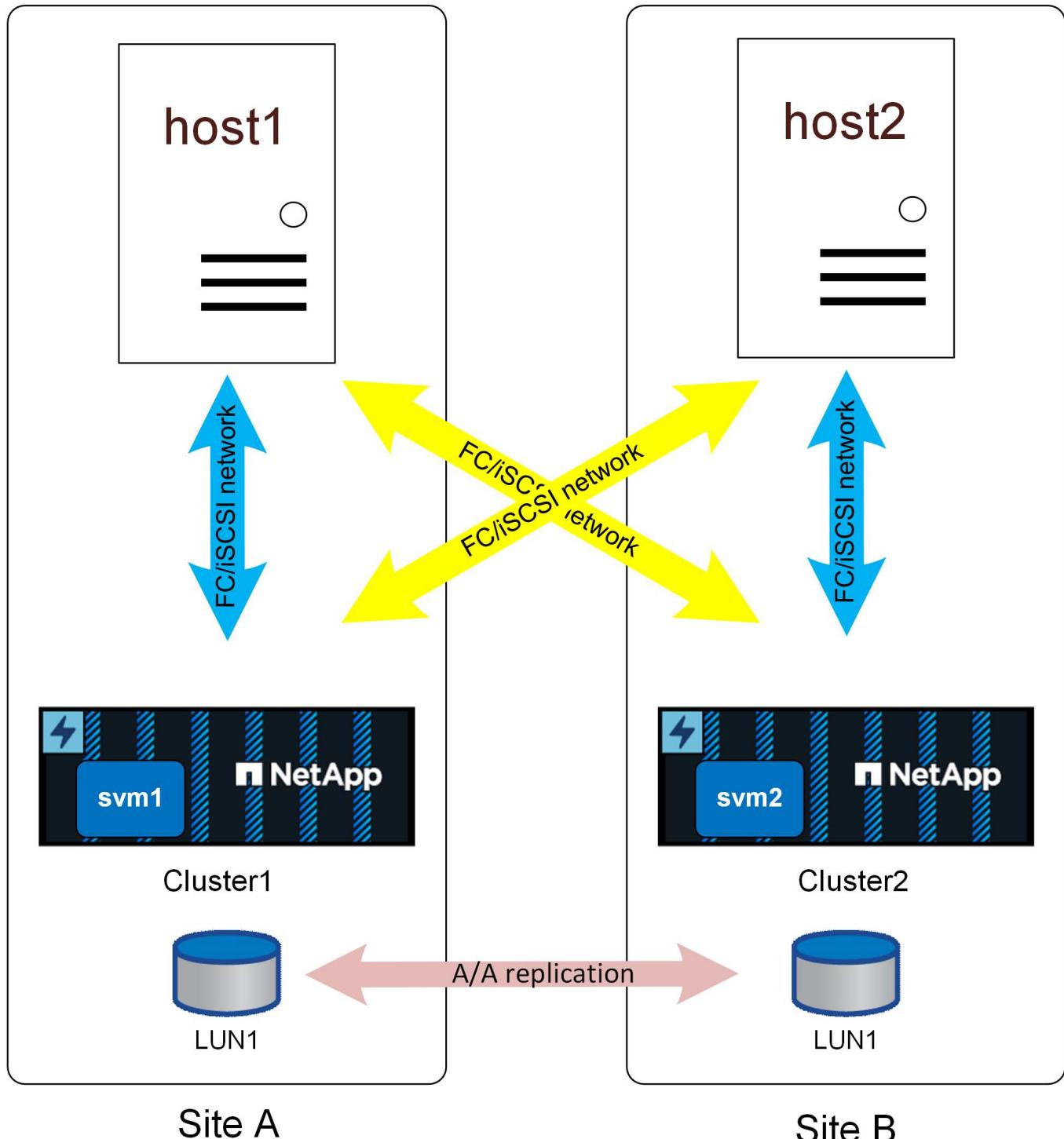
Der erste Schritt ist die übliche igroup-Konfiguration. Jede LUN muss einer Initiatorgruppe zugeordnet werden, die die WWN/iSCSI-IDs der Hosts enthält, die Zugriff auf diese LUN benötigen. Dadurch wird gesteuert, welcher Host Access zu einer LUN hat.

Der zweite, optionale Schritt ist die Konfiguration der Host-Nähe. Dies kontrolliert nicht den Zugriff, es steuert *Priority*.

Beispielsweise kann ein Host an Standort A für den Zugriff auf eine LUN konfiguriert werden, die durch SnapMirror Active Sync geschützt ist. Da das SAN über Standorte erweitert wird, stehen diesem LUN Pfade über Storage an Standort A oder Storage an Standort B zur Verfügung

Ohne Annäherungseinstellungen verwendet der Host beide Speichersysteme gleichmäßig, da beide Speichersysteme aktive/optimierte Pfade anbieten. Wenn die SAN-Latenz und/oder Bandbreite zwischen Standorten begrenzt ist, ist dies möglicherweise nicht erwünscht, und Sie sollten sicherstellen, dass während des normalen Betriebs jeder Host bevorzugt Pfade zum lokalen Speichersystem verwendet. Diese Konfiguration erfolgt durch Hinzufügen der Host-WWN/iSCSI-ID zum lokalen Cluster als proximaler Host. Dies kann unter der CLI oder Systemmanager ausgeführt werden.

Wenn die Host-Nähe konfiguriert wurde, werden die Pfade wie unten dargestellt angezeigt.

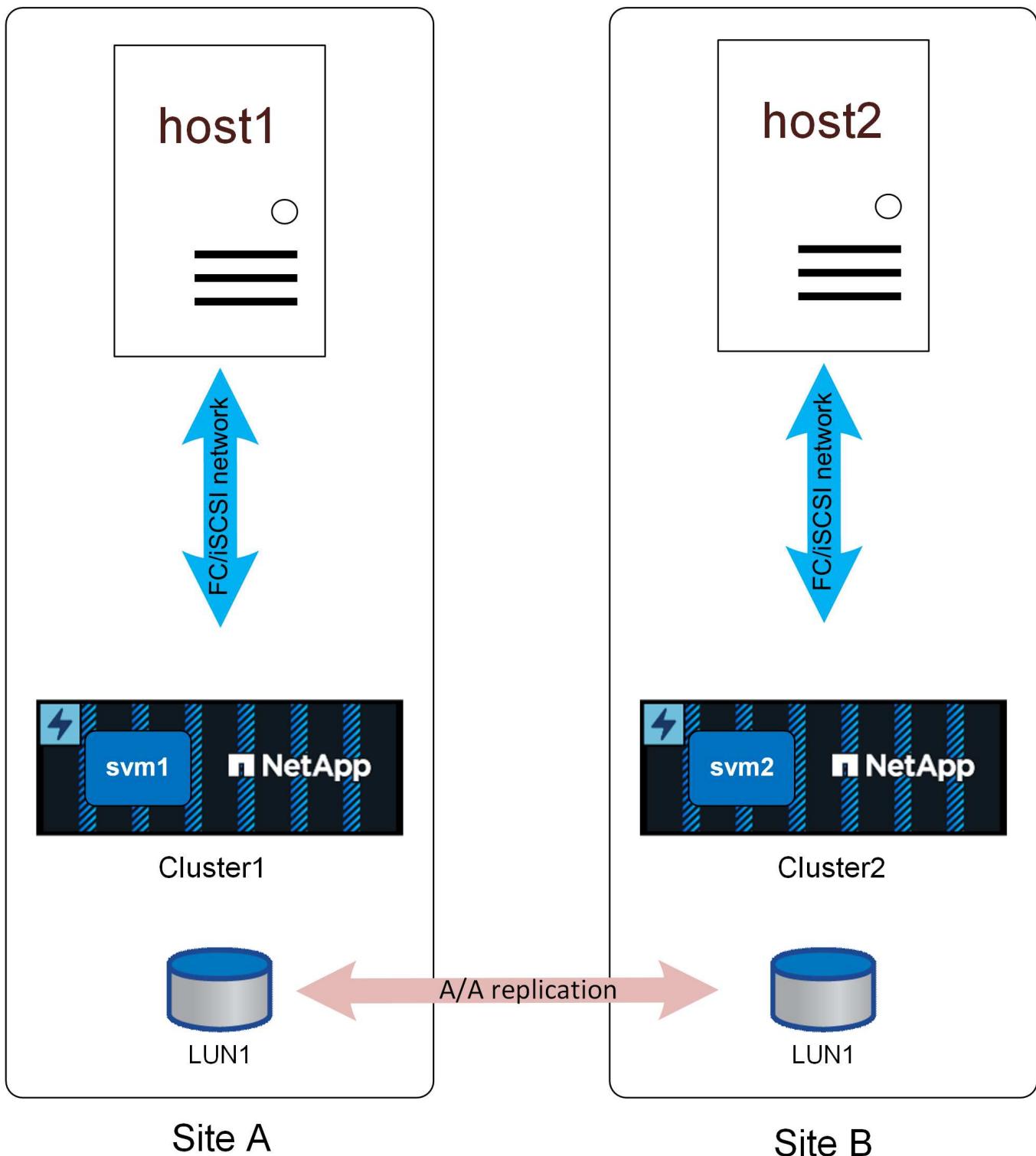


Active/Optimized Path

Active Path

Uneinheitlicher Zugriff

Uneinheitliches Netzwerk durch Zugriff bedeutet, dass jeder Host nur Zugriff auf Ports im lokalen Storage-System hat. Das SAN wird nicht über Standorte (oder Ausfall-Domains am selben Standort) erweitert.



Active/Optimized Path

Der Hauptvorteil dieses Ansatzes ist die SAN-Einfachheit – Sie müssen kein SAN mehr über das Netzwerk erweitern. Einige Kunden verfügen nicht über eine Konnektivität mit niedriger Latenz zwischen den Standorten und haben nicht die Infrastruktur, um den FC SAN-Datenverkehr über ein standortverbundenes Netzwerk zu Tunneln.

Der Nachteil eines uneinheitlichen Zugriffs besteht darin, dass bestimmte Ausfallszenarien, einschließlich des Verlusts der Replikationsverbindung, dazu führen, dass einige Hosts den Zugriff auf den Speicher verlieren. Applikationen, die als einzelne Instanzen ausgeführt werden, wie z. B. eine Datenbank ohne Cluster, die grundsätzlich nur auf einem einzelnen Host bei einem beliebigen Mount ausgeführt wird, würden ausfallen, wenn die lokale Storage-Konnektivität verloren geht. Die Daten bleiben zwar weiterhin geschützt, aber der Datenbankserver würde nicht mehr darauf zugreifen können. Es müsste an einem Remote-Standort neu gestartet werden, vorzugsweise durch einen automatisierten Prozess. VMware HA kann beispielsweise eine heruntergefahrenen Pfade auf einem Server erkennen und eine VM auf einem anderen Server neu starten, auf dem Pfade verfügbar sind.

Im Gegensatz dazu kann eine Cluster-Anwendung wie Oracle RAC einen Service bereitstellen, der gleichzeitig an zwei verschiedenen Standorten verfügbar ist. Der Verlust einer Website bedeutet nicht, dass der Anwendungsdienst als Ganzes verloren geht. Instanzen sind nach wie vor verfügbar und werden am verbleibenden Standort ausgeführt.

In vielen Fällen wäre die zusätzliche Latenz, wenn eine Applikation, die auf den Storage über eine Site-to-Site-Verbindung zugreift, nicht akzeptabel. Dies bedeutet, dass die verbesserte Verfügbarkeit von einheitlichem Netzwerk minimal ist, da der Verlust von Speicher an einem Standort dazu führen würde, dass die Dienste auf diesem ausgesetzten Standort sowieso heruntergefahren werden müssen.

Es gibt redundante Pfade durch den lokalen Cluster, die aus Gründen der Einfachheit nicht auf diesen Diagrammen angezeigt werden. ONTAP Storage-Systeme sind HA selbst, daher sollte ein Controller-Ausfall nicht zu einem Standortausfall führen. Es sollte lediglich zu einer Änderung führen, in der lokale Pfade auf dem betroffenen Standort verwendet werden.

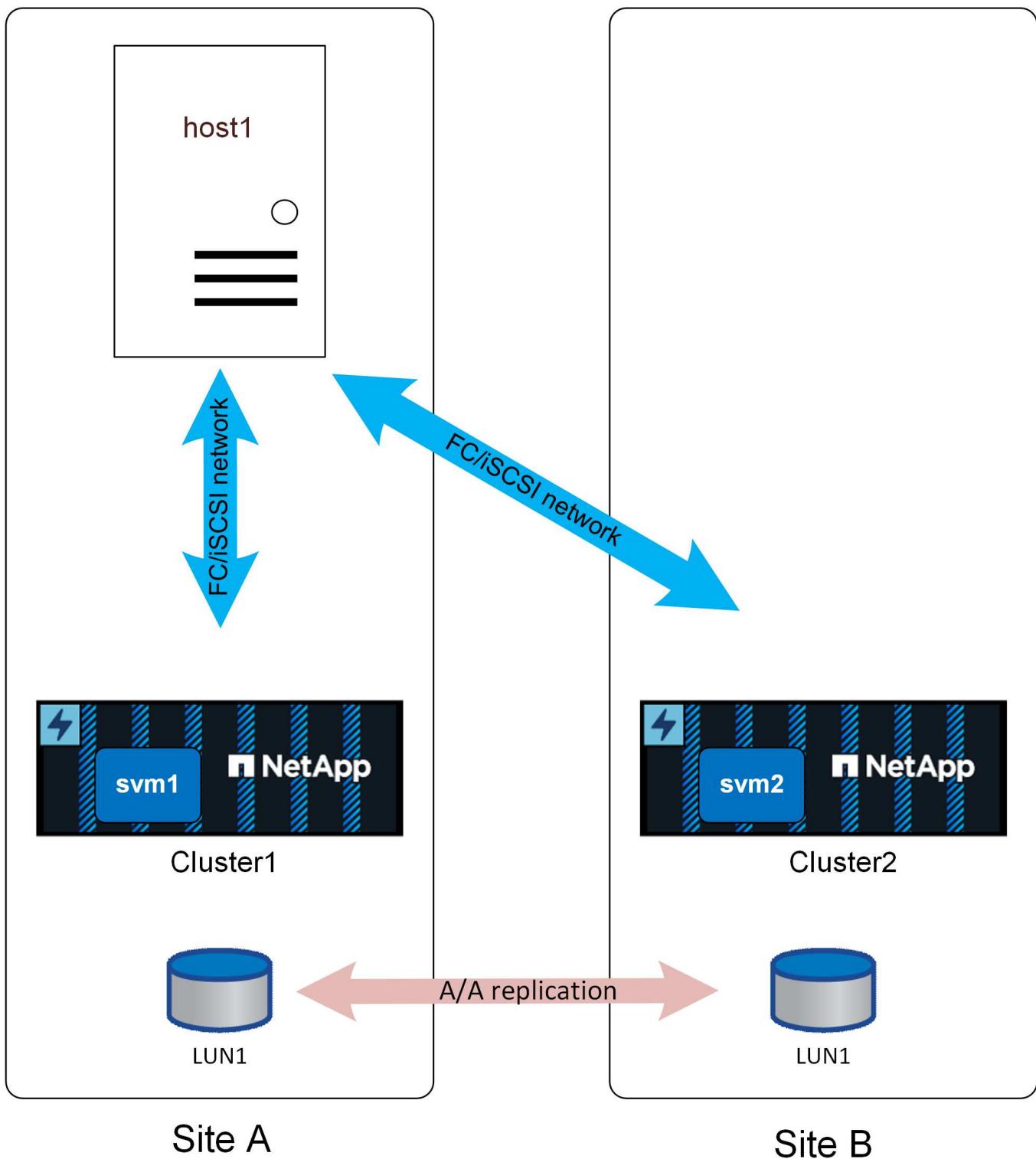
Überblick

SQL Server kann so konfiguriert werden, dass er auf verschiedene Weise mit SnapMirror Active Sync arbeitet. Die richtige Antwort hängt von der verfügbaren Netzwerkkonnektivität, den RPO-Anforderungen und den Verfügbarkeitsanforderungen ab.

Eigenständige Instanz von SQL Server

Die Best Practices für das Datei-Layout und die Serverkonfiguration sind dieselben, wie in der Dokumentation empfohlen "[SQL Server auf ONTAP](#)".

Mit einer eigenständigen Einrichtung konnte SQL Server nur an einem Standort ausgeführt werden. Vermutlich "Einheitlich" würde der Zugriff genutzt werden.



Bei einem einheitlichen Zugriff würde ein Storage-Ausfall an einem der Standorte den Datenbankbetrieb nicht unterbrechen. Ein kompletter Standortausfall am Standort, der den Datenbankserver einschloss, würde natürlich zu einem Ausfall führen.

Einige Kunden konnten ein Betriebssystem konfigurieren, das am Remote-Standort mit einem vorkonfigurierten SQL Server-Setup ausgeführt wird, das mit einer gleichwertigen Build-Version wie die der Produktionsinstanz aktualisiert wurde. Bei einem Failover müsste die eigenständige Instanz von SQL Server am alternativen Standort aktiviert, die LUNS ermittelt und die Datenbank gestartet werden. Der vollständige

Prozess kann mit dem Cmdlet "Windows PowerShell" automatisiert werden, da Storage-seitig kein Betrieb erforderlich ist.

"Uneinheitlich" Zugriff könnte auch verwendet werden, aber das Ergebnis wäre ein Datenbankausfall, wenn das Storage-System, in dem der Datenbankserver lokalisiert war, ausgefallen wäre, da die Datenbank keine Pfade zum Storage hätte. Dies kann in einigen Fällen noch akzeptabel sein. SnapMirror Active Sync bietet weiterhin RPO=0-Datensicherheit. Im Falle eines Standortausfalls wäre die noch verbleibende Kopie aktiv und bereit, den Betrieb mit demselben Verfahren wie oben beschrieben fortzusetzen.

Ein einfacher, automatisierter Failover-Prozess lässt sich mit der Verwendung eines virtuellen Hosts leichter konfigurieren. Wenn beispielsweise SQL Server-Datendateien zusammen mit einer Boot-VMDK synchron auf den sekundären Storage repliziert werden, könnte im Notfall die gesamte Umgebung am alternativen Standort aktiviert werden. Ein Administrator kann den Host am verbleibenden Standort entweder manuell aktivieren oder den Prozess über einen Service wie VMware HA automatisieren.

SQL Server Failover-Cluster-Instanz

SQL Server Failover-Instanzen können auch auf einem Windows Failover Cluster gehostet werden, der auf einem physischen Server oder einem virtuellen Server als Gastbetriebssystem läuft. Diese Architektur mit mehreren Hosts bietet SQL Server Instanzen und Storage Resiliency. Diese Implementierung ist besonders in anspruchsvollen Umgebungen hilfreich, die robuste Failover-Prozesse suchen und gleichzeitig eine verbesserte Performance beibehalten. Wenn bei einem Failover-Cluster-Setup ein Host oder primärer Speicher betroffen ist, erfolgt ein Failover von SQL Services auf den sekundären Host, und gleichzeitig steht der sekundäre Speicher zur Verfügung, um IO bereitzustellen. Es sind kein Automatisierungsskript und keine Eingriffe durch den Administrator erforderlich.

Ausfallszenarien

Die Planung einer vollständigen Applikationsarchitektur für die aktive Synchronisierung von SnapMirror erfordert ein Verständnis dafür, wie SM-AS in verschiedenen geplanten und ungeplanten Failover-Szenarien reagiert.

In den folgenden Beispielen wird davon ausgegangen, dass Standort A als bevorzugter Standort konfiguriert ist.

Verlust der Replikationskonnektivität

Wenn die SM-AS-Replikation unterbrochen wird, kann die Schreib-I/O nicht abgeschlossen werden, da ein Cluster Änderungen nicht auf den anderen Standort replizieren kann.

Standort A (bevorzugte Website)

Das Ergebnis eines Ausfalls der Replikationsverbindung auf dem bevorzugten Standort ist eine ca. 15-Sekunden-Pause bei der Schreib-I/O-Verarbeitung, da ONTAP erneut replizierte Schreibvorgänge versucht, bevor festgestellt wird, dass die Replikationsverbindung wirklich nicht erreichbar ist. Nach 15 Sekunden wird die I/O-Verarbeitung von Lese- und Schreibzugriffen von Standort A fortgesetzt. Die SAN-Pfade ändern sich nicht, und die LUNs bleiben online.

Standort B

Da Standort B nicht der bevorzugte Standort für SnapMirror Active Sync ist, sind die LUN-Pfade nach ca. 15 Sekunden nicht mehr verfügbar.

Ausfall des Storage-Systems

Das Ergebnis eines Storage-Systemausfalls ist nahezu identisch mit dem Ergebnis des Verlusts der Replizierungsverbindung. Am überlebenden Standort sollte eine I/O-Pause von etwa 15 Sekunden stattfinden. Nach Ablauf dieses Zeitraums von 15 Sekunden wird die E/A-Vorgänge wie gewohnt an diesem Standort fortgesetzt.

Verlust des Mediators

Der Mediator hat keine direkte Kontrolle über Storage-Vorgänge. Er fungiert als alternativer Kontrollpfad zwischen Clustern. Die Lösung bietet insbesondere automatisierte Failover-Prozesse ohne Split-Brain-Szenario. Im normalen Betrieb repliziert jedes Cluster Änderungen an seinem Partner. Daher kann jedes Cluster überprüfen, ob das Partner-Cluster online ist und Daten bereitstellt. Wenn die Replikationsverbindung fehlschlägt, wird die Replikation beendet.

Der Grund für einen sicheren automatisierten Failover ist der Mediator, der darauf zurückzuführen ist, dass ein Storage-Cluster andernfalls nicht feststellen kann, ob der Ausfall einer bidirektionalen Kommunikation auf einen Netzwerkausfall oder einen tatsächlichen Storage-Ausfall zurückzuführen ist.

Der Mediator bietet jedem Cluster einen alternativen Pfad zur Überprüfung des Integrität seines Partners. Die Szenarien sind wie folgt:

- Wenn ein Cluster seinen Partner direkt kontaktieren kann, sind die Replizierungsservices betriebsbereit. Keine Aktion erforderlich.
- Wenn ein bevorzugter Standort nicht direkt mit dem Partner oder über den Mediator in Kontakt treten kann, wird davon ausgegangen, dass der Partner entweder tatsächlich nicht verfügbar ist oder isoliert wurde und seine LUN-Pfade offline geschaltet hat. Der bevorzugte Standort setzt dann den Status RPO=0 frei und setzt die Verarbeitung von Lese- und Schreib-I/O fort.
- Wenn ein nicht bevorzugter Standort seinen Partner nicht direkt kontaktieren kann, ihn aber über den Mediator kontaktieren kann, nimmt er seine Pfade offline und wartet auf die Rückkehr der Replikationsverbindung.
- Wenn ein nicht bevorzugter Standort keine direkte Kontaktaufnahme mit dem Partner oder über einen betrieblichen Mediator bietet, nimmt er an, dass der Partner entweder tatsächlich nicht verfügbar ist oder isoliert war und seine LUN-Pfade offline geschaltet hat. Der nicht bevorzugte Standort setzt dann den Status RPO=0 frei und verarbeitet sowohl Lese- als auch Schreib-I/O weiter. Er übernimmt die Rolle der Replikationsquelle und wird der neue bevorzugte Standort.

Wenn der Mediator vollständig nicht verfügbar ist:

- Wenn keine Replizierungsservices aus irgendeinem Grund verfügbar sind, beispielsweise der Ausfall des nicht bevorzugten Standorts oder des Storage-Systems, wird der bevorzugte Standort den Zustand RPO=0 freigeben und die I/O-Verarbeitung für Lese- und Schreibvorgänge wird wieder aufgenommen. Der nicht bevorzugte Standort nimmt seine Pfade offline.
- Ein Ausfall des bevorzugten Standorts führt zu einem Ausfall, da der nicht bevorzugte Standort nicht verifizieren kann, dass der gegenteilige Standort wirklich offline ist. Daher ist es für den nicht bevorzugten Standort nicht sicher, die Services wieder aufzunehmen.

Dienste werden wiederhergestellt

Wenn ein Fehler behoben wurde, wie z. B. die Wiederherstellung der Site-to-Site-Verbindung oder das Einschalten eines ausgefallenen Systems, erkennen die SnapMirror Active Sync-Endpunkte automatisch, dass eine fehlerhafte Replikationsbeziehung vorhanden ist, und versetzen sie wieder in den Zustand RPO=0. Sobald die synchrone Replizierung wiederhergestellt ist, werden die fehlerhaften Pfade wieder online

geschaltet.

In vielen Fällen erkennen Cluster-Applikationen automatisch die Rückgabe ausgefallener Pfade, und diese Applikationen sind ebenfalls wieder online. In anderen Fällen ist möglicherweise ein SAN-Scan auf Host-Ebene erforderlich oder Applikationen müssen manuell wieder online geschaltet werden. Es hängt von der Anwendung und ihrer Konfiguration ab, und im Allgemeinen lassen sich solche Aufgaben leicht automatisieren. ONTAP selbst behebt selbstständig und sollte keinen Benutzereingriff erfordern, um den RPO=0-Storage-Betrieb wiederaufzunehmen.

Manueller Failover

Das Ändern des bevorzugten Standorts erfordert eine einfache Bedienung. I/O-Vorgänge werden für eine oder zwei Sekunden angehalten, da zwischen den Clustern die Berechtigung für das Replikationsverhalten wechselt, die E/A-Vorgänge sind jedoch ansonsten nicht betroffen.

Copyright-Informationen

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

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

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

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

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

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

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

Markeninformationen

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