Best Practices und Empfehlungen

Trident

NetApp
February 02, 2026

Inhalt

Best Practices und Empfehlungen

Einsatz

Verwenden Sie bei der Implementierung von Trident die hier aufgeführten Empfehlungen.

Implementieren Sie diesen in einem dedizierten Namespace

"Namespaces" Trennung von Administratoren zwischen verschiedenen Applikationen und Barriere für die gemeinsame Nutzung von Ressourcen Beispielsweise kann eine PVC aus einem Namespace nicht von einem anderen genutzt werden. Trident stellt allen Namespaces im Kubernetes-Cluster PV-Ressourcen zur Verfügung und nutzt folglich ein Servicekonto mit erhöhten Privileges.

Außerdem kann der Zugriff auf den Trident Pod dazu führen, dass Benutzer auf die Anmeldedaten des Storage-Systems und andere sensible Informationen zugreifen können. Es ist wichtig, dass Applikationsbenutzer und Management-Applikationen nicht in der Lage sind, auf die Trident Objektdefinitionen oder Pods selbst zuzugreifen.

Verwenden Sie Kontingente und Bereichsgrenzen, um den Storage-Verbrauch zu kontrollieren

Kubernetes bietet zusammen zwei Funktionen, die einen leistungsstarken Mechanismus zur Begrenzung des Ressourcenverbrauchs durch Applikationen bieten. Der "Mechanismus für Storage-Kontingente" Er ermöglicht dem Administrator, globale und Storage-klassenspezifische Verbrauchslimits für Kapazität und Objektanzahl pro Namespace zu implementieren. Außerdem mit A "Bereichsgrenze" Gewährleistet, dass die PVC-Anforderungen sowohl den minimalen als auch den maximalen Wert haben, bevor die Anforderung an die provisionierung weitergeleitet wird.

Diese Werte werden pro Namespace definiert, was bedeutet, dass jeder Namespace Werte definiert haben sollte, die ihren Ressourcenanforderungen entsprechen. Informationen dazu finden Sie hier "Wie man Quoten nutzt".

Storage-Konfiguration

Jede Storage-Plattform im NetApp Portfolio verfügt über einzigartige Funktionen für Applikationen, die in Containern oder nicht unterstützt werden.

Plattformübersicht

Trident funktioniert mit ONTAP und Element. Es gibt keine Plattform, die besser für alle Anwendungen und Szenarien geeignet ist als die andere, aber bei der Auswahl einer Plattform sollten die Anforderungen der Anwendung und des Teams, das das Gerät verwaltet, berücksichtigt werden.

Sie sollten die Best Practices für das Host-Betriebssystem anhand des von Ihnen verwendeten Protokolls befolgen. Optional können Sie möglicherweise erwägen, falls verfügbar Best Practices für Applikationen mit Back-End-, Storage-Klassen- und PVC-Einstellungen zu integrieren, um den Storage für bestimmte Applikationen zu optimieren.

Best Practices für ONTAP und Cloud Volumes ONTAP

Best Practices zur Konfiguration von ONTAP und Cloud Volumes ONTAP für Trident enthalten.

Die folgenden Empfehlungen sind Richtlinien zur Konfiguration von ONTAP für Container-Workloads, die Volumes nutzen, die von Trident dynamisch bereitgestellt werden. Jeder sollte in Betracht gezogen und auf Angemessenheit in Ihrer Umgebung überprüft werden.

Verwenden Sie SVM(s) dediziert für Trident

Storage Virtual Machines (SVMs) sorgen für die Trennung von Mandanten auf einem ONTAP System. Durch die Zuweisung einer SVM für Applikationen können Berechtigungen delegation werden. Zudem lassen sich Best Practices anwenden, um den Ressourcenverbrauch zu begrenzen.

Für das Management der SVM sind verschiedene Optionen verfügbar:

- Stellen Sie die Cluster-Managementoberfläche in der Backend-Konfiguration zusammen mit entsprechenden Zugangsdaten bereit und geben Sie den SVM-Namen an.
- Erstellen Sie mit ONTAP System Manager oder der CLI eine dedizierte Managementoberfläche für die SVM.
- Teilen Sie die Managementrolle mit einer NFS-Datenschnittstelle.

In jedem Fall sollte sich die Schnittstelle im DNS enthalten, und beim Konfigurieren von Trident sollte der DNS-Name verwendet werden. Dadurch lassen sich einige DR-Szenarien, beispielsweise SVM-DR, vereinfachen, ohne die Aufbewahrung der Netzwerkidentität zu nutzen.

Es besteht keine Präferenz zwischen einer dedizierten oder gemeinsam genutzten Management-LIF für die SVM. Sie sollten jedoch sicherstellen, dass Ihre Netzwerksicherheitsrichtlinien mit dem von Ihnen gewählten Ansatz abgestimmt sind. Unabhängig davon sollte die Management-LIF über DNS zugänglich sein, um ein Maximum an Flexibilität zu ermöglichen "SVM-DR" Zusammen mit Trident verwendet werden.

Begrenzung der maximalen Volume-Anzahl

ONTAP Storage-Systeme besitzen eine maximale Anzahl an Volumes, die je nach Softwareversion und Hardwareplattform unterschiedlich sind. Siehe "NetApp Hardware Universe" Für Ihre spezifische Plattform und ONTAP-Version, um die genauen Grenzen zu bestimmen. Wenn die Anzahl der Volumes erschöpft ist, schlägt die Bereitstellung nicht nur für Trident fehl, sondern für alle Storage-Anforderungen.

Trident `ontap-nas` Und `ontap-san` Treiber stellen für jedes erstellte Kubernetes Persistent Volume (PV) ein FlexVol Volume bereit. Der `ontap-nas-economy` Der Treiber erstellt ca. ein FlexVolum für alle 200 PVS (konfigurierbar zwischen 50 und 300). Der `ontap-san-economy` Der Treiber erstellt ca. ein FlexVolum für alle 100 PVS (konfigurierbar zwischen 50 und 200). Damit Trident nicht alle verfügbaren Volumes im Storage-System verbraucht, sollten Sie ein Limit für die SVM festlegen. Dies können Sie über die Befehlszeile ausführen:

```
vserver modify -vserver <svm_name> -max-volumes <num_of_volumes>
```

Der Wert für `max-volumes` Variiert basierend auf verschiedenen für Ihre Umgebung spezifischen Kriterien:

- Die Anzahl der vorhandenen Volumes im ONTAP Cluster
- Die Anzahl der Volumes, die für andere Applikationen außerhalb von Trident bereitgestellt werden

- Die Anzahl der persistenten Volumes, die von Kubernetes-Applikationen genutzt werden sollen

Der `max-volumes` Der Wert sind die gesamten Volumes, die über alle Nodes im ONTAP Cluster bereitgestellt werden, und nicht über einen einzelnen ONTAP Node. Aus diesem Grund treten möglicherweise einige Bedingungen auf, bei denen auf einem ONTAP Cluster-Node mehr oder weniger mit Trident bereitgestellte Volumes als ein anderer Node vorhanden sind.

Beispielsweise kann ein ONTAP Cluster mit zwei Nodes maximal 2000 FlexVol Volumes hosten. Eine auf 1250 eingestellte maximale Volumenzahl erscheint sehr vernünftig. Wenn jedoch nur "Aggregate" von einem Node der SVM zugewiesen wird oder die von einem Node zugewiesenen Aggregate nicht bereitgestellt werden können (z. B. aufgrund der Kapazität), dann wird der andere Node das Ziel aller über Trident bereitgestellten Volumes. Das bedeutet, dass das Volume-Limit für diesen Node vor dem Erreichen des Wertes erreicht werden kann `max-volumes`, was sich sowohl auf Trident als auch auf andere Volume-Operationen, die den Node verwenden, auswirkt. **Diese Situation kann vermieden werden, indem sichergestellt wird, dass die Aggregate von jedem Node im Cluster der von Trident verwendeten SVM in gleicher Anzahl zugewiesen werden.**

Klonen Sie ein Volume

NetApp Trident unterstützt das Klonen von Volumes bei Verwendung von `ontap-nas` , `ontap-san` , Und `solidfire-san` Speichertreiber. Bei der Verwendung des `ontap-nas-flexgroup` oder `ontap-nas-economy` Treiber, Klonen wird nicht unterstützt. Wenn aus einem bestehenden Volume ein neues Volume erstellt wird, wird ein neuer Snapshot erstellt.

> Vermeiden Sie das Klonen eines PVC, das einer anderen StorageClass zugeordnet ist. Führen Sie Klonvorgänge innerhalb derselben StorageClass durch, um die Kompatibilität sicherzustellen und unerwartetes Verhalten zu vermeiden.

Begrenzung der maximalen Größe der durch Trident erstellten Volumes

Verwenden Sie das, um die maximale Größe für Volumes zu konfigurieren, die mit Trident erstellt werden können `limitVolumeSize` Parameter in im `backend.json` Definition:

Neben der Kontrolle der Volume-Größe im Storage-Array sollten auch Kubernetes-Funktionen genutzt werden.

Beschränkt die maximale Größe von FlexVols, die von Trident erstellt werden

Um die maximale Größe für FlexVols zu konfigurieren, die als Pools für ONTAP-san-Economy- und ONTAP-nas-Economy-Treiber verwendet werden, verwenden Sie den `limitVolumePoolSize` Parameter in Ihrer `backend.json` Definition.

Trident für bidirektionales CHAP konfigurieren

Sie können in der Back-End-Definition den CHAP-Initiator und die Benutzernamen und Passwörter für das Ziel angeben und Trident CHAP auf der SVM aktivieren. Verwenden der `useCHAP` Parameter in der Back-End-Konfiguration authentifiziert Trident iSCSI-Verbindungen für ONTAP-Back-Ends mit CHAP.

Erstellen und Verwenden einer SVM QoS-Richtlinie

Die Nutzung einer ONTAP QoS-Richtlinie auf die SVM begrenzt die Anzahl der durch die von Trident bereitgestellten Volumes konsumierbaren IOPS. Dies hilft "Verhindern Sie einen Schläger" Oder nicht-kontrollider Container, der Workloads außerhalb der Trident SVM beeinträchtigt.

Sie können in wenigen Schritten eine QoS-Richtlinie für die SVM erstellen. Die genauesten Informationen finden Sie in der Dokumentation Ihrer ONTAP-Version. Das folgende Beispiel erstellt eine QoS-Richtlinie, die die insgesamt für eine SVM verfügbaren IOPS auf 5000 begrenzt.

```
# create the policy group for the SVM
qos policy-group create -policy-group <policy_name> -vserver <svm_name>
-max-throughput 5000iops

# assign the policy group to the SVM, note this will not work
# if volumes or files in the SVM have existing QoS policies
vserver modify -vserver <svm_name> -qos-policy-group <policy_name>
```

Wenn zudem Ihre ONTAP Version sie unterstützt, können Sie den Einsatz eines minimalen QoS-Systems in Erwägung ziehen, um einen hohen Durchsatz für Container-Workloads zu gewährleisten. Die adaptive QoS ist nicht mit einer Richtlinie auf SVM-Ebene kompatibel.

Die Anzahl der für Container-Workloads dedizierten IOPS hängt von vielen Aspekten ab. Dazu zählen unter anderem:

- Anderen Workloads, die das Storage-Array nutzen Bei anderen Workloads, die nicht mit der Kubernetes-Implementierung zusammenhängen und die Storage-Ressourcen nutzen, sollte darauf achten, dass diese Workloads nicht versehentlich beeinträchtigt werden.
- Erwartete Workloads werden in Containern ausgeführt. Wenn Workloads mit hohen IOPS-Anforderungen in Containern ausgeführt werden, führt eine niedrige QoS-Richtlinie zu schlechten Erfahrungen.

Es muss daran erinnert werden, dass eine auf SVM-Ebene zugewiesene QoS-Richtlinie alle Volumes zur Verfügung hat, die der SVM bereitgestellt werden und sich denselben IOPS-Pool teilen. Wenn eine oder nur eine kleine Zahl von Container-Applikationen sehr hohe IOPS-Anforderungen erfüllen, kann dies zu einem problematischer für die anderen Container-Workloads werden. In diesem Fall empfiehlt es sich, QoS-Richtlinien pro Volume mithilfe von externer Automatisierung zuzuweisen.

> Sie sollten die QoS Policy Group der SVM **only** zuweisen, wenn Ihre ONTAP Version älter als 9.8 ist.

Erstellen von QoS-Richtliniengruppen für Trident

Quality of Service (QoS) garantiert, dass die Performance kritischer Workloads nicht durch konkurrierende Workloads beeinträchtigt wird. ONTAP QoS-Richtliniengruppen bieten QoS-Optionen für Volumes und ermöglichen Benutzern, die Durchsatzgrenze für einen oder mehrere Workloads zu definieren. Weitere Informationen zur QoS finden Sie unter "Garantierter Durchsatz durch QoS".
Sie können QoS-Richtliniengruppen im Backend oder im Storage-Pool festlegen und werden auf jedes in diesem Pool oder Backend erstellte Volume angewendet.

ONTAP verfügt über zwei Arten von QoS-Richtliniengruppen: Herkömmliche und anpassungsfähige. Herkömmliche Richtliniengruppen bieten einen flachen maximalen Durchsatz (oder minimalen Durchsatz in späteren Versionen) in IOPS. Adaptive QoS skaliert den Durchsatz automatisch auf die Workload-Größe und erhält das Verhältnis von IOPS zu TB-fähigen GB-Werten, wenn sich die Workload-Größe ändert. Wenn Sie Hunderte oder Tausende Workloads in einer großen Implementierung managen, bietet sich somit ein erheblicher Vorteil.

Beachten Sie beim Erstellen von QoS-Richtliniengruppen Folgendes:

- Sie sollten die einstellen `qosPolicy` Taste im `defaults` Block der Back-End-Konfiguration. Im folgenden Back-End-Konfigurationsbeispiel:

```
---
version: 1
storageDriverName: ontap-nas
managementLIF: 0.0.0.0
dataLIF: 0.0.0.0
svm: svm0
username: user
password: pass
defaults:
  qosPolicy: standard-pg
storage:
  - labels:
      performance: extreme
    defaults:
      adaptiveQosPolicy: extremely-adaptive-pg
  - labels:
      performance: premium
    defaults:
      qosPolicy: premium-pg
```

- Sie sollten die Richtliniengruppen pro Volume anwenden, damit jedes Volume den gesamten von der Richtliniengruppe angegebenen Durchsatz erhält. Gemeinsame Richtliniengruppen werden nicht unterstützt.

Weitere Informationen zu QoS-Richtliniengruppen finden Sie unter "ONTAP-Befehlsreferenz".

Beschränken Sie den Zugriff auf die Storage-Ressourcen auf Kubernetes-Cluster-Mitglieder

Die Beschränkung des Zugriffs auf die von Trident erstellten NFS-Volumes, iSCSI-LUNs und FC-LUNs ist eine wichtige Komponente für die Sicherheit Ihrer Kubernetes-Implementierung. Auf diese Weise wird verhindert, dass Hosts, die nicht zum Kubernetes Cluster gehören, auf die Volumes zugreifen und Daten unerwartet ändern können.

Es ist wichtig zu wissen, dass Namespaces die logische Grenze für Ressourcen in Kubernetes sind. Es wird angenommen, dass Ressourcen im selben Namespace gemeinsam genutzt werden können. Es gibt jedoch keine Cross-Namespace-Funktion. Dies bedeutet, dass PVS zwar globale Objekte sind, aber wenn sie an ein PVC gebunden sind, nur über Pods zugänglich sind, die sich im selben Namespace befinden. **Es ist wichtig sicherzustellen, dass Namensräume verwendet werden, um eine Trennung zu gewährleisten, wenn angemessen.**

Die meisten Unternehmen haben im Zusammenhang mit der Datensicherheit bei Kubernetes die Sorge, dass ein Container-Prozess auf den Storage zugreifen kann, der am Host gemountet ist; dieser ist jedoch nicht für den Container bestimmt. "Namespaces" Wurden entwickelt, um eine solche Art von Kompromiss zu verhindern. Allerdings gibt es eine Ausnahme: Privilegierte Container.

Ein privilegierter Container ist ein Container, der mit wesentlich mehr Berechtigungen auf Hostebene als normal ausgeführt wird. Diese werden standardmäßig nicht verweigert. Daher sollten Sie diese Funktion

mithilfe von deaktivieren "Pod-Sicherheitsrichtlinien".

Bei Volumes, für die der Zugriff von Kubernetes und externen Hosts gewünscht wird, sollte der Storage auf herkömmliche Weise gemanagt werden. Dabei wird das PV durch den Administrator eingeführt und nicht von Trident gemanagt. So wird sichergestellt, dass das Storage Volume nur zerstört wird, wenn sowohl Kubernetes als auch externe Hosts getrennt haben und das Volume nicht mehr nutzen. Zusätzlich kann eine benutzerdefinierte Exportrichtlinie angewendet werden, die den Zugriff von den Kubernetes-Cluster-Nodes und Zielservern außerhalb des Kubernetes-Clusters ermöglicht.

Für Bereitstellungen mit dedizierten Infrastruktur-Nodes (z. B. OpenShift) oder anderen Nodes, die Benutzerapplikationen nicht planen können, sollten separate Exportrichtlinien verwendet werden, um den Zugriff auf Speicherressourcen weiter zu beschränken. Dies umfasst die Erstellung einer Exportrichtlinie für Services, die auf diesen Infrastruktur-Nodes bereitgestellt werden (z. B. OpenShift Metrics and Logging Services), sowie Standardanwendungen, die auf nicht-Infrastruktur-Nodes bereitgestellt werden.

Verwenden Sie eine dedizierte Exportrichtlinie

Sie sollten sicherstellen, dass für jedes Backend eine Exportrichtlinie vorhanden ist, die nur den Zugriff auf die im Kubernetes-Cluster vorhandenen Nodes erlaubt. Trident kann Richtlinien für den Export automatisch erstellen und managen. So beschränkt Trident den Zugriff auf die Volumes, die ihm im Kubernetes Cluster zur Verfügung stehen, und vereinfacht das Hinzufügen/Löschen von Nodes.

Alternativ können Sie auch eine Exportrichtlinie manuell erstellen und mit einer oder mehreren Exportregeln füllen, die die Zugriffsanforderung für die einzelnen Knoten bearbeiten:

- Verwenden Sie die `vserver export-policy create` ONTAP CLI-Befehl zum Erstellen der Exportrichtlinie.
- Fügen Sie mit dem Regeln zur Exportrichtlinie hinzu `vserver export-policy rule create` ONTAP-CLI-Befehl.

Wenn Sie diese Befehle ausführen, können Sie die Zugriffsrechte der Kubernetes-Nodes auf die Daten beschränken.

Deaktivieren `showmount` Für die Applikations-SVM

Die `showmount` Funktion ermöglicht es einem NFS-Client, die SVM nach einer Liste der verfügbaren NFS-Exporte abzufragen. Ein im Kubernetes-Cluster implementierter Pod kann den Befehl für den ausgeben `showmount -e` und eine Liste der verfügbaren Mounts erhalten, einschließlich derjenigen, auf die er keinen Zugriff hat. Obwohl dies für sich kein Sicherheitskompromiss ist, stellt es keine unnötigen Informationen bereit, die einem nicht autorisierten Benutzer die Verbindung zu einem NFS-Export ermöglichen.

Sie sollten deaktivieren `showmount` Mithilfe des ONTAP-CLI-Befehls auf SVM-Ebene:

```
vserver nfs modify -vserver <svm_name> -showmount disabled
```

SolidFire Best Practices in sich vereint

Lesen Sie Best Practices zur Konfiguration von SolidFire Storage für Trident.

Erstellen Eines SolidFire-Kontos

Jedes SolidFire-Konto stellt einen eindeutigen Volume-Eigentümer dar und erhält seine eigenen Anmeldeinformationen für das Challenge-Handshake Authentication Protocol (CHAP). Sie können auf Volumes zugreifen, die einem Konto zugewiesen sind, entweder über den Kontonamen und die relativen CHAP-Anmeldeinformationen oder über eine Zugriffsgruppe für Volumes. Einem Konto können bis zu zweitausend Volumes zugewiesen sein, ein Volume kann jedoch nur zu einem Konto gehören.

Erstellen einer QoS-Richtlinie

Verwenden Sie QoS-Richtlinien (Quality of Service) von SolidFire, um eine standardisierte Quality of Service-Einstellung zu erstellen und zu speichern, die auf viele Volumes angewendet werden kann.

Sie können QoS-Parameter für einzelne Volumes festlegen. Die Performance für jedes Volume kann durch drei konfigurierbare Parameter bestimmt werden, die QoS definieren: Das IOPS-Minimum, das IOPS-Maximum und die Burst-IOPS.

Hier sind die möglichen Minimum-, Maximum- und Burst-IOPS für die 4-KB-Blockgröße.

IOPS-Parameter	Definition	Mindestens Wert	Standardwert	Maximale Wert (4 KB)
IOPS-Minimum	Das garantierte Performance-Level für ein Volume	50	50	15000
IOPS-Maximum	Die Leistung überschreitet dieses Limit nicht.	50	15000	200,000
IOPS-Burst	Maximale IOPS in einem kurzen Burst-Szenario zulässig.	50	15000	200,000

Obwohl die IOPS-Maximum und die Burst-IOPS so hoch wie 200,000 sind, wird die tatsächliche maximale Performance eines Volumes durch die Nutzung von Clustern und die Performance pro Node begrenzt.

Die Blockgröße und die Bandbreite haben einen direkten Einfluss auf die Anzahl der IOPS. Mit zunehmender Blockgröße erhöht das System die Bandbreite auf ein Niveau, das für die Verarbeitung größerer Blockgrößen erforderlich ist. Mit der steigenden Bandbreite sinkt auch die Anzahl an IOPS, die das System erreichen kann. Siehe "SolidFire Quality of Service" Weitere Informationen zu QoS und Performance.

SolidFire Authentifizierung

Element unterstützt zwei Authentifizierungsmethoden: CHAP und Volume Access Groups (VAG). CHAP verwendet das CHAP-Protokoll, um den Host am Backend zu authentifizieren. Volume Access Groups steuern den Zugriff auf die Volumes, die durch sie bereitgestellt werden. Da die Authentifizierung einfacher ist und über keine Grenzen für die Skalierung verfügt, empfiehlt NetApp die Verwendung von CHAP.

Trident mit dem erweiterten CSI-provisioner unterstützt die Verwendung von CHAP-Authentifizierung. Vags sollten nur im traditionellen nicht-CSI-Betriebsmodus verwendet werden.

CHAP-Authentifizierung (Verifizierung, dass der Initiator der vorgesehene Volume-Benutzer ist) wird nur mit der Account-basierten Zugriffssteuerung unterstützt. Wenn Sie CHAP zur Authentifizierung verwenden, stehen zwei Optionen zur Verfügung: Unidirektionales CHAP und bidirektionales CHAP. Unidirektionales CHAP authentifiziert den Volume-Zugriff mithilfe des SolidFire-Kontonamens und des Initiatorgeheimnisses. Die bidirektionale CHAP-Option bietet die sicherste Möglichkeit zur Authentifizierung des Volumes, da das Volume den Host über den Kontonamen und den Initiatorschlüssel authentifiziert und dann der Host das Volume über den Kontonamen und den Zielschlüssel authentifiziert.

Wenn CHAP jedoch nicht aktiviert werden kann und Vags erforderlich sind, erstellen Sie die Zugriffsgruppe und fügen Sie die Hostinitiatoren und Volumes der Zugriffsgruppe hinzu. Jeder IQN, den Sie einer Zugriffsgruppe hinzufügen, kann mit oder ohne CHAP-Authentifizierung auf jedes Volume in der Gruppe zugreifen. Wenn der iSCSI-Initiator für die Verwendung der CHAP-Authentifizierung konfiguriert ist, wird die kontenbasierte Zugriffssteuerung verwendet. Wenn der iSCSI-Initiator nicht für die Verwendung der CHAP-Authentifizierung konfiguriert ist, wird die Zugriffskontrolle für die Volume Access Group verwendet.

Wo finden Sie weitere Informationen?

Einige der Best Practices-Dokumentationen sind unten aufgeführt. Suchen Sie die "NetApp Bibliothek" Für die aktuellsten Versionen.

ONTAP

- "NFS Best Practice- und Implementierungsleitfaden"
- "SAN-Administration" (Für iSCSI)
- "ISCSI Express-Konfiguration für RHEL"

Element Software

- "Konfigurieren von SolidFire für Linux"

NetApp HCI

- "Voraussetzungen für die NetApp HCI-Implementierung"
- "Rufen Sie die NetApp Deployment Engine auf"

Anwendung Best Practices Informationen

- "Best Practices für MySQL auf ONTAP"
- "Best Practices für MySQL auf SolidFire"
- "NetApp SolidFire und Cassandra"
- "Best Practices für Oracle auf SolidFire"
- "Best Practices für PostgreSQL auf SolidFire"

Nicht alle Applikationen haben spezifische Richtlinien. Daher ist es wichtig, mit Ihrem NetApp Team zusammenzuarbeiten und die darauf zu verwenden "NetApp Bibliothek" Und finden Sie die aktuellste Dokumentation.

Integration von Trident

Zur Integration von Trident müssen folgende Design- und Architekturelemente integriert

werden: Treiberauswahl und -Implementierung, Storage-Klassendesign, Virtual Pool Design, Persistent Volume Claim (PVC) Auswirkungen auf die Storage-Provisionierung, Volume-Betrieb und OpenShift-Services mithilfe von Trident.

Auswahl und Implementierung der Treiber

Wählen Sie einen Back-End-Treiber für Ihr Speichersystem aus und implementieren Sie ihn.

Back-End-Treiber für ONTAP

Die Back-End-Treiber für ONTAP unterscheiden sich durch das verwendete Protokoll und die Art und Weise, wie die Volumes im Storage-System bereitgestellt werden. Daher sollten Sie bei der Entscheidung, welchen Treiber eingesetzt werden soll, sorgfältig überlegen.

Auf einer höheren Ebene, wenn Ihre Applikation Komponenten hat, die gemeinsamen Storage benötigen (mehrere Pods, die auf dasselbe PVC zugreifen), sind NAS-basierte Treiber die erste Wahl, während die blockbasierten iSCSI-Treiber die Anforderungen von nicht gemeinsam genutztem Storage erfüllen. Wählen Sie das Protokoll basierend auf den Anforderungen der Applikation und der Komfort-Ebene der Storage- und Infrastrukturteams. Generell besteht für die meisten Applikationen kein Unterschied zwischen ihnen. Oftmals basiert die Entscheidung darauf, ob gemeinsam genutzter Storage (wo mehr als ein POD den gleichzeitigen Zugriff benötigen) benötigt wird.

Die verfügbaren Back-End-Treiber für ONTAP sind:

- `ontap-nas`: Jedes bereitgestellte PV ist ein volles ONTAP FlexVolum.
- `ontap-nas-economy`: Jedes bereitgestellte PV ist ein qtree, mit einer konfigurierbaren Anzahl von qtrees pro FlexVolume (Standard ist 200).
- `ontap-nas-flexgroup`: Jedes PV wird als volle ONTAP FlexGroup bereitgestellt und alle Aggregate werden einer SVM zugewiesen.
- `ontap-san`: Jedes bereitgestellte PV ist eine LUN innerhalb seines eigenen FlexVolume.
- `ontap-san-economy`: Jedes bereitgestellte PV ist eine LUN mit einer konfigurierbaren Anzahl an LUNs pro FlexVolume (Standard ist 100).

Die Auswahl zwischen den drei NAS-Treibern hat einige Auswirkungen auf die Funktionen, die der Applikation zur Verfügung gestellt werden.

Beachten Sie, dass in den folgenden Tabellen nicht alle Funktionen über Trident bereitgestellt werden. Einige müssen vom Storage-Administrator nach der Bereitstellung angewendet werden, wenn diese Funktion gewünscht wird. Die Super-Skript-Fußnoten unterscheiden die Funktionalität pro Feature und Treiber.

ONTAP-NAS-Treiber	Snapshots	Klone	Dynamische Exportrichtlinien	Multi-Anschluss	QoS	Größe Ändern	Replizierung
`ontap-nas`	Ja.	Ja.	Yes [5]	Ja.	Yes [1]	Ja.	Yes [1]
`ontap-nas-economy`	NO [3]	NO [3]	Yes [5]	Ja.	NO [3]	Ja.	NO [3]
`ontap-nas-flexgroup`	Yes [1]	NEIN	Yes [5]	Ja.	Yes [1]	Ja.	Yes [1]

Trident bietet 2 SAN-Treiber für ONTAP an, deren Funktionen unten dargestellt sind.

ONTAP-SAN-Treiber	Snapshots	Klone	Multi-Anschluss	Bidirektionales CHAP	QoS	Größe Ändern	Replizierung
`ontap-san`	Ja.	Ja.	Yes [4]	Ja.	Yes [1]	Ja.	Yes [1]
`ontap-san-economy`	Ja.	Ja.	Yes [4]	Ja.	NO [3]	Ja.	NO [3]

> Fußnote für die obigen Tabellen: Yes [1]: Nicht von Trident verwaltet Yes [2]: Verwaltet von Trident, aber nicht von PV granular NO [3]: Nicht von Trident verwaltet und nicht von PV granular Yes [4]: Unterstützt für RAW-Block-Volumes Yes [5]: Unterstützt von Trident

Die Funktionen, die keine PV-Granularität sind, werden auf das gesamte FlexVolume angewendet, und alle PVs (also qtrees oder LUNs in gemeinsam genutzten FlexVols) teilen einen gemeinsamen Zeitplan.

Wie in den obigen Tabellen zu sehen ist, ist ein Großteil der Funktionalität zwischen den `ontap-nas` Und `ontap-nas-economy` Ist das gleiche. Aber weil die `ontap-nas-economy` Der Fahrer beschränkt die Möglichkeit zur Steuerung des Zeitplans auf PV-Granularität. Dies kann insbesondere Ihre Disaster Recovery- und Backup-Planung beeinträchtigen. Für Entwicklungsteams, die die PVC-Klonfunktion auf ONTAP Storage nutzen möchten, ist dies nur bei Verwendung des möglich `ontap-nas`, `ontap-san` Oder `ontap-san-economy` Treiber.

Der `solidfire-san` Der Treiber ist auch in der Lage, PVCs zu klonen.

Back-End-Treiber für Cloud Volumes ONTAP

Cloud Volumes ONTAP bietet Datenkontrolle und Storage-Funktionen der Enterprise-Klasse für verschiedene Anwendungsfälle, einschließlich Dateifreigaben und Storage-Funktionen auf Blockebene für NAS- und SAN-Protokolle (NFS, SMB/CIFS und iSCSI). Die kompatiblen Treiber für Cloud Volume ONTAP sind `ontap-nas`, `ontap-nas-economy`, `ontap-san` Und `ontap-san-economy`. Diese gelten für Cloud Volume ONTAP für Azure, Cloud Volume ONTAP für GCP.

Back-End-Treiber für Amazon FSX for ONTAP

Amazon FSX for NetApp ONTAP ermöglicht Ihnen die Nutzung von NetApp Funktionen, Performance und Administrationsfunktionen, mit denen Sie vertraut sind, und gleichzeitig die Einfachheit, Agilität, Sicherheit und Skalierbarkeit der Speicherung von Daten auf AWS zu nutzen. FSX für ONTAP unterstützt viele ONTAP-Dateisystemfunktionen und Administrations-APIs. Die kompatiblen Treiber für Cloud Volume ONTAP sind `ontap-nas`, `ontap-nas-economy`, `ontap-nas-flexgroup`, `ontap-san` Und `ontap-san-economy`.

Back-End-Treiber für NetApp HCI/SolidFire

Der `solidfire-san` Der mit den NetApp HCI/SolidFire Plattformen verwendete Treiber unterstützt den Administrator bei der Konfiguration eines Element-Backend für Trident anhand der QoS-Limits. Falls Sie Ihr Backend so entwerfen möchten, dass die spezifischen QoS-Limits für die Volumes gesetzt werden, die durch Trident bereitgestellt werden, verwenden Sie das `type` Parameter in der Backend-Datei. Der Administrator kann auch die Volume-Größe beschränken, die mithilfe von auf dem Storage erstellt werden könnte `limitVolumeSize` Parameter. Momentan werden Element Storage-Funktionen wie die Größenanpassung von Volumes und die Volume-Replizierung von nicht vom unterstützt `solidfire-san` Treiber. Diese

Vorgänge sollten manuell über die Web-UI von Element Software durchgeführt werden.

SolidFire-Treiber	Snapshots	Klone	Multi-Anschluss	CHAP	QoS	Größe Ändern	Replizierung
`solidfire-san`	Ja.	Ja.	Yes [2]	Ja.	Ja.	Ja.	Yes [1]

> Fußnote: Ja [1]: Nicht verwaltet von Trident Yes [2]: Unterstützt für RAW-Block-Volumes

Back-End-Treiber für Azure NetApp Files

Trident verwendet den `azure-netapp-files` Treiber für die Verwaltung des "Azure NetApp Dateien" Dienstes.

Weitere Informationen zu diesem Treiber und zur Konfiguration finden Sie unter "Trident Back-End-Konfiguration für Azure NetApp Files".

Azure NetApp Files-Treiber	Snapshots	Klone	Multi-Anschluss	QoS	Erweitern	Replizierung
`azure-netapp-files`	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.	Ja.	Yes [1]

> Fußnote: JaFußnote:1[]: Nicht von Trident verwaltet

Design der Storage-Klasse

Individuelle Storage-Klassen müssen konfiguriert und angewendet werden, um ein Kubernetes Storage Class-Objekt zu erstellen. Dieser Abschnitt erläutert, wie Sie eine Storage-Klasse für Ihre Applikation entwerfen.

Spezifische Back-End-Auslastung

Die Filterung kann innerhalb eines bestimmten Storage-Klassenobjekts verwendet werden, um festzulegen, welcher Storage-Pool bzw. welche Pools für die jeweilige Storage-Klasse verwendet werden sollen. In der Storage-Klasse können drei Filtersätze eingestellt werden: `storagePools`, `additionalStoragePools`, Und/oder `excludeStoragePools`.

Mit dem `storagePools` Parameter kann der Speicher auf die Gruppe von Pools beschränkt werden, die mit allen angegebenen Attributen übereinstimmen. Mit dem `additionalStoragePools` Parameter wird der Pool-Satz erweitert, den Trident für das Provisioning verwendet, zusammen mit dem durch die Attribute und Parameter ausgewählten Pool-Satz `storagePools`. Sie können entweder nur einen der Parameter oder beide zusammen verwenden, um sicherzustellen, dass der entsprechende Satz von Speicherpools ausgewählt wird.

Der `excludeStoragePools` Parameter wird verwendet, um den aufgelisteten Pool-Satz, der mit den Attributen übereinstimmt, ausdrücklich auszuschließen.

QoS-Richtlinien emulieren

Wenn Sie Storage-Klassen zur Emulation der Quality of Service-Richtlinien entwerfen möchten, erstellen Sie mit dem eine Storage Class `media` Attribut als `hdd` Oder `ssd`. Auf der Grundlage von `media` Attribut, das in der Storage-Klasse erwähnt wird, wählt Trident das entsprechende Back-End aus, das bedient `hdd` Oder `ssd`

Aggregate passen das Medienattribut an und leiten die Bereitstellung der Volumes an das spezifische Aggregat weiter. Deshalb können wir eine Storageklasse PREMIUM schaffen, die hätte `media` Attribut festgelegt als `ssd` Was als PREMIUM-QoS-Richtlinie klassifiziert werden kann. Wir können einen weiteren STANDARD der Storage-Klasse erstellen, bei dem das Medienattribut auf `hdd gesetzt wäre. Dieser Standard könnte die QoS-Richtlinie SEIN. Darüber hinaus könnten wir das Attribut ``IOPS' in der Storage-Klasse verwenden, um die Bereitstellung zu einer Element Appliance umzuleiten, die als QoS-Richtlinie definiert werden kann.

Nutzung von Backend basierend auf bestimmten Funktionen

Storage-Klassen ermöglichen die direkte Volume-Bereitstellung an einem bestimmten Back-End, bei dem Funktionen wie Thin Provisioning und Thick Provisioning, Snapshots, Klone und Verschlüsselung aktiviert sind. Um festzulegen, welchen Speicher verwendet werden soll, erstellen Sie Speicherklassen, die das entsprechende Back-End mit aktivierter Funktion angeben.

Virtuelle Pools

Virtuelle Pools sind für alle Trident Back-Ends verfügbar. Sie können virtuelle Pools für jedes Back-End definieren, indem Sie einen beliebigen Treiber von Trident verwenden.

Mit virtuellen Pools kann ein Administrator eine Abstraktionsebene über Back-Ends erstellen, auf die über Storage-Klassen verwiesen werden kann. So werden Volumes auf Back-Ends flexibler und effizienter platziert. Verschiedene Back-Ends können mit derselben Serviceklasse definiert werden. Darüber hinaus können mehrere Storage Pools auf demselben Backend erstellt werden, jedoch mit unterschiedlichen Eigenschaften. Wenn eine Speicherklasse mit einem Selektor mit den spezifischen Bezeichnungen konfiguriert ist, wählt Trident ein Backend aus, das allen Selektor-Labels entspricht, um das Volume zu platzieren. Wenn die Auswahlbezeichnungen für Speicherklassen mit mehreren Speicherpools übereinstimmen, wählt Trident einen dieser Speicherpools aus, um das Volume bereitzustellen.

Virtual Pool Design

Beim Erstellen eines Backends können Sie im Allgemeinen einen Satz von Parametern angeben. Es war für den Administrator unmöglich, ein anderes Backend mit denselben Speicheranmeldeinformationen und einem anderen Satz von Parametern zu erstellen. Mit der Einführung virtueller Pools wurde dieses Problem behoben. Ein virtueller Pool ist eine Ebenenabstraktion zwischen dem Backend und der Kubernetes-Speicherklasse, sodass der Administrator Parameter zusammen mit Bezeichnungen definieren kann, auf die über Kubernetes-Speicherklassen als Selektor Backend-unabhängig verwiesen werden kann. Virtuelle Pools können mit Trident für alle unterstützten NetApp Backends definiert werden. Diese Liste umfasst SolidFire/ NetApp HCI, ONTAP sowie Azure NetApp Files.

> Bei der Definition von virtuellen Pools wird empfohlen, nicht zu versuchen, die Reihenfolge vorhandener virtueller Pools in einer Backend-Definition neu anzuordnen. Es wird auch empfohlen, Attribute für einen vorhandenen virtuellen Pool nicht zu bearbeiten/zu ändern und stattdessen einen neuen virtuellen Pool zu definieren.

Emulation verschiedener Service-Level/QoS

Es ist möglich, virtuelle Pools zur Emulation von Serviceklassen zu entwerfen. Untersuchen wir mit der Implementierung des virtuellen Pools für den Cloud Volume Service für Azure NetApp Files, wie wir verschiedene Serviceklassen einrichten können. Konfigurieren Sie das Azure NetApp Files Back-End mit mehreren Labels, die unterschiedliche Performance-Levels repräsentieren. Einstellen `servicelevel` Dem entsprechenden Leistungslevel hinzuzufügen und unter jeder Beschriftung weitere erforderliche Aspekte hinzuzufügen. Erstellen Sie nun verschiedene Kubernetes Storage-Klassen, die verschiedenen virtuellen Pools zugeordnet werden würden. Verwenden der `parameters.selector` Feld, jede StorageClass ruft auf, welche

virtuellen Pools zum Hosten eines Volumes verwendet werden dürfen.

Zuweisen eines spezifischen Satzes von Aspekten

Mehrere virtuelle Pools mit spezifischen Aspekten können über ein einzelnes Storage-Back-End entwickelt werden. Konfigurieren Sie dazu das Backend mit mehreren Beschriftungen und legen Sie die erforderlichen Aspekte unter jedem Etikett fest. Erstellen Sie jetzt mit dem verschiedene Kubernetes-Storage-Klassen `parameters.selector` Feld, das verschiedenen virtuellen Pools zugeordnet werden würde. Die Volumes, die im Backend bereitgestellt werden, werden im ausgewählten virtuellen Pool über die Aspekte definiert.

PVC-Merkmale, die die Storage-Bereitstellung beeinflussen

Einige Parameter, die über die angeforderte Storage-Klasse hinausgehen, können sich bei der Erstellung einer PVC auf den Entscheidungsprozess für die Bereitstellung von Trident auswirken.

Zugriffsmodus

Wenn Sie Speicher über ein PVC anfordern, ist eines der Pflichtfelder der Zugriffsmodus. Der gewünschte Modus kann sich auf das ausgewählte Backend auswirken, um die Speicheranforderung zu hosten.

Trident versucht, das verwendete Storage-Protokoll mit der gemäß der folgenden Matrix angegebenen Zugriffsmethode abzustimmen. Dies ist unabhängig von der zugrunde liegenden Storage-Plattform.

	ReadWriteOnce	ReadOnlyManche	ReadWriteViele
ISCSI	Ja.	Ja.	Ja (Raw Block)
NFS	Ja.	Ja.	Ja.

Eine Anfrage nach einem ReadWriteManche PVC, die an eine Trident-Implementierung ohne konfiguriertes NFS-Backend gesendet werden, führt dazu, dass kein Volume bereitgestellt wird. Aus diesem Grund sollte der Anforderer den Zugriffsmodus verwenden, der für seine Anwendung geeignet ist.

Volume-Vorgänge

Persistente Volumes ändern

Persistente Volumes sind mit zwei Ausnahmen unveränderliche Objekte in Kubernetes. Sobald die Rückgewinnungsrichtlinie erstellt wurde, kann die Größe geändert werden. Dies hindert jedoch nicht daran, einige Aspekte des Volumes außerhalb von Kubernetes zu ändern. Das kann durchaus wünschenswert sein, wenn das Volume für spezifische Applikationen angepasst werden soll, um sicherzustellen, dass die Kapazität nicht versehentlich verbraucht wird oder das Volume einfach aus irgendeinem Grund auf einen anderen Storage Controller verschoben werden kann.

> Kubernetes in-Tree-Provisionierer unterstützen derzeit keine Volume-Größenänderungen für NFS, iSCSI oder FC PVs. Trident unterstützt die Erweiterung von NFS-, iSCSI- und FC-Volumes.

Die Verbindungsdetails des PV können nach der Erstellung nicht geändert werden.

Erstellung von On-Demand-Volume-Snapshots

Trident unterstützt die Erstellung von On-Demand-Volume-Snapshots und die Erstellung von VES aus Snapshots mithilfe des CSI-Frameworks. Snapshots bieten eine bequeme Methode, zeitpunktgenaue Kopien

der Daten zu erstellen und haben unabhängig vom Quell-PV in Kubernetes einen Lebenszyklus. Diese Snapshots können zum Klonen von PVCs verwendet werden.

Volumes-Erstellung aus Snapshots

Trident unterstützt außerdem die Erstellung von PersistentVolumes aus Volume Snapshots. Um dies zu erreichen, erstellen Sie einfach ein PersistentVolumeClaim und erwähnen Sie den `datasource` als den erforderlichen Snapshot, aus dem das Volume erstellt werden muss. Trident wird diese PVC behandeln, indem ein Volume mit den auf dem Snapshot vorhandenen Daten erstellt wird. Mit dieser Funktion können Daten regionsübergreifend dupliziert, Testumgebungen erstellt, ein defektes oder defektes Produktionsvolumen vollständig ersetzt oder bestimmte Dateien und Verzeichnisse abgerufen und auf ein anderes angeschlossenes Volume übertragen werden.

Verschieben Sie Volumes im Cluster

Storage-Administratoren können Volumes zwischen Aggregaten und Controllern im ONTAP Cluster unterbrechungsfrei für den Storage-Nutzer verschieben. Dieser Vorgang wirkt sich nicht auf die Trident oder das Kubernetes-Cluster aus, sofern es sich bei dem Zielaggregat um ein Aggregat handelt, auf das die SVM von Trident zugreifen kann. Wichtig: Wenn das Aggregat neu zur SVM hinzugefügt wurde, muss das Backend durch erneutes Hinzufügen zur Trident aktualisiert werden. Dies wird dazu führen, dass Trident die SVM erneut inventarisiert, damit das neue Aggregat erkannt wird.

Das Verschieben von Volumes zwischen Back-Ends wird von Trident jedoch nicht automatisch unterstützt. Dies umfasst auch zwischen SVMs im selben Cluster, zwischen Clustern oder auf eine andere Storage-Plattform (selbst dann, wenn es sich bei dem Storage-System um einen mit Trident verbundenen handelt).

Wenn ein Volume an einen anderen Speicherort kopiert wird, kann die Volume-Importfunktion verwendet werden, um aktuelle Volumes in Trident zu importieren.

Erweitern Sie Volumes

Trident unterstützt die Größenänderung von NFS-, iSCSI- und FC-PVs. Dies ermöglicht es Benutzern, ihre Volumes direkt über die Kubernetes-Schicht zu vergrößern oder zu verkleinern. Die Speichererweiterung ist für alle wichtigen NetApp -Speicherplattformen möglich, einschließlich ONTAP und SolidFire/ NetApp HCI Backends. Um eine spätere Erweiterung zu ermöglichen, setzen Sie `allowVolumeExpansion` Zu `true` in Ihrer StorageClass, die dem Volume zugeordnet ist. Immer wenn die Größe des persistenten Volumes geändert werden muss, bearbeiten Sie die `spec.resources.requests.storage` Anmerkung im Persistent Volume Claim zur erforderlichen Volumengröße. Trident kümmert sich automatisch um die Größenanpassung des Volumes im Speichercluster.

Importieren eines vorhandenen Volumes in Kubernetes

Der Volume-Import ermöglicht es, ein vorhandenes Speichervolume in eine Kubernetes-Umgebung zu importieren. Dies wird derzeit unterstützt durch `ontap-nas` , `ontap-nas-flexgroup` , `solidfire-san` , Und `azure-netapp-files` Fahrer. Diese Funktion ist nützlich beim Portieren einer bestehenden Anwendung nach Kubernetes oder in Notfallwiederherstellungsszenarien.

Verwenden Sie bei Verwendung der ONTAP und `solidfire-san` Treiber den Befehl, `tridentctl import volume <backend-name> <volume-name> -f /path/pvc.yaml` um ein vorhandenes Volume in Kubernetes zu importieren, das von Trident gemanagt werden soll. Die im Befehl des Import-Volumes verwendete PVC-YAML- oder JSON-Datei verweist auf eine Storage-Klasse, die Trident als bereitstellung identifiziert. Stellen Sie bei Verwendung eines NetApp HCI/SolidFire Backend sicher, dass die Volume-Namen eindeutig sind. Wenn die Volume-Namen dupliziert sind, klonen Sie das Volume auf einen eindeutigen Namen, sodass die Funktion zum Importieren des Volumes zwischen diesen Namen unterscheiden kann.

Wenn die `azure-netapp-files` Wenn der Treiber verwendet wird, verwenden Sie den Befehl `tridentctl import volume <backend-name> <volume path> -f /path/pvc.yaml` Das Volume soll in Kubernetes importiert und von Trident verwaltet werden. Dies gewährleistet eine eindeutige Volumenreferenz.

Wenn der obige Befehl ausgeführt wird, findet Trident das Volume auf dem Backend und liest seine Größe. Die Volume-Größe der konfigurierten PVC wird automatisch hinzugefügt (und bei Bedarf überschrieben). Trident erstellt dann das neue PV und Kubernetes bindet die PVC an das PV.

Wenn ein Container so eingesetzt wurde, dass er das spezifische importierte PVC benötigt, bleibt er in einem ausstehenden Zustand, bis das PVC/PV-Paar über den Volumenimport gebunden ist. Nachdem das PVC/PV-Paar gebunden ist, sollte der Behälter aufstehen, sofern keine anderen Probleme auftreten.

Registry-Service

Der Einsatz und das Management von Storage für die Registrierung wurde am dokumentiert "netapp.io" Im "Blog".

Protokollierungsservice

Wie andere OpenShift-Services wird auch der Protokollierungsservice mithilfe von Ansible mit Konfigurationsparametern bereitgestellt, die von der Bestandsdatei auch bekannt sind Hosts, die im Playbook zur Verfügung gestellt werden. Es gibt zwei Installationsmethoden: Die Bereitstellung von Protokollierung während der ersten OpenShift-Installation und die Bereitstellung von Protokollierung nach der Installation von OpenShift.

> Ab Red hat OpenShift Version 3.9 empfiehlt die offizielle Dokumentation gegen NFS für den Protokollierungsservice, da sie Bedenken hinsichtlich Datenbeschädigung hat. Dies basiert auf Red hat Tests ihrer Produkte. Der ONTAP NFS-Server weist diese Probleme nicht auf und kann problemlos eine Protokollierungsbereitstellung zurücksichern. Letztendlich liegt die Wahl des Protokolls für den Protokollierungsservice bei Ihnen. Ich weiß nur, dass beide bei der Nutzung von NetApp Plattformen hervorragend funktionieren. Es gibt keinen Grund, NFS zu vermeiden, wenn dies Ihre Präferenz ist.

Wenn Sie sich für die Verwendung von NFS mit dem Protokollierungsservice entscheiden, müssen Sie die Ansible-Variable festlegen `openshift_enable_unsupported_configurations` Bis `true` Um zu verhindern, dass der Installer ausfällt.

Los geht's

Der Protokollierungsservice kann optional sowohl für Applikationen als auch für die Kernvorgänge des OpenShift-Clusters selbst implementiert werden. Wenn Sie sich für die Bereitstellung der Betriebsprotokollierung entscheiden, geben Sie die Variable an `openshift_logging_use_ops` Als `true`, Zwei Instanzen des Dienstes werden erstellt. Die Variablen, die die Protokollierungsinstanz für Vorgänge steuern, enthalten darin "OPS", während die Instanz für Anwendungen nicht.

Das Konfigurieren der Ansible-Variablen gemäß der Implementierungsmethode ist wichtig, um sicherzustellen, dass der richtige Storage von den zugrunde liegenden Services verwendet wird. Betrachten wir nun die Optionen für die einzelnen Bereitstellungsmethoden.

> Die folgenden Tabellen enthalten nur die für die Speicherkonfiguration relevanten Variablen, die sich auf den Protokollierungsservice beziehen. Sie können andere Optionen finden, in "Dokumentation der Red hat OpenShift -Protokollierung" denen Sie entsprechend Ihrer Bereitstellung prüfen, konfigurieren und verwenden sollten.

Die Variablen in der folgenden Tabelle führen dazu, dass im Ansible-Playbook ein PV und eine PVC für den Protokollierungsservice erstellt werden. Diese Details werden verwendet. Diese Methode ist wesentlich weniger flexibel als nach der Installation von OpenShift das Playbook für die Komponenteninstallation zu verwenden. Wenn Sie jedoch vorhandene Volumes zur Verfügung haben, ist dies eine Option.

Variabel	Details
`openshift_logging_storage_kind`	Auf einstellen `nfs` So erstellen Sie ein NFS-PV für den Protokollierungsservice.
`openshift_logging_storage_host`	Der Hostname oder die IP-Adresse des NFS-Hosts. Dies sollte auf die DatenLIF für Ihre Virtual Machine festgelegt werden.
`openshift_logging_storage_nfs_directory`	Der Mount-Pfad für den NFS-Export. Beispiel: Wenn das Volume mit verbunden ist `/openshift_logging`, Sie würden diesen Pfad für diese Variable verwenden.
`openshift_logging_storage_volume_name`	Der Name, z.B. `pv_ose_logs`, Des zu erstellenden PV.
`openshift_logging_storage_volume_size`	Beispielsweise die Größe des NFS-Exports `100Gi`.

Wenn Ihr OpenShift-Cluster bereits ausgeführt wird und daher Trident implementiert und konfiguriert wurde, kann das Installationsprogramm die Volumes mithilfe der dynamischen Provisionierung erstellen. Die folgenden Variablen müssen konfiguriert werden.

Variabel	Details
`openshift_logging_es_pvc_dynamic`	Setzen Sie auf „true“, um dynamisch bereitgestellte Volumes zu verwenden.
`openshift_logging_es_pvc_storage_class_name`	Der Name der Speicherklasse, die in der PVC verwendet wird.
`openshift_logging_es_pvc_size`	Die Größe des im PVC angeforderten Volumens.
`openshift_logging_es_pvc_prefix`	Ein Präfix für die vom Protokollierungsservice verwendeten VES.
`openshift_logging_es_ops_pvc_dynamic`	Auf einstellen `true` Um dynamisch bereitgestellte Volumes für die OPS-Protokollierungsinstanz zu verwenden.
`openshift_logging_es_ops_pvc_storage_class_name`	Der Name der Speicherklasse für die OPS-Protokollierungsinstanz.
`openshift_logging_es_ops_pvc_size`	Die Größe der Volume-Anforderung für die OPS-Instanz.
`openshift_logging_es_ops_pvc_prefix`	Ein Präfix für die OPS-Instanz VES.

Bereitstellen des Protokollierungs-Stacks

Wenn Sie die Protokollierung als Teil des ursprünglichen OpenShift-Installationsprozesses bereitstellen, müssen Sie nur den Standardprozess für die Bereitstellung befolgen. Ansible konfiguriert und implementiert die erforderlichen Services und OpenShift-Objekte, sodass der Service sobald Ansible abgeschlossen ist.

Wenn Sie die Implementierung jedoch nach der Erstinstallation durchführen, muss das Komponenten-Playbook von Ansible verwendet werden. Dieser Vorgang kann sich bei verschiedenen Versionen von OpenShift geringfügig ändern. Lesen Sie daher unbedingt "Dokumentation zur Red hat OpenShift Container Platform 3.11"die Informationen zu Ihrer Version.

Kennzahlungsservice

Der Kennzahlungsservice liefert dem Administrator wertvolle Informationen zum Status, zur Ressourcenauslastung und zur Verfügbarkeit des OpenShift-Clusters. Dies ist zudem für die automatische Pod-Funktionalität erforderlich, und viele Unternehmen nutzen die Daten des Kennzahlungsservice für ihre Kostenabrechnung und/oder die Anzeige von Applikationen.

Wie beim Protokollierungsservice und OpenShift als Ganzes wird auch Ansible für die Implementierung des Kennzahlungsservice verwendet. Ebenso wie der Protokollierungsservice kann der Metrikservice während der ersten Einrichtung des Clusters oder nach dessen Betrieb mithilfe der Installationsmethode für Komponenten bereitgestellt werden. Die folgenden Tabellen enthalten die Variablen, die für die Konfiguration von persistentem Storage für den Kennzahlungsservice wichtig sind.

> Die nachfolgenden Tabellen enthalten nur die Variablen, die für die Storage-Konfiguration relevant sind, da sie sich auf den Kennzahlenservice beziehen. Es gibt viele andere Optionen in der Dokumentation gefunden, die entsprechend Ihrer Bereitstellung überprüft, konfiguriert und verwendet werden sollten.

Variabel	Details
`openshift_metrics_storage_kind`	Auf einstellen `nfs` So erstellen Sie ein NFS-PV für den Protokollierungsservice.
`openshift_metrics_storage_host`	Der Hostname oder die IP-Adresse des NFS-Hosts. Dies sollte auf die DatenLIF für Ihre SVM eingestellt werden.
`openshift_metrics_storage_nfs_directory`	Der Mount-Pfad für den NFS-Export. Beispiel: Wenn das Volume mit verbunden ist `/openshift_metrics`, Sie würden diesen Pfad für diese Variable verwenden.
`openshift_metrics_storage_volume_name`	Der Name, z.B. `pv_ose_metrics`, Des zu erstellenden PV.
`openshift_metrics_storage_volume_size`	Beispielsweise die Größe des NFS-Exports `100Gi`.

Wenn Ihr OpenShift-Cluster bereits ausgeführt wird und daher Trident implementiert und konfiguriert wurde, kann das Installationsprogramm die Volumes mithilfe der dynamischen Provisionierung erstellen. Die folgenden Variablen müssen konfiguriert werden.

Variabel	Details
`openshift_metrics_cassandra_pvc_prefix`	Ein Präfix, das für die PVCs der Kennzahlen verwendet wird.
`openshift_metrics_cassandra_pvc_size`	Die Größe der Volumes, die angefordert werden sollen.

Variabel	Details
`openshift_metrics_cassandra_storage_type`	Der Storage-Typ, der für Metriken verwendet werden soll. Dieser muss für Ansible auf dynamisch festgelegt sein, um PVCs mit der entsprechenden Storage-Klasse zu erstellen.
`openshift_metrics_cassanda_pvc_storage_class_name`	Der Name der zu verwendenden Speicherklasse.

Bereitstellen des Kennzahlenservice

Implementieren Sie den Service mithilfe von Ansible, wenn Sie die entsprechenden Ansible-Variablen in der Host-/Inventardatei festlegen. Wenn Sie zur Installationszeit OpenShift bereitstellen, wird das PV automatisch erstellt und verwendet. Wenn Sie nach der Installation von OpenShift mit den Komponenten-Playbooks implementieren, erstellt Ansible alle erforderlichen PVCs. Nachdem Trident Storage für sie bereitgestellt hat, kann der Service implementiert werden.

Die oben genannten Variablen und der Prozess für die Bereitstellung können sich mit jeder Version von OpenShift ändern. Überprüfen und befolgen Sie "Red hat OpenShift Deployment Guide"Ihre Version, damit sie für Ihre Umgebung konfiguriert ist.

Datensicherung und Disaster Recovery

Informieren Sie sich über Sicherungs- und Recovery-Optionen für Trident und Volumes, die mit Trident erstellt wurden. Für jede Applikation mit einer Persistenzanforderung sollte eine Datensicherungs- und Recovery-Strategie eingesetzt werden.

Replizierung und Recovery mit Trident

Sie können ein Backup erstellen, um Trident im Notfall wiederherzustellen.

Replizierung mit Trident

Trident verwendet Kubernetes CRDs zum Speichern und Managen seines eigenen Zustands sowie des Kubernetes-Clusters und etcd zum Speichern seiner Metadaten.

Schritte

1. Sichern Sie den Kubernetes-Cluster und den Einsatz von "Kubernetes: Backup eines uscd-Clusters".
2. Platzieren Sie die Backup-Artefakte auf einer FlexVol volume

> NetApp empfiehlt die Sicherung der SVM, auf der sich die FlexVol mit einer SnapMirror-Beziehung zu einer anderen SVM befindet.

Recovery von Trident

Mit Kubernetes-CRDs und dem Kubernetes-Cluster und Snapshot können Sie Trident wiederherstellen.

Schritte

1. Mounten Sie von der Ziel-SVM das Volume, das die Kubernetes usw.-Datendateien und Zertifikate enthält, auf dem Host, der als Master-Node eingerichtet wird.

2. Kopieren Sie alle erforderlichen Zertifikate zum Kubernetes-Cluster unter `/etc/kubernetes/pki` Und die etcd-Mitgliedsdateien unter `/var/lib/etcd`.
3. Stellen Sie das Kubernetes-Cluster aus dem etcd-Backup mit wieder her "Kubernetes: Wiederherstellung eines uscd-Clusters".
4. Laufen `kubectl get crd` Um zu überprüfen, ob alle benutzerdefinierten Trident Ressourcen eingerichtet sind, und rufen Sie die Trident Objekte ab, um zu überprüfen, ob alle Daten verfügbar sind.

SVM-Replizierung und Recovery

Trident kann keine Replizierungsbeziehungen konfigurieren. Der Storage-Administrator kann jedoch zur Replizierung einer SVM verwenden "ONTAP SnapMirror".

Bei einem Notfall können Sie die SnapMirror Ziel-SVM aktivieren, um die Datenbereitstellung zu starten. Sie können zurück zum primären System wechseln, wenn die Systeme wiederhergestellt sind.

Über diese Aufgabe

Bei Verwendung der SnapMirror SVM-Replizierungsfunktion sind die folgenden Überlegungen zu beachten:

- Sie sollten für jede SVM ein eigene Back-End mit aktivierter SVM-DR erstellen.
- Konfigurieren Sie die Storage-Klassen so, dass die replizierten Back-Ends nur bei Bedarf ausgewählt werden, um zu vermeiden, dass Volumes ohne Replizierung auf den Back-Ends bereitgestellt werden, die SVM-DR unterstützen.
- Applikationsadministratoren sollten sich über die zusätzlichen Kosten und die Komplexität der Replizierung informieren und ihren Recovery-Plan vor Beginn des Prozesses sorgfältig prüfen.

SVM-Replizierung

Verwenden Sie können "ONTAP: SnapMirror SVM-Replizierung" Um die SVM-Replikationsbeziehung zu erstellen.

Mit SnapMirror können Sie festlegen, was repliziert werden soll. Sie müssen wissen, welche Optionen Sie beim Preforming ausgewählt SVM-Recovery mit Tridenthaben.

- "-Identität-bewahren wahr" Replizierung der gesamten SVM-Konfiguration
- "-Discard-configs Netzwerk" Davon sind LIFs und zugehörige Netzwerkeinstellungen nicht enthalten.
- "-Identity-preserve false" Repliziert nur die Volumes und die Sicherheitskonfiguration.

SVM-Recovery mit Trident

Trident erkennt SVM-Fehler nicht automatisch. Bei einem Notfall kann der Administrator das Trident Failover manuell auf die neue SVM initialisieren.

Schritte

1. Abbrechen geplanter und laufender SnapMirror Übertragungen, Abbrechen der Replizierungsbeziehung, stoppen Sie die Quell-SVM und aktivieren Sie dann die SnapMirror Ziel-SVM.
2. Wenn Sie angegeben haben `-identity-preserve false` Oder `-discard-config network` Aktualisieren Sie beim Konfigurieren der SVM-Replikation die `managementLIF` Und `dataLIF` In der Trident Back-End-Definitionsdatei.
3. Bestätigen `storagePrefix` Ist in der Definitionsdatei des Trident-Backends vorhanden. Dieser Parameter kann nicht geändert werden. Auslassung `storagePrefix` Führt dazu, dass das Backend-Update

fehlschlägt.

4. Aktualisieren Sie alle erforderlichen Back-Ends, um den neuen Ziel-SVM-Namen widerzuspiegeln. Verwenden Sie dazu Folgendes:

```
./tridentctl update backend <backend-name> -f <backend-json-file> -n
<namespace>
```

5. Wenn Sie angegeben haben `-identity-preserve false` Oder `discard-config network`, Sie müssen alle Anwendungen Pods hüpfen.

> Wenn Sie angegeben haben `-identity-preserve true`, beginnen alle von Trident bereitgestellten Volumes mit der Bereitstellung von Daten, wenn die Ziel-SVM aktiviert ist.

Volume-Replizierung und Recovery

Trident kann keine SnapMirror-Replizierungsbeziehungen konfigurieren. Der Storage-Administrator kann jedoch zur Replizierung von Volumes verwenden"Replizierung und Recovery mit ONTAP SnapMirror", die von Trident erstellt wurden.

Sie können dann importieren Sie die wiederhergestellten Volumes in Trident mit "Tridentctl-Volumenimport".

> Import wird auf nicht unterstützt `ontap-nas-economy`, `ontap-san-economy`, Oder `ontap-flexgroup-economy` Treiber.

Snapshot Datensicherung

Sie können Daten schützen und wiederherstellen mit:

- Ein externer Snapshot-Controller und CRDs zum Erstellen von Kubernetes-Volume-Snapshots von persistenten Volumes (PVs).

  "Volume Snapshots"

- ONTAP Snapshots zur Wiederherstellung der gesamten Inhalte eines Volumes oder zur Wiederherstellung einzelner Dateien oder LUNs.

  "ONTAP Snapshots"

Automatisierung des Failovers zustandsbehafteter Anwendungen mit Trident

Die Force-Detach-Funktion von Trident ermöglicht das automatische Trennen von Volumes von fehlerhaften Knoten in einem Kubernetes-Cluster, wodurch Datenbeschädigung verhindert und die Verfügbarkeit von Anwendungen sichergestellt wird. Diese Funktion ist besonders nützlich in Szenarien, in denen Knoten nicht mehr reagieren oder zur Wartung offline genommen werden.

Details zum Ablösen von Krafteinwirkung

Force Detach ist verfügbar für `ontap-san` , `ontap-san-economy` , `ontap-nas` , Und `ontap-nas-economy` nur. Bevor Sie die erzwungene Trennung aktivieren, muss das Non-Graceful Node Shutdown (NGNS) im Kubernetes-Cluster aktiviert werden. NGNS ist standardmäßig für Kubernetes 1.28 und höher aktiviert. Weitere Informationen finden Sie unter "Kubernetes: Nicht ordnungsgemäßes Herunterfahren von Nodes" .

Wenn Sie den Treiber oder `ontap-nas-economy` verwenden, müssen Sie den Parameter in der Back-End-Konfiguration auf `true` so einstellen `autoExportPolicy`, dass Trident den Zugriff auf den Kubernetes-Node bei der Verwendung der unter Verwendung `ontap-nas` von verwalteten Exportrichtlinien angewandten Beschränkung einschränken kann.

Da Trident auf Kubernetes NGNS setzt, sollten Sie Fehler erst dann von einem ungesunden Node entfernen `out-of-service`, wenn alle nicht tolerierbaren Workloads neu geplant werden. Das rücksichtslose Anwenden oder Entfernen der Schein kann den Schutz der Back-End-Daten gefährden.

Wenn der Kubernetes Cluster Administrator den Farbton auf den Node angewendet hat `node.kubernetes.io/out-of-service=nodeshutdown:NoExecute` und `enableForceDetach` auf festgelegt ist `true`, bestimmt Trident den Node-Status und:

1. Unterbinden Sie den Backend-E/A-Zugriff auf die an diesen Knoten angeschlossenen Volumes.
2. Markieren Sie das Trident-Node-Objekt als `dirty` (nicht sicher für neue Publikationen).

Der Trident-Controller lehnt neue Anforderungen für veröffentlichte Volumes ab, bis der Node vom Trident-Node-Pod neu qualifiziert wird (nachdem er als markiert wurde `dirty`). Sämtliche Workloads, die mit einer gemounteten PVC geplant sind (selbst nachdem der Cluster-Node funktionsfähig und bereit ist), werden erst akzeptiert, wenn Trident den Node überprüfen kann `clean` (sicher für neue Publikationen).

Wenn der Zustand des Node wiederhergestellt ist und die Ganzzahl entfernt wird, führt Trident folgende Aktionen aus:

1. Veraltete veröffentlichte Pfade auf dem Node identifizieren und bereinigen.
2. Wenn der Node im `cleanable` Status (die Servicestaint wurde entfernt, und der Node befindet sich im `Ready` Status) und alle veralteten, veröffentlichten Pfade bereinigt sind, übermittelt Trident den Node erneut als `clean` und ermöglicht neue veröffentlichte Volumes auf dem Node.

Details zum automatischen Failover

Der Prozess des erzwungenen Trennens kann durch Integration mit automatisiert werden."Knoten-Gesundheitsprüfungs-Operator (NHC)" Die Wenn ein Knotenausfall auftritt, löst NHC automatisch die Trident -Knotenreparatur (TNR) und die erzwungene Trennung aus, indem ein TridentNodeRemediation CR im Trident-Namensraum erstellt wird, der den ausgefallenen Knoten definiert. TNR wird nur bei einem Knotenausfall erstellt und von NHC entfernt, sobald der Knoten wieder online ist oder gelöscht wird.

Fehler beim Entfernen des Node-Pods

Die automatische Failover-Funktion wählt die Workloads aus, die vom ausgefallenen Knoten entfernt werden

sollen. Wenn ein TNR erstellt wird, markiert der TNR-Controller den Knoten als „dirty“, verhindert so die Veröffentlichung neuer Volumes und beginnt mit dem Entfernen von unterstützten Pods (Force-Detach) und deren Volume-Anhängen.

Alle von Force-Detach unterstützten Volumes/PVCs werden auch von Automatic-Failover unterstützt:

- NAS- und NAS-Wirtschaftsvolumina unter Verwendung von Auto-Export-Richtlinien (SMB wird noch nicht unterstützt).
- SAN und SAN-Wirtschaftsvolumina.

SiehDetails zum Ablösen von Krafteinwirkung .

Standardverhalten:

- Pods, die von force-detach unterstützte Volumes verwenden, werden vom ausgefallenen Knoten entfernt. Kubernetes wird diese Aufgaben auf einem fehlerfreien Knoten neu planen.
- Pods, die ein von force-detach nicht unterstütztes Volume verwenden, einschließlich Nicht-Trident-Volumes, werden nicht vom ausgefallenen Knoten entfernt.
- Stateless Pods (nicht PVCs) werden nicht vom ausgefallenen Knoten entfernt, es sei denn, die Pod-Annotation `trident.netapp.io/podRemediationPolicy: delete` ist festgelegt.

Überschreiben des Verhaltens beim Entfernen von Pods:

Das Verhalten beim Entfernen von Pods kann mithilfe einer Pod-Annotation angepasst werden: `trident.netapp.io/podRemediationPolicy[retain, delete]` Die Diese Annotationen werden bei einem Failover geprüft und verwendet. Wenden Sie Annotationen auf die Pod-Spezifikation des Kubernetes-Deployments/Replicaset an, um zu verhindern, dass die Annotation nach einem Failover verschwindet:

- `retain`- Der Pod wird während eines automatischen Failovers NICHT vom ausgefallenen Knoten entfernt.
- `delete`Der Pod wird bei einem automatischen Failover vom ausgefallenen Knoten entfernt.

Diese Annotationen können auf jeden Pod angewendet werden.

- E/A-Operationen werden nur auf ausgefallenen Knoten für Volumes blockiert, die das erzwungene Trennen unterstützen.
- Bei Datenträgern, die das erzwungene Trennen nicht unterstützen, besteht die Gefahr von Datenbeschädigung und Problemen mit Mehrfachverbindungen.

TridentNodeRemediation CR

Der TridentNodeRemediation (TNR) CR definiert einen ausgefallenen Knoten. Der Name des TNR ist der Name des ausgefallenen Knotens.

Beispiel-TNR:

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentNodeRemediation
metadata:
  name: <K8s-node-name>
spec: {}
```

TNR-Status: Verwenden Sie die folgenden Befehle, um den Status der TNRs anzuzeigen:
`kubectl get tnr <name> -n <trident-namespace>`

TNRs können sich in einem der folgenden Bundesstaaten befinden:

- *Behebung*:
  - Den Backend-E/A-Zugriff auf Volumes, die von force-detach unterstützt und an diesen Knoten angehängt wurden, einstellen.
  - Das Trident -Knotenobjekt ist als „dirty“ markiert (nicht sicher für neue Veröffentlichungen).
  - Entfernen Sie Pods und Volume-Anhänge vom Knoten.
- *NodeRecoveryPending*:
  - Der Controller wartet darauf, dass der Knoten wieder online geht.
  - Sobald der Knoten online ist, stellt die Veröffentlichungserzwingung sicher, dass der Knoten sauber und bereit für neue Volumenveröffentlichungen ist.
- Wird der Knoten aus K8s gelöscht, entfernt der TNR-Controller den TNR und stellt den Abgleich ein.
- *Erfolgreich*:
  - Alle Sanierungs- und Knotenwiederherstellungsmaßnahmen wurden erfolgreich abgeschlossen. Der Knoten ist bereinigt und bereit für neue Bandveröffentlichungen.
- *Fehlgeschlagen*:
  - Nicht behebbarer Fehler. Die Fehlergründe werden im Feld status.message des CR festgelegt.

Automatisches Failover aktivieren

Voraussetzungen:

- Stellen Sie sicher, dass die erzwungene Trennung aktiviert ist, bevor Sie das automatische Failover aktivieren. Weitere Informationen finden Sie unterDetails zum Ablösen von Krafteinwirkung .
- Installieren Sie Node Health Check (NHC) im Kubernetes-Cluster.
  - "Installiere operator-sdk".
  - Installieren Sie den Operator Lifecycle Manager (OLM) im Cluster, falls dieser noch nicht installiert ist: `operator-sdk olm install` Die
  - Installieren Sie den Knotenzustandsprüfungsoperator: `kubectl create -f https://operatorhub.io/install/node-healthcheck-operator.yaml` Die

> Sie können auch alternative Methoden zur Erkennung von Knotenausfällen verwenden, wie in der[Integrating Custom Node Health Check Solutions] Abschnitt unten.

Sehen"Knoten-Gesundheitsprüfungsoperator" für weitere Informationen.

Schritte

1. Erstellen Sie einen NodeHealthCheck (NHC) CR im Trident -Namespace, um die Worker-Knoten im Cluster zu überwachen. Beispiel:

```
apiVersion: remediation.medik8s.io/v1alpha1
kind: NodeHealthCheck
metadata:
  name: <CR name>
spec:
  selector:
    matchExpressions:
      - key: node-role.kubernetes.io/control-plane
        operator: DoesNotExist
      - key: node-role.kubernetes.io/master
        operator: DoesNotExist
  remediationTemplate:
    apiVersion: trident.netapp.io/v1
    kind: TridentNodeRemediationTemplate
    namespace: <Trident installation namespace>
    name: trident-node-remediation-template
  minHealthy: 0 # Trigger force-detach upon one or more node failures
  unhealthyConditions:
    - type: Ready
      status: "False"
      duration: 0s
    - type: Ready
      status: Unknown
      duration: 0s
```

2. Wenden Sie die Knotenzustandsprüfung (CR) in der `trident` Namespace.

```
kubectl apply -f <nhc-cr-file>.yaml -n <trident-namespace>
```

Der oben genannte CR ist so konfiguriert, dass er K8s-Worker-Knoten auf die Knotenzustände Ready: false und Unknown überwacht. Die automatische Ausfallsicherung wird ausgelöst, wenn ein Knoten in den Zustand „Bereit: falsch“ oder „Bereit: Unbekannt“ wechselt.

Der `unhealthyConditions` Im CR wird eine Kulanzfrist von 0 Sekunden verwendet. Dies führt dazu, dass ein automatisches Failover sofort ausgelöst wird, sobald K8s den Knotenzustand Ready: false setzt, was geschieht, nachdem K8s den Heartbeat von einem Knoten verliert. K8s wartet standardmäßig 40 Sekunden nach dem letzten Heartbeat, bevor Ready: false gesetzt wird. Diese Kulanzfrist kann in den K8s-Bereitstellungsoptionen angepasst werden.

Weitere Konfigurationsoptionen finden Sie unter"Dokumentation zum Node-Healthcheck-Operator" Die

Zusätzliche Setup-Informationen

Wenn Trident mit aktiviertem Force-Detach installiert wird, werden automatisch zwei zusätzliche Ressourcen im Trident -Namespace erstellt, um die Integration mit NHC zu erleichtern: TridentNodeRemediationTemplate (TNRT) und ClusterRole.

TridentNodeRemediationTemplate (TNRT):

Das TNRT dient als Vorlage für den NHC-Controller, der mithilfe des TNRT bei Bedarf TNR-Ressourcen generiert.

```
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentNodeRemediationTemplate
metadata:
  name: trident-node-remediation-template
  namespace: trident
spec:
  template:
    spec: {}
```

ClusterRole:

Wenn die erzwungene Trennung aktiviert ist, wird während der Installation auch eine Clusterrolle hinzugefügt. Dies gewährt NHC Berechtigungen für TNRs im Trident -Namensraum.

```
apiVersion: rbac.authorization.k8s.io/v1
kind: ClusterRole
metadata:
  labels:
    rbac.ext-remediation/aggregate-to-ext-remediation: "true"
  name: tridentnoderemediation-access
rules:
- apiGroups:
  - trident.netapp.io
  resources:
  - tridentnoderemediationtemplates
  - tridentnoderemediations
  verbs:
  - get
  - list
  - watch
  - create
  - update
  - patch
  - delete
```

K8s-Cluster-Upgrades und -Wartung

Um Failover zu vermeiden, pausieren Sie das automatische Failover während K8s-Wartungs- oder Upgrade-Maßnahmen, bei denen mit einem Ausfall oder Neustart der Knoten zu rechnen ist. Sie können den NHC CR (wie oben beschrieben) pausieren, indem Sie seinen CR patchen:

```
kubectl patch NodeHealthCheck <cr-name> --patch
'{"spec":{"pauseRequests":["<description-for-reason-of-pause>"]}}' --type=merge
```

Dadurch wird das automatische Failover angehalten. Um das automatische Failover wieder zu aktivieren, entfernen Sie die pauseRequests aus der Spezifikation, nachdem die Wartungsarbeiten abgeschlossen sind.

Einschränkungen

- E/A-Operationen werden nur auf den ausgefallenen Knoten für Volumes verhindert, die von force-detach unterstützt werden. Es werden nur Pods automatisch entfernt, die Volumes/PVCs verwenden, die von der erzwungenen Trennung unterstützt werden.
- Automatisches Failover und erzwungenes Trennen laufen innerhalb des Trident-Controller-Pods. Wenn der Knoten, auf dem der Trident-Controller gehostet wird, ausfällt, wird das automatische Failover verzögert, bis K8s den Pod auf einen fehlerfreien Knoten verschiebt.

Integration kundenspezifischer Lösungen zur Überprüfung des Knotenzustands

Sie können den Node Healthcheck Operator durch alternative Werkzeuge zur Erkennung von Knotenausfällen ersetzen, um ein automatisches Failover auszulösen. Um die Kompatibilität mit dem automatisierten Failover-Mechanismus zu gewährleisten, sollte Ihre individuelle Lösung Folgendes beachten:

- Erstelle einen TNR, wenn ein Knotenausfall erkannt wird, und verwende den Namen des ausgefallenen Knotens als TNR-CR-Namen.
- Löschen Sie den TNR, sobald der Knoten wiederhergestellt ist und sich der TNR im Status „Erfolgreich“ befindet.

Sicherheit

Sicherheit

Mit den hier aufgeführten Empfehlungen können Sie sicherstellen, dass Ihre Trident-Installation sicher ist.

Ausführen von Trident in seinem eigenen Namespace

Es ist wichtig, zu verhindern, dass Applikationen, Applikationsadministratoren, Benutzer und Managementapplikationen auf Trident-Objektdefinitionen oder Pods zugreifen, um zuverlässigen Storage sicherzustellen und potenzielle böswillige Aktivitäten zu blockieren.

Um die anderen Anwendungen und Benutzer von Trident (`trident`zu trennen, installieren Sie Trident immer in seinem eigenen Kubernetes Namespace). Wenn Trident in seinen eigenen Namespace gelegt wird, wird sichergestellt, dass nur das Kubernetes-Administratorpersonal Zugriff auf den Trident Pod hat und auf die Artefakte (z. B. Backend- und CHAP-Geheimnisse, falls zutreffend), die in den nameschritt-CRD-Objekten gespeichert sind. Sie sollten sicherstellen, dass nur Administratoren Zugriff auf den Trident-Namespace und damit auf die `tridentctl` Anwendung haben.

Verwenden Sie CHAP-Authentifizierung mit ONTAP SAN Back-Ends

Trident unterstützt die CHAP-basierte Authentifizierung für ONTAP-SAN-Workloads (unter Verwendung der `ontap-san` Treiber und `ontap-san-economy`). NetApp empfiehlt zur Authentifizierung zwischen einem Host und dem Storage-Back-End die Verwendung von bidirektionalem CHAP mit Trident.

Für ONTAP-Back-Ends, die die SAN-Speichertreiber verwenden, kann Trident bidirektionales CHAP einrichten und CHAP-Benutzernamen und -Schlüssel über verwalten `tridentctl`. Weitere Informationen zur Trident Konfiguration von CHAP auf ONTAP-Back-Ends finden Sie unter"Vorbereiten der Konfiguration des Back-End mit ONTAP-SAN-Treibern".

Verwenden Sie CHAP-Authentifizierung mit NetApp HCI und SolidFire Back-Ends

NetApp empfiehlt die Implementierung von bidirektionalem CHAP, um die Authentifizierung zwischen einem Host und den NetApp HCI und SolidFire Back-Ends zu gewährleisten. Trident verwendet ein geheimes Objekt, das zwei CHAP-Passwörter pro Mandant enthält. Wenn Trident installiert ist, verwaltet es die CHAP-Schlüssel und speichert sie in einem `tridentvolume` CR-Objekt für das jeweilige PV. Wenn Sie ein PV erstellen, verwendet Trident die CHAP-Schlüssel, um eine iSCSI-Sitzung zu initiieren und über CHAP mit dem NetApp HCI- und SolidFire-System zu kommunizieren.

Die Volumes, die von Trident erstellt werden, sind keiner Volume Access Group zugeordnet.

Verwenden Sie Trident mit NVE und NAE

NetApp ONTAP bietet Verschlüsselung ruhender Daten zum Schutz sensibler Daten, wenn eine Festplatte gestohlen, zurückgegeben oder einer neuen Verwendung zugewiesen wird. Weitere Informationen finden Sie unter "NetApp Volume Encryption Übersicht konfigurieren".

- Wenn auf dem Backend NAE aktiviert ist, wird jedes in Trident bereitgestellte Volume NAE-aktiviert.
  - Sie können das NVE-Verschlüsselungs-Flag auf festlegen `""`, um NAE-fähige Volumes zu erstellen.
- Wenn NAE im Back-End nicht aktiviert ist, wird jedes in Trident bereitgestellte Volume NVE-aktiviert, es sei denn, das NVE-Verschlüsselungs-Flag ist in der Back-End-Konfiguration auf (Standardwert) gesetzt `false`.

Volumes, die in Trident auf einem NAE-fähigen Back-End erstellt wurden, müssen mit NVE oder NAE verschlüsselt werden.

- Sie können das NVE-Verschlüsselungsflag auf einstellen `true` In der Trident-Back-End-Konfiguration können Sie die NAE-Verschlüsselung außer Kraft setzen und für jedes Volume einen bestimmten Verschlüsselungsschlüssel verwenden.
- Wenn Sie das NVE-Verschlüsselungsflag auf ein NAE-fähiges Back-End setzen `false`, wird ein NAE-fähiges Volume erstellt. Sie können die NAE-Verschlüsselung nicht deaktivieren, indem Sie das NVE-Verschlüsselungsflag auf `false`.

- Sie können ein NVE Volume manuell in Trident erstellen, indem Sie das NVE Verschlüsselungs-Flag explizit auf setzen `true`.

Weitere Informationen zu Back-End-Konfigurationsoptionen finden Sie unter:

- "ONTAP SAN-Konfigurationsoptionen"
- "NAS-Konfigurationsoptionen von ONTAP"

Linux Unified Key Setup (LUKS)

Sie können Linux Unified Key Setup (LUKS) aktivieren, um ONTAP SAN und ONTAP SAN ECONOMY Volumes auf Trident zu verschlüsseln. Trident unterstützt die Rotation der Passphrase und die Volume-Erweiterung für LUKS-verschlüsselte Volumes.

In Trident verwenden LUKS-verschlüsselte Volumes den aes-xts-plain64-Cypher und -Modus, wie von empfohlen"NIST".

> Die LUKS-Verschlüsselung wird für ASA R2-Systeme nicht unterstützt. Weitere Informationen zu ASA R2-Systemen finden Sie unter "Erfahren Sie mehr über ASA r2 Storage-Systeme" .

Bevor Sie beginnen

- Worker Nodes müssen cryptsetup 2.1 oder höher (aber unter 3.0) installiert sein. Weitere Informationen finden Sie unter "Gitlab: Cryptsetup".
- Aus Performance-Gründen empfiehlt NetApp, dass Workerknoten die AES-NI (Advanced Encryption Standard New Instructions) unterstützen. Führen Sie den folgenden Befehl aus, um die Unterstützung von AES-NI zu überprüfen:

  ```
  grep "aes" /proc/cpuinfo
  ```

  Wenn nichts zurückgegeben wird, unterstützt Ihr Prozessor nicht AES-NI. Weitere Informationen zu AES-NI finden Sie unter: "Intel: Advanced Encryption Standard Instructions (AES-NI)".

Aktivieren Sie die LUKS-Verschlüsselung

Sie können die Verschlüsselung auf Host-Seite pro Volume mithilfe von Linux Unified Key Setup (LUKS) für ONTAP SAN und ONTAP SAN ECONOMY Volumes aktivieren.

Schritte

1. Definieren Sie LUKS-Verschlüsselungsattribute in der Backend-Konfiguration. Weitere Informationen zu den Back-End-Konfigurationsoptionen für ONTAP SAN finden Sie unter "ONTAP SAN-Konfigurationsoptionen".

```
{
  "storage": [
    {
      "labels": {
        "luks": "true"
      },
      "zone": "us_east_1a",
      "defaults": {
        "luksEncryption": "true"
      }
    },
    {
      "labels": {
        "luks": "false"
      },
      "zone": "us_east_1a",
      "defaults": {
        "luksEncryption": "false"
      }
    }
  ]
}
```

2. Nutzung `parameters.selector` So definieren Sie die Speicherpools mit LUKS-Verschlüsselung. Beispiel:

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: luks
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "luks=true"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: luks-${pvc.name}
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: ${pvc.namespace}
```

3. Erstellen Sie ein Geheimnis, das die LUKS-Passphrase enthält. Beispiel:

```
kubectl -n trident create -f luks-pvc1.yaml
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: luks-pvc1
stringData:
  luks-passphrase-name: A
  luks-passphrase: secretA
```

Einschränkungen

LUKS-verschlüsselte Volumes können die ONTAP Deduplizierung und Komprimierung nicht nutzen.

Back-End-Konfiguration zum Importieren von LUKS-Volumes

Um ein LUKS-Volume zu importieren, müssen Sie auf(`true` dem Backend festlegen `luksEncryption`. Die `luksEncryption` Option zeigt Trident an, ob das Volume LUKS-konform ist (`true`) oder nicht LUKS-konform (`false`), wie im folgenden Beispiel gezeigt.

```
version: 1
storageDriverName: ontap-san
managementLIF: 10.0.0.1
dataLIF: 10.0.0.2
svm: trident_svm
username: admin
password: password
defaults:
  luksEncryption: 'true'
  spaceAllocation: 'false'
  snapshotPolicy: default
  snapshotReserve: '10'
```

PVC-Konfiguration für den Import von LUKS-Volumes

Um LUKS-Volumes dynamisch zu importieren, setzen Sie die Beschriftung `trident.netapp.io/luksEncryption` auf `true` und fügen Sie eine LUKS-fähige Storage-Klasse in die PVC ein, wie in diesem Beispiel gezeigt.

```
kind: PersistentVolumeClaim
apiVersion: v1
metadata:
  name: luks-pvc
  namespace: trident
  annotations:
    trident.netapp.io/luksEncryption: "true"
spec:
  accessModes:
    - ReadWriteOnce
  resources:
    requests:
      storage: 1Gi
  storageClassName: luks-sc
```

Eine LUKS-Passphrase drehen

Sie können die LUKS-Passphrase drehen und die Drehung bestätigen.

> Vergessen Sie keine Passphrase, bis Sie überprüft haben, dass sie nicht mehr von einem Volume, einem Snapshot oder einem geheimen Schlüssel referenziert wird. Wenn eine referenzierte Passphrase verloren geht, können Sie das Volume möglicherweise nicht mounten und die Daten bleiben verschlüsselt und unzugänglich.

Über diese Aufgabe

DIE Drehung der LUKS-Passphrase erfolgt, wenn ein Pod, das das Volume bindet, nach der Angabe einer neuen LUKS-Passphrase erstellt wird. Wenn ein neuer Pod erstellt wird, vergleicht Trident die LUKS-Passphrase auf dem Volume mit der aktiven Passphrase im Secret.

- Wenn die Passphrase auf dem Volume nicht mit der aktiven Passphrase im Geheimnis übereinstimmt, erfolgt die Drehung.
- Wenn die Passphrase auf dem Volume mit der aktiven Passphrase im Geheimnis übereinstimmt, wird das angezeigt `previous-luks-passphrase` Parameter wird ignoriert.

Schritte

1. Fügen Sie die hinzu `node-publish-secret-name` Und `node-publish-secret-namespace` StorageClass-Parameter. Beispiel:

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: csi-san
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  trident.netapp.io/backendType: "ontap-san"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: luks
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: ${pvc.namespace}
  csi.storage.k8s.io/node-publish-secret-name: luks
  csi.storage.k8s.io/node-publish-secret-namespace: ${pvc.namespace}
```

2. Identifizieren Sie vorhandene Passphrases auf dem Volume oder Snapshot.

Datenmenge

```
tridentctl -d get volume luks-pvc1
GET http://127.0.0.1:8000/trident/v1/volume/<volumeID>

...luksPassphraseNames:["A"]
```

Snapshot

```
tridentctl -d get snapshot luks-pvc1
GET http://127.0.0.1:8000/trident/v1/volume/<volumeID>/<snapshotID>

...luksPassphraseNames:["A"]
```

3. Aktualisieren Sie das LUKS-Geheimnis für das Volume, um die neuen und vorherigen Passphrases anzugeben. Unbedingt `previous-luke-passphrase-name` Und `previous-luks-passphrase` Übereinstimmung mit der vorherigen Passphrase.

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: luks-pvc1
stringData:
  luks-passphrase-name: B
  luks-passphrase: secretB
  previous-luks-passphrase-name: A
  previous-luks-passphrase: secretA
```

4. Erstellen Sie einen neuen Pod, der das Volume montiert. Dies ist erforderlich, um die Rotation zu initiieren.
5. Überprüfen Sie, ob die Passphrase gedreht wurde.

Datenmenge

```
tridentctl -d get volume luks-pvc1
GET http://127.0.0.1:8000/trident/v1/volume/<volumeID>

...luksPassphraseNames:["B"]
```

Snapshot

```
tridentctl -d get snapshot luks-pvc1
GET http://127.0.0.1:8000/trident/v1/volume/<volumeID>/<snapshotID>

...luksPassphraseNames:["B"]
```

Ergebnisse

Die Passphrase wurde gedreht, wenn nur die neue Passphrase auf dem Volume und dem Snapshot zurückgegeben wird.

> Werden beispielsweise zwei Passphrases zurückgegeben `luksPassphraseNames: ["B", "A"]`, Die Rotation ist unvollständig. Sie können einen neuen Pod auslösen, um zu versuchen, die Rotation abzuschließen.

Aktivieren Sie die Volume-Erweiterung

Sie können Volume-Erweiterung auf einem LUKS-verschlüsselten Volume aktivieren.

Schritte

1. Aktivieren Sie die `CSINodeExpandSecret` Funktionstor (Beta 1.25+). Siehe "Kubernetes 1.25: Verwenden Sie Secrets zur Node-gesteuerten Erweiterung von CSI Volumes" Entsprechende Details.
2. Fügen Sie die hinzu `node-expand-secret-name` Und `node-expand-secret-namespace` StorageClass-Parameter. Beispiel:

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: luks
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  selector: "luks=true"
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-name: luks-${pvc.name}
  csi.storage.k8s.io/node-stage-secret-namespace: ${pvc.namespace}
  csi.storage.k8s.io/node-expand-secret-name: luks-${pvc.name}
  csi.storage.k8s.io/node-expand-secret-namespace: ${pvc.namespace}
allowVolumeExpansion: true
```

Ergebnisse

Wenn Sie die Online-Speichererweiterung initiieren, gibt das Kubelet die entsprechenden Zugangsdaten an den Treiber weiter.

Kerberos Verschlüsselung während der Übertragung

Mit der Kerberos-Verschlüsselung während der Übertragung können Sie die Datensicherheit verbessern, indem Sie die Verschlüsselung für den Datenverkehr zwischen dem verwalteten Cluster und dem Storage-Back-End aktivieren.

Trident unterstützt Kerberos Verschlüsselung für ONTAP als Storage-Back-End:

- **On-Premise-ONTAP** – Trident unterstützt Kerberos-Verschlüsselung über NFSv3- und NFSv4-Verbindungen von Red hat OpenShift und Upstream-Kubernetes-Clustern zu lokalen ONTAP-Volumes.

Sie können Snapshots, Klone, schreibgeschütztes Klonen und Importieren von Volumes mit NFS-Verschlüsselung.

Konfiguration der in-Flight-Kerberos-Verschlüsselung mit lokalen ONTAP-Volumes

Sie können die Kerberos-Verschlüsselung auf dem Storage-Datenverkehr zwischen dem verwalteten Cluster und einem lokalen ONTAP-Storage-Back-End aktivieren.

> Kerberos-Verschlüsselung für NFS-Datenverkehr mit On-Premise ONTAP-Storage-Back-Ends wird nur mithilfe des Speichertreibers unterstützt `ontap-nas`.

Bevor Sie beginnen

- Stellen Sie sicher, dass Sie Zugriff auf das Dienstprogramm haben `tridentctl` .
- Stellen Sie sicher, dass Sie Administratorzugriff auf das ONTAP Storage Back-End haben.
- Stellen Sie sicher, dass Sie den Namen des Volumes oder der Volumes kennen, die Sie über das ONTAP-Speicher-Back-End freigeben werden.
- Stellen Sie sicher, dass Sie die ONTAP-Storage-VM auf die Unterstützung der Kerberos-Verschlüsselung für NFS-Volumes vorbereitet haben. Anweisungen hierzu finden Sie unter "Aktivieren Sie Kerberos auf einer Daten-LIF" .
- Stellen Sie sicher, dass alle NFSv4-Volumes, die Sie mit Kerberos-Verschlüsselung verwenden, korrekt konfiguriert sind. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt NetApp NFSv4-Domänenkonfiguration (Seite 13) der "NetApp Leitfaden zu NFSv4-Verbesserungen und Best Practices".

ONTAP-Exportrichtlinien hinzufügen oder ändern

Sie müssen bestehenden ONTAP-Exportrichtlinien Regeln hinzufügen oder neue Exportrichtlinien erstellen, die Kerberos-Verschlüsselung für das ONTAP Storage-VM-Root-Volume sowie alle mit dem Upstream-Kubernetes-Cluster gemeinsam genutzten ONTAP-Volumes unterstützen. Die von Ihnen hinzugefügten Regeln für die Exportrichtlinie oder neu erstellte Richtlinien für den Export müssen die folgenden Zugriffsprotokolle und Zugriffsberechtigungen unterstützen:

Zugriffsprotokolle

Konfigurieren Sie die Exportrichtlinie mit NFS-, NFSv3- und NFSv4-Zugriffsprotokollen.

Zugriffsdetails

Sie können eine von drei verschiedenen Versionen der Kerberos-Verschlüsselung konfigurieren, je nach Ihren Anforderungen für das Volume:

- **Kerberos 5** - (Authentifizierung und Verschlüsselung)
- **Kerberos 5i** - (Authentifizierung und Verschlüsselung mit Identitätsschutz)
- **Kerberos 5p** - (Authentifizierung und Verschlüsselung mit Identitäts- und Datenschutz)

Konfigurieren Sie die ONTAP-Exportrichtlinie mit den entsprechenden Zugriffsberechtigungen. Wenn beispielsweise Cluster die NFS-Volumes mit einer Mischung aus Kerberos 5i- und Kerberos 5p-Verschlüsselung mounten, verwenden Sie die folgenden Zugriffseinstellungen:

Typ	Schreibgeschützter Zugriff	Lese-/Schreibzugriff	Superuser-Zugriff
UNIX	Aktiviert	Aktiviert	Aktiviert
Kerberos 5i	Aktiviert	Aktiviert	Aktiviert
Kerberos 5p	Aktiviert	Aktiviert	Aktiviert

Informationen zum Erstellen von ONTAP Exportrichtlinien und Exportrichtlinienregeln finden Sie in der folgenden Dokumentation:

- "Erstellen Sie eine Exportrichtlinie"
- "Fügen Sie eine Regel zu einer Exportrichtlinie hinzu"

Erstellen eines Storage-Backends

Sie können eine Trident-Storage-Back-End-Konfiguration mit Kerberos Verschlüsselungsfunktion erstellen.

Über diese Aufgabe

Wenn Sie eine Speicher-Back-End-Konfigurationsdatei erstellen, die die Kerberos-Verschlüsselung konfiguriert, können Sie eine von drei verschiedenen Versionen der Kerberos-Verschlüsselung mithilfe des Parameters angeben `spec.nfsMountOptions`:

- `spec.nfsMountOptions: sec=krb5` (Authentifizierung und Verschlüsselung)
- `spec.nfsMountOptions: sec=krb5i` (Authentifizierung und Verschlüsselung mit Identitätsschutz)
- `spec.nfsMountOptions: sec=krb5p` (Authentifizierung und Verschlüsselung mit Identitäts- und Datenschutz)

Geben Sie nur eine Kerberos-Ebene an. Wenn Sie in der Parameterliste mehr als eine Kerberos-Verschlüsselungsebene angeben, wird nur die erste Option verwendet.

Schritte

1. Erstellen Sie auf dem verwalteten Cluster mithilfe des folgenden Beispiels eine Speicher-Back-End-Konfigurationsdatei. Ersetzen Sie Werte in Klammern <> durch Informationen aus Ihrer Umgebung:

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backend-ontap-nas-secret
type: Opaque
stringData:
  clientID: <CLIENT_ID>
  clientSecret: <CLIENT_SECRET>
---
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-ontap-nas
spec:
  version: 1
  storageDriverName: "ontap-nas"
  managementLIF: <STORAGE_VM_MGMT_LIF_IP_ADDRESS>
  dataLIF: <PROTOCOL_LIF_FQDN_OR_IP_ADDRESS>
  svm: <STORAGE_VM_NAME>
  username: <STORAGE_VM_USERNAME_CREDENTIAL>
  password: <STORAGE_VM_PASSWORD_CREDENTIAL>
  nasType: nfs
  nfsMountOptions: ["sec=krb5i"] #can be krb5, krb5i, or krb5p
  qtreesPerFlexvol:
  credentials:
    name: backend-ontap-nas-secret
```

2. Verwenden Sie die Konfigurationsdatei, die Sie im vorherigen Schritt erstellt haben, um das Backend zu erstellen:

```
tridentctl create backend -f <backend-configuration-file>
```

Wenn die Backend-Erstellung fehlschlägt, ist mit der Back-End-Konfiguration ein Fehler aufgetreten. Sie können die Protokolle zur Bestimmung der Ursache anzeigen, indem Sie den folgenden Befehl ausführen:

```
tridentctl logs
```

Nachdem Sie das Problem mit der Konfigurationsdatei identifiziert und korrigiert haben, können Sie den Befehl „Erstellen“ erneut ausführen.

Erstellen Sie eine Speicherklasse

Sie können eine Storage-Klasse für die Bereitstellung von Volumes mit Kerberos-Verschlüsselung erstellen.

Über diese Aufgabe

Wenn Sie ein Storage-Klasse-Objekt erstellen, können Sie mit dem Parameter eine von drei verschiedenen Versionen der Kerberos-Verschlüsselung angeben `mountOptions` :

- `mountOptions: sec=krb5` (Authentifizierung und Verschlüsselung)
- `mountOptions: sec=krb5i` (Authentifizierung und Verschlüsselung mit Identitätsschutz)
- `mountOptions: sec=krb5p` (Authentifizierung und Verschlüsselung mit Identitäts- und Datenschutz)

Geben Sie nur eine Kerberos-Ebene an. Wenn Sie in der Parameterliste mehr als eine Kerberos-Verschlüsselungsebene angeben, wird nur die erste Option verwendet. Wenn die in der Storage-Backend-Konfiguration angegebene Verschlüsselungsebene von der Ebene abweicht, die Sie im Storage-Klasse-Objekt angeben, hat das Storage-Klasse-Objekt Vorrang.

Schritte

1. Erstellen Sie mithilfe des folgenden Beispiels ein StorageClass-Kubernetes-Objekt:

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: ontap-nas-sc
provisioner: csi.trident.netapp.io
mountOptions:
  - sec=krb5i #can be krb5, krb5i, or krb5p
parameters:
  backendType: ontap-nas
  storagePools: ontapnas_pool
  trident.netapp.io/nasType: nfs
allowVolumeExpansion: true
```

2. Speicherklasse erstellen:

```
kubectl create -f sample-input/storage-class-ontap-nas-sc.yaml
```

3. Stellen Sie sicher, dass die Storage-Klasse erstellt wurde:

```
kubectl get sc ontap-nas-sc
```

   Sie sollten eine Ausgabe wie die folgende sehen:

```
NAME          PROVISIONER             AGE
ontap-nas-sc    csi.trident.netapp.io   15h
```

Bereitstellen von Volumes

Nachdem Sie ein Storage-Back-End und eine Storage-Klasse erstellt haben, können Sie nun ein Volume bereitstellen. Anweisungen hierzu finden Sie unter "Bereitstellen eines Volumes".

Konfiguration der Verschlüsselung von Kerberos während der Übertragung mit Azure NetApp Files Volumes

Sie können die Kerberos-Verschlüsselung für den Storage-Datenverkehr zwischen dem gemanagten Cluster und einem einzelnen Azure NetApp Files Storage-Back-End oder einem virtuellen Pool von Azure NetApp Files Storage-Back-Ends aktivieren.

Bevor Sie beginnen

- Stellen Sie sicher, dass Sie Trident auf dem verwalteten Red hat OpenShift-Cluster aktiviert haben.
- Stellen Sie sicher, dass Sie Zugriff auf das Dienstprogramm haben `tridentctl` .
- Stellen Sie sicher, dass Sie das Azure NetApp Files-Speicher-Back-End für die Kerberos-Verschlüsselung vorbereitet haben, indem Sie die Anforderungen beachten und die Anweisungen in befolgen "Azure NetApp Files-Dokumentation".
- Stellen Sie sicher, dass alle NFSv4-Volumes, die Sie mit Kerberos-Verschlüsselung verwenden, korrekt konfiguriert sind. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt NetApp NFSv4-Domänenkonfiguration (Seite 13) der "NetApp Leitfaden zu NFSv4-Verbesserungen und Best Practices".

Erstellen eines Storage-Backends

Sie können eine Azure NetApp Files-Storage-Back-End-Konfiguration mit Kerberos Verschlüsselungsfunktionen erstellen.

Über diese Aufgabe

Wenn Sie eine Speicher-Backend-Konfigurationsdatei erstellen, die die Kerberos-Verschlüsselung konfiguriert, können Sie sie so definieren, dass sie auf einer der zwei möglichen Ebenen angewendet werden sollte:

- Die **Speicher-Backend-Ebene** mit dem `spec.kerberos` Feld
- Die **virtuelle Pool-Ebene** mit dem `spec.storage.kerberos` Feld

Wenn Sie die Konfiguration auf der Ebene des virtuellen Pools definieren, wird der Pool mithilfe der Beschriftung in der Speicherklasse ausgewählt.

Auf beiden Ebenen können Sie eine von drei verschiedenen Versionen der Kerberos-Verschlüsselung angeben:

- `kerberos: sec=krb5` (Authentifizierung und Verschlüsselung)
- `kerberos: sec=krb5i` (Authentifizierung und Verschlüsselung mit Identitätsschutz)
- `kerberos: sec=krb5p` (Authentifizierung und Verschlüsselung mit Identitäts- und Datenschutz)

Schritte

1. Erstellen Sie auf dem verwalteten Cluster eine Speicher-Backend-Konfigurationsdatei mit einem der folgenden Beispiele, je nachdem, wo Sie das Speicher-Back-End definieren müssen (Speicher-Back-End-Ebene oder virtuelle Pool-Ebene). Ersetzen Sie Werte in Klammern <> durch Informationen aus Ihrer Umgebung:

Beispiel auf Storage-Back-End-Ebene

```
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backend-tbc-secret
type: Opaque
stringData:
  clientID: <CLIENT_ID>
  clientSecret: <CLIENT_SECRET>

---
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc
spec:
  version: 1
  storageDriverName: azure-netapp-files
  subscriptionID: <SUBSCRIPTION_ID>
  tenantID: <TENANT_ID>
  location: <AZURE_REGION_LOCATION>
  serviceLevel: Standard
  networkFeatures: Standard
  capacityPools: <CAPACITY_POOL>
  resourceGroups: <RESOURCE_GROUP>
  netappAccounts: <NETAPP_ACCOUNT>
  virtualNetwork: <VIRTUAL_NETWORK>
  subnet: <SUBNET>
  nasType: nfs
  kerberos: sec=krb5i #can be krb5, krb5i, or krb5p
  credentials:
    name: backend-tbc-secret
```

Beispiel auf Ebene des virtuellen Pools

```
---
apiVersion: v1
kind: Secret
metadata:
  name: backend-tbc-secret
type: Opaque
stringData:
  clientID: <CLIENT_ID>
  clientSecret: <CLIENT_SECRET>

---
apiVersion: trident.netapp.io/v1
kind: TridentBackendConfig
metadata:
  name: backend-tbc
spec:
  version: 1
  storageDriverName: azure-netapp-files
  subscriptionID: <SUBSCRIPTION_ID>
  tenantID: <TENANT_ID>
  location: <AZURE_REGION_LOCATION>
  serviceLevel: Standard
  networkFeatures: Standard
  capacityPools: <CAPACITY_POOL>
  resourceGroups: <RESOURCE_GROUP>
  netappAccounts: <NETAPP_ACCOUNT>
  virtualNetwork: <VIRTUAL_NETWORK>
  subnet: <SUBNET>
  nasType: nfs
  storage:
    - labels:
        type: encryption
      kerberos: sec=krb5i #can be krb5, krb5i, or krb5p
  credentials:
    name: backend-tbc-secret
```

2. Verwenden Sie die Konfigurationsdatei, die Sie im vorherigen Schritt erstellt haben, um das Backend zu erstellen:

```
tridentctl create backend -f <backend-configuration-file>
```

Wenn die Backend-Erstellung fehlschlägt, ist mit der Back-End-Konfiguration ein Fehler aufgetreten. Sie können die Protokolle zur Bestimmung der Ursache anzeigen, indem Sie den folgenden Befehl ausführen:

```
tridentctl logs
```

Nachdem Sie das Problem mit der Konfigurationsdatei identifiziert und korrigiert haben, können Sie den Befehl „Erstellen“ erneut ausführen.

Erstellen Sie eine Speicherklasse

Sie können eine Storage-Klasse für die Bereitstellung von Volumes mit Kerberos-Verschlüsselung erstellen.

Schritte

1. Erstellen Sie mithilfe des folgenden Beispiels ein StorageClass-Kubernetes-Objekt:

```
apiVersion: storage.k8s.io/v1
kind: StorageClass
metadata:
  name: sc-nfs
provisioner: csi.trident.netapp.io
parameters:
  backendType: azure-netapp-files
  trident.netapp.io/nasType: nfs
  selector: type=encryption
```

2. Speicherklasse erstellen:

```
kubectl create -f sample-input/storage-class-sc-nfs.yaml
```

3. Stellen Sie sicher, dass die Storage-Klasse erstellt wurde:

```
kubectl get sc -sc-nfs
```

Sie sollten eine Ausgabe wie die folgende sehen:

```
NAME          PROVISIONER             AGE
sc-nfs        csi.trident.netapp.io   15h
```

Bereitstellen von Volumes

Nachdem Sie ein Storage-Back-End und eine Storage-Klasse erstellt haben, können Sie nun ein Volume bereitstellen. Anweisungen hierzu finden Sie unter "Bereitstellen eines Volumes".