



Los geht's

Trident

NetApp
October 29, 2026

Inhalt

Los geht's	1
Erfahren Sie mehr über Trident	1
Erfahren Sie mehr über Trident	1
Trident-Architektur	2
Konzepte	5
Schnellstart für Trident	9
Was kommt als Nächstes?	10
Trident-Anforderungen	10
Wichtige Informationen zu Trident	10
Unterstützte Frontends (Orchestratoren)	10
Unterstützte Backends (Storage)	11
Trident Unterstützung für KubeVirt und OpenShift Virtualisierung	11
Trident Unterstützung für Kubernetes auf Kubernetes und OpenShift gehosteten Steuerungsebenen ..	12
Funktionsanforderungen	13
Getestete Host-Betriebssysteme	13
Hostkonfiguration	14
Speichersystemkonfiguration	14
Trident-Ports	14
Container-Images und zugehörige Kubernetes-Versionen	14

Los geht's

Erfahren Sie mehr über Trident

Erfahren Sie mehr über Trident

Trident ist ein vollständig unterstütztes Open-Source-Projekt, das von NetApp gepflegt wird. Es wurde entwickelt, um Ihnen dabei zu helfen, die Persistenzanforderungen Ihrer containerisierten Anwendung mithilfe von branchenüblichen Schnittstellen wie dem Container Storage Interface (CSI) zu erfüllen.

Was ist Trident?

Netapp Trident ermöglicht die Nutzung und Verwaltung von Speicherressourcen über alle gängigen NetApp Speicherplattformen hinweg, in der Public Cloud oder On-Premises, einschließlich On-Premises ONTAP-Clustern (AFF, FAS und ASA), ONTAP Select, Cloud Volumes ONTAP, Element Software (NetApp HCI, SolidFire), Azure NetApp Files, Amazon FSx for NetApp ONTAP und Google Cloud NetApp Volumes.

Trident ist ein Container Storage Interface (CSI) konformer dynamischer Storage-Orchestrator, der sich nativ mit ["Kubernetes"](#) integriert. Trident läuft als einzelner Controller-Pod plus ein Node-Pod auf jedem Worker-Knoten im Cluster. Details sind in ["Trident-Architektur"](#) zu finden.

Trident bietet zudem eine direkte Integration mit dem Docker-Ökosystem für NetApp Speicherplattformen. Das NetApp Docker Volume Plugin (nDVP) unterstützt die Bereitstellung und Verwaltung von Speicherressourcen von der Speicherplattform zu Docker-Hosts. Details sind in ["Trident für Docker bereitstellen"](#) zu finden.



Wenn Sie Kubernetes zum ersten Mal verwenden, sollten Sie sich mit dem ["Kubernetes-Konzepte und Tools"](#) vertraut machen.

Unterstützte Kubernetes-Plattformen

Trident wird auf einer Reihe von Kubernetes-Distributionen und Plattformen unterstützt.

Unterstützte Plattformen sind: * Upstream Kubernetes * Red Hat OpenShift * SUSE Harvester 1.7.0 (ONTAP iSCSI)

Kubernetes-Integration mit NetApp Produkten

Das NetApp Portfolio an Speicherprodukten integriert sich in viele Aspekte eines Kubernetes-Clusters und bietet fortschrittliche Datenverwaltungsfunktionen, die die Funktionalität, Fähigkeit, Performance und Verfügbarkeit der Kubernetes-Bereitstellung verbessern.

▼ Amazon FSx for NetApp ONTAP

["Amazon FSx for NetApp ONTAP"](#) ist ein vollständig verwalteter AWS-Service, mit dem Sie Dateisysteme starten und ausführen können, die vom NetApp ONTAP Storage-Betriebssystem betrieben werden.

▼ Azure NetApp Files

["Azure NetApp Files"](#) ist ein Azure-Dateifreigabedienst der Enterprise-Klasse, der von NetApp betrieben wird. Sie können Ihre anspruchsvollsten dateibasierten Workloads nativ in Azure ausführen, mit der Leistung und dem umfassenden Datenmanagement, das Sie von NetApp erwarten.

▼ Cloud Volumes ONTAP

"Cloud Volumes ONTAP" ist eine rein softwarebasierte Storage-Appliance, die die ONTAP Datenmanagement-Software in der Cloud ausführt.

▼ Google Cloud NetApp Volumes

"Google Cloud NetApp Volumes" ist ein vollständig verwalteter Dateispeicherdienst in Google Cloud, der hochleistungsfähigen Dateispeicher der Enterprise-Klasse bereitstellt.

▼ Element Software

"Element" ermöglicht es Speicheradministratoren, Workloads zu konsolidieren, indem Leistung garantiert und ein vereinfachter sowie optimierter Speicher-Footprint ermöglicht wird.

▼ NetApp HCI

"NetApp HCI" vereinfacht die Verwaltung und Skalierung des Rechenzentrums durch die Automatisierung von Routineaufgaben und ermöglicht Infrastrukturadministratoren, sich auf wichtigere Funktionen zu konzentrieren.

Trident kann Speichergeräte für containerisierte Anwendungen direkt auf der zugrunde liegenden NetApp HCI-Speicherplattform bereitstellen und verwalten.

▼ NetApp ONTAP

"NetApp ONTAP" ist das NetApp Multiprotokoll-Betriebssystem mit einheitlichem Speicher, das fortschrittliche Datenverwaltungsfunktionen für jede Anwendung bietet.

ONTAP-Systeme verfügen über All-Flash-, Hybrid- oder All-HDD-Konfigurationen und bieten zahlreiche Bereitstellungsmodelle: On-Premises FAS-, AFA- und ASA-Cluster, ONTAP Select und Cloud Volumes ONTAP. Trident unterstützt diese ONTAP-Bereitstellungsmodelle.

Trident-Architektur

Trident läuft als einzelner Controller-Pod plus ein Node-Pod auf jedem Worker-Knoten im Cluster. Der Node-Pod muss auf jedem Host ausgeführt werden, auf dem Sie möglicherweise ein Trident Volume einbinden möchten.

Controller-Pods und Node-Pods verstehen

Trident wird als einzelner [Trident Controller Pod](#) und einer oder mehrere [Trident Node Pods](#) auf dem Kubernetes-Cluster bereitgestellt und verwendet standardmäßige Kubernetes , um die Bereitstellung von CSI-Plugins zu vereinfachen. "[Kubernetes CSI Sidecar Container](#)" werden von der Kubernetes Storage Community gewartet.

Kubernetes "[Knotenselektoren](#)" und "[Tolerations und Taints](#)" werden verwendet, um einen Pod auf einen bestimmten oder bevorzugten Knoten zu beschränken. Sie können Knotenselektoren und Toleranzen für Controller- und Knoten-Pods während der Trident-Installation konfigurieren.

- Das Controller-Plugin übernimmt die Bereitstellung und Verwaltung von Volumes, wie Snapshots und Größenänderungen.
- Das Node-Plugin übernimmt das Anbinden des Speichers an den Knoten.

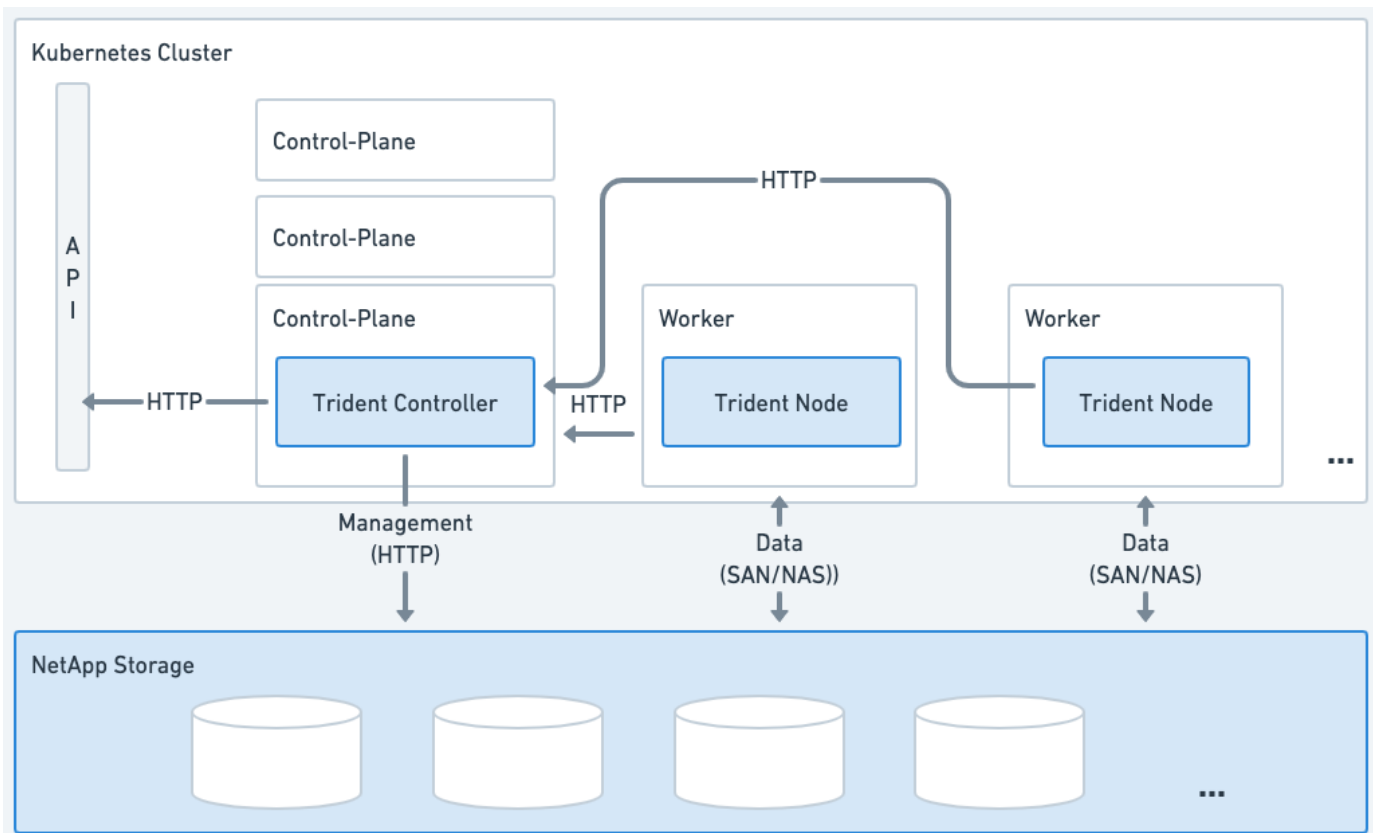


Abbildung 1. Trident wurde auf dem Kubernetes-Cluster bereitgestellt

Trident Controller Pod

Der Trident Controller Pod ist ein einzelner Pod, auf dem das CSI Controller Plugin ausgeführt wird.

- Verantwortlich für die Bereitstellung und Verwaltung von Volumes im NetApp Storage
- Verwaltet durch eine Kubernetes Deployment
- Kann je nach Installationsparametern auf den Steuerungsebene- oder Arbeitsknoten ausgeführt werden.

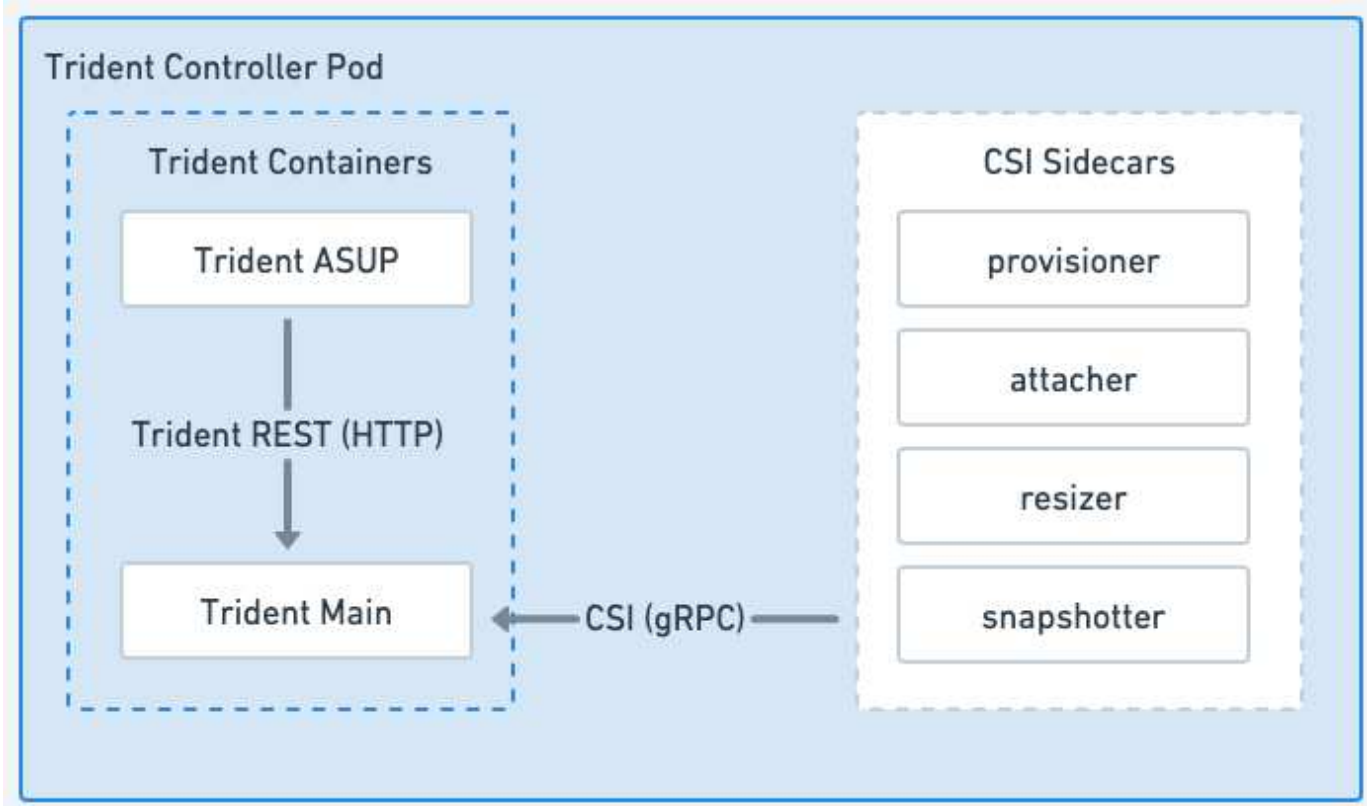


Abbildung 2. Trident Controller Pod-Diagramm

Trident Node Pods

Trident Node Pods sind privilegierte Pods, auf denen das CSI Node Plugin ausgeführt wird.

- Verantwortlich für das Ein- und Aushängen von Storage für Pods, die auf dem Host ausgeführt werden
- Verwaltet von einem Kubernetes DaemonSet
- Muss auf jedem Knoten ausgeführt werden, der NetApp Storage einbinden wird

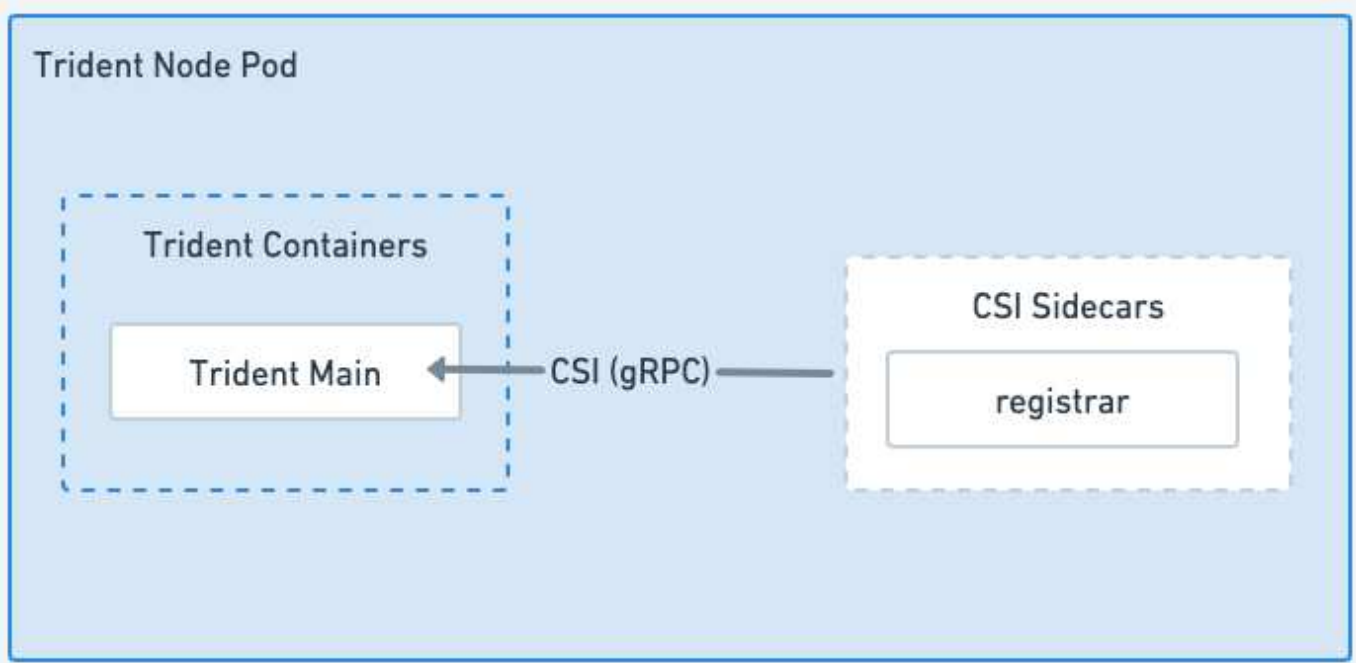


Abbildung 3. Trident Node Pod Diagramm

Unterstützte Kubernetes-Clusterarchitekturen

Trident wird mit den folgenden Kubernetes-Architekturen unterstützt:

Kubernetes-Clusterarchitekturen	Unterstützt	Standardinstallation
Einzelner Master, Compute	Ja	Ja
Mehrere Master, Compute	Ja	Ja
Meister, etcd, berechnen	Ja	Ja
Master, Infrastruktur, Compute	Ja	Ja

Konzepte

Trident Volume Provisionierungsprozess

Die Bereitstellung in Trident hat zwei Hauptphasen. Die erste Phase ordnet eine Speicherklasse dem Satz geeigneter Backend-Speicherpools zu und erfolgt als notwendige Vorbereitung vor der Bereitstellung. Die zweite Phase umfasst die eigentliche Volume-Erstellung und erfordert die Auswahl eines Speicherpools aus denen, die der Speicherklasse des ausstehenden Volumes zugeordnet sind.

Speicherklassenzuordnung

Die Zuordnung von Backend-Speicherpools zu einer Speicherklasse basiert sowohl auf den angeforderten Attributen der Speicherklasse als auch auf deren `storagePools`, `additionalStoragePools` und `excludeStoragePools` Listen. Wenn Sie eine Speicherklasse erstellen, vergleicht Trident die von jedem seiner Backends angebotenen Attribute und Pools mit denen, die von der Speicherklasse angefordert werden. Wenn die Attribute und der Name eines Speicherpools mit allen angeforderten Attributen und Poolnamen übereinstimmen, fügt Trident diesen Speicherpool der Menge geeigneter Speicherpools für diese

Speicherklasse hinzu. Zusätzlich fügt Trident alle in der `additionalStoragePools` Liste aufgeführten Speicherpools dieser Menge hinzu, selbst wenn deren Attribute nicht alle oder keine der angeforderten Attribute der Speicherklasse erfüllen. Sie sollten die `excludeStoragePools` Liste verwenden, um Speicherpools für eine Speicherklasse außer Kraft zu setzen und aus der Nutzung zu entfernen. Trident führt einen ähnlichen Prozess jedes Mal durch, wenn Sie ein neues Backend hinzufügen, prüft, ob dessen Speicherpools die Anforderungen der bestehenden Speicherklassen erfüllen, und entfernt alle, die als ausgeschlossen markiert wurden.

Volumenerstellung

Trident verwendet dann die Zuordnungen zwischen Speicherklassen und Speicherpools, um zu bestimmen, wo Volumes bereitgestellt werden. Wenn Sie ein Volume erstellen, ermittelt Trident zunächst die Speicherpools für die Speicherklasse dieses Volumes, und wenn Sie ein Protokoll für das Volume angeben, entfernt Trident diejenigen Speicherpools, die das angeforderte Protokoll nicht bereitstellen können (zum Beispiel kann ein NetApp HCI/SolidFire Backend kein dateibasiertes Volume bereitstellen, während ein ONTAP NAS Backend kein blockbasiertes Volume bereitstellen kann). Trident randomisiert die Reihenfolge dieser resultierenden Menge, um eine gleichmäßige Verteilung der Volumes zu ermöglichen, und iteriert dann durch sie, wobei versucht wird, das Volume nacheinander auf jedem Speicherpool bereitzustellen. Wenn dies bei einem gelingt, wird erfolgreich zurückgegeben und alle während des Prozesses aufgetretenen Fehler werden protokolliert. Trident gibt nur dann einen Fehler zurück, **wenn** die Bereitstellung auf **allen** für die angeforderte Speicherklasse und das Protokoll verfügbaren Speicherpools fehlschlägt.

Erstellung eines Trident Volume-Snapshots

Erfahren Sie mehr darüber, wie Trident die Erstellung von Volume-Snapshots für seine Treiber handhabt.

Erfahren Sie mehr über die Erstellung von Volume-Snapshots

- Für die `ontap-nas`, `ontap-san` und `azure-netapp-files` Treiber wird jedes Persistent Volume (PV) einem FlexVol volume zugeordnet. Dadurch werden Volume-Snapshots als NetApp Snapshots erstellt. Die NetApp Snapshot-Technologie bietet mehr Stabilität, Skalierbarkeit, Wiederherstellbarkeit und Leistung als konkurrierende Snapshot-Technologien. Diese Snapshot-Kopien sind äußerst effizient, sowohl in Bezug auf die benötigte Zeit für ihre Erstellung als auch auf den Speicherplatz.
- Für den `ontap-nas-flexgroup`-Treiber wird jedes Persistent Volume (PV) einem FlexGroup zugeordnet. Dadurch werden Volume-Snapshots als NetApp FlexGroup-Snapshots erstellt. Die NetApp Snapshot-Technologie bietet mehr Stabilität, Skalierbarkeit, Wiederherstellbarkeit und Leistung als konkurrierende Snapshot-Technologien. Diese Snapshot-Kopien sind äußerst effizient, sowohl in Bezug auf die benötigte Zeit für ihre Erstellung als auch auf den Speicherplatz.
- Für den `ontap-san-economy` Treiber werden PVs auf LUNs abgebildet, die auf gemeinsam genutzten FlexVol Volumes erstellt wurden. VolumeSnapshots von PVs werden erreicht, indem FlexClones der zugehörigen LUN durchgeführt werden. ONTAP FlexClone Technologie ermöglicht es, Kopien selbst der größten Datensätze nahezu augenblicklich zu erstellen. Kopien teilen sich Datenblöcke mit ihren übergeordneten Elementen und belegen keinen Speicherplatz außer dem, der für Metadaten benötigt wird.
- Für den `solidfire-san` Treiber wird jedes PV einer LUN zugeordnet, die auf der NetApp Element Software/NetApp HCI-Cluster erstellt wurde. VolumeSnapshots werden durch Element-Snapshots der zugrunde liegenden LUN repräsentiert. Diese Snapshots sind zeitpunktgenaue Kopien und beanspruchen nur wenig Systemressourcen und Speicherplatz.
- Bei der Arbeit mit dem `ontap-nas` und `ontap-san` Treiber sind ONTAP-Snapshots zeitpunktgenaue Kopien des FlexVol und belegen Speicherplatz auf dem FlexVol selbst. Dies kann dazu führen, dass der beschreibbare Speicherplatz im Volume mit der Zeit abnimmt, wenn Snapshots erstellt oder geplant werden. Eine einfache Möglichkeit, dies zu beheben, besteht darin, das Volume durch Resize über

Kubernetes zu vergrößern. Eine weitere Option ist das Löschen von Snapshots, die nicht mehr benötigt werden. Wenn ein durch Kubernetes erstellter VolumeSnapshot gelöscht wird, löscht Trident den zugehörigen ONTAP-Snapshot. ONTAP-Snapshots, die nicht durch Kubernetes erstellt wurden, können ebenfalls gelöscht werden.

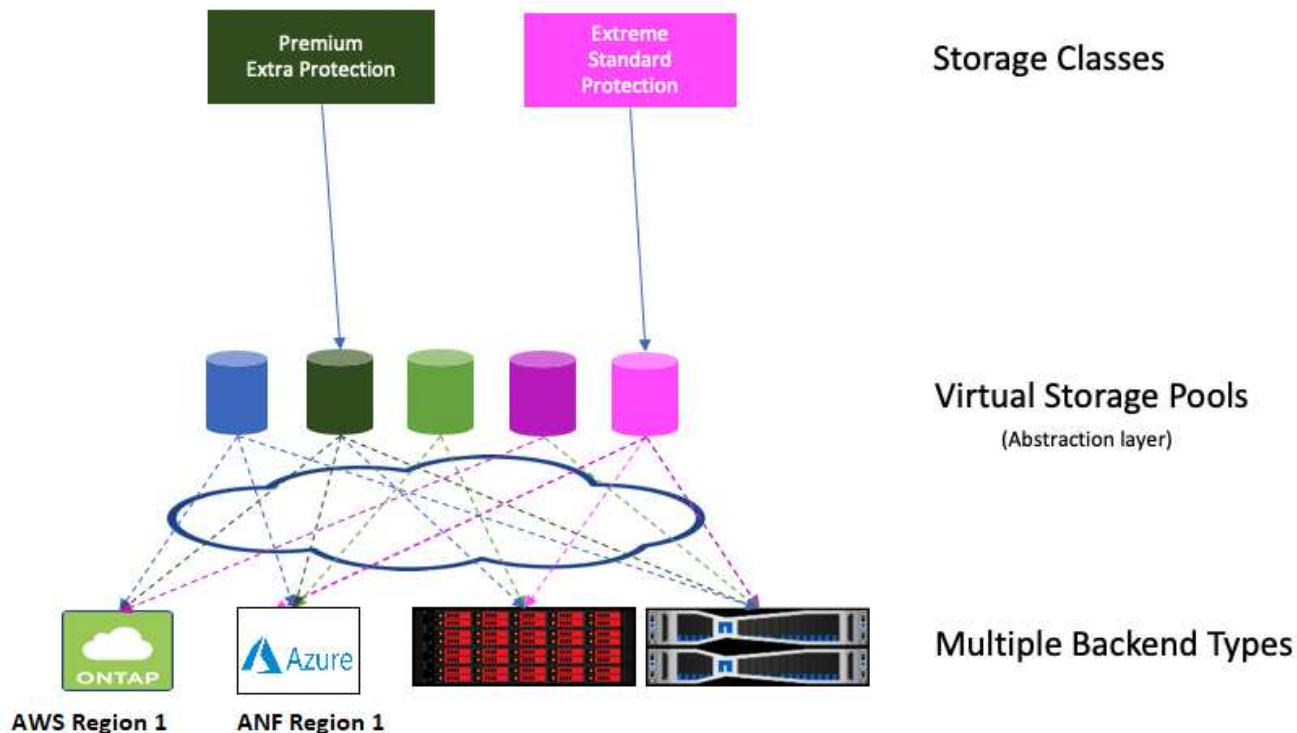
Mit Trident können Sie VolumeSnapshots verwenden, um neue PVs daraus zu erstellen. Das Erstellen von PVs aus diesen Snapshots erfolgt mithilfe der FlexClone-Technologie für unterstützte ONTAP-Backends. Beim Erstellen eines PVs aus einem Snapshot ist das zugrunde liegende Volume ein FlexClone des übergeordneten Volumes des Snapshots. Der `solidfire-san`-Treiber verwendet Element-Software-Volume-Klone, um PVs aus Snapshots zu erstellen. Hier wird ein Klon des Element-Snapshots erstellt.

Trident Konfiguration des virtuellen Storage Pools

Virtuelle Pools bieten eine Abstraktionsschicht zwischen Trident-Speicher-Backends und Kubernetes `StorageClasses`. Sie ermöglichen es einem Administrator, Aspekte wie Standort, Leistung und Schutz für jedes Backend auf eine einheitliche, backendunabhängige Weise zu definieren, ohne eine `StorageClass` angeben zu müssen, welches physische Backend, welcher Backend-Pool oder welcher Backend-Typ verwendet werden soll, um die gewünschten Kriterien zu erfüllen.

Erfahren Sie mehr über virtuelle Pools

Der Speicheradministrator kann virtuelle Pools auf jedem der Trident Backends in einer JSON- oder YAML-Definitionsdatei definieren.



Alle Aspekte, die außerhalb der Liste der virtuellen Pools angegeben werden, sind global für das Backend und gelten für alle virtuellen Pools, während jeder virtuelle Pool einen oder mehrere Aspekte individuell angeben

kann (wodurch globale Aspekte des Backends überschrieben werden).



- Beim Definieren virtueller Pools sollten Sie nicht versuchen, die Reihenfolge vorhandener virtueller Pools in einer Backend-Definition zu ändern.
- Wir raten davon ab, Attribute eines bestehenden virtuellen Pools zu ändern. Sie sollten einen neuen virtuellen Pool definieren, um Änderungen vorzunehmen.

Die meisten Aspekte werden in Backend-spezifischen Begriffen spezifiziert. Entscheidend ist, dass die Aspektwerte nicht außerhalb des Backend-Treibers zugänglich sind und nicht für den Abgleich in `StorageClasses` verfügbar sind. Stattdessen definiert der Administrator für jeden virtuellen Pool ein oder mehrere Labels. Jedes Label ist ein Schlüssel:Wert-Paar, und Labels können für verschiedene Backends identisch sein. Wie Aspekte können auch Labels pro Pool oder global für das Backend definiert werden. Im Gegensatz zu Aspekten, die vordefinierte Namen und Werte haben, kann der Administrator die Label-Schlüssel und -Werte nach Bedarf frei festlegen. Zur Vereinfachung können Speicheradministratoren Bezeichnungen pro virtuellem Pool definieren und Volumes nach Bezeichnung gruppieren.

Die virtuellen Poolbezeichnungen können mit diesen Zeichen definiert werden:

- Großbuchstaben A–Z
- Kleinbuchstaben a–z
- Zahlen 0–9
- Unterstriche _
- Bindestriche –

A `StorageClass` identifiziert den zu verwendenden virtuellen Pool durch Verweis auf die Bezeichnungen innerhalb eines Selektorparameters. Selektoren für virtuelle Pools unterstützen die folgenden Operatoren:

Operator	Beispiel	Der Labelwert eines Pools muss:
=	performance=premium	Übereinstimmen
!=	performance!=extreme	Keine Übereinstimmung
in	Standort in (east, west)	Teil der Wertemenge sein
notin	performance notin (Silber, Bronze)	Nicht in der Wertemenge enthalten sein
<key>	Schutz	Existiert mit beliebigem Wert
!<key>	!Schutz	Nicht vorhanden

Trident Verwaltung von Volume-Zugriffsgruppen

Erfahren Sie mehr darüber, wie Trident "[Volumenzugriffsgruppen](#)" verwendet.



Ignorieren Sie diesen Abschnitt, wenn Sie CHAP verwenden, was empfohlen wird, um die Verwaltung zu vereinfachen und die unten beschriebene Skalierungsbeschränkung zu vermeiden. Wenn Sie Trident im CSI-Modus verwenden, können Sie diesen Abschnitt ebenfalls ignorieren. Trident verwendet CHAP, wenn es als erweiterter CSI-Provisioner installiert ist.

Erfahren Sie mehr über Volumenzugriffsgruppen

Trident kann Volume-Zugriffsgruppen verwenden, um den Zugriff auf die Volumes zu steuern, die es bereitstellt. Wenn CHAP deaktiviert ist, erwartet es, eine Zugriffsgruppe namens `trident` zu finden, es sei denn, Sie geben eine oder mehrere Zugriffsgruppen-IDs in der Konfiguration an.

Trident ordnet zwar neue Volumes den konfigurierten Zugriffsgruppen zu, erstellt oder verwaltet die Zugriffsgruppen jedoch nicht selbst. Die Zugriffsgruppen müssen existieren, bevor das Speicher-Backend zu Trident hinzugefügt wird, und sie müssen die iSCSI-IQNs von jedem Knoten im Kubernetes-Cluster enthalten, der potenziell die von diesem Backend bereitgestellten Volumes einbinden könnte. In den meisten Installationen umfasst dies alle Worker-Knoten im Cluster.

Für Kubernetes-Cluster mit mehr als 64 Knoten sollten Sie mehrere Zugriffsgruppen verwenden. Jede Zugriffsgruppe kann bis zu 64 IQNs enthalten, und jedes Volume kann zu vier Zugriffsgruppen gehören. Mit den maximal vier konfigurierten Zugriffsgruppen kann jeder Knoten in einem Cluster mit bis zu 256 Knoten auf jedes Volume zugreifen. Die aktuellen Beschränkungen für Volume-Zugriffsgruppen finden Sie unter "[hier](#)".

Wenn Sie die Konfiguration von einer, die die Standard `trident` Zugriffsgruppe verwendet, auf eine, die auch andere verwendet, ändern, fügen Sie die ID der `trident` Zugriffsgruppe in die Liste ein.

Schnellstart für Trident

Sie können Trident installieren und in wenigen Schritten mit der Verwaltung von Speicherressourcen beginnen. Bevor Sie beginnen, lesen Sie "[Trident-Anforderungen](#)".



Für Docker siehe "[Trident für Docker](#)".

1

Bereiten Sie den Worker-Knoten vor

Alle Worker-Knoten im Kubernetes-Cluster müssen die für Ihre Pods bereitgestellten Volumes einbinden können.

["Bereiten Sie den Worker-Knoten vor"](#)

2

Installieren Sie Trident

Trident bietet mehrere Installationsmethoden und -modi, die für eine Vielzahl von Umgebungen und Organisationen optimiert sind.

["Trident installieren"](#)

3

Erstelle ein Backend

Ein Backend definiert die Beziehung zwischen Trident und einem Speichersystem. Es gibt Trident vor, wie Trident mit diesem Speichersystem kommuniziert und wie Trident Volumes daraus bereitstellen soll.

["Ein Backend konfigurieren"](#) for Ihr Speichersystem

4

Erstellen Sie eine Kubernetes-StorageClass

Das Kubernetes StorageClass-Objekt legt Trident als Provisioner fest und ermöglicht es Ihnen, eine Speicherklasse zu erstellen, um Volumes mit anpassbaren Attributen bereitzustellen. Trident erstellt eine passende Speicherklasse für Kubernetes-Objekte, die den Trident-Provisioner angeben.

["Erstellen Sie eine Speicherklasse"](#)

5

Volume bereitstellen

Ein PersistentVolume (PV) ist eine physische Speicherressource, die vom Clusteradministrator auf einem Kubernetes-Cluster bereitgestellt wird. Der PersistentVolumeClaim (PVC) ist eine Anfrage für den Zugriff auf das PersistentVolume im Cluster.

Erstellen Sie ein PersistentVolume (PV) und ein PersistentVolumeClaim (PVC), das die konfigurierte Kubernetes-StorageClass verwendet, um Zugriff auf das PV anzufordern. Anschließend können Sie das PV in einen Pod einbinden.

["Ein Volume bereitstellen"](#)

Was kommt als Nächstes?

Sie können nun zusätzliche Backends hinzufügen, Speicherklassen verwalten, Backends verwalten und Volume-Operationen durchführen.

Trident-Anforderungen

Vor der Installation von Trident sollten Sie diese allgemeinen Systemvoraussetzungen überprüfen. Bestimmte Backends können zusätzliche Anforderungen haben.

Wichtige Informationen zu Trident

Sie müssen die folgenden wichtigen Informationen über Trident lesen.

▼ **Wichtige Informationen zu Trident**

- Kubernetes 1.37 wird jetzt in Trident unterstützt. Vor dem Upgrade von Kubernetes ist ein Upgrade von Trident erforderlich.
- Trident setzt die Verwendung der Multipathing-Konfiguration in SAN-Umgebungen strikt durch, mit einem empfohlenen Wert von `find_multipaths: no` in der `multipath.conf`-Datei.

Die Verwendung einer Konfiguration ohne Multipathing oder die Verwendung von `find_multipaths: yes` oder `find_multipaths: smart` Wert in der Datei `multipath.conf` führt zu Mount-Fehlern. Trident hat die Verwendung von `find_multipaths: no` seit der Version 21.07 empfohlen.

Unterstützte Frontends (Orchestratoren)

Trident unterstützt mehrere Container-Engines und Orchestratoren, einschließlich der folgenden:

- Anthos On-Prem (VMware) und Anthos on bare metal 1.16
- Kubernetes 1.27 - 1.37

- OpenShift 4.12, 4.14 - 4.22 (Bei geplanter Verwendung der iSCSI-Knotenvorbereitung mit OpenShift 4.19 ist die minimal unterstützte Trident Version 25.06.1.)



Trident unterstützt weiterhin ältere OpenShift-Versionen in Übereinstimmung mit dem ["Red Hat Extended Update Support \(EUS\) Release-Lebenszyklus"](#), selbst wenn sie auf Kubernetes-Versionen basieren, die upstream nicht mehr offiziell unterstützt werden. Bei der Installation von Trident in solchen Fällen können Sie Warnmeldungen zur Kubernetes-Version getrost ignorieren.

- Rancher Kubernetes Engine 2 (RKE2) v1.28.x - 1.37.x

Trident arbeitet außerdem mit einer Vielzahl anderer vollständig verwalteter und selbstverwalteter Kubernetes-Angebote zusammen, einschließlich Google Kubernetes Engine (GKE), Amazon Elastic Kubernetes Services (EKS), Azure Kubernetes Service (AKS), Mirantis Kubernetes Engine (MKE) und VMWare Tanzu Portfolio.

Trident und ONTAP können als Speicheranbieter für ["KubeVirt"](#) verwendet werden.



Bevor Sie einen Kubernetes-Cluster von Version 1.25 auf 1.26 oder höher aktualisieren, auf dem Trident installiert ist, beachten Sie ["Aktualisieren einer Helm-Installation"](#).

Unterstützte Backends (Storage)

Um Trident zu verwenden, benötigen Sie eines oder mehrere der folgenden unterstützten Backends:

- Amazon FSx for NetApp ONTAP
- Azure NetApp Files
- Cloud Volumes ONTAP
- Google Cloud NetApp Volumes
- NetApp All SAN Array (ASA)
- Lokale FAS, AFF oder ASA r2 (iSCSI, NVMe/TCP und FC) mit ONTAP-Versionen unter NetApp voller oder eingeschränkter Unterstützung. Weitere Informationen in ["Software-Versions-Support"](#).
- NetApp HCI/Element-Software 11 oder höher

Trident Unterstützung für KubeVirt und OpenShift Virtualisierung

Unterstützte Speichertreiber:

Trident unterstützt die folgenden ONTAP-Treiber für KubeVirt und OpenShift Virtualisierung:

- ontap-nas
- ontap-san (iSCSI, FCP, NVMe over TCP)
- ontap-san-economy (nur iSCSI)

Zu beachtende Punkte:

- Aktualisieren Sie die Speicherklasse, sodass der `fsType` Parameter (zum Beispiel: `fsType: "ext4"`) in der OpenShift Virtualisierungsumgebung vorhanden ist. Falls erforderlich, legen Sie den `Volume-Modus` explizit auf `Block` fest, indem Sie den `volumeMode=Block` Parameter in der `dataVolumeTemplates` verwenden, um CDI anzuweisen, Blockdaten-Volumes zu erstellen.
- *RWX-Zugriffsmodus für Block-Speichertreiber:* ontap-san (iSCSI, NVMe/TCP, FC) und ontap-san-economy

(iSCSI) Treiber werden nur mit "volumeMode: Block" (Rohgerät) unterstützt. Für diese Treiber kann der `fstype` Parameter nicht verwendet werden, da die Volumes im Rohgerätemodus bereitgestellt werden.

- Für Live-Migrations-Workflows, bei denen der RWX-Zugriffsmodus erforderlich ist, sind diese Kombinationen unterstützt:
 - NFS + `volumeMode=Filesystem`
 - iSCSI + `volumeMode=Block` (Rohgerät)
 - NVMe/TCP + `volumeMode=Block` (Rohgerät)
 - FC + `volumeMode=Block` (Rohgerät)

Trident Unterstützung für Kubernetes auf Kubernetes und OpenShift gehosteten Steuerungsebenen

Ab Version 26.06 qualifiziert Trident die Kubernetes auf Kubernetes Topologie vollständig. Kubernetes-Cluster, deren Knoten als KubeVirt virtuelle Maschinen auf einem Infrastruktur- (Host-) Cluster ausgeführt werden. Diese Topologie bildet die Grundlage für gehostete Steuerungsebenen-Angebote wie OpenShift hosted control planes (HCP) auf OpenShift Virtualization.



Diese Konfiguration funktionierte in früheren Versionen, aber die vollständige Qualifizierung beginnt mit 26.06.

Der Gastcluster (Mandantencluster) nutzt den KubeVirt CSI-Treiber (`kubevirt-csi` als Speicheranbieter. Wenn eine Arbeitslast im Gastcluster einen Speicher `PersistentVolumeClaim` anfordert, erstellt der KubeVirt CSI-Treiber ein entsprechendes Volume im Infrastrukturcluster. Trident stellt das Volume aus ONTAP bereit, und das Volume wird im laufenden Betrieb in die VM des Gastknotens eingebunden. Trident läuft ausschließlich im Infrastrukturcluster. Der Gastcluster nutzt ONTAP Speicher indirekt über den KubeVirt CSI-Treiber.

Anforderungen:

- Trident ist auf dem Infrastruktur-Cluster mit einem unterstützten ONTAP Backend installiert.
- Im Infrastruktur-Cluster existiert eine Trident-Speicherklasse, auf die der KubeVirt CSI-Treiber Gast-Cluster-Volumes abbilden kann.
- KubeVirt oder OpenShift Virtualisierung wird auf dem Infrastruktur-Cluster bereitgestellt, und der KubeVirt CSI-Treiber ist in jedem Gast-Cluster installiert.

Komponente	Version
Trident	26,06
Kubernetes (Infrastruktur und Gast-Cluster)	1,36
KubeVirt	1.9.0-beta.0
Containerisierter Datenimporte (CDI)	1,65

Zu beachtende Punkte:

- Im Gast-Cluster erscheinen die Volumes als Hot-Plug-Blockgeräte auf den Gastknoten-VMs.
- Der KubeVirt CSI-Treiber-Workflow erfordert kein Trident im Gast-Cluster. Das ONTAP Backend und die Storage Class werden im Infrastruktur-Cluster konfiguriert.

Trident wird direkt im Gast-Cluster installiert:

Trident kann auch direkt im Gast- (Mandanten-)Cluster installiert werden. Die Installation von Trident im Gast-Cluster ist dann sinnvoll, wenn der vollständige Funktionsumfang von Trident benötigt wird, wie zum Beispiel Snapshots, Klone, Volumengrößenänderung und Import, was `kubevirt-csi` selbst nicht bereitstellt.

Im Gast-Cluster werden IP-basierte Protokolle verwendet: NFS, iSCSI und NVMe/TCP. Der Gast-Cluster unterstützt kein Fibre Channel (FC), da die Gast-Knoten virtuelle Maschinen ohne direkte FC-Konnektivität sind.

Funktionsanforderungen

Die folgende Tabelle fasst die in dieser Version von Trident verfügbaren Funktionen und die unterstützten Kubernetes-Versionen zusammen.

Funktion	Kubernetes-Version	Feature gates erforderlich?
Trident	1,27 - 1,37	Nein
Volume-Snapshots	1,27 - 1,37	Nein
PVC aus Volume Snapshots	1,27 - 1,37	Nein
iSCSI-PV-Größenänderung	1,27 - 1,37	Nein
ONTAP Bidirektionales CHAP	1,27 - 1,37	Nein
Dynamische Exportrichtlinien	1,27 - 1,37	Nein
Trident Operator	1,27 - 1,37	Nein
CSI-Topologie	1,27 - 1,37	Nein

Getestete Host-Betriebssysteme

Obwohl Trident keine spezifischen Betriebssysteme offiziell unterstützt, sind die folgenden dafür bekannt, zu funktionieren:

- Von OpenShift Container Platform auf AMD64 und ARM64 unterstützte Red Hat Enterprise Linux CoreOS (RHCOS)-Versionen
- Red Hat Enterprise Linux (RHEL) 8 oder höher auf AMD64 und ARM64



NVMe/TCP erfordert RHEL 9 oder später.

- Ubuntu 22.04 LTS oder höher auf AMD64 und ARM64
- Windows Server 2022
- SUSE Linux Enterprise Server (SLES) 15 oder höher

Standardmäßig läuft Trident in einem Container und ist daher auf jedem Linux-Worker lauffähig. Diese Worker müssen jedoch in der Lage sein, die von Trident bereitgestellten Volumes mithilfe des Standard-NFS-Clients oder iSCSI-Initiators einzubinden, abhängig von den verwendeten Backends.

Das `tridentctl` Dienstprogramm läuft auch auf allen diesen Linux-Distributionen.

Hostkonfiguration

Alle Worker-Knoten im Kubernetes-Cluster müssen die für Ihre Pods bereitgestellten Volumes einbinden können. Um die Worker-Knoten vorzubereiten, müssen Sie je nach Treiberauswahl NFS-, iSCSI- oder NVMe-Tools installieren.

["Bereiten Sie den Worker-Knoten vor"](#)

Speichersystemkonfiguration

Trident erfordert möglicherweise Änderungen an einem Speichersystem, bevor eine Backend-Konfiguration es verwenden kann.

["Backends konfigurieren"](#)

Trident-Ports

Trident benötigt Zugriff auf bestimmte Ports für die Kommunikation.

["Trident-Ports"](#)

Container-Images und zugehörige Kubernetes-Versionen

Für Installationen ohne Internetverbindung (Air-Gap) ist die folgende Liste eine Referenz der Container-Images, die zur Installation von Trident benötigt werden. Verwenden Sie den `tridentctl images`-Befehl, um die Liste der benötigten Container-Images zu überprüfen.

Die Unterstützung für Kubernetes 1.37 ist ab Trident 26.06 verfügbar. Die unten stehende Liste der Images für 26.06.2 enthält die Images für Kubernetes 1.37.

Für Trident 26.06.0 erforderliche Container-Images

Kubernetes-Versionen	Containerbild
v1.27.0, v1.28.0, v1.29.0, v1.30.0, v1.31.0, v1.32.0, v1.33.0, v1.34.0, v1.35.0, v1.36.0	<ul style="list-style-type: none">• <code>docker.io/netapp/trident:26.06.0</code>• <code>docker.io/netapp/trident-autosupport:26.06</code>• <code>docker.io/netapp/trident-operator:26.06.0</code> (optional)• <code>registry.k8s.io/sig-storage/csi-attacher:v4.11.0</code>• <code>registry.k8s.io/sig-storage/csi-node-driver-registrar:v2.17.0</code>• <code>registry.k8s.io/sig-storage/csi-provisioner:v6.3.0</code>• <code>registry.k8s.io/sig-storage/csi-resizer:v2.1.0</code>• <code>registry.k8s.io/sig-storage/csi-snapshotter:v8.6.0</code>

Für Trident 26.06.2 erforderliche Container-Images

Kubernetes-Versionen	Containerbild
v1.27.0, v1.28.0, v1.29.0, v1.30.0, v1.31.0, v1.32.0, v1.33.0, v1.34.0, v1.35.0, v1.36.0, v1.37.0	<ul style="list-style-type: none"> • docker.io/netapp/trident:26.06.2 • docker.io/netapp/trident-autosupport:26.06 • docker.io/netapp/trident-operator:26.06.2 (optional) • registry.k8s.io/sig-storage/csi-attacher:v4.11.0 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-node-driver-registrar:v2.18.0 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-provisioner:v6.3.0 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-resizer:v2.1.0 • registry.k8s.io/sig-storage/csi-snapshotter:v8.6.0

Copyright-Informationen

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

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

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

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

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

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

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

Markeninformationen

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