Novus Dokumentation

Novus

NetApp
November 03, 2026

This PDF was generated from https://docs.netapp.com/de-de/novus/index.html on November 03, 2026.
Always check docs.netapp.com for the latest.

Inhalt

Novus Dokumentation . . . 1
Versionshinweise . . . 2
Neuerungen in der ersten Version des Novus Storage Systems . . . 2
Erstveröffentlichung von Novus . . . 2
Los geht’s . . . 3
Informationen zu Ihrem Novus System . . . 3
Informationen zu Novus Storage-Systemen . . . 3
Novus Storage-System-Architektur . . . 6
Novus Storage-Systemumgebung und -verarbeitung . . . 8
Novus Anforderungen . . . 10
ONTAP Datenserver . . . 10
Novus Data Director . . . 11
Novus Clients . . . 11
Verwandte Informationen . . . 11
Beispiel für ein Novus Storage-System Deployment . . . 12
Storage-Cluster-Konnektivität . . . 12
Netzwerkarchitektur für High Performance Storage (HPS) . . . 12
Verwendung des Novus Data Director . . . 14
Informationen zur Verwendung des Novus Data Director . . . 14
Novus Befehlszeilenschnittstelle . . . 14
Zur Novus-Administration wird `mds-admin` verwendet . . . 14
Erste Schritte mit der NDD CLI . . . 15
Prüfung des Systemstatus von Novus Data Director . . . 16
Mehr erfahren . . . 18
Zusätzliche Ressourcen für Novus Storage-Systeme . . . 18
Novus und verwandte Ressourcen . . . 18
ONTAP-Dokumentation . . . 18
NetApp Support . . . 18
Häufig gestellte Fragen zu Novus Storage-Systemen . . . 19
Rechtliche Hinweise für das Novus Storage-System . . . 20
Copyright . . . 20
Marken . . . 20
Patente . . . 20
Datenschutzrichtlinie . . . 20
Open Source . . . 20

Novus Dokumentation

Versionshinweise

Neuerungen in der ersten Version des Novus Storage Systems

Informationen zu den neuen Funktionen in NetApp Novus.

Erstveröffentlichung von Novus

NetApp Novus kombiniert die Skalierbarkeit von parallelem NFS (pNFS) mit den bewährten Datenmanagementfunktionen von ONTAP und bietet so eine hochperformante Storage-Lösung für KI und andere datenintensive Workloads. Es ist auf höchste Durchsatzraten und geringe Latenz ausgelegt und erfüllt damit die Anforderungen von Kunden mit Exascale-Computing und KI-Fabriken im Gigawatt-Bereich. Die folgenden Seiten enthalten weitere Informationen zur Architektur und zu den Anforderungen an das Deployment.

- "Informationen zu Novus"
- "Novus Anforderungen"

Los geht’s

Informationen zu Ihrem Novus System

Informationen zu Novus Storage-Systemen

NetApp Novus ist ein leistungsstarkes Storage-System, das für die Anforderungen von KI in sehr großem Maßstab entwickelt wurde. Es erweitert die Erfahrung von NetApp im Enterprise Storage auf die extrem leistungsstarke Infrastruktur, die für Training und Inferenz erforderlich ist. Das Verständnis seiner administrativen Struktur und Konfigurationsoptionen ist entscheidend für effektives Management und optimale Performance.

Überblick

NetApp Novus ist eine Scale-out-Dateispeicherlösung, die für den Durchsatz und die Skalierbarkeit entwickelt wurde, die moderne KI-Workloads erfordern. Sie vereint viele unabhängige ONTAP Storage-Cluster zu einem einzigen Namespace, den Clients als ein Dateisystem sehen. Novus basiert auf parallel NFS (pNFS), das Metadaten von den Dateidaten trennt. Ein dedizierter Metadaten-Service verwaltet den Namespace, während die Storage-Cluster Dateidaten parallel direkt an Clients bereitstellen. Dadurch entfällt die Durchsatzgrenze eines einzelnen Storage-Clusters, das nicht länger begrenzt, wie schnell das System Daten bereitstellen kann.

Ein Novus Deployment lässt sich einfach durch Hinzufügen von Storage-Clustern erweitern. Jeder neue Cluster fügt dem Namespace seine volle Bandbreite und Kapazität hinzu, sodass der Gesamtdurchsatz mit dem Wachstum des Systems steigt, ohne dass Clients erneut eingebunden werden müssen oder störendes Rebalancing erforderlich ist. Der Metadaten-Service skaliert unabhängig von den Datenservern, sodass Sie die Größe des Namespace und die Metadaten-Performance an die jeweilige Arbeitslast anpassen können. Novus ist so konzipiert, dass jeder Storage-Knoten mit voller Geschwindigkeit ausgeführt wird und Komponentenausfälle auch in großem Maßstab als Routine und nicht störend behandelt werden. Das Hauptziel besteht darin, den Datenfluss zu Compute auch dann aufrechtzuerhalten, wenn das System sehr große Größen erreicht.

Clients verwenden einen Standard NFS-Client, wodurch sich Novus einfach an große GPU- und Rechencluster anpassen lässt. Novus ist mandantenfähig, sodass ein einziges Deployment mehrere isolierte Kunden oder Workloads hosten kann, jeweils mit eigenen separaten Namespaces. Es baut zudem auf dem bewährten Datenmanagement und -schutz von ONTAP auf. Für Kunden bedeutet dies Storage, der die GPUs auslasten kann, die Infrastrukturkosten senkt, indem er mehr Performance aus jedem Knoten herausholt, und sehr große Datensätze in einem einzigen Namespace unterstützt.

Novus unterstützt Organisationen, die KI und andere datenintensive Workloads in großem Umfang ausführen. Dazu gehören typischerweise Neoclouds, GPU-as-a-Service-Anbieter, Sovereign Clouds, Hyperscaler sowie große Unternehmen und Forschungseinrichtungen, die KI-Training und -Inferenz betreiben. Novus bietet Vorteile für jeden Kunden, der High-Performance-Computing oder Medienverarbeitung nutzt, einen Durchsatz von mehreren Terabyte pro Sekunde benötigt und sein Storage parallel zur Rechenleistung skalieren möchte.

Prinzipien des Systemdesigns

Novus wurde auf Basis mehrerer Kernprinzipien entwickelt und gebaut. Diese grundlegenden architektonischen Entscheidungen bestimmen seine Performance, Skalierbarkeit und Ausfallsicherheit. Dies unterstützt Kunden, die hochperformantes Storage benötigen, das die GPU auslastet und die Infrastrukturkosten senkt.

Exascale-fähiger Storage

Novus ist als für Exascale ausgelegter Software-Defined Storage Grundlagen-Stack konzipiert. Es kombiniert horizontal skalierte pNFS-Metadatenserver mit separaten und disaggregierten Datenservern.

Durchsatz jenseits der herkömmlichen ONTAP Clustergrenzen

Traditionell erreicht ein einzelner ONTAP Cluster eine feste Durchsatzgrenze, die durch die Anzahl seiner Controller und die Bandbreite der Verbindungen festgelegt ist. KI-Training und -Inferenz benötigen jedoch einen Durchsatz, den ein einzelner ONTAP Cluster nicht erreichen kann.

Skalierung durch Hinzufügen von Clustern

Novus fasst viele unabhängige ONTAP Cluster, von denen jeder nur aus einem HA-Paar besteht, in einem einzigen Namespace zusammen. Jeder neue Cluster steuert seine volle Bandbreite bei, sodass der Gesamtdurchsatz linear ansteigt. Clients müssen nicht erneut einbinden, und die Storage-Umgebung muss nicht neu ausbalanciert werden.

Separat skalierbare Metadaten

Die Metadatendienstschicht und der geshardete Metadatenspeicher können jeweils von einer auf mehr als 1.000 Instanzen anwachsen. Metadatenkapazität und Anforderungsrate hängen nicht von der Anzahl der verwendeten Datenknoten ab.

Datenknoten mit Leitungsgeschwindigkeit

Jeder Datenknoten sollte beim Lesen die volle Geschwindigkeit der Netzwerkkarte und beim Schreiben die volle NVMe-Geschwindigkeit erreichen. Jeglicher ungenutzter Durchsatz pro Knoten stellt lediglich zusätzliche Hardware und Kosten dar.

Resilienz als wichtigste Designrandbedingung

Bei einer Größenordnung von 1.000 oder mehr Storage-Knoten sind Ausfälle keine Seltenheit. Ausfallsicherheit ist eine grundlegende Designvorgabe und keine nachträgliche betriebliche Überlegung.

Implementierung von Network File System (NFS)

Novus ist eine softwaredefinierte Implementierung des Network File System (NFS)-Protokolls. Es nutzt NFSv4, insbesondere die Erweiterung Parallel NFS (pNFS), um Metadaten- und Datenpfade zu trennen. Clients können mit Standard-NFS-Clients über NFSv4 auf den Novus Data Director (NDD) zugreifen, während sie über NFSv3 direkt auf die Daten auf den ONTAP Datenservern zugreifen.

Paralleles Netzwerkdateisystem (pNFS)

Parallel NFS (pNFS) ist eine mit NFSv4.1 eingeführte Funktion, die die Verwaltung von Dateimetadaten vom Zugriff auf Dateidaten trennt. Der NFS-Server übernimmt die Metadatenoperationen und stellt Clients Informationen darüber bereit, wo die Dateidaten gespeichert sind. Clients können dann direkt auf die Daten auf den dedizierten Storage-Geräten und Datenservern zugreifen, anstatt alle Lese- und Schreibvorgänge über den einzelnen Server zu senden.

Der NFS-Server stellt ein Layout bereit, das beschreibt, wie die Daten jeder Datei angeordnet sind und wie der Client darauf zugreifen kann. Abhängig vom Layout und der Storage-Konfiguration kann ein Client parallel mit einem oder mehreren Datenservern kommunizieren. Dies erhöht die Performance der Datenübertragung und reduziert die Last der Datenverarbeitung auf dem Metadatenserver.

pNFS unterstützt mehrere Layouttypen, darunter Datei-, Block-, Objekt- und flexible Datei-Layouts. Jeder Typ beschreibt eine andere Art, Dateidaten dem zugrunde liegenden Storage zuzuordnen, sowie eine entsprechende Art des Zugriffs für Clients. Novus verwendet das flexible Datei-Layout.

Das flexible Dateilayout von pNFS ist eine neuere Ergänzung zu den Layoutoptionen. Es bietet ein flexibles,

dateibasiertes Layout, das Daten auf mehreren Datenservern beschreiben und auch gespiegelte Kopien unterstützen kann. Der Client nutzt die Layoutinformationen, um den geeigneten Datenserver-Pfad für den Zugriff auszuwählen. Dadurch können Deployments die Datenplatzierung und das Zugriffsverhalten an die Storage-Konfiguration und die Workload-Anforderungen anpassen.

Hauptkomponenten

Es gibt zwei Hauptkomponenten von Novus, die auf dem pNFS-Standard und der Enterprise-Storage-Expertise von NetApp basieren.

ONTAP Datenserver

Der ONTAP Datenserver implementiert die Novus Ebenen. Er speichert Dateidaten und stellt sie NFS-Clients zur Verfügung. Ein Novus Namespace kann seine Dateidaten auf mehrere ONTAP Cluster verteilen, und ein ONTAP Cluster kann mehrere Namespaces bedienen.

Novus Data Director (NDD)

Der Novus Data Director (NDD) stellt die Novus Metadatenebene bereit. Er verwaltet die Namespace-Metadaten, verarbeitet Client-Anfragen für Metadatenoperationen und stellt Clients Layouts bereit, die beschreiben, wo Dateidaten über die ONTAP Cluster hinweg gespeichert sind. Clients interagieren mit dem NDD über NFSv4.2 mit pNFS, während der Zugriff auf die eigentlichen Dateidaten direkt über ONTAP erfolgt.

Weitere Details zu diesen Komponenten und ihrem Zusammenwirken enthält "Novus Architektur".

Zusätzliche Technologien und Konzepte

Es gibt noch einige weitere Konzepte, die für Novus und die zugrunde liegende Technologie relevant sind.

Namensraum

Ein Namespace ist eine logische Struktur, die Ressourcen organisiert und identifiziert und so deren konsistente Referenzierung innerhalb eines definierten Bereichs ermöglicht. Mit NFSv4 ist der Namespace die Hierarchie von Dateien und Verzeichnissen, die Clients präsentiert wird; er bietet eine einheitliche Ansicht exportierter Dateisysteme, die Clients mithilfe von Pfaden durchsuchen können. Jeder NDD Namespace verfügt über eine eigene Metadatenserverinstanz.

Föderation

Verbund ist eine Technik zur Verbindung unabhängiger Systeme, damit sie zusammenarbeiten können, während sie weiterhin getrennt verwaltet werden; sie kann auf Identitäten, Applikation Services, Netzwerke, Datenbanken und andere Ressourcen angewendet werden. Bei der Verwendung mit Datenanbietern ermöglicht Verbund Benutzern oder Applikationen den Zugriff auf Daten aus mehreren Quellen über eine einheitliche Schnittstelle, während die Anbieter die Kontrolle über ihre Daten behalten; dies unterstützt die Interoperabilität und verringert den Bedarf, Informationen zu zentralisieren oder zu duplizieren.

Sharding

Sharding ist eine Technik, um die Daten einer Datenbank auf mehrere Server aufzuteilen, wobei jeder Server einen Teil der Daten speichert und bereitstellt. Kapazität und Performance werden durch die Verteilung von Storage und Abfragelast verbessert.

Border Gateway Protocol

Das Border Gateway Protocol (BGP) ist das Routing-Protokoll, das Erreichbarkeitsinformationen zwischen autonomen Systemen, den Netzwerken, aus denen das Internet besteht, austauscht und Pfade anhand von Routing-Richtlinien und Attributen auswählt. Novus nutzt BGP zur Unterstützung seiner mandantenfähigen Architektur.

Skalierbarer verteilter Metadatenspeicher

Ein skalierbarer verteilter Metadatenspeicher ist ein System, das Metadaten über mehrere Knoten hinweg verwaltet und so hohe Verfügbarkeit, Fehlertoleranz und effizienten Zugriff gewährleistet. In Novus implementiert der Novus Data Director (NDD) einen skalierbaren verteilten Metadatenspeicher (oder einfach *Metadatenspeicher*), um Namespace-Metadaten zu verarbeiten und Clients Layouts für den Zugriff auf Dateidaten bereitzustellen.

Verwandte Informationen

- "RFC 8435: Paralleles NFS (pNFS) flexibles Dateilayout"
- "RFC 8178: Regeln für NFSv4-Erweiterungen und Nebenversionen"
- "RFC 8881: Network File System (NFS) Version 4 Minor-Version-1-Protokoll"
- "RFC 7862: Netzwerkdateisystem (NFS) Version 4 Nebenversion 2 Protokoll"

Novus Storage-System-Architektur

Die Novus-Architektur besteht aus Instanzen des Novus Data Director (NDD) und ONTAP-Datenservern. Die ONTAP-Datenserver unterstützen den Datenpfad, während der NDD Metadaten und Client-Zugriff über Parallel NFS (pNFS) verwaltet.

ONTAP Datenserver

Die Datenserver sind speziell für Novus entwickelte ONTAP Cluster. Sie implementieren die Novus Datenebene, speichern Dateidaten und stellen sie den NFS-Clients zur Verfügung. Ein Novus Namespace kann seine Dateidaten auf mehrere ONTAP Cluster verteilen; ein Cluster kann viele verschiedene Namespaces bedienen. Diese Flexibilität ermöglicht es, Kapazität und Performance durch das bedarfsgerechte Hinzufügen von Datenservern zu erweitern.

Clients greifen mit einem Standard NFS-Client auf die ONTAP Datenserver zu, ohne dass eine benutzerdefinierte NetApp Software erforderlich ist. Nachdem ein Client vom Novus Data Director ein Dateilayout erhalten hat, kann er Dateidaten direkt auf den ONTAP Datenservern über NFSv3 und optional über RDMA lesen und schreiben. Große Datenmengen werden nie über den Novus Data Director geleitet, sodass der Datenverkehr parallel über die Datenserver verläuft.

Die Datenserver nehmen nicht an der Verwaltung des Namespace teil. Sie speichern die Daten jeder Datei als Backing-Dateien in ONTAP Volumes. Ein ONTAP Datenserver verwaltet die Novus Namespace-Metadaten nicht, etwa die Verzeichnisstruktur oder wie Dateien per Striping über Datenserver verteilt werden.

Das AFF A90 für NetApp Novus ist eine Version des AFF A90, die für Novus mit ONTAP entwickelt wurde. Zu den Merkmalen gehören:

- Zusätzliche duale NVRAM-Karten
- Netzwerkadapter mit hoher Bandbreite
- Als standardmäßiges ONTAP HA-Paar konfiguriert
- Schützt Daten mit RAID-DP oder RAID-TEC.

Standard ONTAP Cluster können nicht als Novus-Datenserver verwendet werden; nur speziell für Novus entwickelte Plattformen werden unterstützt.

Novus Data Director

Der Novus Data Director (NDD) ist eine Implementierung der Rolle des Metadatenservers (MDS) in der pNFS-Architektur und stellt die Novus Metadaten-Ebenen bereit. Ein *MDS host* ist ein physischer Server, auf dem Linux sowie die MDS-Protokoll-Services und Metadatenspeicher ausgeführt werden.

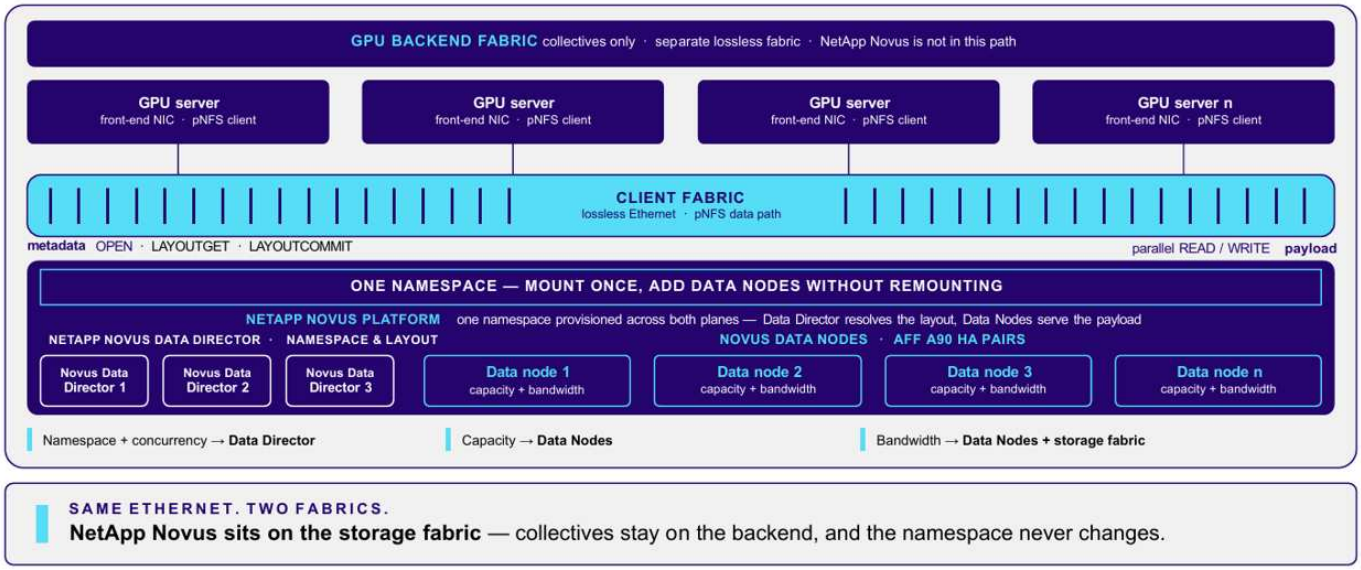
Das NDD präsentiert den Clients jeden Namespace als ein einzelnes Dateisystem. Es verwaltet die Namespace-Metadaten: Dateien und Verzeichnisse, Dateiattribute, die Zuordnung, wo die Daten jeder Datei gespeichert sind, sowie den Protokollstatus, der zur Koordination des Clientzugriffs erforderlich ist. Clients hängen einen Namespace über seine virtuelle IP-Adresse ein und kommunizieren mit dem NDD über NFSv4.2 mit parallel NFS (pNFS). Das NDD verarbeitet alle Metadatenoperationen wie Suchvorgänge, das Erstellen von Dateien und Attributänderungen. Wenn ein Client eine Datei öffnet, stellt das NDD ein pNFS Flexible File Layout bereit, das dem Client mitteilt, welche Datenserver die Dateidaten enthalten. Der Client kann dann Lese- und Schreibvorgänge direkt mit den ONTAP Datenservern durchführen; das NDD befindet sich im Metadatenpfad, aber nicht im Datenpfad.

Das NDD ist als Software implementiert, die auf einem Cluster aus mindestens drei dedizierten Servern ausgeführt wird. Es kombiniert die Metadatenserverprozesse mit einer replizierten, verteilten Datenbank, die die Namespace-Metadaten auf verschlüsseltem lokalem Storage speichert. Jeder Namespace führt seine eigenen Metadatenserverprozesse auf mehreren dieser Server aus. Alle funktionsfähigen Server kündigen die virtuelle IP-Adresse des Namespace an, wodurch die Clientlast verteilt wird und Clients ein Failover ohne erneutes Mounten ermöglicht wird. Da die maßgeblichen Metadaten in der replizierten Datenbank gespeichert sind, kann ein Server ausfallen und neu gestartet werden, ohne dass der Namespace-Status verloren geht.

Die Platzierung von Daten auf den ONTAP Clustern wird durch den NDD gesteuert. Er führt eine Registrierung der Datenserver, stellt mithilfe einfacher NFS-Prüfungen sicher, dass jeder Datenserver verfügbar ist, und überwacht die freie Kapazität auf jedem Server. Wenn eine Datei erstellt wird, wählt der NDD die Datenserver aus, erstellt die Backing-Dateien über NFS und zeichnet deren Speicherorte auf. Wenn ein Datenserver nicht mehr verfügbar ist, platziert der NDD dort keine neuen Daten mehr und ruft Client Layouts zurück, die darauf verweisen.

Novus Deployment

Die folgende Abbildung veranschaulicht auf hoher Ebene ein typisches Novus Deployment. Zu den wichtigsten Aspekten gehören ein einzelner Namespace mit mehreren Novus Data Directors und ONTAP-Datenserverknoten. Diese Architektur bietet hohe Verfügbarkeit und geringe Latenz zur Unterstützung der Backend-GPU-Server.



Novus Storage-Systemumgebung und -verarbeitung

Es gibt einige wichtige Aspekte der Novus-Umgebung und ihrer Verarbeitung, die Sie verstehen sollten.

Interne Kommunikation zwischen Novus Data Director und ONTAP data server

Die Novus Data Directors kommunizieren mit den ONTAP Datenservern, um Dateizugriff und Verwaltung zu unterstützen. Meist geht dies vom NDD aus und nicht von den ONTAP Servern.

ONTAP Datenserver-Erkennung

Die Novus Data Directors müssen identifizieren, welche Datenserver verfügbar sind. ONTAP initiiert keine Kommunikation mit dem Novus Data Director. Ein Operator oder ein Tool registriert jeden Datenserver über die `mds.conf` Konfigurationsdatei, die beim Start verwendet wird; Datenserver können auch mit dem Befehl `mds-admin ds add` manuell hinzugefügt werden. Jeder Datenserver erscheint als Zeile im verteilten Metadatenspeicher, einschließlich Host, Export, Ports, Status und Kapazität.

Verfügbarkeit des ONTAP Datenservers

Zur Ermittlung der Verfügbarkeit jedes ONTAP Datenservers kommen verschiedene Verfahren zum Einsatz.

Heartbeat

Der MDS sendet über TCP einen NFSv3-NULL-RPC-Aufruf an jeden Online-Datenserver. Standardmäßig geschieht dies alle 5 Sekunden mittels einer Heartbeat-Nachricht.

Offline gehen

Nach einer bestimmten Anzahl aufeinanderfolgender Ausfälle wird der Datenserver als offline markiert. Der MDS legt keine neuen Dateien mehr darauf ab und fordert Clients auf, die Layouts zurückzugeben, die auf ihn verweisen.

Rückkehr

Nach genügend erfolgreichen Prüfungen in Folge kehrt es in den Online-Status zurück. Eine Wartezeit verhindert, dass es ständig hin- und herwechselt.

Client-Fehler zählen nicht

Wenn ein Client einen Fehler meldet, wird dieser lediglich protokolliert. Der Systemstatus des ONTAP Datenservers wird ausschließlich durch die Probes bestimmt.

ONTAP Failover ist unsichtbar

Wenn ein ONTAP HA pair ein Takeover ausführt, bemerkt das MDS dies nur anhand von Probe-Timeouts.

Dateninhalte des ONTAP Datenservers

Das NDD fragt ONTAP nicht, was es speichert. Es weiß es bereits, da es jede Backing-Datei selbst erstellt:

- Beim Erstellen einer Datei wählt der MDS die Datenserver aus, erstellt die Backing-Dateien auf ihnen und speichert das Ergebnis in der Stripe Map im verteilten Metadatenspeicher. Die Stripe Map zeichnet auf, welcher Datenserver und welches NFS-Dateihandle jeden Stripe und jede Spiegelung enthalten.
- Die Sicherungsdateien auf ONTAP haben ein bestimmtes Namensformat im NDD.
- Die Kapazität ist der einzige Betriebswert, den das NDD mit statvfs() bei jedem gemounteten Export von ONTAP ausliest.
- Die Dateigröße wird nicht anhand von ONTAP überprüft. Sie wird aus dem Layout-Commit des Clients ermittelt.

Hochverfügbarkeit und Ausfallsicherheit für den NDD Cluster

Die von den Novus Data Directors verankerte Metadatenebene gewährleistet im System eine hohe Verfügbarkeit und Ausfallsicherheit.

Clusterdesign

Novus nutzt einen Multi-Host-Cluster, um eine hohe Verfügbarkeit und Fehlertoleranz für die NDD Services sicherzustellen.

Drei Hosts mit drei Ausfalldomänen

Ein minimaler NDD-Cluster besteht aus drei physischen Hosts oder virtuellen Maschinen (VMs), die auf separaten Servern bereitgestellt sind. Auf jedem Host läuft ein MDS-Prozess und ein Metadatenspeicherknoten. Der Cluster ist so konzipiert, dass er den Ausfall eines Hosts übersteht.

Alle Replikate dienen

Jede MDS-Replik bedient Clients gleichzeitig, ohne dass eine davon als Standby vorgesehen ist. Alle fehlerfreien Replikate geben dieselbe VIP über BGP bekannt. BFD (fast link-failure detection) ist erforderlich, da die BGP-eigenen Timer allein kein vollständig akzeptabler Failover-Mechanismus sind. Eine Replik gibt die VIP nur dann bekannt, wenn ihr NFS-Service, ihr Gateway und ihre Metadatenspeicherverbindung vollständig für die Client-Verarbeitung bereit sind.

Metadatenreplikation

Der verteilte Metadatenspeicher verwaltet drei synchrone Kopien. Ein Arbitrator verhindert ein Split-Brain-Szenario, indem er sich für Nichtverfügbarkeit entscheidet, statt zuzulassen, dass beide Seiten schreiben.

Neustarts sind sicher

MDS-Prozesse speichern keinen eigenen Zustand; der verteilte Metadatenspeicher enthält die maßgeblichen Metadaten.

Einschränkungen und Vorsichtsmaßnahmen

Außerdem sollten Sie sich der folgenden Einschränkungen und Vorsichtsmaßnahmen bewusst sein:

- Für die Eigentümerschaft von Unterbäumen erfolgt kein automatisches Failover. Der Namespace kann in Unterbäume aufgeteilt werden, von denen jeder einem MDS gehört. Fällt ein Eigentümer aus, hängt sein Unterbaum, bis der Eigentümer zurückkehrt, selbst wenn der VIP bereits verschoben wurde.
- Ein Hostausfall betrifft alle Mandanten auf diesem Host, da jeder Mandant über eine Replik pro Host verfügt.
- Clients müssen die VIP und nicht eine Host-IP einbinden. Andernfalls kann der Client kein Failover durchführen.
- Hard Mounts können während der Wiederherstellung blockieren. Eine blockierte Mount-Verbindung bedeutet nicht, dass Daten verloren gegangen sind.
- Wartungsarbeiten erfolgen immer nur an jeweils einer Replik. Zunächst wird die Replik aus der VIP entfernt und entlastet.

Novus Anforderungen

Die Anforderungen von Novus lassen sich im Allgemeinen in drei Kategorien einteilen.

Weitere Informationen zu den Produktanforderungen und -beschränkungen finden Sie im NetApp Hardware Universe und im Interoperability Matrix Tool.

ONTAP Datenserver

Für die mit Novus verwendeten ONTAP-Datenserver gelten verschiedene Anforderungen und Einschränkungen. Für die erste Produktversion handelt es sich um eine ONTAP-basierte AFF Plattform mit Novus-spezifischen Hardwareerweiterungen und einem eingeschränkten Software- und Konfigurationsprofil. Das unterstützte Design ist zum Marktstart bewusst begrenzt, wobei die wichtigsten Anforderungen und Einschränkungen ausdrücklich genannt werden.

AFF A90 für NetApp Novus

Dies ist ein AFF A90 System, das speziell für Novus konfiguriert ist und in einem Novus Deployment als ONTAP Datenserver verwendet wird. Jedes AFF A90 für NetApp Novus ist ein ONTAP HA-Paar mit zwei Nodes, ohne Switches, mit Dual NVRAM und 400GbE Hostnetzwerk.

ONTAP-Details

Auf den Novus ONTAP Datenservern läuft eine angepasste Version von ONTAP 9.19.1.

Lizenzierung

Novus nutzt ONTAP One. Es ist keine zusätzliche Lizenzierung erforderlich.

NVRAM und Basishardware

Der ONTAP Datenserver benötigt zwei NVRAM-Karten anstelle der standardmäßigen Einzelkartenkonfiguration. Das System muss die AFF Hardwarekonfiguration für Novus verwenden, einschließlich einer Werkskonfiguration, die die Dual-NVRAM ONTAP Datenservervariante identifiziert.

Netzwerkhardware

Der ONTAP Datenserver benötigt CX-7 Netzwerkkarten, die 400G Frontend-, 400G HA Back-to-Back- und 100G Cluster Back-to-Back-Konnektivität unterstützen.

Clustergröße und HA

Das unterstützte ONTAP Datenserver Deployment ist ein einzelnes HA-Paar, implementiert als Cluster ohne Switches mit zwei Nodes.

SVM Anforderung

Die Unterstützung ist auf eine Daten-SVM pro Cluster beschränkt.

Protokolle

Der ONTAP Datenpfad unterstützt ausschließlich NFSv3. In der ersten Version unterstützt der ONTAP Datenpfad keine anderen Protokolle (NFSv4, SMB, S3, SAN-Protokolle).

Novus Data Director

Der Novus Data Director (NDD) ist eine Implementierung des Metadatenservers (MDS), wie in der Parallel NFS (pNFS)-Architektur definiert. Es handelt sich um ein softwaredefiniertes Paket, das auf einem entsprechend konfigurierten Server ausgeführt wird.

> Für ein unterstütztes Deployment sind mindestens drei Novus Data Directors erforderlich. Jeder muss sich in einer separaten Ausfalldomäne befinden, um hohe Verfügbarkeit und Fehlertoleranz zu gewährleisten. Zur Ermittlung der richtigen Anzahl von AFF A90 für Novus Systeme und NDD Server für Ihre Umgebung und Workload steht Ihnen Ihr NetApp Account-Team zur Verfügung.

Zusammenfassung der Host-Plattform

Ein vom Kunden oder einem Partner bereitgestellter Server, der die Hardware- und Firmware-Konfigurationsanforderungen von NetApp Novus erfüllt. Die Hosts müssen RHEL 9 mit NVMe-Laufwerken in RAID1 (2 Laufwerke) oder RAID10 (4 bis 12 Laufwerke) ausführen.

Linux und NFS

Red Hat Linux 9.8 mit NFSv4 (v4.2); pNFS muss aktiviert und korrekt konfiguriert sein.

Minimales Cluster Deployment

Drei Novus Data Directors in drei separaten Ausfalldomänen unterstützen mindestens ein ONTAP HA-Paar. Jeder Mandant verfügt über einen eigenen Datenbankcluster mit drei Kopien der Daten (eine auf jedem Host).

Netzwerk

Jeder Mandant ist in einem eigenen VLAN und VRF isoliert.

Novus Clients

Das flexible NFS-Dateilayout wird von den Standard-NFS-Clients unterstützt, die mit Ubuntu 24.04 und höher sowie mit Red Hat Linux 9.8 und höher verfügbar sind. Für ein flexibles Dateilayout mit Striping wird nur der NFS-Client unter Ubuntu 26.04 unterstützt.

Verwandte Informationen

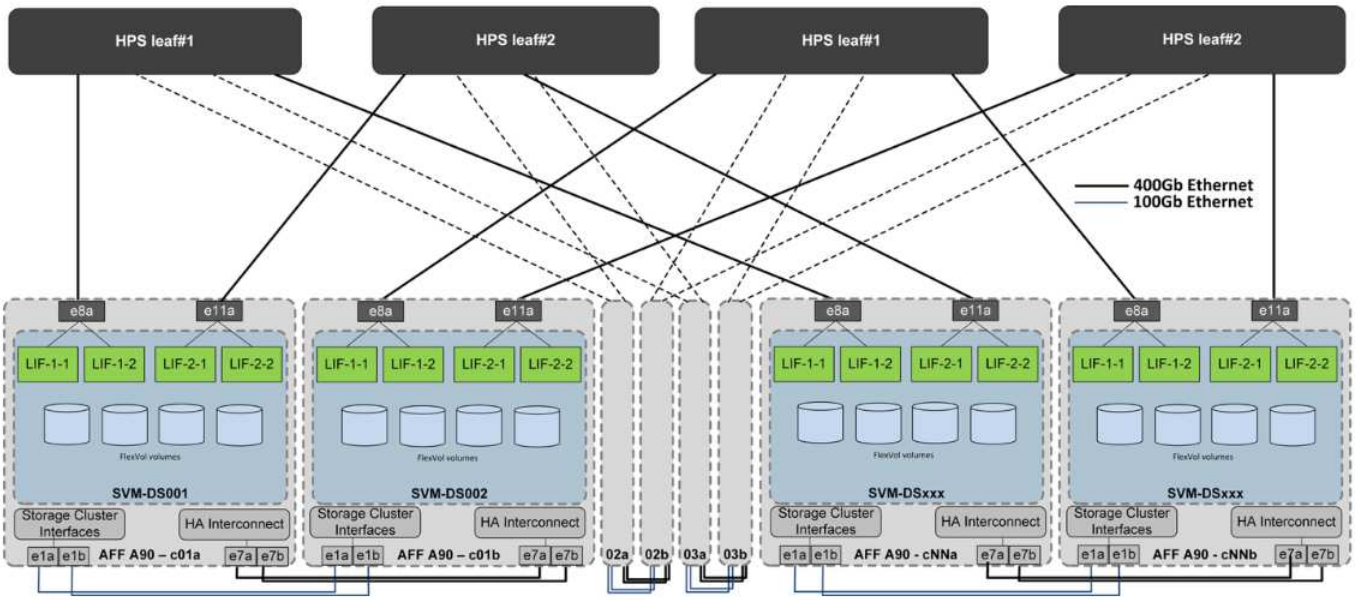
- "Häufig gestellte Fragen zu Novus Storage-Systemen"
- "NetApp Hardware Universe"
- "Interoperabilitätsmatrix-Tool"

Beispiel für ein Novus Storage-System Deployment

Ein Novus Storage-System kann je nach Ihren Performance- und Kapazitätsanforderungen in verschiedenen Konfigurationen bereitgestellt werden. Hier ist ein einfaches Beispiel anhand von zwei Abbildungen.

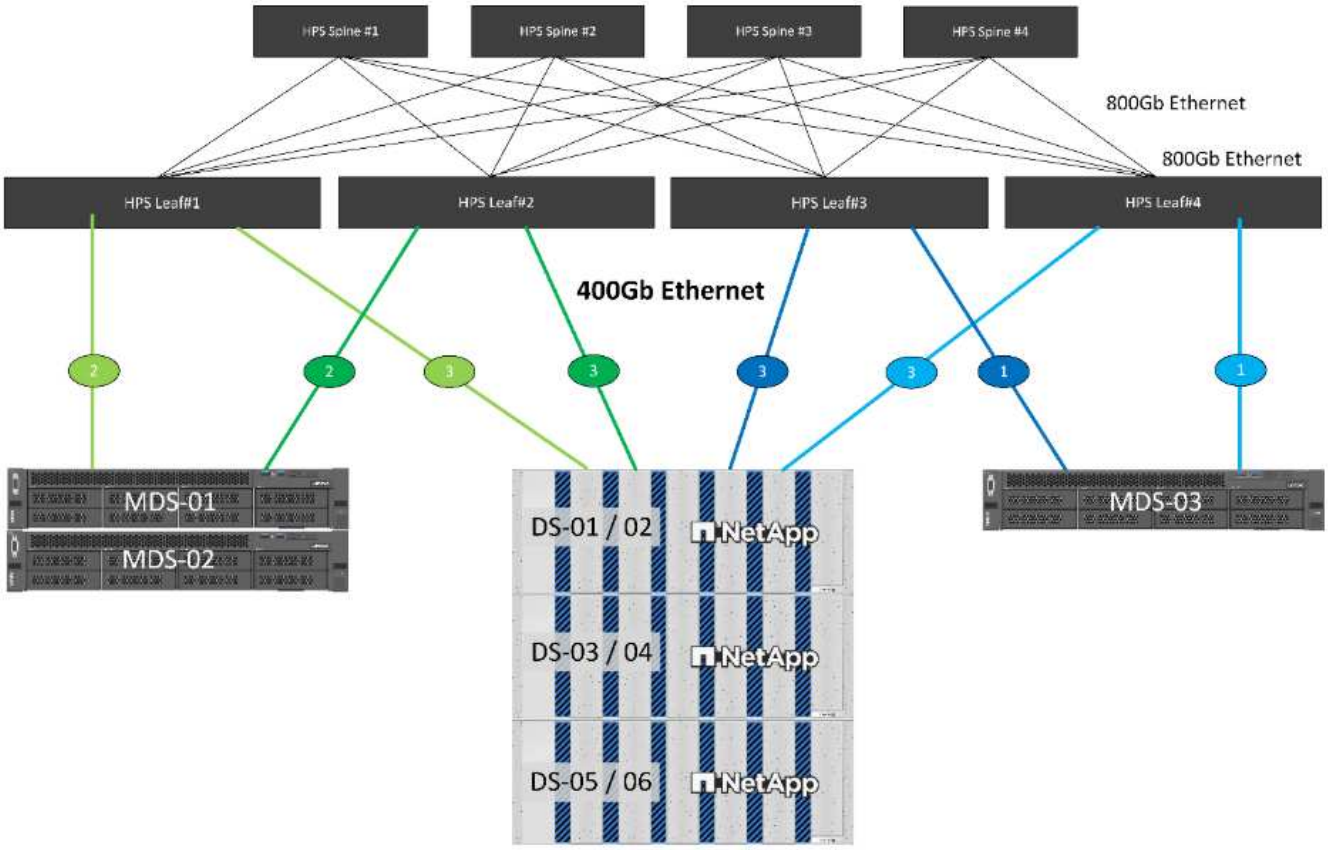
Storage-Cluster-Konnektivität

Die folgende Abbildung veranschaulicht die typische Netzwerkverbindung des Storage-Systems, die für ein Novus Deployment erforderlich ist.



Netzwerkarchitektur für High Performance Storage (HPS)

Deployments mit 1024 GPUs erfordern insgesamt drei AFF A90 für NetApp Novus Storage-Systeme und drei Novus Data Director (NDD) Server, um die standardmäßigen Performance-Anforderungen für GPUs der aktuellen Generation zu erfüllen. Die folgende Abbildung veranschaulicht diese Konfiguration zusammen mit der zugehörigen HPS Netzwerkarchitektur für ein System dieser Größe.


HPS Spine #1
HPS Spine #2
HPS Spine #3
HPS Spine #4
800Gb Ethernet
800Gb Ethernet
HPS Leaf#1
HPS Leaf#2
HPS Leaf#3
HPS Leaf#4
400Gb Ethernet
2
2
3
3
3
3
1
1
MDS-01
MDS-02
MDS-03
DS-01 / 02
NetApp
DS-03 / 04
NetApp
DS-05 / 06
NetApp

Verwendung des Novus Data Director

Informationen zur Verwendung des Novus Data Director

Die Novus Data Directors (NDD) bilden das Fundament der Novus-Metadatenebene und managen die Verteilung und Zuständigkeit von Metadaten über die MDS-Knoten hinweg. Mit der NDD Befehlszeilenschnittstelle können administrative Aufgaben ausgeführt werden. Vor dem Deployment von NetApp Novus in einer Produktionsumgebung ist es unerlässlich, die administrative Struktur und die Konfigurationsoptionen zu verstehen.

Novus Befehlszeilenschnittstelle

Sie verwalten den Novus Data Director über die Linux Befehlszeilenschnittstelle eines der aktiven MDS Hosts. Eine Verbindung zu einem MDS Host ist lokal oder über SSH möglich. Für die NDD Befehlszeilenschnittstelle stehen zwei primäre Werkzeuge zur Verfügung.

mds-admin

Läuft auf einer einzelnen Knoteninstanz (einem Namespace) in mehreren unten beschriebenen Bereichen. Der Befehl stellt eine Verbindung zum pnfs-mds-Admin-Endpunkt her (standardmäßig Port 50051).

ndd-admin

Es arbeitet für das gesamte NDD Deployment (alle Hosts und Namespaces). Sie können Hosts vorbereiten, Namespaces provisionieren und Administrations- und Wartungsaufgaben wie Backup und Restore sowie Schlüsselrotation und Upgrades durchführen. Es führt `mds-admin` bei Bedarf in Ihrem Namen Befehle aus.

Zur Novus-Administration wird `mds-admin` verwendet

Mit der NDD CLI können Sie verschiedene administrative Aufgaben auf dem Novus Data Director durchführen. Diese Aufgaben lassen sich in mehrere Kategorien einteilen.



Bei der Ausführung von Befehlen auf dem NDD ist Vorsicht geboten. Einige Befehle können den Systemzustand verändern oder mit höheren Risiken verbunden sein. Andere, wie beispielsweise die Knotenbefehle (`force-remove`, `subtree-unlink`, `backup restore`), können Schäden verursachen.

Systemstatus, Diagnose und Support

- Status des NDD Clusters ermitteln
- Support Bundle erfassen und Protokollversion ausgeben
- Bereinigung der bei Abstürzen zurückgebliebenen Dateien und Datensätze
- Prüfen oder Reparieren des Protokolls der `mds-admin`Aktionen

MDS Cluster-Mitgliedschaft und Upgrades

- MDS-Knoten hinzufügen, evakuieren, trennen oder entfernen und Standby-Kopien anhängen
- Rollierende Upgrades und das Übertragen von Konfigurationsänderungen jeweils für einen Knoten nach dem anderen

Metadatenbesitz: wie der Namespace auf die MDS-Knoten aufgeteilt ist

- Teilbäume zwischen MDS-Knoten auflisten, verschieben, aufteilen und neu zuordnen sowie automatische Aufteilungsvorschläge genehmigen
- Shards neu ausbalancieren und erläutern, wo ein Pfad platziert ist

Datenserver-Management (ONTAP Backend)

- Datenserver registrieren, entfernen, validieren und entleeren sowie ihren Status festlegen
- Kapazität prüfen, Platzierungsgewichte festlegen, Multipath-Adressen und NFS-Versionen konfigurieren und die Datenserver-Mounts auf dem MDS-Host managen
- Eigentumsmarker für Exporte beanspruchen und das Inventar der Datenserver-Hosts verwalten

Datenplatzierung und -schutz

- Ermitteln, auf welchem Datenserver eine Datei gespeichert ist, und sie anschließend verschieben, neu zuordnen oder einen Spiegel hinzufügen
- Spiegel auf einem Datenserver reparieren, Spiegel zwischen Datenservern verschieben und Dateien bis zur Zielanzahl von Spiegeln auffüllen
- Verwalten des Pools der im Voraus erstellten Dateien
- Tiering aktivieren oder deaktivieren
- Wide Striping für HPC-Pfade aktivieren oder deaktivieren

Namespace-Richtlinie und Datenmanagement

- Quoten festlegen
- Pfade mit Metadaten-Tags versehen und nach Tags suchen
- Metadatenkatalog sichern, überprüfen und wiederherstellen

Clients, Mandanten und Zusatzprozesse

- Ablauf von Clientsitzungen erzwingen, Client-Wiederherstellungsdatensätze bereinigen und Client-Identitätsdatensätze managen
- VIP-Routing nach der Wiederherstellung
- Mandanten erstellen, pausieren, fortsetzen, Snapshots erstellen, wiederherstellen, migrieren und einschränken
- Registrierung und Begrenzung der Ressourcen von Hilfsprozessen („Begleitprozessen“)

Erste Schritte mit der NDD CLI

Sie können mit wenigen grundlegenden Befehlen beginnen.

Über diese Aufgabe

Standardmäßig stellt `mds-admin` eine Verbindung zum Metadatenserver auf dem lokalen Host (127.0.0.1 an Port 50051) her. Für den Zugriff auf eine andere NDD Instanz dienen die Optionen `--mds-host <address>` mit `--mds-port <port>`. Verwendet wird die MDS-Adresse des Hosts, nicht dessen Verwaltungsadresse.

Bevor Sie beginnen

Sie benötigen die IP-Adresse oder den Hostnamen eines MDS-Hosts und SSH-Zugriff darauf. Außerdem benötigen Sie die entsprechenden Anmeldeinformationen, um sich als Root-Benutzer anzumelden.

Schritte

1. Die Verbindung zu einem MDS-Host erfolgt über SSH.

```
ssh root@<mds-host>
```

2. Anzeige der Release- und Protokollversion.

```
mds-admin -V
```

3. Hilfe zu Befehlen erhalten

```
mds-admin --help
mds-admin help status
mds-admin help "ds list"
```

Dabei gilt, dass `--help` alle verfügbaren Befehle auflistet und `help <command>` die Optionen für einen bestimmten Befehl anzeigt. Vollständige mehrteilige Befehle stehen in doppelten Anführungszeichen. Sie können auch mit `mds-admin help -k <keyword>` nach Schlüsselwörtern suchen.

Prüfung des Systemstatus von Novus Data Director

Sie können mit der Nutzung von Novus beginnen, indem Sie eine NDD Systemstatusprüfung durchführen, um sicherzustellen, dass Ihr Deployment ordnungsgemäß funktioniert.

Über diese Aufgabe

Diese Aufgabe unterstützt Sie bei der Überprüfung des Systemstatus Ihres Novus Data Director (NDD) Deployment, damit sichergestellt ist, dass alle Komponenten ordnungsgemäß funktionieren.

Bevor Sie beginnen

Sie sollten Zugriff auf die NDD Befehlszeilenschnittstelle haben, einschließlich der erforderlichen Berechtigungen zum Ausführen des `mds-admin`Befehls. Zusätzlich empfiehlt sich die Prüfung von "Informationen zur Verwendung von NDD".

Schritte

1. Der allgemeine Systemstatus:

```
mds-admin status
```

2. Die Erreichbarkeit aller MDS-Knoten bestätigen:

```
mds-admin cluster status
```

3. Liste der ONTAP Datenserver:

```
mds-admin ds list
```

4. Kapazität der Datenserver:

```
mds-admin ds capacity show
```

5. Ausführen einer Systemstatusprüfung:

```
timeout 60 mds-admin doctor
```

6. Speicherort der Daten einer Datei:

```
mds-admin file locate <path>
```

Mehr erfahren

Zusätzliche Ressourcen für Novus Storage-Systeme

Es stehen Ihnen zusätzliche Ressourcen zur Verfügung, die Sie bei der Verwaltung und dem Support von Novus unterstützen und mit denen Sie mehr über ONTAP sowie die zugehörigen NetApp Produkte und Services erfahren können.

Novus und verwandte Ressourcen

- "NetApp Novus"

ONTAP-Dokumentation

- "Einheitliches ONTAP"
- "ONTAP Automatisierung"

NetApp Support

- "NetApp Support Site"
- "NetApp Hardware Universe"
- "NetApp Interoperabilitätsmatrix-Tool"
- "NetApp Wissensdatenbank"

Häufig gestellte Fragen zu Novus Storage-Systemen

Diese Liste mit häufig gestellten Fragen (FAQ) beantwortet Ihre Fragen zu Ihrem Novus Storage-System. Sie enthält außerdem Konzepte und Fachbegriffe, die Ihnen bei der detaillierteren Erkundung des Produkts hilfreich sein können.

Welche Protokolle unterstützt NetApp Novus?

Novus unterstützt die folgenden Protokolle:

- pNFS mit NFS v4.2 (erforderlich für das flexible Dateilayout von pNFS)
- NFS über RDMA
- NVIDIA GPUDirect

Unterstützt Novus das flexible Dateilayout von pNFS?

Ja, das flexible Dateilayout von pNFS wird unterstützt. Für das flexible Dateilayout mit breitem Striping benötigen Sie einen NFS-Client in einer unterstützten Linux-Distribution. Stand Oktober 2026 unterstützt nur der mit Ubuntu 26.04 bereitgestellte NFS-Client breites Striping.

Benötigt Novus einen benutzerdefinierten Dateisystem-Client?

Nein. Novus funktioniert mit standardmäßigen NFS-Clients.

Ist Novus mandantenfähig?

Ja: Novus bietet sichere Mandantenfähigkeit durch:

- Namespace-Isolierung auf Metadatenebene
- Netzwerkisolation durch Subnetz/VLAN
- Knotenpools: dedizierter Novus Data Director, Namespace und KVS
- Identitätsanbieter- und Verschlüsselungsschlüsselverwaltung pro Mandant
- Dedizierte Datenserver für Mandanten

Wie hoch ist die maximale Storage-Kapazität eines Novus Clusters?

Die erste Version von Novus unterstützt bis zu 600 AFF A90 HA-Paare (Systeme). Das gesamte Storage-Limit eines Clusters hängt von der Größe der verwendeten Laufwerke ab.

Wie werden Metadaten über die Novus Data Directors hinweg partitioniert und geschützt?

Die Metadaten werden auf Knotengruppen verteilt und innerhalb jeder Knotengruppe dreifach repliziert. Eine Knotengruppe besteht aus drei Data Directors, weshalb die Metadatenebene immer in Dreierschritten erweitert wird. Die Verteilung erfolgt nach Schlüsselbereichen, beispielsweise enthält eine Knotengruppe die Schlüssel A bis N und eine andere die Schlüssel M bis Z, sodass die Metadatentabellen beim Hinzufügen von Knotengruppen auf die größere Gesamtmenge partitioniert werden.

Kann ein vorhandener ONTAP AFF A90 Cluster umgewidmet und für Novus verwendet werden?

Nein. Vorhandene ONTAP Controller können nicht für ein Novus Deployment umfunktioniert oder aufgerüstet werden. Für NetApp Novus ist ein neues AFF A90 erforderlich.

Rechtliche Hinweise für das Novus Storage-System

Rechtliche Hinweise bieten Zugriff auf Urheberrechtsvermerke, Marken, Patente und mehr.

Copyright

"https://www.netapp.com/company/legal/copyright/"

Marken

NETAPP, das NETAPP-Logo und die auf der NetApp Trademarks-Seite aufgeführten Marken sind Marken von NetApp, Inc. Andere Firmen- und Produktnamen können Marken ihrer jeweiligen Eigentümer sein.

"https://www.netapp.com/company/legal/trademarks/"

Patente

Eine aktuelle Liste der NetApp owned patents finden Sie unter:

https://www.netapp.com/pdf.html?item=/media/11887-patentspage.pdf

Datenschutzrichtlinie

"https://www.netapp.com/company/legal/privacy-policy/"

Open Source

Hinweisdateien enthalten Informationen über Urheberrechte und Lizenzen Dritter, die in NetApp Software verwendet werden.

- "Hinweis für ONTAP 9.19.1P91"
- "Hinweis zu NetApp Data Director 26.10"

Copyright-Informationen

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

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

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

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

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

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

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

Markeninformationen

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