



Hosts mit NVMe-of konfigurieren

SAN hosts and cloud clients

NetApp
March 29, 2024

Inhalt

- Hosts mit NVMe-of konfigurieren 1
 - Überblick 1
 - NVMe/FC-Hostkonfiguration für AIX mit ONTAP 1
 - ESXi 8
 - Oracle Linux 22
 - RHEL 154
 - SLES 286
 - Ubuntu 359
 - Windows 370
 - Fehlerbehebung 393

Hosts mit NVMe-of konfigurieren

Überblick

Sie können bestimmte SAN-Hosts für das NVMe-of-Protokoll (NVMe over Fabrics) konfigurieren, das NVMe/FC (NVMe over Fibre Channel) und NVMe over TCP (NVMe/TCP) mit ONTAP als Ziel umfasst. Je nach Host-Betriebssystem und ONTAP-Version konfigurieren und validieren Sie das NVMe/FC- bzw. NVMe/TCP-Protokoll oder beides auf dem Host.

NVMe/FC-Hostkonfiguration für AIX mit ONTAP

Sie können NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) auf IBM AIX und VIOS/PowerVM Hosts aktivieren, die ONTAP Storage als Ziel verwenden. Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Für die NVMe/FC-Hostkonfiguration für einen AIX-Host mit ONTAP ist folgende Unterstützung verfügbar:

- Ab ONTAP 9.13.1 wird NVMe/FC-Unterstützung für IBM AIX 7.2 TL5 SP6, AIX 7.3 TL1 SP2 und VIOS 3.1.4.21 Versionen mit SAN-Boot-Unterstützung für physische und virtuelle Stacks hinzugefügt. Weitere Informationen zum Einrichten der SAN-Startunterstützung finden Sie in der IBM-Dokumentation.
- NVMe/FC wird von power9- und Power10-IBM-Servern unterstützt.
- Für NVMe Geräte ist kein separates PCM (Path Control Module) wie Host Utilities für AIX SCSI Multipath I/O (MPIO) Unterstützung erforderlich.
- Der Virtualisierungssupport mit NetApp (VIOS/PowerVM) wird mit VIOS 3.1.4.21 eingeführt. Dieser wird *only* über den NPIV (N_PortID Virtualization) Speichervirtualisierungsmodus unterstützt, der den Power10 IBM-Server verwendet.

Was Sie benötigen

- Überprüfen Sie, ob Sie über 32-GB-FC-Emulex-Adapter (EN1A, EN1B, EN1L, EN1M) oder 64-GB-FC-Adapter (EN1N, EN1P) mit Adapter-Firmware 12.4.257.30 und höher verfügen.
- Bei einer MetroCluster-Konfiguration empfiehlt NetApp, die AIX NVMe/FC Standard-APD-Zeit (All Path Down) zu ändern, um ungeplante MetroCluster Switchover-Ereignisse zu unterstützen, um zu vermeiden, dass das AIX Betriebssystem eine kürzere I/O-Zeitüberschreitung durchsetzt. Weitere Informationen und die empfohlenen Änderungen an den Standardeinstellungen finden Sie im öffentlichen Bericht 1553249.
- Standardmäßig beträgt der Asymmetric Namespace Access Transition Timeout (ANATT)-Wert für das AIX-Host-Betriebssystem 30 Sekunden. IBM bietet einen Interim Fix (ifix), der den ANATT-Wert auf 60 Sekunden kappen lässt. Sie müssen ein ifix von der IBM-Website installieren, um sicherzustellen, dass alle ONTAP-Workflows unterbrechungsfrei sind.



Für die Unterstützung von NVMe/FC AIX müssen Sie ein ifix auf den GA-Versionen von AIX OS installieren. Dies ist für das VIOS/PowerVM-Betriebssystem nicht erforderlich.

die ifix-Details lauten wie folgt:

- Für AIX-Level 72-TL5-SP6-2320 installieren Sie den `IJ46710s6a.230509.epkg`. z Paket.
- Für AIX Level 73-TL1-SP2-2320 installieren Sie den `IJ46711s2a.230509.epkg`. z Paket.

Weitere Informationen zur Verwaltung von Ifixen finden Sie unter ["Verwalten von Interim Fixes auf AIX"](#).



Sie müssen die ifixes auf einer AIX-Version installieren, für die keine zuvor installierten ifixes vorhanden sind `devices.pciex.pciexclass.010802.rte` Auf dem System. Wenn diese Ifixe vorhanden sind, werden sie mit der neuen Installation in Konflikt stehen.

In der folgenden Tabelle werden die HBAs dargestellt, die der AIX LPAR (AIX Logical Partition) oder dem physischen Stack zugewiesen sind:

Host-Betriebssystem	Power Arch	Power-FW-Version	Modus	Kommentare
AIX 7.2 TL5 SP6	Leistungs9	FW 950 oder höher	Physischer Stack	ifix verfügbar über TS012877410.
	Leistungs10	FW 1010 oder höher	Physischer Stack	SAN-Boot wird unterstützt. ifix verfügbar über TS012877410.
AIX 7.3 TL1 SP2	Leistungs9	FW 950 oder höher	Physischer Stack	ifix verfügbar über TS012877410.
	Leistungs10	FW 1010 oder höher	Physischer und virtueller Stack	ifix verfügbar über TS012877410.

In der folgenden Tabelle werden die dem VIOS mit NPIV-Unterstützung zugewiesenen HBAs im virtualisierten Modus dargestellt:

Host-Betriebssystem	Power Arch	Power-FW-Version	Modus	Kommentare
VIOS/PowerVM 3.1.4.21	Leistungs10	FW 1010 oder höher	Virtueller Stack	Der Support beginnt mit AIX 7.3 TL1 SP2 für VIOC

Bekannte Einschränkungen

Die NVMe/FC-Hostkonfiguration für AIX mit ONTAP weist folgende bekannte Einschränkungen auf:

- QLogic/Marvel 32G FC HBAs auf einem AIX-Host unterstützt NVMe/FC nicht.
- SAN-Boot wird für NVMe/FC-Geräte mit power9 IBM-Server nicht unterstützt.

Multipathing

IBM MPIO (Multi Path I/O), das für NVMe Multipathing verwendet wird, wird standardmäßig bei der Installation von AIX OS bereitgestellt.

Sie können mithilfe des überprüfen, ob NVMe-Multipathing für einen AIX-Host aktiviert ist `lsmpio` Befehl:

```
#[root@aix_server /]: lsmpio -l hdisk1
```

Beispielausgabe

name	path_id	status	path_status	parent	connection
hdisk1	8	Enabled	Sel,Opt	nvme12	fcnvme0, 9
hdisk1	9	Enabled	Sel,Non	nvme65	fcnvme1, 9
hdisk1	10	Enabled	Sel,Opt	nvme37	fcnvme1, 9
hdisk1	11	Enabled	Sel,Non	nvme60	fcnvme0, 9

Konfiguration von NVMe/FC

Gehen Sie wie folgt vor, um NVMe/FC für Broadcom/Emulex-Adapter zu konfigurieren.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).
2. Standardmäßig ist die Unterstützung des NVMe/FC-Protokolls im physischen FC aktiviert. Die Unterstützung des NVMe/FC-Protokolls ist jedoch im virtuellen Fibre Channel (VFC) auf dem virtuellen I/O-Server (VIOS) deaktiviert.

Liste der virtuellen Adapter abrufen:

```
$ lsmap -all -npiv
```

Beispielausgabe

```
Name                Physloc                ClntID ClntName
ClntOS
-----
-----
vfchost0            U9105.22A.785DB61-V2-C2                4 s1022-iop-mcc-
AIX
Status:LOGGED_IN
FC name:fcs4                FC loc code:U78DA.ND0.WZS01UY-P0-C7-T0
Ports logged in:3
Flags:0xea<LOGGED_IN,STRIP_MERGE,SCSI_CLIENT,NVME_CLIENT>
VFC client name:fcs0                VFC client DRC:U9105.22A.785DB61-V4-C2
```

3. Aktivieren Sie die Unterstützung für das NVMe/FC-Protokoll auf einem Adapter, indem Sie den ausführen `ioscli vfcctrl` Befehl auf dem VIOS:

```
$ vfcctrl -enable -protocol nvme -vadapter vfchost0
```

Beispielausgabe

```
The "nvme" protocol for "vfchost0" is enabled.
```

4. Stellen Sie sicher, dass die Unterstützung auf dem Adapter aktiviert wurde:

```
# lsattr -El vfchost0
```

Beispielausgabe

```
alt_site_wwpn      WWPN to use - Only set after migration  False
current_wwpn    0    WWPN to use - Only set after migration  False
enable_nvme     yes  Enable or disable NVME protocol for NPIV  True
label           User defined label                      True
limit_intr      false Limit NPIV Interrupt Sources        True
map_port        fcs4 Physical FC Port                     False
num_per_nvme    0    Number of NPIV NVME queues per range  True
num_per_range   0    Number of NPIV SCSI queues per range  True
```

5. NVMe/FC-Protokoll für alle aktuellen Adapter oder ausgewählte Adapter aktivieren:

- a. Aktivieren Sie das NVMe/FC-Protokoll für alle Adapter:

- i. Ändern Sie das `dflt_enabl_nvme` Attributwert von `viosnpiv0` Pseudo-Gerät an `yes`.
- ii. Stellen Sie die ein `enable_nvme` Attributwert an `yes` Für alle VFC-Hostgeräte.

```
# chdev -l viosnpiv0 -a dflt_enabl_nvme=yes
```

```
# lsattr -El viosnpiv0
```

Beispielausgabe

```

bufs_per_cmd      10  NPIV Number of local bufs per cmd
True
dflt_enabl_nvme   yes  Default NVME Protocol setting for a new NPIV adapter
True
num_local_cmds    5    NPIV Number of local cmds per channel
True
num_per_nvme      8    NPIV Number of NVME queues per range
True
num_per_range     8    NPIV Number of SCSI queues per range
True
secure_va_info    no   NPIV Secure Virtual Adapter Information
True

```

- a. Aktivieren Sie das NVMe/FC-Protokoll für ausgewählte Adapter, indem Sie die ändern `enable_nvme` Wert des VFC-Host-Device-Attributs auf `yes`.

6. Verifizieren Sie das FC-NVMe Protocol Device Wurde auf dem Server erstellt:

```
# [root@aix_server /]: lsdev |grep fcnvme
```

Exahornausgabe

```

fcnvme0          Available 00-00-02      FC-NVMe Protocol Device
fcnvme1          Available 00-01-02      FC-NVMe Protocol Device

```

7. Notieren Sie die Host-NQN vom Server:

```
# [root@aix_server /]: lsattr -El fcnvme0
```

Beispielausgabe

```

attach          switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State              True
host_nqn         nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True

```

```
[root@aix_server /]: lsattr -El fcnvme1
```

Beispielausgabe

```
attach      switch
How this adapter is connected  False
autoconfig available
Configuration State           True
host_nqn     nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-
8a378dec31e8 Host NQN (NVMe Qualified Name) True
```

8. Überprüfen Sie die Host-NQN und stellen Sie sicher, dass sie mit der Host-NQN-Zeichenfolge für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt:

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_s922-55-lpar2
```

Beispielausgabe

```
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_s922-55-lpar2 subsystem_s922-55-lpar2 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:64e039bd-27d2-421c-858d-8a378dec31e8
```

9. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports ausgeführt wurden und Sie die Ziel-LIFs sehen können.

NVMe/FC validieren

Sie müssen überprüfen, ob sich die ONTAP-Namespaces korrekt auf dem Host widerspiegeln. Führen Sie dazu den folgenden Befehl aus:

```
# [root@aix_server /]: lsdev -Cc disk |grep NVMe
```

Beispielausgabe

```
hdisk1  Available 00-00-02 NVMe 4K Disk
```

Sie können den Multipathing-Status überprüfen:

```
#[root@aix_server /]: lsmPIO -l hdisk1
```

Beispielausgabe

name	path_id	status	path_status	parent	connection
hdisk1	8	Enabled	Sel,Opt	nvme12	fcnvme0, 9
hdisk1	9	Enabled	Sel,Non	nvme65	fcnvme1, 9
hdisk1	10	Enabled	Sel,Opt	nvme37	fcnvme1, 9
hdisk1	11	Enabled	Sel,Non	nvme60	fcnvme0, 9

Bekannte Probleme

Die NVMe/FC-Hostkonfiguration für AIX mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

Burt-ID	Titel	Beschreibung
1553249	AIX NVMe/FC Standard-APD-Zeit, die zur Unterstützung von MCC-Ereignissen mit ungeplanten Umschaltungen geändert werden soll	Standardmäßig verwenden AIX-Betriebssysteme einen All Path Down (APD)-Timeout-Wert von 20 Sek. für NVMe/FC. Allerdings können die von ONTAP MetroCluster initiierten Workflows für die automatische ungeplante Umschaltung (AUSO) und Tiebreaker eine etwas längere Zeit als das APD-Timeout-Fenster benötigen, was zu I/O-Fehlern führt.
1546017	AIX NVMe/FC ist mit ANATT 60 GB und nicht mit 120 GB ausgestattet, wie von ONTAP angekündigt	ONTAP gibt das ANA (Asymmetric Namespace Access)-Transition Timeout bei der Controller-Identifizierung mit 120 Sek. an. Derzeit liest AIX bei ifix das ANA-Übergangszeitlimit von Controller Identify, aber spannt es effektiv auf 60 Sek., wenn es über diesem Grenzwert liegt.
1541386	AIX NVMe/FC schlägt nach dem Ablauf von ANATT EIO vor	Wenn der ANA(Asymmetric Namespace Access)-Übergang bei jedem Storage-Failover (SFO)-Ereignis die ANA-Transition-Timeout-Obergrenze für einen bestimmten Pfad überschreitet, fällt der AIX-NVMe/FC-Host mit einem I/O-Fehler aus, obwohl alternative fehlerfreie Pfade für den Namespace verfügbar sind.
1541380	AIX NVMe/FC wartet, bis ANATT halb/vollständig abläuft, bevor I/O nach ANA AEN fortgesetzt wird	IBM AIX NVMe/FC unterstützt einige von ONTAP veröffentlichte AENs (Asynchronous Notifications) nicht. Diese suboptimale ANA-Handhabung führt während des SFO-Betriebs zu einer suboptimalen Leistung.

Fehlerbehebung

Vergewissern Sie sich vor der Fehlerbehebung bei NVMe/FC-Fehlern, dass Sie eine Konfiguration ausführen, die den IMT-Spezifikationen (Interoperabilitäts-Matrix-Tool) entspricht. Wenn die Probleme weiterhin bestehen, wenden Sie sich an ["NetApp Support"](#) Für weitere Triage.

ESXi

NVMe-of Host-Konfiguration für ESXi 8.x mit ONTAP

Sie können NVMe over Fabrics (NVMe-of) auf Initiator-Hosts, die ESXi 8.x ausführen, und ONTAP als Ziel konfigurieren.

Instandhaltung

- Ab ONTAP 9.10.1 wird das NVMe-/TCP-Protokoll für ONTAP unterstützt.
- Ab ONTAP 9.9.1 P3 wird das NVMe/FC-Protokoll für ESXi 8 und höher unterstützt.

Funktionen

- ESXi Initiator-Hosts können sowohl NVMe/FC- als auch FCP-Datenverkehr über dieselben Adapter-Ports ausführen. Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Konfigurationen und Versionen.
- Für ESXi 8.0 und höhere Versionen ist HPP (High Performance Plug-in) das Standard-Plug-in für NVMe Geräte.

Bekannte Einschränkungen

- RDM-Zuordnung wird nicht unterstützt.

NVMe/FC aktivieren

NVMe/FC ist in vSphere Versionen standardmäßig aktiviert.

Host-NQN überprüfen

Sie müssen die NQN-Zeichenfolge des ESXi-Hosts überprüfen und überprüfen, ob sie mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt.

```
# esxcli nvme info get
```

Beispielausgabe:

```
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-0000c9f1a436
```

```
# vserver nvme subsystem host show -vserver nvme_fc
```

Beispielausgabe:

```
Vserver Subsystem Host NQN
-----
-----
nvme_fc nvme_ss nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:62a19711-ba8c-475d-c954-
0000c9f1a436
```

Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den verwenden `vserver nvme subsystem host add` Befehl zum Aktualisieren der korrekten Host-NQN-Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-NVMe-Subsystem.

Konfigurieren Sie Broadcom/Emulex und Marvell/Qlogic

Der `lpfc` Treiber und die `qlnativefc` Für Treiber in vSphere 8.x ist die NVMe/FC-Funktion standardmäßig aktiviert.

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Um zu überprüfen, ob die Konfiguration mit dem Treiber oder der Firmware unterstützt wird.

NVMe/FC validieren

Folgende Verfahren stehen zur Validierung von NVMe/FC zur Verfügung:

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob der NVMe/FC-Adapter auf dem ESXi-Host aufgeführt ist:

```
# esxcli nvme adapter list
```

Beispielausgabe:

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
-----	-----	-----	-----
vmhba64	aqn:lpfc:100000109b579f11	FC	lpfc
vmhba65	aqn:lpfc:100000109b579f12	FC	lpfc
vmhba66	aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e286	FC	qlnativefc
vmhba67	aqn:qlnativefc:2100f4e9d456e287	FC	qlnativefc

2. Überprüfen Sie, ob die NVMe/FC-Namespace ordnungsgemäß erstellt wurden:

Die UUIDs im folgenden Beispiel repräsentieren die NVMe/FC Namespace-Geräte.

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.116cb7ed9e574a0faf35ac2ec115969d)
  vmhba64:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:05:d0:39:ea:3a:b2:1f
  vmhba64:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:50 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:50 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:07:d0:39:ea:3a:b2:1f
  vmhba65:C0:T1:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:08:d0:39:ea:3a:b2:1f
  vmhba65:C0:T0:L5 LUN:5 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:00:24:ff:7f:4a:51 WWPN: 21:00:00:24:ff:7f:4a:51 Target: WWNN:
20:04:d0:39:ea:3a:b2:1f WWPN: 20:06:d0:39:ea:3a:b2:1f
```

In ONTAP 9.7 beträgt die Standardblockgröße für einen NVMe/FC-Namespace 4 KB. Diese Standardgröße ist nicht mit ESXi kompatibel. Daher müssen Sie beim Erstellen von Namespaces für ESXi die Namespace-Blockgröße auf **512B** setzen. Sie können dies mit dem `tun vserver nvme namespace create` Befehl.



Beispiel:

```
vserver nvme namespace create -vserver vs_1 -path
/vol/nsvol/namespacel -size 100g -ostype vmware -block-size 512B
```

Siehe ["ONTAP 9 Befehlsman-Pages"](#) Entnehmen.

3. Überprüfen Sie den Status der einzelnen ANA-Pfade der jeweiligen NVMe/FC-Namespace-Geräte:

```
# esxcli storage hpp path list -d uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2005d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=4,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2008d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=4,ANA_GRP_state=AO,health=UP}

fc.20000024ff7f4a51:21000024ff7f4a51-
fc.2004d039ea3ab21f:2006d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=4,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

fc.20000024ff7f4a50:21000024ff7f4a50-
fc.2004d039ea3ab21f:2007d039ea3ab21f-
uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L3
  Device: uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.df960bebb5a74a3eaa1ae55e6b3411d)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=4,ANA_GRP_state=AO,health=UP}
```

Konfiguration von NVMe/TCP

In ESXi 8.x werden die erforderlichen NVMe/TCP-Module standardmäßig geladen. Informationen zur

Konfiguration des Netzwerks und des NVMe/TCP-Adapters finden Sie in der VMware vSphere-Dokumentation.

NVMe/TCP validieren

Zur Validierung von NVMe/TCP gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Überprüfen Sie den Status des NVMe/TCP-Adapters:

```
esxcli nvme adapter list
```

Beispielausgabe:

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
-----	-----	-----	-----
vmhba65 vmnic0	aqn:nvmetcp:ec-2a-72-0f-e2-30-T	TCP	nvmetcp
vmhba66 vmnic2	aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a0-T	TCP	nvmetcp
vmhba67 vmnic3	aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-d1-a1-T	TCP	nvmetcp

2. Liste der NVMe/TCP-Verbindungen abrufen:

```
esxcli nvme controller list
```

Beispielausgabe:


```

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.165:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=AO,health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.168:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T3:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.166:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T2:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=ANO,health=UP}

tcp.vmnic2:34:80:0d:30:ca:e0-tcp.192.168.100.167:4420-
uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L5
  Device: uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf
  Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.f4f14337c3ad4a639edf0e21de8b88bf)
  Path State: active
  Path Config: {ANA_GRP_id=6,ANA_GRP_state=AO,health=UP}

```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of Hostkonfiguration für ESXi 8.x mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung
"1420654"	ONTAP Node ist nicht betriebsbereit, wenn das NVMe/FC-Protokoll mit ONTAP Version 9.9.1 verwendet wird	ONTAP 9.9.1 unterstützt jetzt den NVMe Befehl „abort“. Wenn ONTAP den Befehl „Abbrechen“ erhält, um einen mit NVMe fusionierten Befehl abubrechen, der auf seinen Partnerbefehl wartet, tritt eine ONTAP Node-Unterbrechung auf. Das Problem wird nur bei Hosts bemerkt, die abgesicherte NVMe Befehle (z. B. ESX) und Fibre Channel (FC) verwenden.
1543660	I/O-Fehler tritt auf, wenn bei Linux VMs mit vNVMe Adaptern lange alle Pfade ausfallen (APD)	Linux-VMs, die vSphere 8.x und höher ausführen und virtuelle NVMe-Adapter (vNVME) verwenden, stoßen auf einen I/O-Fehler, da der vNVMe-Wiederholungsvorgang standardmäßig deaktiviert ist. Um eine Unterbrechung bei Linux VMs zu vermeiden, auf denen ältere Kernel während einer Alle Pfade unten (APD) ausgeführt werden, oder eine hohe I/O-Last zu vermeiden, hat VMware eine abstimmbare „VSCSIDisableNvmeRetry“ eingeführt, um den vNVMe-Wiederholungsvorgang zu deaktivieren.

Verwandte Informationen

["TR-4597-VMware vSphere with ONTAP"](#)

["Unterstützung von VMware vSphere 5.x, 6.x und 7.x mit NetApp MetroCluster \(2031038\)"](#)

["Unterstützung für VMware vSphere 6.x und 7.x mit NetApp SnapMirror® Business Continuity \(SM-BC\)"](#)

NVMe-of Host-Konfiguration für ESXi 7.x mit ONTAP

Instandhaltung

- Ab ONTAP 9.7 unterstützt NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) jetzt auch VMware vSphere Versionen.
- Ab 7.0U3c wird die NVMe/TCP Funktion für den ESXi Hypervisor unterstützt.
- Ab ONTAP 9.10.1 wird die NVMe/TCP Funktion für ONTAP unterstützt.

Funktionen

- Auf dem ESXi-Initiator-Host kann NVMe/FC- und FCP-Datenverkehr über dieselben Adapter-Ports ausgeführt werden. Siehe ["Hardware Universe"](#) Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#) Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Konfigurationen und Versionen.
- Ab ONTAP 9.9.1 P3 wird die NVMe/FC-Funktion für ESXi 7.0 Update 3 unterstützt.
- Für ESXi 7.0 und neuere Versionen ist HPP (High Performance Plugin) das Standard-Plug-in für NVMe-Geräte.

Bekannte Einschränkungen

Die folgenden Konfigurationen werden nicht unterstützt:

- RDM-Zuordnung
- VVols

NVMe/FC aktivieren

1. Überprüfen Sie den NQN-String des ESXi-Hosts und vergewissern Sie sich, dass er mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem im ONTAP-Array übereinstimmt:

```
# esxcli nvme info get
Host NQN: nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx

# vservers nvme subsystem host show -vservers vservers_nvme
Vservers Subsystem Host NQN
-----
vservers_nvme ss_vservers_nvme nqn.2014-08.com.vmware:nvme:nvme-esx
```

Konfigurieren Sie Broadcom/Emulex

1. Überprüfen Sie, ob die Konfiguration mit dem erforderlichen Treiber/der erforderlichen Firmware unterstützt wird, indem Sie auf [verweisen "NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).
2. Legen Sie den Parameter `lpfc`-Treiber fest `lpfc_enable_fc4_type=3` NVMe/FC-Unterstützung in der ermöglichen `lpfc` Treiber und starten Sie den Host neu.



Ab vSphere 7.0 Update 3 werden die `brcmnvme_fc` Treiber ist nicht mehr verfügbar. Deshalb, das `lpfc` Er enthält nun die bereits mit dem bereitgestellten NVMe-over-Fibre-Channel-Funktionen (NVMe/FC) `brcmnvme_fc` Treiber.



Der `lpfc_enable_fc4_type=3` Der Parameter ist standardmäßig für die Adapter der LPe35000-Serie eingestellt. Sie müssen den folgenden Befehl ausführen, um ihn manuell für Adapter der LPe32000-Serie und der LPe31000-Serie einzustellen.

```
# esxcli system module parameters set -m lpfc -p lpfc_enable_fc4_type=3

#esxcli system module parameters list -m lpfc | grep lpfc_enable_fc4_type
lpfc_enable_fc4_type          int      3          Defines what FC4 types
are supported

#esxcli storage core adapter list
HBA Name  Driver  Link State  UID
Capabilities  Description
-----  -
vmhba1    lpfc    link-up    fc.200000109b95456f:100000109b95456f
Second Level Lun ID (0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter  FC HBA
vmhba2    lpfc    link-up    fc.200000109b954570:100000109b954570
Second Level Lun ID (0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000
Fibre Channel Adapter  FC HBA
vmhba64   lpfc    link-up    fc.200000109b95456f:100000109b95456f
(0000:86:00.0) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
vmhba65   lpfc    link-up    fc.200000109b954570:100000109b954570
(0000:86:00.1) Emulex Corporation Emulex LPe36000 Fibre Channel Adapter
NVMe HBA
```

Konfiguration von Marvell/QLogic

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob die Konfiguration mit dem erforderlichen Treiber/der erforderlichen Firmware unterstützt wird, indem Sie auf lesen "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".
2. Stellen Sie die ein qlnativefc Treiberparameter ql2xnvmesupport=1 NVMe/FC-Unterstützung in der ermöglichen qlnativefc Treiber und starten Sie den Host neu.

```
# esxcfg-module -s 'ql2xnvmesupport=1' qlnativefc
```



Der qlnativefc Der Treiberparameter ist für die Adapter der Serie QLE 277x standardmäßig eingestellt. Sie müssen den folgenden Befehl ausführen, um ihn manuell für Adapter der Serie QLE 277x einzustellen.

```
esxcfg-module -l | grep qlnativefc
qlnativefc          4      1912
```

3. Überprüfen Sie, ob nvme auf dem Adapter aktiviert ist:

```
#esxcli storage core adapter list
```

HBA Name	Driver	Link State	UID
Capabilities	Description		
vmhba3	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae
Second Level Lun ID (0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb			
Fibre Channel to PCIe Adapter FC Adapter			
vmhba4	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af
Second Level Lun ID (0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb			
Fibre Channel to PCIe Adapter FC Adapter			
vmhba64	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817ae:21000024ff1817ae
(0000:5e:00.0) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe			
Adapter NVMe FC Adapter			
vmhba65	qlnativefc	link-up	fc.20000024ff1817af:21000024ff1817af
(0000:5e:00.1) QLogic Corp QLE2742 Dual Port 32Gb Fibre Channel to PCIe			
Adapter NVMe FC Adapter			

NVMe/FC validieren

1. Vergewissern Sie sich, dass der NVMe/FC-Adapter auf dem ESXi Host aufgeführt ist:

```
# esxcli nvme adapter list
```

Adapter	Adapter Qualified Name	Transport Type	Driver
Associated Devices			
vmhba64	aqn:qlnativefc:21000024ff1817ae	FC	qlnativefc
vmhba65	aqn:qlnativefc:21000024ff1817af	FC	qlnativefc
vmhba66	aqn:lpfc:100000109b579d9c	FC	lpfc
vmhba67	aqn:lpfc:100000109b579d9d	FC	lpfc

2. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Namespaces ordnungsgemäß erstellt wurden:

Die UUIDs im folgenden Beispiel repräsentieren die NVMe/FC Namespace-Geräte.

```
# esxcfg-mpath -b
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e : NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  vmhba65:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:2f:00:a0:98:df:e3:d1
  vmhba65:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:69 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:69 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:1a:00:a0:98:df:e3:d1
  vmhba64:C0:T0:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:18:00:a0:98:df:e3:d1
  vmhba64:C0:T1:L1 LUN:1 state:active fc Adapter: WWNN:
20:00:34:80:0d:6d:72:68 WWPN: 21:00:34:80:0d:6d:72:68 Target: WWNN:
20:17:00:a0:98:df:e3:d1 WWPN: 20:19:00:a0:98:df:e3:d1
```



In ONTAP 9.7 beträgt die Standardblockgröße für einen NVMe/FC Namespace 4 KB. Diese Standardgröße ist nicht mit ESXi kompatibel. Wenn Sie also Namespaces für ESXi erstellen, müssen Sie die Namespace-Blockgröße als 512 b festlegen. Sie können dies mit dem `tun vserver nvme namespace create` Befehl.

Beispiel

```
vserver nvme namespace create -vserver vs_1 -path /vol/nsvol/namespacel -size
100g -ostype vmware -block-size 512B
```

Siehe ["ONTAP 9 Befehlsman-Pages"](#) Entnehmen.

3. Überprüfen Sie den Status der einzelnen ANA-Pfade der jeweiligen NVMe/FC-Namespace-Geräte:

```

esxcli storage hpp path list -d uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201800a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:201a00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7269:210034800d6d7269-
fc.201700a098dfe3d1:202f00a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba65:C0:T0:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

fc.200034800d6d7268:210034800d6d7268-
fc.201700a098dfe3d1:201900a098dfe3d1-
uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Runtime Name: vmhba64:C0:T1:L1
  Device: uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e
  Device Display Name: NVMe Fibre Channel Disk
(uuid.5084e29a6bb24fbca5ba076eda8ecd7e)
  Path State: active unoptimized
  Path Config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

```

Konfiguration von NVMe/TCP

Ab 7.0U3c werden die erforderlichen NVMe/TCP Module standardmäßig geladen. Informationen zur Konfiguration des Netzwerks und des NVMe/TCP-Adapters finden Sie in der Dokumentation zu VMware

vSphere.

NVMe/TCP validieren

Schritte

1. Überprüfen Sie den Status des NVMe/TCP-Adapters.

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme adapter list
Adapter      Adapter Qualified Name
-----
vmhba64      aqn:nvmetcp:34-80-0d-30-ca-e0-T
vmhba65      aqn:nvmetc:34-80-13d-30-ca-e1-T
list
Transport Type  Driver    Associated Devices
-----
TCP             nvmetcp   vmnzc2
TCP             nvmetcp   vmnzc3
```

2. Verwenden Sie den folgenden Befehl, um die NVMe/TCP-Verbindungen aufzulisten:

```
[root@R650-8-45:~] esxcli nvme controller list
Name
-----
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.100.11:4420
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5e347cf68e0511ec9ec2d039ea13e6ed:subsystem.vs_name_tcp_
ss#vmhba64#192.168.101.11:4420
Controller Number  Adapter    Transport Type  IS Online
-----
1580               vmhba64      TCP             true
1588               vmhba65      TCP             true
```

3. Verwenden Sie den folgenden Befehl, um die Anzahl der Pfade zu einem NVMe-Namespace aufzulisten:

```
[root@R650-8-45:~] esxcli storage hpp path list -d
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
tcp.vmnic2:34:80:Od:30:ca:eo-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Runtime Name: vmhba64:C0:T0:L3
    Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
    Path State: active unoptimized
    Path config: {TPG_id=0,TPG_state=ANO,RTP_id=0,health=UP}

tcp.vmnic3:34:80:Od:30:ca:el-tcp.unknown-
uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Runtime Name: vmhba65:C0:T1:L3
    Device: uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99
    Device Display Name: NVMe TCP Disk
(uuid.400bf333abf74ab8b96dc18ffadc3f99)
    Path State: active
    Path config: {TPG_id=0,TPG_state=AO,RTP_id=0,health=UP}
```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of Hostkonfiguration für ESXi 7.x mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Behelfslösung
"1420654"	ONTAP Node ist nicht betriebsbereit, wenn das NVMe/FC-Protokoll mit ONTAP Version 9.9.1 verwendet wird	Prüfen und beheben Sie Netzwerkprobleme in der Host-Fabric. Wenn dies nicht hilft, aktualisieren Sie auf einen Patch, der dieses Problem behebt.

Verwandte Informationen

["TR-4597-VMware vSphere with ONTAP"](#)

["Unterstützung von VMware vSphere 5.x, 6.x und 7.x mit NetApp MetroCluster \(2031038\)"](#)

["Unterstützung für VMware vSphere 6.x und 7.x mit NetApp SnapMirror® Business Continuity \(SM-BC\)"](#)

Oracle Linux

OL 9

NVMe-of Host-Konfiguration für Oracle Linux 9.2 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit Oracle Linux (OL) 9.2 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in

iSCSI- und FC-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Folgende Unterstützung ist für die NVMe-of Hostkonfiguration für OL 9.2 mit ONTAP verfügbar:

- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Über das NetApp-Plug-in im nativen nvme-cli-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC- und NVMe/TCP-Namespace angezeigt.
- Verwendung von gleichzeitig vorhandenem NVMe und SCSI-Datenverkehr auf demselben Host in einem bestimmten Host Bus Adapter (HBA) ohne die expliziten dm-Multipath-Einstellungen, um die Inanspruchnahme von NVMe-Namespace zu verhindern.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

- Oracle Linux 9.2 hat standardmäßig NVMe Multipath im Kernel für NVMe-Namespace aktiviert, sodass keine expliziten Einstellungen erforderlich sind.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Validieren der Softwareversionen

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um die mindestens unterstützten OL 9.2-Softwareversionen zu validieren.

Schritte

1. Installieren Sie OL 9.2 GA auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen OL 9.2 GA-Kernel ausführen.

```
# uname -r
```

Beispielausgabe:

```
5.15.0-101.103.2.1.el9uek.x86_64
```

2. Installieren Sie den nvme-cli Paket:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

Beispielausgabe:

```
nvme-cli-2.2.1-2.el9.x86_64
```

3. Installieren Sie den libnvme Paket:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

Beispielausgabe

```
libnvme-1.2-2.el9.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 9.2-Host die `hostnqn` Zeichenfolge bei `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

5. Überprüfen Sie das `hostnqn`. Die Zeichenfolge entspricht der `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

Beispielausgabe:

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f



Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Sie können das verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des `hostnqn` Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die dem entspricht `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex-Adapter oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware und Inbox-Treiber:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.455.11, sli-4:2:c  
14.2.455.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.5
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber im OL 9.2 GA Kernel enthält die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP Unterstützung unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
```

2. Verifizieren Sie das ql2xnvmeenable Ist festgelegt. Dadurch kann der Marvell Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTs (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein lpfc_sg_seg_cnt Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen dracut -f Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das lpfc_sg_seg_cnt Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den

Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.22
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.167.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
.....
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators die Daten der Erkennungsprotokollseite erfolgreich abrufen können:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.48
# nvme discover -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.49
# nvme discover -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.48
# nvme discover -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.49
```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Sie können alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg befehligen und die Zeitüberschreitung für den Controller für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden festlegen:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.48 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.8.1 -a 192.168.8.49 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.48 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.9.1 -a 192.168.9.49 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen auf dem OL 9.2-Host:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```


2. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

```
Node          SN                      Model
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
```


Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

Beispielausgabe

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized\n+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized\n+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized\n+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized
```

4. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

NVMe-of Host-Konfiguration für Oracle Linux 9.1 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit Oracle Linux (OL) 9.1 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in

iSCSI- und FC-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Folgende Unterstützung ist für die NVMe-of Hostkonfiguration für OL 9.1 mit ONTAP verfügbar:

- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Über das NetApp-Plug-in im nativen nvme-cli-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC- und NVMe/TCP-Namespace angezeigt.
- Verwendung von gleichzeitig vorhandenem NVMe und SCSI-Datenverkehr auf demselben Host in einem bestimmten Host Bus Adapter (HBA) ohne die expliziten dm-Multipath-Einstellungen, um die Inanspruchnahme von NVMe-Namespace zu verhindern.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

- Oracle Linux 9.1 hat standardmäßig NVMe Multipath im Kernel für NVMe-Namespace aktiviert, sodass keine expliziten Einstellungen erforderlich sind.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Validieren der Softwareversionen

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um die mindestens unterstützten OL 9.1-Softwareversionen zu validieren.

Schritte

1. Installieren Sie OL 9.1 GA auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen OL 9.1 GA-Kernel ausführen.

```
# uname -r
```

Beispielausgabe:

```
5.15.0-3.60.5.1.el9uek.x86_64
```

2. Installieren Sie den nvme-cli Paket:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

Beispielausgabe:

```
nvme-cli-2.0-4.el9.x86_64
```

3. Installieren Sie den libnvme Paket:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

Beispielausgabe

```
libnvme-1.0-5.el9.x86_64.rpm
```

4. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 9.1-Host die `hostnqn` Zeichenfolge bei `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

5. Überprüfen Sie das `hostnqn`. Die Zeichenfolge entspricht der `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

Beispielausgabe:

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f



Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Sie können das verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des `hostnqn` Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die dem entspricht `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex-Adapter oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware und Inbox-Treiber:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.1
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:


```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber im OL 9.1 GA Kernel enthält die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP Unterstützung unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.18.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.18.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Verifizieren Sie das ql2xnvmeenable Ist festgelegt. Dadurch kann der Marvell Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein lpfc_sg_seg_cnt Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen dracut -f Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das lpfc_sg_seg_cnt Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
```

```
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators die Daten der Erkennungsprotokollseite erfolgreich abrufen können:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Sie können alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg befehligen und die Zeitüberschreitung für den Controller für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden festlegen:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen auf dem OL 9.1-Host:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live  
inaccessible  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live  
inaccessible  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

Beispielausgabe

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized\n+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live  
optimized\n+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized\n+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live non-  
optimized
```

4. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe


```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of-Hostkonfiguration für OL 9.1 mit ONTAP-Release hat die folgenden bekannten Probleme:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
1536937	<code>nvme list-subsys</code> Befehl druckt wiederholte NVMe-Controller für ein Subsystem	Der <code>nvme list-subsys</code> Der Befehl sollte eine eindeutige Liste der NVMe-Controller zurückgeben, die einem bestimmten Subsystem zugeordnet sind. Unter Oracle Linux 9.1 ist der <code>nvme list-subsys</code> Command gibt NVMe-Controller mit dem jeweiligen ANA-Status (Asymmetric Namespace Access) für alle Namespaces zurück, die zu einem bestimmten Subsystem gehören. Es wäre jedoch sinnvoll, eindeutige NVMe-Controller-Einträge mit dem Pfadstatus anzuzeigen, wenn Sie die Befehlssyntax des Subsystems für einen bestimmten Namespace auflisten, da der ANA-Status ein Attribut pro Namespace ist.	"17998"
1539101	Bei Oracle Linux 9.1 NVMe-of-Hosts ist es nicht möglich, einen persistenten Erkennungs-Controller zu erstellen	Auf Oracle Linux 9.1 NVMe-of Hosts können Sie den verwenden <code>nvme discover -p</code> Befehl zum Erstellen von Persistent Discovery Controllern (PDCs). Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Ziel-Kombination ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch Oracle Linux 9.1 auf einem NVMe-of-Host ausführen, schlägt die PDC-Erstellung fehl, wenn der <code>nvme discover -p</code> Befehl wird ausgeführt.	"18196"

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 9.0 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe/FC- und anderer Übertragungen, wird mit Oracle Linux (OL) 9.0 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FC-

Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

- Oracle Linux 9.0 hat standardmäßig NVMe Multipath im Kernel für NVMe-Namespaces aktiviert, sodass keine expliziten Einstellungen erforderlich sind.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Validieren der Softwareversionen

Sie können die mindestens unterstützten OL 9.0-Softwareversionen mithilfe des folgenden Verfahrens validieren.

Schritte

1. Installieren Sie OL 9.0 GA auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen OL 9.0 GA-Kernel ausführen.

```
# uname -r
```

Beispielausgabe:

```
5.15.0-0.30.19.el9uek.x86_64
```

2. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

Beispielausgabe:

```
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

3. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 9.0-Host die `hostnqn` Zeichenfolge bei `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
```

4. Überprüfen Sie das `hostnqn` Die Zeichenfolge entspricht der `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

Beispielausgabe:

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132



Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Sie können das verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des `hostnqn` Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die dem entspricht `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware und Inbox-Treiber:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.505.11, sli-4:2:c  
14.0.505.11, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.11
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber im OL 9.0 GA Kernel enthält die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP Unterstützung unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Verifizieren Sie das `ql2xnvmeenable` Ist festgelegt, wodurch der Marvell-Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden kann:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTs (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
```



```
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich beim Abrufen von Protokollseitendaten der Bestandsaufnahme abgerufen werden können.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17
```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Sie können alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg befehligen und die Zeitüberschreitung für den Controller für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden festlegen:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen auf dem OL 9.0-Host:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

```
Node          SN                      Model
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller
```

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
2	85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
3	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	

3. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Beispielausgabe:

```

nvme-subsys0 - NQN=ngn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized

```

4. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of Hostkonfiguration für Oracle Linux 9.0 mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
1517321	Oracle Linux 9.0 NVMe-of Hosts erstellen doppelte Persistent Discovery Controller	Auf Oracle Linux 9.0 NVMe over Fabrics (NVMe-of)-Hosts können Sie das verwenden <code>nvme discover -p</code> Befehl zum Erstellen von Persistent Discovery Controllern (PDCs). Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch ONTAP 9.10.1 und Oracle Linux 9.0 mit einem NVMe-of-Host ausführen, wird jedes Mal ein doppelter PDC erstellt <code>nvme discover -p</code> Ausgeführt wird. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	"18118"

OL 8

NVMe-of Host-Konfiguration für Oracle Linux 8.8 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit Oracle Linux (OL) 8.8 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FC-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Folgende Unterstützung ist für die NVMe-of Hostkonfiguration für OL 8.8 mit ONTAP verfügbar:

- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Das NetApp-Plug-in im nativen `nvme-cli` Package zeigt ONTAP-Details sowohl für NVMe/FC- als auch für NVMe/TCP-Namespaces an.
- Sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr können auf demselben vorhandenen Host ausgeführt werden. Daher können Sie bei SCSI-LUNs dm-Multipath für SCSI-mpath-Geräte konfigurieren, während Sie möglicherweise NVMe Multipath verwenden, um NVMe-of Namespace-Geräte auf dem Host zu konfigurieren.
- Es gibt keine Unterstützung für NVMe-of für Sanlun. Daher gibt es keine Host Utility-Unterstützung für NVMe-of auf einem OL 8.8-Host. Sie können sich auf das NetApp Plug-in verlassen, das im nativen Lieferumfang enthalten ist `nvme-cli` Paket für alle NVMe-of-Transporte.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

Oracle Linux 8.8 hat standardmäßig NVMe Multipath im Kernel für NVMe-Namespaces aktiviert, sodass keine expliziten Einstellungen erforderlich sind.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Validieren der Softwareversionen

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um die mindestens unterstützten OL 8.8-Softwareversionen zu validieren.

Schritte

1. Installieren Sie OL 8.8 GA auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen OL 8.8 GA-Kernel ausführen.

```
# uname -r
```

Beispielausgabe:

```
5.15.0-101.103.2.1.el8uek.x86_64
```

2. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

Beispielausgabe:

```
nvme-cli-1.16-7.el8.x86_64
```

3. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 8.8-Host die `hostnqn` Zeichenfolge bei `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f
```

4. Überprüfen Sie das `hostnqn` Die Zeichenfolge entspricht der `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

Beispielausgabe:

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:bc59d14c-47f3-11eb-b93c-3a68dd48673f



Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Sie können das verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des `hostnqn` Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die dem entspricht `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

5. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie beabsichtigen, gleichzeitig NVMe- und SCSI-Datenverkehr auf demselben Host auszuführen, empfiehlt NetApp die Verwendung des NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und `dm-multipath` Für ONTAP LUNs. Das bedeutet, dass die ONTAP-Namespace von ausgeschlossen werden sollten `dm-multipath` Um zu verhindern `dm-multipath` Diese Namespace-Geräte beanspruchen. Sie können die hinzufügen `enable_foreign` Einstellung auf `/etc/multipath.conf` Datei:



```
# cat /etc/multipath.conf

defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

Starten Sie den Multipathd-Daemon neu, indem Sie ein ausführen `systemctl restart multipathd` Befehl. Dadurch kann die neue Einstellung wirksam werden.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex-Adapter oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware und Inbox-Treiber:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.5
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:


```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber im OL 8.8 GA Kernel enthält die neuesten Fixes, die für die ONTAP Unterstützung unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
QLE2742 FW:v9.12.00 DVR:v10.02.08.100-k
```

2. Verifizieren Sie das ql2xnvmeenable Ist festgelegt. Dadurch kann der Marvell Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTs (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein lpfc_sg_seg_cnt Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen dracut -f Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das lpfc_sg_seg_cnt Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den

Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
```

```

=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....

```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators die Daten der Erkennungsprotokollseite erfolgreich abrufen können:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17

```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Sie können alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg befehligen und die Zeitüberschreitung für den Controller für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden festlegen:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```

# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800

```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Überprüfen Sie, ob die entsprechenden NVMe-of-Einstellungen (z. B. model Auf einstellen NetApp ONTAP Controller Und Lastverteilung iopolicy Auf einstellen round-robin) Für die jeweiligen ONTAP-Namespaces werden auf dem Host korrekt wiedergegeben:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n22
```

Beispielausgabe

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized
```

5. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe


```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of-Hostkonfiguration für OL 8.8 mit ONTAP-Release hat die folgenden bekannten Probleme:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
1517321	Oracle Linux 8.8 NVMe-of Hosts erstellen doppelte PDCs	Auf OL 8.8 NVMe-of-Hosts werden Persistent Discovery Controller (PDCs) durch Übergeben des erstellten <code>-p</code> Option für die <code>nvme discover</code> Befehl. Für eine bestimmte Kombination aus Initiator und Ziel wird erwartet, dass bei jedem Aufruf des <code>nvme discover</code> Befehl nur ein PDC erstellt wird. Ab OL 8.x erstellen NVMe-of-Hosts jedoch bei jedem Aufruf der doppelte PDCs <code>nvme discover</code> Befehl mit dem <code>-p</code> Option. Dadurch werden sowohl auf dem Host als auch auf dem Ziel Ressourcen verschwendet.	"18118"

NVMe-of Host-Konfiguration für Oracle Linux 8.7 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit Oracle Linux (OL) 8.7 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FC-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Folgende Unterstützung ist für die NVMe/FC-Hostkonfiguration für OL 8.7 mit ONTAP verfügbar:

- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Das NetApp-Plug-in im nativen `nvme-cli` Package zeigt ONTAP-Details sowohl für NVMe/FC- als auch für NVMe/TCP-Namespace an.
- Verwendung von gleichzeitig vorhandenem NVMe und SCSI-Datenverkehr auf demselben Host in einem bestimmten Host Bus Adapter (HBA) ohne die expliziten `dm-Multipath`-Einstellungen, um die Inanspruchnahme von NVMe-Namespace zu verhindern.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

- OL 8.7 hat standardmäßig NVMe Multipath im Kernel für NVMe-Namespace aktiviert, sodass keine expliziten Einstellungen erforderlich sind.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Validieren der Softwareversionen

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um die mindestens unterstützten OL 8.7-Softwareversionen zu validieren.

Schritte

1. Installieren Sie OL 8.7 GA auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen OL 8.7 GA-Kernel ausführen.

```
# uname -r
```

Beispielausgabe:

```
5.15.0-3.60.5.1.el8uek.x86_64
```

2. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```

Beispielausgabe:

```
nvme-cli-1.16-5.el8.x86_64
```

3. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 8.7-Host die `hostnqn` Zeichenfolge bei `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:791c54eb-545d-4ed3-8d41-91a0a53d4b24
```

4. Überprüfen Sie das `hostnqn`. Die Zeichenfolge entspricht der `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

Beispielausgabe:

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:791c54eb-545d-4ed3-8d41-91a0a53d4b24



Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Sie können das verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des `hostnqn` Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die dem entspricht `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

5. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen Oracle Linux 8.7 Host ausführen möchten, empfiehlt NetApp die Verwendung des NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und des dm-Multipath für ONTAP-LUNs. Dies bedeutet auch, dass die ONTAP-Namespace in dm-multipath auf die schwarze Liste gesetzt werden sollten, um zu verhindern, dass dm-multipath diese Namespace-Geräte beansprucht. Sie können dies tun, indem Sie die hinzufügen `enable_foreign` Einstellung auf `/etc/multipath.conf` Datei:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

Starten Sie den `multipathd`-Daemon neu, indem Sie den ausführen `systemctl restart multipathd` Befehl, um die neuen Einstellungen anzuwenden.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware und Inbox-Treiber:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
12.8.614.23, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.1
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x060300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2010d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x061f0e
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2011d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x06270f
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000a71 Cmpl 0000000a71 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000558611c6 Issue 000000005578bb69 OutIO
ffffffffffff2a9a3
abort 0000007a noxri 00000000 nondlp 00000447 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000a8e Err 0000e2a8
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x060200 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2015d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x062e0c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2014d039ea2c3e2d WWNN x200fd039ea2c3e2d DID x06290f
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000a69 Cmpl 0000000a69 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000055814701 Issue 0000000055744b1c OutIO
ffffffffffff3041b
abort 00000046 noxri 00000000 nondlp 0000043f qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000a89 Err 0000e2f3
```

Marvell/Qlogic FC-Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber im OL 8.7 GA Kernel enthält die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP Unterstützung unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Beispielausgabe

```
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.06.200-k
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.06.200-k
```

2. Verifizieren Sie das `ql2xnvmeenable` Ist festgelegt. Dadurch kann der Marvell Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
Discovery Log Number of Records 6, Generation counter 8
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.5.17
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
```



```

subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:discovery
traddr: 192.168.6.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1c6ac66338e711eda41dd039ea3ad566:subsystem.host_95
traddr: 192.168.6.17
sectype: none
.....

```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich beim Abrufen von Protokollseitendaten der Bestandsaufnahme abgerufen werden können.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17

```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Sie können alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg befähigen und die Zeitüberschreitung für den Controller für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden festlegen:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```

# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.5.13 -a 192.168.5.17 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.6.13 -a 192.168.6.17 -l 1800

```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist, indem Sie Folgendes überprüfen:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Überprüfen Sie, ob die entsprechenden NVMe-of-Einstellungen (z. B. model Auf einstellen NetApp ONTAP Controller Und Lastverteilung iopolicy Auf einstellen round-robin) Für die jeweiligen ONTAP-Namespaces werden auf dem Host korrekt wiedergegeben:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_  
ol_1  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live  
optimized
```

NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n40
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.68c036aaa3cf11edbb95d039ea243511:subsystem.tcp  
\n+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.8.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.8.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.8.1 live non-  
optimized  
+- nvme6 tcp  
traddr=192.168.9.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized  
+- nvme7 tcp  
traddr=192.168.9.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.9.1 live  
optimized
```

5. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
]
}

```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of-Hostkonfiguration für OL 8.7 mit ONTAP-Release hat die folgenden bekannten Probleme:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
1517321	Oracle Linux 8.7 NVMe-of Hosts erstellen doppelte Persistent Discovery Controller	Auf OL 8.7 NVMe-of-Hosts werden Persistent Discovery Controller (PDCs) durch Übergeben des erstellt <code>-p</code> Option für die <code>nvme discover</code> Befehl. Für eine bestimmte Kombination aus Initiator und Ziel wird erwartet, dass bei jedem Aufruf des nur ein PDC erstellt wird <code>nvme discover</code> Befehl. Ab OL 8.x erstellen NVMe-of-Hosts jedoch bei jedem Aufruf der doppelte PDCs <code>nvme discover</code> Befehl mit dem <code>-p</code> Option. Dadurch werden sowohl auf dem Host als auch auf dem Ziel Ressourcen verschwendet.	"18118"

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 8.6 mit ONTAP

Instandhaltung

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und NVMe/TCP) wird mit Oracle Linux 8.6 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt, der für die verbleibenden Storage-Failover (SFOs) auf dem ONTAP-Array erforderlich ist. ANA ist das ALUA-Äquivalent (Asymmetric Logical Unit Access) in der NVMe-of-Umgebung und wird derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. Dieses Dokument enthält Details zur Aktivierung von NVMe-of mit in-Kernel-NVMe-Multipath unter Verwendung von ANA auf Oracle Linux 8.6 und ONTAP als Ziel.



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren "[Cloud Volumes ONTAP](#)" Und "[Amazon FSX für ONTAP](#)".

Funktionen

- Oracle Linux 8.6 hat NVMe Multipath im Kernel standardmäßig für NVMe Namespaces aktiviert.
- Mit Oracle Linux 8.6 `nvme-fc auto-connect` Skripte sind im nativen enthalten `nvme-cli` Paket. Sie können sich auf diese nativen automatischen Verbindungsskripte verlassen, anstatt externe, vom Anbieter bereitgestellte automatische Verbindungsskripte zu installieren.
- Mit Oracle Linux 8.6 ist dies ein nativer Bestandteil `udev` Regel wird als Teil des bereitgestellt `nvme-cli` Paket, das Lastverteilung für NVMe Multipath nach dem Round Robin-Verfahren ermöglicht. Daher müssen Sie diese Regel nicht mehr manuell erstellen.
- Mit Oracle Linux 8.6 kann NVMe- und SCSI-Datenverkehr auf demselben gemeinsamen Host ausgeführt werden. Es wird sogar die häufig implementierte Host-Konfiguration sein. Daher können Sie `dm-Multipath` wie gewohnt bei SCSI-LUNs konfigurieren, was zu `mpath`-Geräten führt, während NVMe Multipath zur

Konfiguration von NVMe-of Multipath-Geräten verwendet werden kann (z. B. `/dev/nvmeXnY`) Auf dem Host.

- Für Oracle Linux 8.6 gibt es das NetApp Plug-in `nvme-cli`. Das Paket kann ONTAP-Details sowie ONTAP-Namespace anzeigen.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Konfigurationsanforderungen

Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Finden Sie genaue Details zu den unterstützten Konfigurationen.

Aktivieren Sie NVMe/FC mit Oracle Linux 8.6

Schritte

1. Installieren Sie Oracle Linux 8.6 GA auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen Oracle Linux 8.6 GA-Kernel ausführen. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

```
# uname -r
5.4.17-2136.307.3.1.el8uek.x86_64
```

2. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 8.6-Host den `hostnqn` Zeichenfolge bei `/etc/nvme/hostnqn` Und stellen Sie sicher, dass es mit der `hostnqn`-Zeichenfolge für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_ol_nvme   nvme_ss_ol_1    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Verwenden Sie die `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des `hostnqn` Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die mit dem übereinstimmt `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host:

4. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen Oracle Linux 8.6 Host ausführen möchten, empfiehlt NetApp die Verwendung des NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und des dm-Multipath für ONTAP LUNs. Dies bedeutet auch, dass die ONTAP-Namespace in dm-multipath auf die schwarze Liste gesetzt werden sollten, um zu verhindern, dass dm-multipath diese Namespace-Geräte beansprucht. Dazu müssen Sie die hinzufügen `enable_foreign` Einstellung auf `/etc/multipath.conf` Datei:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

Starten Sie den multipathd-Daemon neu, indem Sie den ausführen `systemctl restart multipathd` Befehl, um die neue Einstellung wirksam zu machen.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#):

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden `lpfc` Firmware- und Inbox-Treiber. Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#):

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.11
```

3. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

Aktivieren Sie 1-MB-I/O-Größe

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfigurieren Sie den Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie den unterstützten Adaptertreiber und die Firmware-Versionen ausführen. Der native Inbox `qla2xxx` Treiber im OL 8.6 GA Kernel enthält die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP-Unterstützung notwendig sind:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Verifizieren Sie das `ql2xnvmeenable` Ist festgelegt, wodurch der Marvell-Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden kann:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. Gleichmaßen können Sie überprüfen, ob die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich beim Abrufen der Protokollseitendaten der Bestandsaufnahme abgerufen werden können.

Beispiel:

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Führen Sie jetzt die aus `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie sicher, dass Sie einen längeren Pass `ctrl_loss_tmo` Periode (z. B. sagen Sie 30 Minuten, die durch eingestellt werden kann `-l 1800`) Während der `connect-all` Damit es im Falle eines Pfadverlusts für einen längeren Zeitraum versuchen würde. Beispiel:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe/FC validieren

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen auf dem Oracle Linux 8.6-Host:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
2		85.90 GB / 85.90 GB	24 KiB + 0 B	FFFFFFFF
3		85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of Hostkonfiguration für OL 8.6 mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
1517321	Oracle Linux 8.6 NVMe-of Hosts erstellen doppelte Persistent Discovery Controller	Auf Oracle Linux 8.6 NVMe over Fabrics (NVMe-of)-Hosts können Sie das verwenden <code>nvme discover -p</code> Befehl zum Erstellen von Persistent Discovery Controllern (PDCs). Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch ONTAP 9.10.1 und Oracle Linux 8.6 mit einem NVMe-of-Host ausführen, wird jedes Mal ein doppelter PDC erstellt <code>nvme discover -p</code> Ausgeführt wird. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	"18118"

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 8.5 mit ONTAP

Instandhaltung

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und NVMe/TCP) wird mit Oracle Linux 8.5 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt, der für die verbleibenden Storage-Failover (SFOs) auf dem ONTAP-Array erforderlich ist. ANA ist das ALUA-Äquivalent (Asymmetric Logical Unit Access) in der NVMe-of-Umgebung und wird derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. Dieses Dokument enthält Details zur Aktivierung von NVMe-of mit in-Kernel-NVMe-Multipath unter Verwendung von ANA auf Oracle Linux 8.5 und ONTAP als Ziel.



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren ["Cloud Volumes ONTAP"](#) Und ["Amazon FSX für ONTAP"](#).

Funktionen

- Oracle Linux 8.5 hat NVMe Multipath im Kernel standardmäßig für NVMe Namespaces aktiviert.
- Mit Oracle Linux 8.5 `nvme-fc auto-connect` Skripte sind im nativen enthalten `nvme-cli` Paket. Sie können sich auf diese nativen automatischen Verbindungsskripte verlassen, anstatt externe, vom Anbieter bereitgestellte automatische Verbindungsskripte zu installieren.
- Mit Oracle Linux 8.5 ist dies ein nativer Bestandteil `udev` Regel wird als Teil des bereitgestellt `nvme-cli` Paket, das Lastverteilung für NVMe Multipath nach dem Round Robin-Verfahren ermöglicht. Daher müssen Sie diese Regel nicht mehr manuell erstellen.
- Mit Oracle Linux 8.5 kann NVMe- und SCSI-Datenverkehr auf demselben gemeinsamen Host ausgeführt werden. Es wird sogar die häufig implementierte Host-Konfiguration sein. Daher können Sie `dm-Multipath`

wie gewohnt bei SCSI-LUNs konfigurieren, was zu mpath-Geräten führt, während NVMe Multipath zur Konfiguration von NVMe-of Multipath-Geräten verwendet werden kann (z. B. /dev/nvmeXnY) Auf dem Host.

- Mit Oracle Linux 8.5 ist das NetApp Plug-in der nativen Version integriert `nvme-cli`. Das Paket kann ONTAP-Details sowie ONTAP-Namespaces anzeigen.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Konfigurationsanforderungen

Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Finden Sie genaue Details zu den unterstützten Konfigurationen.

Aktivieren Sie NVMe/FC mit Oracle Linux 8.5

Schritte

1. Installieren Sie Oracle Linux 8.5 General Availability (GA) auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen Oracle Linux 8.5 GA-Kernel ausführen. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

```
# uname -r
5.4.17-2136.309.4.el8uek.x86_64
```

2. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 8.5-Host den `hostnqn` Zeichenfolge bei `/etc/nvme/hostnqn` Und stellen Sie sicher, dass es mit dem übereinstimmt `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem im ONTAP-Array.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_ol_nvme	nvme_ss_ol_1	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1



Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Verwenden Sie die `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des `hostnqn` Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die mit dem übereinstimmt `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

4. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen Oracle Linux 8.5 Host ausführen möchten, empfiehlt NetApp die Verwendung des NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und des dm-Multipath für ONTAP LUNs. Dies bedeutet auch, dass die ONTAP-Namespace in dm-multipath auf die schwarze Liste gesetzt werden sollten, um zu verhindern, dass dm-multipath diese Namespace-Geräte beansprucht. Dazu müssen Sie die hinzufügen `enable_foreign` Einstellung auf `/etc/multipath.conf` Datei:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

Starten Sie den neu `multipathd` Durch Ausführen von `systemctl restart multipathd` Befehl, um die neue Einstellung wirksam zu machen.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom `lpfc`-Firmware und den Hostbusadaptertreiber verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf 3 eingestellt.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden, und Sie sehen die Ziel-LIFs.

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b213a00
0x100000109b2139ff
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b213a00 WWNN x200000109b213a00 DID
x031700      ONLINE
NVME RPORT WWPN x208cd039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03180a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2090d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03140a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000079efc Issue 0000000000079eeb OutIO
ffffffffffffffffef
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b2139ff WWNN x200000109b2139ff DID
x031300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208ed039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03230c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2092d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03120c
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000029ba0 Issue 0000000000029ba2 OutIO
0000000000000002
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

```

Aktivieren Sie 1-MB-I/O-Größe

ONTAP meldet eine MDTs (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfigurieren Sie den Marvell/QLogic FC-Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie den unterstützten Adaptertreiber und die Firmware-Versionen ausführen. Der native Inbox `qla2xxx` Treiber im OL 8.5 GA Kernel enthält die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP-Unterstützung notwendig sind:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Verifizieren `ql2xnvmeenable` Ist festgelegt, wodurch der Marvell-Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden kann.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokolle über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann.

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. Gleichmaßen können Sie überprüfen, ob die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich beim Abrufen der Protokollseitendaten der Bestandsaufnahme abgerufen werden können.
Beispiel:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Führen Sie jetzt die aus `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie sicher, dass Sie einen längeren Zeitraum bereitstellen `ctrl_loss_tmo` Timer-Zeitraum (z. B. 30 Minuten, die Sie hinzufügen können) `-l 1800`) Während `connect-all` Damit es im Falle eines Pfadverlusts für einen längeren Zeitraum versuchen würde.
Beispiel:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe/FC validieren

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen auf dem Oracle Linux 8.5-Host.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden.


```
# nvme list
```

Node	SN	Model
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev
1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
2	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	
3	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF	

3. Vergewissern Sie sich, dass der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. Überprüfen Sie, ob das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns	
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns	

NSID	UUID	Size
1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB

```

3          264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4    85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of Hostkonfiguration für OL 8.5 mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
1517321	Oracle Linux 8.5 NVMe-of Hosts erstellen doppelte Persistent Discovery Controller	Auf Oracle Linux 8.5 NVMe over Fabrics (NVMe-of)-Hosts können Sie das verwenden <code>nvme discover -p</code> Befehl zum Erstellen von Persistent Discovery Controllern (PDCs). Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch ONTAP 9.10.1 und Oracle Linux 8.5 mit einem NVMe-of-Host ausführen, wird jedes Mal ein doppelter PDC erstellt <code>nvme discover -p</code> Ausgeführt wird. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	"18118"

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 8.4 mit ONTAP

Instandhaltung

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und NVMe/TCP) wird mit Oracle Linux 8.4 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt, der für die verbleibenden Storage-Failovers (SFOs) auf dem ONTAP-Array erforderlich ist. ANA ist das ALUA-Äquivalent (Asymmetric Logical Unit Access) in der NVMe-of-Umgebung und wird derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. In diesem Thema wird detailliert beschrieben, wie NVMe-of mit in-Kernel NVMe Multipath unter Verwendung von ANA auf Oracle Linux 8.4 mit ONTAP als Ziel aktiviert wird.



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren ["Cloud Volumes ONTAP"](#) Und ["Amazon FSX für ONTAP"](#).

Funktionen

- Oracle Linux 8.4 hat NVMe Multipath im Kernel standardmäßig für NVMe Namespaces aktiviert.
- Mit Oracle Linux 8.4 `nvme-fc auto-connect` Skripte sind im nativen enthalten `nvme-cli` Paket. Sie können sich auf diese nativen automatischen Verbindungsskripte verlassen, anstatt externe, vom Anbieter bereitgestellte automatische Verbindungsskripte zu installieren.
- Mit Oracle Linux 8.4 als nativer Software `udev` Regel wird als Teil des bereitgestellt `nvme-cli` Paket, das Lastverteilung für NVMe Multipath nach dem Round Robin-Verfahren ermöglicht. Daher müssen Sie diese Regel nicht mehr manuell erstellen.
- Mit Oracle Linux 8.4 kann sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen Host ausgeführt werden. Es wird sogar die häufig implementierte Host-Konfiguration sein. Daher können Sie

dm-Multipath wie gewohnt bei SCSI-LUNs konfigurieren, was zu mpath-Geräten führt, während NVMe Multipath zur Konfiguration von NVMe-of Multipath-Geräten verwendet werden kann (z. B. /dev/nvmeXnY) Auf dem Host.

- Mit Oracle Linux 8.4 hat NetApp ein Plug-in im nativen System `nvme-cli`. Das Paket kann ONTAP-Details sowie ONTAP-Namespaces anzeigen.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Konfigurationsanforderungen

Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix \(IMT\)](#)" Finden Sie genaue Informationen zu unterstützten Konfigurationen.

NVMe/FC aktivieren

Schritte

1. Installieren Sie Oracle Linux 8.4 GA auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen Oracle Linux 8.4 GA-Kernel ausführen. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

```
# uname -r
5.4.17-2102.206.1.el8uek.x86_64
```

2. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-3.el8.x86_64
```

3. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 8.4-Host die `hostnqn`-Zeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn`. Und stellen Sie sicher, dass es mit der `hostnqn`-Zeichenfolge für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:8b43c7c6-e98d-4cc7-a699-d66a69aa714e
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_2

Vserver          Subsystem Host NQN
-----
-----
vs_coexistence_2 nvme_1    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:753881b6-3163-46f9-8145-0d1653d99389
```



Wenn die hostnqn-Zeichenfolgen nicht übereinstimmen, sollten Sie die verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der hostnqn-Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, damit sie mit der hostnqn-Zeichenfolge von übereinstimmt `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

4. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen Oracle Linux 8.4 Host ausführen möchten, empfiehlt NetApp die Verwendung des NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und des dm-Multipath für ONTAP LUNs. Dies bedeutet auch, dass die ONTAP-Namespace in dm-multipath auf die schwarze Liste gesetzt werden sollten, um zu verhindern, dass dm-multipath diese Namespace-Geräte beansprucht. Dazu müssen Sie die hinzufügen `enable_foreign` Einstellung auf `/etc/multipath.conf` Datei:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

Starten Sie den multipathd-Daemon neu, indem Sie den ausführen `systemctl restart multipathd` Befehl, um die neue Einstellung wirksam zu machen.

Konfigurieren des Broadcom FC-Adapters für NVMe/FC

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und den Posteingangstreiber verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.505.11, sli-4:2:c  
14.0.505.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.5
```

3. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf 3 eingestellt.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden, und Sie sehen die Ziel-LIFs.

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b213a00
0x100000109b2139ff

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b213a00 WWNN x200000109b213a00 DID
x031700 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208cd039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03180a
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2090d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03140a
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000079efc Issue 0000000000079eeb OutIO
fffffffffffffffffffef
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b2139ff WWNN x200000109b2139ff DID
x031300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208ed039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03230c
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x2092d039ea243510 WWNN x208bd039ea243510 DID x03120c
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000029ba0 Issue 0000000000029ba2 OutIO
0000000000000002
abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000004

```

Aktivieren von 1-MB-I/O-Größe

ONTAP meldet eine MDTs (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfigurieren Sie den Marvell/QLogic FC-Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie den unterstützten Adaptertreiber und die Firmware-Versionen ausführen. Der native Inbox `qla2xxx` Treiber im OL 8.4 GA Kernel enthält die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP Unterstützung unerlässlich sind.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.103-k
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.103-k
```

2. Überprüfen Sie das `ql2xnvmeenable` Der Parameter ist festgelegt, über den der Marvell-Adapter als NVMe/FC-Initiator fungieren kann.

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokolle über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. Gleichmaßen können Sie überprüfen, ob andere LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich beim Abrufen von Protokollseitendaten der Bestandsaufnahme abgerufen werden können. Beispiel:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
#nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Führen Sie jetzt die aus `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie sicher, dass Sie einen längeren Zeitraum bereitstellen `ctrl_loss_tmo` Timer-Zeitraum (30 Minuten oder mehr, die eingestellt werden können, Hinzufügen `-l 1800`) Während `connect-all` Damit es im Falle eines Pfadverlusts für einen längeren Zeitraum versuchen würde. Beispiel:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe/FC validieren

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen auf dem Oracle Linux 8.4-Host:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
Namespace		

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
1		
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
2		
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
3		

Usage	Format	FW Rev

85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

3. Vergewissern Sie sich, dass der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live non-
optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace Path
--------	---------	----------------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

-----	--	
-------	----	--

/dev/nvme0n1	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns		
/dev/nvme0n2	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns		
/dev/nvme0n3	vs_ol_nvme	
/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns		

NSID	UUID	Size
------	------	------

-----	-----	-----
-------	-------	-------

1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2	85.90GB
2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08	85.90GB
3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4	85.90GB

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of Hostkonfiguration für OL 8.4 mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
1517321	Oracle Linux 8.4 NVMe-of Hosts erstellen doppelte Persistent Discovery Controller	Auf Oracle Linux 8.4 NVMe over Fabrics (NVMe-of)-Hosts können Sie den Befehl „nvme discover -p“ verwenden, um Persistent Discovery Controller (PDCs) zu erstellen. Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch ONTAP 9.10.1 und Oracle Linux 8.4 mit einem NVMe-of-Host ausführen, wird bei jeder Ausführung von „nvme discover -p“ ein doppelter PDC erstellt. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	"18118"

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 8.3 mit ONTAP

Instandhaltung

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC) wird von Oracle Linux 8.3 unterstützt, wobei Asymmetric Namespace Access (ANA) für die verbleibenden Storage-Failover (SFOs) auf dem ONTAP-Array erforderlich ist. ANA ist das ALUA-Äquivalent in der NVMe-of Umgebung und wird derzeit mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert. Dieses Dokument enthält die Details zur Aktivierung von NVMe-of mit in-Kernel-NVMe-Multipath unter Verwendung von ANA auf OL 8.3 und ONTAP als Ziel.



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren ["Cloud Volumes ONTAP"](#) Und ["Amazon FSX für ONTAP"](#).

Funktionen

- Oracle Linux 8.3 ist für NVMe-Namespace standardmäßig in-Kernel-Multipath aktiviert.
- Mit Oracle Linux 8.3 `nvme-fc auto-connect` Skripte sind im nativen `nvme-cli`-Paket enthalten. Sie können sich auf diese nativen automatischen Verbindungsskripte verlassen, anstatt externe, vom Anbieter bereitgestellte automatische Verbindungsskripte zu installieren.
- Mit Oracle Linux 8.3 als nativer Software `udev` Regel wird als Teil des bereitgestellt `nvme-cli` Paket, das Lastverteilung für NVMe Multipath nach dem Round Robin-Verfahren ermöglicht Daher müssen Sie diese Regel nicht mehr manuell erstellen.
- Mit Oracle Linux 8.3 kann sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen Host ausgeführt werden. Es wird sogar die häufig implementierte Host-Konfiguration sein. Bei SCSI können Sie `dm-Multipath` wie gewohnt für SCSI LUNs konfigurieren, was zu `mpath`-Geräten führt, während NVMe Multipath zur Konfiguration von NVMe-of Multipath-Geräten verwendet werden kann (z. B. `/dev/nvmeXnY`) Auf dem Host.
- Mit Oracle Linux 8.3 hat NetApp ein Plug-in im nativen System `nvme-cli` Das Paket kann ONTAP-Details sowie ONTAP-Namespace anzeigen.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Konfigurationsanforderungen

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool \(IMT\)](#)" In der aktuellen Liste der unterstützten Konfigurationen.

Aktivieren Sie NVMe/FC mit Oracle Linux 8.3

Schritte

1. Installieren Sie Oracle Linux 8.3 GA auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen Oracle Linux 8.3 GA-Kernel ausführen. Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

```
# uname -r
5.4.17-2011.7.4.el8uek.x86_64
```

2. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli

nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64_
```

3. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 8.3-Host die `hostnqn`-Zeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn` Und stellen Sie sicher, dass es mit dem übereinstimmt `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem im ONTAP-Array.

```
#cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:446c21ab-f4c1-47ed-9a8f-1def96f3fed2

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_2
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_coexistence_2 nvme_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:446c21ab-f4c1-47ed-9a8f-1def96f3fed2
```



Wenn die `hostnqn`-Zeichenfolgen nicht übereinstimmen, sollten Sie die verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der `hostnqn`-Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, damit sie mit der `hostnqn`-Zeichenfolge von übereinstimmt `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

4. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen Oracle Linux 8.3 Host ausführen möchten, empfiehlt NetApp die Verwendung des NVMe Multipath im Kernel für die ONTAP-Namespace und dm-multipath für ONTAP LUNs. Dies bedeutet auch, dass die ONTAP-Namespace in der schwarzen Liste stehen sollten, um dm-multipath zu verhindern, dass diese Namespace-Geräte beansprucht werden. Dies kann durch Hinzufügen der Einstellung `enable_foreign` zum `/etc/multipath.conf` Dateieintrag erfolgen:



```
#cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

Starten Sie den multipathd-Daemon neu, indem Sie den Befehl `systemctl restart multipathd` ausführen, um die neue Einstellung wirksam zu machen.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe36002-M2
LPe36002-M2
```

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und den Hostbusadaptertreiber verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber und Firmware-Versionen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.49, sli-4:6:d
12.8.351.49, sli-4:6:d
```

```
#cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.3
```

3. Überprüfen Sie, ob der `lpfc_enable_fc4_type` Parameter auf 3 eingestellt ist.


```
#cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und ausgeführt werden, und dass Sie die Ziel-LIFs sehen können.

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109bf0447b  
0x100000109bf0447c
```

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```

```
#cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022400 ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e1d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0314
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e4d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0713
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000003b6 Cmpl 00000003b6 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000be1425e8 Issue 00000000be1425f2 OutIO
0000000000000000a
abort 00000251 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000c5b Err 0000d176

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x021600 ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e2d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0213
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x20e3d039ea243510 WWNN x20e0d039ea243510 DID x0a0614
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000419 Cmpl 0000000419 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000be37ff65 Issue 00000000be37ff84 OutIO
0000000000000001f
abort 0000025a noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000c89 Err 0000cd87
```

Aktivieren Sie 1-MB-I/O-Größe

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfigurieren Sie den Marvell/QLogic FC-Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie den unterstützten Adaptertreiber und die Firmware-Versionen ausführen. Der native Inbox `qla2xxx` Treiber im OL 8.3 GA Kernel enthält die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP Unterstützung unerlässlich sind.

```
#cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.01.00.25-k
QLE2742 FW:v9.10.11 DVR:v10.01.00.25-k
```

2. Überprüfen Sie das `ql2xnvmeenable` Der Parameter ist festgelegt, über den der Marvell-Adapter als NVMe/FC-Initiator fungieren kann.

```
#cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

NVMe/FC validieren

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen auf dem Oracle Linux 8.3-Host.

```
#cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y

#cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

#cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt und auf dem Host korrekt erkannt wurden.

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace Usage
Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n10 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 10     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n11 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 11     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n12 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 12     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n13 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 13     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n14 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 14     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n15 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 15     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n16 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 16     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n17 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 17     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n18 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 18     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n19 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 19     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n2 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 2      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n20 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 20     37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n3 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 3      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n4 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 4      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n5 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 5      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n6 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 6      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n7 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 7      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n8 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 8      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
/dev/nvme0n9 81Ec-JRm1kL9AAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 9      37.58
GB / 37.58 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Vergewissern Sie sich, dass der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.b79f5c6e4d0911edb3a0d039ea243511:subsystem.nvme_1
\ +
+- nvme214 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e4d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447b:pn-0x100000109bf0447b live non-
optimized
+- nvme219 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e2d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447c:pn-0x100000109bf0447c live optimized
+- nvme223 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e1d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447b:pn-0x100000109bf0447b live optimized
+- nvme228 fc traddr=nn-0x20e0d039ea243510:pn-0x20e3d039ea243510
host_traddr=nn-0x200000109bf0447c:pn-0x100000109bf0447c live non-
optimized
```

4. Überprüfen Sie, ob das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt.

```
#nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver      Namespace Path      NSID UUID
Size
-----
-----
/dev/nvme0n1 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_0/fcnvme_ns 1 ae10e16d-1fa4-49c2-8594-02bf6f3b1af1 37.58GB
/dev/nvme0n10 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_9/fcnvme_ns 10 2cf00782-e2bf-40fe-8495-63e4501727cd 37.58GB
/dev/nvme0n11 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_9/fcnvme_ns 11 fbefbe6c-90fe-46a2-8a51-47bad9e2eb95 37.58GB
/dev/nvme0n12 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns 12 0e9cc8fa-d821-4f1c-8944-3003dcded864 37.58GB
/dev/nvme0n13 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns 13 31f03b13-aaf9-4a3f-826b-d126ef007991 37.58GB
/dev/nvme0n14 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_8/fcnvme_ns 14 bcf4627c-5bf9-4a51-a920-5da174ec9876 37.58GB
/dev/nvme0n15 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_7/fcnvme_ns 15 239fd09d-11db-46a3-8e94-b5ebe6eb2421 37.58GB
/dev/nvme0n16 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_2/fcnvme_ns 16 1d8004df-f2e8-48c8-8ccb-ce45f18a15ae 37.58GB
/dev/nvme0n17 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_3/fcnvme_ns 17 4f7afbcbf-3ace-4e6c-9245-cbf5bd155ef4 37.58GB
/dev/nvme0n18 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_4/fcnvme_ns 18 b022c944-6ebf-4986-a28c-8d9e8ec130c9 37.58GB
/dev/nvme0n19 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_5/fcnvme_ns 19 c457d0c7-bfea-43aa-97ef-c749d8612a72 37.58GB
/dev/nvme0n2 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_1/fcnvme_ns 2 d2413d8b-e82e-4412-89d3-c9a751ed7716 37.58GB
/dev/nvme0n20 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_1_6/fcnvme_ns 20 650e0d93-967d-4415-874a-36bf9c93c952 37.58GB
/dev/nvme0n3 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_2/fcnvme_ns 3 09d89d9a-7835-423f-93e7-f6f3ece1dcbc 37.58GB
/dev/nvme0n4 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_3/fcnvme_ns 4 d8e99326-a67c-469f-b3e9-e0e4a38c8a76 37.58GB
/dev/nvme0n5 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_4/fcnvme_ns 5 c91c71f9-3e04-4844-b376-30acab6311f1 37.58GB
/dev/nvme0n6 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_5/fcnvme_ns 6 4e8b4345-e5b1-4aa4-ae1a-adf0de2879ea 37.58GB
/dev/nvme0n7 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_6/fcnvme_ns 7 ef715a16-a946-4bb8-8735-74f214785874 37.58GB
/dev/nvme0n8 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_7/fcnvme_ns 8 4b038502-966c-49fd-9631-a17f23478ae0 37.58GB
/dev/nvme0n9 LPE36002_ASA_BL /vol/fcnvme_1_0_8/fcnvme_ns 9 f565724c-992f-41f6-83b5-da1fe741c09b 37.58GB
```

```
#nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_0_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "ae10e16d-1fa4-49c2-8594-02bf6f3b1af1",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n10",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_0_9/fcnvme_ns",
      "NSID" : 10,
      "UUID" : "2cf00782-e2bf-40fe-8495-63e4501727cd",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n11",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_9/fcnvme_ns",
      "NSID" : 11,
      "UUID" : "fbefbe6c-90fe-46a2-8a51-47bad9e2eb95",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n12",
      "Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_0/fcnvme_ns",
      "NSID" : 12,
      "UUID" : "0e9cc8fa-d821-4f1c-8944-3003dcded864",
      "Size" : "37.58GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 9175040
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n13",
```



```

"Vserver" : "LPE36002_ASA_BL",
"Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_1_1_1/fcnvme_ns",
"NSID" : 13,
"UUID" : "31f03b13-aaf9-4a3f-826b-d126ef007991",
"Size" : "37.58GB",
"LBA_Data_Size" : 4096,
"Namespace_Size" : 9175040
},

```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of Hostkonfiguration für OL 8.3 mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Oracle Bugzilla
1517321	Oracle Linux 8.3 NVMe-of Hosts erstellen doppelte Persistent Discovery Controller	Auf Oracle Linux 8.3 NVMe over Fabrics (NVMe-of)-Hosts können Sie das verwenden <code>nvme discover -p</code> Befehl zum Erstellen von Persistent Discovery Controllern (PDCs). Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch ONTAP 9.10.1 und Oracle Linux 8.3 mit einem NVMe-of-Host ausführen, wird jedes Mal ein doppelter PDC erstellt <code>nvme discover -p</code> Ausgeführt wird. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	"18118"

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 8.2 mit ONTAP

Instandhaltung

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.6 oder höher für Oracle Linux 8.2 unterstützt. Auf dem Oracle Linux 8.2 Host kann NVMe/FC- und FCP-Datenverkehr über dieselben Fibre Channel (FC)-Initiator-Adapter-Ports ausgeführt werden. Siehe ["Hardware Universe"](#) Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren ["Cloud Volumes ONTAP"](#) Und ["Amazon FSX für ONTAP"](#).

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe/FC aktivieren

1. Installieren Sie Oracle Linux 8.2 auf dem Server.
2. Stellen Sie nach Abschluss der Installation sicher, dass der unterstützte Unbreakable Enterprise Kernel ausgeführt wird. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).

```
# uname -r
5.4.17-2011.1.2.el8uek.x86_64
```

3. upgrade des nvme-cli-Pakets Das native nvme-cli-Paket enthält die NVMe/FC-Skripts für die automatische Verbindung, die ONTAP udev-Regel für den Round-Robin-Lastausgleich für NVMe Multipath und das NetApp Plug-in für ONTAP Namespaces.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.9-5.el8.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 8.2-Host die NQN-Zeichenkette des Hosts unter /etc/nvme/hostnqn und vergewissern Sie sich, dass sie mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
Vserver Subsystem Host NQN
-----
vs_ol_nvme
          nvme_ss_ol_1
                        nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

Wenn die hostnqn-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den vserver modify-Befehl verwenden, um den Host-NQN-String auf Ihrem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem zu aktualisieren, um den Host-NQN-String aus etc/nvme/hostnqn auf dem Host zu entsprechen.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. NVMe-Unterstützung in lpfc ist bereits standardmäßig aktiviert:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

Neuere lpfc-Treiber (sowohl Inbox als auch Outbox) haben `lpfc_enable_fc4_type` Standardeinstellung auf 3 gesetzt. Deshalb müssen Sie dies nicht explizit in der Datei `/etc/modprobe.d/lpfc.conf` einstellen.

3. Überprüfen Sie, ob die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-Ports angezeigt werden können, und alle sind in Betrieb.

Im folgenden Beispiel wurde nur ein einzelner Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden, wie in der folgenden Ausgabe zu sehen ist:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

NVMe/FC validieren

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

Im obigen Beispiel werden dem Oracle Linux 8.2 ANA-Host zwei Namespaces zugeordnet. Diese sind durch vier Ziel-LIFs sichtbar: Zwei lokale Node-LIFs und zwei andere Partner/Remote-Node-LIFs. Dieses Setup zeigt zwei ANA-optimierte und zwei ANA-Pfade für jeden Namespace auf dem Host.

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt wurden.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Format	FW Rev	Namespace Usage

/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller			
1	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF		
/dev/nvme0n2	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller			
2	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF		
/dev/nvme0n3	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller			
3	85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF		

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_ss_ol_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. Überprüfen Sie das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device                Vserver                Namespace Path
NSID      UUID
Size
-----
-----
-----
-----
/dev/nvme0n1      vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns                1      72b887b1-5fb6-
47b8-be0b-33326e2542e2      85.90GB
/dev/nvme0n2      vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns                2      04bf9f6e-9031-
40ea-99c7-a1a61b2d7d08      85.90GB
/dev/nvme0n3      vs_ol_nvme
/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns                3      264823b1-8e03-
4155-80dd-e904237014a4      85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_ol_nvme",
      "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_0/ol_nvme_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
```

```

        "LBA_Data_Size" : 4096,
        "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
        "Device" : "/dev/nvme0n2",
        "Vserver" : "vs_ol_nvme",
        "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_0_0/ol_nvme_ns",
        "NSID" : 2,
        "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
        "Size" : "85.90GB",
        "LBA_Data_Size" : 4096,
        "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
        "Device" : "/dev/nvme0n3",
        "Vserver" : "vs_ol_nvme",
        "Namespace_Path" : "/vol/ol_nvme_vol_1_1_1/ol_nvme_ns",
        "NSID" : 3,
        "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
        "Size" : "85.90GB",
        "LBA_Data_Size" : 4096,
        "Namespace_Size" : 20971520
    },
    ],
}

```

Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```

# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256

```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256

```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 8.1 mit ONTAP

Instandhaltung

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.6 oder höher für Oracle Linux 8.1 unterstützt. Auf dem Oracle Linux 8.1 Host kann NVMe- und SCSI-Datenverkehr über dieselben Fibre Channel-Initiator-Adapter-Ports (FC) ausgeführt werden. Beachten Sie, dass der Broadcom Initiator sowohl NVMe/FC- als auch FCP-Datenverkehr über dieselben FC-Adapter-Ports bedienen kann. Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen finden Sie im "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren "[Cloud Volumes ONTAP](#)" Und "[Amazon FSX für ONTAP](#)".

Bekannte Einschränkungen

- Native NVMe/FC-Skripte für automatische Verbindungen sind im nvme-cli-Paket nicht verfügbar. Verwenden Sie die vom HBA-Anbieter bereitgestellten externen Skripts zur automatischen Verbindung.
- Round Robin Load Balancing ist standardmäßig nicht in NVMe Multipath aktiviert. Sie müssen eine udev-Regel schreiben, um diese Funktion zu aktivieren. Im Abschnitt zur Aktivierung von NVMe/FC auf Oracle Linux 8.1 werden Schritte beschrieben.
- Es gibt keine Unterstützung für NVMe/FC und infolgedessen keine Unterstützung von Linux Unified Host Utilities (LUHU) für NVMe/FC auf Oracle Linux 8.1. Verwenden Sie die ONTAP-Befehlsausgabe als Teil des NetApp Plug-ins, das in der nativen nvme-cli enthalten ist.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe/FC aktivieren

1. Installieren Sie Oracle Linux 8.1 auf dem Server.
2. Stellen Sie nach Abschluss der Installation sicher, dass der unterstützte Unbreakable Enterprise Kernel ausgeführt wird. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".

```
# uname -r
5.4.17-2011.0.7.el8uek.x86_64
```

3. upgrade des nvme-cli-Pakets

```
# rpm -qa | grep nvme
nvmecli-1.4.0-1.el8.x86_64
```

4. Fügen Sie die folgende Zeichenfolge als separate udev-Regel bei /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules hinzu. Dies ermöglicht Lastverteilung per Round Robin für NVMe Multipath.


```
# cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

- Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux 8.1-Host die NQN-Zeichenkette des Hosts unter `/etc/nvme/hostnqn` und vergewissern Sie sich, dass sie mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
-----
Oracle Linux_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

Wenn die `hostnqn`-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den `vserver modify`-Befehl verwenden, um den Host-NQN-String auf Ihrem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem zu aktualisieren, um den Host-NQN-String aus `etc/nvme/hostnqn` auf dem Host zu entsprechen.

- Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

- Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

- NVMe-Unterstützung in `lpfc` ist bereits standardmäßig aktiviert:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

Neuere lpfc-Treiber (sowohl Inbox als auch Outbox) haben lpfc_enable_fc4_type Standardeinstellung auf 3 gesetzt. Deshalb müssen Sie dies nicht explizit in der Datei /etc/modprobe.d/lpfc.conf einstellen.

3. Installieren Sie als nächstes die empfohlenen lpfc Auto-connect-Skripte:

```
# rpm -ivh nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch.rpm
```

4. Überprüfen Sie, ob die Skripts für die automatische Verbindung installiert sind.

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

6. Überprüfen Sie, ob die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-Ports angezeigt werden können, und alle sind in Betrieb.

Im folgenden Beispiel wurde nur ein einzelner Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden, wie in der folgenden Ausgabe zu sehen ist:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

NVMe/FC validieren

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

Im obigen Beispiel werden dem Oracle Linux 8.1 ANA-Host zwei Namespaces zugeordnet. Diese sind durch vier Ziel-LIFs sichtbar: Zwei lokale Node-LIFs und zwei andere Partner/Remote-Node-LIFs. Dieses Setup zeigt zwei ANA-optimierte und zwei ANA-Pfade für jeden Namespace auf dem Host.

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt wurden.

```
# nvme list
```

Node	SN	Model
Namespace Usage	Format	FW Rev

/dev/nvme0n1	814vWBNRwfbCAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
107.37 GB / 107.37 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFF
/dev/nvme0n2	814vWBNRwfbCAAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller
107.37 GB / 107.37 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFF

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5a32407351c711eaaa4800a098df41bd:subsystem.test
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live
inaccessible
```

4. Überprüfen Sie das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                      NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1            55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

OL 7

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 7.9 mit ONTAP

Instandhaltung

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.6 oder höher für Oracle Linux 7.9 unterstützt. Auf dem Oracle Linux 7.9 Host kann NVMe- und SCSI-Datenverkehr über dieselben Fibre Channel-Initiator-Adapter-Ports (FC) ausgeführt werden. Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen finden Sie im "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren "[Cloud Volumes ONTAP](#)" Und "[Amazon FSX für ONTAP](#)".

Bekannte Einschränkungen

- Im befinden sich keine nativen NVMe/FC-Skripts für die automatische Verbindung `nvme-cli` Paket. Verwenden Sie die vom HBA-Anbieter bereitgestellten externen Skripts zur automatischen Verbindung.
- Round Robin Load Balancing ist standardmäßig nicht in NVMe Multipath aktiviert. Sie müssen eine udev-Regel schreiben, um diese Funktion zu aktivieren. Im Abschnitt zur Aktivierung von NVMe/FC auf Oracle Linux 7.9 werden Schritte beschrieben.
- Es gibt keine Unterstützung für NVMe/FC und infolgedessen keine Unterstützung von Linux Unified Host Utilities (LUHU) für NVMe/FC auf Oracle Linux 7.9. Verwenden Sie die ONTAP-Befehlsausgabe als Teil des NetApp Plug-ins, das in der nativen `nvme-cli` enthalten ist.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe/FC aktivieren

1. Installieren Sie Oracle Linux 7.9 auf dem Server.
2. Stellen Sie nach Abschluss der Installation sicher, dass der unterstützte Unbreakable Enterprise Kernel ausgeführt wird. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".

```
# uname -r
5.4.17-2011.6.2.el7uek.x86_64
```

3. Aktualisieren Sie den `nvme-cli` Paket.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. Fügen Sie die folgende Zeichenfolge als separate udev-Regel bei hinzu `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules`. Dies ermöglicht Lastverteilung per Round Robin für NVMe Multipath.

```
# cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEMS=="nvme-subsystem", ATTRS{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

5. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux L 7.9-Host die NQN-Host-Zeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn`. Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:497ad959-e6d0-4987-8dc2-a89267400874
```

Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Verwenden Sie die `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts von zu entsprechen `etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

6. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. NVMe-Unterstützung in lpfc ist bereits standardmäßig aktiviert:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

Neuere lpfc-Treiber (sowohl Inbox als auch Outbox) haben lpfc_enable_fc4_type Standardeinstellung auf 3 gesetzt. Sie müssen dies daher nicht explizit im festlegen `/etc/modprobe.d/lpfc.conf`.

3. Installieren Sie als nächstes die empfohlenen lpfc Auto-connect-Skripte:

```
# rpm -ivh nvmeofc-connect-12.8.264.0-1.noarch.rpm
. Überprüfen Sie, ob die Skripts für die automatische Verbindung
installiert sind.
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.8.264.0-1.noarch
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

5. Überprüfen Sie, ob die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-Ports angezeigt werden können, und alle sind in Betrieb.

Im folgenden Beispiel wurde nur ein einzelner Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden, wie in der folgenden Ausgabe zu sehen ist:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

NVMe/FC validieren

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

Im obigen Beispiel werden dem Oracle Linux 7.9 ANA-Host zwei Namespaces zugeordnet. Diese sind durch vier Ziel-LIFs sichtbar: Zwei lokale Node-LIFs und zwei andere Partner/Remote-Node-LIFs. Dieses Setup zeigt zwei ANA-optimierte und zwei ANA-Pfade für jeden Namespace auf dem Host.

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt wurden.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnb/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.


```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_nvme_
ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. Überprüfen Sie das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                      NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 7.8 mit ONTAP

Instandhaltung

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.6 oder höher für Oracle Linux 7.8 unterstützt. Auf dem Oracle Linux 7.8 Host kann NVMe- und SCSI-Datenverkehr über dieselben Fibre Channel-Initiator-Adapter-Ports (FC) ausgeführt werden. Beachten Sie, dass der Broadcom Initiator sowohl NVMe/FC- als auch FCP-Datenverkehr über dieselben FC-Adapter-Ports bedienen kann. Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen finden Sie im "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren "[Cloud Volumes ONTAP](#)" Und "[Amazon FSX für ONTAP](#)".

Bekannte Einschränkungen

- Native NVMe/FC-Skripte für automatische Verbindungen sind im `nvme-cli`-Paket nicht verfügbar. Verwenden Sie die vom HBA-Anbieter bereitgestellten externen Skripts zur automatischen Verbindung.
- Round Robin Load Balancing ist standardmäßig nicht in NVMe Multipath aktiviert. Sie müssen eine `udev`-Regel schreiben, um diese Funktion zu aktivieren. Im Abschnitt zur Aktivierung von NVMe/FC auf Oracle Linux 7.8 werden Schritte beschrieben.
- Es gibt keine Unterstützung für NVMe/FC und infolgedessen keine Unterstützung von Linux Unified Host Utilities (LUHU) für NVMe/FC auf Oracle Linux 7.8. Verwenden Sie die ONTAP-Befehlsausgabe als Teil des NetApp Plug-ins, das in der nativen `nvme-cli` enthalten ist.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Unterstützung von NVMe/FC

1. Installieren Sie Oracle Linux 7.8 auf dem Server.
2. Stellen Sie nach Abschluss der Installation sicher, dass der unterstützte Unbreakable Enterprise Kernel ausgeführt wird. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".

```
# uname -r
4.14.35-1902.9.2.el7uek
```

3. upgrade des nvme-cli-Pakets

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. Fügen Sie die folgende Zeichenfolge als separate udev-Regel bei /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules hinzu. Dies ermöglicht Lastverteilung per Round Robin für NVMe Multipath.

```
# cat /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

5. Überprüfen Sie auf dem Oracle Linux L 7.8-Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts unter /etc/nvme/hostnqn und vergewissern Sie sich, dass sie mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

Wenn die hostnqn-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den vserver modify-Befehl verwenden, um den Host-NQN-String auf Ihrem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem zu aktualisieren, um den Host-NQN-String aus etc/nvme/hostnqn auf dem Host zu entsprechen.

6. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren des Broadcom FC-Adapters für NVMe/FC

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. NVMe-Unterstützung in lpfc ist bereits standardmäßig aktiviert:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

Neuere lpfc-Treiber (sowohl Inbox als auch Outbox) haben lpfc_enable_fc4_type Standardeinstellung auf 3 gesetzt. Deshalb müssen Sie dies nicht explizit in der Datei /etc/modprobe.d/lpfc.conf einstellen.

3. Installieren Sie als nächstes die empfohlenen lpfc Auto-connect-Skripte:

```
# rpm -ivh nvmeofc-connect-12.4.65.0-1.noarch.rpm
. Überprüfen Sie, ob die Skripts für die automatische Verbindung
installiert sind.
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.4.65.0-1.noarch
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

5. Überprüfen Sie, ob die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-Ports angezeigt werden können, und alle sind in Betrieb.

Im folgenden Beispiel wurde nur ein einzelner Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden, wie in der folgenden Ausgabe zu sehen ist:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2947 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
```

Validierung von NVMe/FC

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

Im obigen Beispiel werden dem Oracle Linux 7.8 ANA-Host zwei Namespaces zugeordnet. Diese sind durch vier Ziel-LIFs sichtbar: Zwei lokale Node-LIFs und zwei andere Partner/Remote-Node-LIFs. Dieses Setup zeigt zwei ANA-optimierte und zwei ANA-Pfade für jeden Namespace auf dem Host.

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt wurden.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_nvme_
ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. Überprüfen Sie das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                      NSID    UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

Aktivieren der 1-MB-I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Oracle Linux 7.7 mit ONTAP

Instandhaltung

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.6 oder höher für die folgenden Versionen von Oracle Linux unterstützt

- OL 7.7

OL 7.7 Host kann NVMe- und SCSI-Datenverkehr über dieselben Fibre Channel-Initiator-Adapter-Ports ausführen. Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller.

Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen finden Sie im "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren "[Cloud Volumes ONTAP](#)" Und "[Amazon FSX für ONTAP](#)".

Bekannte Einschränkungen

- Native NVMe/FC-Skripte für automatische Verbindungen sind im `nvme-cli`-Paket nicht verfügbar. Sie können die vom HBA-Anbieter bereitgestellten externen Skripts zur automatischen Verbindung verwenden.
- Standardmäßig ist der Round-Robin-Lastenausgleich nicht aktiviert. Sie müssen eine `udev`-Regel schreiben, um diese Funktion zu aktivieren. Im Abschnitt über die Aktivierung von NVMe/FC auf OL 7.7 werden Schritte ausgeführt.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Aktivieren von NVMe auf OL 7.7

1. Stellen Sie sicher, dass der standardmäßige Oracle Linux 7.7-Kernel installiert ist.
2. Starten Sie den Host neu, und überprüfen Sie, ob er in den angegebenen OL 7.7-Kernel startet.

```
# uname -r
4.14.35-1902.9.2.el7uek
```

3. Upgrade auf das paket nvme-cli-1.8.1-3.el7.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el7.x86_64
```

4. Fügen Sie die folgende Zeichenfolge als separate udev-Regel bei hinzu /lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules. Dies ermöglicht Lastverteilung per Round Robin für NVMe Multipath.

```
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin
```

5. Prüfen Sie auf dem OL 7.7-Host die Host-NQN-Zeichenfolge unter /etc/nvme/hostnqn Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
ol_157_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den vserver modify-Befehl verwenden, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem zu aktualisieren, damit sie mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts übereinstimmt /etc/nvme/hostnqn Auf dem Host.

1. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren des Broadcom FC-Adapters für NVMe/FC

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).


```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Kopieren Sie das Broadcom outbox Auto-Connect-Skripte-Paket und installieren Sie es.

```
# rpm -ivh nvme-fc-connect-12.4.65.0-1.noarch.rpm
```

3. Starten Sie den Host neu.
4. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware, den nativen Inbox-Treiber und die Paketversionen für automatische Verbindungen verwenden. Eine Liste der unterstützten Versionen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.17, sil-4.2.c
12.4.243.17, sil-4.2.c

# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.0.0.10

# rpm -qa | grep nvme-fc
nvme-fc-connect-12.4.65.0-1.noarch
```

5. Stellen Sie sicher, dass `lpfc_enable_fc4_type` auf 3 gesetzt ist.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

6. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

7. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-LIFs ausgeführt werden können.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
...
```

Validierung von NVMe/FC

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt wurden.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.ol_157_nvme_
ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. Überprüfen Sie das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device    Vserver  Namespace Path                               NSID   UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0
1          55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad  53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/ol_157_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

Aktivieren der 1-MB-I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen

lpfc Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

LPFC ausführliche Protokollierung

Legen Sie den `lpfc`-Treiber für NVMe/FC fest.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_log_verbose` Treibereinstellung auf einen der folgenden Werte, um NVMe/FC-Ereignisse zu protokollieren.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. Führen Sie nach dem Festlegen der Werte den aus `dracut-f` Führen Sie einen Befehl aus und starten Sie den Host neu.
3. Überprüfen Sie die Einstellungen.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

RHEL

RHEL 9

NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 9.3 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit Red hat Enterprise Linux (RHEL) 9.3 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FC-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Folgende Unterstützung ist für die NVMe-of-Hostkonfiguration für RHEL 9.3 mit ONTAP verfügbar:

- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Über das NetApp-Plug-in im nativen `nvme-cli`-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC- und NVMe/TCP-Namespace angezeigt.
- Verwendung von gleichzeitig vorhandenem NVMe und SCSI Traffic auf demselben Host auf einem bestimmten Host Bus Adapter (HBA) ohne die expliziten `dm-Multipath`-Einstellungen, um die Inanspruchnahme von NVMe-Namespace zu verhindern.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

RHEL 9.3 hat standardmäßig in-Kernel-NVMe-Multipath für NVMe-Namespace aktiviert; daher sind keine expliziten Einstellungen erforderlich.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Validieren der Softwareversionen

Mit dem folgenden Verfahren können Sie die unterstützten Mindestversionen von RHEL 9.3 validieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 9.3 auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen RHEL 9.3-Kernel ausführen:

```
# uname -r
```

Beispielausgabe:

```
5.14.0-362.8.1.el9_3.x86_64
```

2. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
```

Beispielausgabe:

```
nvme-cli-2.4-10.el9.x86_64
```

3. Installieren Sie den `libnvme` Paket:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

Beispielausgabe

```
libnvme-1.4-7.el9.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem RHEL 9.3-Host die `hostnqn`-Zeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf
```

5. Überprüfen Sie das `hostnqn`. Die Zeichenfolge entspricht der `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme147
```

Beispielausgabe:

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme147	rhel_147_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:060fd513-83be-4c3e-aba1-52e169056dcf



Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Verwenden Sie die `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des `hostnqn` Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die dem entspricht `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware und Inbox-Treiber:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.2.0.12
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b3c081f
0x100000109b3c0820
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b3c081f WWNN x200000109b3c081f DID
x062300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2143d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061b15 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2145d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061115 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c4538 Issue 000000001f58da22 OutIO
ffffffffffffc94ea
abort 00000630 noxri 00000000 nondlp 00001071 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000630 Err 0001bd4a
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b3c0820 WWNN x200000109b3c0820 DID
x062c00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2144d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x060215 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2146d039ea165877 WWNN x2142d039ea165877 DID
x061815 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 000000040b Cmpl 000000040b Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001f5c3618 Issue 000000001f5967a4 OutIO
ffffffffffd318c
abort 00000629 noxri 00000000 nondlp 0000044e qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000629 Err 0001bd3d
```


Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber, der im RHEL 9.3 GA Kernel enthalten ist, hat die neuesten Fixes, die für die Unterstützung von ONTAP unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Beispielausgabe

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k  
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.08.200-k
```

2. Verifizieren Sie das `ql2xnvmeenable` Ist festgelegt. Dadurch kann der Marvell Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  192.168.166.17
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992
08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  192.168.167.17
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```

treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  192.168.166.16
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  192.168.167.16
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
...

```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich beim Abrufen von Protokollseitendaten der Bestandsaufnahme abgerufen werden können:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```

#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23

```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Sie können alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg befehligen und die Zeitüberschreitung für den Controller für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden festlegen:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.1 -a 192.168.166.17
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.16
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.1 -a 192.168.167.17
-l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung VON NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass das in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of-Einstellungen (z. B. auf NetApp ONTAP-Controller gesetzt auf Modell und Load-Balancing-IOPolicy auf Round-Robin eingestellt) für die jeweiligen ONTAP-Namespaces den Host korrekt widerspiegeln:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

Node	SN	Model

/dev/nvme5n21	81CYrNQlis3WAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

- Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme5n21
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.e80cc121ca6911ed8cbdd039ea165590:subsystem.rhel_147_LPE32002
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-0x2144d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-0x100000109b3c0820 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-0x2145d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-0x100000109b3c081f live non-optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-0x2146d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c0820:pn-0x100000109b3c0820 live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x2142d039ea165877:pn-0x2143d039ea165877,host_traddr=nn-0x200000109b3c081f:pn-0x100000109b3c081f live optimized
```

NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.bbfb4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.167.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_addr=192.168.167.1 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.1,src_addr=192.168.167.1 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.17,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_addr=192.168.166.1 live
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.166.16,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.1,src_addr=192.168.166.1 live
```

5. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp		/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_95",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "6fcb8ea0-dc1e-4933-b798-8a62a626cb7f",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bei der NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 9.3 mit ONTAP-Release bekannt.

NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 9.2 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit Red hat Enterprise Linux (RHEL) 9.2 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FC-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Folgende Unterstützung ist für die NVMe-of-Hostkonfiguration von RHEL 9.2 mit ONTAP verfügbar:

- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Über das NetApp-Plug-in im nativen nvme-cli-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC- und NVMe/TCP-Namespace angezeigt.
- Verwendung von gleichzeitig vorhandenem NVMe und SCSI-Datenverkehr auf demselben Host in einem bestimmten Host Bus Adapter (HBA) ohne die expliziten dm-Multipath-Einstellungen, um die Inanspruchnahme von NVMe-Namespace zu verhindern.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

- RHEL 9.2 verfügt standardmäßig über NVMe-Multipath im Kernel für NVMe-Namespace. Daher sind keine expliziten Einstellungen erforderlich.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Validieren der Softwareversionen

Mit dem folgenden Verfahren können Sie die unterstützten Mindestversionen von RHEL 9.2 validieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 9.2 auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen RHEL 9.2-Kernel ausführen.

```
# uname -r
```

Beispielausgabe:

```
5.14.0-284.11.1.el9_2.x86_64
```

2. Installieren Sie den nvme-cli Paket:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
```


Beispielausgabe:

```
nvme-cli-2.2.1-2.el9.x86_64
```

3. Installieren Sie den libnvme Paket:

```
#rpm -qa|grep libnvme
```

Beispielausgabe

```
libnvme-1.2-2.el9.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem RHEL 9.2-Host die hostnqn-Zeichenfolge unter /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3310-8033-b8c04f4c5132
```

5. Überprüfen Sie das hostnqn Die Zeichenfolge entspricht der hostnqn String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_ol_nvme
```

Beispielausgabe:

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_nvme207	rhel_207_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df



Wenn der hostnqn Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Verwenden Sie die `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des hostnqn Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die dem entspricht hostnqn Zeichenfolge von /etc/nvme/hostnqn Auf dem Host.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware- und Inbox-Treiber.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.11
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber, der im RHEL 9.2 GA Kernel enthalten ist, verfügt über die neuesten Upstream-Fixes, die für die Unterstützung von ONTAP unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Beispielausgabe

```
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k  
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Verifizieren Sie das ql2xnvmeenable Ist festgelegt. Dadurch kann der Marvell Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein lpfc_sg_seg_cnt Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen dracut -f Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das lpfc_sg_seg_cnt Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.166.22
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.167.23
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
.....
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich beim Abrufen von Protokollseitendaten der Bestandsaufnahme abgerufen werden können.

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
#nvme discover -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Sie können alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg befehligen und die Zeitüberschreitung für den Controller für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden festlegen:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.166.5 -a 192.168.166.23
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.22
-l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.167.5 -a 192.168.167.23
-l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung VON NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass das in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of-Einstellungen (z. B. auf NetApp ONTAP-Controller gesetzt auf Modell und Load-Balancing-IOPolicy auf Round-Robin eingestellt) für die jeweiligen ONTAP-Namespace den Host korrekt widerspiegeln:


```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem.rhel_207  
_LB \  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-  
0x100000109b1b95ef live optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-  
0x100000109b1b95f0 live optimized  
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-  
0x100000109b1b95f0 live non-optimized  
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-  
0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-  
0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.c680f5bcae1411ed8639d039ea951c46:subsystem.rhel_tcp  
97 \  
+- nvme1 tcp  
traddr=192.168.167.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live  
non-optimized  
+- nvme2 tcp  
traddr=192.168.167.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live  
non-optimized  
+- nvme3 tcp  
traddr=192.168.166.23,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live  
optimized  
+- nvme4 tcp  
traddr=192.168.166.22,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live  
optimized
```

5. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp	/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 9.1 mit ONTAP

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und NVMe/TCP) werden bei RHEL 9.1 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt, die für die übrig gebliebene Storage-Failover (SFOs) auf dem ONTAP Array erforderlich sind. ANA ist das ALUA-Äquivalent (Asymmetric Logical Unit Access) in der NVMe-of-Umgebung und wird derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. Dieses Dokument enthält die Details zur Aktivierung von NVMe-of mit in-Kernel NVMe Multipath unter Verwendung von ANA auf RHEL 9.1 und ONTAP als Ziel.

Folgende Unterstützung ist für die NVMe-of-Hostkonfiguration von RHEL 9.1 mit ONTAP verfügbar:

- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Über das NetApp-Plug-in im nativen `nvme-cli`-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC- und NVMe/TCP-Namespace angezeigt.
- Verwendung von gleichzeitig vorhandenem NVMe und SCSI-Datenverkehr auf demselben Host in einem bestimmten Host Bus Adapter (HBA) ohne die expliziten `dm-Multipath`-Einstellungen, um die Inanspruchnahme von NVMe-Namespace zu verhindern.

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Finden Sie genaue Details zu unterstützten Konfigurationen.

Funktionen

RHEL 9.1 unterstützt standardmäßig NVMe Multipath in Kernel für NVMe Namespaces, ohne dass explizite Einstellungen erforderlich sind.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe Multipath im Kernel aktivieren

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um in-Kernel NVMe Multipath zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 9.1 auf dem Server.
2. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen RHEL 9.1-Kernel ausführen. Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

Beispiel:

```
# uname -r
5.14.0-162.6.1.el9_1.x86_64
```

3. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

Beispiel:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-2.0-4.el9.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts bei `/etc/nvme/hostnqn` Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme207
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme207   rhel_207_LPe32002   nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:325e7554-1f9b-11ec-8489-3a68dd61a4df
```



Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-NVMe-Subsystem, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts zu entsprechen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

5. Starten Sie den Host neu.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#) Erhalten Sie in der aktuellen Liste der unterstützten Adapter.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2

# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc

Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und den Posteingangstreiber verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#) Aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.11, sli-4:2:c
14.0.505.11, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.2.0.5
```

3. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf 3 eingestellt

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und ausgeführt werden, und dass Sie die Ziel-LIFs sehen können.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1b95ef
0x100000109b1b95f0
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1b95ef WWNN x200000109b1b95ef DID
x061700 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2035d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062f05 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2083d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062407 TARGET DISCSRV ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001df6c Issue 000000000001df6e OutIO
0000000000000002
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1b95f0 WWNN x200000109b1b95f0 DID
x061400 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2036d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x061605 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2037d039ea1308e5 WWNN x2082d039ea1308e5 DID
x062007 TARGET DISCSRV ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000001dd28 Issue 000000000001dd29 OutIO
0000000000000001
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000004
```

Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Im nativen Posteingang qla2xxx Der im RHEL 9.1-Kernel enthaltene Treiber verfügt über die neuesten

Fehlerbehebungen, die für die ONTAP-Unterstützung unerlässlich sind.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob Sie den unterstützten Adaptertreiber und die unterstützte Firmware-Version mit dem folgenden Befehl ausführen:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. Verifizieren `ql2xnvmeenable` Ist gesetzt, sodass der Marvell-Adapter unter Verwendung des folgenden Befehls als NVMe/FC-Initiator fungieren kann:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseiten in den unterstützten NVMe/TCP LIFs abrufen kann:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51

Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. Überprüfen Sie, ob die anderen LIF-Kombos des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich die Daten der Erkennungsprotokoll-Seite abrufen können. Beispiel:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Laufen `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie sicher, dass Sie einen längeren Zeitraum festlegen `ctrl_loss_tmo` Zeitschaltuhr-Wiederholungszeitraum (z. B. 30 Minuten, die über eingestellt werden kann `-l 1800`) Während der Ausführung des `connect-all` Befehl, damit es im Falle eines Pfadausfalls für einen längeren Zeitraum versuchen würde. Beispiel:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Überprüfung des NVMe Multipath im Kernel durch Prüfung:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of Einstellungen (z. B. `model` Auf einstellen `NetApp ONTAP Controller` Und Lastverteilung `iopolicy` Auf einstellen `round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespaces richtig reflektieren auf dem Host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespaces auf dem Host ordnungsgemäß reflektieren. Beispiel:

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist.
Beispiel:

Beispiel (A):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys10 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.82e7f9edc72311ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_131_QLe
2742
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x2039d039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203cd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203bd039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d30:pn-
0x21000024ff171d30 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x2038d039ea1308e5:pn-
0x203ad039ea1308e5,host_traddr=nn-0x20000024ff171d31:pn-
0x21000024ff171d31 live non-optimized
```

Beispiel (b):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bf0691a7c74411ec8187d039ea14107d:subsystem.rhel_tcp_133
\
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.166.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live non-
optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.166.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.166.5 live
optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.167.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live non-
optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.167.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.167.5 live
optimized
```

5. Überprüfen Sie, ob das NetApp Plug-in die richtigen Werte für jedes ONTAP Namespace-Gerät anzeigt.

Beispiel (A):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

Beispiel (b):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme1n1	vs_tcp_133	/vol/vol1/ns1

```

NSID UUID
-----
1 1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657 21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme1n1",
      "Vserver":"vs_tcp_133",
      "Namespace_Path":"/vol/vol1/ns1",
      "NSID":1,
      "UUID":"1ef7cb56-bfed-43c1-97c1-ef22eeb92657",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    },
  ]
}

```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of-Hostkonfiguration für RHEL 9.1 mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
1503468	<code>nvme list-subsys</code> Der Befehl gibt die sich wiederholende nvme-Controller-Liste für ein bestimmtes Subsystem zurück	Der <code>nvme list-subsys</code> Befehl sollte eine eindeutige Liste der nvme Controller zurückgeben, die einem bestimmten Subsystem zugeordnet sind. In RHEL 9.1 zeigt die <code>nvme list-subsys</code> Befehl gibt nvme Controller für alle Namespaces zurück, die zu einem bestimmten Subsystem gehören. Der ANA-Status ist jedoch ein per-NameSpace-Attribut. Daher wäre es ideal, eindeutige nvme-Controller-Einträge mit dem Pfadstatus anzuzeigen, wenn Sie die Subsystem-Befehlssyntax für einen bestimmten NameSpace auflisten.	2130106

NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 9.0 mit ONTAP

NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und NVMe/TCP) wird mit RHEL 9.0 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt, die für die verbleibenden Storage-Failover (SFOs) auf dem ONTAP Array erforderlich sind. ANA ist das ALUA-Äquivalent in der NVM-of-Umgebung und ist derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. Dieses Dokument enthält die Details zur Aktivierung von NVMe-of mit in-Kernel NVMe Multipath unter Verwendung von ANA auf RHEL 9.0 und ONTAP als Ziel.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

- Ab RHEL 9.0 ist NVMe/TCP keine Technologie-Vorschaufunktion mehr (im Gegensatz zu RHEL 8), sondern eine vollständig unterstützte Unternehmensfunktion selbst.
- Ab RHEL 9.0 ist NVMe Multipath im Kernel standardmäßig für NVMe-Namespaces aktiviert, ohne dass explizite Einstellungen erforderlich sind (im Gegensatz zu RHEL 8).

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Aktivieren Sie NVMe Multipath im Kernel

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um in-Kernel NVMe Multipath zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 9.0 auf dem Server.
2. Stellen Sie nach Abschluss der Installation sicher, dass Sie den angegebenen RHEL 9.0-Kernel ausführen. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#) Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

```
# uname -r
5.14.0-70.13.1.el9_0.x86_64
```

3. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el9.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts bei `/etc/nvme/hostnqn` Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem Host      NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1 nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-NVMe-Subsystem, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts von zu entsprechen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

5. Starten Sie den Host neu.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Weitere Informationen zu unterstützten Adaptern finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname  
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und den Posteingangstreiber verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.8.351.47, sli-4:2:c  
12.8.351.47, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.4
```

3. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf festgelegt 3.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und ausgeführt werden, und Sie können die Ziel-LIFs sehen.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b1c1204  
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

Der native Inbox qla2xxx Treiber im RHEL 9.0 Kernel enthält die neuesten Fixes, die für die ONTAP Unterstützung wesentlich sind.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

1. Verifizieren ql2xnvmeenable Ist gesetzt, sodass der Marvell-Adapter als NVMe/FC-Initiator fungieren kann:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein lpfc_sg_seg_cnt Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen dracut -f Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das lpfc_sg_seg_cnt Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den

Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseiten in den unterstützten NVMe/TCP LIFs abrufen kann:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51

Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. Ebenso überprüfen Sie, dass die anderen NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIF-Combos in der Lage sind, die Discovery-Protokoll-Seitendaten erfolgreich abzurufen. Beispiel:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Laufen `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie einen längeren Zeitraum ein `ctrl_loss_tmo` Zeitschaltuhr-Wiederholungszeitraum (z. B. 30 Minuten, die über eingestellt werden kann `-l 1800`) Während des `connect-all`, so dass es für einen längeren Zeitraum im Falle eines Pfadverlusts erneut versuchen würde. Beispiel:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Überprüfung des NVMe Multipath im Kernel durch Prüfung:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Stellen Sie sicher, dass die entsprechenden NVMf-Einstellungen (z. B. Modell auf gesetzt) verwendet werden NetApp ONTAP Controller Und Lastverteilung `iopolicy` Auf einstellen `round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespace richtig reflektieren auf dem Host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespace auf dem Host ordnungsgemäß reflektieren.

Beispiel (A):

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1  814vWBNRwf9HAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller  1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

Beispiel (b):

```
# nvme list
Node          SN                      Model                      Namespace
Usage
-----
-----
/dev/nvme0n1  81CZ5BQuUNfGAAAAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller  1
85.90 GB / 85.90 GB

Format          FW Rev
-----
4 KiB + 0 B    FFFFFFFF
```

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist.

Beispiel (A):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

Beispiel (b):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.1.51 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.56 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live optimized
+- nvme15 tcp traddr=192.168.2.57 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.9
live non-optimized
+- nvme5 tcp traddr=192.168.1.52 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.8
live non-optimized
```

5. Überprüfen Sie, ob das NetApp Plug-in die richtigen Werte für die einzelnen ONTAP Namespace-Geräte anzeigt.

Beispiel (A):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
NSID
-----
-----
/dev/nvme0n1    vs_fcnvme_141    /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns    1

UUID                                                    Size
-----
72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2    85.90GB
```

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

Beispiel (b):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1          vs_tcp_118
/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns

NSID    UUID                                                    Size
-----
1        4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c    85.90GB
```



```
# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_118",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpnvme_118_1_0_0/tcpnvme_118_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "4a3e89de-b239-45d8-be0c-b81f6418283c",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}
}
```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of-Hostkonfiguration für RHEL 9.0 mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
"1479047"	RHEL 9.0 NVMe-of-Hosts erstellen duplizierte persistente Discovery-Controller	Auf NVMe over Fabrics-Hosts (NVMe-of) können Sie den Befehl „nvme discover -p“ verwenden, um persistente Discovery Controller (PDCs) zu erstellen. Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch ONTAP 9.10.1 und Red hat Enterprise Linux (RHEL) 9.0 mit einem NVMe-of-Host ausführen, wird bei jeder Ausführung von NVMe discover -p ein doppelter PDC erstellt. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	2087000

RHEL 8

NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 8.9 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.9 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FC-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Folgende Unterstützung ist für die NVMe-of-Hostkonfiguration für RHEL 8.9 mit ONTAP verfügbar:

- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Über das NetApp-Plug-in im nativen nvme-cli-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC- und NVMe/TCP-Namespace angezeigt.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Bekannte Einschränkungen

- NVMe Multipath im Kernel ist bei RHEL 8.9 NVMe-of Hosts standardmäßig deaktiviert. Deshalb müssen Sie sie manuell aktivieren.
- Auf RHEL 8.9-Hosts ist NVMe/TCP eine Technologie-Vorschaufunktion aufgrund offener Probleme.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Aktivieren Sie in-Kernel Multipath

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um Multipath im Kernel zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 8.9 auf dem Hostserver.
2. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen RHEL 8.9-Kernel ausführen:

```
# uname -r
```

Beispielausgabe

```
4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

3. Installieren Sie das nvme-cli-Paket:

```
rpm -qa|grep nvme-cli
```

Beispielausgabe

```
nvme-cli-1.16-9.el8.x86_64
```

4. In -Kernel NVMe Multipath aktivieren:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-513.5.1.el8_9.x86_64
```

5. Überprüfen Sie auf dem Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts bei `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132
```

6. Überprüfen Sie das `hostnqn`. Die Zeichenfolge entspricht der `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
```

Beispielausgabe

Vserver	Subsystem	Host NQN

vs_nvme101	rhel_101_QLe2772	nqn.2014-08.org.nvmexpress: uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132



Wenn die Host-NQN-Zeichenfolgen nicht übereinstimmen, können Sie die verwenden `vservers modify` Befehl zum Aktualisieren der NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-NVMe-Subsystem, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts zu entsprechen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

7. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie beabsichtigen, gleichzeitig NVMe und SCSI auf demselben Host auszuführen, empfiehlt NetApp die Verwendung des NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und des dm-Multipath für ONTAP-LUNs. Dies sollte die ONTAP-Namespace von dm-multipath ausschließen und verhindern, dass dm-multipath diese Namespace-Devices beansprucht. Sie können dies tun, indem Sie die hinzufügen `enable_foreign` Einstellung auf `/etc/multipath.conf` Datei:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign NONE
}
```

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware und Inbox-Treiber:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.2.539.16, sli-4:2:c  
14.2.539.16, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.21
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec88
0x10000090fae0ec89
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88 DID
x0a1300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001aa Issue 00000000000001ab OutIO
0000000000000001
        abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89 DID
x0a1200 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000024 Cmpl 0000000024 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000001ac Issue 00000000000001ad OutIO
0000000000000001
        abort 00000002 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000002 Err 00000003
```

Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber, der im RHEL 8.9 GA Kernel enthalten ist, verfügt über die neuesten Upstream-Fixes, die für die Unterstützung von ONTAP unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass

der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Beispielausgabe

```
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k  
QLE2742 FW: v9.10.11 DVR: v10.02.08.200-k
```

2. Verifizieren Sie das `ql2xnvmeenable` Ist festgelegt. Dadurch kann der Marvell Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den

Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified.
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr:  192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: unrecognized
treq:    not specified.
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:
discovery
traddr:  192.168.111.15
sectype: none .....
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators die Daten der Erkennungsprotokollseite erfolgreich abrufen können:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Sie können alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg befehligen und die Zeitüberschreitung für den Controller für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden festlegen:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass das in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of Einstellungen (z. B. `model` Auf einstellen NetApp ONTAP Controller Und Lastverteilung `iopolicy` Auf einstellen `round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespace werden auf dem Host korrekt wiedergegeben:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```



```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	81Gx7NSiKSQqAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme3n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8e501f8ebaf11ec9b99d039ea359e4b:subsystem.rhel_163_Q1e2742
+- nvme0 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x2050d039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live non-optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204fd039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4995:pn-0x21000024ff7f4995 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x204dd039ea36a105:pn-0x204ed039ea36a105
host_traddr=nn-0x20000024ff7f4994:pn-0x21000024ff7f4994 live optimized
```

NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.79 live optimized
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live non-optimized
+- nvme3 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.79 live optimized
```

5. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp79	/vol/vol1/ns

NSID	UUID	Size
1	aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_tcp79",
      "Namespace Path": "/vol/vol1/ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "aa197984-3f62-4a80-97de-e89436360cec",
      "Size": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of Host-Konfiguration für RHEL 8.9 mit ONTAP-Version weist das folgende bekannte Problem auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
"1479047"	RHEL 8.9 NVMe-of-Hosts erstellen doppelte persistente Erkennungs-Controller	Auf NVMe over Fabrics-Hosts (NVMe-of) können Sie den Befehl „nvme discover -p“ verwenden, um persistente Discovery Controller (PDCs) zu erstellen. Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.9 auf einem NVMe-of-Host ausführen, wird bei jeder Ausführung von „nvme discover -p“ ein doppelter PDC erstellt. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	2087000

NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 8.8 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.8 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FC-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Folgende Unterstützung ist für die NVMe-of-Hostkonfiguration von RHEL 8.8 mit ONTAP verfügbar:

- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Über das NetApp-Plug-in im nativen nvme-cli-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC- und NVMe/TCP-Namespaces angezeigt.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Bekannte Einschränkungen

- NVMe Multipath im Kernel ist bei RHEL 8.8 NVMe-of Hosts standardmäßig deaktiviert. Deshalb müssen Sie sie manuell aktivieren.
- Auf RHEL 8.8-Hosts ist NVMe/TCP eine Technologie-Vorschaufunktion aufgrund offener Probleme.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Aktivieren Sie in-Kernel Multipath

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um in-kernal multipath zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 8.8 auf dem Hostserver.
2. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen RHEL 8.8-Kernel ausführen.

```
# uname -r
```

Beispielausgabe

```
4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

3. Installieren Sie das nvme-cli-Paket:

```
rpm -qa | grep nvme-cli
```

Beispielausgabe

```
nvme-cli-1.16-7.el8.x86_64
```

4. In -Kernel NVMe Multipath aktivieren:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-477.10.1.el8_8.x86_64
```

5. Überprüfen Sie auf dem Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts bei /etc/nvme/hostnqn:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
```

6. Überprüfen Sie das hostnqn Die Zeichenfolge entspricht der hostnqn String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_fc_nvme_141
```

Beispielausgabe

Vserver	Subsystem	Host NQN

vs_nvme161	rhel_161_LPe32002	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f



Wenn die Host-NQN-Zeichenfolgen nicht übereinstimmen, können Sie die verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-NVMe-Subsystem, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts zu entsprechen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

7. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie beabsichtigen, gleichzeitig NVMe und SCSI auf demselben Host auszuführen, empfiehlt NetApp die Verwendung des NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespaces und des dm-Multipath für ONTAP-LUNs. Das bedeutet, dass die ONTAP-Namespaces von dm-Multipath ausgeschlossen werden sollten, um zu verhindern, dass dm-Multipath diese Namespace-Geräte beanspruchen kann. Dazu müssen Sie die hinzufügen `enable_foreign` Einstellung auf `/etc/multipath.conf` Datei:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign  NONE
}
```

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware und Inbox-Treiber:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
14.0.639.18, sli-4:2:c  
14.0.639.18, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:14.0.0.18
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88 DID
x0a1300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2049d039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a0c0a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204bd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a100a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000825e567 Issue 000000000825d7ed OutIO
ffffffffffffffff286
abort 0000027c noxri 00000000 nondlp 00000a02 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000782 Err 000130fa

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89 DID
x0a1200 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204ad039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a080a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x204cd039ea36a105 WWNN x2048d039ea36a105 DID
x0a090a TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000134 Cmpl 0000000134 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000826ced5 Issue 000000000826c226 OutIO
ffffffffffffffff351
          abort 0000029d noxri 00000000 nondlp 000008df qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000821 Err 00012fcd
```


Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber, der im RHEL 8.8 GA Kernel enthalten ist, verfügt über die neuesten Upstream-Fixes, die für die Unterstützung von ONTAP unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Beispielausgabe

```
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
QLE2772 FW:v9.10.11 DVR:v10.02.07.900-k-debug
```

2. Verifizieren Sie das `ql2xnvmeenable` Ist festgelegt. Dadurch kann der Marvell Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.14
sectype: none
.....
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators die Daten der Erkennungsprotokollseite erfolgreich abrufen können:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14
# nvme discovery -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15
```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Sie können alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg befehligen und die Zeitüberschreitung für den Controller für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden festlegen:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.15 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung VON NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass das in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of Einstellungen (z. B. `model` Auf einstellen `NetApp ONTAP Controller` Und Lastverteilung `iopolicy` Auf einstellen `round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespace werden auf dem Host korrekt wiedergegeben:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

Node	SN	Model

/dev/nvme3n1	81Gx7NSiKSQeAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme3n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys3 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.ab4fa6a5ba8b11ecbe3dd039ea359e4b:subsystem.rhel_161  
_Lpe32002  
\  
+- nvme0 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204cd039ea36a105  
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live non-  
optimized  
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204ad039ea36a105  
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-0x10000090fae0ec89 live  
optimized  
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x204bd039ea36a105  
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live non-  
optimized  
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2048d039ea36a105:pn-0x2049d039ea36a105  
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-0x10000090fae0ec88 live  
optimized
```

NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp  
_165  
\  
+- nvme0 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.111.79 live non-optimized  
+- nvme1 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.111.79 live optimized  
+- nvme2 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.211.79 live non-optimized
```

5. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	vs_tcp		/vol/vol1/ns1

NSID	UUID	Size
1	338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "338d73ce-b5a8-4847-9cc9-b127c75d8855",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ],
}
```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 8.8 mit ONTAP-Version weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
"1479047"	RHEL 8.8 NVMe-of-Hosts erstellen doppelte persistente Erkennungs-Controller	Auf NVMe over Fabrics-Hosts (NVMe-of) können Sie den Befehl „nvme discover -p“ verwenden, um persistente Discovery Controller (PDCs) zu erstellen. Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.8 auf einem NVMe-of-Host ausführen, wird bei jeder Ausführung von „nvme discover -p“ ein doppelter PDC erstellt. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	2087000

NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 8.7 mit ONTAP

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und andere Übertragungen) wird mit Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.7 mit ANA (Asymmetric Namespace Access) unterstützt. ANA ist das ALUA-Äquivalent (Asymmetric Logical Unit Access) in der NVMe-of-Umgebung und wird derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. Während dieses Verfahrens aktivieren Sie NVMe-of mit in-Kernel NVMe Multipath unter Verwendung von ANA auf RHEL 8.7 und ONTAP als Ziel.

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Finden Sie genaue Details zu unterstützten Konfigurationen.

Funktionen

RHEL 8.7 unterstützt zusätzlich zu NVMe/FC NVMe/TCP (als Technology Preview Feature). Das NetApp Plug-in im nativen nvme-cli-Paket kann ONTAP Details sowohl für NVMe/FC als auch für NVMe/TCP-Namespace anzeigen.

Bekannte Einschränkungen

- Bei RHEL 8.7 bleibt NVMe Multipath in-Kernel standardmäßig deaktiviert. Deshalb müssen Sie sie manuell aktivieren.
- NVMe/TCP auf RHEL 8.7 ist nach wie vor eine Technologie-Vorschau-Funktion, da offene Probleme auftreten. Siehe "[Versionshinweise zu RHEL 8.7](#)" Entsprechende Details.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Aktivieren Sie NVMe Multipath im Kernel

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um in-Kernel NVMe Multipath zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 8.7 auf dem Server.
2. Stellen Sie nach Abschluss der Installation sicher, dass Sie den angegebenen RHEL 8.7-Kernel ausführen. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

Beispiel:

```
# uname -r
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

3. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

Beispiel:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-5.el8.x86_64
```

4. Unterstützung für NVMe Multipath im Kernel:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-425.3.1.el8.x86_64
```

5. Überprüfen Sie auf dem Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts bei `/etc/nvme/hostnqn` Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn

nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:a7f7ald4-311a-11e8-b634-
7ed30aef10b7

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme167
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme167   rhel_167_LPe35002  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid: a7f7ald4-
311a-11e8-b634-7ed30aef10b7
```



Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-NVMe-Subsystem, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts zu entsprechen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

6. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie beabsichtigen, gleichzeitig NVMe und SCSI auf demselben Host auszuführen, empfiehlt NetApp die Verwendung von NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und dm-Multipath für ONTAP-LUNs. Das bedeutet, dass die ONTAP-Namespace von dm-Multipath ausgeschlossen werden sollten, um zu verhindern, dass dm-Multipath diese Namespace-Geräte beanspruchen kann. Sie können dies tun, indem Sie die Einstellung `enable_foreign` zum hinzufügen `/etc/multipath.conf` Datei:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

Starten Sie den Multipathd-Daemon neu, indem Sie ein ausführen `systemctl restart multipathd` Befehl, damit die neue Einstellung wirksam wird.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#) Erhalten Sie in der aktuellen Liste der unterstützten Adapter.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe35002-M2
LPe35002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe35002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und den Posteingangstreiber verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#) Aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
14.0.505.12, sli-4:6:d
14.0.505.12, sli-4:6:d
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.15
```

3. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf 3 eingestellt

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und ausgeführt werden, und dass Sie die Ziel-LIFs sehen können.

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b95467c
0x100000109b95467b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b95467c WWNN x200000109b95467c DID
x0a1500 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2071d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0907 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2072d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0805 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909837 Issue 0000000004908cfc OutIO
ffffffffffff4c5
abort 0000004a noxri 00000000 nondlp 00000458 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000061 Err 00017f43

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b95467b WWNN x200000109b95467b DID
x0a1100 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2070d039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a1007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x206fd039ea36a105 WWNN x206ed039ea36a105 DID
x0a0c05 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 00000001c7 Cmpl 00000001c7 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000004909464 Issue 0000000004908531 OutIO
ffffffffffff0cd
abort 0000004f noxri 00000000 nondlp 00000361 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000006b Err 00017f99

```

Im nativen Posteingang `qla2xxx` Der im RHEL 8.7-Kernel enthaltene Treiber verfügt über die neuesten Fehlerbehebungen, die für die ONTAP-Unterstützung unerlässlich sind.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob Sie den unterstützten Adaptertreiber und die unterstützte Firmware-Version mit dem folgenden Befehl ausführen:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
QLE2772 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.400-k-debug
```

2. Verifizieren `ql2xnvmeenable` Ist gesetzt, sodass der Marvell-Adapter unter Verwendung des folgenden Befehls als NVMe/FC-Initiator fungieren kann:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den

Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseiten in den unterstützten NVMe/TCP LIFs abrufen kann:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10

=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn:
nqn.199208.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: unrecognized
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr: 192.168.211.14
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
```

```

subtype: unrecognized
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:discovery
traddr:  192.168.111.14
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr:  192.168.211.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr:  192.168.111.15
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====

trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr:  192.168.211.14
sectype: none

=====Discovery Log Entry 7=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4

```

```

subtype: nvme subsystem
treq:    not specified

    portid: 3

trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
traddr:  192.168.111.14
sectype: none
[root@R650-13-79 ~]#

```

- Überprüfen Sie, ob andere LIF-Kombos des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich die Daten der Erkennungsprotokoll-Seite abrufen können. Beispiel:

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14
# nvme discover -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15

```

- Laufen `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie einen längeren Zeitraum ein `ctrl_loss_tmo` Zeitschaltuhr-Wiederholungszeitraum (z. B. 30 Minuten, die über eingestellt werden kann `-l 1800`) Während des `connect-all`, so dass es für einen längeren Zeitraum im Falle eines Pfadverlusts erneut versuchen würde. Beispiel:

```

# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.5-a 192.168.211.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.5 -a 192.168.211.15 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.14 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.5 -a 192.168.111.15 -l 1800

```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

- Überprüfung des NVMe Multipath im Kernel durch Prüfung:

```

# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y

```

- Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of Einstellungen (z. B. `model` Auf einstellen NetApp ONTAP Controller Und Lastverteilung `iopolicy` Auf einstellen `round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespaces richtig reflektieren auf dem Host:


```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespace auf dem Host ordnungsgemäß reflektieren. Beispiel:

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	81Gx7NSiKSRNAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist. Beispiel:

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1

nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.154a5833c78c11ecb069d039ea359e4b:subsystem.rhel_tcp_165
\

+- nvme0 tcp traddr=192.168.211.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live non-optimized

+- nvme1 tcp traddr=192.168.211.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.211.5 live optimized

+- nvme2 tcp traddr=192.168.111.15 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live non-optimized

+- nvme3 tcp traddr=192.168.111.14 trsvcid=4420
host_traddr=192.168.111.5 live optimized
```

5. Überprüfen Sie, ob das NetApp Plug-in die richtigen Werte für jedes ONTAP Namespace-Gerät anzeigt. Beispiel:

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp79      /vol/vol1/ns1

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84  21.47GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp79",
      "Namespace_Path" : "/vol/vol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of-Hostkonfiguration für RHEL 8.7 mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
"1479047"	RHEL 8.7 NVMe-of-Hosts erstellen duplizierte persistente Discovery-Controller	Auf NVMe over Fabrics-Hosts (NVMe-of) können Sie den Befehl „nvme discover -p“ verwenden, um persistente Discovery Controller (PDCs) zu erstellen. Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch ONTAP 9.10.1 und Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.7 mit einem NVMe-of-Host ausführen, wird bei jeder Ausführung von NVMe discover -p ein doppelter PDC erstellt. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	2087000

NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 8.6 mit ONTAP

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und andere Übertragungen) wird mit Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.6 mit ANA (Asymmetric Namespace Access) unterstützt. ANA ist das ALUA-Äquivalent (Asymmetric Logical Unit Access) in der NVMe-of-Umgebung und wird derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. Während dieses Verfahrens aktivieren Sie NVMe-of mit in-Kernel NVMe Multipath unter Verwendung von ANA auf RHEL 8.6 und ONTAP als Ziel

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Finden Sie genaue Details zu unterstützten Konfigurationen.

Funktionen

- RHEL 8.6 unterstützt zusätzlich zu NVMe/FC NVMe/TCP (als Technology Preview Feature). Das NetApp Plug-in im nativen nvme-cli-Paket kann ONTAP Details sowohl für NVMe/FC als auch für NVMe/TCP-Namespace anzeigen.

Bekannte Einschränkungen

- Bei RHEL 8.6 bleibt NVMe Multipath in-Kernel standardmäßig deaktiviert. Deshalb müssen Sie sie manuell aktivieren.
- NVMe/TCP auf RHEL 8.6 ist nach wie vor eine Technologie-Vorschau-Funktion, da offene Probleme auftreten. Siehe "[RHEL 8.6 – Versionshinweise](#)" Entsprechende Details.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Aktivieren Sie NVMe Multipath im Kernel

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um in-Kernel NVMe Multipath zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 8.6 auf dem Server. Stellen Sie nach Abschluss der Installation sicher, dass Sie den angegebenen RHEL 8.6-Kernel ausführen. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

2. Stellen Sie nach Abschluss der Installation sicher, dass Sie den angegebenen RHEL 8.6-Kernel ausführen. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

Beispiel:

```
# uname -r
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

3. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

Beispiel:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.16-3.el8.x86_64
```

4. Unterstützung für NVMe Multipath im Kernel:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-372.9.1.el8.x86_64
```

5. Überprüfen Sie auf dem Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts bei `/etc/nvme/hostnqn` Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-NVMe-Subsystem, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts zu entsprechen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

6. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie beabsichtigen, gleichzeitig NVMe und SCSI auf demselben Host auszuführen, empfiehlt NetApp die Verwendung von NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und dm-Multipath für ONTAP-LUNs. Das bedeutet, dass die ONTAP-Namespace von dm-Multipath ausgeschlossen werden sollten, um zu verhindern, dass dm-Multipath diese Namespace-Geräte beanspruchen kann. Dies kann durch Hinzufügen der Einstellung `enable_foreign` zum erfolgreichen `/etc/multipath.conf` Datei:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

Starten Sie den Multipathd-Daemon neu, indem Sie ein ausführen `systemctl restart multipathd` Befehl, damit die neue Einstellung wirksam wird.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#) Erhalten Sie in der aktuellen Liste der unterstützten Adapter.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und den Posteingangstreiber verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#) Aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:14.0.0.4
```

3. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf 3 eingestellt

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und ausgeführt werden, und dass Sie die Ziel-LIFs sehen können.

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wgerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```

Im nativen Posteingang `qla2xxx` Der im RHEL 8.6 Kernel enthaltene Treiber verfügt über die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP-Unterstützung von entscheidender Bedeutung sind.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.200-k
```

2. Verifizieren `ql2xnvmeenable` Ist gesetzt, sodass der Marvell-Adapter unter Verwendung des folgenden Befehls als NVMe/FC-Initiator fungieren kann:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den

Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseiten in den unterstützten NVMe/TCP LIFs abrufen kann:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

- Überprüfen Sie, ob andere LIF-Kombos des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich die Daten der Erkennungsprotokoll-Seite abrufen können. Beispiel:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

- Laufen `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie einen längeren Zeitraum ein `ctrl_loss_tmo` Zeitschaltuhr-Wiederholungszeitraum (z. B. 30 Minuten, die über eingestellt werden kann `-l 1800`) Während des `connect-all`, so dass es für einen längeren Zeitraum im Falle eines Pfadverlusts erneut versuchen würde. Beispiel:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

- Vergewissern Sie sich, dass in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

- Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of Einstellungen (z. B. `model` Auf einstellen `NetApp ONTAP Controller` Und Lastverteilung `iopolicy` Auf einstellen `round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespace richtig reflektieren auf dem Host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

- Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespace auf dem Host ordnungsgemäß reflektieren. Beispiel:

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist.
Beispiel:

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

5. Überprüfen Sie, ob das NetApp Plug-in die richtigen Werte für jedes ONTAP Namespace-Gerät anzeigt.
Beispiel:

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_fcnvme_141 /vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Die NVMe-of-Hostkonfiguration für RHEL 8.6 mit ONTAP weist folgende bekannte Probleme auf:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung	Bugzilla-ID
"1479047"	RHEL 8.6 NVMe-of-Hosts erstellen duplizierte persistente Discovery-Controller	Auf NVMe over Fabrics-Hosts (NVMe-of) können Sie den Befehl „nvme discover -p“ verwenden, um persistente Discovery Controller (PDCs) zu erstellen. Wenn dieser Befehl verwendet wird, sollte pro Initiator-Zielkombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch ONTAP 9.10.1 und Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.6 mit einem NVMe-of-Host ausführen, wird bei jeder Ausführung von NVMe discover -p ein doppelter PDC erstellt. Dies führt zu einer unnötigen Nutzung der Ressourcen auf dem Host und dem Ziel.	2087000

NVMe-of Hostkonfiguration für RHEL 8.5 mit ONTAP

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und andere Übertragungen) wird mit Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.5 mit ANA (Asymmetric Namespace Access) unterstützt. ANA ist das ALUA-Äquivalent (Asymmetric Logical Unit Access) in der NVMe-of-Umgebung und wird derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. Während dieses Verfahrens aktivieren Sie NVMe-of mit in-Kernel NVMe Multipath unter Verwendung von ANA auf RHEL 8.5 und ONTAP als Ziel.

Siehe ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#) Finden Sie genaue Details zu unterstützten Konfigurationen.

Funktionen

RHEL 8.5 unterstützt zusätzlich zu NVMe/FC NVMe/TCP (als Technology Preview Feature). Das NetApp Plug-in im nativen nvme-cli-Paket zeigt ONTAP-Details sowohl für NVMe/FC als auch für NVMe/TCP-Namespace an.

Bekannte Einschränkungen

- Bei RHEL 8.5 bleibt NVMe Multipath in-Kernel standardmäßig deaktiviert. Deshalb müssen Sie sie manuell aktivieren.
- NVMe/TCP auf RHEL 8.5 ist nach wie vor eine Technologie-Vorschau-Funktion, da offene Probleme auftreten. Siehe ["RHEL 8.5 – Versionshinweise"](#) Entsprechende Details.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Aktivieren Sie NVMe Multipath im Kernel

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um in-Kernel NVMe Multipath zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 8.5 GA auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen RHEL 8.5 GA-Kernel ausführen. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#) Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

Beispiel:

```
# uname -r
4.18.0-348.el8.x86_64
```

2. Installieren Sie den nvme-cli Paket:

Beispiel:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.14-3.el8.x86_64
```

3. Unterstützung für NVMe Multipath im Kernel:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-348.el8.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts bei `/etc/nvme/hostnqn` Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-NVMe-Subsystem, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts zu entsprechen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

5. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie beabsichtigen, gleichzeitig NVMe und SCSI auf demselben Host auszuführen, empfiehlt NetApp die Verwendung von NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und dm-Multipath für ONTAP-LUNs. Das bedeutet, dass die ONTAP-Namespace von dm-Multipath ausgeschlossen werden sollten, um zu verhindern, dass dm-Multipath diese Namespace-Geräte beanspruchen kann. Sie können dies tun, indem Sie die Einstellung `enable_foreign` zum hinzufügen `/etc/multipath.conf` Datei:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign    NONE
}
```

Starten Sie den Multipathd-Daemon neu, indem Sie ein ausführen `systemctl restart multipathd` Befehl, damit die neue Einstellung wirksam wird.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#) Erhalten Sie in der aktuellen Liste der unterstützten Adapter.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und den Posteingangstreiber verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#) Aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.351.47, sli-4:2:c
12.8.351.47, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.10
```

3. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf 3 eingestellt

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und ausgeführt werden, und dass Sie die Ziel-LIFs sehen können.

```

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205

# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8

```


Marvell/QLogic

Im nativen Posteingang `qla2xxx` Der im RHEL 8.5 GA-Kernel enthaltene Treiber verfügt über die neuesten Fehlerbehebungen, die für die ONTAP-Unterstützung unerlässlich sind.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Verifizieren `ql2xnvmeenable` Ist gesetzt, sodass der Marvell-Adapter als NVMe/FC-Initiator fungieren kann:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht

innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseiten in den unterstützten NVMe/TCP LIFs abrufen kann:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. Überprüfen Sie, ob andere LIF-Kombos des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich die Daten der Erkennungsprotokoll-Seite abrufen können. Beispiel:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg. Stellen Sie einen längeren Zeitraum ein `ctrl_loss_tmo` Zeitschaltuhr-Wiederholungszeitraum (z. B. 30 Minuten, die über eingestellt werden kann `-l 1800`) Während des `connect-all` so, dass es für einen längeren Zeitraum im Falle eines Pfadverlusts wiederholt. Beispiel:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of Einstellungen (z. B. `model` Auf einstellen NetApp ONTAP Controller Und load balancing `iopolicy` Auf einstellen `round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespace richtig reflektieren auf dem Host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespace auf dem Host ordnungsgemäß reflektieren. Beispiel:

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	814vWBNRwf9HAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist.
Beispiel:

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

5. Überprüfen Sie, ob das NetApp Plug-in die richtigen Werte für jedes ONTAP Namespace-Gerät anzeigt.
Beispiel:

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_fcnvme_141 vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

NVMe-of-Host-Konfiguration für RHEL 8.4 mit ONTAP

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und andere Übertragungen) wird mit Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.4 mit ANA (Asymmetric Namespace Access) unterstützt. ANA ist das ALUA-Äquivalent (Asymmetric Logical Unit Access) in der NVMe-of-Umgebung und wird derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. Sie können NVMe-of mit in-Kernel NVMe Multipath mithilfe von ANA auf RHEL 8.4 und ONTAP als Ziel aktivieren.

Funktionen

Diese Version enthält keine neuen Funktionen.

Bekannte Einschränkungen

- Für RHEL 8.4 ist NVMe Multipath im Kernel standardmäßig deaktiviert. Deshalb müssen Sie sie manuell aktivieren.
- NVMe/TCP auf RHEL 8.4 ist nach wie vor eine Technologie-Vorschau-Funktion, da offene Probleme auftreten. Siehe "[RHEL 8.4 – Versionshinweise](#)" Entsprechende Details.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe Multipath im Kernel aktivieren

Sie können das folgende Verfahren verwenden, um in-Kernel NVMe Multipath zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie RHEL 8.4 GA auf dem Server.
2. Stellen Sie nach Abschluss der Installation sicher, dass Sie den angegebenen RHEL 8.4-Kernel ausführen. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

Beispiel:

```
# uname -r
4.18.0-305.el8.x86_64
```

3. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

Beispiel:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-3.el8.x86_64
```

4. Unterstützung für NVMe Multipath im Kernel:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-305.el8.x86_64
```

5. Überprüfen Sie auf dem Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts bei `/etc/nvme/hostnqn` Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_fc_nvme_14 nvme_141_1      nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-
b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, sollten Sie den verwenden `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der NQN-Zeichenfolge des Hosts auf dem entsprechenden ONTAP-NVMe-Subsystem, um die NQN-Zeichenfolge des Hosts zu entsprechen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

6. Starten Sie den Host neu.

Wenn Sie beabsichtigen, sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben Host auszuführen, wird die Verwendung von NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace und dm-Multipath für ONTAP-LUNs empfohlen. Das bedeutet, dass die ONTAP-Namespace von dm-Multipath ausgeschlossen werden sollten, um zu verhindern, dass dm-Multipath diese Namespace-Geräte beanspruchen kann. Dies kann durch Hinzufügen der Einstellung `enable_foreign` zum erfolgen `/etc/multipath.conf` Datei:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign      NONE
}
```

Starten Sie den Multipathd-Daemon neu, indem Sie ein ausführen `systemctl restart multipathd` Befehl, damit die neue Einstellung wirksam wird.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#) Erhalten Sie in der aktuellen Liste der unterstützten Adapter.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und den Posteingangstreiber verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#) Aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.5
```

3. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf 3 eingestellt.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und ausgeführt werden, und Sie können die Ziel-LIFs sehen.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

Marvell/QLogic FC Adapter für NVMe/FC

Im nativen Posteingang qla2xxx Der im RHEL 8.4 GA-Kernel enthaltene Treiber verfügt über die neuesten Fehlerbehebungen, die für die ONTAP-Unterstützung unerlässlich sind.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob Sie den unterstützten Adaptertreiber und die unterstützte Firmware-Version mit dem folgenden Befehl ausführen:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.104-k
```

2. Verifizieren `ql2xnvmeenable` Ist gesetzt, sodass der Marvell-Adapter unter Verwendung des folgenden Befehls als NVMe/FC-Initiator fungieren kann:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseiten in den unterstützten NVMe/TCP LIFs abrufen kann:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. Überprüfen Sie, ob andere LIF-Kombos des NVMe/TCP-Initiators-Initiators erfolgreich die Daten der Erkennungsprotokoll-Seite abrufen können. Beispiel:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Laufen `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie einen längeren Zeitraum ein `ctrl_loss_tmo` Zeitschaltuhr-Wiederholungszeitraum (z. B. 30 Minuten, die über eingestellt werden kann `-l 1800`) Während des `connect-all`, so dass es für einen längeren Zeitraum im Falle eines Pfadverlusts erneut versuchen würde. Beispiel:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of Einstellungen (z. B. `model` Auf einstellen NetApp ONTAP Controller Und Lastverteilung `iopolicy` Auf einstellen `round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespaces richtig reflektieren auf dem Host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespaces auf dem Host ordnungsgemäß reflektieren. Beispiel:

Beispiel (A):

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

Beispiel (b):

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	81CYrBQuTHQFAAAAAAAC	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist.
Beispiel:

Beispiel (A):

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

Beispiel (b):

```
#nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfba11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
```

5. Überprüfen Sie, ob das NetApp Plug-in die richtigen Werte für jedes ONTAP Namespace-Gerät anzeigt.
Beispiel:

Beispiel (A):

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

Beispiel (b):


```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114          /vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_114",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

NVMe/FC-Hostkonfiguration für RHEL 8.3 mit ONTAP

NVMe/FC wird für Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.3 unter ONTAP 9.6 oder höher unterstützt. Auf dem RHEL 8.3 Host wird sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr über dieselben FC-Initiator-Adapter-Ports ausgeführt. Siehe ["Hardware Universe"](#) Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller.

Siehe ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#) Hier finden Sie die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen.

Funktionen

Diese Version enthält keine neuen Funktionen.

Bekannte Einschränkungen

- Für RHEL 8.3 ist NVMe Multipath im Kernel standardmäßig deaktiviert. Sie können sie manuell aktivieren.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe/FC bei RHEL 8.3 aktivieren

Wie folgt vorgehen, um NVMe/FC zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie Red hat Enterprise Linux 8.3 GA auf dem Server.
2. Wenn Sie ein Upgrade von RHEL 8.2 auf RHEL 8.3 mithilfe von durchführen `yum update/upgrade` Befehl, Ihr `/etc/nvme/host*` Dateien können verloren gehen. Gehen Sie wie folgt vor, um Dateiverlust zu vermeiden:

Schritte

- a. Sichern Sie Ihre Daten `/etc/nvme/host*` Dateien:
- b. Wenn Sie eine manuelle Bearbeitung haben `udev` Regel entfernen:

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. Führen Sie das Upgrade durch.
- d. Führen Sie nach Abschluss des Upgrades den folgenden Befehl aus:

```
yum remove nvme-cli
```

- e. Stellen Sie die Host-Dateien unter wieder her `/etc/nvme/`.

```
yum install nvmecli
```

- f. Kopieren Sie das Original `/etc/nvme/host*` Inhalt vom Backup zu den eigentlichen Host-Dateien unter `/etc/nvme/`.

3. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen RHEL-Kernel ausführen:

```
# uname -r  
4.18.0-240.el8.x86_64
```

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

4. Installieren Sie das `nvme-cli`-Paket:

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.12-2.el8.x86_64
```

5. NVMe Multipath im Kernel aktivieren

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-240.el8.x86_64
```

6. Überprüfen Sie auf dem RHEL 8.3-Host die NQN-Hostzeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn`. Vergewissern Sie sich, dass es mit der Host-NQN-Zeichenfolge für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

7. Überprüfen Sie, dass das `hostnqn` String stimmt mit der `hostnqn`-Zeichenfolge für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array überein:

```
vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
```

Beispielausgabe

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver          Subsystem      Host          NQN
-----
vs_fc_nvme_141   nvme_141_1     nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```



Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, verwenden Sie den `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der Host-NQN-Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, um mit der Host-NQN-Zeichenfolge von zu übereinstimmen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

8. Starten Sie den Host neu.
9. Aktualisieren Sie optional den `enable_foreign` Einstellung.

Wenn Sie sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen RHEL 8.3 Host ausführen möchten, empfiehlt NetApp die Verwendung von NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace bzw. dm-Multipath für ONTAP-LUNs. Sie sollten auch die ONTAP-Namespace in dm-Multipath auf eine Blacklist setzen, um zu verhindern, dass dm-Multipath diese Namespace-Geräte beansprucht. Sie können dies tun, indem Sie die hinzufügen `enable_foreign` Einstellung auf `/etc/multipath.conf`, wie unten gezeigt:



```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign NONE
}
```

Starten Sie den Multipathd-Daemon neu, indem Sie ein ausführen `systemctl restart multipathd`.

NVMe/FC validieren

Folgende Verfahren stehen zur Validierung von NVMe/FC zur Verfügung:

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Stellen Sie sicher, dass die Namespaces erstellt und auf dem Host ordnungsgemäß erkannt wurden.

```
/dev/nvme0n1      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
1                 85.90 GB / 85.90 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
/dev/nvme0n2      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
2                 85.90 GB / 85.90 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
/dev/nvme0n3      814vWBNRwf9HAAAAAAB  NetApp ONTAP Controller
3                 85.90 GB / 85.90 GB   4 KiB + 0 B   FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.5f5f2c4aa73b11e9967e00a098df41bd:subsystem.nvme_141_1
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203800a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme1 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203900a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203a00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x203700a098dfdd91:pn-0x203d00a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
```

4. Überprüfen Sie das NetApp-Plug-in für ONTAP-Geräte:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe

Device	Vserver	Namespace	Path
NSID	UUID		Size
-----	-----		
-----	-----		-----
-----	-----		-----
/dev/nvme0n1	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns		1	72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2
	85.90GB		
/dev/nvme0n2	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns		2	04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08
	85.90GB		
/dev/nvme0n3	vs_fcnvme_141		
/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns		3	264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4
	85.90GB		

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe

```

{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "72b887b1-5fb6-47b8-be0b-33326e2542e2",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n2",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_0_0/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 2,
      "UUID" : "04bf9f6e-9031-40ea-99c7-a1a61b2d7d08",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n3",
      "Vserver" : "vs_fcnvme_141",
      "Namespace_Path" :
"/vol/fcnvme_141_vol_1_1_1/fcnvme_141_ns",
      "NSID" : 3,
      "UUID" : "264823b1-8e03-4155-80dd-e904237014a4",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ],
}

```

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

Sie können den Broadcom-FC-Adapter wie folgt konfigurieren.

Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname  
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Wird auf „3“ gesetzt.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

3. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und die Ziel-LIFs sehen können.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b1c1204  
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```



```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

4. 1 MB I/O-Größe _ (optional)_ aktivieren.

Der `lpfc_sg_seg_cnt` Der Parameter muss auf 256 gesetzt werden, damit der lpfc-Treiber E/A-Anforderungen bis 1 MB groß ausgibt.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

5. A ausführen `dracut -f` Befehl und starten Sie dann den Host neu.

6. Nachdem der Host gestartet wurde, vergewissern Sie sich, dass `lpfc_sg_seg_cnt` auf 256 eingestellt ist.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

7. Vergewissern Sie sich, dass Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware sowie den Inbox-Treiber verwenden:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.340.8, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.1
```

NVMe/FC-Hostkonfiguration für RHEL 8.2 mit ONTAP

NVMe/FC wird für Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.2 unter ONTAP 9.6 oder höher unterstützt. Auf dem RHEL 8.2 Host werden sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr über dieselben FC-Initiator-Adapter-Ports (Fibre Channel) ausgeführt. Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller.

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Hier finden Sie die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen.

Funktionen

- Ab RHEL 8.2 `nvme-fc auto-connect` Skripte sind im nativen enthalten `nvme-cli` Paket. Sie können sich auf diese nativen, automatischen Verbindungsskripte verlassen, anstatt die von einem externen Anbieter bereitgestellten External-Box Auto-Connect-Skripte installieren zu müssen.
- Ab RHEL 8.2, einem nativen `udev` Regel ist bereits als Teil des angegeben `nvme-cli` Paket, das Lastverteilung für NVMe Multipath nach dem Round Robin-Verfahren ermöglicht Sie müssen diese Regel nicht mehr manuell erstellen (wie in RHEL 8.1 ausgeführt).
- Ab RHEL 8.2 kann sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen Host ausgeführt werden. Dies ist die erwartete bereitgestellte Hostkonfiguration. Daher können Sie für SCSI konfigurieren `dm-multipath` Wie üblich bei SCSI LUNs führt dies zu `mpath` Geräte, wohingegen NVMe Multipath verwendet werden kann, um NVMe-of Multipath-Geräte auf dem Host zu konfigurieren.
- Ab RHEL 8.2 ist das NetApp-Plug-in im nativen System integriert `nvme-cli` Das Paket kann ONTAP-Details für ONTAP-Namespaces anzeigen.

Bekannte Einschränkungen

- Für RHEL 8.2 ist NVMe Multipath im Kernel standardmäßig deaktiviert. Deshalb müssen Sie sie manuell aktivieren.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe/FC aktivieren

Wie folgt vorgehen, um NVMe/FC zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie Red hat Enterprise Linux 8.2 GA auf dem Server.
2. Wenn Sie ein Upgrade von RHEL 8.1 auf RHEL 8.2 mit durchführen `yum update/upgrade`, Ihr `/etc/nvme/host*` Dateien können verloren gehen. Um den Dateiverlust zu vermeiden, gehen Sie wie folgt vor:
 - a. Sichern Sie Ihre Daten `/etc/nvme/host*` Dateien:
 - b. Wenn Sie eine manuelle Bearbeitung haben `udev` Regel entfernen:

```
/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules
```

- c. Führen Sie das Upgrade durch.
- d. Führen Sie nach Abschluss des Upgrades den folgenden Befehl aus:

```
yum remove nvme-cli
```

- e. Stellen Sie die Host-Dateien unter wieder her `/etc/nvme/`.

```
yum install nvmecli
```

- f. Kopieren Sie das Original `/etc/nvme/host*` Inhalt vom Backup zu den eigentlichen Host-Dateien unter `/etc/nvme/`.
3. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen Red hat Enterprise Linux-Kernel ausführen.

```
# uname -r  
4.18.0-193.el8.x86_64
```

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

4. Installieren Sie das `nvme-cli`-Paket.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli  
nvme-cli-1.9.5.el8.x86_64
```

5. NVMe Multipath im Kernel aktivieren

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-193.el8.x86_64
```

6. Überprüfen Sie auf dem RHEL 8.2-Host die NQN-Hostzeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn`. Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt.

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1

::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
Vserver      Subsystem      Host      NQN
-----
vs_fc_nvme_141
  nvme_141_1
    nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9ed5b327-b9fc-4cf5-97b3-1b5d986345d1
```

Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, verwenden Sie den `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der Host-NQN-Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, um mit der Host-NQN-Zeichenfolge von zu übereinstimmen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

7. Starten Sie den Host neu.
8. Aktualisieren Sie die `enable_foreign` Einstellung (*optional*).

Wenn Sie sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr auf demselben vorhandenen RHEL 8.2 Host ausführen möchten, empfiehlt NetApp die Verwendung von NVMe Multipath im Kernel für ONTAP-Namespace bzw. dm-Multipath für ONTAP-LUNs. Sie sollten auch die ONTAP-Namespace in dm-Multipath auf eine Blacklist setzen, um zu verhindern, dass dm-Multipath diese Namespace-Geräte beansprucht. Sie können dies tun, indem Sie die hinzufügen `enable_foreign` Einstellung auf `/etc/multipath.conf`, Wie unten gezeigt.

```
# cat /etc/multipath.conf
defaults {
    enable_foreign NONE
}
```

9. Starten Sie den Multipathd-Daemon neu, indem Sie ein ausführen `systemctl restart multipathd`.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

Sie können den Broadcom-FC-Adapter wie folgt konfigurieren.

Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname  
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Wird auf „3“ gesetzt.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

3. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und die Ziel-LIFs sehen können.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b1c1204  
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

4. 1 MB I/O-Größe _ (optional)_ aktivieren.

Der `lpfc_sg_seg_cnt` Der Parameter muss auf 256 gesetzt werden, damit der lpfc-Treiber E/A-Anforderungen bis 1 MB groß ausgibt.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

5. A ausführen `dracut -f` Befehl und starten Sie dann den Host neu.

6. Nachdem der Host gestartet wurde, vergewissern Sie sich, dass `lpfc_sg_seg_cnt` auf 256 eingestellt ist.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

7. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware sowie den Inbox-Treiber verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.6.182.8, sli-4:2:c
12.6.182.8, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.2
```

8. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Wird auf „3“ gesetzt.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

9. Überprüfen Sie, ob die Initiator-Ports aktiv sind und die Ziel-LIFs sehen können.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b1c1204
0x100000109b1c1205
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b1c1204 WWNN x200000109b1c1204 DID
x011d00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203800a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010c07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203900a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x011507
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000f78 Cmpl 0000000f78 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002fe29bba Issue 000000002fe29bc4 OutIO
0000000000000000a
abort 00001bc7 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001e15 Err 0000d906
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b1c1205 WWNN x200000109b1c1205 DID
x011900 ONLINE
NVME RPORT WWPN x203d00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x010007
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203a00a098dfdd91 WWNN x203700a098dfdd91 DID x012a07
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000fa8 Cmpl 0000000fa8 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000002e14f170 Issue 000000002e14f17a OutIO
0000000000000000a
abort 000016bb noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00001f50 Err 0000d9f8
```

10. 1 MB I/O-Größe _ (optional)_ aktivieren.

Der `lpfc_sg_seg_cnt` Der Parameter muss auf 256 gesetzt werden, damit der lpfc-Treiber E/A-Anforderungen bis 1 MB groß ausgibt.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

11. A ausführen `dracut -f` Befehl und starten Sie dann den Host neu.

12. Nachdem der Host gestartet wurde, vergewissern Sie sich, dass `lpfc_sg_seg_cnt` auf 256 eingestellt ist.


```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

NVMe/FC validieren

Folgende Verfahren stehen zur Validierung von NVMe/FC zur Verfügung:

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt wurden.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.rhel_141_nvme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. Überprüfen Sie das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                               NSID   UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10  /vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad   53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

NVMe/FC-Hostkonfiguration für RHEL 8.1 mit ONTAP

NVMe/FC wird für Red hat Enterprise Linux (RHEL) 8.1 unter ONTAP 9.6 oder höher unterstützt. Auf einem RHEL 8.1 Host kann sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr über dieselben FC-Initiator-Adapter-Ports ausgeführt werden. Siehe ["Hardware Universe"](#) Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller.

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Hier finden Sie die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen.

Bekannte Einschränkungen

- Im befinden sich keine nativen NVMe/FC-Skripts für die automatische Verbindung `nvme-cli` Paket. Sie können das vom Anbieter bereitgestellte externe Auto-Connect-Skript des Host Bus Adapters (HBA) verwenden.
- NVMe Multipath ist standardmäßig deaktiviert. Deshalb müssen Sie sie manuell aktivieren.
- Standardmäßig ist der Round-Robin-Lastenausgleich nicht aktiviert. Sie können diese Funktion aktivieren, indem Sie einen schreiben `udev` Regel.
- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe/FC aktivieren

Wie folgt vorgehen, um NVMe/FC zu aktivieren.

Schritte

1. Installieren Sie Red hat Enterprise Linux 8.1 auf dem Server.
2. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen RHEL-Kernel ausführen:

```
# uname -r
4.18.0-147.el8.x86_64
```

Siehe "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)" Erhalten Sie auf der aktuellen Liste der unterstützten Versionen.

3. Installieren Sie den `nvme-cli-1.8.1-3.el8` Paket:

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-3.el8.x86_64
```

4. Unterstützung für NVMe Multipath im Kernel:

```
# grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-
4.18.0-147.el8.x86_64
```

5. Fügen Sie die folgende Zeichenfolge als separate `udev`-Regel bei hinzu `/lib/udev/rules.d/71-nvme-iopolicy-netapp-ONTAP.rules`. Dies ermöglicht Round-Robin-Load-Balancing für NVMe Multipath:

```
# Enable round-robin for NetApp ONTAP
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp ONTAP
Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

6. Überprüfen Sie auf dem RHEL 8.1-Host die NQN-Hostzeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn` Und überprüfen Sie, ob es mit der Host-NQN-Zeichenfolge für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vservers nvme subsystem host show -vservers vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
rhel_141_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```



Wenn die Host-NQN-Strings nicht übereinstimmen, verwenden Sie den `vservers modify` Befehl zum Aktualisieren der Host-NQN-Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, um mit der Host-NQN-Zeichenfolge von zu übereinstimmen `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

7. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

Sie können den Broadcom-FC-Adapter wie folgt konfigurieren.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Siehe ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#) Erhalten Sie in der aktuellen Liste der unterstützten Adapter.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Kopieren und installieren Sie den Broadcom lpfc-Outbox-Treiber und die Skripts für die automatische Verbindung:

```
# tar -xvzf elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.243.20-ds-1.tar.gz
# cd elx-lpfc-dd-rhel8-12.4.243.20-ds-1
# ./elx_lpfc_install.sh -i -n
```



Die nativen Treiber, die mit dem Betriebssystem gebündelt sind, werden als Inbox-Treiber bezeichnet. Wenn Sie die Outbox-Treiber herunterladen (Treiber, die nicht im Lieferumfang eines Betriebssystemrelease enthalten sind), wird ein Auto-Connect-Skript im Download enthalten und sollte im Rahmen der Treiberinstallation installiert werden.

3. Starten Sie den Host neu.
4. Überprüfen Sie, ob Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware, den Outbox-Treiber und die Auto-connect-Paketversionen verwenden:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.20, sil-4.2.c
12.4.243.20, sil-4.2.c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.4.243.20
```

```
# rpm -qa | grep nvmeofc
nvmeofc-connect-12.6.61.0-1.noarch
```

5. Verifizieren Sie das `lpfc_enable_fc4_type` Ist auf 3 eingestellt:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

6. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

7. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und ausgeführt werden. Außerdem werden die Ziel-LIFs angezeigt:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
...
```

Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein lpfc_sg_seg_cnt Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen dracut -f Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das lpfc_sg_seg_cnt Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

NVMe/FC validieren

Folgende Verfahren stehen zur Validierung von NVMe/FC zur Verfügung:

Schritte

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt wurden.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKkB/JvAAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.rhel_141_nvme_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. Überprüfen Sie das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                               NSID   UUID                               Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10      /vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad    53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/rhel_141_vol_10_0/rhel_141_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

SLES

SLES 15

NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit SUSE Linux Enterprise Server (SLES) 15 SP5 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FCP-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Die folgende Unterstützung ist für die NVMe-of-Hostkonfiguration für SLES 15 SP5 mit ONTAP verfügbar:

- Sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr können auf demselben vorhandenen Host ausgeführt werden. Daher können Sie bei SCSI-LUNs dm-Multipath für SCSI-mpath-Geräte konfigurieren, während Sie möglicherweise NVMe Multipath verwenden, um NVMe-of Namespace-Geräte auf dem Host zu konfigurieren.
- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Das NetApp-Plug-in im nativen `nvme-cli` Package zeigt ONTAP-Details sowohl für NVMe/FC- als auch für NVMe/TCP-Namespace an.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

- Unterstützung für sichere in-Band-NVMe-Authentifizierung
- Unterstützung für persistente Erkennungs-Controller (PDCs) unter Verwendung eines eindeutigen Erkennungs-NQN

Bekannte Einschränkungen

- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.
- Es ist `kein` `san lun` Unterstützung für NVMe-of: Daher ist die Unterstützung des Host-Dienstprogramms für NVMe-of auf einem SLES 15 SP5-Host nicht verfügbar. Sie können sich auf das NetApp Plug-in im nativen `nvme-cli`-Paket für alle NVMe-of-Übertragungen verlassen.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex FC- oder Marvell/Qlogic FC-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das empfohlene Adaptermodell verwenden:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002 M2  
LPe32002-M2
```

2. Überprüfen Sie die Beschreibung des Adaptermodells:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

3. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlenen Firmware-Versionen des Emulex Host Bus Adapters (HBA) verwenden:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

Beispielausgabe:

```
14.0.639.20, sli-4:2:c  
14.0.639.20, sli-4:2:c
```

4. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene LPFC-Treiberversion verwenden:

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

Beispielausgabe:

```
0:14.2.0.13
```

5. Vergewissern Sie sich, dass Sie Ihre Initiator-Ports anzeigen können:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Beispielausgabe:

```
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

6. Überprüfen Sie, ob Ihre Initiator-Ports online sind:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Beispielausgabe:

```
Online  
Online
```

7. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-Ports sichtbar sind:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Beispielausgabe:

In diesem Beispiel ist ein Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden.

```

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV *ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
ffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

8. Starten Sie den Host neu.

Marvell/QLogic

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber, der im SLES 15 SP5 Kernel enthalten ist, verfügt über die neuesten Fixes, die für die ONTAP Unterstützung unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Beispielausgabe:

```
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k  
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k
```

2. Überprüfen Sie das `ql2xnvmeenable` Parameter ist auf 1 eingestellt:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Aktivierung von NVMe-Services

In sind zwei NVMe/FC-Boot-Services enthalten `nvme-cli` Paket, jedoch *nur* `nvme-fc-boot-connections.service` Ist aktiviert, um während des Systemstarts zu starten; `nvme-f-autoconnect.service` Ist nicht aktiviert. Daher müssen Sie manuell aktivieren `nvme-f-autoconnect.service` Zum Starten während des Systemstarts.

Schritte

1. Aktivieren `nvmf-autoconnect.service`:

```
# systemctl enable nvmf-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvmf-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service.
```

2. Starten Sie den Host neu.

3. Verifizieren Sie das `nvmf-autoconnect.service` Und `nvmefc-boot-connections.service` Werden nach dem Systemstart ausgeführt:

Beispielausgabe:

```
# systemctl status nvme-autoconnect.service
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-autoconnect.service;
enabled; vendor preset: disabled)
Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min
ago
Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
systemd[1]: nvme-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
nvme-fc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-
connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot...
systemd[1]: nvme-fc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot.
```

Konfiguration von NVMe/TCP

Zum Konfigurieren von NVMe/TCP können Sie das folgende Verfahren verwenden.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
```



```

T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 5===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 1
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 6===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none

```

2. Vergewissern Sie sich, dass alle anderen LIF-Kombinationen aus NVMe/TCP-Initiator und Ziel erfolgreich Daten der Erkennungsprotokollseite abrufen können:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Beispielausgabe:

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37

```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs der Nodes hinweg:

```

nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>

```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```



NetApp empfiehlt die Einstellung `ctrl-loss-tmo` Option auf `-1`. Damit der NVMe/TCP-Initiator versucht, sich im Falle eines Pfadverlusts auf unbestimmte Zeit erneut zu verbinden.

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass der Host das korrekte Controller-Modell für die ONTAP-NVMe-Namespace hat:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Beispielausgabe:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

3. Überprüfen Sie die NVMe-I/O-Richtlinie für den jeweiligen ONTAP-NVMe-I/O-Controller:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Beispielausgabe:

```
round-robin
round-robin
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespace für den Host sichtbar sind:

```
nvme list -v
```

Beispielausgabe:

```
Subsystem          Subsystem-NQN
Controllers
-----
-----

nvme-subsys0      nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p    nvme0, nvme1, nvme2, nvme3


Device    SN                      MN
FR        TxPort Address          Subsystem    Namespaces
-----
-----

nvme0      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1


Device      Generic      NSID      Usage      Format
Controllers
-----
-----

/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1  0x1      1.07  GB /    1.07  GB    4 KiB +  0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

5. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

```
nvme list-subsys /dev/<subsystem_name>
```

NVMe/FC

Beispielausgabe

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

NVMe/TCP

Beispielausgabe

```
# nvme list-subsys
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

+- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

6. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace	Path
NSID	UUID	Size	

/dev/nvme0n1	vs_CLIENT114		
/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10		1	c6586535-da8a-
40fa-8c20-759ea0d69d33	1.07GB		

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe:

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_CLIENT114",
      "Namespace_Path": "/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
      "NSID": 1,
      "UUID": "c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size": "1.07GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 262144
    }
  ]
}
```

Erstellen Sie einen persistenten Controller für die Erkennung

Ab ONTAP 9.11.1 können Sie einen persistenten Erkennungscontroller (Persistent Discovery Controller, PDC) für Ihren SLES 15 SP5-Host erstellen. Gehen Sie dazu wie folgt vor. Ein PDC ist erforderlich, um das NVMe-Subsystem automatisch zu erkennen, indem Szenarien und Änderungen an den Daten der Erkennungsprotokollseite hinzugefügt oder entfernt werden.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob die Daten der Erkennungsprotokollseite verfügbar sind und über den Initiator-Port und die Ziel-LIF-Kombination abgerufen werden können:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Beispielausgabe:

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.214
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
```

```

trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====

```



```

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-

```

```

08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
trtype: tcp

```

```

adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eea7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.2.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eea7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.2.214
eflags:  none
sectype: none

```

2. Erstellen Sie ein PDC für das Erkennungs-Subsystem:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

Beispielausgabe:

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

3. Überprüfen Sie vom ONTAP-Controller aus, ob das PDC erstellt wurde:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vserver_name
```

Beispielausgabe:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0cla1fc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

Sichere in-Band-Authentifizierung einrichten

Ab ONTAP 9.12.1 wird die sichere in-Band-Authentifizierung zwischen Ihrem SLES 15 SP5 Host und Ihrem ONTAP Controller über NVMe/TCP und NVMe/FC unterstützt.

Um eine sichere Authentifizierung einzurichten, muss jeder Host oder Controller einem zugeordnet sein **DH-HMAC-CHAP** Schlüssel: Eine Kombination aus NQN des NVMe-Hosts oder -Controllers und einem vom Administrator konfigurierten Authentifizierungsschlüssel. Um seinen Peer zu authentifizieren, muss ein NVMe-Host oder -Controller den dem Peer zugeordneten Schlüssel erkennen.

Sie können die sichere in-Band-Authentifizierung über die CLI oder eine JSON-Konfigurationsdatei einrichten. Wenn Sie unterschiedliche dhchap-Schlüssel für verschiedene Subsysteme angeben müssen, müssen Sie eine Konfigurations-JSON-Datei verwenden.

CLI

Schritte

1. Rufen Sie die Host-NQN ab:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Generieren Sie den dhchap-Schlüssel für den SLES15 SP5-Host:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m  
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- -l length of the resulting key in bytes
- -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
- -n host NQN to use for key transformation

Im folgenden Beispiel wird ein zufälliger Dhchap-Schlüssel mit HMAC auf 3 (SHA-512) generiert.

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-  
08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a- ac8d-4d88-b46a-174ac235139b  
DHHC-  
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fG15VSjbeDF1n  
1DEh3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

3. Fügen Sie auf dem ONTAP-Controller den Host hinzu und geben Sie beide dhchap-Schlüssel an:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem  
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret  
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret  
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-  
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-  
bit|8192-bit}
```

4. Ein Host unterstützt zwei Arten von Authentifizierungsmethoden, unidirektional und bidirektional. Stellen Sie auf dem Host eine Verbindung zum ONTAP-Controller her, und geben Sie dhchap-Schlüssel basierend auf der gewählten Authentifizierungsmethode an:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Validieren Sie den nvme connect authentication Durch Überprüfen der dhchap-Schlüssel für Host und Controller:

a. Überprüfen Sie die Host-dhchap-Schlüssel:

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

Beispielausgabe für unidirektionale Konfiguration:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
DHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

b. Überprüfen Sie die Dhchap-Tasten des Controllers:

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Beispielausgabe für bidirektionale Konfiguration:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

JSON-Datei

Sie können das verwenden `/etc/nvme/config.json` Datei mit `nvme connect-all` Befehl, wenn in der ONTAP Controller-Konfiguration mehrere NVMe-Subsysteme verfügbar sind.

Sie können die JSON-Datei mit erstellen `-o` Option. Weitere Syntaxoptionen finden Sie auf den man-Pages für NVMe Connect-all.

Schritte

1. Konfigurieren Sie die JSON-Datei:

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid": "3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key": "DHC-
1:03:Cu3ZZfIz1Wm1qZFncMqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpnalrpwG5CndpOgxprXh9m4lw=: "
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
        "ports": [
```

```

    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.117",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.116",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.117",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.116",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    }
]
}
]
}
]

```

[NOTE]

In the preceding example, `dhchap_key` corresponds to `dhchap_secret` and `dhchap_ctrl_key` corresponds to `dhchap_ctrl_secret`.

2. Stellen Sie mithilfe der Konfigurations-JSON-Datei eine Verbindung zum ONTAP Controller her:


```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Beispielausgabe:

```
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. Überprüfen Sie, ob die dhchap-Geheimnisse für die jeweiligen Controller für jedes Subsystem aktiviert wurden:

- a. Überprüfen Sie die Host-dhchap-Schlüssel:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

Beispielausgabe:

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9H0jIr6nOHEkxJg:
```

- b. Überprüfen Sie die Dhchap-Tasten des Controllers:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Beispielausgabe:

```
DHHC-
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pV
YxN6S5fOAtaU3DNi12rieRMfdbg3704=:
```

Bekannte Probleme

Es gibt keine bekannten Probleme für die SLES 15 SP5 mit ONTAP-Version.

NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit SUSE Linux Enterprise Server (SLES) 15 SP4 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FCP-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Die folgende Unterstützung ist für die NVMe-of Hostkonfiguration für SLES 15 SP4 mit ONTAP verfügbar:

- Sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr können auf demselben vorhandenen Host ausgeführt werden. Daher können Sie bei SCSI-LUNs dm-Multipath für SCSI-mpath-Geräte konfigurieren, während Sie möglicherweise NVMe Multipath verwenden, um NVMe-of Namespace-Geräte auf dem Host zu konfigurieren.
- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Über das NetApp-Plug-in im nativen nvme-cli-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC- und NVMe/TCP-Namespace angezeigt.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

- Unterstützung für sichere in-Band-NVMe-Authentifizierung
- Unterstützung für persistente Erkennungs-Controller (PDCs) unter Verwendung eines eindeutigen Erkennungs-NQN

Bekannte Einschränkungen

- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.
- Für NVMe-of gibt es keine sanlun-Unterstützung. Daher ist die Unterstützung des Host-Dienstprogramms für NVMe-of auf einem SLES15 SP5-Host nicht verfügbar. Sie können sich auf das NetApp Plug-in im nativen nvme-cli-Paket für alle NVMe-of-Übertragungen verlassen.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex FC-Adapter oder Marvell/Qlogic FC-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das empfohlene Adaptermodell verwenden:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe32002 M2  
LPe32002-M2
```

2. Überprüfen Sie die Beschreibung des Adaptermodells:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

3. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlenen Firmware-Versionen des Emulex Host Bus Adapters (HBA) verwenden:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

Beispielausgabe:

```
12.8.351.47, sli-4:2:c  
12.8.351.47, sli-4:2:c
```

4. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene LPFC-Treiberversion verwenden:

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

Beispielausgabe:

```
0:14.2.0.6
```

5. Vergewissern Sie sich, dass Sie Ihre Initiator-Ports anzeigen können:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Beispielausgabe:

```
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

6. Überprüfen Sie, ob Ihre Initiator-Ports online sind:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
```

Beispielausgabe:

```
Online  
Online
```

7. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-Ports sichtbar sind:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
```

Beispielausgabe:

In diesem Beispiel ist ein Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden.

```

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
ffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

8. Starten Sie den Host neu.

Marvell/QLogic

Schritte

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber, der im SLES 15 SP4 Kernel enthalten ist, verfügt über die neuesten Fixes, die für die ONTAP Unterstützung unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Beispielausgabe:

```
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.800-k QLE2742 FW:v9.08.02  
DVR:v10.02.07.800-k
```

2. Überprüfen Sie das `ql2xnvmeenable` Parameter ist auf 1 eingestellt:

```
cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable  
1
```

1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf  
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt  
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Aktivierung von NVMe-Services

In sind zwei NVMe/FC-Boot-Services enthalten `nvme-cli` Paket, jedoch *nur* `nvme-fc-boot-connections.service` Ist aktiviert, um während des Systemstarts zu starten; `nvme-f-autoconnect.service` Ist nicht aktiviert. Daher müssen Sie manuell aktivieren `nvme-f-autoconnect.service` Zum Starten während des Systemstarts.

Schritte

1. Aktivieren `nvmf-autoconnect.service`:

```
# systemctl enable nvmf-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvmf-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service.
```

2. Starten Sie den Host neu.

3. Verifizieren Sie das `nvmf-autoconnect.service` Und `nvmefc-boot-connections.service` Werden nach dem Systemstart ausgeführt:

Beispielausgabe:

```
# systemctl status nvme-autoconnect.service
nvme-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-autoconnect.service;
enabled; vendor preset: disabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min
ago
     Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
status=0/SUCCESS)
     Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
status=0/SUCCESS)
    Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
systemd[1]: nvme-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvme-fc-boot-connections.service
nvme-fc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-
connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
    Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot...
systemd[1]: nvme-fc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot.
```

Konfiguration von NVMe/TCP

Zum Konfigurieren von NVMe/TCP können Sie das folgende Verfahren verwenden.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```


Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
```

```

T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 5===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 1
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 6===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIEN
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none

```

2. Vergewissern Sie sich, dass alle anderen LIF-Kombinationen aus NVMe/TCP-Initiator und Ziel erfolgreich Daten der Erkennungsprotokollseite abrufen können:

```
nvme discover -t tcp -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Beispielausgabe:

```

# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37

```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs der Nodes hinweg:

```

nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>

```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```



NetApp empfiehlt die Einstellung `ctrl-loss-tmo` Option auf `-1`. Damit der NVMe/TCP-Initiator versucht, sich im Falle eines Pfadverlusts auf unbestimmte Zeit erneut zu verbinden.

NVMe-of validieren

Zur Validierung von NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass der Host das korrekte Controller-Modell für die ONTAP-NVMe-Namespace hat:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Beispielausgabe:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

3. Überprüfen Sie die NVMe-I/O-Richtlinie für den jeweiligen ONTAP-NVMe-I/O-Controller:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Beispielausgabe:

```
round-robin
round-robin
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespace für den Host sichtbar sind:

```
nvme list -v
```

Beispielausgabe:

```
Subsystem          Subsystem-NQN
Controllers
-----
-----

nvme-subsys0      nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p      nvme0, nvme1, nvme2, nvme3


Device    SN                      MN
FR         TxPort Adress          Subsystem    Namespaces
-----
-----

nvme0      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme1      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme2      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1
nvme3      81LGgBUqsI3EAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsys0
nvme0n1


Device      Generic      NSID      Usage      Format
Controllers
-----
-----

/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1  0x1      1.07  GB /  1.07  GB  4 KiB +  0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

5. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

```
nvme list-subsys /dev/<subsystem_name>
```

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

+- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

6. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace	Path
NSID	UUID	Size	

/dev/nvme0n1	vs_CLIENT114		
/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10		1	c6586535-da8a-
40fa-8c20-759ea0d69d33	1.07GB		

JSON

```
nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe:

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_CLIENT114",
      "Namespace_Path": "/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
      "NSID": 1,
      "UUID": "c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size": "1.07GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 262144
    }
  ]
}
```

Erstellen Sie einen persistenten Controller für die Erkennung

Ab ONTAP 9.11.1 können Sie einen persistenten Erkennungscontroller (Persistent Discovery Controller, PDC) für Ihren SLES 15 SP4-Host erstellen. Gehen Sie dazu wie folgt vor. Ein PDC ist erforderlich, um das NVMe-Subsystem automatisch zu erkennen, indem Szenarien und Änderungen an den Daten der Erkennungsprotokollseite hinzugefügt oder entfernt werden.

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob die Daten der Erkennungsprotokollseite verfügbar sind und über den Initiator-Port und die Ziel-LIF-Kombination abgerufen werden können:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

Beispielausgabe:

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.214
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.1.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr:  192.168.2.215
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
```



```
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
```

```

trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-

```

```

08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
trtype: tcp

```

```

adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eea7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.2.215
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eea7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr:  192.168.2.214
eflags:  none
sectype: none

```

2. Erstellen Sie ein PDC für das Erkennungs-Subsystem:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

Beispielausgabe:

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

3. Überprüfen Sie vom ONTAP-Controller aus, ob das PDC erstellt wurde:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vserver_name
```

Beispielausgabe:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0cla1fc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

Sichere in-Band-Authentifizierung einrichten

Ab ONTAP 9.12.1 wird die sichere in-Band-Authentifizierung zwischen Ihrem SLES 15 SP4 Host und Ihrem ONTAP Controller über NVMe/TCP und NVMe/FC unterstützt.

Um eine sichere Authentifizierung einzurichten, muss jeder Host oder Controller einem zugeordnet sein **DH-HMAC-CHAP** Schlüssel: Eine Kombination aus NQN des NVMe-Hosts oder -Controllers und einem vom Administrator konfigurierten Authentifizierungsschlüssel. Um seinen Peer zu authentifizieren, muss ein NVMe-Host oder -Controller den dem Peer zugeordneten Schlüssel erkennen.

Sie können die sichere in-Band-Authentifizierung über die CLI oder eine JSON-Konfigurationsdatei einrichten. Wenn Sie unterschiedliche dhchap-Schlüssel für verschiedene Subsysteme angeben müssen, müssen Sie eine Konfigurations-JSON-Datei verwenden.

CLI

Schritte

1. Rufen Sie die Host-NQN ab:

```
cat /etc/nvme/hostnqn
```

2. Generieren Sie den dhchap-Schlüssel für den SLES15 SP4-Host:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m  
HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- -l length of the resulting key in bytes
- -m HMAC function to use for key transformation
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
- -n host NQN to use for key transformation

+

Im folgenden Beispiel wird ein zufälliger Dhchap-Schlüssel mit HMAC auf 3 (SHA-512) generiert.

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a-  
ac8d-4d88-b46a-174ac235139b  
DHHC-  
1:03:J2UJQfj9f0pLnP/ASDJRTyILKJr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fG15VSjbeDF1n1DE  
h3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

1. Fügen Sie auf dem ONTAP-Controller den Host hinzu und geben Sie beide dhchap-Schlüssel an:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem  
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret  
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret  
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-  
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-  
bit|8192-bit}
```

2. Ein Host unterstützt zwei Arten von Authentifizierungsmethoden, unidirektional und bidirektional. Stellen Sie auf dem Host eine Verbindung zum ONTAP-Controller her, und geben Sie dhchap-Schlüssel basierend auf der gewählten Authentifizierungsmethode an:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

3. Validieren Sie den `nvme connect authentication` Durch Überprüfen der `dhchap`-Schlüssel für Host und Controller:

a. Überprüfen Sie die Host-dhchap-Schlüssel:

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsysX>/nvme*/dhchap_secret
```

Beispielausgabe für unidirektionale Konfiguration:

```
SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

b. Überprüfen Sie die Dhchap-Tasten des Controllers:

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Beispielausgabe für bidirektionale Konfiguration:

```
SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie15OpphbX5LAph03F8fgH3913tlrkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

JSON-Datei

Sie können das verwenden `/etc/nvme/config.json` Datei mit `nvme connect-all` Befehl, wenn in der ONTAP Controller-Konfiguration mehrere NVMe-Subsysteme verfügbar sind.

Sie können die JSON-Datei mit erstellen `-o` Option. Weitere Syntaxoptionen finden Sie auf den man-Pages für NVMe Connect-all.

Schritte

1. Konfigurieren Sie die JSON-Datei:

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid": "3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:03:Cu3ZZfIz1Wm1qZFncMqpAgn/T6EVOcIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpnalrpwG5CndpOgxprXh9m4lw=: "
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
        "ports": [
```



```

    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.117",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.1.116",
        "host_traddr": "192.168.1.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.117",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": "192.168.2.116",
        "host_traddr": "192.168.2.16",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHZvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
    }
]
}
]
}
]

```

[NOTE]

In the preceding example, `dhchap_key` corresponds to `dhchap_secret` and `dhchap_ctrl_key` corresponds to `dhchap_ctrl_secret`.

2. Stellen Sie mithilfe der Konfigurations-JSON-Datei eine Verbindung zum ONTAP Controller her:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Beispielausgabe:

```
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.116 is already connected
traddr=192.168.1.116 is already connected
traddr=192.168.2.117 is already connected
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. Überprüfen Sie, ob die dhchap-Geheimnisse für die jeweiligen Controller für jedes Subsystem aktiviert wurden:

- a. Überprüfen Sie die Host-dhchap-Schlüssel:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

Beispielausgabe:

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9H0jIr6nOHEkxJg:
```

- b. Überprüfen Sie die Dhchap-Tasten des Controllers:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Beispielausgabe:

```
DHHC-
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pVYxN
6S5f0AtaU3DNi12rieRMfdbg3704=:
```

Bekannte Probleme

Es gibt keine bekannten Probleme für die SLES 15 SP4 mit ONTAP-Version.

NVMe-of-Host-Konfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 mit ONTAP

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und andere Transportunternehmen) werden von SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 (SLES15 SP3) mit ANA (Asymmetric Namespace Access) unterstützt. ANA ist das ALUA-Äquivalent in einer NVMe-of Umgebung und ist derzeit mit NVMe Multipath im Kernel implementiert. Die Details zur Aktivierung von NVMe-of mit in-Kernel NVMe Multipath unter Verwendung von ANA auf SLES15 SP3 und ONTAP als Ziel wurden hier dokumentiert.

Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Finden Sie genaue Details zu unterstützten Konfigurationen.

Funktionen

- SLES15 SP3 unterstützt NVMe/FC und andere Transporte.
- Es gibt keine Unterstützung für NVMe-of für Sanlun. Daher gibt ES keine UNTERSTÜTZUNG VON LUHU für NVMe-of auf SLES15 SP3. Kunden können sich darauf verlassen, dass das NetApp Plug-in in der nativen nvme-cli nicht gleich ist. Dies sollte bei allen NVMe-of Transporten möglich sein.
- Sowohl NVMe- als auch SCSI-Datenverkehr können auf demselben vorhandenen Host ausgeführt werden. Es wird also von einer häufig implementierten Host-Konfiguration für Kunden ausgegangen. Daher können Sie für SCSI konfigurieren `dm-multipath` Wie üblich bei SCSI LUNs führen zu mpath-Geräten, während NVMe Multipath möglicherweise für die Konfiguration von NVMe-of Multipath-Geräten auf dem Host verwendet wird.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Aktivieren Sie NVMe Multipath im Kernel

NVMe Multipath im Kernel ist bereits auf SLES-Hosts wie SLES15 SP3 standardmäßig aktiviert. Daher ist hier keine weitere Einstellung erforderlich. Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Finden Sie genaue Details zu unterstützten Konfigurationen.

NVMe-of-Initiator-Pakete

Siehe "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)" Finden Sie genaue Details zu unterstützten Konfigurationen.

1. Vergewissern Sie sich, dass auf dem SLES15 SP3 MU-Host die erforderlichen Kernel- und nvme-cli-ME-Pakete installiert sind.

Beispiel:

```
# uname -r
5.3.18-59.5-default

# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
```

Das oben genannte nvme-cli MU-Paket umfasst jetzt Folgendes:

- **NVMe/FC Skripts zur automatischen Verbindung** - erforderlich für NVMe/FC Auto-(re)Verbindung, wenn zugrunde liegende Pfade zu den Namespaces wiederhergestellt werden sowie während des Host-Neustarts:

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect@.service
...
```

- **ONTAP udev Rule** - Neue udev-Regel zur Gewährleistung der standardmäßigen NVMe-Multipath-Round-Robin-Load-Balancer für alle ONTAP-Namespaces:

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
/etc/nvme
/etc/nvme/hostid
/etc/nvme/hostnqn
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-boot-connections.service
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-autoconnect.service
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect.target
/usr/lib/systemd/system/nvme-fc-connect@.service
/usr/lib/udev/rules.d/70-nvme-fc-autoconnect.rules
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvme-fc-iopolicy-netapp.rules
...
# cat /usr/lib/udev/rules.d/71-nvme-fc-iopolicy-netapp.rules
# Enable round-robin for NetApp ONTAP and NetApp E-Series
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp
ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp E-
Series", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

- **NetApp Plug-in für ONTAP Geräte** - das bestehende NetApp Plug-in wurde jetzt geändert, um auch ONTAP Namespaces zu verarbeiten.

2. Prüfen Sie die hostnqn-Zeichenfolge bei /etc/nvme/hostnqn Auf dem Host und stellen Sie sicher, dass es ordnungsgemäß mit der hostnqn-Zeichenfolge für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_145
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme_145  nvme_145_1  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_2  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_3  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_4  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
              nvme_145_5  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

Je nach dem FC-Adapter, der auf dem Host verwendet wird, fahren Sie mit den folgenden Schritten fort.

Konfiguration von NVMe/FC

Broadcom/Emulex

1. Vergewissern Sie sich, dass die empfohlenen Adapter- und Firmware-Versionen vorliegen. Beispiel:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.840.8, sli-4:2:c
```

- Die neueren lpfc-Treiber (sowohl inbox als auch outbox) haben bereits den Standardwert `lpfc_enable_fc4_type` auf 3 gesetzt, daher müssen Sie diesen nicht mehr explizit in der `/etc/modprobe.d/lpfc.conf` setzen. Und erstellen Sie die `initrd`. Der `lpfc nvme` Die Unterstützung ist bereits standardmäßig aktiviert:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

- Der bestehende native Inbox lpfc Treiber ist bereits der neueste und kompatibel mit NVMe/FC. Daher müssen Sie den lpfc ooob-Treiber nicht installieren.

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.8.0.10
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109b579d5e
0x100000109b579d5f
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

3. Überprüfen Sie, ob die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und Sie die Ziel-Ports sehen können. Alle sind betriebsbereit. In diesem Beispiel ist nur 1 Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden, wie in der Ausgabe zu sehen ist:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

4. Starten Sie den Host neu.

1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

ONTAP meldet in den Identify Controller-Daten ein MDTs (MAX Data Transfer Size) von 8, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen sollte. Um jedoch I/O-Anforderungen mit einer Größe von 1 MB für den Broadcom NVMe/FC-Host zu geben, wird der lpfc-Parameter verwendet lpfc_sg_seg_cnt Sollte auch bis zu 256 vom Standardwert 64 angestoßen werden. Befolgen Sie dazu die folgenden Anweisungen:

1. Fügen Sie den Wert 256 in der jeweiligen hinzu modprobe lpfc.conf Datei:

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Überprüfen Sie nach dem Neustart, ob die oben genannte Einstellung angewendet wurde, indem Sie den entsprechenden `sysfs`-Wert überprüfen:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```

Jetzt sollte der Broadcom NVMe/FC-Host in der Lage sein, 1-MB-I/O-Anfragen an den ONTAP Namespace-Geräten zu senden.

Marvell/QLogic

Der native, im neueren SLES15 SP3 MU-Kernel enthaltene Qla2xxx-Treiber verfügt über die neuesten Upstream-Fixes, die für die ONTAP-Unterstützung wesentlich sind.

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausführen, z. B.:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
QLE2742 FW:v9.06.02 DVR:v10.02.00.106-k
```

2. Verifizieren `ql2xnvmeenable` Ist gesetzt, sodass der Marvell-Adapter als NVMe/FC-Initiator fungieren kann:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

Konfiguration von NVMe/TCP

Im Gegensatz zu NVMe/FC verfügt NVMe/TCP über keine automatische Verbindungsfunktion. Es gibt zwei wesentliche Einschränkungen für den Linux NVMe/TCP-Host:

- **Kein automatischer erneuten Verbindungsaufbau nach der Wiederherstellung von Pfaden**
NVMe/TCP kann nicht automatisch eine Verbindung zu einem Pfad herstellen, der über den Standard hinaus wiederhergestellt ist `ctrl-loss-tmo` Timer von 10 Minuten nach einem Pfad nach unten.
- **Beim Host-Bootup kann keine automatische Verbindung hergestellt werden** NVMe/TCP kann auch beim Host-Bootup nicht automatisch eine Verbindung herstellen.

Sie sollten den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen, um Zeitüberschreitungen zu vermeiden. Sie können den Wiederholungszeitraum erhöhen, indem Sie den Wert des `Ctrl_Loss_tmo`-Timers erhöhen. Im Folgenden sind die Details aufgeführt:

Schritte

1. Überprüfen Sie, ob der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseiten in den unterstützten NVMe/TCP LIFs abrufen kann:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbade039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
```

2. Überprüfen Sie, ob andere LIF-Kombos des NVMe/TCP-Initiators-Initiators erfolgreich die Daten der Erkennungsprotokoll-Seite abrufen können. Beispiel:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57
```

3. Laufen `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie einen längeren Zeitraum ein `ctrl_loss_tmo` Zeitschaltuhr-Wiederholungszeitraum (z. B. 30 Minuten, die über eingestellt werden kann `-l 1800`) Während des `connect-all`, so dass es für einen längeren Zeitraum im Falle eines Pfadverlusts erneut versuchen würde. Beispiel:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.52 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.56 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.9 -a 192.168.2.57 -l 1800
```

NVMe-of validieren

1. Überprüfung des NVMe Multipath im Kernel durch Prüfung:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of Einstellungen (z. B. `model` Auf einstellen NetApp ONTAP Controller Und load balancing `iopolicy` Auf einstellen `round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespaces richtig reflektieren auf dem Host:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller

# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespaces auf dem Host ordnungsgemäß reflektieren. Beispiel:

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

Ein weiteres Beispiel:

```
# nvme list
```

Node	SN	Model	Namespace
/dev/nvme0n1	81CYrBQuTHQFAAAAAAAC	NetApp ONTAP Controller	1

Usage	Format	FW Rev
85.90 GB / 85.90 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist.
Beispiel:

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-
optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-
optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

Ein weiteres Beispiel:

```
#nvme list-subsys /dev/nvme0n1
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfba11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
\
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
```

5. Überprüfen Sie, ob das NetApp Plug-in die richtigen Werte für jedes ONTAP Namespace-Gerät anzeigt.
Beispiel:

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns

NSID  UUID                                          Size
----  -
1      23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

Ein weiteres Beispiel:

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1 vs_tcp_114          /vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns

NSID  UUID                                          Size
-----
1      a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_tcp_114",
      "Namespace_Path" : "/vol/tcpcnvme_114_1_0_1/tcpcnvme_114_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}
```

== Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

NVMe/FC-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 mit ONTAP

NVMe/FC wird von ONTAP 9.6 und höher mit SLES15 SP2 unterstützt. Auf dem SLES15 SP2-Host können NVMe/FC- und FCP-Datenverkehr über dieselben Fibre Channel-Initiator-Adapter-Ports ausgeführt werden. Siehe ["Hardware Universe"](#) Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller.

Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen und Versionen finden Sie unter ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren ["Cloud Volumes ONTAP"](#) Und ["Amazon FSX für ONTAP"](#).

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe/FC auf SLES15 SP2 aktivieren

1. Upgrade auf die empfohlene ME-Kernel-Version von SLES15 SP2.
2. Upgrade des nativen nvme-cli-Pakets

Dieses native nvme-cli-Paket enthält die automatischen NVMe/FC-connect-Skripte, die ONTAP udev-Regel für den Round-Robin-Lastausgleich für NVMe Multipath und das NetApp Plug-in für ONTAP Namespaces.

```
# rpm -qa|grep nvme-cli
nvme-cli-1.10-2.38.x86_64
```

3. Überprüfen Sie auf dem SLES15 SP2-Host die NQN-Zeichenfolge des Hosts bei /etc/nvme/hostnqn. Und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_145
Vserver Subsystem Host NQN
-----
vs_fc_nvme_145
nvme_145_1
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_2
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_3
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_4
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
nvme_145_5
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

4. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname  
LPe32002-M2  
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und native Inbox-Treiber-Versionen verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.6.240.40, sli-4:2:c  
12.6.240.40, sli-4:2:c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.2
```

3. Stellen Sie sicher, dass lpfc_enable_fc4_type auf 3 gesetzt ist.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```

5. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-LIFs ausgeführt werden können.


```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003ceb594f Issue 000000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

NVMe/FC validieren

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt wurden.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
-----
-----
/dev/nvme1n1 814vWBNRwfBGAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1 85.90 GB /
85.90 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live
inaccessible
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live
inaccessible
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

4. Überprüfen Sie das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device Vserver Namespace Path NSID UUID Size
-----
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns
1 23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1 85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ]
}
```

== Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das `lpfc_sg_seg_cnt` Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

LPFC Verbose Logging

Legen Sie den lpfc-Treiber für NVMe/FC fest.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_log_verbose` Treibereinstellung auf einen der folgenden Werte, um NVMe/FC-Ereignisse zu protokollieren.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. Führen Sie nach dem Festlegen der Werte den aus `dracut-f` Führen Sie einen Befehl aus und starten Sie den Host neu.
3. Überprüfen Sie die Einstellungen.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

NVMe/FC-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 mit ONTAP

Sie können NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) auf Hosts konfigurieren, auf denen SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 und ONTAP als Ziel ausgeführt werden.

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.6 oder höher für die folgenden Versionen von SLES unterstützt:

- SLES15 SP1

Auf dem SLES15 SP1-Host können NVMe/FC und FCP-Datenverkehr über dieselben Fibre Channel-Initiator-Adapter-Ports ausgeführt werden. Siehe "[Hardware Universe](#)". Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller.

Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen und Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".

- Das `nvme-cli`-Paket enthält native NVMe/FC-Skripts für die automatische Verbindung. Sie können den nativen Posteingangstreiber auf SLES15 SP1 verwenden.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

NVMe/FC auf SLES15 SP1 aktivieren

1. Upgrade auf den empfohlenen SLES15 SP2 MU-Kernel
2. Führen Sie ein Upgrade auf die empfohlene nvme-cli MU-Version durch.

Dieses nvme-cli-Paket enthält die nativen NVMe/FC-Skripts zur automatischen Verbindung, sodass Sie die externen NVMe/FC-Skripte, die von Broadcom bereitgestellt werden, nicht auf dem SLES15 SP1-Host installieren müssen. Dieses Paket enthält außerdem die ONTAP udev-Regel für den Round Robin-Lastausgleich für NVMe Multipath und das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli
nvme-cli-1.8.1-6.9.1.x86_64
```

3. Überprüfen Sie auf dem SLES15 SP1-Host die Host-NQN-Zeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn` und überprüfen Sie, ob es mit der NQN-Zeichenfolge des Hosts für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10
Vserver Subsystem Host NQN
-----
sles_117_nvme_ss_10_0
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

4. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapter verwenden. Die aktuelle Liste der unterstützten Adapter finden Sie im ["NetApp Interoperabilitätsmatrix"](#).

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und native Inbox-Treiber-Versionen verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.4.243.17, sil-4.2.c
12.4.243.17, sil-4.2.c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version
0:12.6.0.0
```

3. Stellen Sie sicher, dass lpfc_enable_fc4_type auf 3 gesetzt ist.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x10000090fae0ec61
0x10000090fae0ec62
```

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
```

5. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-LIFs ausgeführt werden können.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRV ONLINE
NVME Statistics
...
```

NVMe/FC validieren

1. Überprüfen Sie die folgenden NVMe/FC-Einstellungen.

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die Namespaces erstellt wurden.

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys/dev/nvme0n1
Nvme-subsysf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.sles_117_nvm
e_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1204:pn-0x100000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x200000109b1c1205:pn-0x100000109b1c1205 live inaccessible
```

4. Überprüfen Sie das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device      Vserver  Namespace Path                      NSID   UUID          Size
-----
/dev/nvme0n1  vs_nvme_10      /vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0
1           55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad    53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

== Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet eine MDTS (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein lpfc_sg_seg_cnt Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen dracut -f Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das lpfc_sg_seg_cnt Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```




Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

LPFC Verbose Logging

Legen Sie den lpfc-Treiber für NVMe/FC fest.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_log_verbose` Treibereinstellung auf einen der folgenden Werte, um NVMe/FC-Ereignisse zu protokollieren.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. Führen Sie nach dem Festlegen der Werte den aus `dracut-f` Führen Sie einen Befehl aus und starten Sie den Host neu.
3. Überprüfen Sie die Einstellungen.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

Ubuntu

NVMe-of Hostkonfiguration für Ubuntu 22.04 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen, wird mit Ubuntu 22.04 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FC-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Die folgende Unterstützung ist für die NVMe-of Hostkonfiguration für Ubuntu 22.04 mit ONTAP verfügbar:

- Über das NetApp Plug-in im nativen `nvme-cli`-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC-Namespace angezeigt.
- Verwendung von gleichzeitig vorhandenem NVMe und SCSI-Datenverkehr auf demselben Host in einem bestimmten Host Bus Adapter (HBA) ohne die expliziten `dm-Multipath`-Einstellungen, um die Inanspruchnahme von NVMe-Namespace zu verhindern.

Weitere Informationen zu unterstützten Konfigurationen finden Sie im ["NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#).

Funktionen

Ubuntu 22.04 hat standardmäßig in-Kernel NVMe Multipath für NVMe-Namespace aktiviert. Daher sind keine expliziten Einstellungen erforderlich.

Bekannte Einschränkungen

Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.

Validieren der Softwareversionen

Mit dem folgenden Verfahren können Sie die mindestens unterstützten Ubuntu 22.04-Softwareversionen validieren.

Schritte

1. Installieren Sie Ubuntu 22.04 auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen Ubuntu 22.04-Kernel ausführen:

```
# uname -r
```

Beispielausgabe:

```
5.15.0-101-generic
```

2. Installieren Sie den `nvme-cli` Paket:

```
# apt list | grep nvme
```

Beispielausgabe:

```
nvme-cli/jammy-updates,now 1.16-3ubuntu0.1 amd64
```

3. Überprüfen Sie auf dem Ubuntu 22.04-Host den `hostnqn`-String unter `/etc/nvme/hostnqn`:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
```

Beispielausgabe

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:063a9fa0-438a-4737-b9b4-95a21c66d041
```

4. Überprüfen Sie das `hostnqn`. Die Zeichenfolge entspricht der `hostnqn` String für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_106_fc_nvme
```

Beispielausgabe:

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_106_fc_nvme	ub_106	nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c04702c8-e91e-4353-9995-ba4536214631



Wenn der `hostnqn` Zeichenfolgen stimmen nicht überein. Verwenden Sie die `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren des `hostnqn` Zeichenfolge auf dem entsprechenden ONTAP-Array-Subsystem, die dem entspricht `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` Auf dem Host.

Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC für Broadcom/Emulex- oder Marvell/Qlogic-Adapter konfigurieren.

Broadcom/Emulex

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie das unterstützte Adaptermodell verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
```

Beispielausgabe:

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
```

Beispielausgabe:

```
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

2. Vergewissern Sie sich, dass Sie das empfohlene Broadcom verwenden lpfc Firmware- und Inbox-Treiber.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
14.2.673.40, sli-4:6:d  
  
# cat /sys/module/lpfc/version  
0: 14.0.0.4
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

3. Verifizieren Sie das lpfc_enable_fc4_type Ist auf festgelegt 3:

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_enable_fc4_type  
3
```

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden und dass die Ziel-LIFs angezeigt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
0x100000109bf0447c
0x100000109bf0447b
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state
Online
Online
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
    NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf0447c WWNN x200000109bf0447c DID
x022300 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200cd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021509 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2010d039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021108 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000005238 Issue 000000000000523a OutIO
00000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109bf0447b WWNN x200000109bf0447b DID
x022600 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200bd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021409 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200fd039eaa8138b WWNN x200ad039eaa8138b DID
x021008 TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 000000000e Cmpl 000000000e Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000000523c Issue 000000000000523e OutIO
00000000000000002
    abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000000 Err 00000000
```

1. Der native Inbox qla2xxx Treiber, der im Ubuntu 22.04 GA Kernel enthalten ist, hat die neuesten Upstream-Fixes, die für die Unterstützung von ONTAP unerlässlich sind. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/symbolic_name
```

Beispielausgabe

```
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
QLE2872 FW: v9.14.02 DVR: v10.02.06.200-k
```

2. Verifizieren Sie das ql2xnvmeenable Ist festgelegt. Dadurch kann der Marvell Adapter als NVMe/FC-Initiator verwendet werden:

```
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xnvmeenable
1
```

1 MB E/A aktivieren (optional)

ONTAP meldet eine MDTs (MAX Data-Übertragungsgröße) von 8 in den Identifizieren-Controller-Daten, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um jedoch I/O-Anforderungen von Größe 1 MB für einen Broadcom-NVMe/FC-Host auszustellen, müssen Sie den erhöhen lpfc Wert des lpfc_sg_seg_cnt Parameter auf 256 ab dem Standardwert 64.

Schritte

1. Stellen Sie die ein lpfc_sg_seg_cnt Parameter bis 256.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. A ausführen dracut -f Führen Sie einen Befehl aus, und starten Sie den Host neu.
3. Verifizieren Sie das lpfc_sg_seg_cnt Ist 256.

```
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_sg_seg_cnt
256
```



Dies gilt nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP verfügt nicht über eine automatische Verbindungsfunktion. Wenn also ein Pfad ausfällt und nicht

innerhalb der standardmäßigen Time-Out-Frist von 10 Minuten wieder hergestellt wird, kann NVMe/TCP die Verbindung nicht automatisch wiederherstellen. Um ein Timeout zu verhindern, sollten Sie den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der Initiator-Port die Daten der Erkennungsprotokollseite über die unterstützten NVMe/TCP-LIFs abrufen kann:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47-a 10.10.10.122

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 10
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  0
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  10.10.10.122
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992
08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:discovery
traddr:  10.10.10.124
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype:  tcp
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die anderen LIF-Kombinationen des NVMe/TCP-Initiators erfolgreich beim Abrufen von Protokollseitendaten der Bestandsaufnahme abgerufen werden können:

```
nvme discover -t tcp -w host-traddr -a traddr
```

Beispielausgabe:

```
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122
#nvme discover -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.
```

3. Führen Sie den Befehl `nvme connect-all` über alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg aus und legen Sie das Zeitlimit für den Controller-Verlust für mindestens 30 Minuten oder 1800 Sekunden fest:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l 1800
```

Beispielausgabe:

```
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.122 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.10.47 -a 10.10.10.124 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.122 -l 1800
# nvme connect-all -t tcp -w 10.10.11.47 -a 10.10.11.124 -l 1800
```

NVMe-of validieren

Zur Validierung VON NVMe-of gehen Sie wie folgt vor.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass das in-Kernel NVMe Multipath aktiviert ist:

```
# cat /sys/module/nvme_core/parameters/multipath
Y
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of-Einstellungen (z. B. auf NetApp ONTAP-Controller gesetzt auf Modell und Load-Balancing-IOPolicy auf Round-Robin eingestellt) für die jeweiligen ONTAP-Namespace den Host korrekt widerspiegeln:

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```



```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
round-robin
round-robin
```

3. Überprüfen Sie, ob die Namespaces auf dem Host erstellt und richtig erkannt wurden:

```
# nvme list
```

Beispielausgabe:

Node	SN	Model

/dev/nvme0n1	81CZ5BQuUNfGAAAAAAB	NetApp ONTAP Controller

Namespace	Usage	Format	FW	Rev

1		21.47 GB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B	FFFFFFFF

4. Überprüfen Sie, ob der Controller-Status jedes Pfads aktiv ist und den korrekten ANA-Status aufweist:

NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme0n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.8763d311b2ac11ed950ed039ea951c46:subsystem. ub_106
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a7d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a8d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20aad039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95f0:pn-0x100000109b1b95f0 live non-optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x20a6d039ea954d17:pn-0x20a9d039ea954d17,host_traddr=nn-0x200000109b1b95ef:pn-0x100000109b1b95ef live non-optimized
```

NVME/TCP

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Beispielausgabe:

```
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.bbf4ee8dfb611edbd07d039ea165590:subsystem.rhel_tcp_95
+- nvme1 tcp
traddr=10.10.10.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10.10.10.47 live
+- nvme2 tcp
traddr=10.10.10.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.10.47,src_addr=10.10.10.47 live
+- nvme3 tcp
traddr=10.10.11.122,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10.10.11.47 live
+- nvme4 tcp
traddr=10.10.11.124,trsvcid=4420,host_traddr=10.10.11.47,src_addr=10.10.11.47 live
```

5. Vergewissern Sie sich, dass das NetApp Plug-in für jedes ONTAP Namespace-Gerät die richtigen Werte anzeigt:

Spalte

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
```

Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme0n1	co_iscsi_tcp_ubuntu	/vol/vol1/ns1	

NSID	UUID	Size
1	79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84	21.47GB

JSON

```
# nvme netapp ontapdevices -o json
```

Beispielausgabe

```
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "co_iscsi_tcp_ubuntu",
      "Namespace_Path" : "/vol/nvmevol1/ns1",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "79c2c569-b7fa-42d5-b870-d9d6d7e5fa84",
      "Size" : "21.47GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

Bekannte Probleme

Es gibt keine bekannten Probleme bei der NVMe-of Hostkonfiguration für Ubuntu 22.04 mit ONTAP Release.

Windows

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Windows Server 2022 mit ONTAP

Sie können NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) auf Hosts konfigurieren, auf denen Windows Server 2022 ausgeführt wird, und dabei ONTAP als Ziel verwenden.

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.7 oder höher für Windows Server 2022 unterstützt.

Beachten Sie, dass der Broadcom Initiator sowohl NVMe/FC- als auch FCP-Datenverkehr über dieselben 32-Gbit-FC-Adapter-Ports verarbeiten kann. Verwenden Sie für FCP und FC/NVMe MSDSM als Microsoft Multipath I/O (MPIO) Option.

Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen und Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".

Bekannte Einschränkungen

Windows Failover Cluster (WFC) wird mit ONTAP NVMe/FC nicht unterstützt, da ONTAP derzeit keine persistenten Reservierungen mit NVMe/FC unterstützt.



Der von Broadcom für Windows NVMe/FC gelieferte externe Treiber ist kein echter NVMe/FC-Treiber, sondern ein translationaler SCSI → NVMe-Treiber. Dieser translationale Overhead wirkt sich nicht unbedingt auf die Performance aus, negiert jedoch die Performance-Vorteile von NVMe/FC. Somit ist bei Windows-Servern die NVMe/FC- und FCP-Performance dieselbe, anders als bei anderen Betriebssystemen wie Linux, wo die NVMe/FC-Performance deutlich besser ist als die des FCP.

Aktivieren Sie NVMe/FC auf einem Windows-Initiator-Host

Führen Sie diese Schritte aus, um FC/NVMe auf dem Windows-Initiator-Host zu aktivieren:

Schritte

1. Installieren Sie das OneCommand Manager-Dienstprogramm auf dem Windows-Host.
2. Legen Sie an jedem der HBA-Initiator-Ports die folgenden HBA-Treiberparameter fest:
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - LimTransferSize=1
3. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter in Windows für NVMe/FC

Mit dem Broadcom Adapter für FC/NVMe in einer Windows-Umgebung a `hostnqn` Ist jedem Port des Host Bus Adapters (HBA) zugeordnet. Der `hostnqn` Ist wie folgt formatiert.

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Aktivieren Sie MPIO für NVMe-Geräte auf dem Windows-Host

1. Installieren "[Windows Host Utility Kit 7.1](#)" Treiber-Parameter einstellen, die für FC und NVMe gemeinsam sind.
2. Öffnen Sie die MPIO-Eigenschaften.
3. Fügen Sie auf der Registerkarte **Multi-Paths** die für NVMe angegebene Geräte-ID hinzu.

MPIO erkennt NVMe-Geräte, die im Festplattenmanagement sichtbar sind.

4. Öffnen Sie * Disk Management* und gehen Sie zu **Disk Properties**.
5. Klicken Sie auf der Registerkarte **MPIO** auf **Details**.
6. Legen Sie die folgenden MSDSM-Einstellungen fest:
 - PathVerifiedPeriod: **10**
 - PathVerifyEnabled: **Enable**
 - RetryCount: **6**
 - Wiederholungsintervall: **1**
 - PDORemovedPeriod: **130**
7. Wählen Sie die MPIO-Richtlinie **Round Robin mit Untergruppe** aus.
8. Ändern Sie die Registrierungswerte:

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval  
val DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\  
UseCustomPathRecoveryInterval  DWORD-> 1
```

9. Starten Sie den Host neu.

Die NVMe-Konfiguration ist jetzt auf dem Windows Host abgeschlossen.

NVMe/FC validieren

1. Überprüfen Sie, ob der Porttyp FC+NVMe ist.

Nachdem NVMe nun aktiviert ist, sollten Sie die Anzeige lesen Port Type Aufgelistet unter FC+NVMe, Wie folgt.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

2. Überprüfen Sie, ob NVMe/FC-Subsysteme erkannt wurden.

Der `nvme-list` Mit dem Befehl werden die erkannten NVMe/FC-Subsysteme aufgelistet.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0180
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0181
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.
```

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. Überprüfen Sie, ob Namespaces erstellt wurden.

Der `nvme-list-ns` Der Befehl listet die Namespaces für ein angegebenes NVMe Ziel auf, das die mit dem Host verbundenen Namespaces aufführt.


```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	

0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Windows Server 2019 mit ONTAP

Sie können NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) auf Hosts konfigurieren, auf denen Windows Server 2019 ausgeführt wird, und dabei ONTAP als Ziel verwenden.

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.7 oder höher für Windows Server 2019 unterstützt.

Beachten Sie, dass der Broadcom Initiator sowohl NVMe/FC- als auch FCP-Datenverkehr über dieselben 32-Gbit-FC-Adapter-Ports verarbeiten kann. Verwenden Sie für FCP und FC/NVMe MSDSM als Microsoft Multipath I/O (MPIO) Option.

Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen und Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren "[Cloud Volumes ONTAP](#)" Und "[Amazon FSX für ONTAP](#)".

Bekannte Einschränkungen

Windows Failover Cluster (WFC) wird mit ONTAP NVMe/FC nicht unterstützt, da ONTAP derzeit keine persistenten Reservierungen mit NVMe/FC unterstützt.



Der von Broadcom für Windows NVMe/FC gelieferte externe Treiber ist kein echter NVMe/FC-Treiber, sondern ein translationaler SCSI → NVMe-Treiber. Dieser translationale Overhead wirkt sich nicht unbedingt auf die Performance aus, negiert jedoch die Performance-Vorteile von NVMe/FC. Somit ist bei Windows-Servern die NVMe/FC- und FCP-Performance dieselbe, anders als bei anderen Betriebssystemen wie Linux, wo die NVMe/FC-Performance deutlich besser ist als die des FCP.

Aktivieren Sie NVMe/FC auf einem Windows-Initiator-Host

Führen Sie diese Schritte aus, um FC/NVMe auf dem Windows-Initiator-Host zu aktivieren:

Schritte

1. Installieren Sie das OneCommand Manager-Dienstprogramm auf dem Windows-Host.
2. Legen Sie an jedem der HBA-Initiator-Ports die folgenden HBA-Treiberparameter fest:
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - LimTransferSize=1
3. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter in Windows für NVMe/FC

Mit dem Broadcom Adapter für FC/NVMe in einer Windows-Umgebung a `hostnqn` Ist jedem Port des Host Bus Adapters (HBA) zugeordnet. Der `hostnqn` Ist wie folgt formatiert.

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Aktivieren Sie MPIO für NVMe-Geräte auf dem Windows-Host

1. Installieren "Windows Host Utility Kit 7.1" Treiber-Parameter einstellen, die für FC und NVMe gemeinsam sind.
2. Öffnen Sie die MPIO-Eigenschaften.
3. Fügen Sie auf der Registerkarte **Multi-Paths** die für NVMe angegebene Geräte-ID hinzu.

MPIO erkennt NVMe-Geräte, die im Festplattenmanagement sichtbar sind.

4. Öffnen Sie * Disk Management* und gehen Sie zu **Disk Properties**.
5. Klicken Sie auf der Registerkarte **MPIO** auf **Details**.
6. Legen Sie die folgenden MSDSM-Einstellungen fest:
 - PathVerifiedPeriod: **10**
 - PathVerifyEnabled: **Enable**
 - RetryCount: **6**
 - Wiederholungsintervall: **1**
 - PDORemovedPeriod: **130**

7. Wählen Sie die MPIO-Richtlinie **Round Robin mit Untergruppe** aus.

8. Ändern Sie die Registrierungswerte:

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval  
val DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\  
UseCustomPathRecoveryInterval  DWORD-> 1
```

9. Starten Sie den Host neu.

Die NVMe-Konfiguration ist jetzt auf dem Windows Host abgeschlossen.

NVMe/FC validieren

1. Überprüfen Sie, ob der Porttyp FC+NVMe ist.

Nachdem NVMe nun aktiviert ist, sollten Sie die Anzeige lesen Port Type Aufgelistet unter FC+NVMe, Wie folgt.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model        : LPe32002-M2
```

2. Überprüfen Sie, ob NVMe/FC-Subsysteme erkannt wurden.

Der `nvme-list` Mit dem Befehl werden die erkannten NVMe/FC-Subsysteme aufgelistet.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159

Port WWN : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID : 0x0180
Model Number : NetApp ONTAP Controller
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version : FFFFFFFF
Total Capacity : Not Available
Unallocated Capacity : Not Available

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159

Port WWN : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID : 0x0181
Model Number : NetApp ONTAP Controller
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version : FFFFFFFF
Total Capacity : Not Available
Unallocated Capacity : Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. Überprüfen Sie, ob Namespaces erstellt wurden.

Der `nvme-list-ns` Der Befehl listet die Namespaces für ein angegebenes NVMe Ziel auf, das die mit dem Host verbundenen Namespaces aufführt.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	

0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Windows Server 2016 mit ONTAP

Sie können NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) auf Hosts konfigurieren, auf denen Windows Server 2016 ausgeführt wird, und dabei ONTAP als Ziel verwenden.

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.7 oder höher für Windows Server 2016 unterstützt.

Beachten Sie, dass der Broadcom Initiator sowohl NVMe/FC- als auch FCP-Datenverkehr über dieselben 32-Gbit-FC-Adapter-Ports verarbeiten kann. Verwenden Sie für FCP und FC/NVMe MSDSM als Microsoft Multipath I/O (MPIO) Option.

Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen und Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren "[Cloud Volumes ONTAP](#)" Und "[Amazon FSX für ONTAP](#)".

Bekannte Einschränkungen

Windows Failover Cluster (WFC) wird mit ONTAP NVMe/FC nicht unterstützt, da ONTAP derzeit keine persistenten Reservierungen mit NVMe/FC unterstützt.



Der von Broadcom für Windows NVMe/FC gelieferte externe Treiber ist kein echter NVMe/FC-Treiber, sondern ein translationaler SCSI → NVMe-Treiber. Dieser translationale Overhead wirkt sich nicht unbedingt auf die Performance aus, negiert jedoch die Performance-Vorteile von NVMe/FC. Somit ist bei Windows-Servern die NVMe/FC- und FCP-Performance dieselbe, anders als bei anderen Betriebssystemen wie Linux, wo die NVMe/FC-Performance deutlich besser ist als die des FCP.

Aktivieren Sie NVMe/FC auf einem Windows-Initiator-Host

Führen Sie diese Schritte aus, um FC/NVMe auf dem Windows-Initiator-Host zu aktivieren:

Schritte

1. Installieren Sie das OneCommand Manager-Dienstprogramm auf dem Windows-Host.
2. Legen Sie an jedem der HBA-Initiator-Ports die folgenden HBA-Treiberparameter fest:
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - LimTransferSize=1
3. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter in Windows für NVMe/FC

Mit dem Broadcom Adapter für FC/NVMe in einer Windows-Umgebung a `hostnqn` Ist jedem Port des Host Bus Adapters (HBA) zugeordnet. Der `hostnqn` Ist wie folgt formatiert.

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Aktivieren Sie MPIO für NVMe-Geräte auf dem Windows-Host

1. Installieren "Windows Host Utility Kit 7.1" Treiber-Parameter einstellen, die für FC und NVMe gemeinsam sind.
2. Öffnen Sie die MPIO-Eigenschaften.
3. Fügen Sie auf der Registerkarte **Multi-Paths** die für NVMe angegebene Geräte-ID hinzu.

MPIO erkennt NVMe-Geräte, die im Festplattenmanagement sichtbar sind.

4. Öffnen Sie * Disk Management* und gehen Sie zu **Disk Properties**.
5. Klicken Sie auf der Registerkarte **MPIO** auf **Details**.
6. Legen Sie die folgenden MSDSM-Einstellungen fest:
 - PathVerifiedPeriod: **10**
 - PathVerifyEnabled: **Enable**
 - RetryCount: **6**
 - Wiederholungsintervall: **1**
 - PDORemovedPeriod: **130**

7. Wählen Sie die MPIO-Richtlinie **Round Robin mit Untergruppe** aus.

8. Ändern Sie die Registrierungswerte:

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval  
val DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\  
UseCustomPathRecoveryInterval  DWORD-> 1
```

9. Starten Sie den Host neu.

Die NVMe-Konfiguration ist jetzt auf dem Windows Host abgeschlossen.

NVMe/FC validieren

1. Überprüfen Sie, ob der Porttyp FC+NVMe ist.

Nachdem NVMe nun aktiviert ist, sollten Sie die Anzeige lesen Port Type Aufgelistet unter FC+NVMe, Wie folgt.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function   : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

2. Überprüfen Sie, ob NVMe/FC-Subsysteme erkannt wurden.

Der `nvme-list` Mit dem Befehl werden die erkannten NVMe/FC-Subsysteme aufgelistet.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159

Port WWN : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID : 0x0180
Model Number : NetApp ONTAP Controller
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version : FFFFFFFF
Total Capacity : Not Available
Unallocated Capacity : Not Available

NVMe Qualified Name : nqn.1992-08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159

Port WWN : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID : 0x0181
Model Number : NetApp ONTAP Controller
Serial Number : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version : FFFFFFFF
Total Capacity : Not Available
Unallocated Capacity : Not Available

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. Überprüfen Sie, ob Namespaces erstellt wurden.

Der `nvme-list-ns` Der Befehl listet die Namespaces für ein angegebenes NVMe Ziel auf, das die mit dem Host verbundenen Namespaces aufführt.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	

0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

NVMe/FC-Host-Konfiguration für Windows Server 2012 R2 mit ONTAP

Sie können NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) auf Hosts konfigurieren, auf denen Windows Server 2012 R2 ausgeführt wird, und dabei ONTAP als Ziel verwenden.

NVMe/FC wird auf ONTAP 9.7 oder höher für Windows Server 2012 unterstützt.

Beachten Sie, dass der Broadcom Initiator sowohl NVMe/FC- als auch FCP-Datenverkehr über dieselben 32-Gbit-FC-Adapter-Ports verarbeiten kann. Verwenden Sie für FCP und FC/NVMe MSDSM als Microsoft Multipath I/O (MPIO) Option.

Siehe "[Hardware Universe](#)" Für eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller. Die aktuelle Liste der unterstützten Konfigurationen und Versionen finden Sie unter "[NetApp Interoperabilitätsmatrix](#)".



Sie können die in diesem Dokument angegebenen Konfigurationseinstellungen verwenden, um die mit verbundenen Cloud-Clients zu konfigurieren "[Cloud Volumes ONTAP](#)" Und "[Amazon FSX für ONTAP](#)".

Bekannte Einschränkungen

Windows Failover Cluster (WFC) wird mit ONTAP NVMe/FC nicht unterstützt, da ONTAP derzeit keine persistenten Reservierungen mit NVMe/FC unterstützt.



Der von Broadcom für Windows NVMe/FC gelieferte externe Treiber ist kein echter NVMe/FC-Treiber, sondern ein translationaler SCSI → NVMe-Treiber. Dieser translationale Overhead wirkt sich nicht unbedingt auf die Performance aus, negiert jedoch die Performance-Vorteile von NVMe/FC. Somit ist bei Windows-Servern die NVMe/FC- und FCP-Performance dieselbe, anders als bei anderen Betriebssystemen wie Linux, wo die NVMe/FC-Performance deutlich besser ist als die des FCP.

Aktivieren Sie NVMe/FC auf einem Windows-Initiator-Host

Führen Sie diese Schritte aus, um FC/NVMe auf dem Windows-Initiator-Host zu aktivieren:

Schritte

1. Installieren Sie das OneCommand Manager-Dienstprogramm auf dem Windows-Host.
2. Legen Sie an jedem der HBA-Initiator-Ports die folgenden HBA-Treiberparameter fest:
 - EnableNVMe = 1
 - NVMEMode = 0
 - LimTransferSize=1
3. Starten Sie den Host neu.

Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter in Windows für NVMe/FC

Mit dem Broadcom Adapter für FC/NVMe in einer Windows-Umgebung a `hostnqn` Ist jedem Port des Host Bus Adapters (HBA) zugeordnet. Der `hostnqn` Ist wie folgt formatiert.

```
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9765  
nqn.2017-01.com.broadcom:ecd:nvmf:fc:100000109b1b9766
```

Aktivieren Sie MPIO für NVMe-Geräte auf dem Windows-Host

1. Installieren "Windows Host Utility Kit 7.1" Treiber-Parameter einstellen, die für FC und NVMe gemeinsam sind.
2. Öffnen Sie die MPIO-Eigenschaften.
3. Fügen Sie auf der Registerkarte **Multi-Paths** die für NVMe angegebene Geräte-ID hinzu.

MPIO erkennt NVMe-Geräte, die im Festplattenmanagement sichtbar sind.

4. Öffnen Sie * Disk Management* und gehen Sie zu **Disk Properties**.
5. Klicken Sie auf der Registerkarte **MPIO** auf **Details**.
6. Legen Sie die folgenden MSDSM-Einstellungen fest:
 - PathVerifiedPeriod: **10**
 - PathVerifyEnabled: **Enable**
 - RetryCount: **6**
 - Wiederholungsintervall: **1**
 - PDORemovedPeriod: **130**

7. Wählen Sie die MPIO-Richtlinie **Round Robin mit Untergruppe** aus.

8. Ändern Sie die Registrierungswerte:

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio\Parameters\PathRecoveryInterval  
val DWORD -> 30
```

```
HKLM\SYSTEM\CurrentControlSet\Services\mpio \Parameters\  
UseCustomPathRecoveryInterval  DWORD-> 1
```

9. Starten Sie den Host neu.

Die NVMe-Konfiguration ist jetzt auf dem Windows Host abgeschlossen.

NVMe/FC validieren

1. Überprüfen Sie, ob der Porttyp FC+NVMe ist.

Nachdem NVMe nun aktiviert ist, sollten Sie die Anzeige lesen Port Type aufgelistet unter FC+NVMe, Wie folgt.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hbaCmd listhba
```

Manageable HBA List

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:65
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:65
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 0
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 0
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

```
Port WWN      : 10:00:00:10:9b:1b:97:66
Node WWN      : 20:00:00:10:9b:1b:97:66
Fabric Name   : 10:00:c4:f5:7c:a5:32:e0
Flags         : 8000e300
Host Name     : INTEROP-57-159
Mfg           : Emulex Corporation
Serial No.    : FC71367217
Port Number   : 1
Mode          : Initiator
PCI Bus Number : 94
PCI Function  : 1
Port Type     : FC+NVMe
Model         : LPe32002-M2
```

2. Überprüfen Sie, ob NVMe/FC-Subsysteme erkannt wurden.

Der `nvme-list` Mit dem Befehl werden die erkannten NVMe/FC-Subsysteme aufgelistet.


```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:65
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:65

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:09:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0180
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:06:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0181
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number             : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.
```

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\hvacmd nvme-list
10:00:00:10:9b:1b:97:66
```

Discovered NVMe Subsystems for 10:00:00:10:9b:1b:97:66

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:07:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0140
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

```
NVMe Qualified Name      : nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159
Port WWN                  : 20:08:d0:39:ea:14:11:04
Node WWN                  : 20:05:d0:39:ea:14:11:04
Controller ID             : 0x0141
Model Number              : NetApp ONTAP Controller
Serial Number              : 81CGZBPU5T/uAAAAAAB
Firmware Version          : FFFFFFFF
Total Capacity            : Not Available
Unallocated Capacity      : Not Available
```

Note: At present Namespace Management is not supported by NetApp Arrays.

3. Überprüfen Sie, ob Namespaces erstellt wurden.

Der `nvme-list-ns` Der Befehl listet die Namespaces für ein angegebenes NVMe Ziel auf, das die mit dem Host verbundenen Namespaces aufführt.

```
PS C:\Program Files\Emulex\Util\OCManager> .\HbaCmd.exe nvme-list-ns
10:00:00:10:9b:1b:97:66 20:08:d0:39:ea:14:11:04 nq
.1992-
08.com.netapp:sn.a3b74c32db2911eab229d039ea141105:subsystem.win_nvme_int
erop-57-159 0
```

Active Namespaces (attached to controller 0x0141):

SCSI		SCSI	SCSI	OS
NSID	DeviceName	Bus Number	Target Number	
LUN				
-----	-----	-----	-----	
0x00000001	\\.\PHYSICALDRIVE9	0	1	0
0x00000002	\\.\PHYSICALDRIVE10	0	1	1
0x00000003	\\.\PHYSICALDRIVE11	0	1	2
0x00000004	\\.\PHYSICALDRIVE12	0	1	3
0x00000005	\\.\PHYSICALDRIVE13	0	1	4
0x00000006	\\.\PHYSICALDRIVE14	0	1	5
0x00000007	\\.\PHYSICALDRIVE15	0	1	6
0x00000008	\\.\PHYSICALDRIVE16	0	1	7

Fehlerbehebung

Überprüfen Sie vor der Fehlerbehebung bei NVMe-of-Fehlern für RHEL-, OL- und SLES-Hosts, ob Sie eine Konfiguration ausführen, die den Spezifikationen des Interoperabilitäts-Matrix-Tools (IMT) entspricht, und fahren Sie dann mit den nächsten Schritten fort, um Probleme auf der Hostseite zu beheben.



Die Anweisungen zur Fehlerbehebung gelten nicht für AIX-, Windows- und ESXi-Hosts.

Aktivieren Sie die ausführliche Protokollierung

Wenn Sie ein Problem mit Ihrer Konfiguration haben, kann die ausführliche Protokollierung wichtige Informationen für die Fehlerbehebung liefern.

Das Verfahren zum Festlegen der ausführlichen Protokollierung für Qlogic (qla2xxx) unterscheidet sich von dem Verfahren zum Festlegen DER LPFC-ausführlichen Protokollierung.

LPFC

Legen Sie den lpfc-Treiber für NVMe/FC fest.

Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_log_verbose` Treibereinstellung auf einen der folgenden Werte, um NVMe/FC-Ereignisse zu protokollieren.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events.
*/
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. Führen Sie nach dem Festlegen der Werte den aus `dracut -f` Führen Sie einen Befehl aus und starten Sie den Host neu.
3. Überprüfen Sie die Einstellungen.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc
lpfc_log_verbose=0xf00083

# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

Qla2xxx

Es gibt keine spezifische qla2xxx-Protokollierung für NVMe/FC, ähnlich wie bei `lpfc` Treiber. Stellen Sie stattdessen die allgemeine qla2xxx-Protokollierungsebene ein.

Schritte

1. Fügen Sie den hinzu `ql2xextended_error_logging=0x1e400000` Wert zum entsprechenden `modprobe qla2xxx` conf Datei:
2. Ausführen des `dracut -f` Befehl und starten Sie dann den Host neu.
3. Überprüfen Sie nach dem Neubooten, ob die ausführliche Protokollierung aktiviert wurde:

```
# cat /etc/modprobe.d/qla2xxx.conf
```

Beispielausgabe:

```
options qla2xxx ql2xnvmeenable=1
ql2xextended_error_logging=0x1e400000
# cat /sys/module/qla2xxx/parameters/ql2xextended_error_logging
507510784
```

Gängige nvme-cli-Fehler und Behelfslösungen

Die von angezeigten Fehler `nvme-cli` Während `nvme discover`, `nvme connect`, Oder `nvme connect-all` Die Vorgänge und die Problemumgehungen sind in der folgenden Tabelle aufgeführt:

Fehlermeldung	Wahrscheinliche Ursache	Behelfslösung
Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Invalid argument	Falsche Syntax	Vergewissern Sie sich, dass Sie die richtige Syntax für das verwenden <code>nvme discover</code> , <code>nvme connect</code> , und <code>nvme connect-all</code> Befehle.

Fehlermeldung	Wahrscheinliche Ursache	Behelfslösung
<p>Failed to write to /dev/nvme-fabrics: No such file or directory</p>	<p>Dies kann beispielsweise durch mehrere Probleme ausgelöst werden. Wenn die NVMe Befehle falsch dargestellt werden, ist dies eine der häufigsten Ursachen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen Sie, ob Sie die richtigen Argumente (z. B. richtig WWNN-Zeichenfolge, WWPN-Zeichenfolge und mehr) an die Befehle übergeben haben. • Wenn die Argumente richtig sind, aber Sie sehen immer noch diesen Fehler, überprüfen Sie, ob die <code>/sys/class/scsi_host/host*/nvme_info</code> Die Befehlsausgabe ist richtig. Der NVMe-Initiator wird als angezeigt Enabled, Und die NVMe/FC-Ziel-LIFs werden unter den Abschnitten für Remote-Ports korrekt angezeigt. Beispiel: <div data-bbox="792 583 1487 1850" data-label="Text"> <pre># cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec9d WWNN x20000090fae0ec9d DID x012000 ONLINE NVME RPORT WWPN x200b00a098c80f09 WWNN x200a00a098c80f09 DID x010601 TARGET DISCSRV ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 00000000000000006 Cmpl 00000000000000006 FCP: Rd 00000000000000071 Wr 00000000000000005 IO 00000000000000031 Cmpl 000000000000000a6 Outstanding 00000000000000001 NVME Initiator Enabled NVME LPORT lpfc1 WWPN x10000090fae0ec9e WWNN x20000090fae0ec9e DID x012400 ONLINE NVME RPORT WWPN x200900a098c80f09 WWNN x200800a098c80f09 DID x010301 TARGET DISCSRV ONLINE NVME Statistics LS: Xmt 00000000000000006 Cmpl 00000000000000006 FCP: Rd 00000000000000073 Wr 00000000000000005 IO 00000000000000031 Cmpl 000000000000000a8 Outstanding 00000000000000001</pre> </div> • Wenn die Ziel-LIFs nicht wie oben im angezeigt werden <code>nvme_info</code> Befehlsausgabe, überprüfen Sie das <code>/var/log/messages</code> Und <code>dmesg</code> Sie erhalten eine Ausgabe des Befehls für verdächtige NVMe/FC-Ausfälle und entsprechende Berichte oder Korrekturen.

Fehlermeldung	Wahrscheinliche Ursache	Behelfslösung
No discovery log entries to fetch	Im Allgemeinen beobachtet, wenn die /etc/nvme/hostnqn Es wurde keine Zeichenfolge in das entsprechende Subsystem auf dem NetApp Array hinzugefügt oder eine falsche Zeichenfolge hostnqn Der String wurde dem jeweiligen Subsystem hinzugefügt.	Überprüfen Sie das genau /etc/nvme/hostnqn String wird dem entsprechenden Subsystem im NetApp Array hinzugefügt (überprüfen Sie mithilfe der vserver nvme subsystem host show Befehl).
Failed to write to /dev/nvme-fabrics: Operation already in progress	Beobachtet, wenn bereits Controller-Zuordnungen oder angegebene Operation erstellt oder gerade erstellt werden. Dies könnte im Rahmen der oben installierten Skripts zur automatischen Verbindung geschehen.	Keine. Versuchen Sie, die auszuführen nvme discover Befehl nach einiger Zeit wieder. Für nvme connect Und connect-all, Ausführen des nvme list Befehl zum Überprüfen, ob die Namespace-Geräte bereits erstellt und auf dem Host angezeigt werden.

Wann wenden Sie sich an den technischen Support

Wenn Sie immer noch Probleme haben, sammeln Sie die folgenden Dateien und Befehlsausgänge, und kontaktieren Sie ["NetApp Support"](#) Für weitere Triage:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
/var/log/messages
dmesg
nvme discover output as in:
nvme discover --transport=fc --traddr=nn-0x200a00a098c80f09:pn
-0x200b00a098c80f09 --host-traddr=nn-0x20000090fae0ec9d:pn
-0x10000090fae0ec9d
nvme list
nvme list-subsys /dev/nvmeXnY
```

Copyright-Informationen

Copyright © 2024 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.