



Rocky Linux

ONTAP SAN Host Utilities

NetApp
January 30, 2026

This PDF was generated from <https://docs.netapp.com/de-de/ontap-sanhost/nvme-rockylinux-supported-features.html> on January 30, 2026. Always check docs.netapp.com for the latest.

Inhalt

Rocky Linux	1
Erfahren Sie mehr über ONTAP Unterstützung und -Funktionen für Rocky Linux.	1
Was kommt als nächstes	1
Rocky Linux 10.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren	2
Schritt 1: Aktivieren Sie optional den SAN-Bootvorgang	2
Schritt 2: Installieren Sie Rocky Linux und die NVMe-Software und überprüfen Sie Ihre Konfiguration. . .	2
Schritt 3: Konfigurieren Sie NVMe/FC und NVMe/TCP	4
Schritt 4: Optional 1 MB I/O für NVMe/FC aktivieren	12
Schritt 5: Überprüfen der NVMe-Bootdienste	13
Schritt 6: Überprüfen der Multipathing-Konfiguration	14
Schritt 7: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung	18
Schritt 8: Überprüfen Sie die bekannten Probleme	25
Rocky Linux 9.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren	25
Schritt 1: Aktivieren Sie optional den SAN-Bootvorgang	25
Schritt 2: Installieren Sie Rocky Linux und die NVMe-Software und überprüfen Sie Ihre Konfiguration. . .	25
Schritt 3: Konfigurieren Sie NVMe/FC und NVMe/TCP	27
Schritt 4: Optional 1 MB I/O für NVMe/FC aktivieren	39
Schritt 5: Überprüfen der NVMe-Bootdienste	40
Schritt 6: Überprüfen der Multipathing-Konfiguration	41
Schritt 7: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung	45
Schritt 8: Überprüfen Sie die bekannten Probleme	53
Rocky Linux 8.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren	53
Schritt 1: Installieren Sie Rocky Linux und die NVMe-Software und überprüfen Sie Ihre Konfiguration. . .	53
Schritt 2: NVMe/FC und NVMe/TCP konfigurieren	55
Schritt 3: Optional: Aktivieren Sie 1 MB I/O für NVMe/FC.	66
Schritt 4: Überprüfen Sie die Multipathing-Konfiguration	67
Schritt 5: Überprüfen der bekannten Probleme	71

Rocky Linux

Erfahren Sie mehr über ONTAP Unterstützung und -Funktionen für Rocky Linux.

Die für die Hostkonfiguration mit NVMe over Fabrics (NVMe-oF) unterstützten Funktionen variieren je nach Ihrer Version von ONTAP und Rocky Linux.

Funktion	Rocky Linux Hostversion	ONTAP-Version
Eine sichere In-Band-Authentifizierung wird über NVMe/TCP zwischen einem RHEL-Host und einem ONTAP Controller unterstützt.	9.3 oder später	9.12.1 oder später
NVMe/TCP stellt Namensräume unter Verwendung des nativen <code>nvme-cli</code> Paket	8.2 oder später	9.10.1 oder später
NVMe/TCP ist eine vollständig unterstützte Unternehmensfunktion.	9.0 oder höher	9.10.1 oder später
NVMe- und SCSI-Datenverkehr werden auf demselben Host unterstützt, wobei NVMe Multipath für NVMe-oF-Namespaces und dm-Multipath für SCSI-LUNs verwendet werden.	8.2 oder später	9.4 oder später

ONTAP unterstützt die folgenden SAN-Hostfunktionen unabhängig von der auf Ihrem System ausgeführten ONTAP Version.

Funktion	Rocky Linux Hostversion
Native NVMe-Multipathing ist standardmäßig aktiviert.	10.0 oder später
SAN-Booten wird durch die Verwendung des NVMe/FC-Protokolls aktiviert.	9.4 oder später
Der <code>nvme-cli</code> Das Paket enthält Skripte zur automatischen Verbindung, sodass keine Skripte von Drittanbietern benötigt werden.	8.2 oder später
Die native udev-Regel im <code>nvme-cli</code> Paket bietet Round-Robin-Lastverteilung für NVMe-Multipathing	8.2 oder später



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

Was kommt als nächstes

Wenn Ihre Rocky Linux-Version ..	Erfahren Sie mehr über ...
10er-Serie	"NVMe für Rocky Linux 10.x konfigurieren"
9er-Serie	"NVMe für Rocky Linux 9.x konfigurieren"

Wenn Ihre Rocky Linux-Version ..	Erfahren Sie mehr über ...
8er-Serie	"NVMe für Rocky Linux 8.x konfigurieren"

Verwandte Informationen

["Erfahren Sie mehr über die Verwaltung von NVMe-Protokollen."](#)

Rocky Linux 10.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren

Rocky Linux-Hosts unterstützen die NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC)- und NVMe over TCP (NVMe/TCP)-Protokolle mit Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA bietet Multipathing-Funktionalität, die dem asymmetrischen logischen Einheitenzugriff (ALUA) in iSCSI- und FCP-Umgebungen entspricht.

Erfahren Sie, wie Sie NVMe over Fabrics (NVMe-oF)-Hosts für Rocky Linux 10.x konfigurieren. Weitere Informationen zu Support und Funktionen finden Sie unter ["Rocky Linux ONTAP Unterstützung und Funktionen"](#)Die

NVMe-oF unter Rocky Linux 10.x weist folgende bekannte Einschränkungen auf:

- Der `nvme disconnect-all` Dieser Befehl trennt sowohl das Root- als auch das Datendateisystem und kann zu Systeminstabilität führen. Diese Meldung sollte nicht auf Systemen ausgegeben werden, die von SAN über NVMe-TCP- oder NVMe-FC-Namespace booten.

Schritt 1: Aktivieren Sie optional den SAN-Bootvorgang

Sie können Ihren Host für die Verwendung von SAN-Boot konfigurieren, um die Bereitstellung zu vereinfachen und die Skalierbarkeit zu verbessern. Verwenden Sie die ["Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#) um zu überprüfen, ob Ihr Linux-Betriebssystem, Ihr Hostbusadapter (HBA), Ihre HBA-Firmware, Ihr HBA-Boot-BIOS und ONTAP -Version das SAN-Booten unterstützen.

Schritte

1. ["Erstellen Sie einen NVMe-Namespace und ordnen Sie ihn dem Host zu"](#) .
2. Aktivieren Sie das SAN-Booten im Server-BIOS für die Ports, denen der SAN-Boot-Namespace zugeordnet ist.

Informationen zum Aktivieren des HBA-BIOS finden Sie in der anbieterspezifischen Dokumentation.

3. Starten Sie den Host neu und überprüfen Sie, ob das Betriebssystem läuft.

Schritt 2: Installieren Sie Rocky Linux und die NVMe-Software und überprüfen Sie Ihre Konfiguration.

Um Ihren Host für NVMe-oF zu konfigurieren, müssen Sie die Host- und NVMe-Softwarepakete installieren, Multipathing aktivieren und Ihre Host-NQN-Konfiguration überprüfen.

Schritte

1. Installieren Sie Rocky Linux 10.x auf dem Server. Nach Abschluss der Installation überprüfen Sie, ob Sie den erforderlichen Rocky Linux 10.x-Kernel verwenden:

```
uname -r
```

Beispiel einer Rocky Linux-Kernelversion:

```
6.12.0-55.9.1.el10_0.x86_64
```

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

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `nvme-cli` Paketversion:

```
nvme-cli-2.11-5.el10.x86_64
```

3. Installieren Sie den `libnvme` Paket:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `libnvme` Paketversion:

```
libnvme-1.11.1-1.el10.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem Host die `Hostnqn`-Zeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn` :

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `hostnqn` Wert:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. Überprüfen Sie im ONTAP System, ob `hostnqn` Die Zeichenkette stimmt mit der `hostnqn` Zeichenkette für das entsprechende Subsystem im ONTAP Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_194_rockylinux10
```

Beispiel anzeigen

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
vs_nvme_194_rockylinux10
    nvme4
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    nvme_1
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    nvme_2
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    nvme_3
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
4 entries were displayed.
```



Wenn die `hostnqn` Zeichenfolgen nicht übereinstimmen, verwenden Sie die `vserver modify` Befehl zum Aktualisieren der `hostnqn` Zeichenfolge auf Ihrem entsprechenden ONTAP -Speichersystem-Subsystem, um die Übereinstimmung mit `hostnqn` Zeichenfolge von `/etc/nvme/hostnqn` auf dem Host.

Schritt 3: Konfigurieren Sie NVMe/FC und NVMe/TCP

Konfigurieren Sie NVMe/FC mit Broadcom/Emulex- oder Marvell/QLogic-Adaptoren oder konfigurieren Sie NVMe/TCP mithilfe manueller Erkennungs- und Verbindungsvorgänge.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Konfigurieren Sie NVMe/FC für einen Broadcom/Emulex-Adapter.

Schritte

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

a. Zeigen Sie die Modellnamen an:

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

b. Zeigen Sie die Modellbeschreibungen an:

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

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

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

a. Anzeige der Firmware-Version:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

Der Befehl gibt die Firmware-Versionen zurück:

```
14.0.539.16, sli-4:6:d  
14.0.539.16, sli-4:6:d
```

b. Zeigen Sie die Posteingangstreiberversion an:

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

Das folgende Beispiel zeigt eine Treiberversion:

```
0:14.4.0.6
```

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

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

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

4. Vergewissern Sie sich, dass Sie Ihre Initiator-Ports anzeigen können:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Sie sollten eine ähnliche Ausgabe sehen:

```
0x2100f4c7aa0cd7c2  
0x2100f4c7aa0cd7c3
```

5. Überprüfen Sie, ob Ihre Initiator-Ports online sind:

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
Online  
Online
```

6. 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
```


Beispiel anzeigen

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x202fd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x202dd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000810 Cmpl 0000000810 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007b098f07 Issue 000000007aee27c4 OutIO
ffffffffffffe498bd
          abort 000013b4 noxri 00000000 nondlp 00000058 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000013b4 Err 00021443
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2033d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2032d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000840 Cmpl 0000000840 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007afd4434 Issue 000000007ae31b83 OutIO
ffffffffffffe5d74f
          abort 000014a5 noxri 00000000 nondlp 0000006a qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014a5 Err 0002149a
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Konfigurieren Sie NVMe/FC für einen Marvell/QLogic-Adapter.

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie die unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen verwenden:

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

Das folgende Beispiel zeigt Treiber- und Firmwareversionen:

```
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k  
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-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
```

Die erwartete Ausgabe ist 1.

NVMe/TCP

Das NVMe/TCP-Protokoll unterstützt den automatischen Verbindungsvorgang nicht. Stattdessen können Sie die NVMe/TCP-Subsysteme und Namespaces ermitteln, indem Sie den NVMe/TCP `connect` oder `connect-all` Vorgänge manuell ausführen.

Schritte

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

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

Beispiel anzeigen

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.1 -a 192.168.20.20

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: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.21.21
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: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.20.21
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: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr: 192.168.21.20
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:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:discovery
traddr:  192.168.20.20
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
ylinux10_tcp_subsystem
traddr:  192.168.21.21
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
ylinux10_tcp_subsystem
traddr:  192.168.20.21
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock

```

```

ylinux10_tcp_subsystem
traddr: 192.168.21.20
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.rock
ylinux10_tcp_subsystem
traddr: 192.168.20.20
eflags: none
sectype: none

```

- Überprüfen Sie, ob die anderen NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIF-Kombinationen erfolgreich Daten der Erkennungsprotokollseite abrufen können:

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

Beispiel anzeigen

```

nvme discover -t tcp -w 192.168.20.1 -a 192.168.20.20
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.1 -a 192.168.21.20
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.1 -a 192.168.20.21
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.1 -a 192.168.21.21

```

- 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
```

Beispiel anzeigen

```
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.20.1 -a
192.168.20.20
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.21.1 -a
192.168.21.20
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.20.1 -a
192.168.20.21
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.21.1 -a
192.168.21.21
```

Ab Rocky Linux 9.4 ist die Einstellung für NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo` timeout ist automatisch auf „Aus“ gestellt. Das Ergebnis:

- Es gibt keine Begrenzung für die Anzahl der Wiederholungsversuche (unbegrenzte Wiederholung).
- Sie müssen kein bestimmtes `ctrl_loss_tmo` timeout Dauer bei Verwendung des `nvme connect` oder `nvme connect-all` Befehle (Option `-l`).
- Bei den NVMe/TCP-Controllern kommt es im Falle eines Pfadausfalls nicht zu Timeouts und die Verbindung bleibt unbegrenzt bestehen.

Schritt 4: Optional 1 MB I/O für NVMe/FC aktivieren

ONTAP meldet in den Identify Controller-Daten eine maximale Datenübertragungsgröße (MDTS) von 8. Dies bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um E/A-Anfragen der Größe 1 MB für einen Broadcom NVMe/FC-Host auszugeben, sollten Sie die `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter vom Standardwert 64 auf 256.



Diese Schritte gelten nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Schritte

1. Setzen Sie den `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Führen Sie den Befehl aus `dracut -f`, und starten Sie den Host neu.
3. Stellen Sie sicher, dass der Wert für `lpfc_sg_seg_cnt` 256 lautet:

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

Schritt 5: Überprüfen der NVMe-Bootdienste

Der `nvmeof-boot-connections.service` Und `nvmmf-autoconnect.service` In NVMe/FC enthaltene Boot-Dienste `nvme-cli` Paket werden beim Systemstart automatisch aktiviert.

Überprüfen Sie nach dem Booten, ob die `nvmeof-boot-connections.service` Und `nvmmf-autoconnect.service` Boot-Dienste sind aktiviert.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass `nvmmf-autoconnect.service` aktiviert ist:

```
systemctl status nvmmf-autoconnect.service
```

Beispielausgabe anzeigen

```
nvmmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmmf-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
   Active: inactive (dead)

Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]: nvmmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Vergewissern Sie sich, dass `nvmeof-boot-connections.service` aktiviert ist:

```
systemctl status nvmeof-boot-connections.service
```

Beispielausgabe anzeigen

```
nvmeofc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmeofc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Tue 2025-06-10 01:08:36 EDT; 2h
59min ago
     Main PID: 7090 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 30ms

Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Starting Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: nvmeofc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Finished Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Schritt 6: Überprüfen der Multipathing-Konfiguration

Vergewissern Sie sich, dass der in-Kernel-Multipath-Status, der ANA-Status und die ONTAP-Namespaces für die NVMe-of-Konfiguration richtig sind.

Schritte

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

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
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:

- a. Zeigen Sie die Subsysteme an:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:


```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Zeigen Sie die Richtlinie an:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
round-robin
round-robin
```

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

```
nvme list
```

Beispiel anzeigen

Node	SN	Model

/dev/nvme4n1	81Ix2BVuekWcAAAAAAB	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/nvme5n1
```

Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys5 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.f7565b15a66911ef9668d039ea951c46:subsystem.nvme
1
                    hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
\
+- nvme126 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-0x2038d039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-0x2100f4c7aa0cd7c3 live optimized
+- nvme176 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-0x2037d039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-0x2100f4c7aa0cd7c2 live optimized
+- nvme5 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-0x2039d039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-0x2100f4c7aa0cd7c2 live non-optimized
+- nvme71 fc traddr=nn-0x2036d039ea951c45:pn-0x203ad039ea951c45,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-0x2100f4c7aa0cd7c3 live non-optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme4n2
```

Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.64e65e6caae711ef9668d039ea951c46:subsystem.nvme4
                hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33
\
+- nvme102 tcp
traddr=192.168.21.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_addr=192.168.21.1 live non-optimized
+- nvme151 tcp
traddr=192.168.21.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.1,src_addr=192.168.21.1 live optimized
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.20,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_addr=192.168.20.1 live non-optimized
+- nvme53 tcp
traddr=192.168.20.21,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.1,src_addr=192.168.20.1 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
```

Beispiel anzeigen

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme10n1	vs_tcp_rockylinux10		/vol/vol10/ns10

NSID	UUID	Size
1	bbf51146-fc64-4197-b8cf-8a24f6f359b3	21.47GB

JSON

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

Beispiel anzeigen

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme10n1",
      "Vserver":"vs_tcp_rockylinux10",
      "Namespace_Path":"/vol/vol10/ns10",
      "NSID":1,
      "UUID":"bbf51146-fc64-4197-b8cf-8a24f6f359b3",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    }
  ]
}
```

Schritt 7: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung

Eine sichere In-Band-Authentifizierung wird über NVMe/TCP zwischen einem Rocky Linux 10.x-Host und einem ONTAP Controller unterstützt.

Jeder Host oder Controller muss mit einem DH-HMAC-CHAP Schlüssel zur Einrichtung einer sicheren Authentifizierung . DH-HMAC-CHAP Der Schlüssel ist eine Kombination aus dem NQN des NVMe-Hosts oder -Controllers und einem vom Administrator konfigurierten Authentifizierungsgeheimnis. Um seinen Peer zu authentifizieren, muss ein NVMe-Host oder -Controller den dem Peer zugeordneten Schlüssel erkennen.

Schritte

Richten Sie eine sichere In-Band-Authentifizierung mithilfe der CLI oder einer JSON-Konfigurationsdatei ein. Wenn Sie unterschiedliche dhchap-Schlüssel für verschiedene Subsysteme angeben müssen, müssen Sie eine Konfigurations-JSON-Datei verwenden.

CLI

Richten Sie die sichere bandinterne Authentifizierung über die CLI ein.

1. Rufen Sie die Host-NQN ab:

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

2. Generieren Sie den DHCP-Schlüssel für den Rocky Linux 10.x-Host.

Die folgende Ausgabe beschreibt die `gen-dhchap-key` Befehlsparameter:

```
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:4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33
DHHC-
1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hialaKDKJQ2o53pX3wYM9
xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:
```

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 eine unidirektionale Konfiguration anzeigen

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-  
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b  
i12WR09XDho/1d3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:  
DHHC-  
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b  
i12WR09XDho/1d3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:  
DHHC-  
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b  
i12WR09XDho/1d3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:  
DHHC-  
1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jTmzEKUbcWu26I33b93b  
i12WR09XDho/1d3L45J+0FeCsStBEAfhYgkQU=:
```

- b. Überprüfen Sie die `Dhchap`-Tasten des Controllers:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-  
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Beispielausgabe für eine bidirektionale Konfiguration anzeigen

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret  
DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia  
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:  
  
DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia  
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:  
  
DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia  
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:  
  
DHHC- 1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hia  
1aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:
```

JSON

Wenn mehrere NVMe-Subsysteme auf dem ONTAP Controller verfügbar sind, können Sie die `/etc/nvme/config.json` Datei mit dem `nvme connect-all` Befehl.

Verwenden Sie die `-o` Option zum Generieren der JSON-Datei. Weitere Syntaxoptionen finden Sie in den Manpages zu NVMe connect-all.

1. Konfigurieren Sie die JSON-Datei.



Im folgenden Beispiel `dhchap_key` entspricht `dhchap_secret` Und `dhchap_ctrl_key` entspricht `dhchap_ctrl_secret`.

Beispiel anzeigen

```
cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33",
    "hostid": "4c4c4544-0035-5910-804b-c2c04f444d33",
    "dhchap_key": "DHHC-1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLGaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hialaKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-08.com.netapp:sn.127ade26168811f0a50ed039eab69ad3:subsystem.inband_unidirectional",
        "ports": [
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.20.17",
            "host_traddr": "192.168.20.1",
            "trsvcid": "4420"
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.20.18",
            "host_traddr": "192.168.20.1",
            "trsvcid": "4420"
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.21.18",
            "host_traddr": "192.168.21.1",
            "trsvcid": "4420"
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.21.17",
            "host_traddr": "192.168.21.1",
            "trsvcid": "4420"
          }
        ]
      }
    ]
  }
]
```

2. Stellen Sie mithilfe der Konfigurations-JSON-Datei eine Verbindung zum ONTAP Controller her:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Beispiel anzeigen

```
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.20 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
traddr=192.168.20.21 is already connected
```

3. Überprüfen Sie, ob die DHCP-Geheimnisse für die jeweiligen Controller jedes Subsystems aktiviert wurden.

- a. Überprüfen Sie die Host-dhchap-Schlüssel:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys0/nvme0/dhchap_secret
```

Das folgende Beispiel zeigt einen dhchap-Schlüssel:

```
DHHC-1:03:7zf8I9gaRcDWH3tCH5vLgaoyjzPIvwNWusBfKdpJa+hial
aKDKJQ2o53pX3wYM9xdv5DtKNNhJInZ7X8wU2RQpQIngc=:
```

- b. Überprüfen Sie die Dhchap-Tasten des Controllers:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
DHHC-1:03:fMCrJharXUOqRoIsOEaG6m2PH1yYvu5+z3jT  
mzEKUbcWu26I33b93bi12WR09XDho/1d3L45J+0FeCsStBEAfhygkQU=:
```

Schritt 8: Überprüfen Sie die bekannten Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

Rocky Linux 9.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren

Rocky Linux-Hosts unterstützen die NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC)- und NVMe over TCP (NVMe/TCP)-Protokolle mit Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA bietet Multipathing-Funktionalität, die dem asymmetrischen logischen Einheitenzugriff (ALUA) in iSCSI- und FCP-Umgebungen entspricht.

Erfahren Sie, wie Sie NVMe over Fabrics (NVMe-oF)-Hosts für Rocky Linux 9.x konfigurieren. Weitere Informationen zu Support und Funktionen finden Sie unter ["Rocky Linux ONTAP Unterstützung und Funktionen"](#)Die

NVMe-oF unter Rocky Linux 9.x weist folgende bekannte Einschränkungen auf:

- Der `nvme disconnect-all` Dieser Befehl trennt sowohl das Root- als auch das Datendateisystem und kann zu Systeminstabilität führen. Diese Meldung sollte nicht auf Systemen ausgegeben werden, die von SAN über NVMe-TCP- oder NVMe-FC-Namespace booten.

Schritt 1: Aktivieren Sie optional den SAN-Bootvorgang

Sie können Ihren Host für die Verwendung von SAN-Boot konfigurieren, um die Bereitstellung zu vereinfachen und die Skalierbarkeit zu verbessern. Verwenden Sie die ["Interoperabilitäts-Matrix-Tool"](#) um zu überprüfen, ob Ihr Linux-Betriebssystem, Ihr Hostbusadapter (HBA), Ihre HBA-Firmware, Ihr HBA-Boot-BIOS und ONTAP -Version das SAN-Booten unterstützen.

Schritte

1. ["Erstellen Sie einen NVMe-Namespace und ordnen Sie ihn dem Host zu"](#) .
2. Aktivieren Sie das SAN-Booten im Server-BIOS für die Ports, denen der SAN-Boot-Namespace zugeordnet ist.

Informationen zum Aktivieren des HBA-BIOS finden Sie in der anbieterspezifischen Dokumentation.

3. Starten Sie den Host neu und überprüfen Sie, ob das Betriebssystem läuft.

Schritt 2: Installieren Sie Rocky Linux und die NVMe-Software und überprüfen Sie Ihre Konfiguration.

Um Ihren Host für NVMe-oF zu konfigurieren, müssen Sie die Host- und NVMe-Softwarepakete installieren, Multipathing aktivieren und Ihre Host-NQN-Konfiguration überprüfen.

Schritte

1. Installieren Sie Rocky Linux 9.x auf dem Server. Nach Abschluss der Installation überprüfen Sie, ob Sie den erforderlichen Rocky Linux 9.x-Kernel verwenden:

```
uname -r
```

Beispiel einer Rocky Linux-Kernelversion:

```
5.14.0-570.12.1.el9_6.x86_64
```

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

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `nvme-cli`-Paketversion:

```
nvme-cli-2.11-5.el9.x86_64
```

3. Installieren Sie den `libnvme` Paket:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `libnvme` Paketversion:

```
libnvme-1.11.1-1.el9.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem Rocky Linux-Host die `Hostnqn`-Zeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn`:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `hostnqn` Version:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. Überprüfen Sie im ONTAP System, ob `hostnqn` Die Zeichenkette stimmt mit der `hostnqn` Zeichenkette für das entsprechende Subsystem im ONTAP Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```

Beispiel anzeigen

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
vs_coexistence_LPE36002
    nvme
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_1
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_2
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_3
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
4 entries were displayed.
```



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.

Schritt 3: Konfigurieren Sie NVMe/FC und NVMe/TCP

Konfigurieren Sie NVMe/FC mit Broadcom/Emulex- oder Marvell/QLogic-Adaptern oder konfigurieren Sie NVMe/TCP mithilfe manueller Erkennungs- und Verbindungsvorgänge.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Konfigurieren Sie NVMe/FC für einen Broadcom/Emulex-Adapter.

Schritte

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

a. Zeigen Sie die Modellnamen an:

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

b. Zeigen Sie die Modellbeschreibungen an:

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

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

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

a. Anzeige der Firmware-Version:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

Der Befehl gibt die Firmware-Versionen zurück:

```
14.0.539.16, sli-4:6:d  
14.0.539.16, sli-4:6:d
```

b. Zeigen Sie die Posteingangstreiberversion an:

```
cat /sys/module/lpfc/version
```

Das folgende Beispiel zeigt eine Treiberversion:

```
0:14.4.0.6
```

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

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

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

4. Vergewissern Sie sich, dass Sie Ihre Initiator-Ports anzeigen können:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Das folgende Beispiel zeigt Portidentitäten:

```
0x2100f4c7aa0cd7c2  
0x2100f4c7aa0cd7c3
```

5. Überprüfen Sie, ob Ihre Initiator-Ports online sind:

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
Online  
Online
```

6. 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
```

Beispiel anzeigen

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b954518 WWNN x200000109b954518
DID x000000 ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000000 Cmpl 0000000000 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000000000 Issue 0000000000000000 OutIO
0000000000000000
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b954519 WWNN x200000109b954519
DID x020500 ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000000 Cmpl 0000000000 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000000000 Issue 0000000000000000 OutIO
0000000000000000
          abort 00000000 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP Cmpl: xb 00000000 Err 00000000
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200bd039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x021319 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2155d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x02130f TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2001d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200dd039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x020b15 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2156d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x020b0d TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2003d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRV ONLINE
```



```

NVME Statistics
LS: Xmt 0000003049 Cmpl 0000003049 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CML: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000018f9450b Issue 0000000018f5de57 OutIO
ffffffffffffc994c
        abort 000036d3 noxri 00000313 nondlp 00000c8d qdepth
000000000 wqerr 00000064 err 00000000
FCP CML: xb 000036d1 Err 000fef0f

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2062d039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x022915 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2157d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x02290f TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2002d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2065d039eaa7dfc8 WWNN x2008d039eaa7dfc8
DID x020119 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2158d039eaa7dfc8 WWNN x2154d039eaa7dfc8
DID x02010d TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2004d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRV ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000002f2c Cmpl 0000002f2c Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000  CML: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000001aaf3eb5 Issue 000000001aab4373 OutIO
ffffffffffffc04be
        abort 000035cc noxri 0000038c nondlp 000009e3 qdepth
000000000 wqerr 00000082 err 00000000
FCP CML: xb 000035cc Err 000fcfc0

```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Konfigurieren Sie NVMe/FC für einen Marvell/QLogic-Adapter.

Schritte

1. Stellen Sie sicher, dass Sie die unterstützten Adaptertreiber- und Firmware-Versionen verwenden:

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

Das folgende Beispiel zeigt Treiber- und Firmwareversionen:

```
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-k  
QLE2872 FW:v9.15.00 DVR:v10.02.09.300-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
```

Die erwartete Ausgabe ist 1.

NVMe/TCP

Das NVMe/TCP-Protokoll unterstützt den automatischen Verbindungsvorgang nicht. Sie müssen die NVMe/TCP-Verbindungs- oder -Allesverbindungs Vorgänge manuell durchführen, um die NVMe/TCP-Subsysteme und -Namespaces zu ermitteln.

Schritte

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

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

Beispiel anzeigen

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24

Discovery Log Number of Records 20, Generation counter 25
====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.2.25
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:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.1.25
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:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.2.24
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:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.1.24
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_NONE_1_3
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_NONE_1_4
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.

```

```

Unidirectional_DHCP_NONE_1_5
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_2_2
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_2_3
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Unidirectional_DHCP_2_5
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4

```

```

subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_2_2
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_2_3
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_2_3
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_4

```

```
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_5
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_6
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 16=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_7
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 17=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
```

```

treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_8
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 18=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 19=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.
Bidirectional_DHCP_NONE_2_9
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none

```

2. Überprüfen Sie, ob die anderen NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIF-Kombinationen erfolgreich Daten der Erkennungsprotokollseite abrufen können:

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


Beispiel anzeigen

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

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
```

Beispiel anzeigen

```
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

Ab Rocky Linux 9.4 ist die Einstellung für NVMe/TCP `ctrl_loss_tmo` timeout ist automatisch auf „Aus“ gestellt. Das Ergebnis:

- Es gibt keine Begrenzung für die Anzahl der Wiederholungsversuche (unbegrenzte Wiederholung).
- Sie müssen kein bestimmtes `ctrl_loss_tmo` timeout Dauer bei Verwendung des `nvme connect` oder `nvme connect-all` Befehle (Option `-l`).
- Bei den NVMe/TCP-Controllern kommt es im Falle eines Pfadausfalls nicht zu Timeouts und die Verbindung bleibt unbegrenzt bestehen.

Schritt 4: Optional 1 MB I/O für NVMe/FC aktivieren

ONTAP meldet in den Identify Controller-Daten eine maximale Datenübertragungsgröße (MDTS) von 8. Dies bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um E/A-Anfragen der Größe 1 MB für einen Broadcom NVMe/FC-Host auszugeben, sollten Sie die `lpfc` Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter vom Standardwert 64 auf 256.



Diese Schritte gelten nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Schritte

1. Setzen Sie den `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Führen Sie den Befehl aus `dracut -f`, und starten Sie den Host neu.
3. Stellen Sie sicher, dass der Wert für `lpfc_sg_seg_cnt` 256 lautet:

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

Schritt 5: Überprüfen der NVMe-Bootdienste

Der `nvmeof-boot-connections.service` Und `nvmmf-autoconnect.service` In NVMe/FC enthaltene Boot-Dienste `nvme-cli` Paket werden beim Systemstart automatisch aktiviert.

Überprüfen Sie nach dem Booten, ob die `nvmeof-boot-connections.service` Und `nvmmf-autoconnect.service` Boot-Dienste sind aktiviert.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass `nvmmf-autoconnect.service` aktiviert ist:

```
systemctl status nvmmf-autoconnect.service
```

Beispielausgabe anzeigen

```
nvmmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmmf-
autoconnect.service; enabled; preset: disabled)
   Active: inactive (dead)

Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot...
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]: nvmmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Jun 10 04:06:26 SR630-13-201.lab.eng.btc.netapp.in systemd[1]:
Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during boot.
```

2. Vergewissern Sie sich, dass `nvmeof-boot-connections.service` aktiviert ist:

```
systemctl status nvmeofc-boot-connections.service
```

Beispielausgabe anzeigen

```
nvmeofc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-
NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmeofc-boot-
connections.service; enabled; preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Tue 2025-06-10 01:08:36 EDT; 2h
59min ago
     Main PID: 7090 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 30ms

Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Starting Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: nvmeofc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Jun 10 01:08:36 localhost systemd[1]: Finished Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

Schritt 6: Überprüfen der Multipathing-Konfiguration

Vergewissern Sie sich, dass der in-Kernel-Multipath-Status, der ANA-Status und die ONTAP-Namespace für die NVMe-of-Konfiguration richtig sind.

Schritte

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

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
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:

- a. Zeigen Sie die Subsysteme an:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
NetApp ONTAP Controller
NetApp ONTAP Controller
```

b. Zeigen Sie die Richtlinie an:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
round-robin
round-robin
```

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

```
nvme list
```

Beispiel anzeigen

Node	SN	Model

/dev/nvme4n1	81Ix2BVuekWcAAAAAAB	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/nvme4n5
```

Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.3a5d31f5502c11ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_1
                hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
iopolICY=round-robin\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x2088d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live optimized
+- nvme12 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x208ad039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live non-optimized
+- nvme10 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x2087d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x2083d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys5 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp_3
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b5c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme13 tcp
traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live optimized
+- nvme14 tcp
traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live non-optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 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
```

Beispiel anzeigen

Device	Vserver	Namespace	Path
/dev/nvme1n1	linux_tcnvme_iscsi		

/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns			
NSID	UUID		Size

1	5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6		21.47GB

JSON

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

Beispiel anzeigen

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme1n1",
      "Vserver":"linux_tcnvme_iscsi",
      "Namespace_Path":"/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns",
      "NSID":1,
      "UUID":"5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    },
  ]
}
```

Schritt 7: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung

Eine sichere In-Band-Authentifizierung wird über NVMe/TCP zwischen einem Rocky Linux 9x-Host und einem ONTAP Controller unterstützt.

Jeder Host oder Controller muss mit einem DH-HMAC-CHAP Schlüssel zur Einrichtung einer sicheren Authentifizierung . DH-HMAC-CHAP Der Schlüssel ist eine Kombination aus dem NQN des NVMe-Hosts oder -Controllers und einem vom Administrator konfigurierten Authentifizierungsgeheimnis. Um seinen Peer zu authentifizieren, muss ein NVMe-Host oder -Controller den dem Peer zugeordneten Schlüssel erkennen.

Schritte

Richten Sie eine sichere In-Band-Authentifizierung mithilfe der CLI oder einer JSON-Konfigurationsdatei ein. Wenn Sie unterschiedliche dhchap-Schlüssel für verschiedene Subsysteme angeben müssen, müssen Sie eine Konfigurations-JSON-Datei verwenden.

CLI

Richten Sie die sichere bandinterne Authentifizierung über die CLI ein.

1. Rufen Sie die Host-NQN ab:

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

2. Generieren Sie den DHCP-Schlüssel für den Rocky Linux 9.x-Host.

Die folgende Ausgabe beschreibt die `gen-dhchap-key` Befehlsparameter:

```
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:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBSYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjD
W0o0PJJM6yZsTEpGkDHMHQ255+g=:
```

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 eine unidirektionale Konfiguration anzeigen

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAi:
```

- b. Überprüfen Sie die Dhchap-Tasten des Controllers:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-
subsysX>/nvme*/dhchap_ctrl_secret
```

Beispielausgabe für eine bidirektionale Konfiguration anzeigen

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMp
zhmyjDWOo0PJJM6yZsTEpGkDHMHQ255+g=:
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMp
zhmyjDWOo0PJJM6yZsTEpGkDHMHQ255+g=:
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMp
zhmyjDWOo0PJJM6yZsTEpGkDHMHQ255+g=:
DHHC-
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMp
zhmyjDWOo0PJJM6yZsTEpGkDHMHQ255+g=:
```

JSON

Wenn mehrere NVMe-Subsysteme auf dem ONTAP Controller verfügbar sind, können Sie die `/etc/nvme/config.json` Datei mit dem `nvme connect-all` Befehl.

Verwenden Sie die `-o` Option zum Generieren der JSON-Datei. Weitere Syntaxoptionen finden Sie in den Manpages zu NVMe connect-all.

1. Konfigurieren Sie die JSON-Datei.



Im folgenden Beispiel `dhchap_key` entspricht `dhchap_secret` Und `dhchap_ctrl_key` entspricht `dhchap_ctrl_secret`.

Beispiel anzeigen

```
cat /etc/nvme/config.json
[
{
  "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:9796c1ec-0d34-11eb-
b6b2-3a68dd3bab57",
  "hostid":"b033cd4fd6db4724adb48655bfb55448",
  "dhchap_key":" DHHC-
1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAI:"
},
{
  "hostnqn":"nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-
804b-b5c04f444d33",
  "subsystems":[
    {
      "nqn":"nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.bidi
r_DHCP",
      "ports":[
        {
          "transport":"tcp",
          "traddr":" 192.168.1.24 ",
          "host_traddr":" 192.168.1.31 ",
          "trsvcid":"4420",
          "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KG1rJeMpzhmyjDW
Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:"
        },
        {
          "transport":"tcp",
          "traddr":" 192.168.1.25 ",
          "host_traddr":" 192.168.1.31",
          "trsvcid":"4420",
          "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KG1rJeMpzhmyjDW
Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:"
        },
        {
          "transport":"tcp",
          "traddr":" 192.168.2.24 ",
          "host_traddr":" 192.168.2.31",
          "trsvcid":"4420",
```

```

        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
        1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW
Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=: "
    },
    {
        "transport": "tcp",
        "traddr": " 192.168.2.25 ",
        "host_traddr": " 192.168.2.31",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
        1:03:
wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBsYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjDW
Oo0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=: "
    }
]
}
]

```

2. Stellen Sie mithilfe der Konfigurations-JSON-Datei eine Verbindung zum ONTAP Controller her:

```
nvme connect-all -J /etc/nvme/config.json
```

Beispiel anzeigen

```
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8dde3be2cc7c11efb777d039eab6cb6d:subsystem.
bidi
r_DHCP,transport=tcp,traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420
```

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
```

Das folgende Beispiel zeigt einen dhchap-Schlüssel:

```
DHHC-1:01:CNxTYq73T9vJk0JpOfDBZrhDCqpWBN4XVZI5WxwPgDUieHAI:
```

- b. Überprüfen Sie die Dhchap-Tasten des Controllers:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
DHHC-  
1:03:wSpuuKbBHTzC0W9JZxMBSYd9JFV8Si9aDh22k2BR/4m852vH7KGlrJeMpzhmyjD  
W0o0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+g=:
```

Schritt 8: Überprüfen Sie die bekannten Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

Rocky Linux 8.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren

Rocky Linux-Hosts unterstützen die NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC)- und NVMe over TCP (NVMe/TCP)-Protokolle mit Asymmetric Namespace Access (ANA). ANA bietet Multipathing-Funktionalität, die dem asymmetrischen logischen Einheitenzugriff (ALUA) in iSCSI- und FCP-Umgebungen entspricht.

Erfahren Sie, wie Sie NVMe over Fabrics (NVMe-oF)-Hosts für Rocky Linux 8.x konfigurieren. Weitere Informationen zu Support und Funktionen finden Sie unter ["Rocky Linux ONTAP Unterstützung und Funktionen"](#)Die

NVMe-oF unter Rocky Linux 8.x weist folgende bekannte Einschränkungen auf:

- SAN-Booten mit dem NVMe-oF-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.
- In Rocky Linux 8.x ist NVMe Multipath im Kernel standardmäßig auf NVMe-oF-Hosts deaktiviert; Sie müssen es manuell aktivieren.
- NVMe/TCP ist aufgrund bekannter Probleme als Technologievorschau verfügbar.

Schritt 1: Installieren Sie Rocky Linux und die NVMe-Software und überprüfen Sie Ihre Konfiguration.

Um Ihren Host für NVMe-oF zu konfigurieren, müssen Sie die Host- und NVMe-Softwarepakete installieren, Multipathing aktivieren und Ihre Host-NQN-Konfiguration überprüfen.

Schritte

1. Installieren Sie Rocky Linux 8.x auf dem Server. Nach Abschluss der Installation überprüfen Sie, ob Sie den erforderlichen Rocky Linux 8.x-Kernel verwenden:

```
uname -r
```

Beispiel einer Rocky Linux-Kernelversion:

```
5.14.0-570.12.1.el9_6.x86_64
```

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

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `nvme-cli`-Paketversion:

```
nvme-cli-2.11-5.el9.x86_64
```

3. Installieren Sie den `libnvme` Paket:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `libnvme` Paketversion:

```
libnvme-1.11.1-1.el9.x86_64
```

4. Überprüfen Sie auf dem Rocky Linux-Host die `Hostnqn`-Zeichenfolge unter `/etc/nvme/hostnqn` :

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `hostnqn` Version:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
```

5. Überprüfen Sie im ONTAP System, ob `hostnqn` Die Zeichenkette stimmt mit der `hostnqn` Zeichenkette für das entsprechende Subsystem im ONTAP Array:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_LPE36002
```


Beispiel anzeigen

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
vs_coexistence_LPE36002
    nvme
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_1
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_2
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
    nvme_3
        regular    nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
4 entries were displayed.
```



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.

Schritt 2: NVMe/FC und NVMe/TCP konfigurieren

Konfigurieren Sie NVMe/FC mit Broadcom/Emulex- oder Marvell/QLogic-Adaptern oder konfigurieren Sie NVMe/TCP mithilfe manueller Erkennungs- und Verbindungsvorgänge.

NVMe/FC - Broadcom/Emulex

Konfigurieren Sie NVMe/FC für einen Broadcom/Emulex-Adapter.

Schritte

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

a. Zeigen Sie die Modellnamen an:

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
LPe36002-M64  
LPe36002-M64
```

b. Zeigen Sie die Modellbeschreibungen an:

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

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter  
Emulex LightPulse LPe36002-M64 2-Port 64Gb Fibre Channel Adapter
```

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

a. Anzeige der Firmware-Version:

```
cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
```

Der Befehl gibt die Firmware-Versionen zurück:

```
14.4.317.10, sli-4:6:d  
14.4.317.10, sli-4:6:d
```

b. Zeigen Sie die Posteingangstreiberversion an:

```
cat /sys/module/lpfc/version`
```

Das folgende Beispiel zeigt eine Treiberversion:

```
0:14.4.0.2
```

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

3. Stellen Sie sicher, dass die erwartete Ausgabe von `lpfc_enable_fc4_type` auf eingestellt ist 3:

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

4. Vergewissern Sie sich, dass Sie Ihre Initiator-Ports anzeigen können:

```
cat /sys/class/fc_host/host*/port_name
```

Das folgende Beispiel zeigt Portidentitäten:

```
0x100000109bf044b1  
0x100000109bf044b2
```

5. Überprüfen Sie, ob Ihre Initiator-Ports online sind:

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
Online  
Online
```

6. 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
```

Beispiel anzeigen

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc2 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc2 WWPN x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x202fd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x021310 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x202dd039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020b10 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000810 Cmpl 0000000810 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007b098f07 Issue 000000007aee27c4 OutIO
ffffffffffffe498bd
        abort 000013b4 noxri 00000000 nondlp 00000058 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000013b4 Err 00021443
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc3 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc3 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2033d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x020110 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2032d039eaa7dfc8 WWNN x202cd039eaa7dfc8
DID x022910 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000840 Cmpl 0000000840 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000007afd4434 Issue 000000007ae31b83 OutIO
ffffffffffffe5d74f
        abort 000014a5 noxri 00000000 nondlp 0000006a qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014a5 Err 0002149a
```

NVMe/FC - Marvell/QLogic

Konfigurieren Sie NVMe/FC für einen Marvell/QLogic-Adapter.

Schritte

1. Vergewissern Sie sich, dass der unterstützte Adaptertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausgeführt werden:

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

Das folgende Beispiel zeigt Treiber- und Firmware-Versionen:

```
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.200-k  
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.200-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
```

Die erwartete Ausgabe ist 1.

NVMe/TCP

Das NVMe/TCP-Protokoll unterstützt den automatischen Verbindungsvorgang nicht. Stattdessen können Sie die NVMe/TCP-Subsysteme und Namespaces ermitteln, indem Sie den NVMe/TCP `connect` oder `connect-all` Vorgänge manuell ausführen.

Schritte

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

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

Beispiel anzeigen

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
Discovery Log Number of Records 20, Generation counter 25
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.2.25
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:  2
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.1.25
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:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.2.24
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:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:discovery
traddr:  192.168.1.24
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
traddr:  192.168.1.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1

```

```
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_1
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
```



```

treq:    not specified
portid:  5
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr:  192.168.2.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_4
traddr:  192.168.1.24
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr:  192.168.2.25
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr:  192.168.1.25

```

```

eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_3
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 16=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4ba1e74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr: 192.168.2.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 17=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified

```

```

portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr: 192.168.1.25
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 18=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr: 192.168.2.24
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 19=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme
_tcp_2
traddr: 192.168.1.24
eflags: none
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
```

Beispiel anzeigen

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
```

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
```

Beispiel anzeigen

```
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.1.31      -a 192.168.1.24
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.2.31      -a 192.168.2.24
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.1.31      -a 192.168.1.25
nvme      connect-all -t tcp -w 192.168.2.31      -a 192.168.2.25
```

Schritt 3: Optional: Aktivieren Sie 1 MB I/O für NVMe/FC.

Sie können E/A-Anfragen der Größe 1 MB für NVMe/FC aktivieren, die mit einem Broadcom-Adapter konfiguriert sind. ONTAP meldet in den Identify Controller-Daten eine maximale Datenübertragungsgröße (MDTS) von 8. Das bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen kann. Um E/A-Anfragen der Größe 1 MB zu stellen, müssen Sie den `lpfc`-Wert des `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter vom Standardwert 64 auf 256.



Diese Schritte gelten nicht für Qlogic NVMe/FC-Hosts.

Schritte

1. Setzen Sie den `lpfc_sg_seg_cnt` Parameter auf 256:

```
cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf
```

```
options lpfc lpfc_sg_seg_cnt=256
```

2. Führen Sie den Befehl aus `dracut -f`, und starten Sie den Host neu.
3. Stellen Sie sicher, dass der Wert für `lpfc_sg_seg_cnt` 256 lautet:

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

Schritt 4: Überprüfen Sie die Multipathing-Konfiguration

Vergewissern Sie sich, dass der in-Kernel-Multipath-Status, der ANA-Status und die ONTAP-Namespace für die NVMe-of-Konfiguration richtig sind.

Schritte

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

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
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:

- a. Zeigen Sie die Subsysteme an:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/model
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
NetApp ONTAP Controller  
NetApp ONTAP Controller
```

- b. Zeigen Sie die Richtlinie an:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys*/iopolicy
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
round-robin  
round-robin
```

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

```
nvme list
```

Beispiel anzeigen

```
Node          SN          Model
-----
/dev/nvme4n1  81Ix2BVuekWcAAAAAAB  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/nvme4n5
```

Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.3a5d31f5502c11ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_1
                hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
iopolICY=round-robin\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x2088d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live optimized
+- nvme12 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x208ad039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live non-optimized
+- nvme10 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x2087d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2082d039eaa7dfc8:pn-0x2083d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live optimized
```

NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme1n1
```

Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys5 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.0f4bale74eb611ef9f50d039eab6cb6d:subsystem.nvme_tcp_3
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b5c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme13 tcp
traddr=192.168.2.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live optimized
+- nvme14 tcp
traddr=192.168.2.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.31,
src_addr=192.168.2.31 live non-optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.1.25,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.1.24,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.31,
src_addr=192.168.1.31 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
```

Beispiel anzeigen

Device	Vserver	Namespace	Path

/dev/nvme1n1	linux_tcnvme_iscsi		
/vol/tcpcnvme_1_0_0/tcpcnvme_ns			
NSID	UUID		Size

1	5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6		21.47GB

JSON

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

Beispiel anzeigen

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme1n1",
      "Vserver":"linux_tcnvme_iscsi",
      "Namespace_Path":"/vol/tcpcnvme_1_0_0/tcpcnvme_ns",
      "NSID":1,
      "UUID":"5f7f630d-8ea5-407f-a490-484b95b15dd6",
      "Size":"21.47GB",
      "LBA_Data_Size":4096,
      "Namespace_Size":5242880
    },
  ]
}
```

Schritt 5: Überprüfen der bekannten Probleme

Dies sind die bekannten Probleme:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung
"1479047"	Rocky Linux 8.x NVMe-oF-Hosts erstellen doppelte persistente Discovery-Controller	Auf NVMe-oF-Hosts können Sie mit dem Befehl "nvme discover -p" Persistent Discovery Controllers (PDCs) erstellen. Wenn Sie jedoch Rocky Linux 8.x auf einem NVMe-oF-Host verwenden, wird jedes Mal, wenn "nvme discover -p" ausgeführt wird, ein doppelter PDC erstellt. Bei Verwendung dieses Befehls sollte pro Initiator-Ziel-Kombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch Rocky Linux 8.x auf einem NVMe-oF-Host ausführen, wird jedes Mal, wenn "nvme discover -p" ausgeführt wird, ein doppelter PDC erstellt. Dies führt zu einer unnötigen Ressourcennutzung sowohl auf dem Host- als auch auf dem Zielsystem.

Copyright-Informationen

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

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

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

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

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

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

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

Markeninformationen

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