



# **RHEL**

## **ONTAP SAN Host Utilities**

NetApp  
January 29, 2026

# Inhalt

RHEL .....	1
Erfahren Sie mehr über ONTAP Unterstützung und -Funktionen für RHEL-Hosts.....	1
Was kommt als nächstes .....	1
RHEL 10.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren .....	2
Schritt 1: Aktivieren Sie optional den SAN-Bootvorgang .....	2
Schritt 2: Installieren Sie die RHEL- und NVMe-Software und überprüfen Sie Ihre Konfiguration.....	2
Schritt 3: Konfigurieren Sie NVMe/FC und NVMe/TCP .....	4
Schritt 4: Optional können Sie die iopolicy in den udev-Regeln ändern.....	12
Schritt 5: Optional: Aktivieren Sie 1 MB I/O für NVMe/FC. ....	13
Schritt 6: NVMe-Bootdienste überprüfen .....	14
Schritt 7: Überprüfen Sie die Multipathing-Konfiguration .....	15
Schritt 8: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung.....	20
Schritt 9: Überprüfen Sie die bekannten Probleme .....	26
RHEL 9.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren .....	26
Schritt 1: Aktivieren Sie optional den SAN-Bootvorgang .....	26
Schritt 2: Installieren Sie die RHEL- und NVMe-Software undüberprüfen Sie Ihre Konfiguration.....	26
Schritt 3: Konfigurieren Sie NVMe/FC und NVMe/TCP .....	28
Schritt 4: Optional können Sie die iopolicy in den udev-Regeln ändern.....	37
Schritt 5: Optional: Aktivieren Sie 1 MB I/O für NVMe/FC. ....	38
Schritt 6: NVMe-Bootdienste überprüfen .....	39
Schritt 7: Überprüfen Sie die Multipathing-Konfiguration .....	40
Schritt 8: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung.....	44
Schritt 9: Überprüfen Sie die bekannten Probleme .....	51
RHEL 8.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren .....	52
Schritt 1: Aktivieren Sie optional den SAN-Bootvorgang .....	52
Schritt 2: Installieren Sie die RHEL- und NVMe-Software undüberprüfen Sie Ihre Konfiguration.....	53
Schritt 3: Konfigurieren Sie NVMe/FC und NVMe/TCP .....	54
Schritt 4: Optional 1 MB I/O für NVMe/FC aktivieren.....	60
Schritt 5: Überprüfen der Multipathing-Konfiguration .....	60
Schritt 6: Überprüfen Sie die bekannten Probleme .....	64

# RHEL

## Erfahren Sie mehr über ONTAP Unterstützung und -Funktionen für RHEL-Hosts.

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

Funktion	RHEL-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	RHEL-Hostversion
Native NVMe-Multipathing ist standardmäßig aktiviert.	10.0 oder später
Die native udev-Regel im <code>nvme-cli</code> Paket bietet Lastverteilung basierend auf der Warteschlangentiefe für NVMe-Multipathing	9.6 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 RHEL-Version ...	Erfahren Sie mehr über ...
10er-Serie	<a href="#">"NVMe für RHEL 10.x konfigurieren"</a>
9er-Serie	<a href="#">"NVMe für RHEL 9.x konfigurieren"</a>

Wenn Ihre RHEL-Version ...	Erfahren Sie mehr über ...
8er-Serie	<a href="#">"NVMe für RHEL 8.x konfigurieren"</a>

#### Verwandte Informationen

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

## RHEL 10.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren

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

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

NVMe-oF unter RHEL 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 die RHEL- und 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 RHEL 10.x auf dem Server. Nach Abschluss der Installation überprüfen Sie, ob Sie den erforderlichen RHEL 10.x-Kernel ausführen:

```
uname -r
```

Beispiel für eine RHEL-Kernelversion:

```
6.12.0-124.8.1.el10_1.x86_64
```

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

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

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

```
nvme-cli-2.13-2.el10.x86_64
```

3. Installieren Sie den `libnvme` Paket:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `libnvme` Paketversion:

```
libnvme-1.13-1.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` Version:

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
```

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

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_coexistence_QLE2872
```

## Beispiel anzeigen

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
vs_coexistence_QLE2872
    subsystem_1
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    subsystem_10
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
    subsystem_11
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
```



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:

```
SN1700E2P  
SN1700E2P
```

b. Zeigen Sie die Modellbeschreibungen an:

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

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA  
HPE SN1700E 64Gb 2p FC HBA
```

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:

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

b. Zeigen Sie die Posteingangstreiberversion an:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine Treiberversion:

```
0:14.4.0.9
```

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:

```
0x10005cba2cfca7de  
0x10005cba2cfca7df
```

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 x10005cba2cfca7de WWNN x20005cba2cfca7de
DID x080f00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2023d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082209 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200ed039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082203 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2022d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082609 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200dd039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082604 TARGET DISCSRV ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000501 Cmpl 0000000501 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000583b7 Issue 000000000005840d OutIO
00000000000000056
abort 0000010f noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000
wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000010f Err 0000010f
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x10005cba2cfca7df WWNN x20005cba2cfca7df
DID x080b00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2024d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082309 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x200fd039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082304 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2025d039eac03c33 WWNN x2021d039eac03c33
DID x082708 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2010d039eac03c33 WWNN x200cd039eac03c33
DID x082703 TARGET DISCSRV ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 00000006eb Cmpl 00000006eb Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 000000000004d600 Issue 000000000004d65f OutIO
0000000000000005f
abort 000001c1 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000
wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000001c1 Err 000001c2
```

## 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:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k  
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-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 192.168.20.21 -a 192.168.20.28
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: 8
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr: 192.168.21.29
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: 6
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr: 192.168.20.29
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: 7
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr: 192.168.21.28
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:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:discovery
traddr:  192.168.20.28
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
traddr:  192.168.21.29
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
traddr:  192.168.20.29
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0

```

```
traddr: 192.168.21.28
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidi
rectional_DHCP_1_0
traddr: 192.168.20.28
eflags: none
sectype: non
```

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 192.168.20.21 -a 192.168.20.28
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.28
nvme discover -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.29
nvme discover -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.29
```

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 192.168.20.21 -a 192.168.20.28
nvme    connect-all -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.28
nvme    connect-all -t tcp -w 192.168.20.21 -a 192.168.20.29
nvme    connect-all -t tcp -w 192.168.21.21 -a 192.168.21.29
```

Ab RHEL 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 können Sie die iopolicy in den udev-Regeln ändern.

RHEL 10.0 legt die Standard-IO-Richtlinie für NVMe-oF fest. `round-robin` Die Wenn Sie RHEL 10.0 verwenden und die iopolicy ändern möchten auf `queue-depth` Ändern Sie die udev-Regeldatei wie folgt:

### Schritte

1. Öffnen Sie die Udev-Regeldatei in einem Texteditor mit Root-Rechten:

```
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
```

2. Suchen Sie die Zeile, die die iopolicy für den NetApp ONTAP Controller festlegt, wie im folgenden Beispiel gezeigt:

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsysstype}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

3. Ändern Sie die Regel so, dass `round-robin` wird `queue-depth` :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystemtype}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. Laden Sie die udev-Regeln neu und wenden Sie die Änderungen an:

```
udevadm control --reload  
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Überprüfen Sie die aktuelle E/A-Richtlinie für Ihr Subsystem. Ersetzen Sie beispielsweise <subsystem>, nvme-subsys0 Die

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
queue-depth.
```



Die neue iopolicy wird automatisch auf passende NetApp ONTAP Controller-Geräte angewendet. Ein Neustart ist nicht erforderlich.

## Schritt 5: Optional: Aktivieren Sie 1 MB I/O für NVMe/FC.

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 6: NVMe-Bootdienste überprüfen

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) since Sun 2025-10-12 19:41:15 IST; 1
day 1h ago
  Invocation: 7b5b99929c6b41199d493fa25b629f6c
    Main PID: 10043 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Mem peak: 2.9M
      CPU: 50ms

Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: Starting nvmmf-
autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot...
Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: nvmmf-
autoconnect.service: Deactivated successfully.
Oct 12 19:41:15 localhost.localdomain systemd[1]: Finished nvmmf-
autoconnect.service - 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 Sun 2025-10-12 19:40:33 IST; 1
day 1h ago
  Invocation: 0ec258a9f8c342ffb82408086d409bc6
    Main PID: 4151 (code=exited, status=0/SUCCESS)
   Mem peak: 2.9M
      CPU: 17ms

Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: Starting nvmeofc-boot-
connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices
found during boot...
Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: nvmeofc-boot-
connections.service: Deactivated successfully.
Oct 12 19:40:33 localhost systemd[1]: Finished nvmeofc-boot-
connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices
found during boot.
```

## Schritt 7: 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. Überprüfen Sie, ob die entsprechenden NVMe-oF-Einstellungen (z. B. Modell auf NetApp ONTAP Controller und Load-Balancing-IOPolicy auf Warteschlangentiefe eingestellt) für die jeweiligen ONTAP Namespaces auf dem Host korrekt angezeigt werden:

- 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:

```
queue-depth
queue-depth
```

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

```
nvme list
```

### Beispiel anzeigen

Node Model	Generic	SN
-----		
/dev/nvme1n1	/dev/ng1n1	810cqJXhgWtsAAAAAAAI
NetApp ONTAP Controller		
Namespace	Usage	Format
-----	-----	-----
0x1	951.90 MB / 21.47 GB	4 KiB + 0 B
		FW Rev
		-----
		9.18.1

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

## NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme9n2
```

### Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys9 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.7c34ab26675e11f0a6c0d039eac03c33:subsystem.subsystem_46
                hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-c7c04f425633
\
+- nvme105 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-0x201bd039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-0x2100f4c7aa0cd7c3 live optimized
+- nvme107 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-0x2019d039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-0x2100f4c7aa0cd7c2 live optimized
+- nvme42 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-0x201cd039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c3:pn-0x2100f4c7aa0cd7c3 live optimized
+- nvme44 fc traddr=nn-0x2018d039eac03c33:pn-0x201ad039eac03c33,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7c2:pn-0x2100f4c7aa0cd7c2 live optimized
```

## NVMe/TCP

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

### Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.17e32b6e8c7f11f09545d039eac03c33:subsystem.Bidirectional_DHCP_1_0
                hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0054-5110-8039-c3c04f523034
\
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.20.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_addr=192.168.20.21 live optimized
+- nvme5 tcp
traddr=192.168.20.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.20.21,src_addr=192.168.20.21 live optimized
+- nvme6 tcp
traddr=192.168.21.28,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_addr=192.168.21.21 live optimized
+- nvme7 tcp
traddr=192.168.21.29,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.21.21,src_addr=192.168.21.21 live 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
```

## Beispiel anzeigen

Device	Vserver	Subsystem
Namespace Path		
-----	-----	-----
/dev/nvme0n1	vs_nvme_sanboot_tcp	rhel_sanboot_tcp170
tcp_97		

  

NSID	UUID	Size
----	-----	-----
1	982c0f2a-6b8b-11f0-a6c0-d039eac03c33	322.12GB

## JSON

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

## Beispiel anzeigen

```
{
  "ONTAPdevices":[
    {
      "Device":"/dev/nvme0n1",
      "Vserver":"vs_nvme_sanboot_tcp",
      "Subsystem":"rhel_sanboot_tcp170",
      "Namespace_Path":"tcp_97",
      "NSID":1,
      "UUID":"982c0f2a-6b8b-11f0-a6c0-d039eac03c33",
      "LBA_Size":4096,
      "Namespace_Size":322122547200,
      "UsedBytes":16285069312,
      "Version":"9.18.1"
    }
  ]
}
```

## Schritt 8: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung

Eine sichere In-Band-Authentifizierung wird über NVMe/TCP zwischen einem RHEL 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 RHEL 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:4c4c4544-0054-5110-8039-c3c04f523034
DHHC-
1:03:AppJHkJygA6ZC4BxyQNTJST+4k4IOv47MAJk0xBITwFOHIC2nV/uE04RoSpy1z2
SXYqNW1bhLe9hJ+MDHigGexaG2Ig=:
```

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-subsys4/nvme*/dhchap_secret
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
```

- 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-
subsys4/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOWP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv
EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8=:
DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOWP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv
EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8=:
DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOWP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv
EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8=:
DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOWP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnv
EJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8=:
```



## 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

```
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0054-5110-8039-c3c04f523034",
    "hostid": "44454c4c-5400-1051-8039-c3c04f523034",
    "dhchap_key": "DHHC-1:01:2G7lsg9PM000h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-08.com.netapp:sn.5857c8c9b22411f08d0ed039eac03c33:subsystem.Bidirectional_DHCP_1_0",
        "ports": [
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.20.28",
            "host_traddr": "192.168.20.21",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-1:03:5CgWULVnU5HUOwPlMN95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZlgkuFIx8="
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.20.29",
            "host_traddr": "192.168.20.21",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-1:03:5CgWULVnU5HUOwPlMN95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZlgkuFIx8="
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.21.28",
            "host_traddr": "192.168.21.21",
            "trsvcid": "4420",
            "dhchap_ctrl_key": "DHHC-1:03:5CgWULVnU5HUOwPlMN95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZlgkuFIx8="
          },
          {
            "transport": "tcp",
            "traddr": "192.168.21.29",
            "host_traddr": "192.168.21.21",
```

```

        "trsvcid":"4420",
        "dhchap_ctrl_key":"DHHC-
1:03:5CgWULVnU5HUOwP1MNg95pkiUAwayiO+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ
81HDjBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFix8="
    }
  ]
}
]

```

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=192.168.20.28 is already connected
traddr=192.168.20.28 is already connected
traddr=192.168.20.29 is already connected
traddr=192.168.20.29 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-subsys4/nvme4/dhchap_secret
```

Das folgende Beispiel zeigt einen dhchap-Schlüssel:

```
DHHC-1:01:2G71sg9PMO00h1Wf1g4QtP0XT11kREz0qVuLm2xvZdbaWR/g:
```

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

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys4/nvme4/dhchap_ctrl_secret
```

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

DHHC-

1:03:5CgWULVnU5HUOWPlMN95pkiUAWayio+IvrALZR8HpeJIHw3xyHdGlTnvEJ81HD  
jBb+fGteUgIn0fj8ASHZigkuFIx8=:

## Schritt 9: Überprüfen Sie die bekannten Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

## RHEL 9.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren

Red Hat Enterprise Linux (RHEL)-Hosts unterstützen die Protokolle NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und NVMe over TCP (NVMe/TCP) 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 RHEL 9.x konfigurieren. Weitere Informationen zu Support und Funktionen finden Sie unter ["RHEL ONTAP Unterstützung und -Funktionen"](#)Die

NVMe-oF unter RHEL 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 die RHEL- und 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 RHEL 9.x auf dem Server. Nach Abschluss der Installation überprüfen Sie, ob Sie den erforderlichen RHEL 9.x-Kernel ausführen:

```
uname -r
```

Beispiel für eine RHEL-Kernelversion:

```
5.14.0-611.5.1.el9_7.x86_64
```

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

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

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

```
nvme-cli-2.13-1.el9.x86_64
```

3. Installieren Sie den `libnvme` Paket:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `libnvme` Paketversion:

```
libnvme-1.13-1.el9.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` Version:

```
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 -Speichersystem:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_188
```

## Beispiel anzeigen

```
Vserver Subsystem Priority Host NQN
-----
vs_188 Nvme1
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        Nvme10
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        Nvme11
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
        Nvme12
        regular nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f425633
48 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:

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

b. Zeigen Sie die Posteingangstreiberversion an:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine Treiberversion:

```
0:14.4.0.9
```

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:

```
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 lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b954518 WWNN x200000109b954518
DID x020700 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2022d039eaa7dfc8 WWNN x201fd039eaa7dfc8
DID x020b03 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2023d039eaa7dfc8 WWNN x201fd039eaa7dfc8
DID x020103 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000548 Cmpl 0000000548 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000001a68 Issue 0000000000001a68 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 RPORT          WWPN x2027d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x020b01 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 00000005ab Cmpl 00000005ab Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000000086ce1 Issue 00000000000086ce2 OutIO
0000000000000001
        abort 00000009cnoxi 00000000 nondlp 00000002 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000000b8 Err 000000b8
```

```
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 x2027d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x020b01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2011d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x020b02 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2002d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020b05 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```

NVME RPORT          WWPN x2026d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x021301 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2010d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x021302 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2001d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x021305 TARGET DISCSRV ONLINE

```

#### NVME Statistics

```

LS: Xmt 000000c186 Cmpl 000000c186 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000c348ca37 Issue 00000000c3344057 OutIO
ffffffffffffeb7620
        abort 0000815b noxri 000018b5 nondlp 00000116 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000915b Err 000c6091

```

#### 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 x2028d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x020101 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2012d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x020102 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2003d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x020105 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2029d039eaa7dfc8 WWNN x2025d039eaa7dfc8
DID x022901 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2013d039eaa7dfc8 WWNN x200fd039eaa7dfc8
DID x022902 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x2004d039eaa7dfc8 WWNN x2000d039eaa7dfc8
DID x022905 TARGET DISCSRV ONLINE

```

#### NVME Statistics

```

LS: Xmt 000000c186 Cmpl 000000c186 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000b5761af5 Issue 00000000b564b55e OutIO
ffffffffffffee9a69
        abort 000083d7 noxri 000016ea nondlp 00000195 qdepth
00000000 wqerr 00000002 err 00000000
FCP CMPL: xb 000094a4 Err 000c22e7

```

### 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:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-k  
QLE2872 FW:v9.15.06 DVR:v10.02.09.400-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 192.168.30.15 -a 192.168.30.48

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:  8
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr:  192.168.31.49
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:  7
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr:  192.168.31.48
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:  6
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr:  192.168.30.49
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:  5
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:discovery
traddr:  192.168.30.48
eflags:  explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  8
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
38
traddr:  192.168.31.49
eflags:  none
sectype: none
====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  7
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
38
traddr:  192.168.31.48
eflags:  none
sectype: none
====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrfam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  6
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme

```

```

38
traddr: 192.168.30.49
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 5
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme
38
traddr: 192.168.30.48
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 192.168.30.15 -a 192.168.30.48
nvme discover -t tcp -w 192.168.30.15 -a 192.168.30.49
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.15 -a 192.168.31.48
nvme discover -t tcp -w 192.168.31.15 -a 192.168.31.49

```

- 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 192.168.30.15 -a 192.168.30.48
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.30.15 -a
192.168.30.49
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.15 -a
192.168.31.48
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.31.15 -a
192.168.31.49
```

Ab RHEL 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 können Sie die iopolicy in den udev-Regeln ändern.

RHEL 9.6 legt die Standard-IO-Richtlinie für NVMe-oF fest. `round-robin` Die Wenn Sie RHEL 9.6 verwenden und die iopolicy ändern möchten auf `queue-depth` Ändern Sie die udev-Regeldatei wie folgt:

### Schritte

1. Öffnen Sie die Udev-Regeldatei in einem Texteditor mit Root-Rechten:

```
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
vi /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-netapp.rules
```

2. Suchen Sie die Zeile, die die iopolicy für den NetApp ONTAP Controller festlegt, wie im folgenden Beispiel gezeigt:

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsysstype}=="nvm",
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

3. Ändern Sie die Regel so, dass `round-robin` wird `queue-depth` :

```
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{subsystemtype}=="nvm",  
ATTR{model}=="NetApp ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="queue-depth"
```

4. Laden Sie die udev-Regeln neu und wenden Sie die Änderungen an:

```
udevadm control --reload  
udevadm trigger --subsystem-match=nvme-subsystem
```

5. Überprüfen Sie die aktuelle E/A-Richtlinie für Ihr Subsystem. Ersetzen Sie beispielsweise <subsystem>, nvme-subsys0 Die

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/<subsystem>/iopolicy
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
queue-depth.
```



Die neue iopolicy wird automatisch auf passende NetApp ONTAP Controller-Geräte angewendet. Ein Neustart ist nicht erforderlich.

## Schritt 5: Optional: Aktivieren Sie 1 MB I/O für NVMe/FC.

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 6: NVMe-Bootdienste überprüfen

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) since Wed 2025-10-29 00:42:03 EDT; 6h ago
Main PID: 8487 (code=exited, status=0/SUCCESS) CPU: 66ms

Oct 29 00:42:03 R650-14-188 systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot...
Oct 29 00:42:03 R650-14-188 systemd[1]: nvmmf-autoconnect.service:
Deactivated successfully.
Oct 29 00:42:03 R650-14-188 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

```
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; preset:enabled)
    Active: inactive (dead) since Wed 2025-10-29 00:41:51 EDT; 6h
ago
    Main PID: 4652 (code=exited, status=0/SUCCESS)
    CPU: 13ms

Oct 29 00:41:51 R650-14-188 systemd[1]: Starting Auto-connect to
subsystems on FC-NVME devices found during boot... Oct 29 00:41:51
R650-14-188 systemd[1]: nvme-fc-boot-connections.service: Deactivated
successfully. Oct 29 00:41:51 R650-14-188 systemd[1]: Finished
Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
```

## Schritt 7: 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. Überprüfen Sie, ob die entsprechenden NVMe-oF-Einstellungen (z. B. Modell auf NetApp ONTAP Controller und Load-Balancing-IOPolicy auf Round-Robin eingestellt) für die jeweiligen ONTAP Namespaces auf dem Host korrekt angezeigt werden:

- 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:

```
queue-depth
queue-depth
```

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

```
nvme list
```

#### Beispiel anzeigen

```
Node                               Generic                               SN
Model
-----
/dev/nvme100n1 /dev/ng100n1 81LJCJYaKOHhAAAAAAaf NetApp ONTAP
Controller
Namespace Usage      Format                               FW                               Rev
-----
0x1                  1.19 GB / 5.37 GB 4 KiB + 0 B 9.18.1
```

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

## NVMe/FC

```
nvme list-subsys /dev/nvme100n1
```

### Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys4 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.3623e199617311f09257d039eaa7dfc9:subsystem.Nvme31
                hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0056-5410-8048-b9c04f42563
                \
+- nvme199 fc   traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-0x2010d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b1:pn-0x100000109bf044b1 live optimized
+- nvme246 fc   traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-0x2011d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b1:pn-0x100000109bf044b1 live non-optimized
+- nvme249 fc   traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-0x2013d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b2:pn-0x100000109bf044b2 live optimized
+- nvme251 fc   traddr=nn-0x200fd039eaa7dfc8:pn-0x2012d039eaa7dfc8,host_traddr=nn-0x200000109bf044b2:pn-0x100000109bf044b2 live non-optimized
```

## NVMe/TCP

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

### Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.51a3c9846e0c11f08f5dd039eaa7dfc9:subsystem.Nvme1
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b5c04f444d33
\
+- nvme0 tcp
traddr=192.168.30.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.30.15,
src_addr=192.168.30.15 live optimized
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.30.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.30.15,
src_addr=192.168.30.15 live non-optimized
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.31.48,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.31.15,
src_addr=192.168.31.15 live optimized
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.31.49,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.31.15,
src_addr=192.168.31.15 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 NSID	Vserver	Subsystem	Namespace Path
-----	-----	-----	-----
----			
/dev/nvme0n1 1	vs_iscsi_tcp	Nvme1	/vol/Nvmevol1/ns1
UUID			Size
-----			-----
d8efef7d-4dde-447f-b50e-b2c009298c66			26.84GB

## JSON

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

## Beispiel anzeigen

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_iscsi_tcp",
      "Subsystem": "Nvme1",
      "Namespace_Path": "/vol/Nvmevol1/ns1",
      "NSID": 1,
      "UUID": "d8efef7d-4dde-447f-b50e-b2c009298c66",
      "LBA_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 26843545600,
    },
  ],
}
```

## Schritt 8: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung

Eine sichere In-Band-Authentifizierung wird über NVMe/TCP zwischen einem RHEL 9.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 RHEL 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
W0o0PJJM6yZsTeEpGkDHMHQ255+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:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:  
DHHC-1:01:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:  
DHHC-1:01:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:  
DHHC-1:01:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:
```

- 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-  
subsys*/nvme*/dhchap_ctrl_secret  
  
DHHC-  
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y  
gJgjm0VrRlgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:  
DHHC-  
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y  
gJgjm0VrRlgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:  
DHHC-  
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y  
gJgjm0VrRlgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:  
DHHC-  
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00y  
gJgjm0VrRlgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
```

## 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-b5c04f444d33",
  "hostid":"4c4c4544-0035-5910-804b-b5c04f444d33",
  "dhchap_key":"DHHC-1:01:GhgaLS+0h0W/IxKhSa0iaMHg17SOHRTzBduPzoJ6LKEJs3/f:",
  "subsystems":[
    {
      "nqn":"nqn.1992-08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istpMNTC_subsys",
      "ports":[
        {
          "transport":"tcp",
          "traddr":"192.168.30.44",
          "host_traddr":"192.168.30.15",
          "trsvcid":"4420",
          "dhchap_ctrl_key":"DHHC-1:03:GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/XG8iGcRtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:\"",
        },
        {
          "transport":"tcp",
          "traddr":"192.168.30.45",
          "host_traddr":"192.168.30.15",
          "trsvcid":"4420",
          "dhchap_ctrl_key":"DHHC-1:03:GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/XG8iGcRtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:\"",
        },
        {
          "transport":"tcp",
          "traddr":"192.168.31.44",
          "host_traddr":"192.168.31.15",
          "trsvcid":"4420",
          "dhchap_ctrl_key":"DHHC-1:03:GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/XG8iGcRtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=:\"",
        }
      ]
    }
  ]
}
```

```

{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.31.45",
    "host_traddr": "192.168.31.15",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:
GaraCO84o/uM0jF4rKJlgTy22bVoV0dRn1M+9QDfQRNVwJDHfPu2LrK5Y+/XG8iG
cRtBCdm3fYm3ZmO6NiepCORoY5Q=: "
}

]

}

]

```

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.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.30.44,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.31.44,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.30.45,trsvcid=4420
already connected to hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-
b5c04f444d33,nqn=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.2c0c80d9873a11f0bc60d039eab6cb6d:subsystem.istp
MNTC_subsys,transport=tcp,traddr=192.168.31.45,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-subsys96/nvme96/dhchap_secret
```

Das folgende Beispiel zeigt einen dhchap-Schlüssel:

```
DHHC-1:01:hhdIYK7rGxHiNYS4d421GxHeDRUAuY0vmdqCp/NOaYND2PSc:
```

b. Überprüfen Sie die Dhchap-Tasten des Controllers:

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys96/nvme96/dhchap_ctrl_secret
```

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
DHHC-
1:03:ZCRrP9MQOeXhFitT7Fvvf/3P6K/qY1HfSmSfM8nLjESJdOjbjK/J6m00ygJgjm0
VrRlrgrnHzjtWJmsnoVBO3rPDGEk=:
```

## Schritt 9: Überprüfen Sie die bekannten Probleme

Dies sind die bekannten Probleme:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung
1503468	In RHEL 9.1, nvme list-subsys Der Befehl gibt eine wiederholte Liste der NVMe-Controller für ein bestimmtes Subsystem zurück.	Der nvme list-subsys Der Befehl gibt eine Liste von NVMe-Controllern für ein bestimmtes Subsystem zurück. In RHEL 9.1 zeigt dieser Befehl Controller mit ihrem ANA-Status für alle Namespaces im Subsystem an. Da der ANA-Status ein Attribut pro Namespace ist, sollte der Befehl eindeutige Controller-Einträge mit dem Pfadstatus für jeden Namespace anzeigen.

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung
"1479047"	RHEL 9.0 NVMe-oF-Hosts erstellen doppelte Persistent Discovery Controller (PDCs)	Auf NVMe-oF-Hosts können Sie Folgendes verwenden: <code>nvme discover -p</code> Befehl zum Erstellen von PDCs. Wenn Sie jedoch ONTAP 9.10.1 und RHEL 9.0 mit einem NVMe-oF-Host verwenden, wird jedes Mal ein doppelter PDC erstellt. <code>nvme discover -p</code> wird ausgeführt. Bei Verwendung dieses Befehls sollte pro Initiator-Ziel-Kombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch Oracle Linux 8x mit einem NVMe-oF-Host ausführen, wird bei jeder Ausführung von <code>nvme discover -p</code> ein doppelter PDC erstellt. Dies führt zu einer unnötigen Ressourcennutzung sowohl auf dem Host- als auch auf dem Zielsystem.

## RHEL 8.x für NVMe-oF mit ONTAP -Speicher konfigurieren

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

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

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

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

### 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 die RHEL- und 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 RHEL 8.x auf dem Server. Nach Abschluss der Installation überprüfen Sie, ob Sie den erforderlichen RHEL 8.x-Kernel ausführen:

```
uname -r
```

Beispiel für eine RHEL-Kernelversion:

```
4.18.0-553.el8_10.x86_64
```

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

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

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

```
nvme-cli-1.16-9.el8.x86_64
```

3. Installieren Sie den `libnvme` Paket:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine `libnvme`-Paketversion:

```
libnvme-1.4-3.el8.x86_64
```

4. Unterstützung für NVMe Multipath im Kernel:

```
grubby --args=nvme_core.multipath=Y --update-kernel /boot/vmlinuz-4.18.0-553.el8_10.x86_64
```

5. Überprüfen Sie auf dem RHEL 8.x-Host die `hostnqn` Zeichenkette bei `/etc/nvme/hostnqn` :

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

Das folgende Beispiel zeigt eine hostnqn Version:

```
nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0032-3410-8035-b8c04f4c5132
```

6. Überprüfen Sie im ONTAP System, ob hostnqn Die Zeichenkette stimmt mit der hostnqn Zeichenkette für das entsprechende Subsystem im ONTAP -Speichersystem:

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fc_nvme_141
```

### Beispiel anzeigen

Vserver	Subsystem	Host NQN
vs_25_2742	rhel_101_QLe2772	nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:546399fc-160f-11e5-89aa-98be942440ca



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.

7. Starten Sie den Host neu.



Um sowohl NVMe- als auch SCSI-Verkehr auf demselben Host auszuführen, empfiehlt NetApp die Verwendung des Kernel-NVMe-Multipath für ONTAP Namespaces und des DM-Multipath für ONTAP -LUNs. Um zu verhindern, dass dm-multipath ONTAP Namespace-Geräte beansprucht, schließen Sie diese aus, indem Sie den `enable_foreign` Einstellung auf die `/etc/multipath.conf` Datei:

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

## 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:

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

b. Zeigen Sie die Modellbeschreibungen an:

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

Sie sollten eine Ausgabe ähnlich dem folgenden Beispiel sehen:

```
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:

a. Anzeige der Firmware-Version:

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

Der Befehl gibt die Firmware-Versionen zurück:

```
14.2.539.21, sli-4:2:c  
14.2.539.21, sli-4:2:c
```

b. Zeigen Sie die Posteingangstreiberversion an:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine Treiberversion:

```
0:14.0.0.21
```

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:

```
0x10000090fae0ec88  
0x10000090fae0ec89
```

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 x100000109bf044b1 WWNN x200000109bf044b1
DID x022a00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x211ad039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x021302 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x211cd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x020b02 TARGET DISCSRV ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 00000001ff Cmpl 00000001ff Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000001330ec7 Issue 0000000001330ec9 OutIO
00000000000000002
        abort 00000330 noxri 00000000 nondlp 0000000b qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000354 Err 00000361
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109bf044b2 WWNN x200000109bf044b2
DID x021b00 ONLINE
NVME RPORT          WWPN x211bd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x022902 TARGET DISCSRV ONLINE
NVME RPORT          WWPN x211dd039eaa7dfc8 WWNN x2119d039eaa7dfc8
DID x020102 TARGET DISCSRV ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 00000001ff Cmpl 00000001ff Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000012ec220 Issue 00000000012ec222 OutIO
00000000000000002
        abort 0000033b noxri 00000000 nondlp 00000085 qdepth
00000000 wqerr 00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000368 Err 00000382
```

## 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:

```
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
```

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 192.168.2.31 -a 192.168.2.25

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.alb2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:discovery
traddr:  192.168.1.25
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.alb2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:discovery
traddr:  192.168.2.26
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
```

### Beispiel anzeigen

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.25
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24
nvme discover -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.26
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25
```

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 192.168.2.31 -a 192.168.2.25 -l 1800
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.24 -l 1800
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.31 -a 192.168.2.26 -l 1800
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.31 -a 192.168.1.25 -l 1800
```

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

## NVMe/FC-Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.0cd9ee0dc0ec11ee8e7fd039ea9e8ae9:subsystem.nvme
\
+- nvme1 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2086d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live non-optimized
+- nvme2 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2016d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2081d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6c:pn-0x21000024ff752e6c live non-optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x2005d039eaa7dfc8:pn-0x2087d039eaa7dfc8
host_traddr=nn-0x20000024ff752e6d:pn-0x21000024ff752e6d live optimized
```



## NVMe/TCP-Beispiel anzeigen

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.alb2b785b9de11ee8e7fd039ea9e8ae9:subsystem.nvme_tcp  
_1  
\  
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.26 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.2.31 live non-optimized  
+- nvme1 tcp traddr=192.168.2.25 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.2.31 live optimized  
+- nvme2 tcp traddr=192.168.1.25 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.1.31 live non-optimized  
+- nvme3 tcp traddr=192.168.1.24 trsvcid=4420  
host_traddr=192.168.1.31 live optimized
```

5. 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

6. 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/nvme0n1	tcpiscsi_129	/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns

  

NSID	UUID	Size
1	05c2c351-5d7f-41d7-9bd8-1a56c	21.47GB

## JSON

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

## Beispiel anzeigen

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "tcpiscsi_129",
      "Namespace Path": "/vol/tcpnvme_1_0_0/tcpnvme_ns ",
      "NSID": 1,
      "UUID": " 05c2c351-5d7f-41d7-9bd8-1a56c160c80b ",
      "Size2": "21.47GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace Size" : 5242880
    },
  ]
}
```

## Schritt 6: Überprüfen Sie die bekannten Probleme

Dies sind die bekannten Probleme:

NetApp Bug ID	Titel	Beschreibung
<a href="#">"1479047"</a>	RHEL 8.x NVMe-oF-Hosts erstellen doppelte persistente Discovery Controller (PDCs).	Auf NVMe-oF-Hosts können Sie mit dem Befehl "nvme discover -p" PDCs erstellen. Bei Verwendung dieses Befehls sollte pro Initiator-Ziel-Kombination nur ein PDC erstellt werden. Wenn Sie jedoch RHEL 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, BEISPIELHAFT 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.