



# **SUSE Linux Enterprise Server 15**

## ONTAP SAN Host Utilities

NetApp  
December 19, 2025

# Inhalt

SUSE Linux Enterprise Server 15 . . . . .	1
NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 mit ONTAP . . . . .	1
Schritt 1: Aktivieren Sie optional den SAN-Bootvorgang . . . . .	1
Schritt 2: Softwareversionen validieren . . . . .	2
Schritt 3: NVMe/FC konfigurieren . . . . .	4
Schritt 4: Optional 1 MB I/O aktivieren . . . . .	8
Schritt 5: Überprüfen der NVMe-Bootdienste . . . . .	9
Schritt 6: NVMe/TCP konfigurieren . . . . .	10
Schritt 7: NVMe-oF validieren . . . . .	14
Schritt 8: Erstellen eines persistenten Discovery-Controllers . . . . .	18
Schritt 9: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung . . . . .	23
Schritt 10: Transport Layer Security konfigurieren . . . . .	29
Schritt 11: Überprüfen Sie die bekannten Probleme . . . . .	34
NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 mit ONTAP . . . . .	34
Funktionen . . . . .	35
Bekannte Einschränkungen . . . . .	35
Konfiguration von NVMe/FC . . . . .	35
Konfiguration von NVMe/TCP . . . . .	41
NVMe-of validieren . . . . .	45
Erstellen Sie einen persistenten Controller für die Erkennung . . . . .	49
Sichere in-Band-Authentifizierung einrichten . . . . .	54
Konfigurieren Sie Transport Layer Security . . . . .	60
Bekannte Probleme . . . . .	65
NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 mit ONTAP . . . . .	66
Funktionen . . . . .	66
Bekannte Einschränkungen . . . . .	66
Konfiguration von NVMe/FC . . . . .	66
Konfiguration von NVMe/TCP . . . . .	72
NVMe-of validieren . . . . .	75
Erstellen Sie einen persistenten Controller für die Erkennung . . . . .	78
Sichere in-Band-Authentifizierung einrichten . . . . .	85
Bekannte Probleme . . . . .	91
NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 mit ONTAP . . . . .	91
Funktionen . . . . .	91
Bekannte Einschränkungen . . . . .	91
Konfiguration von NVMe/FC . . . . .	91
Konfiguration von NVMe/TCP . . . . .	97
NVMe-of validieren . . . . .	100
Erstellen Sie einen persistenten Controller für die Erkennung . . . . .	103
Sichere in-Band-Authentifizierung einrichten . . . . .	110
Bekannte Probleme . . . . .	116
NVMe-of-Host-Konfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 mit ONTAP . . . . .	116
Funktionen . . . . .	116

Bekannte Einschränkungen . . . . .	116
Aktivieren Sie NVMe Multipath im Kernel . . . . .	116
NVMe-of-Initiator-Pakete . . . . .	116
Konfiguration von NVMe/FC . . . . .	118
Konfiguration von NVMe/TCP . . . . .	121
NVMe-of validieren . . . . .	123
Bekannte Probleme . . . . .	127
NVMe/FC-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 mit ONTAP . . . . .	127
Bekannte Einschränkungen . . . . .	128
Aktivieren Sie NVMe/FC unter SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 . . . . .	128
Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC . . . . .	129
NVMe/FC validieren . . . . .	130
Bekannte Probleme . . . . .	132
Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC . . . . .	132
LPFC Verbose Logging . . . . .	133
NVMe/FC-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 mit ONTAP . . . . .	133
Bekannte Einschränkungen . . . . .	134
Aktivieren Sie NVMe/FC unter SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 . . . . .	134
Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC . . . . .	134
NVMe/FC validieren . . . . .	136
Bekannte Probleme . . . . .	137
Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC . . . . .	138
LPFC Verbose Logging . . . . .	138

# SUSE Linux Enterprise Server 15

## NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 mit ONTAP

SUSE Linux Enterprise Server-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.

### Über diese Aufgabe

Sie können die folgende Unterstützung und Funktionen mit der NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 verwenden. Sie sollten sich auch die bekannten Einschränkungen ansehen, bevor Sie mit dem Konfigurationsprozess beginnen.

- Support verfügbar:
  - Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) Über das NetApp-Plug-in im nativen `nvme-cli` Paket werden ONTAP-Details sowohl für NVMe/FC- als auch für NVMe/TCP-Namespace angezeigt.
  - Ausführen von NVMe- und SCSI-Datenverkehr auf demselben Host. Sie können beispielsweise dm-Multipath für SCSI-mpath-Geräte für SCSI-LUNs konfigurieren und NVMe Multipath verwenden, um NVMe-of-Namespaces-Geräte auf dem Host zu konfigurieren.
  - Unterstützung für SAN-Booting über das NVMe/FC-Protokoll
  - Ab ONTAP 9.12.1 wird die Unterstützung für sichere In-Band-Authentifizierung für NVMe/TCP und NVMe/FC eingeführt. Sie können mit SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 eine sichere In-Band-Authentifizierung für NVMe/TCP und NVMe/FC verwenden.
  - Unterstützung für persistente Discovery-Controller (PDCs) unter Verwendung eines eindeutigen Discovery-NQN.
  - TLS 1.3-Verschlüsselungsunterstützung für NVMe/TCP.
  - NetApp `sanlun` Für NVMe-of ist auf einem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7-Host keine Host-Dienstprogrammunterstützung verfügbar. Stattdessen können Sie sich auf das NetApp Plug-in verlassen, das im nativen `nvme-cli` Paket für alle NVMe-of-Transporte.

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

- Verfügbare Funktionen:
  - Es sind keine neuen Funktionen verfügbar.
- Bekannte Einschränkungen
  - Vermeiden Sie die Ausgabe von `nvme disconnect-all` Befehl auf Systemen, die von SAN über NVMe-TCP- oder NVMe-FC-Namespace booten, da er sowohl Root- als auch Datendateisysteme trennt und zu Systeminstabilität führen kann.

### Schritt 1: Aktivieren Sie optional den SAN-Bootvorgang

Sie können Ihren Host so konfigurieren, dass er SAN-Booting verwendet, um die Bereitstellung zu vereinfachen und die Skalierbarkeit zu verbessern.

## **Bevor Sie beginnen**

Überprüfen Sie mithilfe des "[Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)", ob Ihr Linux-Betriebssystem, Ihr Host Bus Adapter (HBA), die HBA-Firmware, das HBA-Boot-BIOS und die ONTAP-Version das Booten über das SAN unterstützen.

## **Schritte**

1. Erstellen Sie einen SAN-Boot-Namespace und ordnen Sie ihn dem Host zu.

Siehe "[NVMe-Storage wird bereitgestellt](#)".

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. Überprüfen Sie, ob die Konfiguration erfolgreich war, indem Sie den Host neu starten und überprüfen, ob das Betriebssystem ausgeführt wird.

## **Schritt 2: Softwareversionen validieren**

Verwenden Sie das folgende Verfahren, um die mindestens unterstützten Softwareversionen von SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 zu validieren.

### **Schritte**

1. Installieren Sie SUSE Linux Enterprise Server15 SP7 auf dem Server. Überprüfen Sie nach Abschluss der Installation, ob Sie den angegebenen SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7-Kernel ausführen:

```
uname -r
```

Das folgende Beispiel zeigt eine Kernelversion von SUSE Linux Enterprise Server:

```
6.4.0-150700.53.3-default
```

2. Installieren Sie den nvme-cli Paket:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine nvme-cli Paketversion:

```
nvme-cli-2.11+22.gd31b1a01-150700.3.3.2.x86_64
```

3. Installieren Sie den libnvme Paket:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine libnvme Paketversion:

```
libnvme1-1.11+4.ge68a91ae-150700.4.3.2.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:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
```

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

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_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: NVMe/FC konfigurieren

Sie können NVMe/FC mit Broadcom/Emulex FC- oder Marvell/Qlogic FC-Adaptoren konfigurieren. Sie müssen die NVMe/TCP-Subsysteme und Namespaces auch manuell ermitteln.

## Broadcom/Emulex

Konfigurieren Sie NVMe/FC für einen Broadcom/Emulex FC-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
```

Das folgende Beispiel zeigt Firmware-Versionen:

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

- b. Zeigen Sie die Posteingangstreiberversion an:

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

Das folgende Beispiel zeigt eine Treiberversion:

```
0:14.4.0.8
```

Die aktuelle Liste der unterstützten Adapertreiber- 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:

```
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
```

## Beispieldaten anzeigen

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfco Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfco WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88
DID x0a1300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x23b1d039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1c01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x22bbd039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1c0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2362d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1c10 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x23afd039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1a02 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x22b9d039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1a0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2360d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1a11 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
LS: Xmt 0000004ea0 Cmpl 0000004ea0 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000000102c35 Issue 0000000000102c2d OutIO
fffffffffffffff8
    abort 00000175 noxri 00000000 nondlp 0000021d qdepth
00000000 wqerr 00000007 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000175 Err 0000058b
```

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfcl Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfcl WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89
DID x0a1200 ONLINE
NVME RPORT WWPN x23b2d039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1d01 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x22bcd039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1d0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2363d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1d10 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x23b0d039ea359e4a WWNN x23aed039ea359e4a
DID x0a1b02 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x22bad039ea359e4a WWNN x22b8d039ea359e4a
DID x0a1b0b TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x2361d039ea359e4a WWNN x234ed039ea359e4a
DID x0a1b11 TARGET DISCSRVC ONLINE
```

```
NVME Statistics
```

```
LS: Xmt 0000004e31 Cmpl 0000004e31 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000000001017f2 Issue 00000000001017ef OutIO
fffffffffffffd
    abort 0000018a noxri 00000000 nondlp 0000012e qdepth
00000000 wqerr 00000004 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000018a Err 000005ca
```

## 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:v10.02.09.400-k-debug
QLE2742 FW:v9.14.00 DVR:v10.02.09.400-k-debug
```

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

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

Die erwartete Ausgabe ist 1.

## Schritt 4: Optional 1 MB I/O 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

Mit SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7 wird die `nvme-fc-boot-connections.service` Und `nvmf-autoconnect.service` In NVMe/FC enthaltene Boot-Dienste `nvme-cli` Paket wird beim Systemstart automatisch zum Starten aktiviert. Überprüfen Sie nach Abschluss des Systemstarts, ob die Startdienste aktiviert sind.

### Schritte

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

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

### Beispielausgabe anzeigen

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service;
             enabled; preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Fri 2025-07-04 23:56:38 IST; 4 days
            ago
     Main PID: 12208 (code=exited, status=0/SUCCESS)
        CPU: 62ms

Jul  4 23:56:26 localhost systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot...
Jul  4 23:56:38 localhost systemd[1]: nvmf-autoconnect.service:
Deactivated successfully.
Jul  4 23:56:38 localhost systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF
subsystems automatically during boot.
```

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

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

#### Beispielausgabe anzeigen

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; preset: enabled)
   Active: inactive (dead) since Mon 2025-07-07 19:52:30 IST; 1 day 4h ago
     Main PID: 2945 (code=exited, status=0/SUCCESS)
       CPU: 14ms

Jul 07 19:52:30 HP-DL360-14-168 systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot...
Jul 07 19:52:30 HP-DL360-14-168 systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Deactivated successfully.
Jul 07 19:52:30 HP-DL360-14-168 systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

## Schritt 6: NVMe/TCP konfigurieren

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

### Schritte

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

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

## Beispielausgabe anzeigen

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.70
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 42
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.211.71
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.111.71
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr: 192.168.211.70
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
```

```
subtype: current discovery subsystem
treq:    not specified
portid:   1
trsvcid: 8009
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:discovery
traddr:   192.168.111.70
eflags:   explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   4
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.sample_t
cp_sub
traddr:   192.168.211.71
eflags:   none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   3
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.sample_t
cp_sub
traddr:   192.168.111.71
eflags:   none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:   2
trsvcid: 4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.sample_t
cp_sub
```

```
traddr: 192.168.211.70
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.sample_t
cp_sub
traddr: 192.168.111.70
eflags: none
sectype: none
localhost:~ #
```

2. Vergewissern Sie sich, dass alle anderen LIF-Kombinationen aus NVMe/TCP-Initiator und Ziel erfolgreich Daten der Erkennungsprotokollseite abrufen können:

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

#### Beispiel anzeigen

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.67
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.80 -a 192.168.211.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.80 -a 192.168.211.67
```

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 192.168.111.80 -a 192.168.111.66
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.67
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.80 -a 192.168.211.66
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.80 -a 192.168.211.67
```

 Ab SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 ist die Standardeinstellung für NVMe/TCP `ctrl-loss-tmo` Timeout ist deaktiviert. Dies bedeutet, dass es keine Begrenzung für die Anzahl der Wiederholungsversuche gibt (unbegrenzte Wiederholung) und Sie müssen keinen bestimmten `ctrl-loss-tmo` Timeout-Dauer bei Verwendung des `nvme connect` oder `nvme connect-all` Befehle (Option `-1`). Darüber hinaus kommt es bei den NVMe/TCP-Controllern im Falle eines Pfadfehlers nicht zu Timeouts und die Verbindung bleibt unbegrenzt bestehen.

## Schritt 7: NVMe-oF validieren

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-subsy*/*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	81Ix2BVuekWcAAAAAAAB	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
```

### Beispielausgabe anzeigen

```
nvme-subsyss114 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.9e30b9760a4911f08c87d039eab67a95:subsystem.sles
_161_27
    hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:f6517cae-3133-11e8-bbff-7ed30aef123f
iopolicy=round-robin\
+- nvme114 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2360d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live optimized
+- nvme115 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2362d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec88:pn-
0x10000090fae0ec88 live non-optimized
+- nvme116 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2361d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live optimized
+- nvme117 fc traddr=nn-0x234ed039ea359e4a:pn-
0x2363d039ea359e4a,host_traddr=nn-0x20000090fae0ec89:pn-
0x10000090fae0ec89 live non-optimized
```

## NVMe/TCP

```
nvme list-subsys /dev/nvme9n1
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
nvme-subsy9 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.with
_inband_with_json hostnqn=nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
iopolicy=round-robin
\
+- nvme10 tcp
traddr=192.168.111.71,trsvcid=4420,src_addr=192.168.111.80 live
non-optimized
+- nvme11 tcp
traddr=192.168.211.70,trsvcid=4420,src_addr=192.168.211.80 live
optimized
+- nvme12 tcp
traddr=192.168.111.70,trsvcid=4420,src_addr=192.168.111.80 live
optimized
+- nvme9 tcp
traddr=192.168.211.71,trsvcid=4420,src_addr=192.168.211.80 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	Size
NSID UUID			
/dev/nvme0n1	vs_161		
/vol/fc_nvme_voll/fc_nvme_ns1 0797-428e-a577-fdb3f14d0dc3		1 32fd92c7-	5.37GB

## JSON

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

## Beispiel anzeigen

```
{
    "Device": "/dev/nvme98n2",
    "Vserver": "vs_161",
    "Namespace_Path": "/vol/fc_nvme_voll1/fc_nvme_ns71",
    "NSID": 2,
    "UUID": "39d634c4-a75e-4fbe-ab00-3f9355a26e43",
    "LBA_Size": 4096,
    "Namespace_Size": 5368709120,
    "UsedBytes": 430649344,
}
]
}
```

## Schritt 8: Erstellen eines persistenten Discovery-Controllers

Ab ONTAP 9.11.1 können Sie einen Persistent Discovery Controller (PDC) für einen SUSE Linux Enterprise Server 15 SP7-Host erstellen. Ein PDC ist erforderlich, um das Hinzufügen oder Entfernen eines NVMe-Subsystems sowie Änderungen an den Daten der Erkennungsprotokollseite automatisch zu erkennen.

## Schritte

1. Überprüfen Sie, ob die Daten der Erkennungsprotokollseite verfügbar sind und über den Initiator-Port und die Ziel-LIF-Kombination abgerufen werden können:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr: 192.168.111.66
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr: 192.168.211.66
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr: 192.168.111.67
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```
treq:    not specified
portid:  1
trsvcid: 8009
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
traddr:  192.168.211.67
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  4
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.111.66
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  2
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.211.66
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype:  tcp
adrifam:  ipv4
subtype: nvme subsystem
treq:    not specified
portid:  3
trsvcid: 4420
subnqn:  nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:  192.168.111.67
eflags:  none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
```

```
trtype:    tcp
adrifam:   ipv4
subtype:   nvme subsystem
treq:      not specified
portid:    1
trsvcid:  4420
subnqn:   nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:subsystem.pdc
traddr:   192.168.211.67
eflags:   none
sectype:  none
```

2. Erstellen Sie ein PDC für das Erkennungs-Subsystem:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66 -p
```

3. Überprüfen Sie vom ONTAP-Controller aus, ob das PDC erstellt wurde:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver <vserver_name>
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_pdc

    Vserver Name: vs_pdc
        Controller ID: 0101h
        Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.4f7af2bd221811f0afadd039eab0dadd:discovery
        Logical Interface: lif2
            Node: A400-12-181
            Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmeexpress:uuid:9796c1ec-0d34-11eb-b6b2-3a68dd3bab57
            Transport Protocol: nvme-tcp
        Initiator Transport Address: 192.168.111.80
        Transport Service Identifier: 8009
            Host Identifier: 9796c1ec0d3411ebb6b23a68dd3bab57
            Admin Queue Depth: 32
            Header Digest Enabled: false
            Data Digest Enabled: false
        Keep-Alive Timeout (msec): 30000
```

## Schritt 9: Einrichten einer sicheren In-Band-Authentifizierung

Ab ONTAP 9.12.1 wird eine sichere In-Band-Authentifizierung über NVMe/TCP und NVMe/FC zwischen dem Host und dem ONTAP-Controller unterstützt.

Um eine sichere Authentifizierung einzurichten, muss jeder Host oder Controller einem zugeordnet sein **DH-HMAC-CHAP Schlüssel**: Eine Kombination aus NQN des NVMe-Hosts oder -Controllers und einem vom Administrator konfigurierten Authentifizierungsschlüssel. Um seinen Peer zu authentifizieren, muss ein NVMe-Host oder -Controller den dem Peer zugeordneten Schlüssel erkennen.

Sie können die sichere in-Band-Authentifizierung über die CLI oder eine JSON-Konfigurationsdatei einrichten. Wenn Sie unterschiedliche dhchap-Schlüssel für verschiedene Subsysteme angeben müssen, müssen Sie eine Konfigurations-JSON-Datei verwenden.

## CLI

Richten Sie die sichere bandinterne Authentifizierung über die CLI ein.

### Schritte

1. Rufen Sie die Host-NQN ab:

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

2. Generieren Sie den DHCP-Schlüssel für den Host.

In der folgenden Ausgabe werden die Befehlsparameter beschrieben gen-dhchap-key:

```
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.nvexpress:uuid:e6dade64-216d-11ec-b7bb-7ed30a5482c3
DHHC-
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTZiUAg1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
```

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-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

#### Beispielausgabe für eine unidirektionale Konfiguration anzeigen

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:  
DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:  
DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:  
DHHC-1:01:iM63E6cX7G5SOKKOju8gmzM53qywsy+C/YwtzxhIt9ZRz+ky:
```

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

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

#### Beispielausgabe für eine bidirektionale Konfiguration anzeigen

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret  
DHHC-  
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTziUA  
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:  
DHHC-  
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTziUA  
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:  
DHHC-  
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTziUA  
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:  
DHHC-  
1:03:1CFivw9ccz58gAcOUJrM7Vs98hd2ZHSr+iw+Amg6xZP15D2Yk+HDTziUA  
g1iGgxTYqnxukqvYedA55Bw3wtz6sJNpR4=:
```

## **JSON-Datei**

Wenn in der ONTAP-Controller-Konfiguration mehrere NVMe-Subsysteme verfügbar sind, kann die Datei mit dem `nvme connect-all` Befehl verwendet `/etc/nvme/config.json` werden.

Um die JSON-Datei zu generieren, können Sie die Option verwenden `-o`. Weitere Syntaxoptionen finden Sie auf den Handseiten für NVMe Connect-all.

## **Schritte**

1. Konfigurieren Sie die JSON-Datei:

## Beispielausgabe anzeigen

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
{
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-
5910-804b-b2c04f444d33",
    "hostid": "4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:01:i4i789R11sMuHLCY27RVI8XloC\GzjRwyhxip5hmIELsHrBq:",
    "subsystems": [
        {
            "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.f8e2af201b7211f0ac2bd039eab67a95:subsystem.samp
le_tcp_sub",
            "ports": [
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.111.70",
                    "host_traddr": "192.168.111.80",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef81Avh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.111.71",
                    "host_traddr": "192.168.111.80",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef81Avh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.211.70",
                    "host_traddr": "192.168.211.80",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef81Avh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": "192.168.211.71",
                    "host_traddr": "192.168.211.80",
                    "trsvcid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef81Avh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
                }
            ]
        }
    ]
}
```

```
        "host_traddr": "192.168.211.80",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef8lAvh
YS0PNK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:"
    }
]
}
]
```



Im vorhergehenden Beispiel `dhchap_key` entspricht `dhchap_secret` und `dhchap_ctrl_key` entspricht `dhchap_ctrl_secret`.

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

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

#### Beispielausgabe anzeigen

```
traddr=192.168.211.70 is already connected
traddr=192.168.111.71 is already connected
traddr=192.168.211.71 is already connected
traddr=192.168.111.70 is already connected
traddr=192.168.211.70 is already connected
traddr=192.168.111.70 is already connected
traddr=192.168.211.71 is already connected
traddr=192.168.111.71 is already connected
traddr=192.168.211.70 is already connected
traddr=192.168.111.71 is already connected
traddr=192.168.211.71 is already connected
traddr=192.168.111.70 is already connected
```

3. Überprüfen Sie, ob die dhchap-Geheimnisse für die jeweiligen Controller für jedes Subsystem aktiviert wurden:

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

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy0/nvme0/dchap_secret
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
DHHC-1:01:i4i789R11sMuHLCY27RVI8XloC/GzjRwyhxip5hmIELsHrBq:
```

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

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
DHHC-
1:03:jqgYcJSKp73+XqAf2X6twr9ngBpr2n0MGWbmZIZq4PieKZCoilKGef8lAvhYS0P
NK7T+04YD5CRPjh+m3qjJU++yR8s=:
```

## Schritt 10: Transport Layer Security konfigurieren

Transport Layer Security (TLS) bietet eine sichere End-to-End-Verschlüsselung für NVMe-Verbindungen zwischen NVMe-of Hosts und einem ONTAP-Array. Ab ONTAP 9.16.1 können Sie TLS 1.3 über die CLI und einen konfigurierten Pre-Shared Key (PSK) konfigurieren.

### Über diese Aufgabe

Sie führen die Schritte in diesem Verfahren auf dem SUSE Linux Enterprise Server-Host aus, außer wenn angegeben ist, dass Sie einen Schritt auf dem ONTAP-Controller ausführen.

### Schritte

1. Überprüfen Sie, ob Sie über Folgendes verfügen ktls-utils, openssl, Und libopenssl Auf dem Host installierte Pakete:

- a. Überprüfen Sie die ktls-utils :

```
rpm -qa | grep ktls
```

Sie sollten die folgende Ausgabe sehen:

```
ktls-utils-0.10+33.g311d943-150700.1.5.x86_64
```

- a. Überprüfen Sie die SSL-Pakete:

```
rpm -qa | grep ssl
```

### **Beispielausgabe anzeigen**

```
libopenssl3-3.2.3-150700.3.20.x86_64  
openssl-3-3.2.3-150700.3.20.x86_64  
libopenssl11_1-1.1.1w-150700.9.37.x86_64
```

2. Stellen Sie sicher, dass Sie die richtige Einstellung für haben /etc/tlshd.conf:

```
cat /etc/tlshd.conf
```

### **Beispielausgabe anzeigen**

```
[debug]  
loglevel=0  
tls=0  
nl=0  
[authenticate]  
keyrings=.nvme  
[authenticate.client]  
#x509.truststore= <pathname>  
#x509.certificate= <pathname>  
#x509.private_key= <pathname>  
[authenticate.server]  
#x509.truststore= <pathname>  
#x509.certificate= <pathname>  
#x509.private_key= <pathname>
```

3. Start beim Systemstart aktivieren tlshd:

```
systemctl enable tlshd
```

4. Überprüfen Sie, ob der tlshd Daemon ausgeführt wird:

```
systemctl status tlshd
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
tlshd.service - Handshake service for kernel TLS consumers
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/tlshd.service; enabled;
preset: disabled)
     Active: active (running) since Wed 2024-08-21 15:46:53 IST; 4h
      57min ago
       Docs: man:tlshd(8)
    Main PID: 961 (tlshd)
      Tasks: 1
        CPU: 46ms
      CGroup: /system.slice/tlshd.service
              └─961 /usr/sbin/tlshd
Aug 21 15:46:54 RX2530-M4-17-153 tlshd[961]: Built from ktls-utils
0.11-dev on Mar 21 2024 12:00:00
```

5. Generieren Sie das TLS PSK mithilfe der folgenden Funktion `nvme gen-tls-key`:

- Überprüfen Sie den Host:

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

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
nqn.2014-08.org.nvexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
```

- Überprüfen Sie den Schlüssel:

```
nvme gen-tls-key --hmac=1 --identity=1 --subsysnqn= nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
NVMeTLSkey-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

6. Fügen Sie auf dem ONTAP-Controller das TLS PSK zum ONTAP-Subsystem hinzu:

## Beispielausgabe anzeigen

```
nvme subsystem host add -vserver vs_iscsi_tcp -subsystem nvme1 -host  
-nqn nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-  
b2c04f444d33 -tls-configured-psk NVMeTLSkey-  
1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj:
```

7. Legen Sie das TLS PSK in den Host-Kernel-Schlüsselring ein:

```
nvme check-tls-key --identity=1 --subsysnqn=nqn.1992  
-08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1  
--keydata=NVMeTLSkey  
-1:01:C50EsaGtuOp8n5fGE9EuWjbBCtshmfoHx4XTqTJUmydf0gIj: --insert
```

Sie sollten den folgenden TLS-Schlüssel sehen:

```
Inserted TLS key 22152a7e
```



Die PSK zeigt als NVMe1R01 weil es verwendet identity v1 vom TLS-Handshake-Algorithmus. Identity v1 ist die einzige Version, die von ONTAP unterstützt wird.

8. Überprüfen Sie, ob TLS PSK korrekt eingesetzt ist:

```
cat /proc/keys | grep NVMe
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
069f56bb I--Q---      5 perm 3b010000      0      0 psk          NVMe1R01  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33  
nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1  
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=: 32
```

9. Verbinden Sie sich mit dem ONTAP-Subsystem über das eingelegte TLS PSK:

- a. Überprüfen Sie den TLS PSK:

```
nvme connect -t tcp -w 192.168.111.80 -a 192.168.111.66 -n nqn.1992-08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1 --tls_key=0x069f56bb -tls
```

Die folgende Ausgabe sollte angezeigt werden:

```
connecting to device: nvme0
```

a. Überprüfen Sie die Liste der Subsysteme:

```
nvme list-subsy
```

### Beispieldaten anzeigen

```
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992-08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1 hostnqn=nqn.2014-08.org.nvexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33 \
+- nvme0 tcp
traddr=192.168.111.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.80,src_addr=192.168.111.80 live
```

10. Fügen Sie das Ziel hinzu, und überprüfen Sie die TLS-Verbindung zum angegebenen ONTAP-Subsystem:

```
nvme subsystem controller show -vserver sles15_tls -subsystem sles15 -instance
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
(vserver nvme subsystem controller show)
    Vserver Name: vs_iscsi_tcp
    Subsystem: nvme1
    Controller ID: 0040h
    Logical Interface: tcpnvme_lif1_1
    Node: A400-12-181
    Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
    Transport Protocol: nvme-tcp
    Initiator Transport Address: 192.168.111.80
    Host Identifier:
4c4c454400355910804bb2c04f444d33
    Number of I/O Queues: 2
    I/O Queue Depths: 128, 128
    Admin Queue Depth: 32
    Max I/O Size in Bytes: 1048576
    Keep-Alive Timeout (msec): 5000
    Subsystem UUID: 8bbfb403-1602-11f0-ac2b-
d039eab67a95
    Header Digest Enabled: false
    Data Digest Enabled: false
    Authentication Hash Function: sha-256
Authentication Diffie-Hellman Group: 3072-bit
    Authentication Mode: unidirectional
    Transport Service Identifier: 4420
    TLS Key Type: configured
    TLS PSK Identity: NVMe1R01 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-804b-b2c04f444d33
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.a2d41235b78211efb57dd039eab67a95:subsystem.nvme1
oYVLelmiOwnvDjXKBmrnIgGVpFIBDJtc4hmQXE/36Sw=
    TLS Cipher: TLS-AES-128-GCM-SHA256
```

## Schritt 11: Überprüfen Sie die bekannten Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

# NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 mit Asymmetric

Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FCP-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Die folgende Unterstützung ist für die NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 mit ONTAP verfügbar:

- Ausführen von NVMe- und SCSI-Datenverkehr auf demselben Host. Beispielsweise können Sie dm-Multipath für SCSI-Geräte für SCSI-`mpath`LUNs konfigurieren und NVMe Multipath verwenden, um NVMe-of Namespace Devices auf dem Host zu konfigurieren.
- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) und NVMe/FC So kann das NetApp-Plug-in im nativen nvme-cli Paket die ONTAP-Details sowohl für NVMe/FC- als auch für NVMe/TCP-Namespace anzeigen.

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

## Funktionen

- Unterstützung für sichere in-Band-NVMe-Authentifizierung
- Unterstützung für persistente Erkennungs-Controller (PDCs) unter Verwendung eines eindeutigen Erkennungs-NQN
- TLS 1.3-Verschlüsselung für NVMe/TCP

## Bekannte Einschränkungen

- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.
- Für NVMe-of auf einem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6-Host ist keine Unterstützung für NetApp sanlun-Host-Utility verfügbar. Stattdessen können Sie auf das im nativen Paket enthaltene NetApp Plug-in für alle NVMe-of-Übertragungen vertrauen nvme-cli.

## Konfiguration von NVMe/FC

Sie können NVMe/FC mit Broadcom/Emulex FC- oder Marvell/Qlogic FC-Adaptoren für eine Konfiguration von SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 mit ONTAP konfigurieren.

## **Broadcom/Emulex**

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

### **Schritte**

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

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

#### **Beispielausgabe**

```
LPe32002 M2  
LPe32002-M2
```

2. Überprüfen Sie die Beschreibung des Adaptermodells:

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

#### **Beispielausgabe**

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

3. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlenen Firmware-Versionen des Emulex Host Bus Adapters (HBA) verwenden:

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

#### **Beispielausgabe**

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

4. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene LPFC-Treiberversion verwenden:

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

#### **Beispielausgabe**

```
0:14.4.0.1
```

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

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

**Beispielausgabe**

```
0x10000090fae0ec88  
0x10000090fae0ec89
```

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

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

**Beispielausgabe**

```
Online  
Online
```

7. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-Ports sichtbar sind:

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

Im folgenden Beispiel ist ein Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden.

## Beispielausgabe anzeigen

```
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfco Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfco WWPN x10000090fae0ec88 WWNN x20000090fae0ec88
DID x0a1300 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2070d039ea359e4a WWNN x206bd039ea359e4a DID
x0a0a05 TARGET DISCSRVC
ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 00000003ba Cmpl 00000003ba Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000014e3dfb8 Issue 0000000014e308db OutIO
fffffffffffff2923
abort 00000845 noxri 00000000 nondlp 00000063 qdepth 00000000
wqerr 00000003 err 00000000
FCP CMPL: xb 00000847 Err 00027f33
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfcl Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfcl WWPN x10000090fae0ec89 WWNN x20000090fae0ec89
DID x0a1200 ONLINE
NVME RPORT WWPN x2071d039ea359e4a WWNN x206bd039ea359e4a DID
x0a0305 TARGET DISCSRVC
ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 00000003ba Cmpl 00000003ba Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 0000000014e39f78 Issue 0000000014e2b832 OutIO
fffffffffffff18ba
abort 0000082d noxri 00000000 nondlp 00000028 qdepth 00000000
wqerr 00000007 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000082d Err 000283bb
```

## Marvell/QLogic

Der native Inbox qla2xxx-Treiber, der im SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6-Kernel enthalten ist, verfügt über die neuesten Fehlerbehebungen. Diese Fehlerbehebungen sind für die Unterstützung von ONTAP unerlässlich.

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
```

### Beispielausgabe

```
QLE2742 FW:v9.14.01 DVR: v10.02.09.200-k  
QLE2742 FW:v9.14.01 DVR: v10.02.09.200-k
```

2. Überprüfen Sie das ql2xnvmeenable Parameter ist auf 1 eingestellt:

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

Der erwartete Wert ist 1.

### 1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

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
```

### NVMe-Services überprüfen

Ab SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 werden die nvmefc-boot-connections.service im NVMe/FC-Paket enthaltenen und nvmf-autoconnect.service Boot-Services nvme-cli automatisch aktiviert, um

während des Systemstarts zu starten. Nachdem der Systemstart abgeschlossen ist, sollten Sie überprüfen, ob die Startdienste aktiviert wurden.

## Schritte

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

```
systemctl status nvmf-autoconnect.service
```

### Beispielausgabe anzeigen

```
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service;
             enabled; vendor preset: disabled)
   Active: inactive (dead) since Thu 2024-05-25 14:55:00 IST; 11min
            ago
     Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
               status=0/SUCCESS)
     Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
               status=0/SUCCESS)
    Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
systemd[1]: nvmf-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.
```

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

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

## Beispieldaten anzeigen

```
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot
  Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
  Active: inactive (dead) since Thu 2024-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
    Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot...
systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found during boot.
```

## Konfiguration von NVMe/TCP

NVMe/TCP besitzt keine automatische Verbindungsfunction. Stattdessen können Sie die NVMe/TCP-Subsysteme und -Namespaces erkennen, indem Sie NVMe/TCP oder connect-all Vorgänge manuell ausführen connect.

### Schritte

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

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

## Beispielausgabe anzeigen

```
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.211.67
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.111.67
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.211.66
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.111.66
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.211.67
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.111.67
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.211.66
```

```
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.111.66
eflags: none
sectype: none
```

2. Vergewissern Sie sich, dass alle anderen LIF-Kombinationen aus NVMe/TCP-Initiator und Ziel erfolgreich Daten der Erkennungsprotokollseite abrufen können:

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

#### Beispielausgabe

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.67
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.66
nvme discover -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.67
```

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>
```

#### Beispielausgabe

```
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.66
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.67
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.66
nvme connect-all -t tcp -w 192.168.211.79 -a 192.168.211.67
```



Ab SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 ist die Standardeinstellung für das NVMe/TCP-`ctrl-loss-tmo` Timeout deaktiviert. Dies bedeutet, dass die Anzahl der Wiederholungen nicht begrenzt ist (unbestimmter Versuch), und Sie müssen keine bestimmte Zeitlimitdauer manuell konfigurieren, wenn Sie `ctrl-loss-tmo` die Befehle oder nvme connect-all verwenden nvme connect (Option -1). Außerdem treten bei einem Pfadausfall bei den NVMe/TCP-Controllern keine Timeouts auf und bleiben unbegrenzt verbunden.

## NVMe-of validieren

Gehen Sie wie folgt vor, um NVMe-of für eine Konfiguration von SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6 mit ONTAP zu validieren.

### Schritte

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

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

Der erwartete Wert ist „Y“.

2. Vergewissern Sie sich, dass der Host das korrekte Controller-Modell für die ONTAP-NVMe-Namespaces hat:

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

### Beispielausgabe

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

3. Überprüfen Sie die NVMe-I/O-Richtlinie für den jeweiligen ONTAP-NVMe-I/O-Controller:

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

### Beispielausgabe

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

4. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespaces für den Host sichtbar sind:

```
nvme list -v
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
Subsystem          Subsystem-NQN
Controllers
-----
-----
-----
nvme-subsy0      nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15ddaa1eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hcha p  nvme0, nvme1, nvme2, nvme3

Device   SN           MN
FR       TxPort Asdress    Subsystem     Namespaces
-----
-----
-----
nvme0    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.111.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.79 nvme-
subsyst0 nvme0n1
nvme1    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.111.67,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.79 nvme-
subsyst0 nvme0n1
nvme2    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.211.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.211.79 nvme-
subsyst0 nvme0n1
nvme3    81LGgBUqsI3EAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.211.67,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.211.79 nvme-
subsyst0 nvme0n1
Device      Generic      NSID      Usage      Format
Controllers
-----
-----
-----
/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1  0x1      1.07  GB /  1.07  GB    4 KiB +
0 B  nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

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

```
nvme list-subsy /dev/<subsystem_name>
```

## NVMe/FC

```
nvme list-subsy /dev/nvme2n1
```

### Beispielausgabe anzeigen

```
nvme-subsy2 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.06303c519d8411eea468d039ea36a106:subs
ystem.nvme
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-
0056-5410-8048-c6c04f425633
iopolicy=round-robin
\
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208fd039ea359e4a:pn-
0x210dd039ea359e4a,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7ab:pn-
0x2100f4c7aa0cd7ab live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208fd039ea359e4a:pn-
0x210ad039ea359e4a,host_traddr=nn-0x2000f4c7aa0cd7aa:pn-
0x2100f4c7aa0cd7aa live optimized
```

## NVMe/TCP

```
nvme list-subsy
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
nvme-subsy1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme
 _tcp_1
  hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:4c4c4544-0035-5910-
  804b-b2c04f444d33
  iopolicy=round-robin
 \
+- nvme4 tcp
traddr=192.168.111.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.79,sr
c_addr=192.168.111.79 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.211.66,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.211.79,sr
c_addr=192.168.111.79 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.111.67,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.111.79,sr
c_addr=192.168.111.79 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.211.67,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.211.79,sr
c_addr=192.168.111.79 live
```

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

## Spalte

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

## Beispielausgabe

Device	Vserver	Namespace	Path	Size
NSID	UUID			
-----				
-----				
/dev/nvme0n1	vs_192	/vol/fcnvme_vol_1_1_0/fcnvme_ns		1
c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33			20GB	

## JSON

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

## Beispielausgabe anzeigen

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_192",
      "Namespace_Path": "/vol/fcnvme_vol_1_1_0/fcnvme_ns",
      "NSID": 1,
      "UUID": "c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size": "20GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 262144
    }
  ]
}
```

## Erstellen Sie einen persistenten Controller für die Erkennung

Ab ONTAP 9.11.1 können Sie einen persistenten Erkennungscontroller (Persistent Discovery Controller, PDC) für einen SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6-Host erstellen. Ein PDC ist erforderlich, um automatisch ein NVMe-Subsystem zu erkennen, das Vorgänge zum Hinzufügen oder Entfernen sowie Änderungen an den Daten der Erkennungsprotokollseite hinzufügt.

## Schritte

1. Überprüfen Sie, ob die Daten der Erkennungsprotokollseite verfügbar sind und über den Initiator-Port und die Ziel-LIF-Kombination abgerufen werden können:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.211.67
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.111.67
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.211.66
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
```

```
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:discovery
traddr: 192.168.111.66
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 4
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.211.67
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.111.67
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 3
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.211.66
```

```
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
trtype: tcp
adrfrm: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.8b5ee9199ff411eea468d039ea36a106:subsystem.nvme_tcp
_1
traddr: 192.168.111.66
eflags: none
sectype: none
```

2. Erstellen Sie ein PDC für das Erkennungs-Subsystem:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

**Beispielausgabe**

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.111.79 -a 192.168.111.666 -p
```

3. Überprüfen Sie vom ONTAP-Controller aus, ob das PDC erstellt wurde:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver <vserver_name>
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme79
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23cbb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical
Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0c1afc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth:
32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

## Sichere in-Band-Authentifizierung einrichten

Ab ONTAP 9.12.1 wird die sichere in-Band-Authentifizierung über NVMe/TCP und NVMe/FC zwischen einem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6-Host und einem ONTAP-Controller unterstützt.

Um eine sichere Authentifizierung einzurichten, muss jeder Host oder Controller einem zugeordnet sein **DH-HMAC-CHAP** Schlüssel: Eine Kombination aus NQN des NVMe-Hosts oder -Controllers und einem vom Administrator konfigurierten Authentifizierungsschlüssel. Um seinen Peer zu authentifizieren, muss ein NVMe-Host oder -Controller den dem Peer zugeordneten Schlüssel erkennen.

Sie können die sichere in-Band-Authentifizierung über die CLI oder eine JSON-Konfigurationsdatei einrichten. Wenn Sie unterschiedliche dhchap-Schlüssel für verschiedene Subsysteme angeben müssen, müssen Sie eine Konfigurations-JSON-Datei verwenden.

## CLI

Richten Sie die sichere bandinterne Authentifizierung über die CLI ein.

### Schritte

1. Rufen Sie die Host-NQN ab:

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

2. Generieren Sie den Dhchap-Schlüssel für den SUSE Linux Enterprise Server 15 SP6-Host.

In der folgenden Ausgabe werden die Befehlsparameter beschrieben gen-dhchap-key:

```
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.nvmeexpress:uuid:d3ca725a-ac8d-4d88-b46a-174ac235139b
DHHC-
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fGl5VSjbeDF1n
1DEh3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

3. Fügen Sie auf dem ONTAP-Controller den Host hinzu und geben Sie beide dhchap-Schlüssel an:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem <subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret <authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret <authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-bit|8192-bit}
```

4. Ein Host unterstützt zwei Arten von Authentifizierungsmethoden, unidirektional und bidirektional. Stellen Sie auf dem Host eine Verbindung zum ONTAP-Controller her, und geben Sie dhchap-Schlüssel basierend auf der gewählten Authentifizierungsmethode an:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Validieren Sie den nvme connect authentication Durch Überprüfen der dhchap-Schlüssel für Host und Controller:

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

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

#### Beispielausgabe für eine unidirektionale Konfiguration anzeigen

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsys1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjO  
Hg8wQte1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjO  
Hg8wQte1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjO  
Hg8wQte1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjO  
Hg8wQte1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

- 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:WorVEV83eY053kv4Iel5OpphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crX
eTUB8fCwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kv4Iel5OpphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crX
eTUB8fCwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kv4Iel5OpphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crX
eTUB8fCwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kv4Iel5OpphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crX
eTUB8fCwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

### JSON-Datei

Wenn in der ONTAP-Controller-Konfiguration mehrere NVMe-Subsysteme verfügbar sind, kann die Datei mit dem `nvme connect-all` Befehl verwendet `/etc/nvme/config.json` werden.

Um die JSON-Datei zu generieren, können Sie die Option verwenden `-o`. Weitere Syntaxoptionen finden Sie auf den Handseiten für NVMe Connect-all.

### Schritte

1. Konfigurieren Sie die JSON-Datei:

## Beispielausgabe anzeigen

```
cat /etc/nvme/config.json
[
{
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-
4d1b-be09-74362c0clafc",
    "hostid": "3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:03:Cu3ZZfIz1WMlqZFnCMqpAgn/T6EVoCIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4w
fk2EptWpna1rpwG5CndpOgxpxRh9m41w=:",
},
{
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-
4d1b-be09-74362c0clafc",
    "subsystems": [
        {
            "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subs
ys_CLIENT116",
            "ports": [
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": " 192.168.111.66 ",
                    "host_traddr": " 192.168.111.79",
                    "trsvid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:",
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": " 192.168.111.66 ",
                    "host_traddr": " 192.168.111.79",
                    "trsvid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:",
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": " 192.168.111.66 ",
                    "host_traddr": " 192.168.111.79",
                    "trsvid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:",
                },
                {
                    "transport": "tcp",
                    "traddr": " 192.168.111.66 ",
                    "host_traddr": " 192.168.111.79",
                    "trsvid": "4420",
                    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:",
                }
            ]
        }
    ]
}
```

```
        "transport": "tcp",
        "traddr": " 192.168.111.66 ",
        "host_traddr": " 192.168.111.79",
        "trsvcid": "4420",
        "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"}
    }
}
]
}
]
```

+



Im vorhergehenden Beispiel `dhchap_key` entspricht `dhchap_secret` und `dhchap_ctrl_key` entspricht `dhchap_ctrl_secret`.

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

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

#### Beispielausgabe anzeigen

```
traddr=192.168.111.66 is already connected
traddr=192.168.211.66 is already connected
traddr=192.168.111.66 is already connected
traddr=192.168.211.66 is already connected
traddr=192.168.111.66 is already connected
traddr=192.168.211.66 is already connected
traddr=192.168.111.67 is already connected
traddr=192.168.211.67 is already connected
traddr=192.168.111.67 is already connected
traddr=192.168.211.67 is already connected
traddr=192.168.111.67 is already connected
traddr=192.168.111.67 is already connected
```

3. Überprüfen Sie, ob die dhchap-Geheimnisse für die jeweiligen Controller für jedes Subsystem aktiviert wurden:

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

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy0/nvme0/dhchap_secret
```

#### Beispielausgabe

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZ1XqxITGheByarwZdQvU4ebZg9HOjIr6nOHEkxJg:
```

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

```
cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy0/nvme0/dhchap_ctrl_secret
```

#### Beispielausgabe

```
DHHC-  
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aG08viVZB4VLNLH4z8CvK7pV  
YxN6S5fOAtaU3DNi12rieRMfdbg3704=:
```

## Konfigurieren Sie Transport Layer Security

Transport Layer Security (TLS) bietet eine sichere End-to-End-Verschlüsselung für NVMe-Verbindungen zwischen NVMe-of Hosts und einem ONTAP-Array. Ab ONTAP 9.16.1 können Sie TLS 1.3 über die CLI und einen konfigurierten Pre-Shared Key (PSK) konfigurieren.

#### Über diese Aufgabe

Sie führen die Schritte in diesem Verfahren auf dem SUSE Linux Enterprise Server-Host aus, außer wenn angegeben ist, dass Sie einen Schritt auf dem ONTAP-Controller ausführen.

#### Schritte

1. Überprüfen Sie, ob die folgenden Pakete von ktls-utils, openssl und libopenssl auf dem Host installiert sind:

- a. 

```
rpm -qa | grep ktls
```

#### Beispielausgabe

```
ktls-utils-0.10+12.gc3923f7-150600.1.2.x86_64
```

- b. 

```
rpm -qa | grep ssl
```

#### Beispielausgabe

```
openssl-3.1.4-150600.5.7.1.x86_64  
libopenssl11_1-1.1.1w-150600.5.3.1.x86_64  
libopenssl13-3.1.4-150600.5.7.1.x86_64
```

2. Stellen Sie sicher, dass Sie die richtige Einstellung für haben /etc/tlshd.conf:

```
cat /etc/tlshd.conf
```

**Beispielausgabe anzeigen**

```
[debug]
loglevel=0
tls=0
nl=0
[authenticate]
keyrings=.nvme
[authenticate.client]
#x509.truststore= <pathname>
#x509.certificate= <pathname>
#x509.private_key= <pathname>
[authenticate.server]
#x509.truststore= <pathname>
#x509.certificate= <pathname>
#x509.private_key= <pathname>
```

3. Start beim Systemstart aktivieren tlshd:

```
systemctl enable tlshd
```

4. Überprüfen Sie, ob der tlshd Daemon ausgeführt wird:

```
systemctl status tlshd
```

### **Beispielausgabe anzeigen**

```
tlshd.service - Handshake service for kernel TLS consumers
   Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/tlshd.service; enabled;
preset: disabled)
     Active: active (running) since Wed 2024-08-21 15:46:53 IST; 4h
      57min ago
       Docs: man:tlshd(8)
    Main PID: 961 (tlshd)
      Tasks: 1
        CPU: 46ms
      CGroup: /system.slice/tlshd.service
              └─961 /usr/sbin/tlshd
Aug 21 15:46:54 RX2530-M4-17-153 tlshd[961]: Built from ktls-utils
0.11-dev on Mar 21 2024 12:00:00
```

5. Generieren Sie das TLS PSK mithilfe der folgenden Funktion `nvme gen-tls-key`:

a. `cat /etc/nvme/hostnqn`

### **Beispielausgabe**

```
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-3a68dd3b5c5f
```

b. `nvme gen-tls-key --hmac=1 --identity=1 --subsysnqn=nqn.1992-08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15`

### **Beispielausgabe**

```
NVMeTLSkey-1:01:dNcby017axByCko8GivzO09zGlgHDXJCN6KLzvYoA+NpT1uD:
```

6. Fügen Sie auf dem ONTAP-Array den TLS PSK zum ONTAP-Subsystem hinzu:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver sles15_tls -subsystem sles15-host-nqn nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-3a68dd3b5c5f -tls-configured-psk NVMeTLSkey-1:01:dNcby017axByCko8GivzO09zGlgHDXJCN6KLzvYoA+NpT1uD:
```

7. Fügen Sie auf dem SUSE Linux Enterprise Server-Host den TLS PSK in den Kernel-Schlüsselbund des Hosts ein:

```
nvme check-tls-key --identity=1 --subsysnqn =nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15  
--keydata=NVMeTLSkey  
-1:01:dNcby017axByCko8GivzO09zGlgHDXJCN6KLzvYoA+NpTluD: --insert
```

### Beispielausgabe

```
Inserted TLS key 22152a7e
```



Das PSK wird als "NVMe1R01" angezeigt, da es "Identity v1" vom TLS-Handshake-Algorithmus verwendet. Identity v1 ist die einzige Version, die von ONTAP unterstützt wird.

- Überprüfen Sie, ob TLS PSK korrekt eingesetzt ist:

```
cat /proc/keys | grep NVMe
```

### Beispielausgabe

```
22152a7e I--Q--- 1 perm 3b010000 0 0 psk NVMe1R01  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:ffa0c815-e28b-4bb1-8d4c-7c6d5e610bfc  
nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15  
UoP9dEfVuCUzzpS0DYxnshKDapZYmvA0/RJJ8JAqmAo=: 32
```

- Stellen Sie auf dem SUSE Linux Enterprise Server-Host mithilfe des eingefügten TLS PSK eine Verbindung zum ONTAP-Subsystem her:

```
a. nvme connect -t tcp -w 20.20.10.80 -a 20.20.10.14 -n nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15  
--tls_key=0x22152a7e --tls
```

### Beispielausgabe

```
connecting to device: nvme0
```

```
b. nvme list-subsy
```

## Beispieldaten

```
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15  
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:ffa0c815-e28b-  
4bb1-8d4c-7c6d5e610bfc  
iopolicy=round-robin  
\  
+- nvme0 tcp  
traddr=20.20.10.14,trsvcid=4420,host_traddr=20.20.10.80,src_addr=20.2  
0.10.80 live
```

10. Fügen Sie das Ziel hinzu, und überprüfen Sie die TLS-Verbindung zum angegebenen ONTAP-Subsystem:

```
nvme subsystem controller show -vserver sles15_tls -subsystem sles15 -instance
```

## Beispielausgabe anzeigen

```
(vserver nvme subsystem controller show)
    Vserver Name: sles15_tls
        Subsystem: sles15
            Controller ID: 0040h
                Logical Interface: sles15t_e1a_1
                    Node: A900-17-174
                        Host NQN: nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:ffa0c815-e28b-4bb1-8d4c-7c6d5e610bfc
                        Transport Protocol: nvme-tcp
                Initiator Transport Address: 20.20.10.80
                    Host Identifier:
ffa0c815e28b4bb18d4c7c6d5e610bfc
                        Number of I/O Queues: 4
                            I/O Queue Depths: 128, 128, 128, 128
                                Admin Queue Depth: 32
                                Max I/O Size in Bytes: 1048576
                                Keep-Alive Timeout (msec): 5000
                                Vserver UUID: 1d59a6b2-416b-11ef-9ed5-
d039ea50acb3
                                Subsystem UUID: 9b81e3c5-5037-11ef-8a90-
d039ea50ac83
                                Logical Interface UUID: 8185dcac-5035-11ef-8abb-
d039ea50acb3
                                    Header Digest Enabled: false
                                    Data Digest Enabled: false
                                    Authentication Hash Function: -
Authentication Diffie-Hellman Group: -
                        Authentication Mode: none
                        Transport Service Identifier: 4420
                            TLS Key Type: configured
                            TLS PSK Identity: NVMe1R01 nqn.2014-
08.org.nvmexpress:uuid:ffa0c815-e28b-4bb1-8d4c-7c6d5e610bfc
nqn.1992-
08.com.netapp:sn.1d59a6b2416b11ef9ed5d039ea50acb3:subsystem.sles15
UoP9dEfvuCUzzpS0DYxnshKDapZYmvA0/RJJ8JAqmAo=
                            TLS Cipher: TLS-AES-128-GCM-SHA256
```

## Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

# NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FCP-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Die folgende Unterstützung ist für die NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 mit ONTAP verfügbar:

- NVMe- und SCSI-Datenverkehr können auf demselben Host ausgeführt werden. Daher können Sie bei SCSI-LUNs dm-Multipath für SCSI-mpath-Geräte konfigurieren, während Sie möglicherweise NVMe Multipath verwenden, um NVMe-of Namespace-Geräte auf dem Host zu konfigurieren.
- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Das NetApp-Plug-in im nativen `nvme-cl` Package zeigt ONTAP-Details sowohl für NVMe/FC- als auch für NVMe/TCP-Namespace an.

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

## Funktionen

- Unterstützung für sichere in-Band-NVMe-Authentifizierung
- Unterstützung für persistente Erkennungs-Controller (PDCs) unter Verwendung eines eindeutigen Erkennungs-NQN

## Bekannte Einschränkungen

- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.
- NVMe-of wird nicht `sanlun` unterstützt. Daher ist die Unterstützung des Host-Dienstprogramms für NVMe-of auf einem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5-Host nicht verfügbar. Sie können das im nativen `nvme-cl`-Paket enthaltene NetApp-Plug-in für alle NVMe-of-Übertragungen verwenden.

## Konfiguration von NVMe/FC

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

## Broadcom/Emulex

### Schritte

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

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

#### Beispielausgabe:

```
LPe32002 M2  
LPe32002-M2
```

2. Überprüfen Sie die Beschreibung des Adaptermodells:

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

#### Beispielausgabe:

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

3. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlenen Firmware-Versionen des Emulex Host Bus Adapters (HBA) verwenden:

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

#### Beispielausgabe:

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

4. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene LPFC-Treiberversion verwenden:

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

#### Beispielausgabe:

```
0:14.2.0.13
```

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

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

**Beispielausgabe:**

```
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

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

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

**Beispielausgabe:**

```
Online  
Online
```

7. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-Ports sichtbar sind:

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

**Beispielausgabe:**

Im folgenden Beispiel ist ein Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden.

```

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfco Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfco WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRVC *ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000003ceb594f Issue 00000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfcl Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfcl WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

## 8. Starten Sie den Host neu.

### **Marvell/QLogic**

Der native Inbox qla2xxx-Treiber, der im SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5-Kernel enthalten ist, verfügt über die neuesten Fehlerbehebungen. Diese Fehlerbehebungen sind für die Unterstützung von ONTAP unerlässlich.

### **Schritte**

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

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

### Beispielausgabe:

```
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k  
QLE2742 FW:v9.12.01 DVR: v10.02.08.300-k
```

2. Überprüfen Sie das ql2xnvmeenable Parameter ist auf 1 eingestellt:

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

### 1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

ONTAP meldet 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
```

### Aktivierung von NVMe-Services

In sind zwei NVMe/FC-Boot-Services enthalten nvme-clı Paket, jedoch nur nvmefc-boot-connections.service Ist aktiviert, um während des Systemstarts zu starten; nvmf-

`autoconnect.service` ist nicht aktiviert. Daher müssen Sie manuell aktivieren `nvmf-autoconnect.service` Zum Starten während des Systemstarts.

### Schritte

1. Aktivieren `nvmf-autoconnect.service`:

```
# systemctl enable nvmf-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvmf-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service.
```

2. Starten Sie den Host neu.

3. Überprüfen Sie, ob `nvmf-autoconnect.service` und `nvmefc-boot-connections.service` nach dem Systemstart ausgeführt werden:

### Beispielausgabe:

```

# systemctl status nvmf-autoconnect.service
nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service;
enabled; vendor preset: disabled)
Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min
ago
Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
status=0/SUCCESS)
Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
systemd[1]: nvmf-autoconnect.service: Deactivated successfully.
systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvmefc-boot-connections.service
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot...
systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Succeeded.
systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot.

```

## Konfiguration von NVMe/TCP

Zum Konfigurieren von NVMe/TCP können Sie das folgende Verfahren verwenden.

### Schritte

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

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

### Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 0
trsvid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 1
trsvid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 2
trsvid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 3
trsvid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIENT
```

```

T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 5===== trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 1
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIENT
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 6===== trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIENT
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7===== trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIENT
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none

```

2. Vergewissern Sie sich, dass alle anderen LIF-Kombinationen aus NVMe/TCP-Initiator und Ziel erfolgreich Daten der Erkennungsprotokollseite abrufen können:

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

**Beispielausgabe:**

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37
```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs der Nodes hinweg:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>
```

**Beispielausgabe:**

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```



NetApp empfiehlt die Einstellung `ctrl-loss-tmo` Option auf `-1` Damit der NVMe/TCP-Initiator versucht, sich im Falle eines Pfadverlusts auf unbestimmte Zeit erneut zu verbinden.

## NVMe-of validieren

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

### Schritte

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

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

2. Vergewissern Sie sich, dass der Host das korrekte Controller-Modell für die ONTAP-NVMe-Namespaces hat:

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

### Beispielausgabe:

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

3. Überprüfen Sie die NVMe-I/O-Richtlinie für den jeweiligen ONTAP-NVMe-I/O-Controller:

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

### Beispielausgabe:

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

4. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespace für den Host sichtbar sind:

```
nvme list -v
```

**Beispielausgabe:**

```
Subsystem          Subsystem-NQN
Controllers
-----
-----
nvme-subsy0      nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p    nvme0, nvme1, nvme2, nvme3

Device   SN           MN
FR       TxPort Asdress      Subsystem     Namespaces
-----
-----
nvme0    81LGgBUqsI3AAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsy0
nvme0n1
nvme1    81LGgBUqsI3AAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsy0
nvme0n1
nvme2    81LGgBUqsI3AAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsy0
nvme0n1
nvme3    81LGgBUqsI3AAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsy0
nvme0n1

Device   Generic      NSID      Usage           Format
Controllers
-----
-----
/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1  0x1      1.07  GB /  1.07  GB    4 KiB +  0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

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

```
nvme list-subsy /dev/<subsystem_name>
```

## NVMe/FC

### Beispielausgabe

```
# nvme list-subsyss /dev/nvme1n1
nvme-subsyss1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

## NVMe/TCP

### Beispielausgabe

```
# nvme list-subsyss
nvme-subsyss0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmeexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

+- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

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

### Spalte

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

### Beispielausgabe:

Device	Vserver	Namespace Path	Size
NSID	UUID		
-----	-----	-----	-----
/dev/nvme0n1	vs_CLIENT114		
/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10		1	c6586535-da8a-
40fa-8c20-759ea0d69d33	1.07GB		

### JSON

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

### Beispielausgabe:

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_CLIENT114",
      "Namespace_Path": "/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
      "NSID": 1,
      "UUID": "c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size": "1.07GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 262144
    }
  ]
}
```

## Erstellen Sie einen persistenten Controller für die Erkennung

Ab ONTAP 9.11.1 können Sie einen persistenten Erkennungscontroller (Persistent Discovery Controller, PDC) für Ihren SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5-Host erstellen. Ein PDC ist erforderlich, um automatisch ein NVMe-Subsystem zu erkennen, das Szenario hinzufügt oder entfernt sowie Änderungen an den Daten der Erkennungsprotokollseite.

### Schritte

1. Überprüfen Sie, ob die Daten der Erkennungsprotokollseite verfügbar sind und über den Initiator-Port und die Ziel-LIF-Kombination abgerufen werden können:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

**Beispielausgabe anzeigen:**

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.1.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.1.215
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.215
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
```

```
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
```

```
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
```

```
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
trtype: tcp
```

```
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
```

## 2. Erstellen Sie ein PDC für das Erkennungs-Subsystem:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

### Beispielausgabe:

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

## 3. Überprüfen Sie vom ONTAP-Controller aus, ob das PDC erstellt wurde:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vserver_name
```

### Beispielausgabe:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23ccb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0clafc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

## Sichere in-Band-Authentifizierung einrichten

Ab ONTAP 9.12.1 wird die sichere in-Band-Authentifizierung zwischen Ihrem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5-Host und Ihrem ONTAP-Controller über NVMe/TCP und NVMe/FC unterstützt.

Um eine sichere Authentifizierung einzurichten, muss jeder Host oder Controller einem zugeordnet sein **DH-HMAC-CHAP** Schlüssel: Eine Kombination aus NQN des NVMe-Hosts oder -Controllers und einem vom Administrator konfigurierten Authentifizierungsschlüssel. Um seinen Peer zu authentifizieren, muss ein NVMe-Host oder -Controller den dem Peer zugeordneten Schlüssel erkennen.

Sie können die sichere in-Band-Authentifizierung über die CLI oder eine JSON-Konfigurationsdatei einrichten. Wenn Sie unterschiedliche dhchap-Schlüssel für verschiedene Subsysteme angeben müssen, müssen Sie eine Konfigurations-JSON-Datei verwenden.

## CLI

### Schritte

1. Rufen Sie die Host-NQN ab:

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

2. Generieren Sie den dhchap-Schlüssel für den SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5-Host:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- -l length of the resulting key in bytes
- -m HMAC function to use for key transformation  
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
- -n host NQN to use for key transformation

Im folgenden Beispiel wird ein zufälliger Dhchap-Schlüssel mit HMAC auf 3 (SHA-512) generiert.

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-  
08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a- ac8d-4d88-b46a-174ac235139b  
DHHC-  
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fGl5VSjbeDF1n  
1DEh3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

3. Fügen Sie auf dem ONTAP-Controller den Host hinzu und geben Sie beide dhchap-Schlüssel an:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem  
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret  
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret  
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-  
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-  
bit|8192-bit}
```

4. Ein Host unterstützt zwei Arten von Authentifizierungsmethoden, unidirektional und bidirektional. Stellen Sie auf dem Host eine Verbindung zum ONTAP-Controller her, und geben Sie dhchap-Schlüssel basierend auf der gewählten Authentifizierungsmethode an:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

5. Validieren Sie den nvme connect authentication Durch Überprüfen der dhchap-Schlüssel für Host und Controller:

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

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

**Beispielausgabe für unidirektionale Konfiguration:**

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-subsy1/nvme*/dhchap_secret
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
DHHC-
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8
wQtye1JCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

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

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

**Beispielausgabe für bidirektionale Konfiguration:**

```
# cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
```

## JSON-Datei

Sie können das verwenden `/etc/nvme/config.json` Datei mit `nvme connect-all` Befehl, wenn in der ONTAP Controller-Konfiguration mehrere NVMe-Subsysteme verfügbar sind.

Sie können die JSON-Datei mit erstellen `-o` Option. Weitere Syntaxoptionen finden Sie auf den man-Pages für NVMe Connect-all.

## Schritte

- Konfigurieren Sie die JSON-Datei:

```
# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid": "3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:03:Cu3ZZf1z1WM1qZFnCMqpAgn/T6EV0cIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpnalrpwG5CndpOgxpRhx9m41w=",
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
        "ports": [

```

```

{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.1.117",
    "host_traddr": "192.168.1.16",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
},
{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.1.116",
    "host_traddr": "192.168.1.16",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
},
{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.2.117",
    "host_traddr": "192.168.2.16",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
},
{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.2.116",
    "host_traddr": "192.168.2.16",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
}
]
}
]
}
]

[NOTE]

```

In the preceding example, `dhchap\_key` corresponds to `dhchap\_secret` and `dhchap\_ctrl\_key` corresponds to `dhchap\_ctrl\_secret`.

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

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

**Beispielausgabe:**

```
traddr=192.168.2.116 is already connected  
traddr=192.168.1.116 is already connected  
traddr=192.168.2.117 is already connected  
traddr=192.168.1.117 is already connected  
traddr=192.168.2.117 is already connected  
traddr=192.168.1.117 is already connected  
traddr=192.168.2.116 is already connected  
traddr=192.168.1.116 is already connected  
traddr=192.168.2.116 is already connected  
traddr=192.168.1.116 is already connected  
traddr=192.168.2.117 is already connected  
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. Überprüfen Sie, ob die dhchap-Geheimnisse für die jeweiligen Controller für jedes Subsystem aktiviert wurden:

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

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

**Beispielausgabe:**

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9HOjIr6nOHEkxJg:
```

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

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

**Beispielausgabe:**

```
DHHC-  
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pV  
YxN6S5foAtaU3DNi12rieRMfdbg3704=:
```

## Bekannte Probleme

Es gibt keine bekannten Probleme für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5 mit ONTAP-Version.

# NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 mit ONTAP

NVMe over Fabrics (NVMe-of), einschließlich NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) und andere Übertragungen werden mit SUSE Linux Enterprise Server (SLES) 15 SP4 mit Asymmetric Namespace Access (ANA) unterstützt. In NVMe-of Umgebungen entspricht ANA ALUA Multipathing in iSCSI- und FCP-Umgebungen und wird mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert.

Die folgende Unterstützung ist für die NVMe-of-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 mit ONTAP verfügbar:

- NVMe- und SCSI-Datenverkehr können auf demselben Host ausgeführt werden. Daher können Sie bei SCSI-LUNs dm-Multipath für SCSI-mpath-Geräte konfigurieren, während Sie möglicherweise NVMe Multipath verwenden, um NVMe-of Namespace-Geräte auf dem Host zu konfigurieren.
- Unterstützung für NVMe over TCP (NVMe/TCP) neben NVMe/FC Über das NetApp-Plug-in im nativen nvme-cli-Paket werden ONTAP-Details für NVMe/FC- und NVMe/TCP-Namespace angezeigt.

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

## Funktionen

- Unterstützung für sichere in-Band-NVMe-Authentifizierung
- Unterstützung für persistente Erkennungs-Controller (PDCs) unter Verwendung eines eindeutigen Erkennungs-NQN

## Bekannte Einschränkungen

- Das Booten von SAN über das NVMe-of-Protokoll wird derzeit nicht unterstützt.
- Für NVMe-of gibt es keine sanlun-Unterstützung. Daher ist die Unterstützung des Host-Dienstprogramms für NVMe-of auf einem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP5-Host nicht verfügbar. Sie können sich auf das NetApp Plug-in im nativen nvme-cli-Paket für alle NVMe-of-Übertragungen verlassen.

## Konfiguration von NVMe/FC

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

## Broadcom/Emulex

### Schritte

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

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

#### Beispielausgabe:

```
LPe32002 M2  
LPe32002-M2
```

2. Überprüfen Sie die Beschreibung des Adaptermodells:

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

#### Beispielausgabe:

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

3. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlenen Firmware-Versionen des Emulex Host Bus Adapters (HBA) verwenden:

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

#### Beispielausgabe:

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

4. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene LPFC-Treiberversion verwenden:

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

#### Beispielausgabe:

```
0:14.2.0.6
```

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

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

**Beispielausgabe:**

```
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

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

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

**Beispielausgabe:**

```
Online  
Online
```

7. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-Ports sichtbar sind:

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

**Beispielausgabe:**

Im folgenden Beispiel ist ein Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden.

```

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000003ceb594f Issue 00000003ce65dbe OutIO
ffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd

NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRVC ONLINE

NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000003c9859ca Issue 000000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

## 8. Starten Sie den Host neu.

### **Marvell/QLogic**

Der native Inbox qla2xxx-Treiber, der im SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4-Kernel enthalten ist, verfügt über die neuesten Fehlerbehebungen. Diese Fehlerbehebungen sind für die Unterstützung von ONTAP unerlässlich.

### **Schritte**

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

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

### Beispielausgabe:

```
QLE2742 FW:v9.08.02 DVR:v10.02.07.800-k QLE2742 FW:v9.08.02  
DVR:v10.02.07.800-k
```

2. Überprüfen Sie das ql2xnvmeenable Parameter ist auf 1 eingestellt:

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

### 1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)

ONTAP meldet 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
```

### Aktivierung von NVMe-Services

In sind zwei NVMe/FC-Boot-Services enthalten nvme-clı Paket, jedoch nur nvmefc-boot-connections.service Ist aktiviert, um während des Systemstarts zu starten; nvmf-

`autoconnect.service` ist nicht aktiviert. Daher müssen Sie manuell aktivieren `nvmf-autoconnect.service` Zum Starten während des Systemstarts.

### Schritte

1. Aktivieren `nvmf-autoconnect.service`:

```
# systemctl enable nvmf-autoconnect.service
Created symlink /etc/systemd/system/default.target.wants/nvmf-
autoconnect.service → /usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service.
```

2. Starten Sie den Host neu.

3. Überprüfen Sie, ob `nvmf-autoconnect.service` und `nvmefc-boot-connections.service` nach dem Systemstart ausgeführt werden:

### Beispielausgabe:

```

# systemctl status nvmf-autoconnect.service
    nvmf-autoconnect.service - Connect NVMe-oF subsystems automatically
during boot
      Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service;
enabled; vendor preset: disabled)
      Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min
ago
        Process: 2108 ExecStartPre=/sbin/modprobe nvme-fabrics (code=exited,
status=0/SUCCESS)
        Process: 2114 ExecStart=/usr/sbin/nvme connect-all (code=exited,
status=0/SUCCESS)
      Main PID: 2114 (code=exited, status=0/SUCCESS)

      systemd[1]: Starting Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot...
      nvme[2114]: traddr=nn-0x201700a098fd4ca6:pn-0x201800a098fd4ca6 is
already connected
      systemd[1]: nvmf-autoconnect.service: Deactivated successfully.
      systemd[1]: Finished Connect NVMe-oF subsystems automatically during
boot.

# systemctl status nvmefc-boot-connections.service
nvmefc-boot-connections.service - Auto-connect to subsystems on FC-NVME
devices found during boot
      Loaded: loaded (/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-
connections.service; enabled; vendor preset: enabled)
      Active: inactive (dead) since Thu 2023-05-25 14:55:00 IST; 11min ago
      Main PID: 1647 (code=exited, status=0/SUCCESS)

      systemd[1]: Starting Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot...
      systemd[1]: nvmefc-boot-connections.service: Succeeded.
      systemd[1]: Finished Auto-connect to subsystems on FC-NVME devices found
during boot.

```

## Konfiguration von NVMe/TCP

Zum Konfigurieren von NVMe/TCP können Sie das folgende Verfahren verwenden.

### Schritte

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

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

## Beispielausgabe:

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31

Discovery Log Number of Records 8, Generation counter 18
=====Discovery Log Entry 0===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 0
trsvid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 1
trsvid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.117
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 2
trsvid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.2.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 3===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: current discovery subsystem treq: not specified
portid: 3
trsvid: 8009 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery traddr:
192.168.1.116
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 4===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 0
trsvid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIENT
```

```

T116
traddr: 192.168.2.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 5===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 1
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIENT
T116
traddr: 192.168.1.117 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 6===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 2
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIENT
T116
traddr: 192.168.2.116 eflags: not specified sectype: none
=====Discovery Log Entry 7===== trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem treq: not specified portid: 3
trsvcid: 4420 subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_CLIENT
T116
traddr: 192.168.1.116 eflags: not specified sectype: none

```

2. Vergewissern Sie sich, dass alle anderen LIF-Kombinationen aus NVMe/TCP-Initiator und Ziel erfolgreich Daten der Erkennungsprotokollseite abrufen können:

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

**Beispielausgabe:**

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.36
# nvme discover -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.2.37
```

3. Führen Sie die aus `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP Initiator-Ziel-LIFs der Nodes hinweg:

```
nvme connect-all -t tcp -w host-traddr -a traddr -l
<ctrl_loss_timeout_in_seconds>
```

**Beispielausgabe:**

```
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.31 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.1.4 -a 192.168.1.32 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.36 -l -1  
# nvme connect-all -t tcp -w 192.168.2.5 -a 192.168.1.37 -l -1
```



NetApp empfiehlt die Einstellung `ctrl-loss-tmo` Option auf `-1` Damit der NVMe/TCP-Initiator versucht, sich im Falle eines Pfadverlusts auf unbestimmte Zeit erneut zu verbinden.

## NVMe-of validieren

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

### Schritte

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

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

2. Vergewissern Sie sich, dass der Host das korrekte Controller-Modell für die ONTAP-NVMe-Namespaces hat:

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

### Beispielausgabe:

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

3. Überprüfen Sie die NVMe-I/O-Richtlinie für den jeweiligen ONTAP-NVMe-I/O-Controller:

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

### Beispielausgabe:

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

4. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespace für den Host sichtbar sind:

```
nvme list -v
```

**Beispielausgabe:**

```
Subsystem          Subsystem-NQN
Controllers
-----
-----
nvme-subsy0      nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_dhcha
p      nvme0, nvme1, nvme2, nvme3

Device   SN           MN
FR       TxPort Asdress      Subsystem     Namespaces
-----
-----
nvme0    81LGgBUqsI3AAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsy0
nvme0n1
nvme1    81LGgBUqsI3AAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 nvme-subsy0
nvme0n1
nvme2    81LGgBUqsI3AAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsy0
nvme0n1
nvme3    81LGgBUqsI3AAAAAAAAAE NetApp ONTAP Controller  FFFFFFFF tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 nvme-subsy0
nvme0n1

Device   Generic      NSID      Usage           Format
Controllers
-----
-----
/dev/nvme0n1 /dev/ng0n1  0x1      1.07  GB /  1.07  GB  4 KiB +  0 B
nvme0, nvme1, nvme2, nvme3
```

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

```
nvme list-subsy /dev/<subsystem_name>
```

## NVMe/FC

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145
_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208200a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208500a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208400a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-
0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-
0x208300a098dfdd91,host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-
0x100000109b579d5f live non-optimized
```

## NVMe/TCP

```
# nvme list-subsys
nvme-subsys0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
hostnqn=nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:e58eca24-faff-11ea-8fee-
3a68dd3b5c5f
iopolicy=round-robin

+- nvme0 tcp
traddr=192.168.2.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme1 tcp
traddr=192.168.2.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.2.14 live
+- nvme2 tcp
traddr=192.168.1.214,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
+- nvme3 tcp
traddr=192.168.1.215,trsvcid=4420,host_traddr=192.168.1.14 live
```

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

## Spalte

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

## Beispielausgabe:

Device NSID UUID	Vserver	Namespace Path Size
/dev/nvme0n1 /vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10 40fa-8c20-759ea0d69d33	vs_CLIENT114 1	1.07GB c6586535-da8a-

## JSON

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

## Beispielausgabe:

```
{
  "ONTAPdevices": [
    {
      "Device": "/dev/nvme0n1",
      "Vserver": "vs_CLIENT114",
      "Namespace_Path": "/vol/CLIENT114_vol_0_10/CLIENT114_ns10",
      "NSID": 1,
      "UUID": "c6586535-da8a-40fa-8c20-759ea0d69d33",
      "Size": "1.07GB",
      "LBA_Data_Size": 4096,
      "Namespace_Size": 262144
    }
  ]
}
```

## Erstellen Sie einen persistenten Controller für die Erkennung

Ab ONTAP 9.11.1 können Sie einen persistenten Erkennungscontroller (Persistent Discovery Controller, PDC) für Ihren SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4-Host erstellen. Ein PDC ist erforderlich, um automatisch ein NVMe-Subsystem zu erkennen, das Szenario hinzufügt oder entfernt sowie Änderungen an den Daten der Erkennungsprotokollseite.

### Schritte

1. Überprüfen Sie, ob die Daten der Erkennungsprotokollseite verfügbar sind und über den Initiator-Port und die Ziel-LIF-Kombination abgerufen werden können:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr>
```

**Beispielausgabe anzeigen:**

```
Discovery Log Number of Records 16, Generation counter 14
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.1.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.1.215
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.215
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 3=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: current discovery subsystem
treq: not specified
portid: 0
```

```
trsvcid: 8009
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:discovery
traddr: 192.168.2.214
eflags: explicit discovery connections, duplicate discovery
information sectype: none
=====Discovery Log Entry 4=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 5=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 6=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dd11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 7=====
```

```
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_n
one
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 8=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 9=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 10=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
```

```
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 11=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.subsys_C
LIENT114
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 12=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.214
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 13=====
trtype: tcp
adrifam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.1.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 14=====
trtype: tcp
```

```
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.215
eflags: none
sectype: none
=====Discovery Log Entry 15=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.0501daf15dda11eeab68d039eaa7a232:subsystem.unidir_d
hchap
traddr: 192.168.2.214
eflags: none
sectype: none
```

## 2. Erstellen Sie ein PDC für das Erkennungs-Subsystem:

```
nvme discover -t <trtype> -w <host-traddr> -a <traddr> -p
```

### Beispielausgabe:

```
nvme discover -t tcp -w 192.168.1.16 -a 192.168.1.116 -p
```

## 3. Überprüfen Sie vom ONTAP-Controller aus, ob das PDC erstellt wurde:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vserver_name
```

### Beispielausgabe:

```
vserver nvme show-discovery-controller -instance -vserver vs_nvme175
Vserver Name: vs_CLIENT116 Controller ID: 00C0h
Discovery Subsystem NQN: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:discovery Logical
Interface UUID: d23ccb0a-c0a6-11ec-9731-d039ea165abc Logical Interface:
CLIENT116_lif_4a_1
Node: A400-14-124
Host NQN: nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-be09-
74362c0clafc
Transport Protocol: nvme-tcp
Initiator Transport Address: 192.168.1.16
Host Identifier: 59de25be738348f08a79df4bce9573f3 Admin Queue Depth: 32
Header Digest Enabled: false Data Digest Enabled: false
Vserver UUID: 48391d66-c0a6-11ec-aaa5-d039ea165514
```

## Sichere in-Band-Authentifizierung einrichten

Ab ONTAP 9.12.1 wird die sichere in-Band-Authentifizierung zwischen Ihrem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4-Host und Ihrem ONTAP-Controller über NVMe/TCP und NVMe/FC unterstützt.

Um eine sichere Authentifizierung einzurichten, muss jeder Host oder Controller einem zugeordnet sein **DH-HMAC-CHAP** Schlüssel: Eine Kombination aus NQN des NVMe-Hosts oder -Controllers und einem vom Administrator konfigurierten Authentifizierungsschlüssel. Um seinen Peer zu authentifizieren, muss ein NVMe-Host oder -Controller den dem Peer zugeordneten Schlüssel erkennen.

Sie können die sichere in-Band-Authentifizierung über die CLI oder eine JSON-Konfigurationsdatei einrichten. Wenn Sie unterschiedliche dhchap-Schlüssel für verschiedene Subsysteme angeben müssen, müssen Sie eine Konfigurations-JSON-Datei verwenden.

## CLI

### Schritte

1. Rufen Sie die Host-NQN ab:

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

2. Generieren Sie den dhchap-Schlüssel für den SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4-Host:

```
nvme gen-dhchap-key -s optional_secret -l key_length {32|48|64} -m HMAC_function {0|1|2|3} -n host_nqn
```

- -s secret key in hexadecimal characters to be used to initialize the host key
- -l length of the resulting key in bytes
- -m HMAC function to use for key transformation  
0 = none, 1= SHA-256, 2 = SHA-384, 3=SHA-512
- -n host NQN to use for key transformation

+

Im folgenden Beispiel wird ein zufälliger Dhchap-Schlüssel mit HMAC auf 3 (SHA-512) generiert.

```
# nvme gen-dhchap-key -m 3 -n nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:d3ca725a-ac8d-4d88-b46a-174ac235139b
DHCH-
1:03:J2UJQfj9f0pLnpF/ASDJRTyILKJRr5CougGpGdQSysPrLu6RW1fGl5VSjbeDF1n1DE
h3nVBe19nQ/LxreSBeH/bx/pU=:
```

1. Fügen Sie auf dem ONTAP-Controller den Host hinzu und geben Sie beide dhchap-Schlüssel an:

```
vserver nvme subsystem host add -vserver <svm_name> -subsystem
<subsystem> -host-nqn <host_nqn> -dhchap-host-secret
<authentication_host_secret> -dhchap-controller-secret
<authentication_controller_secret> -dhchap-hash-function {sha-
256|sha-512} -dhchap-group {none|2048-bit|3072-bit|4096-bit|6144-
bit|8192-bit}
```

2. Ein Host unterstützt zwei Arten von Authentifizierungsmethoden, unidirektional und bidirektional. Stellen Sie auf dem Host eine Verbindung zum ONTAP-Controller her, und geben Sie dhchap-Schlüssel basierend auf der gewählten Authentifizierungsmethode an:

```
nvme connect -t tcp -w <host-traddr> -a <tr-addr> -n <host_nqn> -S  
<authentication_host_secret> -C <authentication_controller_secret>
```

3. Validieren Sie den nvme connect authentication Durch Überprüfen der dhchap-Schlüssel für Host und Controller:

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

```
$cat /sys/class/nvme-subsystem/<nvme-subsyX>/nvme*/dhchap_secret
```

**Beispielausgabe für unidirektionale Konfiguration:**

```
SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-  
subsys1/nvme*/dhchap_secret  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQTyelJCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQTyelJCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQTyelJCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:  
DHHC-  
1:03:je1nQCmjJLUKD62mpYbz1puw0OIws86NB96uNO/t3jbvhp7fjyR9bIRjOHg8  
wQTyelJCFSMkBQH3pTKGdYR1OV9gx00=:
```

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

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

**Beispielausgabe für bidirektionale Konfiguration:**

```

SR650-14-114:~ # cat /sys/class/nvme-subsystem/nvme-
subsys6/nvme*/dhchap_ctrl_secret
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:
DHHC-
1:03:WorVEV83eY053kV4Ie150pphbX5LApH03F8fgH3913t1rkSGDBJTt3crXeTUB8f
CwGbPsEyz6CXxdQJi6kbn4IzmkFU=:

```

## JSON-Datei

Sie können das verwenden `/etc/nvme/config.json` Datei mit `nvme connect-all` Befehl, wenn in der ONTAP Controller-Konfiguration mehrere NVMe-Subsysteme verfügbar sind.

Sie können die JSON-Datei mit erstellen `-o` Option. Weitere Syntaxoptionen finden Sie auf den man-Pages für NVMe Connect-all.

## Schritte

- Konfigurieren Sie die JSON-Datei:

```

# cat /etc/nvme/config.json
[
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "hostid": "3ae10b42-21af-48ce-a40b-cfb5bad81839",
    "dhchap_key": "DHHC-
1:03:Cu3ZZf1z1WM1qZFnCMqpAgn/T6EV0cIFHez215U+Pow8jTgBF2UbNk3DK4wfk2E
ptWpnalrpwG5CndpOgxpRhx9m41w="
  },
  {
    "hostnqn": "nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:12372496-59c4-4d1b-
be09-74362c0c1afc",
    "subsystems": [
      {
        "nqn": "nqn.1992-
08.com.netapp:sn.48391d66c0a611ecaaa5d039ea165514:subsystem.subsys_C
LIENT116",
        "ports": [

```

```

{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.1.117",
    "host_traddr": "192.168.1.16",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
},
{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.1.116",
    "host_traddr": "192.168.1.16",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
},
{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.2.117",
    "host_traddr": "192.168.2.16",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
},
{
    "transport": "tcp",
    "traddr": "192.168.2.116",
    "host_traddr": "192.168.2.16",
    "trsvcid": "4420",
    "dhchap_ctrl_key": "DHHC-
1:01:0h58bcT/uu0rCpGsDYU6ZHvRuVqsYKuBRS0Nu0VPx5HEwaZ:"
}
]
}
]
}
]

[NOTE]

```

In the preceding example, `dhchap\_key` corresponds to `dhchap\_secret` and `dhchap\_ctrl\_key` corresponds to `dhchap\_ctrl\_secret`.

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

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

**Beispielausgabe:**

```
traddr=192.168.2.116 is already connected  
traddr=192.168.1.116 is already connected  
traddr=192.168.2.117 is already connected  
traddr=192.168.1.117 is already connected  
traddr=192.168.2.117 is already connected  
traddr=192.168.1.117 is already connected  
traddr=192.168.2.116 is already connected  
traddr=192.168.1.116 is already connected  
traddr=192.168.2.116 is already connected  
traddr=192.168.1.116 is already connected  
traddr=192.168.2.117 is already connected  
traddr=192.168.1.117 is already connected
```

3. Überprüfen Sie, ob die dhchap-Geheimnisse für die jeweiligen Controller für jedes Subsystem aktiviert wurden:

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

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

**Beispielausgabe:**

```
DHHC-1:01:NunEWY7AZlXqxITGheByarwZdQvU4ebZg9HOjIr6nOHEkxJg:
```

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

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

**Beispielausgabe:**

```
DHHC-  
1:03:2YJinsxa2v3+m8qqCiTnmgBZoH6mIT6G/6f0aGO8viVZB4VLNLH4z8CvK7pVYxN  
6S5foAtaU3DNi12rieRMfdbq3704=:
```

## Bekannte Probleme

Es gibt keine bekannten Probleme für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP4 mit ONTAP-Version.

# NVMe-of-Host-Konfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 mit ONTAP

NVMe over Fabrics oder NVMe-of (einschließlich NVMe/FC und andere Übertragungen) wird für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 mit ANA (Asymmetric Namespace Access) unterstützt. ANA ist das ALUA-Äquivalent für NVMe-of Umgebungen und wird derzeit mit in-Kernel NVMe Multipath implementiert. Mit diesem Verfahren können Sie NVMe-of mit in-Kernel NVMe Multipath unter Verwendung von ANA unter SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 und ONTAP als Ziel aktivieren.

Genaue Details zu unterstützten Konfigurationen finden Sie in der "[Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

## Funktionen

- SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 unterstützt NVMe/FC und andere Übertragungen.
- Es gibt keine Unterstützung für NVMe-of für Sanlun. Daher gibt es keine Unterstützung für Linux Host Utilities für NVMe-of unter SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3. Sie können sich auf das NetApp Plug-in im nativen nvme-cli-Paket für NVMe-of verlassen. Dies sollte alle NVMe-of-Übertragungen unterstützen.
- NVMe- und SCSI-Datenverkehr können auf demselben Host ausgeführt werden. Es wird also von einer häufig implementierten Host-Konfiguration für Kunden ausgegangen. Daher können Sie bei SCSI wie gewohnt für SCSI-LUNs konfigurieren `dm-multipath`, die zu `mpath`-Geräten führen, während NVMe Multipath möglicherweise verwendet wird, um NVMe-of Multipath-Geräte auf dem Host zu konfigurieren.

## Bekannte Einschränkungen

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

## Aktivieren Sie NVMe Multipath im Kernel

NVMe Multipath im Kernel ist bereits standardmäßig auf SUSE Linux Enterprise Server-Hosts wie SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 aktiviert. Daher ist hier keine weitere Einstellung erforderlich. Genaue Details zu unterstützten Konfigurationen finden Sie in der "[Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

## NVMe-of-Initiator-Pakete

Genaue Details zu unterstützten Konfigurationen finden Sie in der "[Interoperabilitäts-Matrix-Tool](#)".

1. Vergewissern Sie sich, dass die erforderlichen Kernel- und nvme-cli-MU-Pakete auf dem MU-Host SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 installiert sind.

Beispiel:

```
# uname -r  
5.3.18-59.5-default  
  
# rpm -qa|grep nvme-cli  
nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64
```

Das oben genannte nvme-cli MU-Paket umfasst jetzt Folgendes:

- **NVMe/FC Skripts zur automatischen Verbindung** - erforderlich für NVMe/FC Auto-(re)Verbindung, wenn zugrunde liegende Pfade zu den Namespaces wiederhergestellt werden sowie während des Host-Neustarts:

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64  
/etc/nvme  
/etc/nvme/hostid  
/etc/nvme/hostnqn  
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service  
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-connect.target  
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-connect@.service  
...
```

- **ONTAP udev Rule** - Neue udev-Regel zur Gewährleistung der standardmäßigen NVMe-Multipath-Round-Robin-Load-Balancer für alle ONTAP-Namespace:

```
# rpm -ql nvme-cli-1.13-3.3.1.x86_64  
/etc/nvme  
/etc/nvme/hostid  
/etc/nvme/hostnqn  
/usr/lib/systemd/system/nvmefc-boot-connections.service  
/usr/lib/systemd/system/nvmf-autoconnect.service  
/usr/lib/systemd/system/nvmf-connect.target  
/usr/lib/systemd/system/nvmf-connect@.service  
/usr/lib/udev/rules.d/70-nvmf-autoconnect.rules  
/usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-iopolicy-netapp.rules  
...  
# cat /usr/lib/udev/rules.d/71-nvmf-iopolicy-netapp.rules  
# Enable round-robin for NetApp ONTAP and NetApp E-Series  
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp  
ONTAP Controller", ATTR{iopolicy}="round-robin"  
ACTION=="add", SUBSYSTEM=="nvme-subsystem", ATTR{model}=="NetApp E-  
Series", ATTR{iopolicy}="round-robin"
```

- **NetApp Plug-in für ONTAP Geräte** - das bestehende NetApp Plug-in wurde jetzt geändert, um auch ONTAP Namespaces zu verarbeiten.

2. Prüfen Sie die hostnqn-Zeichenfolge bei /etc/nvme/hostnqn Auf dem Host und stellen Sie sicher, dass es ordnungsgemäß mit der hostnqn-Zeichenfolge für das entsprechende Subsystem auf dem ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fcnvme_145
Vserver      Subsystem      Host NQN
-----
vs_nvme_145  nvme_145_1  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
          nvme_145_2  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
          nvme_145_3  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
          nvme_145_4  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
          nvme_145_5  nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-
41a6-a1fd-cf8262c8713f
5 entries were displayed.
```

Je nach dem FC-Adapter, der auf dem Host verwendet wird, fahren Sie mit den folgenden Schritten fort.

## Konfiguration von NVMe/FC

### Broadcom/Emulex

1. Vergewissern Sie sich, dass die empfohlenen Adapter- und Firmware-Versionen vorliegen. Beispiel:

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modelname
LPe32002-M2
LPe32002-M2
# cat /sys/class/scsi_host/host*/modeldesc
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
Emulex LightPulse LPe32002-M2 2-Port 32Gb Fibre Channel Adapter
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev
12.8.340.8, sli-4:2:c
12.8.840.8, sli-4:2:c
```

- Die neueren lpfc-Treiber (sowohl inbox als auch outbox) haben bereits den Standardwert lpfc\_enable\_fc4\_type auf 3 gesetzt, daher müssen Sie diesen nicht mehr explizit in der /etc/modprobe.d/lpfc.conf, Und erstellen Sie die initrd. Der lpfc nvme Die Unterstützung ist bereits standardmäßig aktiviert:

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

- Der bestehende native Inbox Ipfca Treiber ist bereits der neueste und kompatibel mit NVMe/FC. Daher müssen Sie den Ipfca ooob-Treiber nicht installieren.

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.10
```

2. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden:

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f  
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_state  
Online  
Online
```

3. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind, dass die Ziel-Ports angezeigt werden und alle Ports ausgeführt werden. + im folgenden Beispiel ist nur ein Initiator-Port aktiviert und mit zwei Ziel-LIFs verbunden:

```

# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000003ceb594f Issue 00000003ce65dbe OutIO
fffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03 TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000003c9859ca Issue 00000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3

```

#### 4. Starten Sie den Host neu.

##### **1 MB I/O-Größe aktivieren (optional)**

ONTAP meldet in den Identify Controller-Daten ein MDTs (MAX Data Transfer Size) von 8, was bedeutet, dass die maximale E/A-Anforderungsgröße bis zu 1 MB betragen sollte. Um jedoch I/O-Anforderungen der Größe 1 MB für den Broadcom NVMe/FC-Host auszustellen, sollte der lpfc-Parameter `lpfc_sg_seg_cnt` auch bis zu 256 vom Standardwert 64 entfernt werden. Befolgen Sie dazu die folgenden Anweisungen:

1. Fügen Sie den Wert 256 in der jeweiligen hinzu `modprobe lpfc.conf` Datei:

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

2. Führen Sie den Befehl aus `dracut -f`, und starten Sie den Host neu.
3. Überprüfen Sie nach dem Neustart, ob die oben genannte Einstellung angewendet wurde, indem Sie den entsprechenden sysfs-Wert überprüfen:

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

Jetzt sollte der Broadcom NVMe/FC-Host in der Lage sein, 1-MB-I/O-Anfragen an den ONTAP Namespace-Geräten zu senden.

### Marvell/QLogic

Der native Inbox qla2xxx-Treiber, der im neueren SUSE Linux Enterprise Server 15 SP3 MU-Kernel enthalten ist, verfügt über die neuesten Upstream-Fehlerbehebungen. Diese Fehlerbehebungen sind für die Unterstützung von ONTAP unerlässlich.

1. Vergewissern Sie sich, dass Sie den unterstützten Adapertreiber und die unterstützten Firmware-Versionen ausführen, z. B.:

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

2. Verifizieren `ql2xnvmeenable` Ist gesetzt, sodass der Marvell-Adapter als NVMe/FC-Initiator fungieren kann:

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

## Konfiguration von NVMe/TCP

Im Gegensatz zu NVMe/FC verfügt NVMe/TCP über keine automatische Verbindungsfunction. Es gibt zwei wesentliche Einschränkungen für den Linux NVMe/TCP-Host:

- **Kein automatischer erneuter Verbindungsaufbau nach der Wiederherstellung von Pfaden**  
NVMe/TCP kann nicht automatisch eine Verbindung zu einem Pfad herstellen, der über den Standard hinaus wiederhergestellt ist `ctrl-loss-tmo` Timer von 10 Minuten nach einem Pfad nach unten.
- **Beim Host-Bootup kann keine automatische Verbindung hergestellt werden** NVMe/TCP kann auch beim Host-Bootup nicht automatisch eine Verbindung herstellen.

Sie sollten den Wiederholungszeitraum für Failover-Ereignisse auf mindestens 30 Minuten einstellen, um Zeitüberschreitungen zu vermeiden. Sie können den Wiederholungszeitraum erhöhen, indem Sie den Wert des `Ctrl_Loss_tmo`-Timers erhöhen. Im Folgenden sind die Details aufgeführt:

## Schritte

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

```
# nvme discover -t tcp -w 192.168.1.8 -a 192.168.1.51
Discovery Log Number of Records 10, Generation counter 119
=====Discovery Log Entry 0=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbad039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
=====Discovery Log Entry 1=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 1
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbad039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_1
traddr: 192.168.1.51
sectype: none
=====Discovery Log Entry 2=====
trtype: tcp
adrfam: ipv4
subtype: nvme subsystem
treq: not specified
portid: 0
trsvcid: 4420
subnqn: nqn.1992-
08.com.netapp:sn.56e362e9bb4f11ebbad039ea165abc:subsystem.nvme_118_tcp
_2
traddr: 192.168.2.56
sectype: none
...
...
```

2. Überprüfen Sie, ob andere LIF-Kombos des NVMe/TCP-Initiators-Initiators erfolgreich die Daten der Erkennungsprotokoll-Seite abrufen können. Beispiel:

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

3. Laufen `nvme connect-all` Befehl über alle unterstützten NVMe/TCP-Initiator-Ziel-LIFs über die Nodes hinweg Stellen Sie einen längeren Zeitraum ein `ctrl_loss_tmo` Zeitschaltuhr-Wiederholungszeitraum (z. B. 30 Minuten, die über eingestellt werden kann `-l 1800`) Während des connect-all, so dass es für einen längeren Zeitraum im Falle eines Pfadverlusts erneut versuchen würde. Beispiel:

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

## NVMe-of validieren

1. Überprüfung des NVMe Multipath im Kernel durch Prüfung:

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

2. Vergewissern Sie sich, dass die entsprechenden NVMe-of Einstellungen (z. B. `model` Auf `einstellen` NetApp ONTAP Controller Und `load balancing iopolicy` Auf `einstellen round-robin`) Für die jeweiligen ONTAP-Namespace richtig reflektieren auf dem Host:

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

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

3. Vergewissern Sie sich, dass die ONTAP-Namespace auf dem Host ordnungsgemäß reflektieren. Beispiel:

```
# nvme list
Node SN Model Namespace
-----
/dev/nvme0n1 81CZ5BQuUNfGAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1

Usage Format FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

Ein weiteres Beispiel:

```
# nvme list
Node SN Model Namespace
-----
/dev/nvme0n1 81CYrBQuTHQFAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1

Usage Format FW Rev
-----
85.90 GB / 85.90 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

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

```
# nvme list-subsy /dev/nvme1n1
nvme-subsy1 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1
\
+- nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live non-optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live non-optimized
+- nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized
+- nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

Ein weiteres Beispiel:

```
#nvme list-subsy /dev/nvme0n1
nvme-subsy0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.37ba7d9cbfb11eba35dd039ea165514:subsystem.nvme_114_tcp
_1
 \
+- nvme0 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme1 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live optimized
+- nvme10 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme11 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.1.4
live non-optimized
+- nvme20 tcp traddr=192.168.2.36 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme21 tcp traddr=192.168.1.31 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live optimized
+- nvme30 tcp traddr=192.168.2.37 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
+- nvme31 tcp traddr=192.168.1.32 trsvcid=4420 host_traddr=192.168.2.5
live non-optimized
```

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

```

# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----  -----
----- /dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns

NSID  UUID                      Size
----  -----  -----
1     23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    }
  ]
}

```

Ein weiteres Beispiel:

```

# nvme netapp ontapdevices -o column
Device          Vserver          Namespace Path
-----
-----
/dev/nvme0n1  vs_tcp_114      /vol/tcpnvme_114_1_0_1/tcpnvme_114_ns

NSID  UUID                      Size
----  -----                      -----
1     a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686  85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
    "ONTAPdevices" : [
        {
            "Device" : "/dev/nvme0n1",
            "Vserver" : "vs_tcp_114",
            "Namespace_Path" : "/vol/tcpnvme_114_1_0_1/tcpnvme_114_ns",
            "NSID" : 1,
            "UUID" : "a6aee036-e12f-4b07-8e79-4d38a9165686",
            "Size" : "85.90GB",
            "LBA_Data_Size" : 4096,
            "Namespace_Size" : 20971520
        }
    ]
}

```

## Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

## NVMe/FC-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 mit ONTAP

NVMe/FC wird auf ONTAP 9 6 und höher mit SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 unterstützt. Auf dem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2-Host kann sowohl NVMe/FC- als auch FCP-Datenverkehr über dieselben Fibre-Channel-Initiator-Adapter-Ports ausgeführt werden. Eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller finden Sie im ["Hardware Universe"](#).

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



Mit den in diesem Verfahren angegebenen Konfigurationseinstellungen können Sie Cloud-Clients konfigurieren, die mit und verbunden "["Cloud Volumes ONTAP"](#)"["Amazon FSX für ONTAP"](#)" sind.

## Bekannte Einschränkungen

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

## Aktivieren Sie NVMe/FC unter SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2

1. Führen Sie ein Upgrade auf die empfohlene SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 MU-Kernel-Version durch.
2. Upgrade des nativen nvme-cli-Pakets

Dieses native nvme-cli-Paket enthält die automatischen NVMe/FC-connect-Skripte, die ONTAP udev-Regel für den Round-Robin-Lastausgleich für NVMe Multipath und das NetApp Plug-in für ONTAP Namespaces.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli  
nvme-cli-1.10-2.38.x86_64
```

3. Überprüfen Sie auf dem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2-Host die NQN-Hostzeichenfolge unter /etc/nvme/hostnqn, und vergewissern Sie sich, dass sie mit der NQN-Hostzeichenfolge für das entsprechende Subsystem im ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:3ca559e1-5588-4fc4-b7d6-5ccfb0b9f054
```

```
::> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_fcnvme_145  
Vserver Subsystem Host NQN  
-----  
-----  
vs_fcnvme_145  
nvme_145_1  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f  
nvme_145_2  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f  
nvme_145_3  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f  
nvme_145_4  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f  
nvme_145_5  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:c7b07b16-a22e-41a6-a1fd-cf8262c8713f  
5 entries were displayed.
```

4. Starten Sie den Host neu.

## Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

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

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

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

2. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und native Inbox-Treiber-Versionen verwenden.

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

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.8.0.2
```

3. Stellen Sie sicher, dass lpfc\_enable\_fc4\_type auf 3 gesetzt ist.

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

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x100000109b579d5e  
0x100000109b579d5f
```

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

5. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-LIFs ausgeführt werden können.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x100000109b579d5e WWNN x200000109b579d5e DID
x011c00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208400a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x011503
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208500a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010003
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e49 Cmpl 0000000e49 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000003ceb594f Issue 00000003ce65dbe OutIO
fffffffffffffb046f
abort 00000bd2 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 000014f4 Err 00012abd
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc1 Total 6144 IO 5894 ELS 250
NVME LPORT lpfc1 WWPN x100000109b579d5f WWNN x200000109b579d5f DID
x011b00 ONLINE
NVME RPORT WWPN x208300a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x010c03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x208200a098dfdd91 WWNN x208100a098dfdd91 DID x012a03
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
LS: Xmt 0000000e50 Cmpl 0000000e50 Abort 00000000
LS XMIT: Err 00000000 CMPL: xb 00000000 Err 00000000
Total FCP Cmpl 00000003c9859ca Issue 00000003c93515e OutIO
fffffffffffffaf794
abort 00000b73 noxri 00000000 nondlp 00000000 qdepth 00000000 wqerr
00000000 err 00000000
FCP CMPL: xb 0000159d Err 000135c3
```

## NVMe/FC validieren

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

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

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

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

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

```
# nvme list  
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev  
-----  
-----  
-----  
/dev/nvme1n1 814vWBNRwfBGAAAAAAAB NetApp ONTAP Controller 1 85.90 GB /  
85.90 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsys /dev/nvme1n1  
nvme-subsys1 - NQN=nqn.1992-  
08.com.netapp:sn.04ba0732530911ea8e8300a098dfdd91:subsystem.nvme_145_1  
\  
++ nvme2 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208200a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live  
inaccessible  
++ nvme3 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208500a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live  
inaccessible  
++ nvme4 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208400a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b579d5e:pn-0x100000109b579d5e live optimized  
++ nvme6 fc traddr=nn-0x208100a098dfdd91:pn-0x208300a098dfdd91  
host_traddr=nn-0x200000109b579d5f:pn-0x100000109b579d5f live optimized
```

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

```

# nvme netapp ontapdevices -o column
Device Vserver Namespace Path NSID UUID Size
-----
-----
-----
/dev/nvme1n1 vserver_fcnvme_145 /vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns
1 23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1 85.90GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme1n1",
      "Vserver" : "vserver_fcnvme_145",
      "Namespace_Path" : "/vol/fcnvme_145_vol_1_0_0/fcnvme_145_ns",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "23766b68-e261-444e-b378-2e84dbe0e5e1",
      "Size" : "85.90GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 20971520
    },
  ]
}

```

## Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

## Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet 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

- 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
```

## LPFC Verbose Logging

Legen Sie den lpfc-Treiber für NVMe/FC fest.

### Schritte

1. Stellen Sie die ein `lpfc_log_verbose` Treibereinstellung auf einen der folgenden Werte, um NVMe/FC-Ereignisse zu protokollieren.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. Führen Sie nach dem Festlegen der Werte den aus `dracut-f` Führen Sie einen Befehl aus und starten Sie den Host neu.
3. Überprüfen Sie die Einstellungen.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

## NVMe/FC-Hostkonfiguration für SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 mit ONTAP

Sie können NVMe over Fibre Channel (NVMe/FC) auf Hosts konfigurieren, auf denen SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 und ONTAP als Ziel ausgeführt werden.

Ab ONTAP 9.6 wird NVMe/FC für die folgenden Versionen von SUSE Linux Enterprise Server unterstützt:

- SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1

Auf dem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1-Host kann sowohl NVMe/FC- als auch FCP-Datenverkehr über dieselben Fibre-Channel-Initiator-Adapter-Ports ausgeführt werden. Eine Liste der unterstützten FC-Adapter und Controller finden Sie im "[Hardware Universe](#)".

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

- Das nvme-cli-Paket enthält native NVMe/FC-Skripts für die automatische Verbindung. Sie können den nativen Inbox-lpfc-Treiber unter SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1 verwenden.

## Bekannte Einschränkungen

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

## Aktivieren Sie NVMe/FC unter SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1

- Führen Sie ein Upgrade auf den empfohlenen SUSE Linux Enterprise Server 15 SP2 MU-Kernel durch
- Führen Sie ein Upgrade auf die empfohlene nvme-cli MU-Version durch.

Dieses nvme-cli-Paket enthält die nativen automatischen NVMe/FC-Verbindungsskripts, sodass Sie die von Broadcom bereitgestellten externen NVMe/FC-Skripts für die automatische Verbindung nicht auf dem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1-Host installieren müssen. Dieses Paket enthält außerdem die ONTAP udev-Regel für den Round Robin-Lastausgleich für NVMe Multipath und das NetApp Plug-in für ONTAP Geräte.

```
# rpm -qa | grep nvme-cli  
nvme-cli-1.8.1-6.9.1.x86_64
```

- Überprüfen Sie auf dem SUSE Linux Enterprise Server 15 SP1-Host die NQN-Hostzeichenfolge unter /etc/nvme/hostnqn, und vergewissern Sie sich, dass sie mit der NQN-Hostzeichenfolge für das entsprechende Subsystem im ONTAP-Array übereinstimmt. Beispiel:

```
# cat /etc/nvme/hostnqn  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

```
*> vserver nvme subsystem host show -vserver vs_nvme_10  
Vserver Subsystem Host NQN  
-----  
sles_117_nvme_ss_10_0  
nqn.2014-08.org.nvmexpress:uuid:75953f3b-77fe-4e03-bf3c-09d5a156fbcd
```

- Starten Sie den Host neu.

## Konfigurieren Sie den Broadcom FC-Adapter für NVMe/FC

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

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

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

2. Stellen Sie sicher, dass Sie die empfohlene Broadcom lpfc-Firmware und native Inbox-Treiber-Versionen verwenden.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/fwrev  
12.4.243.17, sil-4.2.c  
12.4.243.17, sil-4.2.c
```

```
# cat /sys/module/lpfc/version  
0:12.6.0.0
```

3. Stellen Sie sicher, dass lpfc\_enable\_fc4\_type auf 3 gesetzt ist.

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

4. Vergewissern Sie sich, dass die Initiator-Ports ausgeführt werden.

```
# cat /sys/class/fc_host/host*/port_name  
0x10000090fae0ec61  
0x10000090fae0ec62
```

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

5. Vergewissern Sie sich, dass die NVMe/FC-Initiator-Ports aktiviert sind und die Ziel-LIFs ausgeführt werden können.

```
# cat /sys/class/scsi_host/host*/nvme_info
NVME Initiator Enabled
XRI Dist lpfc0 Total 6144 NVME 2947 SCSI 2977 ELS 250
NVME LPORT lpfc0 WWPN x10000090fae0ec61 WWNN x20000090fae0ec61 DID
x012000 ONLINE
NVME RPORT WWPN x202d00a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010201
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME RPORT WWPN x203100a098c80f09 WWNN x202c00a098c80f09 DID x010601
TARGET DISCSRVC ONLINE
NVME Statistics
...
```

## NVMe/FC validieren

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

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

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

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

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

```
# nvme list
Node SN Model Namespace Usage Format FW Rev
-----
/dev/nvme0n1 80BADBKnB/JvAAAAAAAC NetApp ONTAP Controller 1 53.69 GB /
53.69 GB 4 KiB + 0 B FFFFFFFF
```

3. Überprüfen Sie den Status der ANA-Pfade.

```
# nvme list-subsy /dev/nvme0n1
Nvme-subsyf0 - NQN=nqn.1992-
08.com.netapp:sn.341541339b9511e8a9b500a098c80f09:subsystem.sles_117_nvm
e_ss_10_0
\
+- nvme0 fc traddr=nn-0x202c00a098c80f09:pn-0x202d00a098c80f09
host_traddr=nn-0x20000090fae0ec61:pn-0x10000090fae0ec61 live optimized
+- nvme1 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207600a098dfdd91
host_traddr=nn-0x20000109b1c1204:pn-0x10000109b1c1204 live
inaccessible
+- nvme2 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207500a098dfdd91
host_traddr=nn-0x20000109b1c1205:pn-0x10000109b1c1205 live optimized
+- nvme3 fc traddr=nn-0x207300a098dfdd91:pn-0x207700a098dfdd91 host
traddr=nn-0x20000109b1c1205:pn-0x10000109b1c1205 live inaccessible
```

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

```
# nvme netapp ontapdevices -o column
Device Vserver Namespace Path NSID UUID Size
----- -----
/dev/nvme0n1 vs_nvme_10 /vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0
1 55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad 53.69GB

# nvme netapp ontapdevices -o json
{
  "ONTAPdevices" : [
    {
      "Device" : "/dev/nvme0n1",
      "Vserver" : "vs_nvme_10",
      "Namespace_Path" : "/vol/sles_117_vol_10_0/sles_117_ns_10_0",
      "NSID" : 1,
      "UUID" : "55baf453-f629-4a18-9364-b6aee3f50dad",
      "Size" : "53.69GB",
      "LBA_Data_Size" : 4096,
      "Namespace_Size" : 13107200
    }
  ]
}
```

## Bekannte Probleme

Es sind keine Probleme bekannt.

## Aktivieren Sie 1 MB I/O-Größe für Broadcom NVMe/FC

ONTAP meldet 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
```

## LPFC Verbose Logging

Legen Sie den lpfc-Treiber für NVMe/FC fest.

### Schritte

1. Stellen Sie die ein lpfc\_log\_verbose Treibereinstellung auf einen der folgenden Werte, um NVMe/FC-Ereignisse zu protokollieren.

```
#define LOG_NVME 0x00100000 /* NVME general events. */
#define LOG_NVME_DISC 0x00200000 /* NVME Discovery/Connect events. */
#define LOG_NVME_ABTS 0x00400000 /* NVME ABTS events. */
#define LOG_NVME_IOERR 0x00800000 /* NVME IO Error events. */
```

2. Führen Sie nach dem Festlegen der Werte den aus dracut-f Führen Sie einen Befehl aus und starten Sie den Host neu.
3. Überprüfen Sie die Einstellungen.

```
# cat /etc/modprobe.d/lpfc.conf options lpfc lpfc_log_verbose=0xf00083  
# cat /sys/module/lpfc/parameters/lpfc_log_verbose 15728771
```

## **Copyright-Informationen**

Copyright © 2025 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 BESCHRÄNKKT 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, BEISPIELHAFFE SCHÄDEN ODER FOLGESCHÄDEN (EINSCHLIESSLICH, JEDOCH NICHT BESCHRÄNKKT 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 IRGENDERWEINER 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.