

Verwendung von nicht segmentiertem Global Table Multicast (GTM) für mVPN

Inhalt

[Einleitung](#)

[Voraussetzungen](#)

[Anforderungen](#)

[Verwendete Komponenten](#)

[Hintergrundinformationen](#)

[Architektur](#)

[Welche Änderungen werden mit RFC 6513/6514 vorgenommen?](#)

[Konfigurationsänderungen](#)

[Routenankündigung](#)

[Beispiele](#)

[Beispiel 1: Profil 12: Standard-MDT - mLDP - P2MP - BGP-AD - BGP C-mcast Signaling](#)

[Konfiguration](#)

[Fehlerbehebung](#)

[Eingangsgrenzrouter](#)

[Ausgangs-Border-Router](#)

[Beispiel 2: Profil 20 Standard-MDT - P2MP-TE - BGP-AD - PIM - C-Multicast-Signalisierung](#)

[Konfiguration](#)

[Fehlerbehebung](#)

[Eingangsgrenzrouter](#)

[Ausgangs-Border-Router](#)

[Beispiel 3: Wie in Beispiel 1, aber es gibt iBGP zwischen PE und Border Router](#)

[Beispiel 4: Nahtloses MPLS](#)

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die nicht segmentierte Global Table Multicast (GTM) für mVPN.

Voraussetzungen

Anforderungen

Es gibt keine spezifischen Anforderungen für dieses Dokument.

Verwendete Komponenten

Dieses Dokument ist nicht auf bestimmte Software- und Hardware-Versionen beschränkt.

Die Informationen in diesem Dokument beziehen sich auf Geräte in einer speziell eingerichteten Testumgebung. Alle Geräte, die in diesem Dokument benutzt wurden, begannen mit einer gelöschten (Nichterfüllungs) Konfiguration. Wenn Ihr Netzwerk in Betrieb ist, stellen Sie sicher, dass Sie die möglichen Auswirkungen aller Befehle verstehen.

Hintergrundinformationen

NG mVPN (RFC 6513/6514) hat viele Profile. Die meisten Profile verfügen über Virtual Private Network (VPN) oder Virtual Routing/Forwarding (VRF) an den PE-Routern. Einige Profile (Profile 7 und befinden sich im globalen Kontext. Für diese bereits globalen Profile wird BGP Auto Discovery (AD) mit GTM eingeführt. Für die Profile, die sich im VRF-Kontext befinden, sind die Profile jetzt im globalen Kontext mit dem Multicast Distribution Tree (MDT) verfügbar. Dies sind alle nicht segmentierten GTM-Modelle. Die von nicht segmentiertem GTM verwendeten Verfahren werden in IETF draft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcast beschrieben.

[RFC 7524](#) und [Draft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcast \(RFC 7716\)](#) erfordern, dass die GTM-Quelladressen über BGP-Unicast-Routen erreichbar sind (entweder address-family ipv4 unicast oder address-family ipv4 multicast).

Der Vorteil des [Draft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcast](#) gegenüber RFC 7524 besteht darin, dass die gleichen Verfahren wie für reguläres NG mVPN (RFC 6514) verwendet werden.

Mit GTM kann das mVPN nicht segmentiert oder segmentiert werden.

Architektur

In diesem Artikel wird der Begriff Border Router für einen ABR, ASBR oder Aggregation Router verwendet, der zwei Segmente des Netzwerks verbindet. Typischerweise befindet sich der ABR in nahtlosen MPLS-Netzwerken. Der ASBR wird bei Verwendung eines Inter-AS MPLS VPN verwendet. Der Aggregation Router wird verwendet, wenn ein nicht segmentierter GTM-Overlay-Router die beiden Teile des Core-Netzwerks verbindet, wenn beide Teile ein anderes Multicast Core Tree-Protokoll ausführen. Der Aggregation Router kann beispielsweise den PIM-Teil des Core-Netzwerks mit dem mLDP-Teil des Core-Netzwerks verbinden.

Für jedes Modell kann SAFI 2 verwendet werden. Der Vorteil besteht darin, dass SAFI 2 eine andere Topologie als SAFI 1 haben kann. Daher kann die RPF für Multicast geändert werden, ohne die Unicast-Weiterleitung zu ändern.

Ein Border Router unterstützt keine Dual-Kapselung. Dies bedeutet, dass der Router Multicast nicht auf zwei oder Modi gleichzeitig Core-Tree-Protokolle weiterleiten kann. Dies kann normalerweise verwendet werden, wenn Sie von einem Core-Tree zu einem anderen migrieren. Während der Migration wird der Eingangs-PE an beide Core-Trees weitergeleitet. Bei Grenzroutern ist dies nicht möglich.

Die GTM-Architektur unterstützt nicht segmentierte und segmentierte GTM. In diesem Dokument wird nur das nicht segmentierte Segment Translation Memory (GTM) behandelt.

Die Verfahren für nicht segmentiertes GTM-Overlay sind in [draft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcast](#) beschrieben. Es werden die gleichen Verfahren wie in RFC 6513/6514 mit einigen Änderungen befolgt.

Welche Änderungen werden mit RFC 6513/6514 vorgenommen?

Mit GTM gelten die nächsten Punkte. Einige sind identisch mit RFC 6513/6514, andere wiederum unterschiedlich.

- SFS (Single Forwarding Selection) wird nicht unterstützt.
- AF IPv6 wird unterstützt.
- Die C-PIM- und C-BGP-Signalisierung wird unterstützt.
- An den zum Netzwerk-Edge gerichteten Schnittstellen der PE-Router ist kein VRF vorhanden. Diese Schnittstellen sind jetzt global. Diese Router werden im Draft-ietf-bess-mvpn-global-table-mcast als Protocol Boundary Router (PBR) bezeichnet. Diese Router sind mit einem LSM-Core-Tree-Protokoll und PIM verbunden. Wir nennen diese Router die Grenzrouter.
- Im Core-Netzwerk wird ein LSM-Core-Protokoll (Label Switched Multicast) ausgeführt.
- mLDP, P2MP TE (statisch und dynamisch) und IR werden unterstützt.
- Standard-, partitionierte und Daten-MDTs werden unterstützt.
- Da GTM keine VPNv4/6-Präfixe enthält, sind VRF Route-Import EC und Source-AS EC mit den IPv4-Unicast- (SAFI 1) oder Multicast- (SAFI 2) Präfixen verbunden.

Die Routen-Typen 1, 3 und 5 verfügen über RTs. In Cisco IOS® XR müssen diese RTs für GTM vorhanden sein, auch wenn dies laut Entwurf nicht erforderlich ist. Damit GTM verwendet werden kann, müssen die RTs unter BGP konfiguriert werden. Diese RTs ähneln den RTs, die in den VRFs für reguläre mVPNs verwendet werden. Sie gelten jedoch jetzt für den globalen Kontext. Die Routentypen 4, 6 und 7 übertragen ein RT, das den Upstream-PE-Router identifiziert. Das Feld für den globalen Administrator ist die IP-Adresse des Upstream-PE. Das Feld für den lokalen Administrator ist für GTM auf 0 gesetzt (es identifiziert die VRF-Instanz in einem nicht GTM-fähigen oder regulären mVPN).

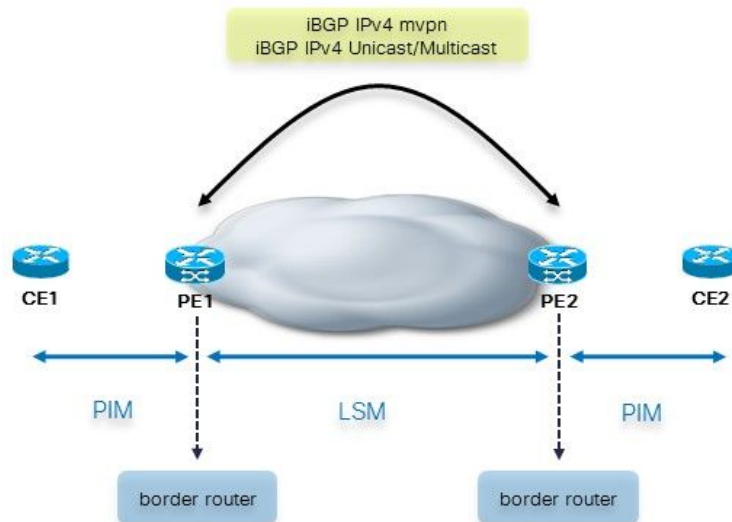
Die PE-Router werden zu verbindenden Routern zwischen einem Label Switched Multicast (LSM) Core Tree Protocol (mLDP, P2MP Traffic Engineering, Ingress Replication (IR)) und PIM. Es gibt also einen Teil des Core-Netzwerks, der LSM ausführt, und einen Teil des Core-Netzwerks, der PIM ausführt. Rufen wir die Core-Router an, die als Schnittstelle zwischen dem LSM-Teil des Netzwerks und dem PIM-Teil des Netzwerks fungieren, den Border Router. In einigen der folgenden Beispiele werden sie als C-PE-Router (C für Core) bezeichnet.

Bei diesen Grenzroutern handelt es sich um die Router mit der für GTM erforderlichen Konfiguration. Keiner der anderen Router ist GTM-fähig.

Die Konfiguration für GTM ähnelt der für die regulären mVPN-Profilen erforderlichen Konfiguration. Es ist lediglich so, dass sich die Schnittstellen zum Edge nicht in einer VRF-Instanz befinden. Es gibt keinen regulären Route Distinguisher, da es keine VRFs gibt. Da es keine regulären Route Distinguishers (RDs) gibt, aber RDs für die Signalisierung mit BGP verwendet werden, werden für die Signalisierung in GTM RDs mit Nullen und RDs mit Einsen verwendet. Damit diese Funktion genutzt werden kann, muss der BGP-Befehl "global-table-multicast" konfiguriert werden.

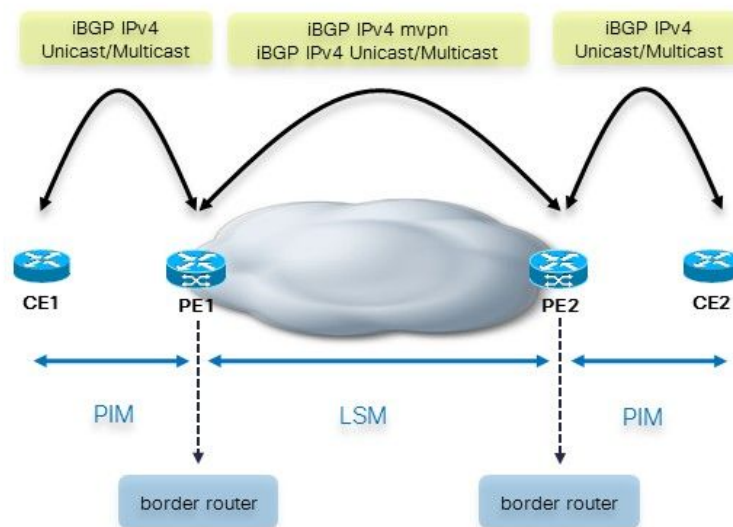
Bei GTM befinden sich die Unicast-Routen nicht in VPNv4/6. Daher muss die Unicast-Erreichbarkeit im BGP in AF IPv4 oder AF IPv6 und SAFI 1 oder SAFI 2 bereitgestellt werden. Das bedeutet, dass zwischen den Grenzroutern (PE-Router ohne VRF) weiterhin BGP verwendet werden muss. Siehe Abbildung 1.

Bild 1



Zwischen den Border und den CE-Routern befindet sich kein BGP. Der Border Router fügt die Multicast-Attribute hinzu, wenn er die Routen im iBGP den anderen Border Routern ankündigt. Dabei ist zu beachten, dass zwischen den CE- und PE-Routern BGP vorhanden sein kann. Siehe Bild 2.

Bild 2



In diesem Fall fügt der PE-Router die Multicast-Attribute hinzu, wenn er die Unicast-Routen vom eBGP in das iBGP zu den anderen PE-Routern weiterleitet. Wenn der CE dem PE-Router die Unicast-Routen mit Multicast-Attributen bereits angekündigt hat, behält der PE-Router die Multicast-Attribute unverändert bei und leitet die Unicast-Routen an die anderen PE-Router weiter. Standardmäßig werden bei eBGP-Sitzungen die Multicast-Attribute entfernt. Wenn die PE-Routen den CE-Routen also die Unicast-Routen vom iBGP im eBGP ankündigen, gibt es keine Multicast-Attribute.

Wenn der PE-Router das Unicast-Präfix über iBGP ankündigt, fügt er den Extended Community (EC) VRF Route Import (VRF-RI) und das EC Source-AS an. Diese werden vom anderen PE-Router entfernt, bevor diese Routen im eBGP propagiert werden.

Wenn sich die eBGP-Sitzung zwischen zwei ASBRs befindet, gibt es Inter-AS MPLS VPN und Inter-AS mVPN. Die Multicast-Attribute können dann beibehalten werden. Da das Standardverhalten darin besteht, sie in einer eBGP-Sitzung zu entfernen, müssen Sie den Befehl `send-multicast-attribute` in der eBGP-Sitzung zwischen den beiden ASBRs konfigurieren.

Wenn ein RR vorhanden ist, kann eine Übertragung vom iBGP zum iBGP erfolgen. Dies ist beim Inline-ABR (Next-Hop-Self) von Seamless MPLS der Fall. Da das Standardverhalten darin besteht, die Multicast-Attribute für iBGP-Sitzungen beizubehalten, muss der Inline-ABR den Befehl `send-multicast-attribute-disable` aufweisen, um sie zu entfernen.

Konfigurationsänderungen

Sie müssen `Global-Table-Multicast` unter der Adressfamilie (AF) `ipv4 mVPN` unter Router BGP konfigurieren. Dies ermöglicht den Betrieb von RDs mit Nullen und RDs mit Einsen.

Sie müssen *import-rt* und *export-rt* unter Multicast-Routing für AF ipv4 im globalen Kontext konfigurieren. Dies liegt daran, dass keine RTs mehr für die VRFs konfiguriert sind, da GTM keine VRFs hat. Diese RTs dürfen sich nicht mit den RTs überschneiden, die für reguläre mVPNs verwendet werden.

Die Router-PIM-Befehle (*rpf topology* und *mdt*-Befehle) werden jetzt im globalen Kontext konfiguriert.

Die Multicast-Routing-Befehle (*bgp auto-discovery*- und *mdt*-Befehle) werden jetzt im globalen Kontext konfiguriert.

Routenankündigung

Zwischen den Grenzroutern befindet sich das iBGP, das die Quellpräfixe ankündigt. Wie kann der Eingangsgrenzrouter das Quellpräfix erlernen? Es gibt drei Möglichkeiten.

Abbildung 3 zeigt diese drei möglichen Szenarien.

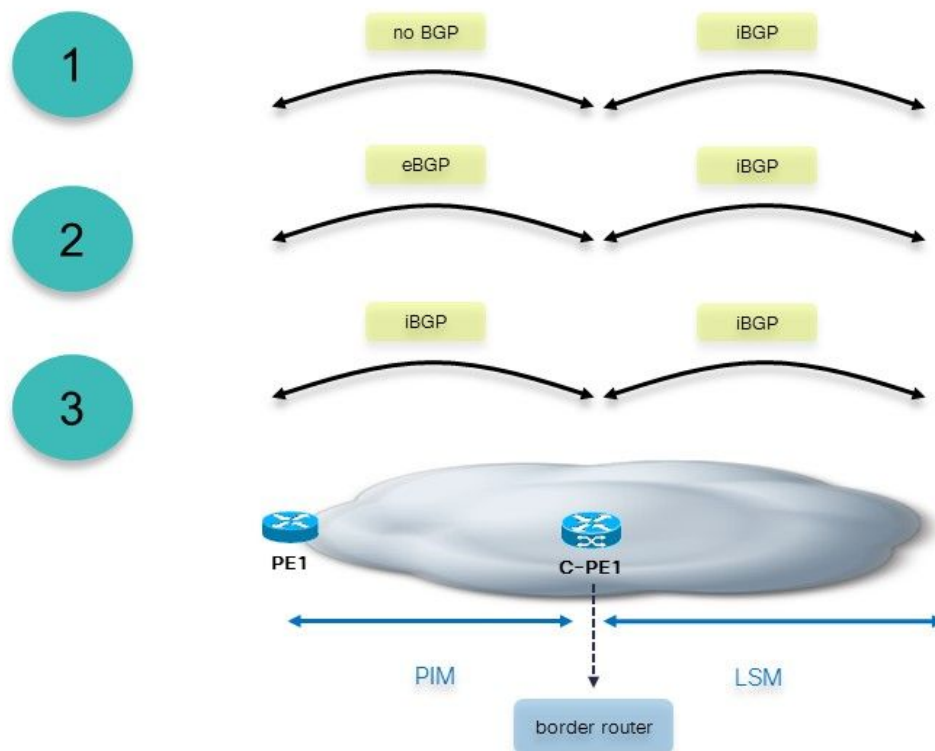


Bild 3

1. Der Border Router hat die Präfixe vom PE als Nicht-BGP-Präfixe empfangen. Der Border Router muss diese Präfixe im BGP neu verteilen. Dieser Border Router fügt die Multicast-Attribute hinzu.
2. Die Grenzrouter senden eine eBGP-Sitzung zu den PE-Routern. Der Border Router fügt die Multicast-Attribute hinzu, bevor er das Präfix über iBGP an die anderen Border Router weitergibt. Wenn die über die eBGP-Sitzung empfangenen Präfixe bereits über die Multicast-

Attribute verfügen, werden diese beibehalten und weitergeleitet. Der Border Router überschreibt sie nicht.

3. Der Ingress Border Router bezieht das Source-Präfix vom iBGP. In diesem Fall ist der Ingress Border Router ein RR. Dieses Szenario wird in nahtlosem MPLS verwendet, bei dem die Grenz-Router ABRs sind.

Wenn der Border Router ein empfangenes iBGP-Präfix von einem anderen Border Router ankündigt, entfernt er die Multicast-Attribute, bevor er das Präfix an den PE-Router sendet. Dazu muss der Befehl `send-multicast-attribute` auf den Grenzroutern unter dem Router-BGP deaktiviert sein.

Beispiele

Hier einige Beispiele. Das erste Beispiel beginnt mit der Transformation von Profil 12 in eine GTM-Bereitstellung.

Beispiel 1: Profil 12: Standard-MDT - mLDP - P2MP - BGP-AD - BGP C-mcast Signaling

Abbildung 4 zeigt dieses Netzwerk. Auf dem PE-Router zum CE-Router ist keine VRF-Instanz vorhanden.

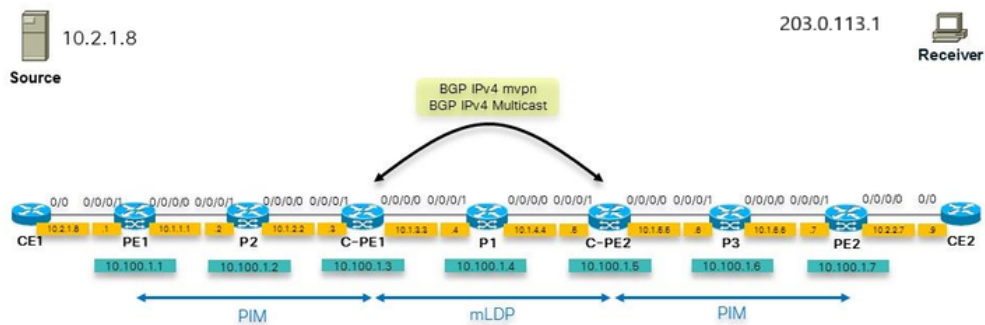


Bild 4

Beachten Sie, dass im inneren Core-Netzwerk mLDP ausgeführt wird. Auf dem äußeren Core-Netzwerk wird PIM ausgeführt. Daher müssen die Grenzrouter, die den PIM mit dem mLDP-Core verbinden, PIM in mLDP umwandeln und umgekehrt.

Die Quelle kann nicht als IGP-Route auf dem Grenzrouter, Router C-PE2, ermittelt werden. Die IGP ist hier ISIS. Wenn dies der Fall ist, verwendet der RPF auf dem Grenz-Router die ISIS-

Route, die auf P1 verweist. In diesem Fall schlägt der RPF fehl, da keine PIM-Nachbarschaft besteht. Der C-PE2-Router soll RPF für 10.2.1.8 verwenden und auf den MDT als RPF-Schnittstelle verweisen. Hierbei kann es sich um einen MDT handeln, der auf mLDP, P2MP oder IR basiert.

Die Lösung ist die Verwendung von SAFI 2. Sie wird verwendet, damit die Quelle im BGP als AFI 2-Route erfasst wird. Der Border Router (C-PE2) hat die Quelle daher als BGP-SAFI-2-Route (zeigt Route IPv4 Multicast). Die RPF für die Quelle verweist auf die MDT-Schnittstelle.

Bei Verwendung von SAFI 2 wird die RPF geändert, und bei RPF für alle Quellen wird jetzt SAFI 2 verwendet. Das bedeutet, dass RPF für alle Quellen weltweit SAFI 2 verwendet, d. h. RPF für den Eingangs-PE, z. B. für den VPN-Service. Nach der Aktivierung von SAFI 2 erfolgen alle RPF nur über SAFI 2. Da sich nur die Quellen in SAFI 2 befinden, schlägt die RPF für die Eingangs-PE-Router fehl. Damit dies funktioniert, können Sie den Befehl **rump always-replicate** unter der Router-Rippe konfigurieren. Da nur RPF für die Source-Präfixe global und RPF für die PE-Router funktionieren müssen, können Sie eine Zugriffsliste für den Befehl **rump always-replicate** konfigurieren und nur die Sources global und die Ingress-PE-Router in der Zugriffsliste angeben. Wenn also auf dem Border Router bereits BGP für SAFI 1 ausgeführt wird und dieses SAFI 1 eine große Anzahl von Präfixen enthält, werden diese Präfixe nicht alle in die SAFI 2 RIB umverteilt und verwenden den Speicher unnötig.

Alternativ dazu können Sie für die Adressfamilie "ipv4 multicast" unter Router-BGP die Distanz "bgp 20 20 20" konfigurieren. Dadurch wird sichergestellt, dass, wenn die Quellen auf globaler Ebene auch über AFI 2 des IGP erfasst werden, die vom BGP ermittelten Quellen aufgrund der geringeren Entfernung des iBGP im Vergleich zur Entfernung des IGP bevorzugt werden.

Konfiguration

Dies ist die Konfiguration des Border Routers.

```
hostname C-PE1

router rib
  address-family ipv4
  rump always-replicate
  !
route-policy global-one
  set core-tree mldp-default
end-policy
!
route-policy sources-in-ISIS
  if destination in (10.2.1.0/24) then
    pass
  endif
end-policy

!
router isis 1
  is-type level-1
  net 49.0001.0000.0000.0003.00
  address-family ipv4 unicast
```



```

metric-style wide
mpls traffic-eng level-1
mpls traffic-eng router-id Loopback0
!
interface Loopback0
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
!
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
!
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
!
!
!
router bgp 1
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
redistribute connected route-policy loopback
redistribute isis 1 route-policy sources-in-ISIS
!
address-family ipv4 mvpn
global-table-multicast
!
neighbor 10.100.1.5
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family ipv4 multicast
  next-hop-self
!
address-family ipv4 mvpn
!
!
mpls ldp
mldp
address-family ipv4
  rib unicast-always
!
!
router-id 10.100.1.3
address-family ipv4
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0
address-family ipv4
!
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
address-family ipv4
!
!
!
multicast-routing
address-family ipv4
interface Loopback0
  enable

```

```

!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
  enable
!
mdt source Loopback0
  export-rt 1:1
  import-rt 1:1
  bgp auto-discovery mldp
!
mdt default mldp p2mp
mdt data mldp 10 immediate-switch
!
!
router pim
  address-family ipv4
  rpf topology route-policy global-one
  mdt c-multicast-routing bgp
  interface Loopback0
    enable
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
!
!
!
!

```

Hinweis: Anstelle von GTM mit mLDP können Sie auch globales In-Band-mLDP verwenden. Gründe dafür, dies nicht zu tun, sind die Verwendung von BGP als Overlay-Signalisierungsprotokoll oder die Verwendung des Standard-MDT für die Aggregation von Datenflüssen. Beim GTM-Modell können Sie Standard- und Daten-MDTs verwenden, während es beim globalen In-Band-mLDP einen Multicast-Fluss pro mLDP-Status gibt. Außerdem ist es mit GTM viel einfacher, den Sparse Mode zu unterstützen, während es bei In-Band-mLDP Einschränkungen gibt (z. B. wo der RP platziert wird). Der Sparse-Mode wird am einfachsten mit PIM als Overlay-Signalisierungsprotokoll unterstützt.

Sie müssen die nächste Konfiguration auf den Grenzroutern vornehmen:

- BGP mit AF IPv4 MVPN konfiguriert
- BGP-AD aktiviert
- ein MDT angegeben
- import-rt und export-rt, konfiguriert unter Router-BGP
- Global-Table-Multicast, konfiguriert unter Router BGP AF IPv4/6 MVPN

Optional muss SAFI 2 unter Router-BGP aktiviert werden.

Fehlerbehebung

- Zunächst müssen die Grenzrouten die Routenart 1 aufweisen.
- Überprüfen Sie den Core-Baum im inneren Kern. Das ist mLDP. Ist die mLDP-Signalisierung in Ordnung? Überprüfen Sie die mLDP-Datenbankeinträge auf den Standard-MDT und mögliche Daten-MDTs.
- Überprüfen der Quellroute im BGP
- Prüfen Sie die RPF am Egress Border Router.
- Überprüfen Sie die C-Multicast-Signalisierung in BGP (Routing-Typ 6 und 7) an den

Grenzroutern.

Eingangsgrenzrouter

Die Ausgangsschnittstelle am Ingress Border Router ist die Lmdt-Schnittstelle.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mrib route 203.0.113.1 10.2.1.8
```

```
IP Multicast Routing Information Base
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
             C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
             IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
             MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
             CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, EX - Extranet
             MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
             MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
                NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
                II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
                LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
                EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
                EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
                MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
                IRMI - IR MDT Interface
```

```
(10.2.1.8,203.0.113.1) RPF nbr: 10.1.2.2 Flags: RPF
```

```
Up: 00:08:58
```

```
Incoming Interface List
```

```
GigabitEthernet0/0/0/1 Flags: A, Up: 00:08:58
```

```
Outgoing Interface List
```

```
Lmdtdefault Flags: F LMI MA, Up: 00:08:58
```

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mfib route 203.0.113.1 10.2.1.8
```

```
IP Multicast Forwarding Information Base
Entry flags: C - Directly-Connected Check, S - Signal, D - Drop,
             IA - Inherit Accept, IF - Inherit From, EID - Encap ID,
             ME - MDT Encap, MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed,
             MH - MDT interface handle, CD - Conditional Decap,
             DT - MDT Decap True, EX - Extranet, RPFID - RPF ID Set,
             MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
                NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
                EG - Egress, EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface,
                EX - Extranet, A2 - Secondary Accept
Forwarding/Replication Counts: Packets in/Packets out/Bytes out
Failure Counts: RPF / TTL / Empty Olist / Encap RL / Other
```

```
(10.2.1.8,203.0.113.1), Flags:
```

```
Up: 01:47:24
```

```
Last Used: 00:00:00
```

```
SW Forwarding Counts: 1197/1197/239400
```

```
SW Replication Counts: 1197/0/0
```

```
SW Failure Counts: 0/0/0/0/0
```

```
Lmdtdefault Flags: F LMI, Up:01:47:24
```

```
GigabitEthernet0/0/0/1 Flags: A, Up:01:47:24
```

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show route ipv4 multicast
```

```
Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP, (>) - Diversion path
```

D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - ISIS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, su - IS-IS summary null, * - candidate default
U - per-user static route, o - ODR, L - local, G - DAGR, l - LISP
A - access/subscriber, a - Application route
M - mobile route, r - RPL, (!) - FRR Backup path

Gateway of last resort is not set

```
i L1 10.1.1.0/24 [255/20] via 10.1.2.2, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
C 10.1.2.0/24 is directly connected, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
L 10.1.2.3/32 is directly connected, 3d19h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.1.3.0/24 [115/20] via 10.1.3.4, 3d13h, GigabitEthernet0/0/0/0
L 10.1.3.3/32 is directly connected, 3d19h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.1.4.0/24 [115/20] via 10.1.3.4, 3d13h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.1.5.0/24 [115/30] via 10.1.3.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.1.6.0/24 [255/40] via 10.1.3.4, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.2.1.0/24 [255/30] via 10.1.2.2, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.2.2.0/24 [255/50] via 10.1.3.4, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.100.1.1/32 [255/30] via 10.1.2.2, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.100.1.2/32 [255/20] via 10.1.2.2, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
L 10.100.1.3/32 is directly connected, 1d21h, Loopback0
i L1 10.100.1.4/32 [115/20] via 10.1.3.4, 3d13h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.100.1.5/32 [115/30] via 10.1.3.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.100.1.6/32 [255/40] via 10.1.3.4, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0
i L1 10.100.1.7/32 [255/50] via 10.1.3.4, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0
```

RP/0/0/CPU0:C-PE1#show pim rpf 10.2.1.8

Table: IPv4-Multicast-default

```
* 10.2.1.8/32 [255/30]
  via GigabitEthernet0/0/0/1 with rpf neighbor 10.1.2.2
```

Ausgangs-Border-Router

Für die Quellroute werden die VRF-Route-Import-EC und die Source-AS-EC an das IPv4-Unicast- oder Multicast-Präfix angefügt. Hierbei handelt es sich um eine IPv4-Multicast-Route:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 multicast 10.2.1.0/24
BGP routing table entry for 10.2.1.0/24
Versions:
  Process          bRIB/RIB  SendTblVer
  Speaker          32        32
Last Modified: Sep 12 08:34:56.441 for 15:09:58
Paths: (1 available, best #1)
  Not advertised to any peer
  Path #1: Received by speaker 0
  Not advertised to any peer
Local
  10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.3)
  Origin incomplete, metric 30, localpref 100, valid, internal, best, group-best
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 32
  Extended community: VRF Route Import:10.100.1.3:0 Source AS:1:0
```

Hinweis: Wenn die VRF-RI-EC und die Quell-AS-EC aus irgendeinem Grund nicht vorhanden sind, schlägt die RPF am Egress Border Router fehl.

Ein Beispiel, wenn die Route nicht über diese ECs verfügt:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 multicast 10.2.1.0/24
BGP routing table entry for 10.2.1.0/24
Versions:
  Process          bRIB/RIB  SendTblVer
  Speaker          277      277
Last Modified: Sep 13 04:08:37.441 for 00:00:02
Paths: (1 available, best #1)
  Not advertised to any peer
  Path #1: Received by speaker 0
  Not advertised to any peer
Local
  10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.1)
    Origin incomplete, metric 0, localpref 100, valid, internal, best, group-best
    Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 277
    Originator: 10.100.1.1, Cluster list: 10.100.1.3
```

Aus diesem Grund schlägt der RPF fehl:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim rpf 10.2.1.8
```

```
Table: IPv4-Multicast-default
* 10.2.1.8/32 [200/30]
  via Null with rpf neighbor 0.0.0.0
```

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn
```

```
BGP router identifier 10.100.1.5, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0x0 RD version: 0
BGP main routing table version 56
BGP NSR Initial initsync version 4 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
Global table multicast is enabled
BGP scan interval 60 secs
```

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
               i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 0:0:0					
*>i[1][10.100.1.3]/40	10.100.1.3		100	0	i
*> [1][10.100.1.5]/40	0.0.0.0			0	i
*>i[3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120					
	10.100.1.3		100	0	i
*> [7][0:0:0][1][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1]/184					
	0.0.0.0			0	i

```
Processed 4 prefixes, 4 paths
```

Der Befehl kann mit den Schlüsselwörtern rd all-zero-rd angegeben werden. Es werden dann alle Einträge mit dem RD mit den Nullen angezeigt.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
```

```
BGP router identifier 10.100.1.5, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
Non-stop routing is enabled
BGP table state: Active
Table ID: 0x0 RD version: 0
BGP main routing table version 56
BGP NSR Initial initsync version 4 (Reached)
BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
Global table multicast is enabled
BGP scan interval 60 secs
```

```
Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
              i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
```

```
Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete
```

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 0:0:0					
*>i[1][10.100.1.3]/40	10.100.1.3			100	0 i
*> [1][10.100.1.5]/40	0.0.0.0				0 i
*>i[3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120					
	10.100.1.3			100	0 i
*> [7][0:0:0][1][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1]/184					
	0.0.0.0				0 i

```
Processed 4 prefixes, 4 paths
```

Route vom Typ 1:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd [1][10.100.1.3]/40
```

```
BGP routing table entry for [1][10.100.1.3]/40, Route Distinguisher: 0:0:0
```

```
Versions:
```

Process	bRIB/RIB	SendTblVer
Speaker	43	43

```
Last Modified: Sep 8 07:42:43.786 for 1d17h
```

```
Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGp peer)
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Local
```

```
10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.3)
  Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 43
  Community: no-export
  Extended community: RT:1:1
  PMSI: flags 0x00, type 2, label 0, ID 0x060001040a640103000701000400000001
  Source AFI: IPv4 MVPN, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 0:0:0
```

Die PMSI-Dekodierung:

```
PMSI: Flags 0x00, Typ 2, Label 0, ID 0x060001040a640103000701000400000001
```

```
Die decodierte PMSI aus dem vorherigen Befehl lautet:
```

```
The PMSI Tunnel Type is : 2 : mLDP P2MP LSP The PMSI Tunnel ID is : 0x060001040a640103000701000400000001 FEC
Element FEC Element Type : 6 : P2MP AF Type : 1 Address Length : 4 Root Node Address : 10.100.1.3 MP Opaque Length : 7
MP Opaque Value Element Opaque Type : 1 : LSP ID Global Opaque Length : 4 Global ID (Generic LSP Identifier) : 1
```

Der Daten-MDT wird von einer AD-Route vom Routing-Typ 3 von C-PE1 signalisiert.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd [3][32][10.2.1.8]
[32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120
```

```
BGP routing table entry for [3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120, Route
Distinguisher: 0:0:0
```

```
Versions:
```

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          56        56
```

```
Last Modified: Sep 10 00:51:52.786 for 00:04:57
```

```
Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGP peer)
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Not advertised to any peer
```

```
Local
```

```
10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.3)
```

```
Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported
```

```
Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 56
```

```
Community: no-export
```

```
Extended community: RT:1:1
```

```
PMSI: flags 0x00, type 2, label 0, ID 0x060001040a640103000701000400000007
```

```
Source AFI: IPv4 MVPN, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 0:0:0
```

Die decodierte PMSI gibt an, dass der Global LSP Identifier gleich 7 ist. Diese wird dann für den mLDP-Datenbankeintrag für diesen Daten-MDT verwendet.

PMSI: Flags 0x00, Typ 2, Label 0, ID 0x060001040a640103000701000400000007

Die decodierte PMSI aus dem vorherigen Befehl lautet:

```
The PMSI Tunnel Type is : 2 : mLDP P2MP LSP The PMSI Tunnel ID is : 0x060001040a640103000701000400000007 FEC
Element FEC Element Type : 6 : P2MP AF Type : 1 Address Length : 4 Root Node Address : 10.100.1.3 MP Opaque Length : 7
MP Opaque Value Element Opaque Type : 1 : LSP ID Global Opaque Length : 4 Global ID (Generic LSP Identifier) : 7
```

Mit den nächsten Befehlen können Sie überprüfen, was der Eingangs-PE über den Daten-MDT ankündigt. Beachten Sie, dass es sich um GTM handelt, sodass im nächsten Befehl keine VRF-Instanz vorhanden ist.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim mdt mldp remote
```

```
Core          MDT          Cache Max DIP Local VRF Routes
Identifier    Source        Count Agg      Entry Using Cache
[global-id 7] 10.100.1.3   1     255 N    N      1
```

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim mdt mldp cache
```

```
Core Source    Cust (Source, Group)          Core Data          Expires
10.100.1.3    (10.2.1.8, 203.0.113.1)      [global-id 7]     never
```

Dem Routing-Typ 7 ist kein PMSI angefügt:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
[7][0:0:0][1][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1]/184
```

```
BGP routing table entry for [7][0:0:0][1][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1]/184, Route
Distinguisher: 0:0:0
```

```
Versions:
```

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          52        52
```

```
Last Modified: Sep 10 00:51:51.786 for 00:07:37
```

```
Paths: (1 available, best #1)
```

```
Advertised to peers (in unique update groups):
 10.100.1.3
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Advertised to peers (in unique update groups):
 10.100.1.3
```

```
Local
```

```
0.0.0.0 from 0.0.0.0 (10.100.1.5)
```

```
Origin IGP, localpref 100, valid, redistributed, best, group-best, import-candidate
```

```
Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 52
```

```
Extended community: RT:10.100.1.3:0
```

Das RT identifiziert den Upstream-PE-Router. Das Feld für den globalen Administrator ist die IP-Adresse des Upstream-PE. Das Feld "Lokaler Administrator" ist für GTM auf 0 gesetzt.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show mrib route 203.0.113.1 10.2.1.8
```

```
IP Multicast Routing Information Base
```

```
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
```

```
C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
```

```
IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
```

```
MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
```

```
CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, EX - Extranet
```

```
MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
```

```
MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
```

```
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
```

```
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
```

```
II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
```

```
LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
```

```
EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
```

```
EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
```

```
MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
```

```
IRMI - IR MDT Interface
```

```
(10.2.1.8,203.0.113.1) RPF nbr: 10.100.1.3 Flags: RPF
```

```
Up: 00:52:34
```

```
Incoming Interface List
```

```
Lmdtdefault Flags: A LMI, Up: 00:52:34
```

```
Outgoing Interface List
```

```
GigabitEthernet0/0/0/0 Flags: F NS, Up: 00:52:34
```

Bei der eingehenden Schnittstelle muss es sich um eine Lmdt-Schnittstelle handeln.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show mfib route 203.0.113.1 10.2.1.8
```

```
IP Multicast Forwarding Information Base
```

```
Entry flags: C - Directly-Connected Check, S - Signal, D - Drop,
```

```
IA - Inherit Accept, IF - Inherit From, EID - Encap ID,
```


ME - MDT Encap, MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed,
MH - MDT interface handle, CD - Conditional Decap,
DT - MDT Decap True, EX - Extranet, RPFID - RPF ID Set,
MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
EG - Egress, EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface,
EX - Extranet, A2 - Secondary Accept
Forwarding/Replication Counts: Packets in/Packets out/Bytes out
Failure Counts: RPF / TTL / Empty Olist / Encap RL / Other

```
(10.2.1.8,203.0.113.1),  Flags:
Up: 02:31:00
Last Used: never
SW Forwarding Counts: 0/2037/407400
SW Replication Counts: 0/2037/407400
SW Failure Counts: 0/0/0/0/0
Lmdtdefault Flags:  A LMI, Up:02:31:00
GigabitEthernet0/0/0/0 Flags:  NS EG, Up:02:31:00
```

Prüfen Sie die SAFI 2 Routen:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show route ipv4 multicast
```

Codes: C - connected, S - static, R - RIP, B - BGP, (>) - Diversion path
D - EIGRP, EX - EIGRP external, O - OSPF, IA - OSPF inter area
N1 - OSPF NSSA external type 1, N2 - OSPF NSSA external type 2
E1 - OSPF external type 1, E2 - OSPF external type 2, E - EGP
i - ISIS, L1 - IS-IS level-1, L2 - IS-IS level-2
ia - IS-IS inter area, su - IS-IS summary null, * - candidate default
U - per-user static route, o - ODR, L - local, G - DAGR, l - LISP
A - access/subscriber, a - Application route
M - mobile route, r - RPL, (!) - FRR Backup path

Gateway of last resort is not set

```
i L1 10.1.2.0/24 [115/30] via 10.1.4.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.1.3.0/24 [115/20] via 10.1.4.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
C 10.1.4.0/24 is directly connected, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/1
L 10.1.4.5/32 is directly connected, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
C 10.1.5.0/24 is directly connected, 1d21h, GigabitEthernet0/0/0/0
L 10.1.5.5/32 is directly connected, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/0
B 10.2.1.0/24 [200/30] via 10.100.1.3, 1d17h
i L1 10.100.1.3/32 [115/30] via 10.1.4.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
i L1 10.100.1.4/32 [115/20] via 10.1.4.4, 3d12h, GigabitEthernet0/0/0/1
L 10.100.1.5/32 is directly connected, 1d21h, Loopback0
```

Beachten Sie, dass die Route für die Quelle SAFI 2 (in AF IPv4 Multicast) ist, da sie sich im RIB AF IPv4 Multicast befindet.

Beachten Sie, dass der Next-Hop 10.100.1.3 ist, das Loopback von C-PE1, da dieser Router Next-Hop-Self unter AF ipv4 Multicast unter Router BGP hat.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show bgp ipv4 multicast 10.2.1.0/24
BGP routing table entry for 10.2.1.0/24
Versions:
```

```

Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          34        34
Last Modified: Sep  8 07:42:18.786 for 1d17h
Paths: (1 available, best #1)
Not advertised to any peer
Path #1: Received by speaker 0
Not advertised to any peer
Local
 10.100.1.3 (metric 30) from 10.100.1.3 (10.100.1.3)
  Origin incomplete, metric 30, localpref 100, valid, internal, best, group-best
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 34
  Extended community: VRF Route Import:10.100.1.3:0 Source AS:1:0

```

Die RPF für die Quelle verweist auf die Lmdt-Schnittstelle und den PIM-Nachbarn darüber. Die RPF wird in der IPv4-Multicast-Tabelle durchgeführt.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim rpf 10.2.1.8
```

```

Table: IPv4-Multicast-default
* 10.2.1.8/32 [200/30]
  via Lmdtdefault with rpf neighbor 10.100.1.3

```

Überprüfen Sie, ob der Ingress Border Router als PE-Router erkannt wird.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim pe
```

```
MVPN Provider Edge Router information
```

```

PE Address : 10.100.1.3 (0x1071da64)
RD: 0:0:0 (valid), RIB_HLI 0, RPF-ID 3, Remote RPF-ID 0, State: 1, S-PMSI: 2
PPMP_LABEL: 0, MS_PMSI_HLI: 0x000000, Bidir_PMSI_HLI: 0x000000, MLDP-added: [RD 0, ID 0, Bidir ID
0, Remote Bidir ID 0], Counts(SHR/SRC/DM/DEF-MD): 0, 1, 0, 0, Bidir: GRE RP Count 0, MPLS RP
Count 0RSVP-TE added: [Leg 0, Ctrl Leg 0, Part tail 0 Def Tail 0, IR added: [Def Leg 0, Ctrl Leg
0, Part Leg 0, Part tail 0, Part IR Tail Label 0
  bgp_i_pmsi: 1,0/0 , bgp_ms_pmsi/Leaf-ad: 0/0, bgp_bidir_pmsi: 0, remote_bgp_bidir_pmsi: 0,
PMSIs: I 0x106a2d50, 0x0, MS 0x0, Bidir Local: 0x0, Remote: 0x0, BSR/Leaf-ad 0x0/0, Autorp-
disc/Leaf-ad 0x0/0, Autorp-ann/Leaf-ad 0x0/0
  IIDs: I/6: 0x1/0x0, B/R: 0x0/0x0, MS: 0x0, B/A/A: 0x0/0x0/0x0

Bidir RPF-ID: 4, Remote Bidir RPF-ID: 0
I-PMSI:  MLDP-P2MP, Opaque: [global-id 1] (0x106a2d50)
I-PMSI rem:  (0x0)
MS-PMSI:  (0x0)
Bidir-PMSI:  (0x0)
Remote Bidir-PMSI:  (0x0)
BSR-PMSI:  (0x0)
A-Disc-PMSI:  (0x0)
A-Ann-PMSI:  (0x0)
RIB Dependency List: 0x1016446c
Bidir RIB Dependency List: 0x0
  Sources: 1, RPs: 0, Bidir RPs: 0

```

Die Inklusive PMSI (I-PMSI) ist da.

In der mLDP-Datenbank werden die beiden P2MP-mLDP-Einträge angezeigt, die den Standard-MDT zwischen den beiden Grenzroutern bilden. Es gibt auch einen P2MP mLDP-Eintrag mit C-PE1 als Root für den Daten-MDT.

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show mpls mldp database brief
```

LSM ID	Type	Root	Up	Down	Decoded	Opaque Value
0x00007	P2MP	10.100.1.3	1	1	[global-id 1]	
0x00008	P2MP	10.100.1.5	0	2	[global-id 1]	
0x0000B	P2MP	10.100.1.3	1	1	[global-id 7]	

Beispiel 2: Profil 20 Standard-MDT - P2MP-TE - BGP-AD - PIM - C-Multicast-Signalisierung

Dies ist dem Beispiel 1 sehr ähnlich. Im Core befindet sich jetzt P2MP TE. Die Tunnel werden als Autotunnel eingerichtet. Die Tail-End-Router werden über BGP AD erkannt. Ein weiterer Unterschied zu Beispiel 1 besteht darin, dass das Overlay-Protokoll jetzt PIM ist. Schauen Sie sich **Bild 5** an.

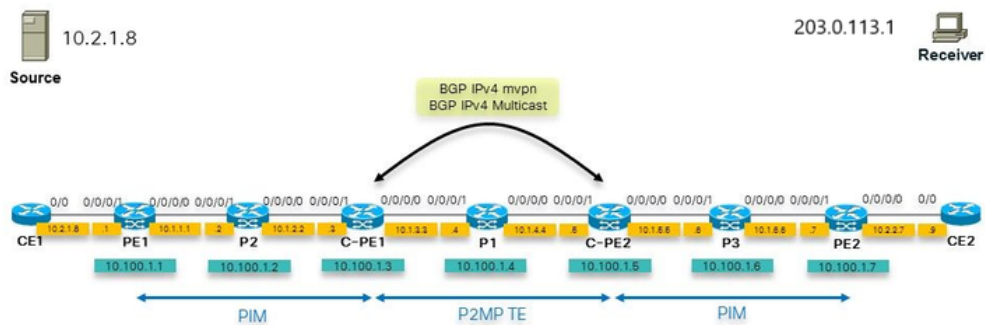


Bild 5

Konfiguration

Dies ist die Konfiguration des Border Routers:

```
hostname C-PE1
logging console debugging
router rib
  address-family ipv4
  rump always-replicate
  !
  !
line default
  timestamp disable
  exec-timeout 0 0
  !
ipv4 unnumbered mpls traffic-eng Loopback0
```

```
interface Loopback0
  ipv4 address 10.100.1.3 255.255.255.255
!
interface MgmtEth0/0/CPU0/0
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0
  ipv4 address 10.1.3.3 255.255.255.0
  load-interval 30
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
  ipv4 address 10.1.2.3 255.255.255.0
!
interface GigabitEthernet0/0/0/2
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0/3
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0/4
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0/5
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0/6
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0/7
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0/8
  shutdown
!
route-policy loopback
  if destination in (10.100.1.3/32) then
    pass
  endif
end-policy
!
route-policy global-one
  set core-tree p2mp-te-default
end-policy
!
route-policy sources-in-ISIS
  if destination in (10.2.1.0/24) then
    pass
  endif
end-policy
!
router isis 1
  is-type level-1
  net 49.0001.0000.0000.0003.00
  address-family ipv4 unicast
metric-style wide
  mpls traffic-eng level-1
  mpls traffic-eng router-id Loopback0
!
interface Loopback0
  address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
!
!
```

```
interface GigabitEthernet0/0/0/0
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
!
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
!
!
!
router bgp 1
address-family ipv4 unicast
!
address-family ipv4 multicast
redistribute connected route-policy loopback
redistribute ospf 1
redistribute isis 1 route-policy sources-in-ISIS
!
address-family ipv4 mvpn
global-table-multicast
!
neighbor 10.100.1.5
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family ipv4 multicast
next-hop-self
!
address-family ipv4 mvpn
!
!
!
mpls oam
!
rsvp
interface GigabitEthernet0/0/0/0
bandwidth 1000000
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
bandwidth 1000000
!
!
mpls traffic-eng
interface GigabitEthernet0/0/0/0
auto-tunnel backup
!
!
interface GigabitEthernet0/0/0/1
auto-tunnel backup
!
!
auto-tunnel p2mp
tunnel-id min 1000 max 2000
!
!
mpls ldp
log
neighbor
!
mldp
logging notifications
address-family ipv4
```


BGP scan interval 60 secs

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard

Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 0:0:0					
*> [1][10.100.1.3]/40	0.0.0.0			0	i
*>i[1][10.100.1.5]/40	10.100.1.5	100		0	i

Processed 2 prefixes, 2 paths

Prüfen Sie die Route Typ 1 genauer:

RP/0/0/CPU0:C-PE1#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd [1][10.100.1.5]/40

BGP routing table entry for [1][10.100.1.5]/40, Route Distinguisher: 0:0:0

Versions:

Process	bRIB/RIB	SendTblVer
Speaker	135	135

Last Modified: Sep 12 08:21:42.207 for 00:20:14

Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGp peer)

Not advertised to any peer

Path #1: Received by speaker 0

Not advertised to any peer

Local

10.100.1.5 (metric 30) from 10.100.1.5 (10.100.1.5)

Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported

Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 135

Community: no-export

Extended community: RT:1:1

PMSI: flags 0x00, type 1, label 0, ID 0x0000003e8000003e80a640105

Source AFI: IPv4 MVPN, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 0:0:0

Überprüfen Sie die PIM-Nachbarn auf dem MDT-Standard:

RP/0/0/CPU0:C-PE1#show pim neighbor

PIM neighbors in VRF default

Flag: B - Bidir capable, P - Proxy capable, DR - Designated Router,

E - ECMP Redirect capable

* indicates the neighbor created for this router

Neighbor Address	Interface	Uptime	Expires	DR pri	Flags
10.1.2.2	GigabitEthernet0/0/0/1	6d02h	00:01:16	1	B
10.1.2.3*	GigabitEthernet0/0/0/1	6d02h	00:01:15	1 (DR)	B E
10.100.1.3*	Loopback0	6d02h	00:01:32	1 (DR)	B E
10.100.1.3*	Tmtddefault	00:36:21	00:01:40	1	
10.100.1.5	Tmtddefault	00:17:37	00:01:26	1 (DR)	

Überprüfen Sie die MRIB-Route. Die ausgehende Schnittstelle muss Tmtd sein:

RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mrib route 203.0.113.1

IP Multicast Routing Information Base

Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
 C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
 IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
 MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
 CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, EX - Extranet
 MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
 MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN

Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
 NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
 II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
 LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
 EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
 EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
 MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
 IRMI - IR MDT Interface

(10.2.1.8,203.0.113.1) RPF nbr: 10.1.2.2 Flags: RPF

Up: 00:09:10

Incoming Interface List

GigabitEthernet0/0/0/1 Flags: A, Up: 00:09:10

Outgoing Interface List

Tmtddefault Flags: F NS TMI, Up: 00:09:10

Prüfen Sie, ob pro Grenz-Router ein P2MP TE-Tunnel als Head-End-Router vorhanden ist:

RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mpls traffic-eng tunnels tabular

Tunnel Name	LSP ID	Destination Address	Source Address	State	FRR State	LSP Role	Path Prot
^tunnel-mte1001	10004	10.100.1.5	10.100.1.3	up	Inact	Head	
auto_C-PE2_mt1000	10005	10.100.1.3	10.100.1.5	up	Inact	Tail	

^ = automatically created P2MP tunnel

Nach der Auslösung des Daten-MDT werden die Routen vom Typ 3 und 4 festgelegt:

RP/0/0/CPU0:C-PE1#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd

BGP router identifier 10.100.1.3, local AS number 1
 BGP generic scan interval 60 secs
 Non-stop routing is enabled
 BGP table state: Active
 Table ID: 0x0 RD version: 0
 BGP main routing table version 143
 BGP NSR Initial initsync version 4 (Reached)
 BGP NSR/ISSU Sync-Group versions 0/0
 Global table multicast is enabled
 BGP scan interval 60 secs

Status codes: s suppressed, d damped, h history, * valid, > best
 i - internal, r RIB-failure, S stale, N Nexthop-discard
 Origin codes: i - IGP, e - EGP, ? - incomplete

Network	Next Hop	Metric	LocPrf	Weight	Path
Route Distinguisher: 0:0:0					
*> [1][10.100.1.3]/40	0.0.0.0				0 i
*>i[1][10.100.1.5]/40	10.100.1.5		100		0 i
*> [3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120	0.0.0.0				0 i


```
*>i[4][3][0:0:0][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3][10.100.1.5]/224
      10.100.1.5                100      0 i
```

Processed 4 prefixes, 4 paths

Routing-Typ 3 signalisiert allen Tail-End-Routern, dass ein Daten-MDT signalisiert wird:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
[3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120
```

```
BGP routing table entry for [3][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3]/120, Route
Distinguisher: 0:0:0
```

Versions:

```
Process          bRIB/RIB  SendTblVer
Speaker          141      141
```

```
Last Modified: Sep 12 08:46:17.207 for 00:00:41
```

```
Paths: (1 available, best #1, not advertised to EBGp peer)
```

```
Advertised to peers (in unique update groups):
 10.100.1.5
```

```
Path #1: Received by speaker 0
```

```
Advertised to peers (in unique update groups):
 10.100.1.5
```

Local

```
0.0.0.0 from 0.0.0.0 (10.100.1.3)
```

```
Origin IGP, localpref 100, valid, redistributed, best, group-best, import-candidate
```

```
Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 141
```

```
Community: no-export
```

```
Extended community: RT:1:1
```

```
PMSI: flags 0x01, type 1, label 0, ID 0x000003ed000003ed0a640103
```

Die PMSI-Dekodierung:

PMSI: Flags 0x01, Typ 1, Label 0, ID 0x000003ed000003ed0a640103

Die decodierte PMSI aus dem vorherigen Befehl lautet:

The PMSI Tunnel Type is : 1 : RSVP-TE P2MP LSP The PMSI Tunnel ID is : 0x000003ed000003ed0a640103 Extended Tunnel ID : 1005 Reserved part (should be zero): 0X0000 Tunnel ID : 1005 P2MP ID : 10.100.1.3

Dies ist auch hier zu sehen:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show pim mdt cache
```

```
Core Source      Cust (Source, Group)          Core Data      Expires
10.100.1.3      (10.2.1.8, 203.0.113.1)     [p2mp 6]      never
```

```
Leaf AD: 10.100.1.5
```

Der Routing-Typ 4 signalisiert dem Head-End-Router, welcher Router das Tail-End ist:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show bgp ipv4 mvpn rd all-zero-rd
[4][3][0:0:0][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3][10.100.1.5]/224
```

```

BGP routing table entry for
[4][3][0:0:0][32][10.2.1.8][32][203.0.113.1][10.100.1.3][10.100.1.5]/224, Route Distinguisher:
0:0:0
Versions:
  Process          bRIB/RIB  SendTblVer
  Speaker          143      143
Last Modified: Sep 12 08:46:17.207 for 00:01:25
Paths: (1 available, best #1)
  Not advertised to any peer
  Path #1: Received by speaker 0
  Not advertised to any peer
Local
  10.100.1.5 (metric 30) from 10.100.1.5 (10.100.1.5)
  Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 143
  Extended community: SEG-NH:10.100.1.5:0 RT:10.100.1.3:0
  Source AFI: IPv4 MVPN, Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 0:0:0

```

Überprüfen Sie, ob der Daten-MDT des P2MP TE-Tunnels eingerichtet ist:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE1#show mpls traffic-eng tunnels tabular
```

Tunnel Name	LSP ID	Destination Address	Source Address	State	FRR State	LSP Role	Path Prot
^tunnel-mtel1001	10004	10.100.1.5	10.100.1.3	up	Inact	Head	
^tunnel-mtel1005	10002	10.100.1.5	10.100.1.3	up	Inact	Head	
auto_C-PE2_mt1000	10005	10.100.1.3	10.100.1.5	up	Inact	Tail	

^ = automatically created P2MP tunnel

Ausgangs-Border-Router

Überprüfen Sie, ob die eingehende Schnittstelle die Tmdt-Schnittstelle ist:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show mrib route 203.0.113.1
```

```

IP Multicast Routing Information Base
Entry flags: L - Domain-Local Source, E - External Source to the Domain,
  C - Directly-Connected Check, S - Signal, IA - Inherit Accept,
  IF - Inherit From, D - Drop, ME - MDT Encap, EID - Encap ID,
  MD - MDT Decap, MT - MDT Threshold Crossed, MH - MDT interface handle
  CD - Conditional Decap, MPLS - MPLS Decap, EX - Extranet
  MoFE - MoFRR Enabled, MoFS - MoFRR State, MoFP - MoFRR Primary
  MoFB - MoFRR Backup, RPFID - RPF ID Set, X - VXLAN
Interface flags: F - Forward, A - Accept, IC - Internal Copy,
  NS - Negate Signal, DP - Don't Preserve, SP - Signal Present,
  II - Internal Interest, ID - Internal Disinterest, LI - Local Interest,
  LD - Local Disinterest, DI - Decapsulation Interface
  EI - Encapsulation Interface, MI - MDT Interface, LVIF - MPLS Encap,
  EX - Extranet, A2 - Secondary Accept, MT - MDT Threshold Crossed,
  MA - Data MDT Assigned, LMI - mLDP MDT Interface, TMI - P2MP-TE MDT Interface
  IRMI - IR MDT Interface

```

```

(10.2.1.8,203.0.113.1) RPF nbr: 10.100.1.3 Flags: RPF
Up: 00:18:03
Incoming Interface List
  Tmdtdefault Flags: A TMI, Up: 00:18:00
Outgoing Interface List
  GigabitEthernet0/0/0/0 Flags: F NS, Up: 00:18:03

```

Die RPF des Egress Border Routers verweist auf den Ingress Border Router. Die Eingangsschnittstelle ist Tmtddefault. Beachten Sie das T für den TE-Tunnel:

```
RP/0/0/CPU0:C-PE2#show pim rpf 10.2.1.8
```

```
Table: IPv4-Multicast-default
* 10.2.1.8/32 [200/30]
  via Tmtddefault with rpf neighbor 10.100.1.3
```

Beispiel 3: Wie in Beispiel 1, aber es gibt iBGP zwischen PE und Border Router

Schauen Sie sich **Bild 6** an.

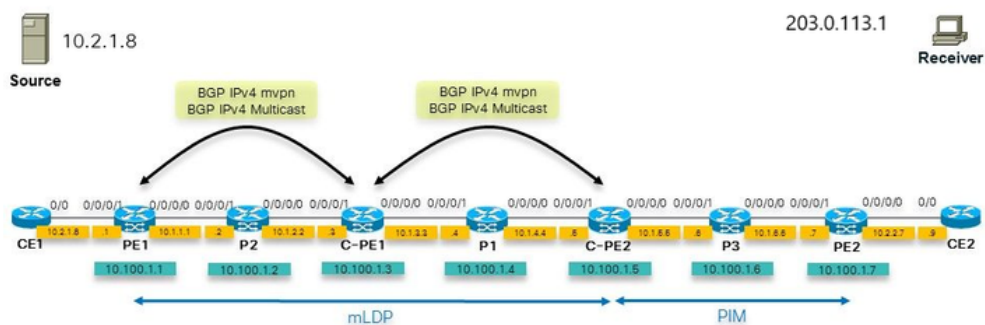


Bild 6

Es gibt eine asymmetrische Konfiguration, bei der ein Core-Netzwerk mit mLDP auf der einen Seite und PIM noch auf der anderen Seite und GTM vorhanden ist. Dies kann bei der Migration von Core Trees auftreten. Der C-PE1-Router muss ein RR für BGP IPv4-Multicast und BGP IPv4-mVPN sein. Die Konfiguration für PIM und Multicast-Routing, die wir in Beispiel 1 für C-PE1 hatten, ist jetzt für PE1 erforderlich.

Beispiel 4: Nahtloses MPLS

Wir setzen GTM über Seamless MPLS (Unified MPLS) ein. Der PE-Router muss GTM verstehen, wozu nur ein Cisco IOS XR-Router in der Lage ist, und der PE-Router muss den PIM RPF-Proxy-Vektor in der PIM-Domäne generieren. Dieser PIM-RPF-Proxy-Vektor wird benötigt, damit die P-Router eine RPF an die Proxy-IP-Adresse (den ABR) senden können. Seit Cisco IOS XR 5.3.2 kann Cisco IOS XR den RPF-Proxy-Vektor im globalen Kontext generieren. GTM kann also den RPF-Proxy-Vektor haben.

Um den PIM-RPF-Proxy-Vektor zu generieren, muss der PE-Router wie folgt konfiguriert sein:

```
router pim
address-family [ipv4|ipv6]
  rpf-vector
  !
!
```

Hinweis: Die Unterstützung für die Interpretation des PIM RPF-Proxy-Vektors (diese Vorgehensweise muss der IP-Router durchführen) wurde in früheren Versionen von Cisco IOS XR eingeführt.

Dies ermöglicht die Bereitstellung von GTM über Seamless MPLS.

Informationen zu dieser Übersetzung

Cisco hat dieses Dokument maschinell übersetzen und von einem menschlichen Übersetzer editieren und korrigieren lassen, um unseren Benutzern auf der ganzen Welt Support-Inhalte in ihrer eigenen Sprache zu bieten. Bitte beachten Sie, dass selbst die beste maschinelle Übersetzung nicht so genau ist wie eine von einem professionellen Übersetzer angefertigte. Cisco Systems, Inc. übernimmt keine Haftung für die Richtigkeit dieser Übersetzungen und empfiehlt, immer das englische Originaldokument (siehe bereitgestellter Link) heranzuziehen.