

Migration von Core Tree-Protokollen auf einem IOS-XR PE-Router in mVPN-Netzwerken

Inhalt

[Einleitung](#)

[Migration von Core Tree-Protokollen](#)

[C-Multicast-Protokoll-Migration](#)

[Szenario 1.](#)

[Szenario 2.](#)

[Szenario 3.](#)

[Szenario 4.](#)

[Das Problem](#)

[Die Lösung](#)

[Schlussfolgerung](#)

Einleitung

Dieses Dokument beschreibt die Migration von Multicast VPN (mVPN) Protocol Independent Multicast (PIM) Core Tree-basierten Multicast Distribution Trees (MDTs) zu Multipoint Label Distribution Protocol (mLDP) Core Tree-basierten MDTs. Wie werden Daten-MDTs zum Zeitpunkt der Migration detailliert signalisiert? In diesem Dokument wird die Migration nur für den Ingress Provider Edge (PE)-Router mit Cisco IOS®-XR beschrieben.

Migration von Core Tree-Protokollen

Dual-Encap bezieht sich auf einen Eingangs-Router, der gleichzeitig einen Customer (C)-Multicast-Stream an verschiedene Core-Tree-Typen weiterleiten kann. Beispielsweise leitet der Ingress-PE-Router gleichzeitig einen C-Multicast-Stream an einen PIM-basierten Core-Tree und einen mLDP-basierten Core-Tree weiter. Dies ist eine Voraussetzung für die erfolgreiche Migration von mVPN von einem Core-Tree-Typ zu einem anderen.

Dual-Encap wird für PIM und mLDP unterstützt.

Dual-Encap wird für Multiprotocol Label Switching (MPLS) P2MP Traffic Engineering (TE) nicht unterstützt.

Die Standard-MDT-Migration Generic Routing Encapsulation (GRE) und die Standard-MDT-mLDP-Migration oder das gleichzeitige Vorhandensein beruhen auf der Tatsache, dass der Eingangs-PE-Router einen C-Multicast-Stream gleichzeitig an einen PIM-basierten Core-Tree und einen mLDP-basierten Core-Tree weiterleitet. Während der Eingangs-PE an beide MDTs weiterleitet, können die Egress-PE-Router einzeln von einem Core-Tree-Typ zu einem anderen migriert werden.

In der Regel werden PE-Routen mithilfe von PIM-basierten Core Trees vom ältesten mVPN-Bereitstellungsmodell zu einem mVPN-Bereitstellungsmodell migriert, das mLDP-basierte Trees

verwendet. Die älteste mVPN-Implementierung ist Profile 0, d. h. PIM-basierte Kernbäume, kein Border Gateway Protocol (BGP) Auto-Discovery (AD) und PIM in Overlay-Signalisierung. Die Migration kann jedoch auch umgekehrt erfolgen.

Sehen wir uns dieses Migrationsszenario an, da es sich hierbei um die häufigste Migration handelt: von GRE im Core (Profile 0) zu einem Standard-MDT-mLDP-Profil.

Es sind einige mögliche Standard-mLDP-Profile möglich.

Sehen wir uns die folgenden Punkte an:

- mLDP ohne BGP AD
- mLDP mit BGP AD und PIM C-Signalisierung
- mLDP mit BGP AD und BGP C-Signalisierung

Im letzteren Fall wird auch das C-Signalisierungsprotokoll migriert.

Ein wichtiger Punkt ist, dass bei Verwendung von BGP AD der Daten-MDT standardmäßig vom BGP signalisiert wird. Wenn kein BGP AD vorhanden ist, kann der Daten-MDT nicht vom BGP signalisiert werden.

Auf jeden Fall muss für den Eingangs-PE sowohl das Profil 0 als auch das mLDP-Profil konfiguriert sein. Der Eingangs-PE leitet den C-Multicast-Datenverkehr an beide MDTs (Standard oder Daten) der beiden Core-Tree-Protokolle weiter. Daher müssen beide Standard-MDTs auf dem Eingangs-PE konfiguriert werden.

Wenn der Egress-PE Core-Tree-Protokolle PIM und mLDP ausführen kann, kann er entscheiden, von welchem Tree der C-Multicast-Datenverkehr abgerufen werden soll. Dies erfolgt durch Konfigurieren der Reverse Path Forwarding (RPF)-Richtlinie auf dem Egress-PE.

Wenn der Egress-PE-Router nur Profile 0 (Profil 0) unterstützt, wird dieser nur dem PIM-Tree im Core beitreten und den C-Multicast-Stream im PIM-basierten Tree empfangen.

Anmerkung: Wenn der PIM Sparse Mode verwendet wird, müssen sowohl der RP-PE als auch der S-PE sowohl über den GRE-basierten als auch den mLDP-basierten MDT erreichbar sein.

C-Multicast-Protokoll-Migration

Das C-Multicast-Protokoll kann von PIM zu BGP oder umgekehrt migriert werden. Dies geschieht, indem der Egress-PE so konfiguriert wird, dass er entweder PIM oder BGP als Overlay-Protokoll auswählt. Der Egress-PE sendet eine Join-Nachricht entweder über PIM oder BGP. Der Eingangs-PE kann beide in einem Migrationsszenario empfangen und verarbeiten.

Dies ist ein Migrationsbeispiel für das C-Multicast-Protokoll, das auf dem Egress-PE konfiguriert wurde:

```
router pim
 vrf one
  address-family ipv4
   rpf topology route-policy rpf-for-one
```

```

mdt c-multicast-routing bgp
!
interface GigabitEthernet0/1/0/0
  enable
!
!
!
!
route-policy rpf-for-one
  set core-tree mldp-default
end-policy
!

```

BGP wird als Overlay-Signalisierungsprotokoll aktiviert. Der Standardwert ist "PIM".

Szenarien

Sehen Sie sich Abbildung 1 an, um die für die Szenarien verwendete Konfiguration anzuzeigen.

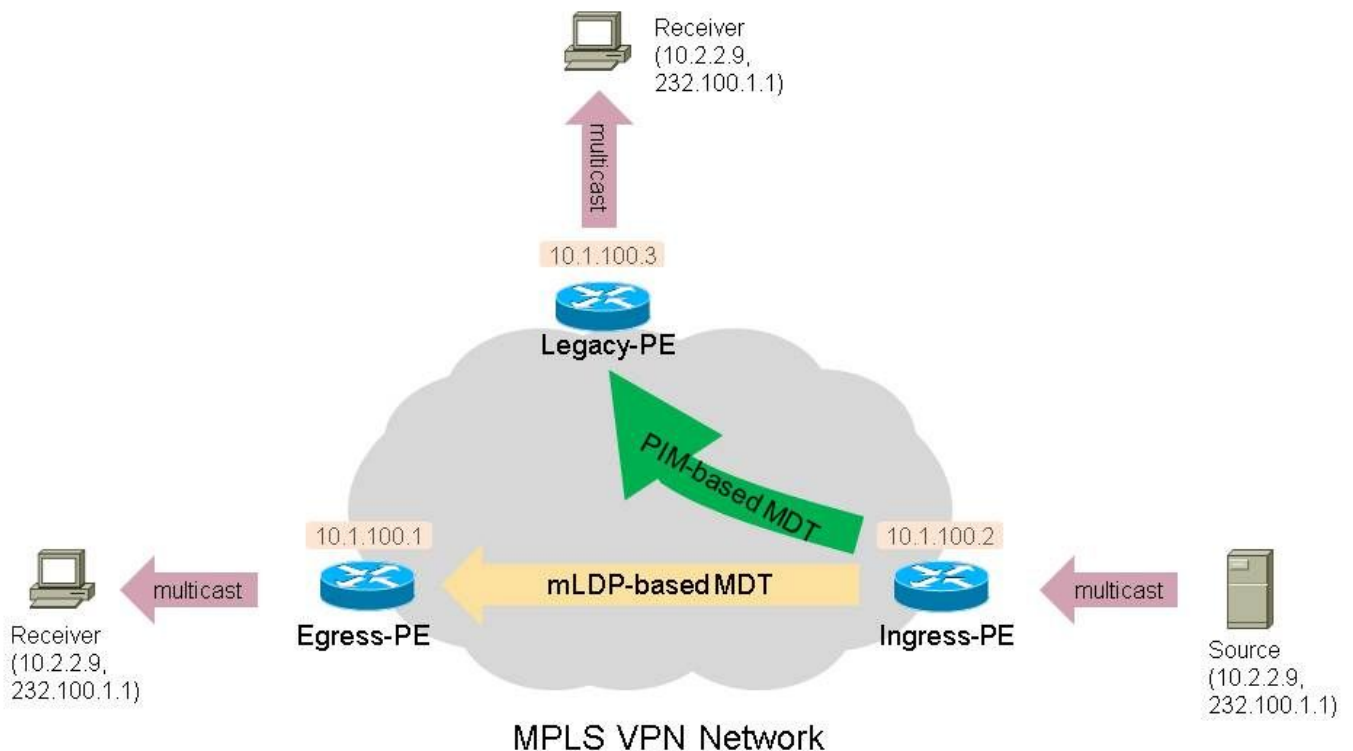


Abbildung 1:

In diesen Szenarien ist mindestens ein Legacy-PE-Router als Receiver-PE-Router vorhanden. Dies ist ein Router, der nur Profile 0 (Standard-MDT - GRE - PIM C-mcast Signaling) ausführt.

Für diesen Router muss ein BGP-IPv4-MDT konfiguriert sein.

Mindestens ein Receiver-PE-Router führt ein mLDP-basiertes Profil aus. Dies sind alle Standard-MDT-mLDP-Profile (1, 9, 13, 12, 17), alle partitionierten MDT-mLDP-Profile (2, 4, 5, 14, 15) und Profile 7. Profile 8 für P2MP TE wird ebenfalls unterstützt.

Der Eingangs-PE-Router ist ein Dual-Encap-Router: Es führt Profil 0 und ein mLDP-basiertes Profil aus.

Dieser Ingress-PE-Router muss den Datenverkehr sowohl auf den PIM-basierten MDTs als auch auf den mLDP-basierten MDTs weiterleiten. Diese MDTs können der Standard und die Daten-MDTs sein.

Verwenden Sie als veralteter Router einen IOS-Router, der nur Profile 0 ausführen kann. Dies ist die Konfiguration des Legacy-Routers.

```
vrf definition one
rd 1:3
vpn id 1:1
route-target export 1:1
route-target import 1:1
!
address-family ipv4
mdt default 232.1.1.1
exit-address-family
```

Der BGP-IPv4-MDT muss konfiguriert werden:

```
router bgp 1
...
address-family ipv4 mdt
neighbor 10.1.100.7 activate
neighbor 10.1.100.7 send-community extended
exit-address-family
!
...
```

Szenario 1.

Ein oder mehrere Legacy-PE-Router sind ein Receiver-PE-Router.

Es gibt einen oder mehrere PE-Router als Receiver-PE-Router, der Profile 1 ausführt (Standard-MDT - mLDP MP2MP PIM C-mcast Signaling).

Es gibt überhaupt keine BGP AD- oder BGP C-Multicast-Signalisierung.

Konfiguration des Receiver-PE-Routers mit Profil 1:

```
vrf one
vpn id 1:1
address-family ipv4 unicast
import route-target
1:1
!
export route-target
1:1
!
!

router pim
vrf one
address-family ipv4
rpf topology route-policy rpf-for-one
!
interface GigabitEthernet0/1/0/0
enable
```

```

!
!
!
!

route-policy rpf-for-one
  set core-tree mldp-default
end-policy
!

multicast-routing
vrf one
  address-family ipv4
    mdt source Loopback0
    mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
    mdt data 100
    rate-per-route
    interface all enable
    !
    accounting per-prefix
  !
!
!

mpls ldp
  mldp
    logging notifications
    address-family ipv4
  !
!
!

```

```

route-policy rpf-for-one
  set core-tree mldp-default

```

Konfiguration des Eingangs-PE-Routers:

```

vrf one
  vpn id 1:1
  address-family ipv4 unicast
  import route-target
  1:1
  !
  export route-target
  1:1
  !
  !

router pim
vrf one
  address-family ipv4
  !
  interface GigabitEthernet0/1/0/0
  enable
  !
  !
  !

multicast-routing
vrf one
  address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  interface all enable

```

```

!
 mdt default ipv4 232.1.1.1
 mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
 mdt data 255
 mdt data 232.1.2.0/24
!
!
!

```

```

mpls ldp
mldp
logging notifications
address-family ipv4
!
!
!

```

Der Eingangs-PE-Router muss über einen IPv4-MDT der BGP-Adressfamilie verfügen, der mit dem des Legacy-PE-Routers übereinstimmt.

Der Eingangs-PE muss an beide MDT-Typen weitergeleitet werden:

```
Ingress-PE#show mrib vrf one route 232.100.1.1
```

```

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, MF - MPLS Encap, 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

```

```
(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.2.2.9 Flags: RPF MT
```

```
MT Slot: 0/1/CPU0
```

```
Up: 00:56:09
```

```
Incoming Interface List
```

```
GigabitEthernet0/1/0/0 Flags: A, Up: 00:56:09
```

```
Outgoing Interface List
```

```
mdtone Flags: F NS MI MT MA, Up: 00:22:59 <<< PIM-based tree
```

```
Lmdtone Flags: F NS LMI MT MA, Up: 00:56:09 <<< mLDP-based tree
```

Der Eingangs-PE sollte den Legacy-PE im Schnittstellenmittelton und den Profile 1-PE an der Schnittstelle Lmdtone als PIM-Nachbarn sehen:

```
Ingress-PE#show pim vrf one neighbor
```

```
PIM neighbors in VRF one
```

```
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
```

```

10.1.100.1          Lmdtone 6w1d      00:01:29 1      P
10.1.100.2*        Lmdtone          6w1d      00:01:15 1 (DR) P
10.1.100.2*        mdtone          5w0d      00:01:30 1      P
10.1.100.3          mdtone 00:50:20 00:01:30 1 (DR) P

```

"debug pim vrf one mdt data" auf dem Eingangs-PE:

Sie sehen, dass ein Typ 1 (PIM Core Tree) und ein Typ 2 (mLDP Core Tree) PIM Join TLV gesendet werden. Das erste auf dem Mittelton und das zweite auf Lmdtone.

```

pim[1140]: [13] MDT Grp lookup: Return match for grp 232.1.2.4 src 10.1.100.2 in local list (-)
pim[1140]: [13] In mdt timers process...
pim[1140]: [13] Processing MDT JOIN SEND timer for MDT null core mldp pointer in one
pim[1140]: [13] In join_send_update_timer: route->mt_head 50c53b44
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x1
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x1
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 16
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x1, core
(10.1.100.2,232.1.2.4), for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'mdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one (found) -
No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'mdtone'
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x2
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x2, o_type 0x2
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 36
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core src
10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'Lmdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one (found) -
No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'Lmdtone'
pim[1140]: [13] Set next send time for core type (0x0/0x2) (v: 10.2.2.9,232.100.1.1) in one
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on Lmdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 36 MTU
1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on mdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 16 MTU
1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2

```

Ingress-PE#show pim vrf one mdt cache

Core Source	Cust (Source, Group)	Core Data	Expires
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	232.1.2.4	00:02:36
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	[mdt 1:1 1]	00:02:36

Anmerkung: Der PIM Join Type Length Value (TLV) ist eine PIM-Nachricht, die über den Standard-MDT gesendet wird und zum Signalisieren des Daten-MDT verwendet wird. Es wird regelmäßig, einmal pro Minute, gesendet.

Legacy Egress-PE:

"debug ip pim vrf one 232.100.1.1":

```

PIM(1): Receive MDT Packet (55759) from 10.1.100.2 (Tunnel3), length (ip: 44, udp: 24), ttl:
1PIM(1): TLV type: 1 length: 16 MDT Packet length: 16

```

Das Legacy-PE zwischenspeichert die PIM-Join-TLV:

```
Legacy-PE#show ip pim vrf one mdt receive
```

```
Joined MDT-data [group/mdt number : source] uptime/expires for VRF: one  
[232.1.100.2 : 10.1.100.2] 00:01:10/00:02:45
```

Der Legacy-PE ist Teil des Daten-MDT im Core:

```
Legacy-PE#show ip mroute vrf one 232.100.1.1
```

```
IP Multicast Routing Table
```

```
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,  
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,  
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,  
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,  
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,  
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,  
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,  
G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,  
N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,  
Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,  
V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,  
x - VxLAN group
```

```
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join
```

```
Timers: Uptime/Expires
```

```
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode
```

```
(10.2.2.9, 232.100.1.1), 00:08:48/00:02:34, flags: sTY
```

```
Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2, MDT: [10.1.100.2,232.1.2.4]/00:02:46
```

```
Outgoing interface list:
```

```
GigabitEthernet1/1, Forward/Sparse, 00:08:48/00:02:34
```

Der Profile 1 Receiver-PE empfängt auch die PIM Join TLV, für den mLDP-basierten Daten-MDT jedoch:

```
Egress-PE#debug pim vrf one mdt data
```

```
pim[1161]: [13] Received MDT Packet on Lmdtone (vrf:one) from 10.1.100.2, len 36
```

```
pim[1161]: [13] Processing type 2 tlv
```

```
pim[1161]: [13] Received MDT Join TLV from 10.1.100.2 for cust route 10.2.2.9,232.100.1.1  
MDT number 1 len 36
```

```
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one  
(found) - No error
```

```
pim[1161]: [13] MDT cache upd: pe 10.1.100.2, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core  
src 10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [remote, -], mt_lc 0xffffffff, mdt_if 'xxx',  
cache NULL
```

```
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one  
(found) - No error
```

```
pim[1161]: [13] Cache get: Found entry for 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2  
in one
```

```
RP/0/RP1/CPU0:Nov 27 16:04:02.726 : Return match for [mdt 1:1 1] src 10.1.100.2 in remote  
list (one)
```

```
pim[1161]: [13] Remote join: MDT [mdt 1:1 1] known in one. Refcount (1, 1)
```

```
Egress-PE#show pim vrf one mdt cache
```

Core Source	Cust (Source, Group)	Core Data	Expires
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	[mdt 1:1 1]	00:02:12

```
Egress-PE#show mrib vrf one route 232.100.1.1
```


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, MF - MPLS Encap, 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

(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: RPF

Up: 00:45:20

Incoming Interface List

Lmdtone Flags: A LMI, Up: 00:45:20

Outgoing Interface List

GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS LI, Up: 00:45:20

Szenario 2.

Ein oder mehrere ältere PE-Router sind Receiver-PE-Router.

Es gibt einen oder mehrere PE-Router als Receiver-PE-Router, die Profile 9 ausführen (Standard-MDT - mLDP MP2MP BGP-AD PIM C-mcast Signaling).

BGP-AD ist beteiligt, aber keine BGP C-Multicast-Signalisierung.

Konfiguration des Receiver-PE-Routers mit Profil 9:

```
vrf one
  vpn id 1:1
  address-family ipv4 unicast
    import route-target
      1:1
    !
  export route-target
    1:1
  !
!

router pim
  vrf one
    address-family ipv4
      rpf topology route-policy rpf-for-one
    !
  interface GigabitEthernet0/1/0/0
    enable
  !
!
!
```

```

route-policy rpf-for-one
  set core-tree mldp-default
end-policy
!

multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  rate-per-route
  interface all enable
  accounting per-prefix
  bgp auto-discovery mldp
  !
  mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
!
!
!

router bgp 1
!
address-family vpnv4 unicast
!
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!
neighbor 10.1.100.7 <<< iBGP neighbor
remote-as 1
update-source Loopback0

address-family vpnv4 unicast
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!
vrf one
rd 1:1
address-family ipv4 unicast
  redistribute connected
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!

mpls ldp
  mldp
  logging notifications
  address-family ipv4
  !
  !
  !

```

Der Eingangs-PE-Router muss über einen IPv4-MDT der BGP-Adressfamilie verfügen, der mit dem des Legacy-PE-Routers übereinstimmt. Der Eingangs-PE-Router muss über IPv4-MVPN der BGP-Adressfamilie verfügen, die dem Profil 9-Ausgangs-PE-Router entspricht.

Konfiguration des Eingangs-PE-Routers:

```

vrf one
vpn id 1:1
address-family ipv4 unicast

```

```

import route-target
  1:1
!
export route-target
  1:1
!
!
address-family ipv6 unicast
!
!

router pim
vrf one
address-family ipv4
  mdt c-multicast-routing pim
  announce-pim-join-tlv
  !
  interface GigabitEthernet0/1/0/0
  enable
  !
!
!
!

multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  interface all enable
  bgp auto-discovery mldp
!
  mdt default ipv4 232.1.1.1
  mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
  mdt data 255
  mdt data 232.1.2.0/24
!
!
!

router bgp 1
address-family vpnv4 unicast
!
  address-family ipv4 mdt
!
  address-family ipv4 mvpn
!
neighbor 10.1.100.7 <<< iBGP neighbor
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family vpnv4 unicast
!
  address-family ipv4 mdt
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!
!
vrf one
rd 1:2
address-family ipv4 unicast
  redistribute connected
!
  address-family ipv4 mvpn
!

```

```

mpls ldp
 mldp
  logging notifications
  address-family ipv4
  !
!
!

```

Ohne den Befehl "announce-pim-join-tlv" sendet der Ingress-PE-Router die PIM-Join-TLV-Nachrichten über die Standard-MDTs nicht, wenn BGP Auto-Discovery (AD) aktiviert ist. Ohne diesen Befehl sendet der Ingress-PE-Router nur ein Update für den BGP-IPv4-mvpn-Routing-Typ 3. Der Egress-PE-Router von Profile 9 empfängt das BGP-Update und installiert die Daten-MDT-Nachricht in seinem Cache. Der Legacy-PE-Router führt BGP AD nicht aus und erfährt daher nicht die Nachricht Data MDT Join (Daten-MDT-Join) über BGP.

Der Eingangs-PE muss den C-Multicast-Datenverkehr an beide MDT-Typen weiterleiten:

```
Ingress-PE#show mrib vrf one route 232.100.1.1
```

```

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, MF - MPLS Encap, 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

```

```
(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.2.2.9 Flags: RPF MT
```

```
MT Slot: 0/1/CPU0
```

```
Up: 05:03:56
```

```
Incoming Interface List
```

```
GigabitEthernet0/1/0/0 Flags: A, Up: 05:03:56
```

```
Outgoing Interface List
```

```
mdtone Flags: F NS MI MT MA, Up: 05:03:56
```

```
Lmdtone Flags: F NS LMI MT MA, Up: 05:03:12
```

Der Eingangs-PE muss den Legacy-PE im Schnittstellenmittelton und den Profile 9-PE an der Schnittstelle Lmdtone als PIM-Nachbarn sehen:

```
Ingress-PE#show pim vrf one neighbor
```

```
PIM neighbors in VRF one
```

```
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
10.1.100.1	Lmdtone	6w1d	00:01:18	1		P
10.1.100.2*	Lmdtone	6w1d	00:01:34	1	(DR)	P
10.1.100.2*	mdtone	5w0d	00:01:18	1		P
10.1.100.3	mdtone	06:00:03	00:01:21	1	(DR)	

Der Egress-PE empfängt die Daten-MDT-Nachricht als BGP-Update für einen Routing-Typ 3 in der IPv4-MVPN-Adressfamilie:

```
Egress-PE#show bgp ipv4 mvpn vrf one
BGP router identifier 10.1.100.1, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
BGP table state: Active
Table ID: 0x0 RD version: 1367879340
BGP main routing table version 92
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: 1:1 (default for vrf one)
*> [1][10.1.100.1]/40 0.0.0.0                                0 i
*>i[1][10.1.100.2]/40 10.1.100.2                            100 0 i
*>i[3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120
                                10.1.100.2                            100 0 i

Processed 3 prefixes, 3 paths
```

```
Egress-PE#show bgp ipv4 mvpn vrf one [3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120
BGP routing table entry for [3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120, Route
Distinguisher: 1:1
Versions:
Process                bRIB/RIB SendTblVer
Speaker                  92          92
Last Modified: Nov 27 20:25:32.474 for 00:44:22
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
  10.1.100.2 (metric 12) from 10.1.100.7 (10.1.100.2)
    Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate,
imported
    Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 92
    Community: no-export
    Extended community: RT:1:1
    Originator: 10.1.100.2, Cluster list: 10.1.100.7
    PMSI: flags 0x00, type 2, label 0, ID
0x060001040a016402000e02000b0000010000000100000001
    Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 1:2
```

Diese BGP-Route ist ein Routing-Typ 3 für den Protokolltunnel vom Typ 2, d. h. mLDP P2MP LSP (der auf einem P2MP mLSP aufbauende Daten-MDT). Es gibt keinen BGP-Routen-Typ-3-Eintrag für PIM-Trees, da BGP AD für PIM nicht aktiviert ist.

"debug pim vrf one mdt data" auf dem Eingangs-PE:

```
pim[1140]: [13] In mdt timers process...
pim[1140]: [13] Processing MDT JOIN SEND timer for MDT null core mldp pointer in one
pim[1140]: [13] In join_send_update_timer: route->mt_head 50c53b44
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x1
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x1
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 16
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x1, core
```

```

(10.1.100.2,232.1.2.5), for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'mdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one
(found) - No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in
one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'mdtone'
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x2
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x2, o_type 0x2
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 36
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core src
10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'Lmdtone', cache
NULL
: pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
(found) - No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in
one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'Lmdtone'
pim[1140]: [13] Set next send time for core type (0x0/0x2) (v: 10.2.2.9,232.100.1.1) in
one
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on Lmdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size
36 MTU 1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on mdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 16
MTU 1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2

```

Der Eingangs-PE sendet eine PIM-Join-TLV sowohl für den PIM-basierten als auch den mLDP-basierten Daten-MDT.

Auf dem Legacy-PE:

"debug ip pim vrf one 232.100.1.1":

```

PIM(1): Receive MDT Packet (56333) from 10.1.100.2 (Tunnel3), length (ip: 44, udp: 24), ttl: 1
PIM(1): TLV type: 1 length: 16 MDT Packet length: 16

```

Der Legacy-PE empfängt und zwischenspeichert die PIM-Join-TLV:

Legacy-PE#show ip pim vrf one mdt receive

```

Joined MDT-data [group/mdt number : source] uptime/expires for VRF: one
[232.1.2.5 : 10.1.100.2] 00:23:30/00:02:33

```

Der Legacy-PE ist Teil des Daten-MDT im Core:

Legacy-PE#show ip mroute vrf one 232.100.1.1

IP Multicast Routing Table

```

Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,
G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,
N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,
Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,
V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,
x - VxLAN group

```

Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join

Timers: Uptime/Expires

Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(10.2.2.9, 232.100.1.1), 05:13:35/00:03:02, flags: sTY

Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2, **MDT: [10.1.100.2, 232.1.2.5]/00:02:37**

Outgoing interface list:

GigabitEthernet1/1, Forward/Sparse, 05:13:35/00:03:02

Profile 9 Receiver-PE.

"debug pim vrf one mdt data" auf Profile 9 Egress PE:

```
pim[1161]: [13] Received MDT Packet on Lmdtone (vrf:one) from 10.1.100.2, len 36
pim[1161]: [13] Processing type 2 tlv
pim[1161]: [13] Received MDT Join TLV from 10.1.100.2 for cust route 10.2.2.9,232.100.1.1
MDT number 1 len 36
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
(found) - No error
pim[1161]: [13] MDT cache upd: pe 10.1.100.2, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core
src 10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [remote, -], mt_lc 0xffffffff, mdt_if 'xxx',
cache NULL
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
(found) - No error
pim[1161]: [13] Cache get: Found entry for 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2
in one
pim[1161]: [13] MDT lookup: Return match for [mdt 1:1 1] src 10.1.100.2 in remote list
(one)
pim[1161]: [13] Remote join: MDT [mdt 1:1 1] known in one. Refcount (1, 1)
```

Der Profile 9 Receiver-PE empfängt und zwischenspeichert die PIM Join TLV. Der Profile 9 Receiver-PE hat auch von dem Daten-MDT erfahren, da er die BGP-Update-Nachricht für einen Routing-Typ 3 vom Eingangs-PE empfängt. Der PIM Join TLV und der Routing-Typ der BGP-Update-Nachricht sind gleichwertig und enthalten dieselben Informationen in Bezug auf den Core-Tree-Tunnel für den Daten-MDT.

Egress-PE#**show pim vrf one mdt cache**

Core Source	Cust (Source, Group)	Core Data	Expires
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	[mdt 1:1 1]	00:02:35

Egress-PE#**show mrib vrf one route 232.100.1.1**

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, MF - MPLS Encap, 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

(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: RPF

Up: 05:10:22

Incoming Interface List

Lmdtone Flags: A LMI, Up: 05:10:22

Outgoing Interface List

GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS LI, Up: 05:10:22

Szenario 3.

Ein oder mehrere Legacy-PE-Router sind ein Receiver-PE-Router.

Es gibt einen oder mehrere PE-Router als Receiver-PE-Router, der Profile 13 (Standard-MDT - mLDP MP2MP BGP-AD BGP C-mcast Signaling) ausführt.

BGP-AD und BGP-C-Multicast-Signalisierung sind beteiligt.

Konfiguration des Receiver-PE-Routers mit Profil 13:

```
vrf one
  vpn id 1:1
  address-family ipv4 unicast
  import route-target
    1:1
  !
  export route-target
    1:1
  !
  !

router pim
  vrf one
  address-family ipv4
  rpf topology route-policy rpf-for-one
  mdt c-multicast-routing bgp
  !
  interface GigabitEthernet0/1/0/0
  enable
  !
  !
  !
  !

route-policy rpf-for-one
  set core-tree mldp-default
end-policy
!

multicast-routing
  vrf one
  address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  rate-per-route
  interface all enable
  accounting per-prefix
  bgp auto-discovery mldp
  !
  mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
  !
  !
  !

router bgp 1
```



```

!
address-family vpnv4 unicast
!
!
address-family ipv4 mvpn
!
!
neighbor 10.1.100.7 <<< iBGP neighbor
remote-as 1
update-source Loopback0
!
address-family vpnv4 unicast
!
address-family ipv4 mvpn
!
!
vrf one
rd 1:1
address-family ipv4 unicast
redistribute connected
!
address-family ipv4 mvpn
!
!

mpls ldp
mldp
logging notifications
address-family ipv4
!
!
!

```

Konfiguration des Eingangs-PE-Routers:

```

vrf one
vpn id 1:1
address-family ipv4 unicast
import route-target
1:1
!
export route-target
1:1
!
!
address-family ipv6 unicast
!
!

router pim
vrf one
address-family ipv4
mdt c-multicast-routing bgp
announce-pim-join-tlv
!
interface GigabitEthernet0/1/0/0
enable
!
!
!
!

multicast-routing

```

```

vrf one
address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  interface all enable
    mdt default ipv4 232.1.1.1
    mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
    mdt data 255
    mdt data 232.1.2.0/24
  !
!
!

router bgp 1
address-family vpnv4 unicast
!
address-family ipv4 mdt
!
address-family ipv4 mvpn
!
neighbor 10.1.100.7      <<< iBGP neighbor
remote-as 1
update-source Loopback0
address-family vpnv4 unicast
!
  address-family ipv4 mdt
!
  address-family ipv4 mvpn
!
!
vrf one
rd 1:2
address-family ipv4 unicast
  redistribute connected
!
  address-family ipv4 mvpn
!

mpls ldp
mldp
logging notifications
address-family ipv4
!
!
!

```

Ohne den Befehl `announce-pim-join-tlv` sendet der Ingress-PE-Router die PIM-Join-TLV-Nachrichten nicht über den Standard-MDT, wenn BGP AD aktiviert ist. Ohne diesen Befehl sendet der Ingress-PE-Router nur ein Update für den BGP-IPv4-mvpn-Routing-Typ 3. Der Profile 13 Egress-PE-Router empfängt das BGP-Update und installiert die Daten-MDT-Nachricht in seinem Cache. Der Legacy-PE-Router führt BGP AD nicht aus und erfährt daher nicht die Nachricht Data MDT Join (Daten-MDT-Join) über BGP.

Der Eingang-PE muss an beide MDT-Typen weitergeleitet werden:

```
Ingress-PE#show mrib vrf one route 232.100.1.1
```

```

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, MF - MPLS Encap, 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

(10.2.2.9,232.100.1.1) RPF nbr: 10.2.2.9 Flags: RPF MT
MT Slot: 0/1/CPU0
Up: 19:49:27

Incoming Interface List

GigabitEthernet0/1/0/0 Flags: A, Up: 19:49:27

Outgoing Interface List

mdtone Flags: F MI MT MA, Up: 19:49:27

Lmdtone Flags: F LMI MT MA, Up: 01:10:15

Der Eingangs-PE sollte den Legacy-PE im Schnittstellenmittelton als PIM-Nachbarn sehen. Es ist jedoch nicht erforderlich, das Profil 13-PE als PIM-Nachbarn an der Schnittstelle Lmdtone zu verwenden, da BGP jetzt als C-Multicast-Signalisierungsprotokoll verwendet wird.

"debug pim vrf one mdt data" auf dem Eingangs-PE:

```
pim[1140]: [13] In mdt timers process...
pim[1140]: [13] Processing MDT JOIN SEND timer for MDT null core mldp pointer in one
pim[1140]: [13] In join_send_update_timer: route->mt_head 50c53b44
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x1
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x1
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 16
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x1, core
(10.1.100.2,232.1.2.5), for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'mdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one (found) -
No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x1 in one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'mdtone'
pim[1140]: [13] Create new MDT tlv buffer for one for type 0x2
pim[1140]: [13] Buffer allocated for one mtu 1348 size 0
pim[1140]: [13] TLV type set to 0x2, o_type 0x2
pim[1140]: [13] TLV added for one mtu 1348 size 36
pim[1140]: [13] MDT cache upd: pe 0.0.0.0, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core src
10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [local, -], mt_lc 0x11, mdt_if 'Lmdtone', cache NULL
pim[1140]: [13] Looked up cache pe 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one (found) -
No error
pim[1140]: [13] Cache get: Found entry for 0.0.0.0(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
pim[1140]: [13] pim_mvrf_mdt_cache_update:946, mt_lc 0x11, copied mt_mdt_ifname 'Lmdtone'
pim[1140]: [13] Set next send time for core type (0x0/0x2) (v: 10.2.2.9,232.100.1.1) in one
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on Lmdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 36 MTU
1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one on mdtone(10.1.100.2) 6 (Cnt:1, Reached size 16 MTU
1348)
pim[1140]: [13] 2. Flush MDT Join for one (Lo0) 10.1.100.2
pim[1140]: [13] MDT Grp lookup: Return match for grp 232.1.2.5 src 10.1.100.2 in local list (-)
```

Der Eingangs-PE sendet PIM Join TLV sowohl für den PIM-basierten als auch den mLDP-basierten Daten-MDT.

"debug ip pim vrf one 232.100.1.1" auf dem Legacy-PE:

```
PIM(1): Receive MDT Packet (57957) from 10.1.100.2 (Tunnel3), length (ip: 44, udp: 24), ttl: 1
PIM(1): TLV type: 1 length: 16 MDT Packet length: 16
```

Das Legacy-PE zwischenspeichert die PIM-Join-TLV:

```
Legacy-PE#show ip pim vrf one mdt receive
```

```
Joined MDT-data [group/mdt number : source] uptime/expires for VRF: one
[232.1.2.5 : 10.1.100.2] 00:03:36/00:02:24
```

Der Legacy-PE ist Teil des Daten-MDT im Core:

```
Legacy-PE#show ip mroute vrf one 232.100.1.1
```

```
IP Multicast Routing Table
```

```
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
      L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
      T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,
      X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
      U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
      Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
      Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,
      G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,
      N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,
      Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,
      V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,
      x - VxLAN group
```

```
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join
```

```
Timers: Uptime/Expires
```

```
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode
```

```
(10.2.2.9, 232.100.1.1), 18:53:53/00:02:50, flags: sTY
```

```
Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2, MDT: [10.1.100.2,232.1.2.5]/00:02:02
```

```
Outgoing interface list:
```

```
GigabitEthernet1/1, Forward/Sparse, 18:53:53/00:02:50
```

Profile 13 Receiver-PE:

"debug pim vrf one mdt data" auf dem Profil 13 Egress PE:

```
pim[1161]: [13] Received MDT Packet on Lmdtone (vrf:one) from 10.1.100.2, len 36
```

```
pim[1161]: [13] Processing type 2 tlv
```

```
pim[1161]: [13] Received MDT Join TLV from 10.1.100.2 for cust route 10.2.2.9,232.100.1.1 MDT
number 1 len 36
```

```
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one (found)
- No error
```

```
pim[1161]: [13] MDT cache upd: pe 10.1.100.2, (10.2.2.9,232.100.1.1), mdt_type 0x2, core src
```

```
10.1.100.2, id [mdt 1:1 1], for vrf one [remote, -], mt_lc 0xffffffff, mdt_if 'xxx', cache NULL
```

```
pim[1161]: [13] Looked up cache pe 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one (found)
- No error
```

```
pim[1161]: [13] Cache get: Found entry for 10.1.100.2(10.2.2.9,232.100.1.1) mdt_type 0x2 in one
```

```
pim[1161]: [13] MDT lookup: Return match for [mdt 1:1 1] src 10.1.100.2 in remote list (one)
```

```
pim[1161]: [13] Remote join: MDT [mdt 1:1 1] known in one. Refcount (1, 1)
```

```
RP/0/RP1/CPU0:Legacy-PE#show ip pim vrf one mdt cache
```

Core Source	Cust (Source, Group)	Core Data	Expires
10.1.100.2	(10.2.2.9, 232.100.1.1)	[mdt 1:1 1]	00:02:21

Der Profile 13 Receiver-PE empfängt und speichert die PIM Join TLV für den mLDP-basierten MDT. Der Profile 13 Receiver-PE hat auch von dem Daten-MDT erfahren, da er die BGP-Update-Nachricht für einen Routing-Typ 3 vom Eingangs-PE empfängt. Der PIM Join TLV und der Routing-Typ der BGP-Update-Nachricht sind gleichwertig und enthalten dieselben Informationen in Bezug auf den Core-Tree-Tunnel für den Daten-MDT.

```
Ingress-PE#show bgp ipv4 mvpn vrf one
BGP router identifier 10.1.100.1, local AS number 1
BGP generic scan interval 60 secs
BGP table state: Active
Table ID: 0x0 RD version: 1367879340
BGP main routing table version 93
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: 1:1 (default for vrf one)
*> [1][10.1.100.1]/40 0.0.0.0                    0 i
*>i[1][10.1.100.2]/40 10.1.100.2                100 0 i
*>i[3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120
                               10.1.100.2                100 0 i
*> [7][1:2][1][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1]/184
                               0.0.0.0                    0 i

Processed 4 prefixes, 4 paths
```

```
Egress-PE#show bgp ipv4 mvpn vrf one [3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120
BGP routing table entry for [3][32][10.2.2.9][32][232.100.1.1][10.1.100.2]/120, Route
Distinguisher: 1:1
Versions:
  Process          bRIB/RIB  SendTblVer
  Speaker          92        92
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
  10.1.100.2 (metric 12) from 10.1.100.7 (10.1.100.2)
  Origin IGP, localpref 100, valid, internal, best, group-best, import-candidate, imported
  Received Path ID 0, Local Path ID 1, version 92
  Community: no-export
  Extended community: RT:1:1
  Originator: 10.1.100.2, Cluster list: 10.1.100.7
  PMSI: flags 0x00, type 2, label 0, ID 0x060001040a016402000e02000b0000010000000100000001
  Source VRF: default, Source Route Distinguisher: 1:2
```

Diese BGP-Route ist ein Routing-Typ 3 für den Protokolltunnel vom Typ 2, d. h. mLDP P2MP LSP (der auf einem P2MP mLSP aufbauende Daten-MDT). Es gibt keinen BGP-Routing-Typ 3 für PIM-Trees, da BGP AD für PIM nicht aktiviert ist.

Es gibt auch einen Routing-Typ 7, da die C-Multicast-Signalisierung zwischen dem Eingangs-PE und dem Ausgangs-PE für Profile 13 aktiviert ist. Das BGP-Update des Routing-Typs 7 wird vom PE für den Ausgangs-PE Profile 13 an den PE für den Einlass gesendet.

Szenario 4.

In diesem Szenario gibt es im VPN-Kontext den PIM Sparse Mode.

Ein oder mehrere Legacy-PE-Router sind als Quell-PE-Router verfügbar.

Es gibt einen oder mehrere PE-Router als Receiver-PE-Router, der Profile 13 (Standard-MDT - mLDP MP2MP BGP-AD BGP C-mcast Signaling) ausführt. BGP-AD und BGP-C-Multicast-Signalisierung sind beteiligt. Da diese PE-Router Datenverkehr direkt vom Quell-PE - dem Legacy-PE-Router - empfangen müssen, müssen sie auch Profile 0 ausführen.

Der RP-PE ist ein PE-Router, der Profile 13 (Standard-MDT - mLDP MP2MP BGP-AD BGP C-mcast Signaling) ausführt. BGP-AD und BGP-C-Multicast-Signalisierung sind beteiligt. Da der RP-PE-Router Datenverkehr direkt vom Quell-PE - dem Legacy-PE-Router - empfangen muss, muss auch Profile 0 ausgeführt werden.

Das Multicast-Routing funktioniert in Szenario 3, aber dies kann nur für Source-Specific Multicasting (SSM) funktionieren. Wenn die C-Signalisierung Sparse Mode (Sparse-Modus) ist, kann Multicast fehlschlagen. Dies kann davon abhängen, wo der Rendez-Vous Point (RP) platziert wird. Wenn die Signalisierung im Overlay nur (S, G) lautet, funktioniert das Multicast-Routing wie in Szenario 3. Dies tritt auf, wenn sich der RP am Receiver-Standort befindet. Wenn sich der RP am Standort eines Receivers befindet, sendet der Receiver-PE kein Overlay (*,G) Join (Join-Join), weder über PIM noch BGP. Befindet sich der RP jedoch am Quell-PE oder einem anderen PE, wird eine Signalisierung (*, G) und (S, G) im Overlay angezeigt. Das Multicast-Routing kann fehlschlagen, wenn dies mit der Konfiguration wie in Szenario 3 erfolgt.

Sehen Sie sich Abbildung 2 an. Es zeigt ein Netzwerk mit einem Quell-PE (Legacy-PE), einem RP-PE (PE2) und einem Receiver-PE (PE1).

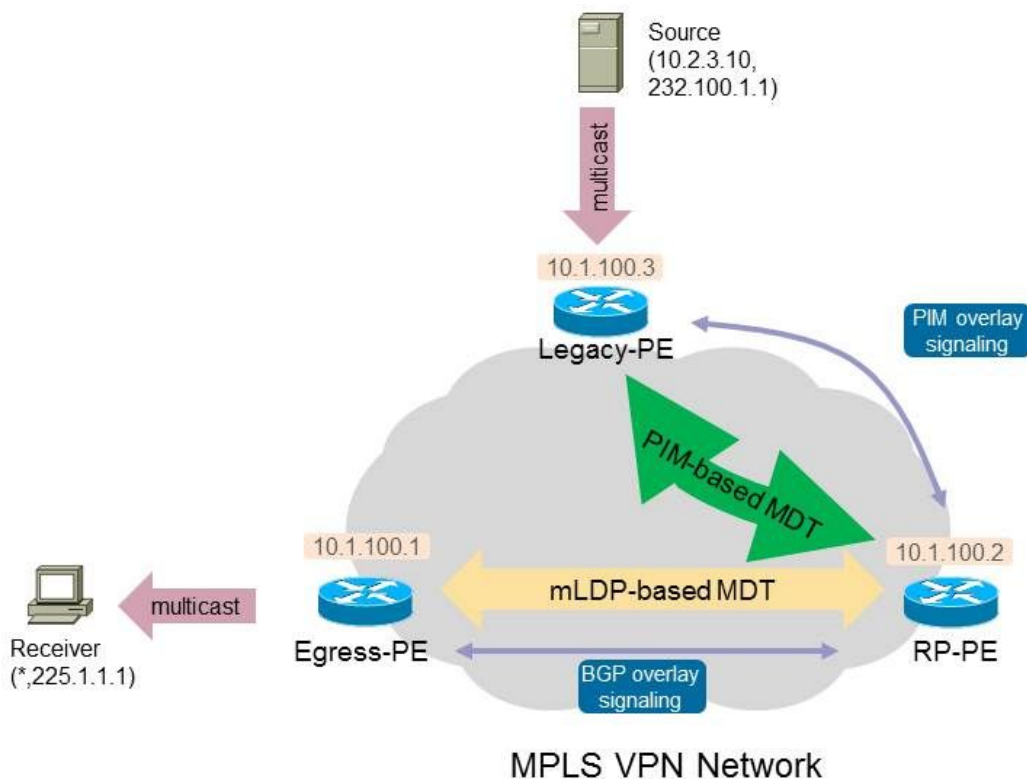


Abbildung 2:

Die Egress-PE-Router müssen Joins für (*,G) senden. Das verwendete Protokoll wird durch die Konfiguration bestimmt. Der Egress-PE verwendet BGP, und der Legacy-Source-PE-Router verwendet PIM, wenn er auch über einen Receiver verfügt. Der Shared Tree wird daher als fein

signalisiert. Beim Senden der Quelle tritt ein Problem auf: Die Quellstruktur wird nicht signalisiert.

Das Problem

Sobald die Quelle mit dem Senden beginnt, empfängt der RP die Registrierungs Pakete vom PIM First Hop Router (FHR). Dies könnte hier der Legacy-Source-PE-Router sein. Der RP-PE muss dann eine PIM-Join-Nachricht (S,G) an den Legacy-Source-PE senden, da der Legacy-Source-PE-Router BGP nicht als Overlay-Signalisierungsprotokoll ausführt. Für den RP-PE ist BGP jedoch als Overlay-Signalisierungsprotokoll konfiguriert. Der Legacy-Source-PE erhält also niemals eine PIM-Join-Nachricht (S,G) vom RP-PE, sodass der Source-Tree von der Quelle zum RP nicht signalisiert werden kann. Die Einrichtung ist in der Registrierungsphase stecken geblieben. Die OIL-Liste (Outgoing Interface List) auf dem Legacy-Source-PE ist leer:

```
Legacy-PE#show ip mroute vrf one 225.1.1.1
```

```
IP Multicast Routing Table
```

```
Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
       L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
       T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,
       X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
       U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
       Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
       Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,
       G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,
       N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,
       Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,
       V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,
       x - VxLAN group
```

```
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join
```

```
Timers: Uptime/Expires
```

```
Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode
```

```
(* , 225.1.1.1), 00:05:47/stopped, RP 10.2.100.9, flags: SPF
```

```
Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2
```

```
Outgoing interface list: Null
```

```
(10.2.3.10, 225.1.1.1), 00:05:47/00:02:42, flags: PFT
```

```
Incoming interface: GigabitEthernet1/1, RPF nbr 10.2.3.10
```

```
Outgoing interface list: Null
```

Um dies zu beheben, muss der RP-PE eine PIM-Join für (S,G) an den Legacy-Source-PE senden, während BGP für den RP-PE noch als Overlay-Signalisierungsprotokoll für die Nicht-Legacy-Router aktiviert ist. Wenn eine Quelle hinter einem nicht Legacy-Router online gestellt wird, muss der RP-PE eine BGP-Update-Nachricht vom Routing-Typ 7 an diesen nicht Legacy-Router senden.

Der RP-PE kann sowohl PIM als auch BGP als Overlay-Signalisierung verwenden. Die Auswahl eines der beiden Optionen wird durch eine Routenrichtlinie festgelegt. Sie benötigen den Migrationsbefehl unter Router-PIM für die VRF-Instanz. Für das in Abbildung 2 dargestellte Netzwerk ist dies die erforderliche Konfiguration auf dem RP-PE:

```
router pim
vrf one
address-family ipv4
  rpf topology route-policy rpf-for-one
  mdt c-multicast-routing bgp
  migration route-policy PIM-to-BGP
  announce-pim-join-tlv
```

```

!
interface GigabitEthernet0/1/0/0
enable
!
!
!
route-policy rpf-for-one
  if next-hop in (10.1.100.3/32) then
    set core-tree pim-default
  else
    set core-tree mldp-default
  endif
end-policy
!

route-policy PIM-to-BGP
  if next-hop in (10.1.100.3/32) then
    set c-multicast-routing pim
  else
    set c-multicast-routing bgp
  endif
end-policy
!

multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  rate-per-route
  interface all enable
  accounting per-prefix
  bgp auto-discovery mldp
  !
  mdt default ipv4 232.1.1.1
  mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
  !
!
!

```

Die Route-Policy PIM-to-BGP legt fest, dass PIM als Overlay-Signalisierungsprotokoll verwendet wird, wenn der Remote-PE-Router 10.1.100.3 (Legacy-Source-PE) ist. Bei anderen Routern (z. B. bei Nicht-Legacy-PE-Routern) wird BGP als Overlay-Signalisierungsprotokoll verwendet. Der RP-PE sendet nun eine PIM-Join-Nachricht (S,G) an den Legacy-Source-PE des PIM-basierten Standard-MDT. Der Legacy-Source-PE hat jetzt den Eintrag (S, G):

```
Legacy-PE#show ip mroute vrf one 225.1.1.1
```

```
IP Multicast Routing Table
```

```

Flags: D - Dense, S - Sparse, B - Bidir Group, s - SSM Group, C - Connected,
L - Local, P - Pruned, R - RP-bit set, F - Register flag,
T - SPT-bit set, J - Join SPT, M - MSDP created entry, E - Extranet,
X - Proxy Join Timer Running, A - Candidate for MSDP Advertisement,
U - URD, I - Received Source Specific Host Report,
Z - Multicast Tunnel, z - MDT-data group sender,
Y - Joined MDT-data group, y - Sending to MDT-data group,
G - Received BGP C-Mroute, g - Sent BGP C-Mroute,
N - Received BGP Shared-Tree Prune, n - BGP C-Mroute suppressed,
Q - Received BGP S-A Route, q - Sent BGP S-A Route,
V - RD & Vector, v - Vector, p - PIM Joins on route,
x - VxLAN group

```

```
Outgoing interface flags: H - Hardware switched, A - Assert winner, p - PIM Join
```

```
Timers: Uptime/Expires
```


Interface state: Interface, Next-Hop or VCD, State/Mode

(* , 225.1.1.1), 00:11:56/stopped, RP 10.2.100.9, flags: SPF
Incoming interface: Tunnel3, RPF nbr 10.1.100.2
Outgoing interface list: Null

(10.2.3.10, 225.1.1.1), 00:11:56/00:03:22, flags: FT
Incoming interface: GigabitEthernet1/1, RPF nbr 10.2.3.10
Outgoing interface list:

Tunnel13, Forward/Sparse, 00:00:11/00:03:18

Der Empfänger kann die Multicast-Pakete empfangen, wenn der RP-PE die Pakete U-Turn aktiviert: Er leitet die vom MDT empfangenen Multicast-Pakete an den Lmdt-Tree weiter.

Anmerkung: Überprüfen Sie, ob der RP-PE-Router die PE-Umdrehungsfunktion auf dieser Plattform und Software unterstützt.

RP/0/3/CPU1:PE2#**show mrib vrf one route 225.1.1.1**

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, MF - MPLS Encap, 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

(* ,225.1.1.1) RPF nbr: 10.2.2.9 Flags: C RPF

Up: 00:53:59

Incoming Interface List

GigabitEthernet0/1/0/0 Flags: A, Up: 00:53:59

Outgoing Interface List

Lmdtone Flags: F LMI, Up: 00:53:59

(10.2.3.10,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.3 Flags: RPF

Up: 00:03:00

Incoming Interface List

mdtone Flags: A MI, Up: 00:03:00

Outgoing Interface List

Lmdtone Flags: F NS LMI, Up: 00:03:00

Unabhängig davon, ob auf dem Last Hop Router (LHR) ein SPT-Switchover konfiguriert wurde oder nicht, wird der Multicast-Datenverkehr weiterhin über den Shared Tree an den RP-PE weitergeleitet. Sehen Sie sich Abbildung 3 an, um zu sehen, wie der Multicast-Datenverkehr weitergeleitet wird.

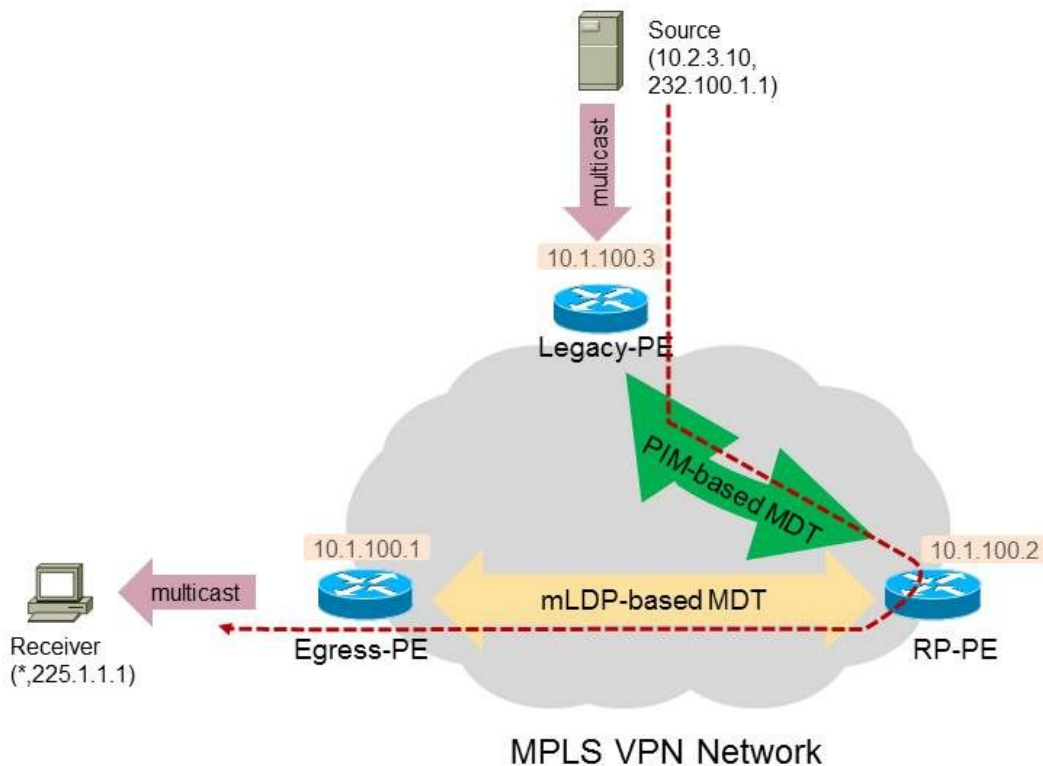


Abbildung 3:

Der Egress-PE hat keinen (S,G)-Eintrag:

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show mrib vrf one route 225.1.1.1
IP Multicast Routing Information Bas
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, MF - MPLS Encap, 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
```

```
(* ,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: C RPF
Up: 04:35:36
Incoming Interface List
  Lmdtone Flags: A LMI, Up: 03:00:24
Outgoing Interface List
  GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 04:35:36
```

Wenn der Egress-PE der LHR ist, gibt es keinen (S,G)-Eintrag. Der Egress-PE kann nicht zum (S, G-) Eintrag wechseln, da er keine aktive BGP-Source-Route von einem PE-Router empfangen hat. Der Multicast-Datenverkehr wird wie in Abbildung 3 weitergeleitet.

Es ist jedoch möglich, dass der Egress-PE nicht der LHR ist, sondern ein CE-Router am Egress-PE-Standort - der LHR. Wenn dieser CE-Router zum Source Tree umschaltet, erhält der Egress-PE eine PIM-Join-Nachricht (S,G), und er installiert den (S,G)-Eintrag.

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show mrib vrf one route 225.1.1.1
```

```
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, MF - MPLS Encap, 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
```

```
(* ,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: C RPF
Up: 00:04:51
Incoming Interface List
  Lmdtone Flags: A LMI, Up: 00:04:51
Outgoing Interface List
  GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 00:04:51
```

```
(10.2.3.10,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.3 Flags: RPF
Up: 00:00:27
Incoming Interface List
  Lmdtone Flags: A LMI, Up: 00:00:27
Outgoing Interface List
  GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 00:00:27
```

Der Egress-PE leitet jetzt RPF an die Quelle weiter und sucht den Legacy-Source-PE-Router als RPF-Nachbarn:

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show pim vrf one rpf 10.2.3.10
```

```
Table: IPv4-Unicast-default
* 10.2.3.10/32 [200/0]
  via Lmdtone with rpf neighbor 10.1.100.3
  Connector: 1:3:10.1.100.3, Nexthop: 10.1.100.3
```

Da zwischen dem Egress-PE und dem Legacy-Source-PE kein MDT vorhanden ist, kann der Egress-PE keine Join-Nachricht an den Legacy-Source-PE senden. Denken Sie daran, dass der Egress-PE nur mLDP-Trees erstellt und die BGP-Kundensignalisierung übernimmt. Beachten Sie, dass der Legacy-Source-PE nur PIM-basierte Trees erstellt und nur die PIM-Kundensignalisierung unterstützt.

Da der Egress-PE jedoch über RPF-Informationen verfügt, die auf die eingehende Schnittstelle Lmdt verweisen, und der Multicast-Datenverkehr vom RP-PE immer noch auf diesem MDT ankommt, wird der Multicast-Datenverkehr an den Empfänger weitergeleitet und schlägt RPF nicht fehl. Der Grund hierfür ist, dass der RPF keine strenge RPF-Prüfung durchführt, um zu überprüfen, ob der Multicast-Verkehr tatsächlich vom RPF-Nachbarn 10.1.100.3, dem Legacy-PE-Router, eingeht. Beachten Sie, dass für 10.1.100.3 auf PE1 auf Lmdt keine PIM-Adjacency vorhanden ist, da der Legacy-PE nicht über Lmdt verfügen kann, da PIM nur als Core-Tree-Protokoll ausgeführt wird (Profile 0):

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show pim vrf one neighbor
```

```
PIM neighbors in VRF one
```

```
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
10.1.100.1*	Lmdtone	01:32:46	00:01:32	100	(DR)	P
10.1.100.2	Lmdtone	01:30:46	00:01:16	1		P
10.1.100.4	Lmdtone	01:30:38	00:01:24	1		P
10.1.100.1*	mdtone	01:32:46	00:01:34	100	(DR)	P
10.1.100.2	mdtone	01:32:45	00:01:29	1		P
10.1.100.3	mdtone	01:32:17	00:01:29	1		P
10.1.100.4	mdtone	01:32:43	00:01:20	1		P
10.2.1.1*	GigabitEthernet0/0/0/9	01:32:46	00:01:18	100		B P E
10.2.1.8	GigabitEthernet0/0/0/9	01:32:39	00:01:16	100	(DR)	

PE1 wählt Lmdt als eingehende Schnittstelle aus, weil dies die Informationen sind, die der RPF-Topologiebefehl auf PE1 erhält:

```
route-policy rpf-for-one
set core-tree mldp-default
end-policy
!
```

Wenn der RPF weiterhin auf PE1 aktiviert ist, kann der Multicast-Datenverkehr den Empfänger hinter PE1 erreichen. Der Datenverkehr nimmt jedoch nicht den kürzesten Pfad vom Legacy-PE zum PE1 im Core an.

Die Lösung

Um dies zu beheben, muss der Egress-PE (PE1) so konfiguriert werden, dass auch ein PIM-basierter MDT und BGP als Overlay-Signalisierung signalisiert werden. Diese Konfiguration ist in diesem Fall auf dem Egress-PE erforderlich:

```
router pim
vrf one
address-family ipv4
  rpf topology route-policy rpf-for-one
  mdt c-multicast-routing bgp
  migration route-policy PIM-to-BGP
  announce-pim-join-tlv
!
rp-address 10.2.100.9 override
!
interface GigabitEthernet0/0/0/9
  enable
!
!
!

route-policy rpf-for-one
  if next-hop in (10.1.100.3/32) then
    set core-tree pim-default
  else
    set core-tree mldp-default
endif
```

```

end-policy
!

route-policy PIM-to-BGP
  if next-hop in (10.1.100.3/32) then
    set c-multicast-routing pim
  else
    set c-multicast-routing bgp
  endif
end-policy
!

multicast-routing
vrf one
address-family ipv4
  mdt source Loopback0
  rate-per-route
  interface all enable
  accounting per-prefix
  bgp auto-discovery mldp
  !
  mdt default ipv4 232.1.1.1
  mdt default mldp ipv4 10.1.100.7
  !
  !
  !

```

Sehen Sie sich Abbildung 4 an. Zwischen dem Legacy-PE und dem Egress-PE besteht nun ein PIM-basierter MDT.

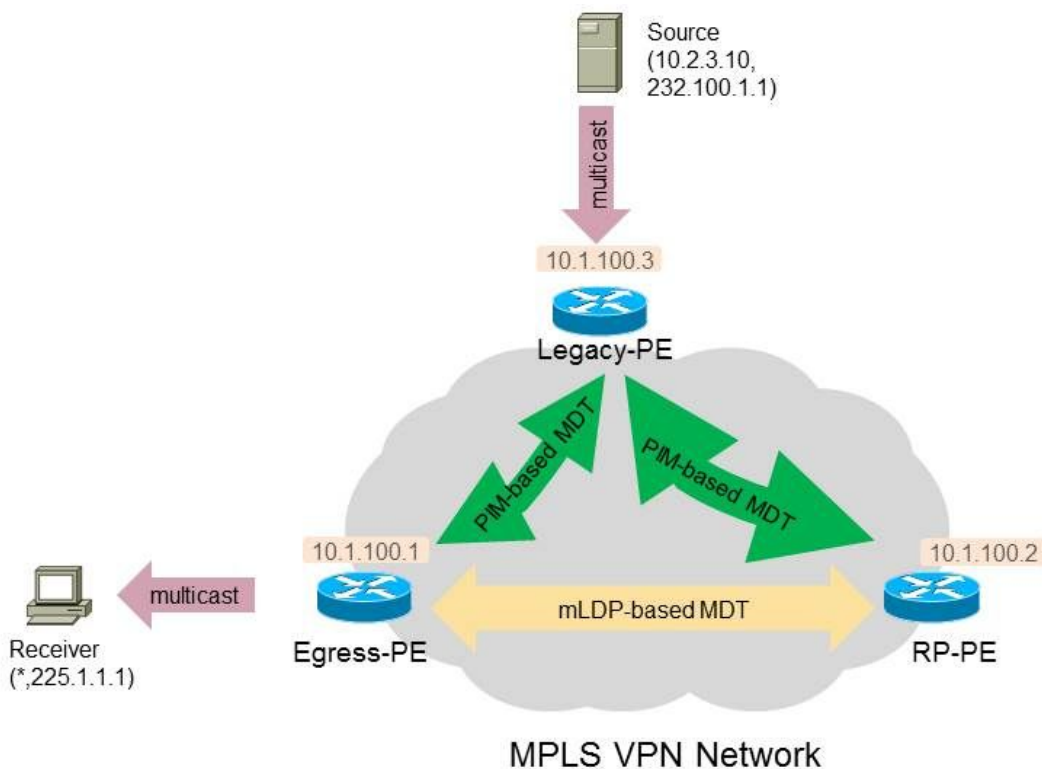


Abbildung 4:

Der Egress-PE sendet PIM-Join-Nachrichten über den PIM-basierten MDT an den Legacy-Source-PE für (S,G) nach dem SPT-Switchover. Die eingehende Schnittstelle auf dem Egress-PE ist jetzt mittellton. Der RP-PE ist kein Turnaround-Router für Multicast-Datenverkehr mehr.

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show mrib vrf one route 225.1.1.1
```

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, MF - MPLS Encap, 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

```
(* ,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.2 Flags: C RPF
```

```
Up: 00:09:59
```

```
Incoming Interface List
```

```
  Lmdtone Flags: A LMI, Up: 00:09:59
```

```
Outgoing Interface List
```

```
  GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 00:09:59
```

```
(10.2.3.10,225.1.1.1) RPF nbr: 10.1.100.3 Flags: RPF
```

```
Up: 00:14:29
```

```
Incoming Interface List
```

```
  mdtone Flags: A MI, Up: 00:14:29
```

```
Outgoing Interface List
```

```
  GigabitEthernet0/0/0/9 Flags: F NS, Up: 00:14:29
```

PE1 verfügt über diese PIM-RPF-Informationen für die Quelle:

```
RP/0/RP1/CPU0:PE1#show pim vrf one rpf 10.2.3.10
```

```
Table: IPv4-Unicast-default
```

```
* 10.2.3.10/32 [200/0]
```

```
  via mdtone with rpf neighbor 10.1.100.3
```

```
  RT:1:1 ,Connector: 1:3:10.1.100.3, Nexthop: 10.1.100.3
```

Dies bedeutet, dass der Datenverkehr nun direkt vom Legacy-Quell-PE zum Egress-PE im Core-Netzwerk über den PIM-basierten MDT fließt. Siehe Abbildung 5.

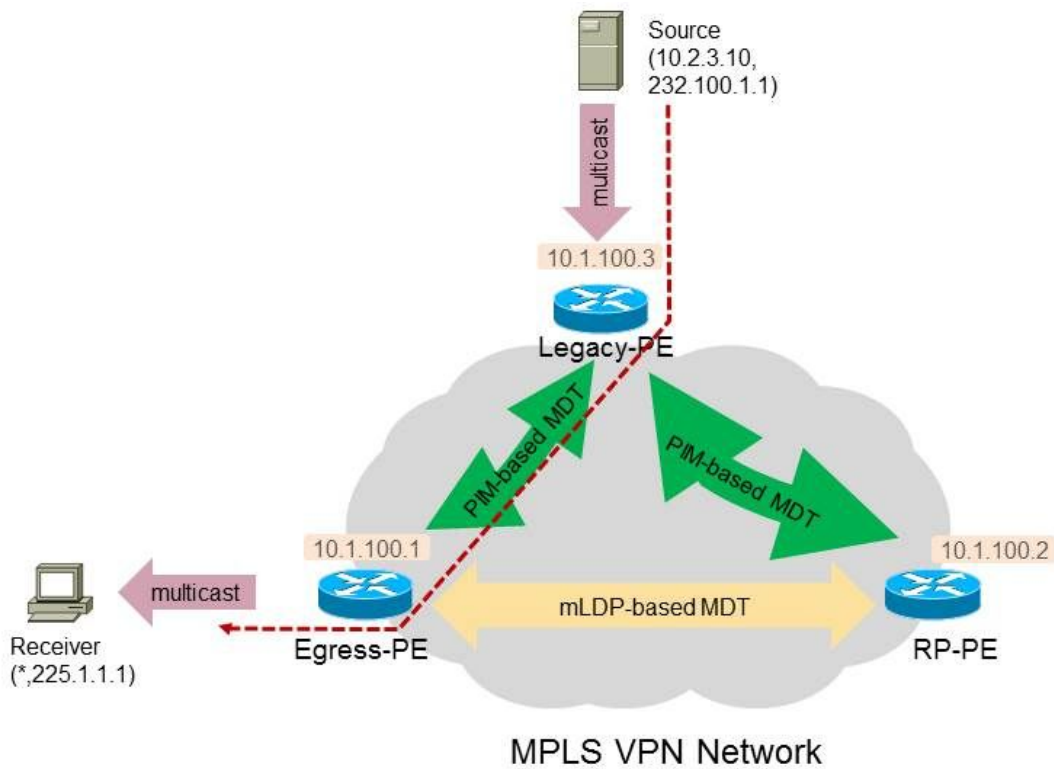


Abbildung 5:

Schlussfolgerung

Alle nicht älteren PE-Router, die Receiver-PE- oder RP-PE-Router sind, müssen über die entsprechende Konfiguration für die Migration der Core-Tree-Protokolle und die Migration der C-Signalisierungsprotokolle verfügen.

Alternativ besteht eine Problemumgehung darin, sicherzustellen, dass der SPT-Switchover nicht erfolgt, aber das Routing des Multicast-Datenverkehrs nicht über den kürzesten Pfad im Netzwerkkern verläuft.