

Konfigurieren von PCE-basiertem (nicht Path Computation Element) Inter-Area Segment Routing Traffic Engineering (SR-TE)

Inhalt

[Einführung](#)

[Voraussetzungen](#)

[Anforderungen](#)

[Verwendete Komponenten](#)

[Einführung in mehrere Domänen: SR-TE](#)

[Pfadtypen](#)

[Topologiediagramm](#)

[Erstkonfiguration](#)

[SR-TE-Richtlinienkonfigurationen](#)

[Fall 1: SR-TE-Tunnel für den Interbereich mit explizitem Pfad und Präfix-SID des Tail-End](#)

[Überprüfungen](#)

[Fall 2: SR-TE-Tunnel zwischen verschiedenen Bereichen mit explizitem Pfad mit lokal installierten IPv4-Adressen + Präfix-SIDs](#)

[Überprüfungen](#)

[Fall 3: SR-TE-Inter-Area-Tunnel mit explizitem Pfad und lokal vorhandenen IPv4-Adressen + suboptimales Präfix-SID-Routing](#)

[Zusammenfassung](#)

Einführung

In diesem Dokument werden die Aspekte des Verständnisses, der Konfiguration und der Überprüfung des SR-TE (Inter-Area) ohne Path Computation Element Controller beschrieben.

Unterstützt von Elvin Arias, Cisco TAC Engineer.

Voraussetzungen

Für dieses Dokument bestehen keine Voraussetzungen.

Anforderungen

Für dieses Dokument bestehen keine speziellen Anforderungen.

Verwendete Komponenten

Die Informationen in diesem Dokument basieren auf Cisco IOS-XR® und IOS-XE®.

Die Informationen in diesem Dokument wurden von den Geräten in einer bestimmten Laborumgebung erstellt. Alle in diesem Dokument verwendeten Geräte haben mit einer leeren

(Standard-)Konfiguration begonnen. Wenn Ihr Netzwerk in Betrieb ist, stellen Sie sicher, dass Sie die potenziellen Auswirkungen eines Befehls verstehen.

Einführung in mehrere Domänen: SR-TE

Das Segment Routing Traffic Engineering (SR-TE) bietet Funktionen zur Steuerung des Datenverkehrs durch den Core, ohne dass im Core Staatssitzungen stattfinden müssen. Eine SR-TE-Richtlinie wird als Liste von Segmenten ausgedrückt, die einen Pfad angibt, der als Segment-ID (SID)-Liste bezeichnet wird. Es ist keine Signalisierung erforderlich, da der Status in der Paketliste vorhanden ist und die SID-Liste von den SR-fähigen Transit-Routern als eine Reihe von Anweisungen verarbeitet wird.

Mehrdomänenumgebung wird traditionell mit Resource Reservation Protocol Traffic Engineering (RSVP-TE) über die Verwendung einer losen Next-Hop-Erweiterung in einer expliziten Pfadoptio implementiert. Bei Berechnungen würde ein Administrator einen Pfad erstellen, in dem IP-Adressen (Inter-Area Internet Protocol) lose definiert sind, um eine End-to-End-Berechnung über CSPF (Constrained Shortest Path First) zu ermöglichen.

SR-TE hat nicht das Konzept von Loose Next-Hops, also und bei Multi-Domain-Berechnungen ist die Frage, wie dies durchgeführt werden kann. Es sind Berechnungen möglich, und das faktische Design besteht darin, einen zentralen Controller (XTC, WAE, NOS) aufzustellen, um die entsprechenden Berechnungen für mehrere Domänen durchzuführen. Durch die Auslagerung der Berechnungen vom Head-End zum End können Geräte Pfade berechnen, ohne dass Transparenz in der gesamten Topologie vorhanden ist. Für dieses Path Computation Element (PCE) wird die Entität verwendet, die die gesamte Transparenz der Domäne besitzt, Berechnungen durchführt und die berechneten LSP verfolgt.

Wenn ein Controller vorübergehend nicht verfügbar ist und im Segment-Routing-Core Multi-Domain-Berechnungen erforderlich sind, können verschiedene Konfigurationen durchgeführt werden, um Tunneln die Einrichtung in interbereichsübergreifenden Szenarien zu ermöglichen.

Pfadtypen

Mit SR-TE können mehrere Pfadtypen definiert werden, die allgemein als Explicit Pfade und dynamische Pfade bezeichnet werden. Für dynamische und explizite Pfade ist dies einfach. Der SR-TE-Algorithmus kann den Pfad anhand dynamischer Kriterien berechnen, häufig anhand der TE- oder IGP-Metrik zu einem Tail-End. Für explizite Pfade können mehrere Typen definiert werden, von denen viele:

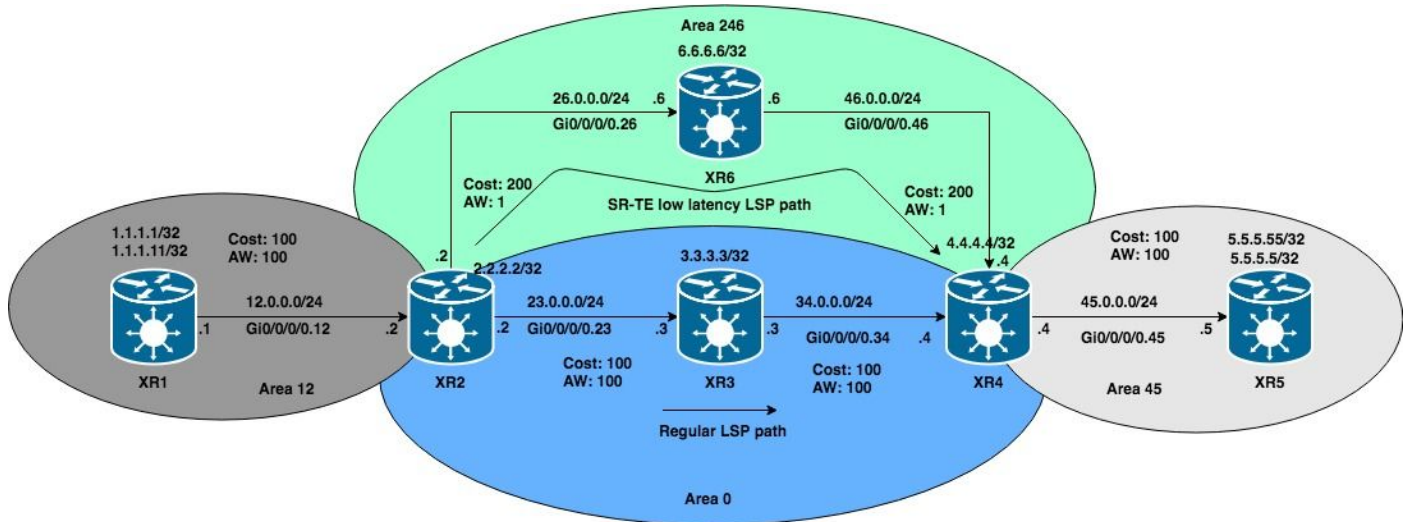
- SID nur als Label (nur MPLS)
- SID nur als IPv6-Adresse (nur SRv6)
- IPv4-Knotenadresse mit optionaler SID
- IPv6-Node-Adresse mit optionaler SID
- IPv4-Adresse + Schnittstellenindex mit optionaler SID
- IPv4-lokale und Remote-Adressen mit optionaler SID
- IPv6 + Schnittstellenindex mit optionaler SID
- IPv6-lokale und Remote-Adressen mit optionaler SID

Bei der Definition von SR-TE-Richtlinien für die Kommunikation zwischen verschiedenen Bereichen müssen explizite Pfade zum Tail-End definiert werden, da wir nicht die gesamte Transparenz der Topologie haben. Für bereichsübergreifende SR-TE müssen die Richtlinien wie folgt konfiguriert werden:

- Explicit-Path mit Tail-End-SID-Label
- Expliziter Pfad mit Transit + SID-Label
- Expliziter Pfad mit lokalen IPv4-Adressen + SID-Label

Hinweis: Wenn dynamische Optionen für den Inter-Area-Pfad erforderlich sind, Die Pfadberechnung muss an eine PCE-Einheit delegiert werden.

Topologiediagramm



In den nächsten Fällen wird diese OSPF-Interbereichs-Topologie verwendet. Beispiele basieren auf der Berechnung von SR-TE-Tunneln von XR1 bis XR5, die die Bereichsgrenzen überschreiten.

Spoiler

Hinweis: Beispiele für SR-TE basieren auf OSPF, gelten aber auch für IS-IS.

Hinweis: Beispiele für SR-TE basieren auf OSPF, gelten aber auch für IS-IS.

Erstkonfiguration

XR1

```
hostname XR1
icmp ipv4 rate-limit unreachable disable
interface Loopback0
  ipv4 address 1.1.1.1 255.255.255.255
!
interface Loopback1
  ipv4 address 1.1.1.11 255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0.12
  ipv4 address 12.0.0.1 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 12
!
router ospf 1
  router-id 1.1.1.1
  segment-routing mpls
  segment-routing forwarding mpls
  segment-routing sr-prefer
  address-family ipv4
  area 12
    mpls traffic-eng
    interface Loopback0
```

```
    prefix-sid index 1
  !
  interface Loopback1
    prefix-sid index 11
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.12
    cost 100
    network point-to-point
  !
!
mpls traffic-eng router-id Loopback0
!
mpls traffic-eng
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.12
    admin-weight 100
  !
!
end
```

XR2

```
hostname XR2
logging console debugging
explicit-path identifier 4
  index 10 next-label 16004
!
interface Loopback0
  ipv4 address 2.2.2.2 255.255.255.255
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0.12
  ipv4 address 12.0.0.2 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 12
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0.23
  ipv4 address 23.0.0.2 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 23
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0.26
  ipv4 address 26.0.0.2 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 26
!
router ospf 1
  router-id 2.2.2.2
  segment-routing mpls
  segment-routing forwarding mpls
  segment-routing sr-prefer
  address-family ipv4
  area 0
    mpls traffic-eng
    interface Loopback0
      prefix-sid index 2
    !
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.23
      cost 100
      network point-to-point
    !
  !
  area 12
    mpls traffic-eng
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.12
      cost 100
      network point-to-point
    !
  !
!
```

```

area 246
  mpls traffic-eng
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.26
    cost 200
    network point-to-point
  !
!
mpls traffic-eng router-id Loopback0
!
mpls oam
!
mpls traffic-eng
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.12
    admin-weight 100
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.23
    admin-weight 100
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.26
    admin-weight 1
  !
!
end

```

XR3

```

hostname XRv3
interface Loopback0
  ipv4 address 3.3.3.3 255.255.255.255
!
interface MgmtEth0/0/CPU0/0
  shutdown
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0.23
  ipv4 address 23.0.0.3 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 23
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0.34
  ipv4 address 34.0.0.3 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 34
!
router ospf 1
  router-id 3.3.3.3
  segment-routing mpls
  segment-routing forwarding mpls
  segment-routing sr-prefer
  address-family ipv4
  area 0
    mpls traffic-eng
    interface Loopback0
      prefix-sid index 3
    !
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.23
      cost 100
      network point-to-point
    !
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.34
      cost 100
      network point-to-point
    !
  !
  mpls traffic-eng router-id Loopback0
!

```

```
mpls oam
!  
mpls traffic-eng  
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.23  
    admin-weight 100  
  !  
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.34  
    admin-weight 100  
  !  
!  
end
```

XR4

```
hostname XR4  
interface Loopback0  
  ipv4 address 4.4.4.4 255.255.255.255  
  !  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.34  
  ipv4 address 34.0.0.4 255.255.255.0  
  encapsulation dot1q 34  
  !  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.45  
  ipv4 address 45.0.0.4 255.255.255.0  
  encapsulation dot1q 45  
  !  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.46  
  ipv4 address 46.0.0.4 255.255.255.0  
  encapsulation dot1q 46  
  !  
router ospf 1  
  distribute bgp-ls  
  router-id 4.4.4.4  
  segment-routing mpls  
  segment-routing forwarding mpls  
  segment-routing sr-prefer  
  address-family ipv4  
  area 0  
    mpls traffic-eng  
    interface Loopback0  
      prefix-sid index 4  
    !  
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.34  
      cost 100  
      network point-to-point  
    !  
  !  
  area 45  
    mpls traffic-eng  
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.45  
      cost 100  
      network point-to-point  
    !  
  !  
  area 246  
    mpls traffic-eng  
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.46  
      cost 200  
      network point-to-point  
    !  
  !  
  mpls traffic-eng router-id Loopback0  
  !  
mpls oam
```

```
!  
mpls traffic-eng  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.34  
admin-weight 100  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.45  
admin-weight 100  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.46  
admin-weight 1  
!  
!  
end
```

XR5

```
hostname XRv5  
interface Loopback0  
ipv4 address 5.5.5.5 255.255.255.255  
!  
interface Loopback1  
ipv4 address 5.5.5.55 255.255.255.255  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.45  
ipv4 address 45.0.0.5 255.255.255.0  
encapsulation dot1q 45  
!  
router ospf 1  
router-id 5.5.5.5  
segment-routing mpls  
segment-routing forwarding mpls  
segment-routing sr-prefer  
address-family ipv4  
area 45  
mpls traffic-eng  
interface Loopback0  
prefix-sid index 5  
!  
interface Loopback1  
prefix-sid index 55  
!  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.45  
cost 100  
network point-to-point  
!  
!  
mpls traffic-eng router-id Loopback0  
!  
mpls oam  
!  
mpls traffic-eng  
interface GigabitEthernet0/0/0/0.45  
admin-weight 100  
!  
!  
end
```

XR6

```
hostname XR6  
icmp ipv4 rate-limit unreachable disable  
interface Loopback0  
ipv4 address 6.6.6.6 255.255.255.255  
!  
!
```

```

interface GigabitEthernet0/0/0/0.26
  ipv4 address 26.0.0.6 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 26
!
interface GigabitEthernet0/0/0/0.46
  ipv4 address 46.0.0.6 255.255.255.0
  encapsulation dot1q 46
!
router ospf 1
  router-id 6.6.6.6
  segment-routing mpls
  segment-routing forwarding mpls
  segment-routing sr-prefer
  address-family ipv4
  area 246
    mpls traffic-eng
    interface Loopback0
      prefix-sid index 6
    !
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.26
      cost 200
      network point-to-point
    !
    interface GigabitEthernet0/0/0/0.46
      cost 200
      network point-to-point
    !
  !
  mpls traffic-eng router-id Loopback0
!
mpls oam
!
mpls traffic-eng
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.26
    admin-weight 1
  !
  interface GigabitEthernet0/0/0/0.46
    admin-weight 1
  !
!
end

```

Geräte in der OSPF-Domäne haben LSPs zwischen ihnen erstellt. Dies können wir überprüfen, indem wir den LSP zwischen XR1 und XR5 prüfen.

```
RP/0/0/CPU0:XR1#ping mpls ipv4 5.5.5.5/32 fec-type generic verbose
```

```

Sending 5, 100-byte MPLS Echos to 5.5.5.5/32, timeout is 2 seconds, send interval is 0 msec:
Codes: '!' - success, 'Q' - request not sent, '.' - timeout, 'L' - labeled output interface, 'B'
- unlabeled output interface, 'D' - DS Map mismatch, 'F' - no FEC mapping, 'f' - FEC mismatch,
'M' - malformed request, 'm' - unsupported tlvs, 'N' - no rx label, 'P' - no rx intf label prot,
'p' - premature termination of LSP, 'R' - transit router, 'I' - unknown upstream index, 'X' -
unknown return code, 'x' - return code 0 Type escape sequence to abort.

```

```

!      size 100, reply addr 45.0.0.5, return code 3
!      size 100, reply addr 45.0.0.5, return code 3
!      size 100, reply addr 45.0.0.5, return code 3
!      size 100, reply addr 45.0.0.5, return code 3
!      size 100, reply addr 45.0.0.5, return code 3

```

```
Success rate is 100 percent (5/5), round-trip min/avg/max = 1/6/10 ms
```

SR-TE-Richtlinienkonfigurationen

Fall 1: SR-TE-Tunnel für den Interbereich mit explizitem Pfad und Präfix-SID des Tail-End

Wir erstellen eine SR-TE-Richtlinie von XR1, um einen Pfad zur XR5-Präfix-SID zu berechnen, der 5.5.5.5/32 entspricht. Das Präfix 5.5.5.5/32 wurde mit einem Index von 5 konfiguriert. Dies ist das einzige Label, das wir PCALC zur Berechnung des Pfads zur Verfügung stellen.

Hinweis: Alle Router in der Topologie verfügen über denselben SRGB-Block.

```
explicit-path name CASE1
  index 10 next-label 16005
!
interface tunnel-te15
  ipv4 unnumbered Loopback0
  autoroute destination 5.5.5.5
  destination 5.5.5.5
  path-selection
    metric te
    segment-routing adjacency unprotected
!
  path-option 1 explicit name CASE1 segment-routing
!
```

[Spoiler](#)

Hinweis: Die Ankündigung der Autoroute funktioniert nicht in interbereichsübergreifenden Fällen.

Hinweis: Die Ankündigung der Autoroute funktioniert nicht in interbereichsübergreifenden Fällen.

Überprüfungen

Wenn wir eine SID-Liste als Eingabe für die Berechnung bereitstellen, wird nur die erste Bezeichnung überprüft, und wenn diese Bedingung erfüllt ist, ist der Tunnel aktiv. Wenn wir den Tunnel überprüfen, sehen wir, dass er betriebsbereit ist und das Routing durchgeführt wird.

```
RP/0/0/CPU0:XR1#show mpls traffic-eng tunnels segment-routing p2p 15
```

```
Name: tunnel-te15 Destination: 5.5.5.5 Ifhandle:0x130
  Signalled-Name: XR1_t15
Status:
  Admin: up Oper: up Path: valid Signalling: connected

  path option 1, (Segment-Routing) type explicit CASE1 (Basis for Setup)
  G-PID: 0x0800 (derived from egress interface properties)
  Bandwidth Requested: 0 kbps CT0
  Creation Time: Mon Nov 26 02:14:33 2018 (00:14:34 ago)
Config Parameters:
  Bandwidth: 0 kbps (CT0) Priority: 7 7 Affinity: 0x0/0xffff
  Metric Type: TE (interface)
  Path Selection:
    Tiebreaker: Min-fill (default)
    Protection: Unprotected Adjacency
  Hop-limit: disabled
  Cost-limit: disabled
  Path-invalidation timeout: 10000 msec (default), Action: Tear (default)
  AutoRoute: disabled LockDown: disabled Policy class: not set
  Forward class: 0 (default)
  Forwarding-Adjacency: disabled
Autoroute Destinations: 1
  Loadshare: 0 equal loadshares
```

```

Auto-bw: disabled
Path Protection: Not Enabled
bfd fast-detection disabled
Reoptimization after affinity failure: Enabled
SR-LG discovery: Disabled
History:
Tunnel has been up for: 00:04:43 (since Mon Nov 26 02:24:24 UTC 2018)
Current LSP:
  Uptime: 00:04:43 (since Mon Nov 26 02:24:24 UTC 2018)
Prior LSP:
  ID: 5 Path Option: 1
  Removal Trigger: tunnel shutdown

```

Segment-Routing Path Info (OSPF 1 area 12)

Segment0[Node]: 5.5.5.5, Label: 16005

Displayed 1 (of 1) heads, 0 (of 0) midpoints, 0 (of 0) tails
 Displayed 1 up, 0 down, 0 recovering, 0 recovered heads

[Spoiler](#)

Hinweis: PCALC-Ereignisse können mit dem Befehl `debug mpls traffic-eng path lookup` überprüft werden.

Hinweis: PCALC-Ereignisse können mit dem Befehl `debug mpls traffic-eng path lookup` überprüft werden.

Wenn wir die globale RIB prüfen, sehen wir, dass das Routing zu 5.5.5.5/32 über die Tunnelschnittstelle 15 eingerichtet wird.

```

RP/0/0/CPU0:XR1#show route 5.5.5.5
Routing entry for 5.5.5.5/32
  Known via "te-client", distance 2, metric 401 (connected)
  Installed Nov 26 02:24:24.336 for 00:07:03
  Routing Descriptor Blocks
    directly connected, via tunnel-te15
      Route metric is 401
  No advertising protos.

```

Wenn wir das LFIB prüfen, sehen wir, dass tunnel-te15 installiert wurde und weitergeleitet werden kann.

```

RP/0/0/CPU0:XR1#ping 5.5.5.5 source 1.1.1.1 repeat 100 size 1500
Type escape sequence to abort.
Sending 100, 1500-byte ICMP Echos to 5.5.5.5, timeout is 2 seconds:
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!
Success rate is 100 percent (100/100), round-trip min/avg/max = 9/12/19 ms

```

```

RP/0/0/CPU0:XR1#show mpls forwarding tunnels detail
Tunnel      Outgoing   Outgoing   Next Hop      Bytes
Name        Label      Interface  Next Hop      Switched
-----
tt15        (SR) 16005  Gi0/0/0/0.12 12.0.0.2     150400
Updated: Nov 26 02:24:24.357
Version: 200, Priority: 2
Label Stack (Top -> Bottom): { 16005 }
NHID: 0x0, Encap-ID: N/A, Path idx: 0, Backup path idx: 0, Weight: 0

```

MAC/Encaps: 18/22, MTU: 1500
Packets Switched: 100

Interface Name: tunnel-te15, Interface Handle: 0x00000130, Local Label: 24003
Forwarding Class: 0, Weight: 0
Packets/Bytes Switched: 100/150000

Fall 2: SR-TE-Tunnel zwischen verschiedenen Bereichen mit explizitem Pfad mit lokal installierten IPv4-Adressen + Präfix-SIDs

Bei der Definition von SR-TE-Richtlinien für den Inter-Area-Bereich können Labels und IPv4-Adressen kombiniert werden. Damit der PCALC erfolgreich einen Pfad zum Tail-End berechnen kann, müssen die für die Berechnung bereitgestellten IPv4-Adressen lokal im Bereich sein. Bei Elementen, die sich außerhalb des Bereichs befinden, müssen beide Präfix-Adjacency-SIDs bereitgestellt werden.

```
explicit-path name CASE2
  index 10 next-address strict ipv4 unicast 12.0.0.2
  index 20 next-label 16006
  index 50 next-label 16005
!
interface tunnel-te15
  ipv4 unnumbered Loopback0
  autoroute destination 5.5.5.5
  destination 5.5.5.5
  path-selection
    metric te
    segment-routing adjacency unprotected
!
  path-option 1 explicit name CASE2 segment-routing
!
```

Überprüfungen

Wie beobachtet, haben wir PCALC angedeutet, dass der Pfad über XR6 (16006) und dann über das letzte Präfix SID (16005) zu gehen hat. Beim Überprüfen der Tunnelberechnungsergebnisse sehen wir, wie sie berechnet wurden.

```
RP/0/0/CPU0:XR1#show mpls traffic-eng tunnels segment-routing p2p 15
```

```
Name: tunnel-te15 Destination: 5.5.5.5 Ifhandle:0x130
  Signalled-Name: XR1_t15
  Status:
    Admin: up Oper: up Path: valid Signalling: connected

path option 1, (Segment-Routing) type explicit CASE2 (Basis for Setup)
  G-PID: 0x0800 (derived from egress interface properties)
  Bandwidth Requested: 0 kbps CT0
  Creation Time: Mon Nov 26 02:14:33 2018 (00:40:44 ago)
  Config Parameters:
    Bandwidth: 0 kbps (CT0) Priority: 7 7 Affinity: 0x0/0xffff
Metric Type: TE (interface)
  Path Selection:
    Tiebreaker: Min-fill (default)
    Protection: Unprotected Adjacency
  Hop-limit: disabled
  Cost-limit: disabled
```

```
Path-invalidation timeout: 10000 msec (default), Action: Tear (default)
AutoRoute: disabled LockDown: disabled Policy class: not set
Forward class: 0 (default)
Forwarding-Adjacency: disabled
Autoroute Destinations: 1
Loadshare:          0 equal loadshares
Auto-bw: disabled
Path Protection: Not Enabled
BFD Fast Detection: Disabled
Reoptimization after affinity failure: Enabled
SRLG discovery: Disabled
```

History:

```
Tunnel has been up for: 00:08:47 (since Mon Nov 26 02:46:30 UTC 2018)
```

Current LSP:

```
Uptime: 00:00:10 (since Mon Nov 26 02:55:07 UTC 2018)
```

Reopt. LSP:

Last Failure:

```
LSP not signalled, identical to the [CURRENT] LSP
```

```
Date/Time: Mon Nov 26 02:52:43 UTC 2018 [00:02:34 ago]
```

Prior LSP:

```
ID: 9 Path Option: 1
```

```
Removal Trigger: reoptimization completed
```

Segment-Routing Path Info (OSPF 1 area 12)

```
Segment0[Link]: 12.0.0.1 - 12.0.0.2, Label: 24001
```

```
Segment1[Node]: 6.6.6.6, Label: 16006
```

```
Segment2[Node]: 5.5.5.5, Label: 16005
```

```
Displayed 1 (of 1) heads, 0 (of 0) midpoints, 0 (of 0) tails
```

```
Displayed 1 up, 0 down, 0 recovering, 0 recovered heads
```

Wenn wir eine Traceroute verwenden, können wir die nächsten Hops sehen, die wir effektiv über XR6 durchlaufen.

```
RP/0/0/CPU0:XR1#traceroute 5.5.5.5 source 1.1.1.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Tracing the route to 5.5.5.5
```

```
 1 12.0.0.2 [MPLS: Labels 16006/16005 Exp 0] 9 msec  0 msec  0 msec
 2 26.0.0.6 [MPLS: Label 16005 Exp 0] 0 msec  0 msec  0 msec
 3 46.0.0.4 [MPLS: Label 16005 Exp 0] 0 msec  9 msec  0 msec
 4 45.0.0.5 9 msec  *  9 msec
```

Fall 3: SR-TE-Inter-Area-Tunnel mit explizitem Pfad und lokal vorhandenen IPv4-Adressen + suboptimales Präfix-SID-Routing

Es kann Situationen geben, in denen wir die Präfix-SIDs definieren, aber suboptimale oder Schleifen von Datenverkehrsmustern bilden. In diesem Fall erstellen wir dieses Szenario.

```
explicit-path name CASE3
 index 10 next-address strict ipv4 unicast 12.0.0.2
 index 20 next-label 16006
 index 30 next-label 16002
 index 40 next-label 16003
 index 50 next-label 16005
!
interface tunnel-te15
 ipv4 unnumbered Loopback0
 autoroute destination 5.5.5.5
 destination 5.5.5.5
```

```
path-selection
metric te
segment-routing adjacency unprotected
!
path-option 1 explicit name CASE3 segment-routing
```

Basierend auf der Präfix-SID, können wir sehen, dass der Datenverkehr die Präfix-SIDs von XR6 -> XR2 -> XR3 -> XR5 durchlaufen sollte.

```
RP/0/0/CPU0:XR1#show mpls traffic-eng tunnels segment-routing p2p 15
```

```
Admin:      up Oper:      up Path:  valid Signalling: connected
```

```
path option 1, (Segment-Routing) type explicit CASE3 (Basis for Setup)
```

```
<<Output omitted>>
```

Segment-Routing Path Info (OSPF 1 area 12)

```
Segment0[Link]: 12.0.0.1 - 12.0.0.2, Label: 24001
```

```
Segment1[Node]: 6.6.6.6, Label: 16006
```

```
Segment2[Node]: 2.2.2.2, Label: 16002
```

```
Segment3[Node]: 3.3.3.3, Label: 16003
```

```
Segment4[Node]: 5.5.5.5, Label: 16005
```

```
Displayed 1 (of 1) heads, 0 (of 0) midpoints, 0 (of 0) tails
```

Wenn wir den Pfad zu 5.5.5.5/32 verfolgen, sehen wir, dass zwischen XR2 und XR6 eine Schleife gebildet wurde, obwohl dies suboptimiert ist, können wir trotzdem ohne Probleme zu XR5 5.5.5.5/32 weiterleiten, da der LSP korrekt eingerichtet ist.

```
RP/0/0/CPU0:XR1#traceroute 5.5.5.5 source 1.1.1.1
```

```
Type escape sequence to abort.
```

```
Tracing the route to 5.5.5.5
```

```
 1 12.0.0.2 [MPLS: Labels 16006/16002/16003/16005 Exp 0] 19 msec 19 msec 9 msec
 2 26.0.0.6 [MPLS: Labels 16002/16003/16005 Exp 0] 9 msec 9 msec 9 msec
 3 26.0.0.2 [MPLS: Labels 16003/16005 Exp 0] 9 msec 9 msec 9 msec
 4 23.0.0.3 [MPLS: Label 16005 Exp 0] 9 msec 9 msec 9 msec
 5 34.0.0.4 [MPLS: Label 16005 Exp 0] 9 msec 9 msec 9 msec
 6 45.0.0.5 9 msec * 9 msec
```

Zusammenfassung

Beim Erstellen von Multi-Domain-Richtlinien ohne PCEs im Segment Routing Traffic Engineering haben wir nicht die vollständige Ansicht der Link-State-Datenbank. Aus diesem Grund müssen wir explizite Pfade festlegen, die spezifische Routing-Anforderungen erfüllen, da die Transparenz fehlt. Interregionale Tunnel sind möglich und werden durch die Definition expliziter Pfade mit IPv4-Adressen, Adjacency-SIDs und/oder Präfix-SIDs im lokalen Bereich mit Präfix-SIDs der Transit-Geräte und/oder Tail-End der SR-TE-Richtlinie erstellt. Andere explizite Pfaddefinitionen schlagen fehl.