

Flexible Algorithmen in ISIS verstehen und Fehler beheben

Inhalt

[Einleitung](#)

[Voraussetzungen](#)

[Flex-Algo - Überblick](#)

[Netzwerktopologie](#)

[Netzwerk](#)

[Flex-Algo-Konfiguration](#)

[Flex-Algo 129 definiert durch Metric-type TE](#)

[Konfiguration](#)

[Verifizierung](#)

[Flex-Algo 128 definiert durch metrische Verzögerung](#)

[Konfiguration](#)

[Verifizierung](#)

[Topologieunabhängige Loop-Free Alternate \(TI-LFA\) und Microloop Avoidance \(MLA\) auf FLEX-ALGO 129](#)

[Einschränkungen für die Link-Affinität-Zuordnung](#)

[Konfiguration](#)

[Verifizierung](#)

[Konfiguration auf ABR-2 der Affinity Map](#)

[Verifizierung](#)

[Schlussfolgerung](#)

[Befehle](#)

Einleitung

In diesem Dokument werden der Betrieb von Flexible Algorithm (Flex-Algo) in ISIS sowie die entsprechenden Befehle für die Verifizierung und Fehlerbehebung beschrieben.

Voraussetzungen

Anforderungen

- Cisco empfiehlt, dass Sie Grundkenntnisse der Verkehrssteuerung des ISIS-Segments haben.

Verwendete Komponenten

- Die in diesem Dokument enthaltenen Informationen basieren auf den folgenden Geräten:

Aggregation Services Router 9000 (ASR9K).

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

Flex-Algo - Überblick

- Der flexible Algorithmus (Flex-Algo) wird durch einen numerischen Wert zwischen 0 und 255 gekennzeichnet. Die Werte 0-127 sind reserviert, während 128-255 benutzerdefiniert sind.
- Ein Flex-Algo wird durch einen metrischen Typ (Interior Gateway Protocol (IGP) Metric, Delay Metric oder TE Metric) und eine Reihe von Einschränkungen (z. B. Verbindungsaffinität, Shared Risk Link Group (SRLG)) definiert.
- Durch den Einsatz von Flex-Algo können Netzwerke Netzwerk-Slicing implementieren, d. h. eine logische Segmentierung des Netzwerks, bei der die Pfadberechnung auf die Topologie beschränkt ist, die die definierten Einschränkungen erfüllt.

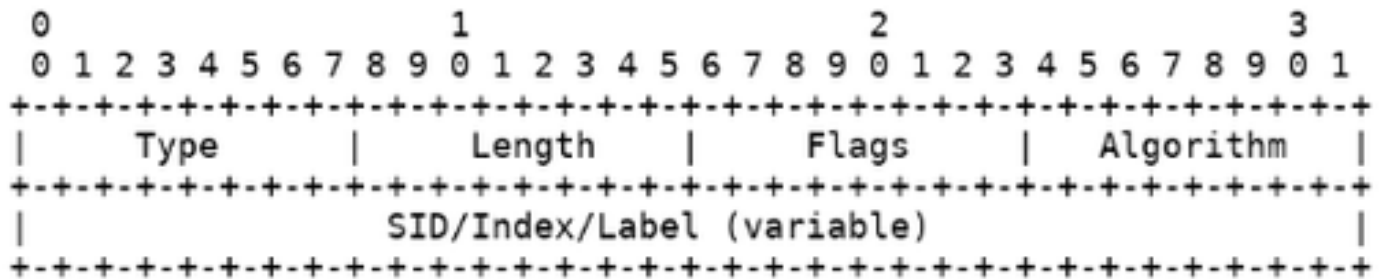


Abbildung 1: Prefix-SID Sub-TLV-Format (mit Algorithmusfeld)

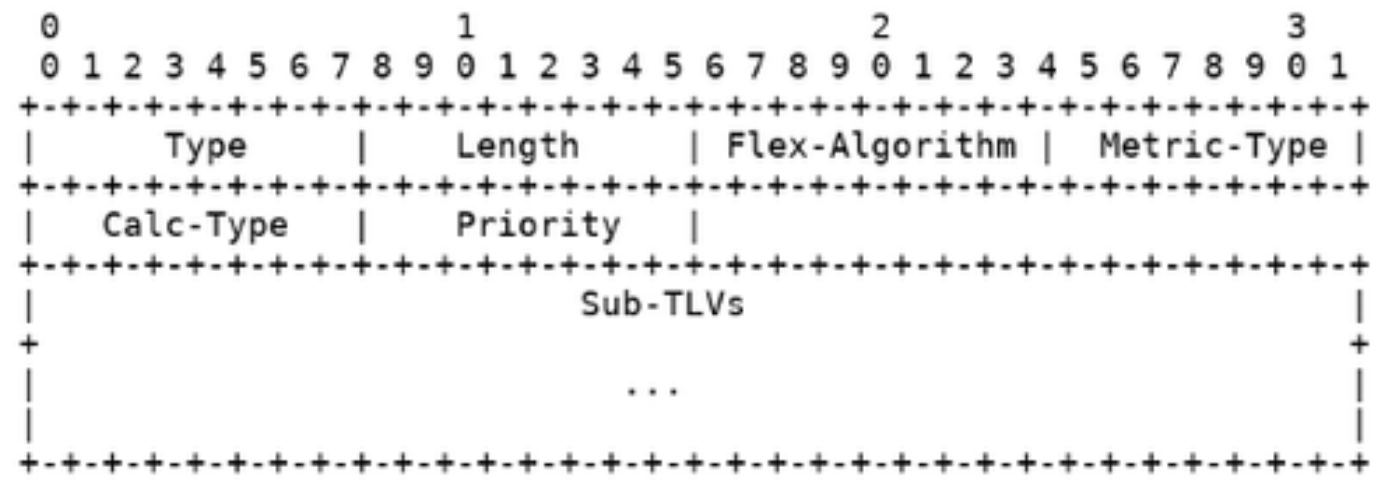


Abbildung 2: Flex-Algo Definition (FAD) TLV-Format

Netzwerktopologie

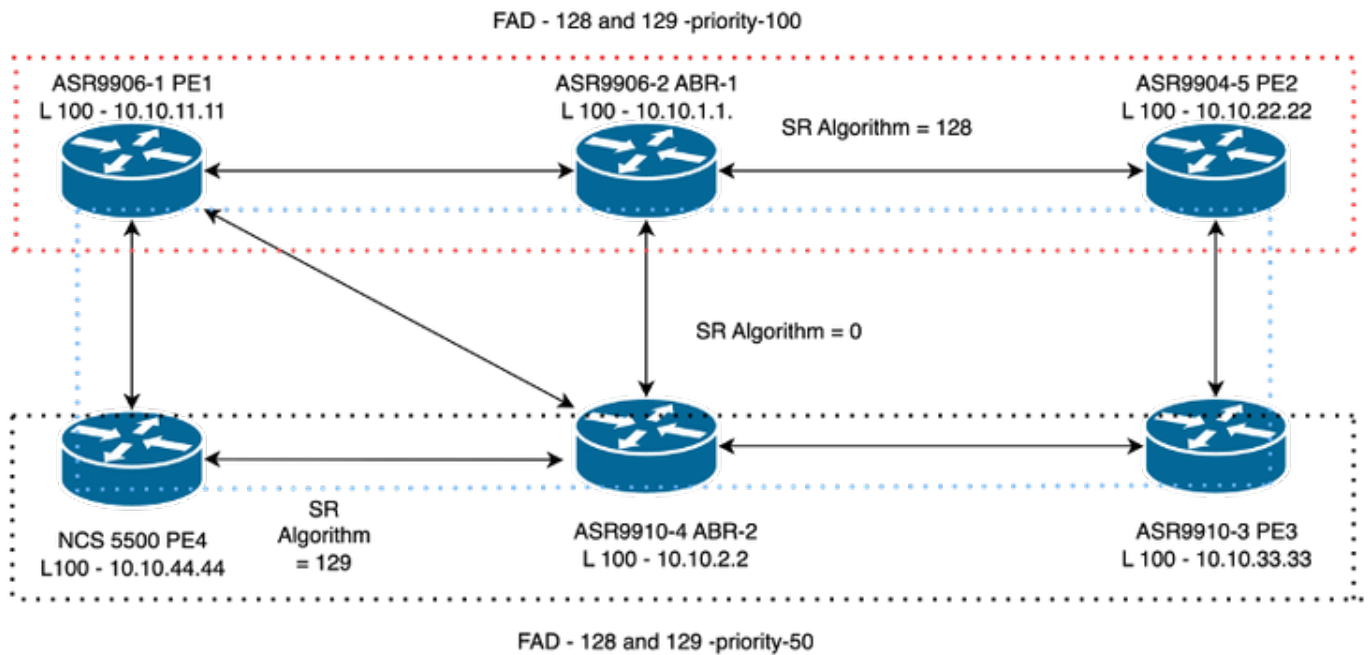


Abbildung 3: Diagramm der Netzwerktopologie

Netzwerk

- Algorithmus 128 → Definiert eine latenzoptimierte Schicht.
- Algorithmus 129 → Definiert eine TE-optimierte Scheibe.
- ABR1 und ABR2 veröffentlichen ihre Flex-Algo-Definitionen (FAD TLVs) in IS-IS Link-State Protocol Data Unit (LSPs).
- Ein FAD-Ausgangspunkt kann ein beliebiger Router in der IS-IS-Domäne sein. Ein Router muss nicht an jedem Flex-Algo teilnehmen, um seine Definition anzukündigen.

Flex-Algo-Konfiguration

```
<#root>
```

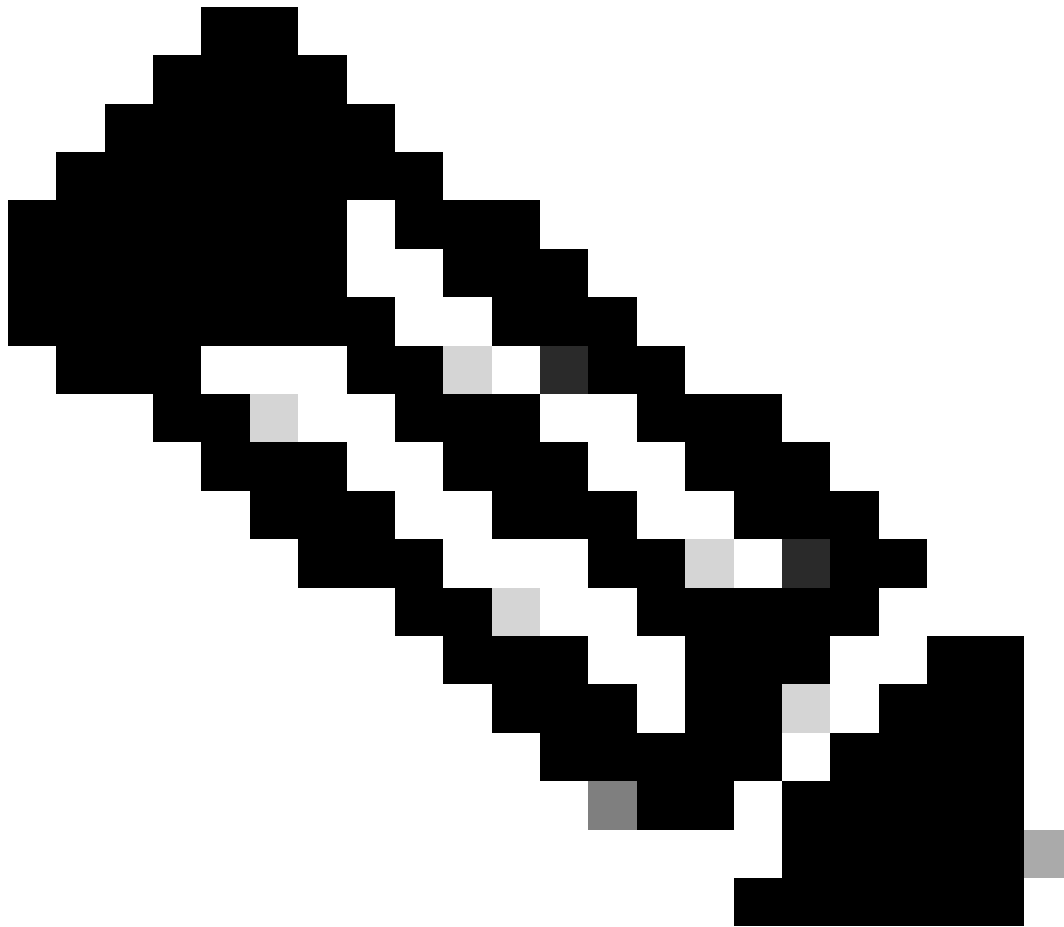
```
router isis core
flex-algo 128
  interface Loopback100
    passive
    address-family ipv4 unicast
```

```
prefix-sid index 11
```

```
  explicit-null
```

```
prefix-sid algorithm 128 index 811
```

```
  explicit-null
```



Anmerkung:

- index 11 - Präfix-SID gebunden an Flex-Algo 0 (Standard Shortest Path First (SPF)).
- index 811 - Präfix-SID gebunden an Flex-Algo 128.
- Flex-Algo-Prefix-SIDs aktivieren Netzwerk-Slicing. Für ein bestimmtes Präfix (z. B. Loopback100) können mehrere Prefix-SIDs angekündigt werden - jede ist an ein bestimmtes Flex-Algo gebunden.
- Die erste Prefix-SID (Index 11) wird automatisch mit Flex-Algo 0 (Standard-IGP Shortest-Path-Algorithmus) verknüpft.
- Die zweite Prefix-SID (Index 811) ist explizit mit Flex-Algo 128, einem benutzerdefinierten Algorithmus, verknüpft.

Flex-Algo 129 definiert durch Metric-type TE

Konfiguration

Auf ABR2:

<#root>

```
router isis core
flex-algo 129
  priority 50
  metric-type te
  advertise-definition
```

```
interface Loopback100
  address-family ipv4 unicast

    prefix-sid algorithm 129 index 92 explicit-null >>
```

Prefix-SID bound to Flex-Algorithm 129

```
interface HundredGigE0/1/0/2
  point-to-point
  address-family ipv4 unicast
    fast-reroute per-prefix
    fast-reroute per-prefix ti-lfa
```

```
te-metric flex-algo 20 level 2 >>
```

20 is the TE metric value for this link , need to be enabled on the links only between those routers pa

Verifizierung

<#root>

```
PE3#show isis flex-algo 129
IS-IS core Flex-Algorithm Database
Flex-Algorithm 129:
  Level-2:
```

Definition Priority: 100

Definition Source: ASR9906-2-ABR-1.00

Definition Equal to Local: No

Definition Metric Type: TE

Definition Flex-Algorithm Prefix Metric: No
<snip>

FRR Disabled: No

Microloop Avoidance Disabled: No

UCMP Disabled: No

Data Plane Segment Routing: Yes

Data Plane IP: Yes

<#root>

PE3#show isis database 55A1-2-PE4.00-00 verbose internal

IS-IS core (Level-2) Link State Database

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime/Rcvd	ATT/P/OL	Len	Received	From
55A1-2-PE4.00-00	0x00000149	0xfe2f	995 /1200	0/0/0	282	09:21:39	ASR9910-4-

<snip>

TLV code:242

length:28

Router Cap: 10.10.44.44 D:0 S:0

SubTLV code:2 length:9

Segment Routing: I:1 V:0, SRGB Base: 16000 Range: 8000

SubTLV code:23 length:2

Node Maximum SID Depth:

Label Imposition: 12

SubTLV code:19 length:3

SR Algorithm:

Algorithm: 0

Algorithm: 1

Algorithm: 129

SubTLV code:29 length:1

IP Algorithm:

Algorithm: 129

TLV code:22

length:117

Metric: 10 IS-Extended ASR9910-4-ABR-2.00

SubTLV code:4 length:8

Local Interface ID: 32, Remote Interface ID: 38

SubTLV code:6 length:4

Interface IP Address: 10.10.244.44

SubTLV code:8 length:4

Neighbor IP Address: 10.10.244.2

SubTLV code:9 length:4

Physical BW: 10000000 kbits/sec

SubTLV code:16 length:9

Application Specific Link Attributes:

L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1

Standard Applications: 0x10 FLEX-ALGO

User Defined Applications: 0x10

SubTLV code:18 length:3

Admin. Weight: 20 >>>>>>>> configured TE metric

<#root>

PE3#show isis topology flex-algo 129

IS-IS core paths to IPv4 Unicast (Level-2) routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
ASR9910-4-ABR-2				

20

ASR9910-4-ABR-2	Hu0/1/0/0	*PtoP*	>> 1 hop away from PE3
55A1-2-PE4			

40

ASR9910-4-ABR-2	Hu0/1/0/0	*PtoP*	>> 2 hops away from PE3
-----------------	-----------	--------	-------------------------

Flex-ALgo 128 definiert durch metrische Verzögerung

Konfiguration

<#root>

router isis core

flex-algo 128

priority 100

metric-type delay

advertise-definition

performance-measurement

interface HundredGigE0/1/0/0

delay-measurement

>>> this CLI needs to be enabled only on those interfaces between those routers participating in Flex-

```
!  
!  
interface HundredGigE0/1/0/3  
  delay-measurement
```

Verifizierung

<#root>

```
PE1#show isis flex-algo 128  
IS-IS core Flex-Algo Database  
Flex-Algo 128:  
  Level-2:
```

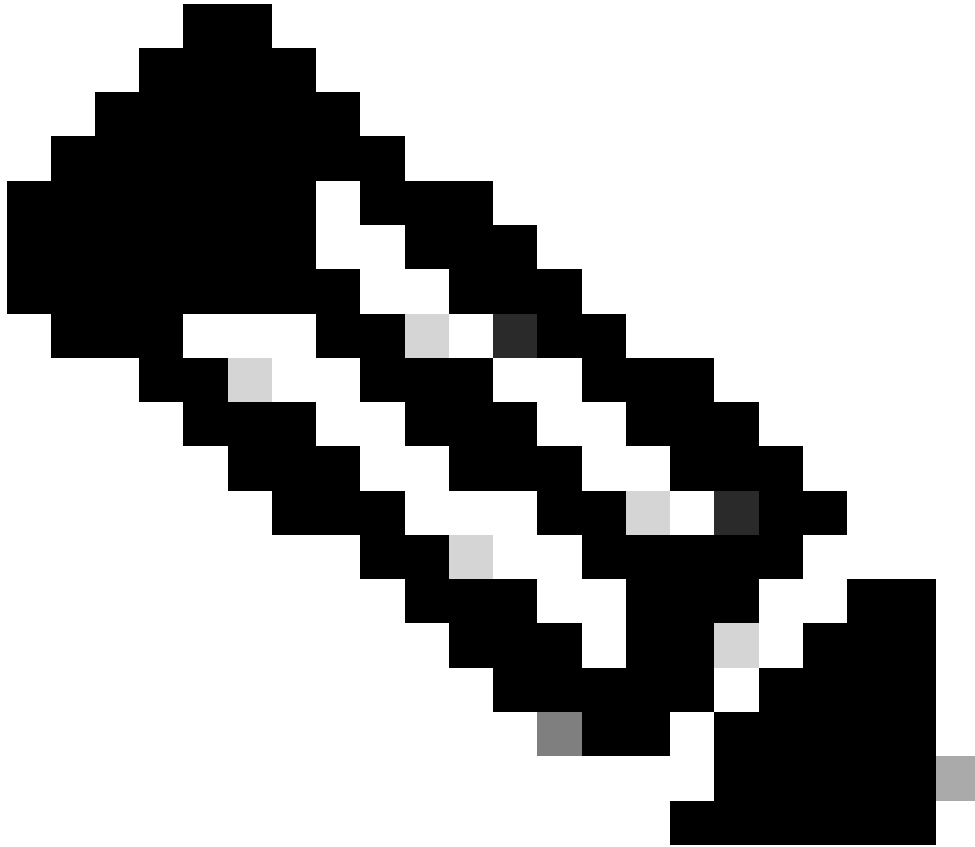
Definition Priority: 100

Definition Source: ASR9906-2-ABR-1.00

Definition Equal to Local: No

Definition Metric Type: Delay

Definition Flex-Algo Prefix Metric: No



Anmerkung: Auf PE2 wird die HundredGigE0/1/0/1 >>-Verbindung zwischen PE2 und ABR 1-Verzögerungsmessungs-Advertise-Delay 100 >>-Verzögerung statisch konfiguriert. Dadurch wird die Verzögerungsmetrik in Richtung von PE2 zu PE1 um +100 erhöht, daher beträgt die Verzögerung beim Erreichen von ABR 1 von PE2 100.

<#root>

PE1#show isis database ASR-9904-5-PE2.00-00 verbose internal

IS-IS core (Level-2) Link State Database

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime/Rcvd	ATT/P/OL	LSP Length
ASR-9904-5-PE2.00-00	0x00000231	0x6084	1131 /1200	0/0/0	310

<snip>

TLV code:242

length:25
<snip>

SubTLV code:19

length:3
SR Algorithm:

Algorithm: 0
Algorithm: 1
Algorithm: 128

TLV code:22

length:144
Metric: 10 IS-Extended ASR9906-2-ABR-1.00
SubTLV code:4 length:8
Local Interface ID: 17, Remote Interface ID: 22
SubTLV code:6 length:4

Interface IP Address: 10.10.221.22

SubTLV code:8 length:4

Neighbor IP Address: 10.10.221.1

SubTLV code:9 length:4
Physical BW: 99999998 kbits/sec
SubTLV code:33 length:4

Link Average Delay: 100 us

SubTLV code:34 length:8

Link Min/Max Delay: 100/100 us

SubTLV code:35 length:4

Link Delay Variation: 0 us

SubTLV code:16 length:14
Application Specific Link Attributes:
L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1

Standard Applications: 0x10 FLEX-ALGO
User Defined Applications: 0x10
SubTLV code:34 length:8

Link Min/Max Delay: 100/100 us >>> delay calculated on this link due to the confoguration

<#root>

PE2#show isis topology flex-algo 128
IS-IS core paths to IPv4 Unicast (Level-2) routers
System Id Metric Next-Hop
ASR9906-2-ABR-1

100

ASR9906-2-ABR-1 Hu0/1/0/1 *PtoP*

Interface SNPA

ASR9906-1-PE1

112

ASR9906-2-ABR-1

Hu0/1/0/1

PtoP

Wenn auf der Schnittstelle keine manuelle Anzeigeverzögerung konfiguriert ist und das Standardverzögerungsmessungsprofil auf der Schnittstelle aktiviert ist, werden für die Verbindungen Prüfpunkte gesendet, um die Verzögerung auf der Schnittstelle zu messen.

<#root>

ABR-1#show performance-measurement sessions

0/1/CPU0

Transport type	: Interface
Measurement type	: Delay Measurement
Interface name	: HundredGigE0/1/0/0
Nexthop	: Unknown

Delay Measurement session:

Session ID : 4097

Profile Keys:

Profile name : default

Profile type. : Interface Delay Measurement

Last advertisement:

Advertised at: Sep 26 2025 14:00:36.179 (247623.282 seconds ago)

Advertised reason: Periodic timer, min delay threshold crossed

Advertised delays (uSec): avg: 12, min: 12, max: 13, variance: 0

A flag set: False

Next advertisement:

Threshold check scheduled in 2 more probes (roughly every 120 seconds)

Aggregated delays (uSec): avg: 12, min: 11, max: 12, variance: 1

Rolling average (uSec): 11

Current computation:

Started at: Sep 29 2025 10:47:17.373 (22.88 seconds ago)

Packets Sent: 8, received: 8

Measured delays (uSec): avg: 12, min: 11, max: 12, variance: 1 >>>>>>>>>> the delay measured using pro

Next probe scheduled at: Sep 29 2025 10:47:47.369 (in 7.908 seconds)

Next packet will be sent in 1.908 seconds

Packet sent every 3.0 seconds

Responder IP : 10.10.111.11

Number of Hops : 1

<#root>

```
ABR-1#show isis database ASR9906-1-PE1.00-00 verbose internal
IS-IS core (Level-2) Link State Database
LSPID          LSP Seq Num LSP Checksum  LSP Holdtime/Rcvd  ATT/P/OL LSP Length
ASR9906-1-PE1.00-00 0x00000777 0x13ef        497 /1200          0/0/0     370
<snip>
```

TLV code:22

```
length:197
Metric: 10 IS-Extended ASR9906-2-ABR-1.00
SubTLV code:4 length:8
Local Interface ID: 40, Remote Interface ID: 21
SubTLV code:6 length:4
```

Interface IP Address: 10.10.111.11

SubTLV code:8 length:4

Neighbor IP Address: 10.10.111.1

```
SubTLV code:9 length:4
Physical BW: 99999998 kbits/sec
SubTLV code:33 length:4
```

Link Average Delay: 12 us >>>>>>>>>>>> the calculated delay is propagated via ISIS which is used by the

SubTLV code:34 length:8

Link Min/Max Delay: 12/13 us

```
SubTLV code:35 length:4
Link Delay Variation: 0 us
SubTLV code:16 length:14
Application Specific Link Attributes:
L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1
Standard Applications: 0x10 FLEX-ALGO
User Defined Applications: 0x10
SubTLV code:34 length:8
```

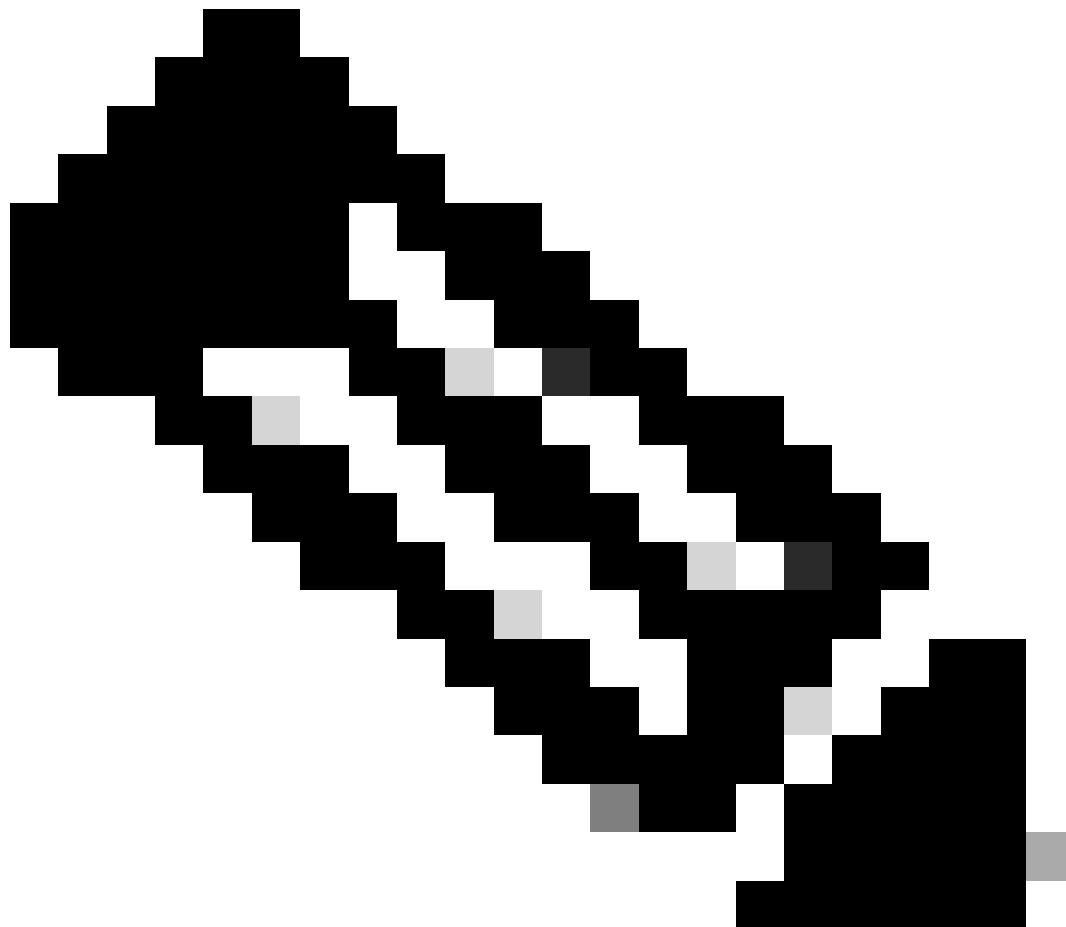
Link Min/Max Delay: 12/13 us

<#root>

PE1#show isis topology flex-algo 128

IS-IS core paths to IPv4 Unicast (Level-2) routers

System Id	Metric	Next-Hop	Interface	SNPA
ASR9906-2-ABR-1				
12				
ASR9906-2-ABR-1	Hu0/1/0/0	*PtoP*		
ASR-9904-5-PE2				
24				
ASR9906-2-ABR-1	Hu0/1/0/0	*PtoP*		



Anmerkung:

- Vom PE1 zum ABR 1 besteht nur eine Verzögerung von 12 us.
- Vom PE1 zum PE2 beträgt die Verzögerung 24 us.

Topologieunabhängige Loop-Free Alternate (TI-LFA) und

Microloop Avoidance (MLA) auf FLEX-ALGO 129

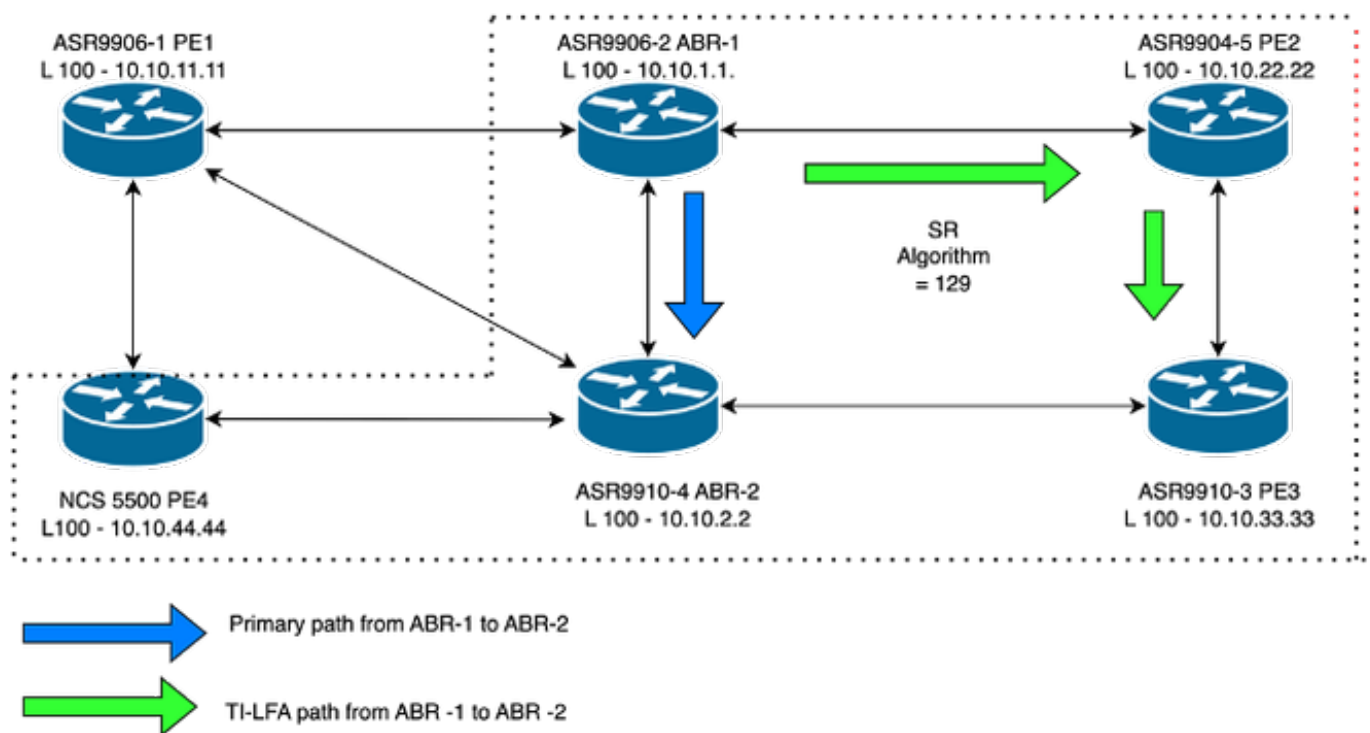


Abbildung 4: Netzwerktopologiediagramm zur Demonstration von TI-LFA und MLA für Flex-ALGO 129

<#root>

```
ABR-1#show isis fast-reroute flex-algo 129 10.10.2.2/32 detail
L2 10.10.2.2/32 [20/115] Label: 16092, medium priority
  Installed Sep 17 10:40:08.503 for 00:16:25
    via 10.10.12.2, HundredGigE0/1/0/1, Label: Exp-Null-v4, ASR9910-4-ABR-2, SRGB Base: 16000, Weight:
```

Backup path: TI-LFA (link),

via 10.10.221.22, HundredGigE0/1/0/3 ASR-9904-5-PE2, SRGB Base: 16000, Weight: 0, Metric: 60

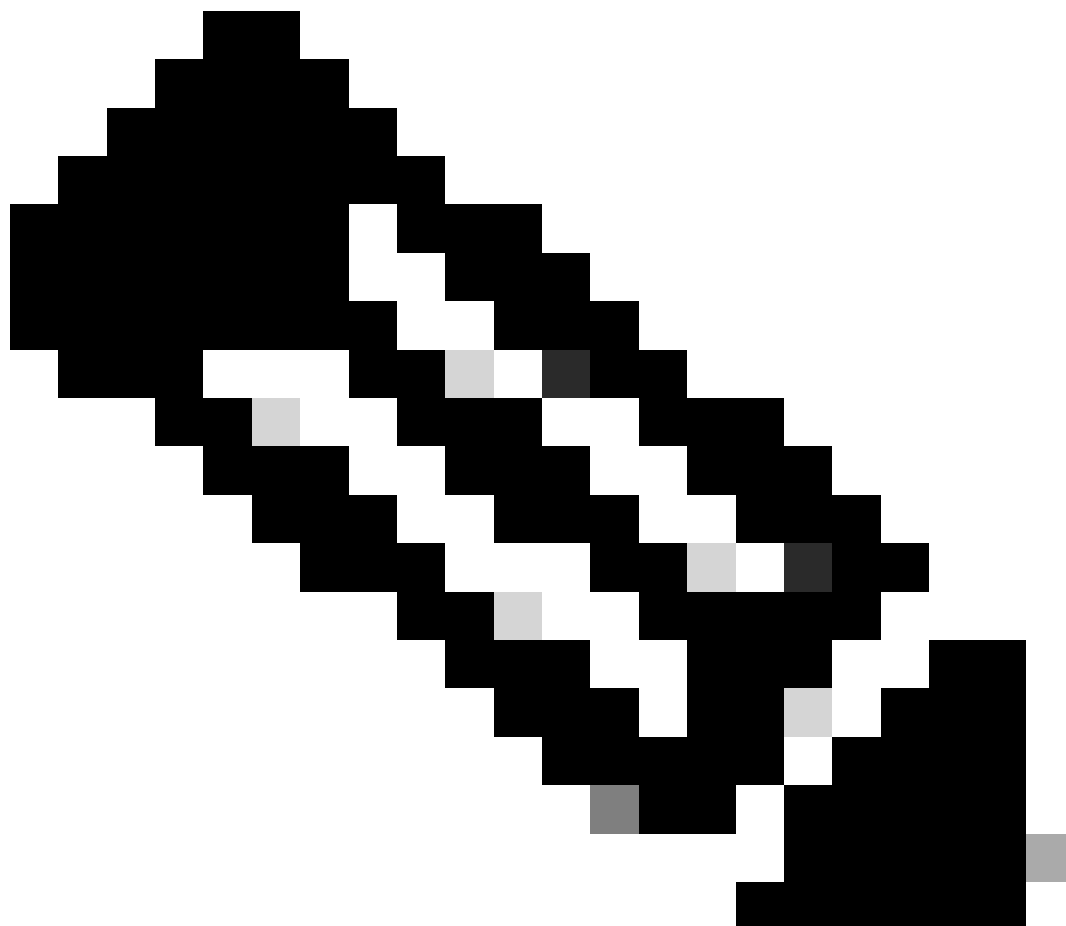
P node: ASR9910-3-PE3.00 [10.10.33.33], Label: 16933 >>>>>>>> TI-LFA precomputed path for FRR

Prefix label: 16092

Backup-src: ASR9910-4-ABR-2.00

P: No, TM: 60, LC: No, NP: No, D: No, SRLG: Yes

src ASR9910-4-ABR-2.00-00, 10.10.2.2, prefix-SID index 92, R:0 N:1 P:1 E:1 V:0 L:0, Alg:129



Anmerkung:

- Label 16933 PE3 Flex-Algo 129
- Label 16092 ABR -2 Flex-Algo 129
- Der TI-LFA-Pfad ist auch mit dem logischen Netzwerk-Slice von flex algo 129 eingeschränkt

Wenn die Verbindung zwischen ABR 1 und 2 abgeschaltet wird, wird auf ABR-1 der MLA-Tunnel ausgelöst:

<#root>

ABR-1 #show isis microloop avoidance 10.10.2.2/32 flex-algo 129 detail

10.10.2.2/32 participated in 1 of 6 microloop avoidance events

number	start	spf	duration	cleanup	duration	pins: ipv4	ipv6
---	---	---	---	---	---	---	---
5	restart	10:59:16.440	0 ms	10:59:16.643		3	0
trigger: Link down, near node: ASR9906-2-ABR-1.00, far node: ASR9910-4-ABR-2.00							

via 10.10.221.22, Hu0/1/0/3,

Labels: 16933

Sowohl beim TI-LFA als auch beim MLA führt Flex-Algo 129 einen eigenen eingeschränkten SPF aus, der einen schnellen Umleitungstunnel vorberechnet, der Algo 129-Einschränkungen berücksichtigt, wobei nur FLEX-ALGO 129-Labels verwendet werden.

Einschränkungen für die Link-Affinität-Zuordnung

- Affinity ist ein 32-Bit-Attribut, das mit einer IGP-Verbindung verknüpft ist und vom Operator administrativ zugewiesen wurde.
- Jede Bitposition entspricht einer vom Operator definierten semantischen Bedeutung.
- Diese Affinitätsbits werden im IGP (OSPF/IS-IS) als Teil der TE-Attribute der Verbindung gemeldet.

Wenn ein Flex-Algo seinen SPF (Shortest Path Tree) berechnet, wendet es bei der Pfadauswahl Affinitätseinschränkungen an:

- Einschließen-Beliebig (IA): Der berechnete Pfad muss mindestens eine Verbindung durchlaufen, für die eines der angegebenen Affinitätsbits festgelegt ist.
- Alle einschließen (IAI): Der berechnete Pfad darf nur Verbindungen durchlaufen, die zusammen alle angegebenen Affinitätsbits enthalten.
- Alle ausschließen (EA): Der berechnete Pfad muss alle Verbindungen vermeiden, die eines der angegebenen Affinitätsbits tragen.

Konfiguration

Zu ABR 1 und 2:

<#root>

```
On ABR 1and 2
router isis core
```

```
affinity-map ALGO-129 bit-position 6
```

```
flex-algo 129
  priority 100
  metric-type te
  advertise-definition
```

```
affinity exclude-any ALGO-129
```

Veröffentlichen Sie diese Konfiguration auf dem angegebenen FAD.

Verifizierung

<#root>

```
PE4#show isis database ASR9906-2-ABR-1.00-00 verbose internal
```

```
IS-IS core (Level-2) Link State Database
```

LSPID	LSP Seq Num	LSP Checksum	LSP Holddtime/Rcvd	ATT/P/OL	Len	Received	From
ASR9906-2-ABR-1.00-00	0x0000023f	0xa89f	871 /1200	0/0/0	453	11:12:43	ASR9906-1

```
TLV code:242 length:44
```

```
Router Cap: 10.10.1.1 D:0 S:0
```

```
<snip>
```

```
SubTLV code:19 length:4
```

```
SR Algorithm:
```

```
Algorithm: 0
```

```
Algorithm: 1
```

```
Algorithm: 128
```

```
Algorithm: 129
```

```
SubTLV code:26
```

```
length:4
```

```
Flex-Algo Definition:
```

```
Algorithm: 129 Metric-Type: 2
```

```
Alg-type: 0 Priority: 100
```

```
SubTLV code:1 length:4
```

```
Flex-Algo Exclude-Any Ext Admin Group: >>> FAD to exclude any link with this bit position set
```

```
0x00000040
```

<#root>

```
PE4#show isis flex-algo 129
```

```
IS-IS core Flex-Algo Database
```

```
Flex-Algo 129:
```

```
Level-2:
```

```
Definition Priority: 100
```

```
Definition Source: ASR9906-2-ABR-1.00
```

```
Definition Equal to Local: No
```

```
Definition Metric Type: TE
```

```
Definition Flex-Algo Prefix Metric: No
```

```
Exclude Any Affinity Bit Positions: 6
```

Pfad von PE4 zu PE3, wenn die Link-Affinitätszuordnung für keinen der Links konfiguriert ist:

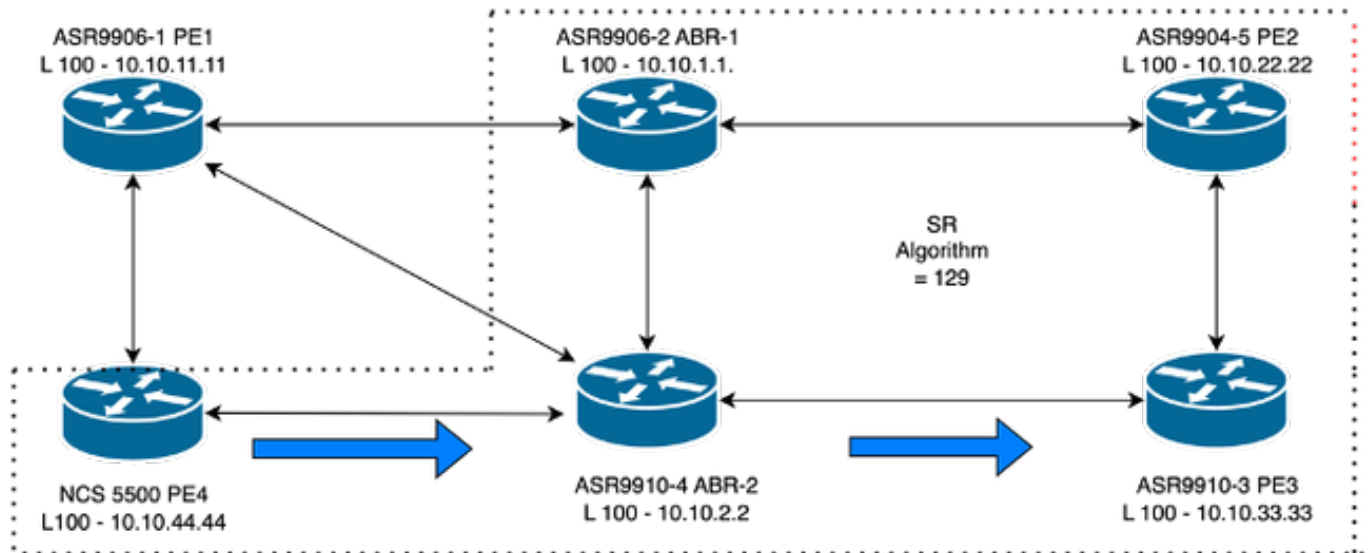
[illegible]

Abbildung 5: Traceroute zwischen PE4 und PE3 ohne definierte Affinitätszuordnung

Konfiguration auf ABR-2 der Affinity Map

```
<#root>

router isis core

affinity-map ALGO-129 bit-position 6 >

> define the bit position and associate it with a name

router isis core

interface HundredGigE0/1/0/2

>>> link between ABR-2 to PE3

affinity flex-algo ALGO-129

>>>> link affinity map
    point-to-point
    address-family ipv4 unicast
    fast-reroute per-prefix
    fast-reroute per-prefix ti-lfa
    te-metric flex-algo 20 level 2
```

Verifizierung

```
PE4#show isis database ASR9910-4-ABR-2.00-00 verbose internal
<snip>
TLV code:22 length:193
<snip>
      SubTLV code:6 length:4
```

SubTLV code:8 length:4

SubTLV code:9 length:4

SubTLV code:16 length:21

```
L flag: 0, SA-Length: 1, UDA-Length: 1
```

User Defined Applications: 0x10

Ext Admin Group:

SubTLV code:3 length:4

Affinity: 0x00000040

SubTLV code:18 length:3

Admin. Weight: 20

```
PE4#traceroute sr-mpls labels 16933 lsp-end-point 10.10.33.33
```

[illegible]

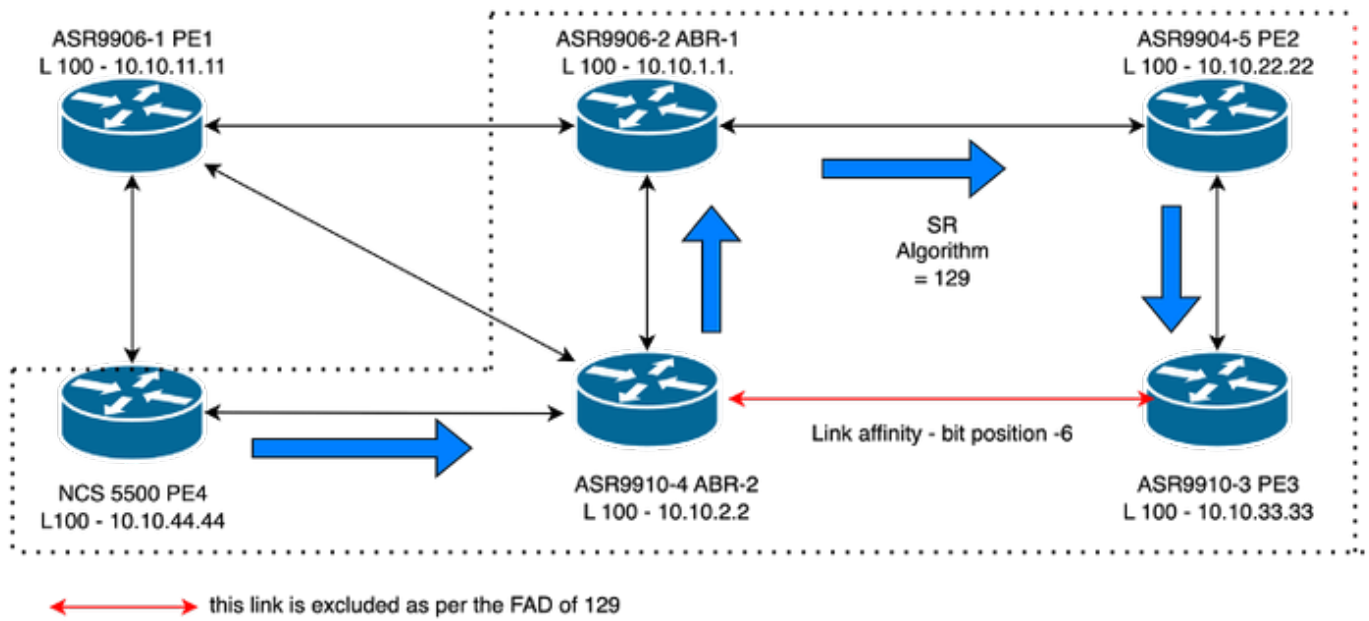
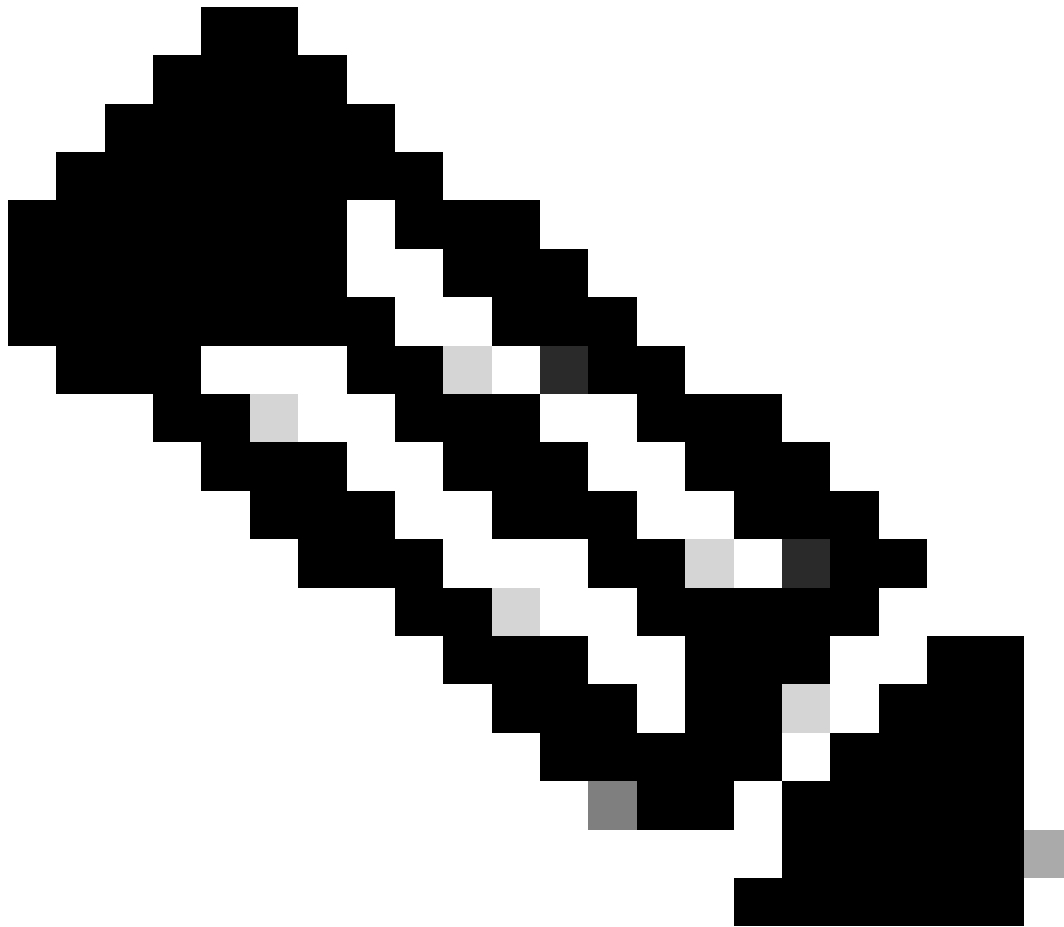


Abbildung 6: Pfad von PE4 zu PE3 nach Konfiguration der Affinitätszuordnung



Anmerkung: Ebenso können wir mit "include any" und "include all" im FAD eines Flex Algo die Pfadberechnung vom Head End zum Tail End beeinflussen.

Schlussfolgerung

In diesem Dokument wird die Verwendung von Flexible Algorithm (Flex-Algo) zum logischen Aufteilen einer IS-IS-Domäne in mehrere Netzwerk-Slices beschrieben. Jedes Segment kann seine eigenen Regeln und Einschränkungen für die Pfadberechnung festlegen, sodass Datenverkehrsströme je nach SLA-Anforderungen oder Datenverkehrsempfindlichkeit unterschiedlich behandelt werden können.

Befehle

```
show isis flex-algo <>
show isis flex-algo 129 neighbors
```

```
show isis topology flex-algo
show isis database <> verbose detail
show isis route <> flex-algo <> detail
show mpls forwarding labels <> detail
show isis microloop avoidance <> flex-algo <> detail
show isis fast-reroute flex-algo <> <prefix> detail
```

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.