



Redundante Netzwerke

Netzwerktopologien und das Spanning-Tree-Protokoll



Leo Künne

Geschäftsführer der CX-Networks GmbH

Seit 2015 in der Branche



Ablauf

- Wiederholung:
 - Was ist STP und warum ist es wichtig?
 - Wie funktioniert STP?
 - Was ist der Unterschied zu RSTP?
- Was genau ist PVST und MSTP?
- Wie ist MSTP aufgebaut?
- Was für Vorteile hat MSTP? Wie können wir MSTP nutzen?
- MSTP in der Praxis

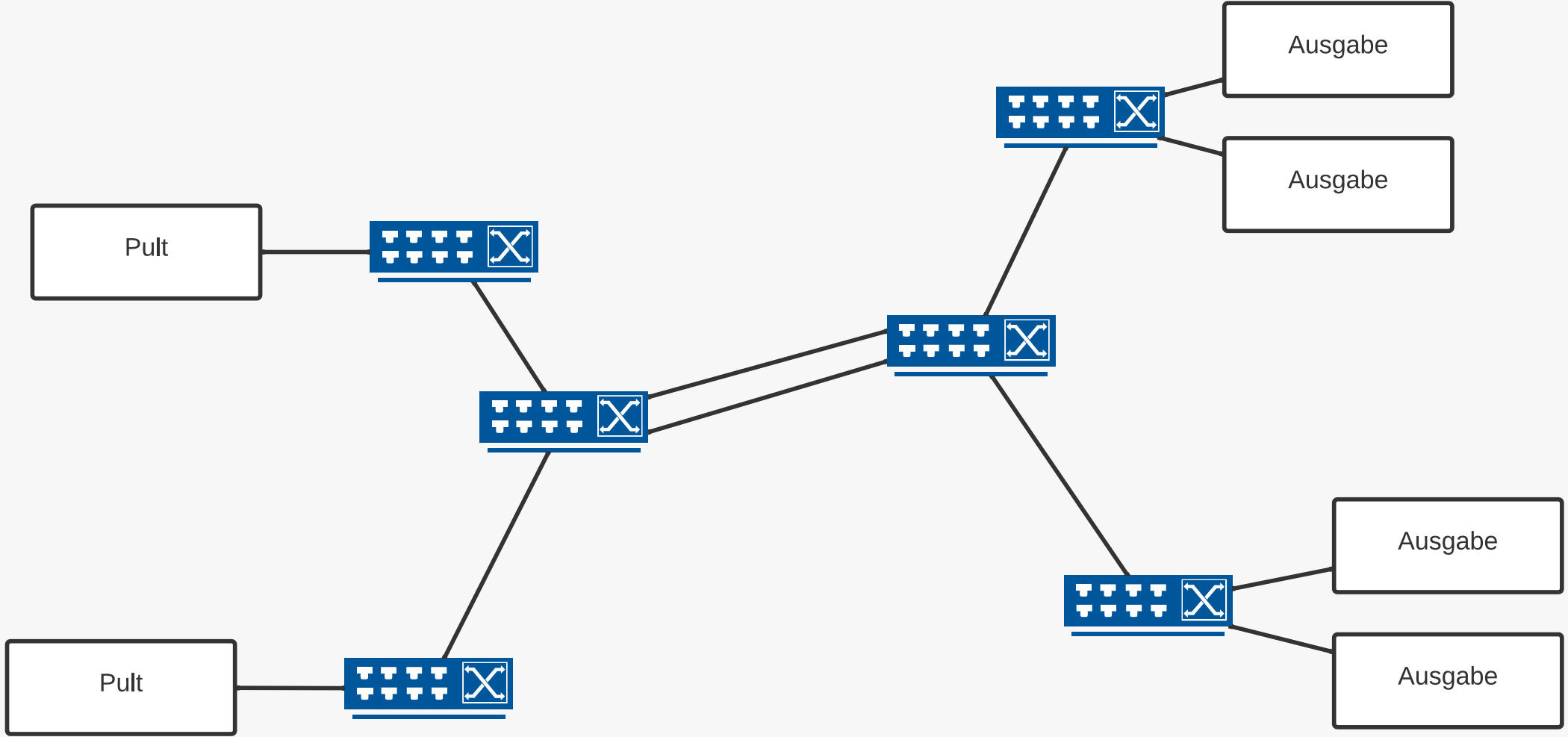
Redundanz im Netzwerk

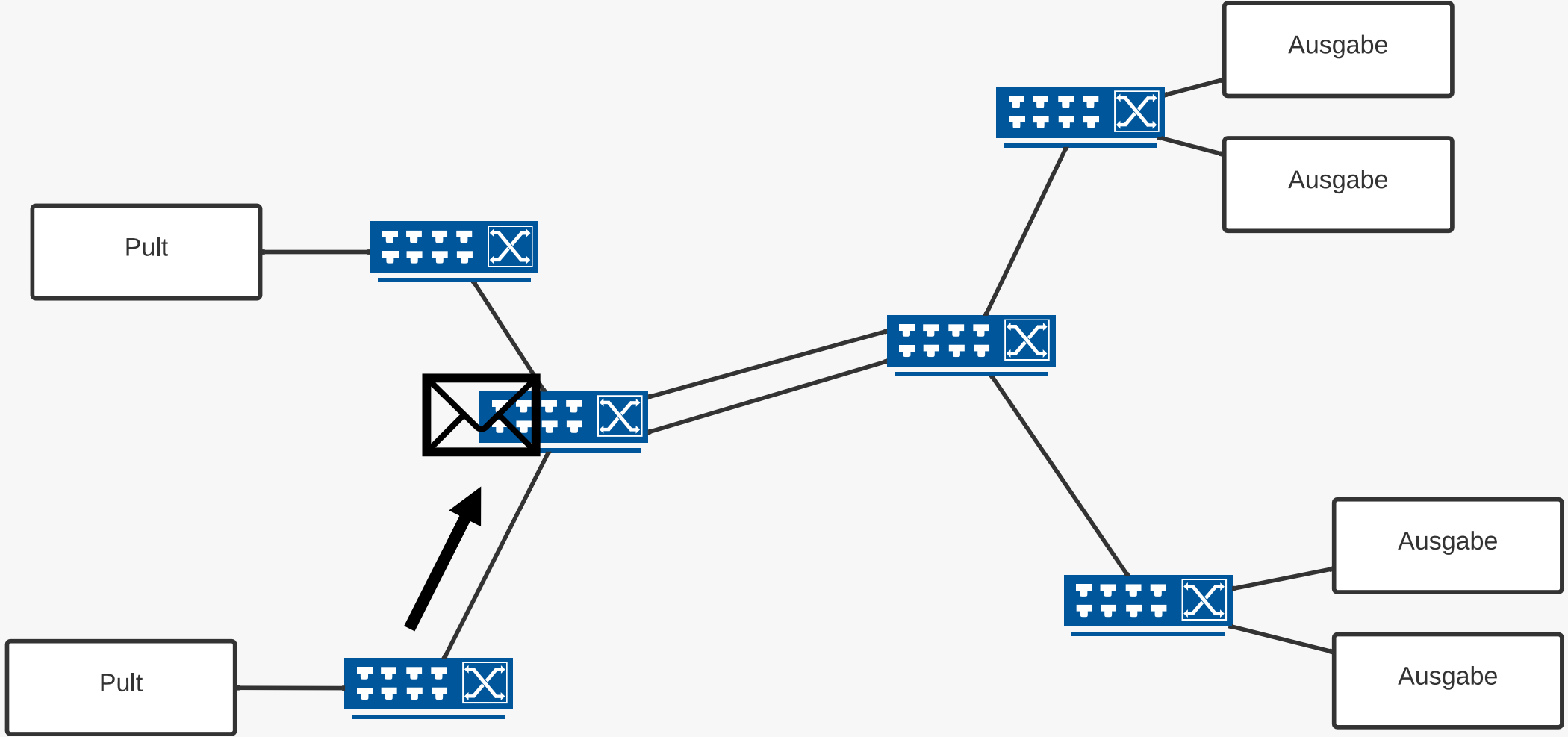
1

Doppelte
Hardware

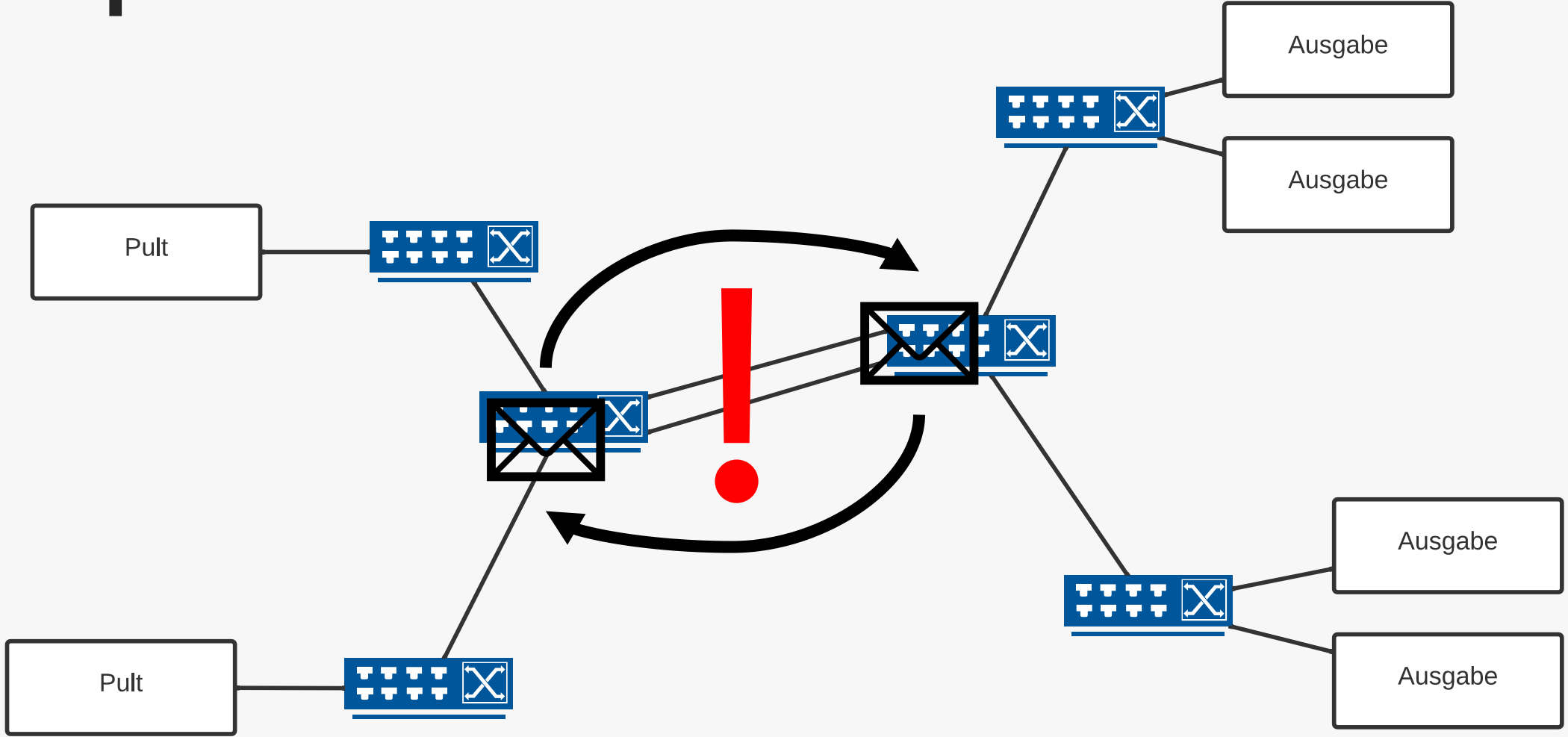
2

Topologie





L2 Loops

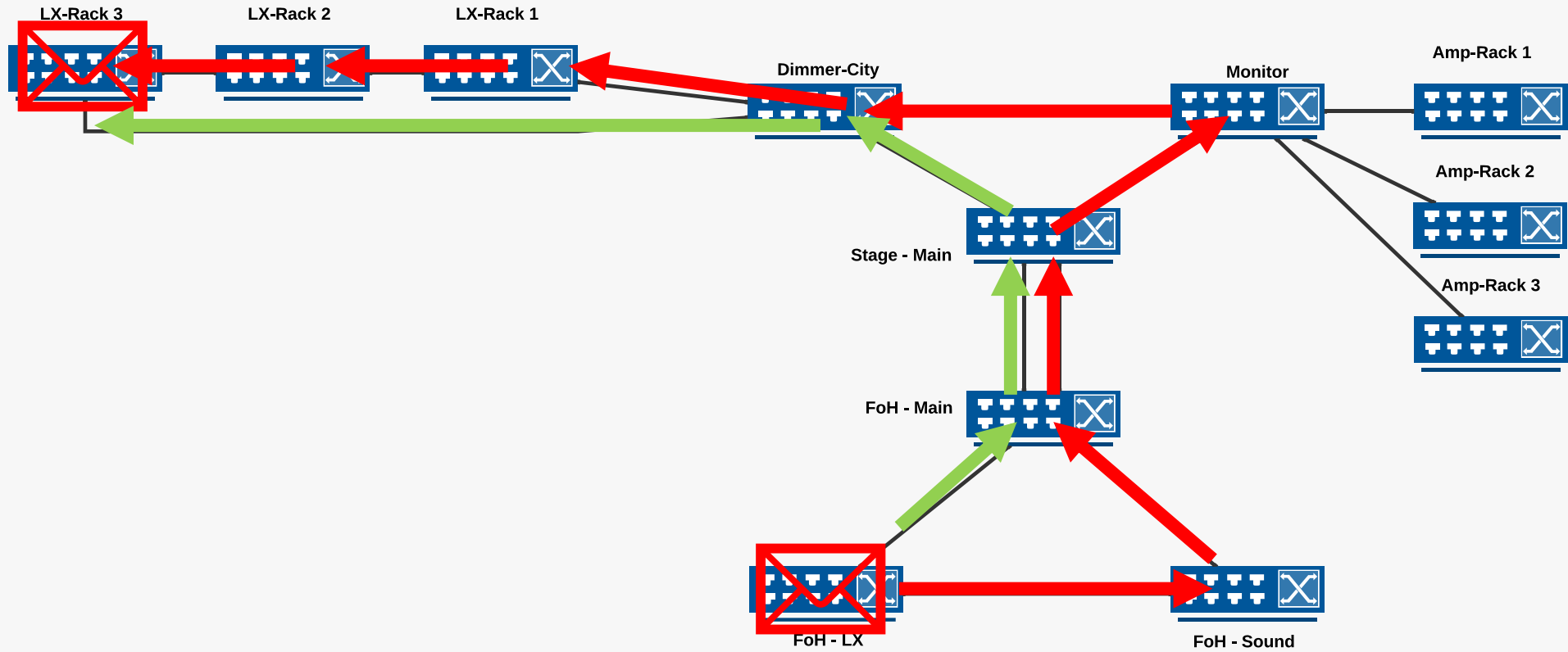


Spanning-Tree Protocol

Das Netzwerk erkennt selber seine Topologie

Warum sollten wir es verstehen?

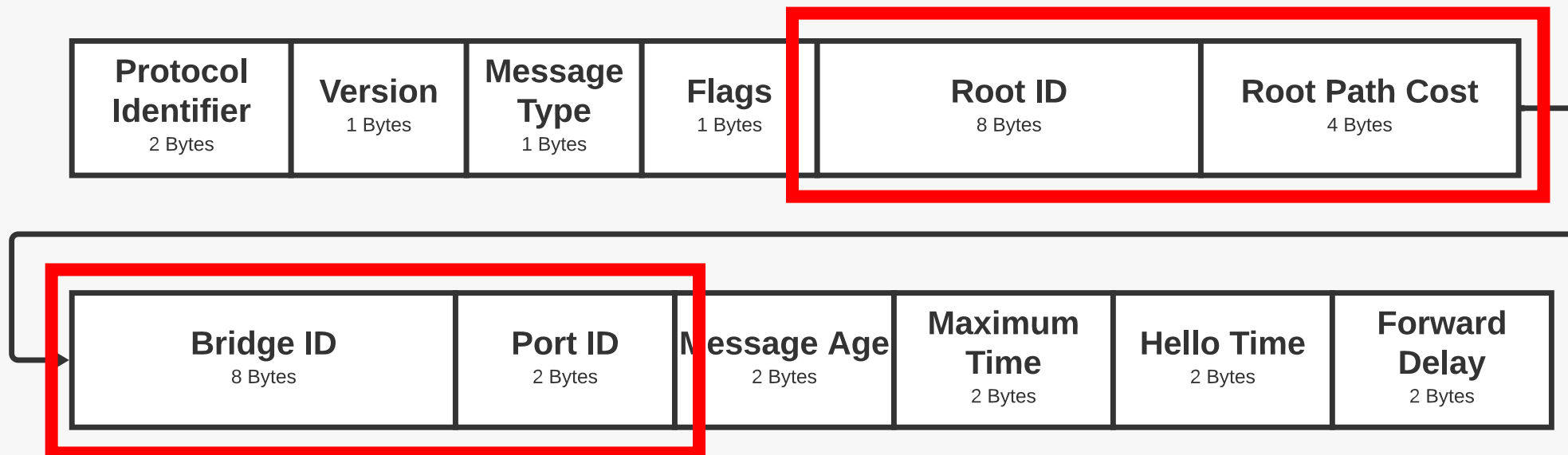
Kann das Netzwerk das nicht selber entscheiden?



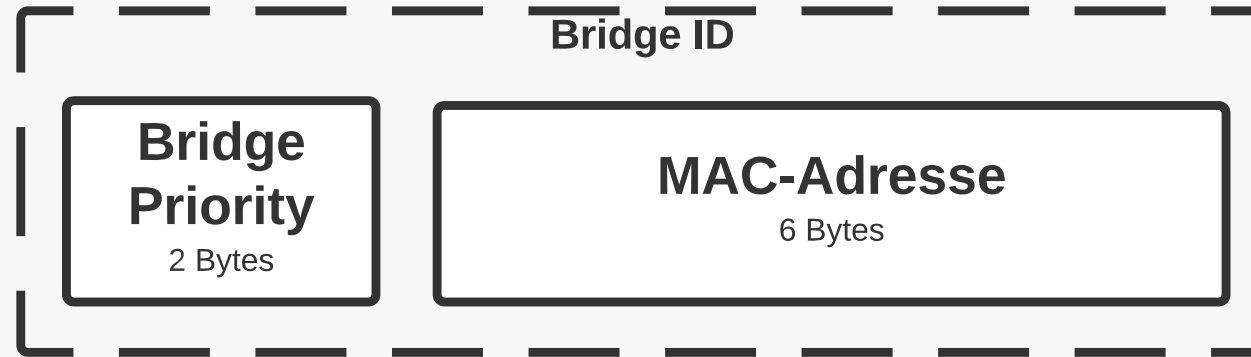
Wie erkennt ein Netzwerk seine Topologie?

Wie sprechen sich Switches ab?

BPDU



Bridge ID



Bridge ID von einem Switch:

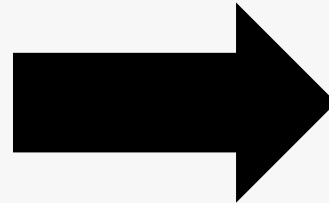
Priorität: 32768 + MAC-Adress: 0000.0000.1111 = Bridge ID: 32768.0000.0000.1111

Master-Wahl

Niedrigste Bridge-ID:

1

Niedrigste Priorität



2

Niedrigste MAC-Adresse

Bridge Election

Priorität: 32768
MAC-Adresse:
cccc.cccc.cccc



Priorität: 32768
MAC-Adresse: ffff.ffff.ffff



Priorität: 32768
MAC-Adresse:
bbbb.bbbb.bbbb



Priorität: 32768
MAC-Adresse:
aaaa.aaaa.aaaa



Priorität: 32768
MAC-Adresse:
eeee.eeee.eeee



Priorität: 32768
MAC-Adresse:
dddd.dddd.dddd



Bridge Election

Priorität: 32768
MAC-Adresse:
cccc.cccc.cccc

aaaa.aaaa.aaaa

Priorität: 32768
MAC-Adresse:
aaaa.aaaa.aaaa

aaaa.aaaa.aaaa

Priorität: 32768
MAC-Adresse:

aaaa.aaaa.aaaa

dddd.dddd.dddd

Priorität: 32768
MAC-Adresse: ffff.ffff.ffff

aaaa.aaaa.aaaa

aaaa.aaaa.aaaa

Priorität: 32768
MAC-Adresse:
bbbb.bbbb.bbbb

Priorität: 32768
MAC-Adresse:
eeee.eeee.eeee

aaaa.aaaa.aaaa

Bridge Election

Priorität: 32768
MAC-Adresse: cccc.cccc.cccc



Priorität: 32768
MAC-Adresse: ffff.ffff.ffff



Priorität: 32768
MAC-Adresse: bbbb.bbbb.bbbb



Root-Bridge
Priorität: 32768
MAC-Adresse: aaaa.aaaa.aaaa



Priorität: 32768
MAC-Adresse: dddd.dddd.dddd



Priorität: 32768
MAC-Adresse: eeee.eeee.eeee



Master-Wahl

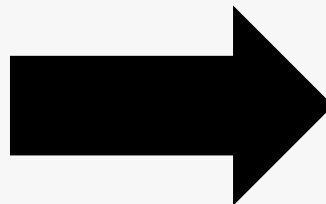
Niedrigste Bridge-ID:

1

Niedrigste Priorität

2

Niedrigste MAC-Adresse



Neue Root-Bridge:

Setzt alle Ports als

Forwarding State

Designated Ports

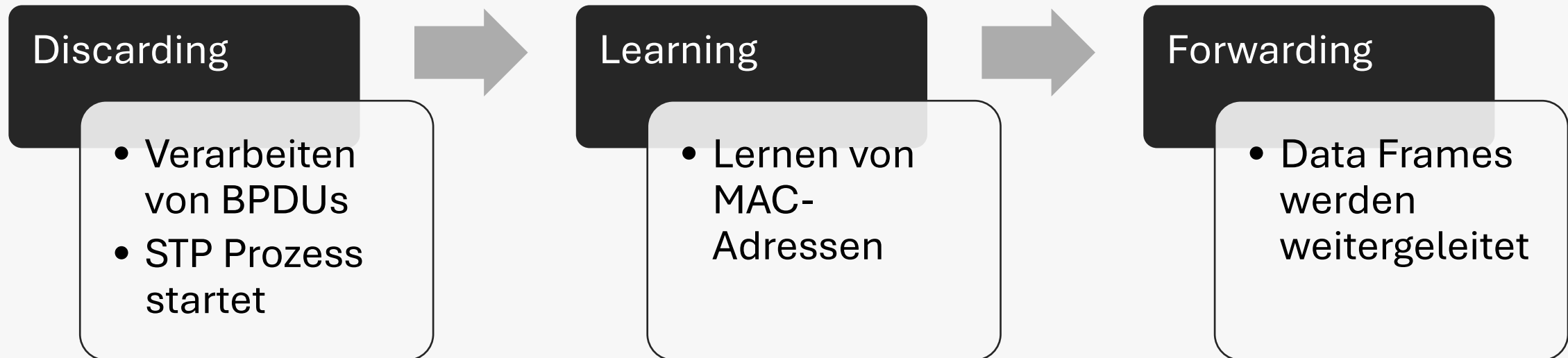
Alle anderen Switche:

Setzt alle Ports als

Blocking State

Designated/Root Ports

Zustände



Zustände

Classic STP	RSTP	Typ	Forward STP-Frames	Forward Data	MAC-Adressen lernen
Blocking	Discarding	Stabil	Ja	Nein	Nein
Listening					
Learning	Learning	Übergang	Ja	Nein	Ja
Forwarding	Forwarding	Stabil	Ja	Ja	Ja
Disabled					

Timers

Timer	RSTP	STP	Beschreibung
Hello	2 Sekunden	2 Sekunden	Wie oft die BPDUs verschickt werden
Max Age	3x Hello -> 6 Sekunden	20 Sekunden	Wie lange ein Port im Discarding-State bleibt nach einer Topologie-Veränderung
Forward Delay	15 Sekunden	15 Sekunden	Wie lange ein Port im Learning-State bleibt nach einer Topologie-Veränderung

Rollen

Name	Beschreibung	Eselsbrücke
Root Port	Weg zum Root	Alles zum Root
Designated Port	Weg zum Root	Alles weg vom Root
Alternate Port	Kein Weg	Deaktivierter Port
Disabled Port	Kein Weg	Deaktivierter Port
Backup Port	Kein Weg	Nicht Relevant, da Einsatz von Hubs

Master-Wahl

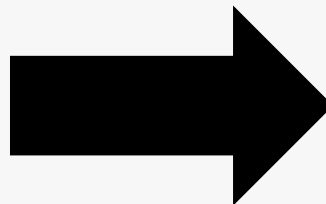
Niedrigste Bridge-ID:

1

Niedrigste Priorität

2

Niedrigste MAC-Adresse



Neue Root-Bridge:

Setzt alle Ports als

Forwarding State
Designated Ports

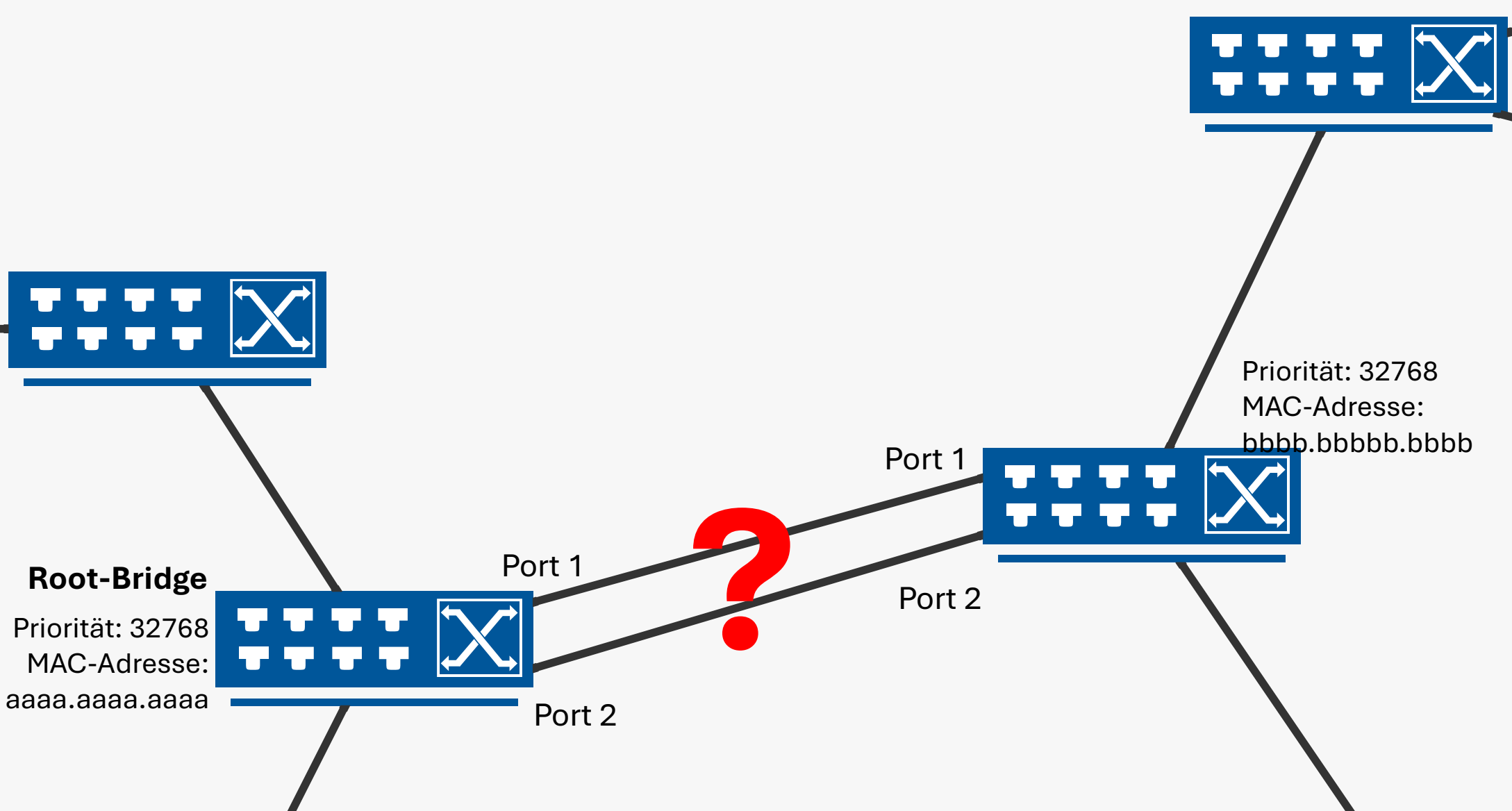
Alle anderen Switche:

Setzt alle Ports als

Blocking State
Designated/Root Ports

Rollen

Name	Beschreibung	Eselsbrücke	Es kann nur einen Root-Port geben!
Root Port	Weg zum Root		Alles zum Root
Designated Port	Weg zum Root		Alles weg vom Root
Non-Designated/Blocked Port	Kein Weg		Deaktivierter Port
Disabled Port	Kein Weg		Deaktivierter Port

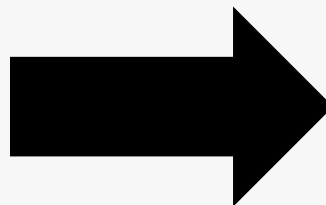


Root-Port Wahl

1
Niedrigste Path-Cost

2
Niedrigste Nachbar BridgeID

3
Niedrigste PortID
(Priorität + Nummer) des Nachbarn

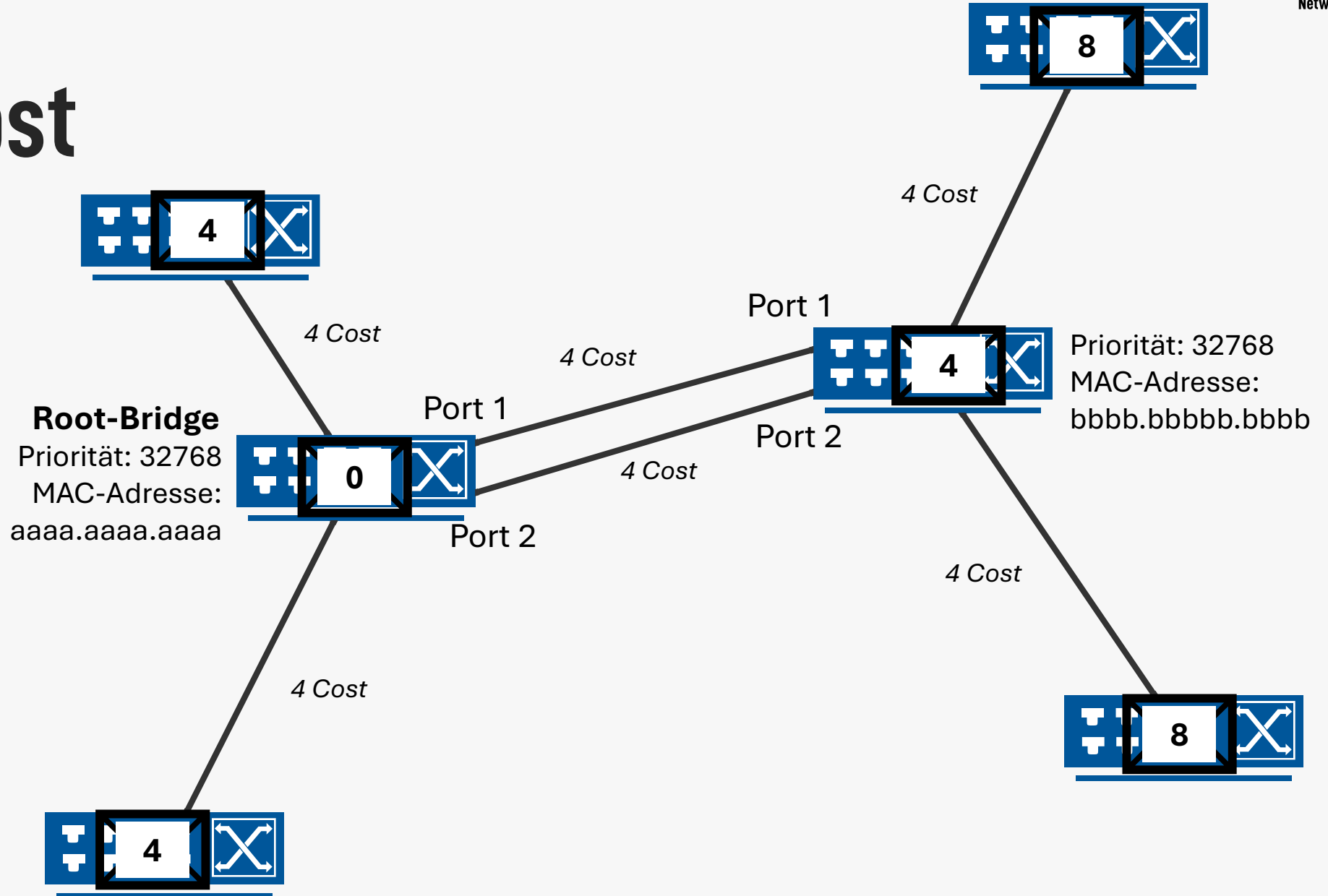


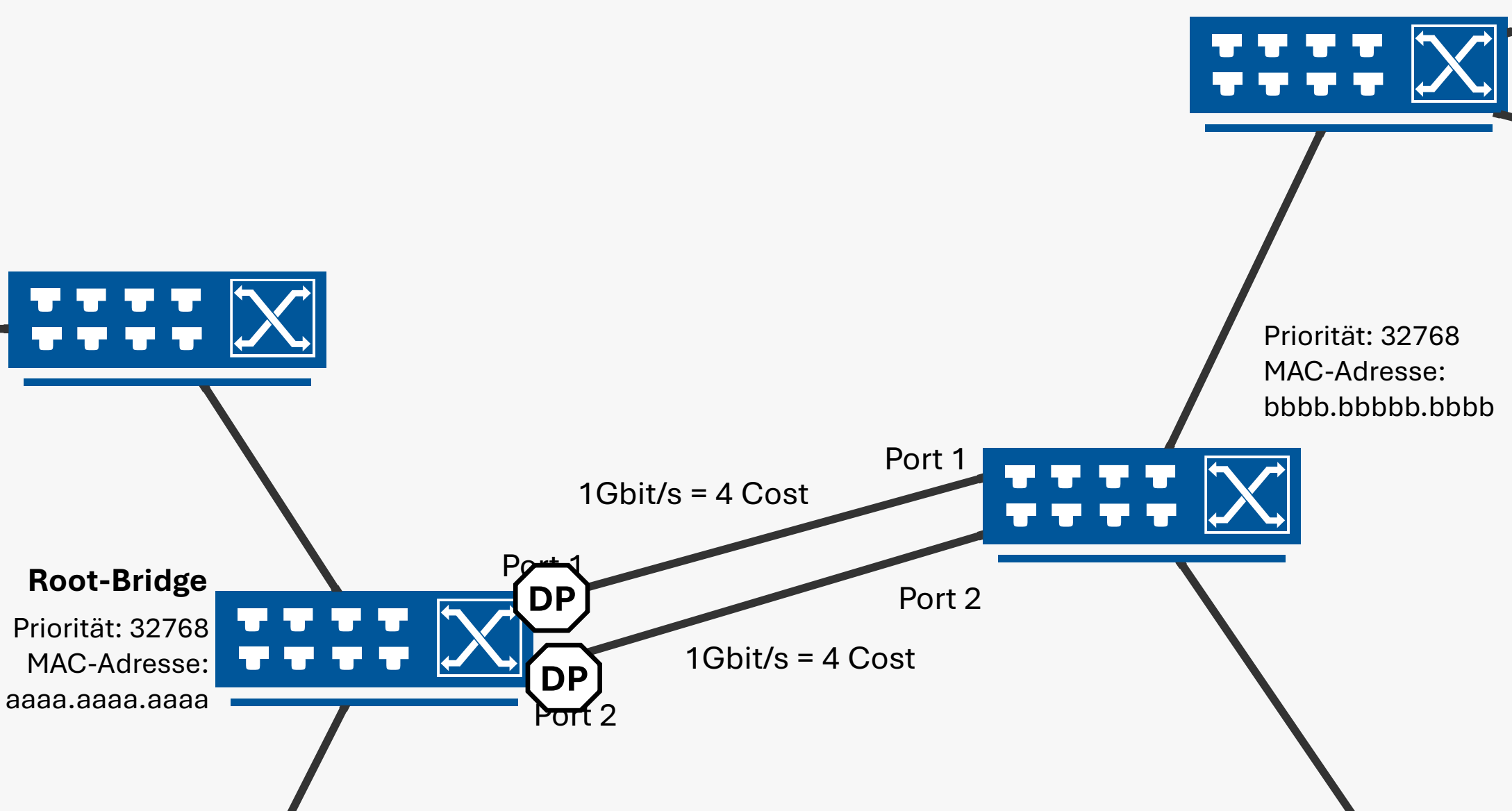
Neuer Root-Port

Path Costs

Geschwindigkeit	Link Cost 802.1d	Link Cost 802.1t
10 Gbps	2	2.000
2 Gbps	3	10.000
1 Gbps	4	20.000
100 Mbps	19	200.000
16 Mbps	62	1.250.000
10 Mbps	100	2.000.000
4 Mbps	250	5.000.000

Path-Cost





Root-Port Wahl

1

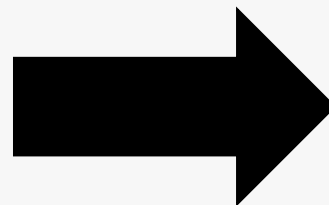
Niedrigste Path-Cost

2

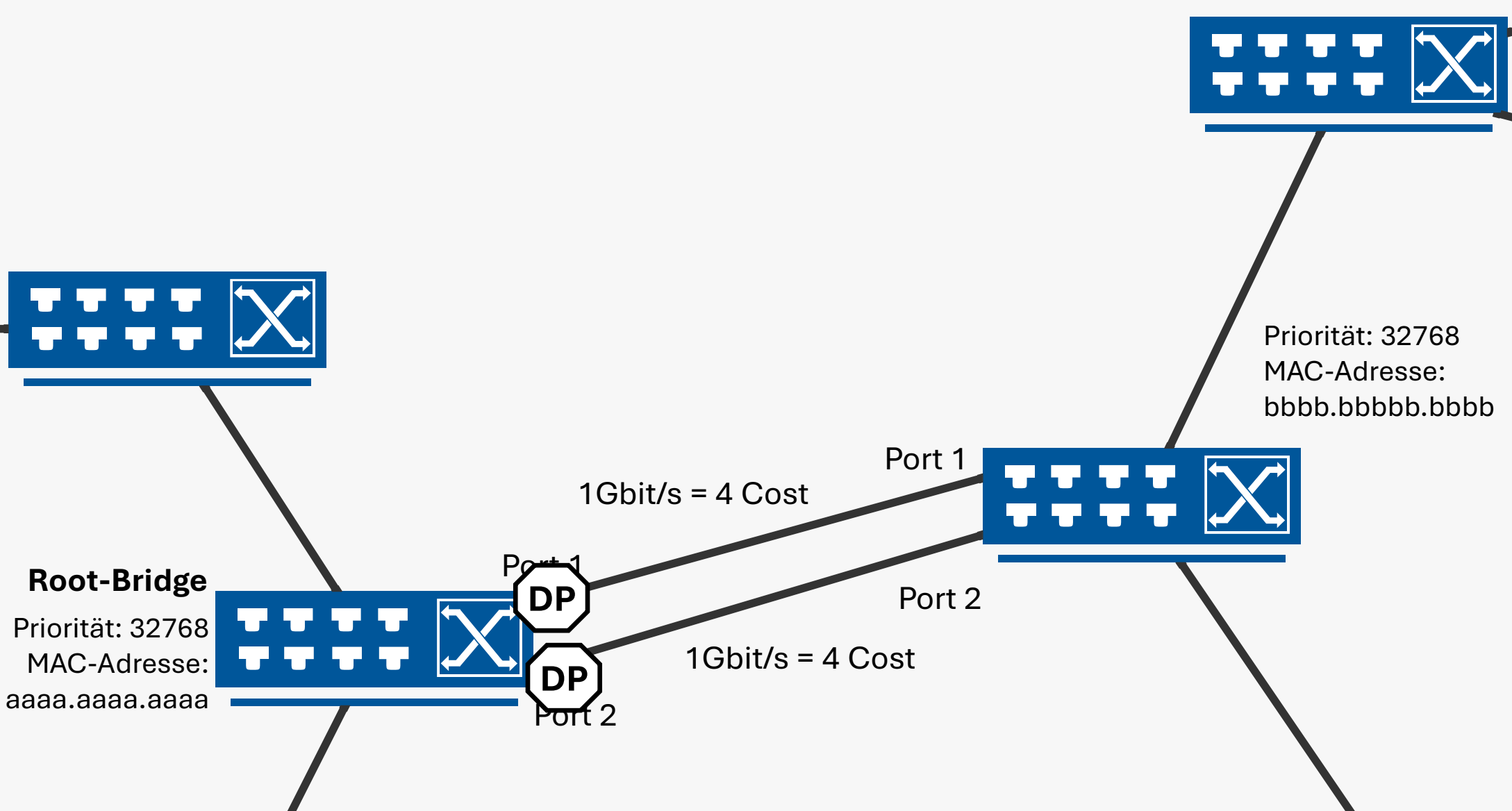
Niedrigste Nachbar BridgeID

3

Niedrigste PortID
(Priorität + Nummer) des Nachbarn



Neuer Root-Port



Root-Port Wahl

1

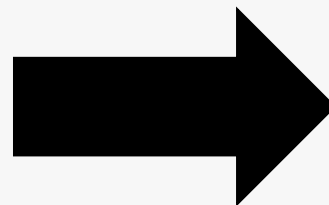
Niedrigste Path-Cost

2

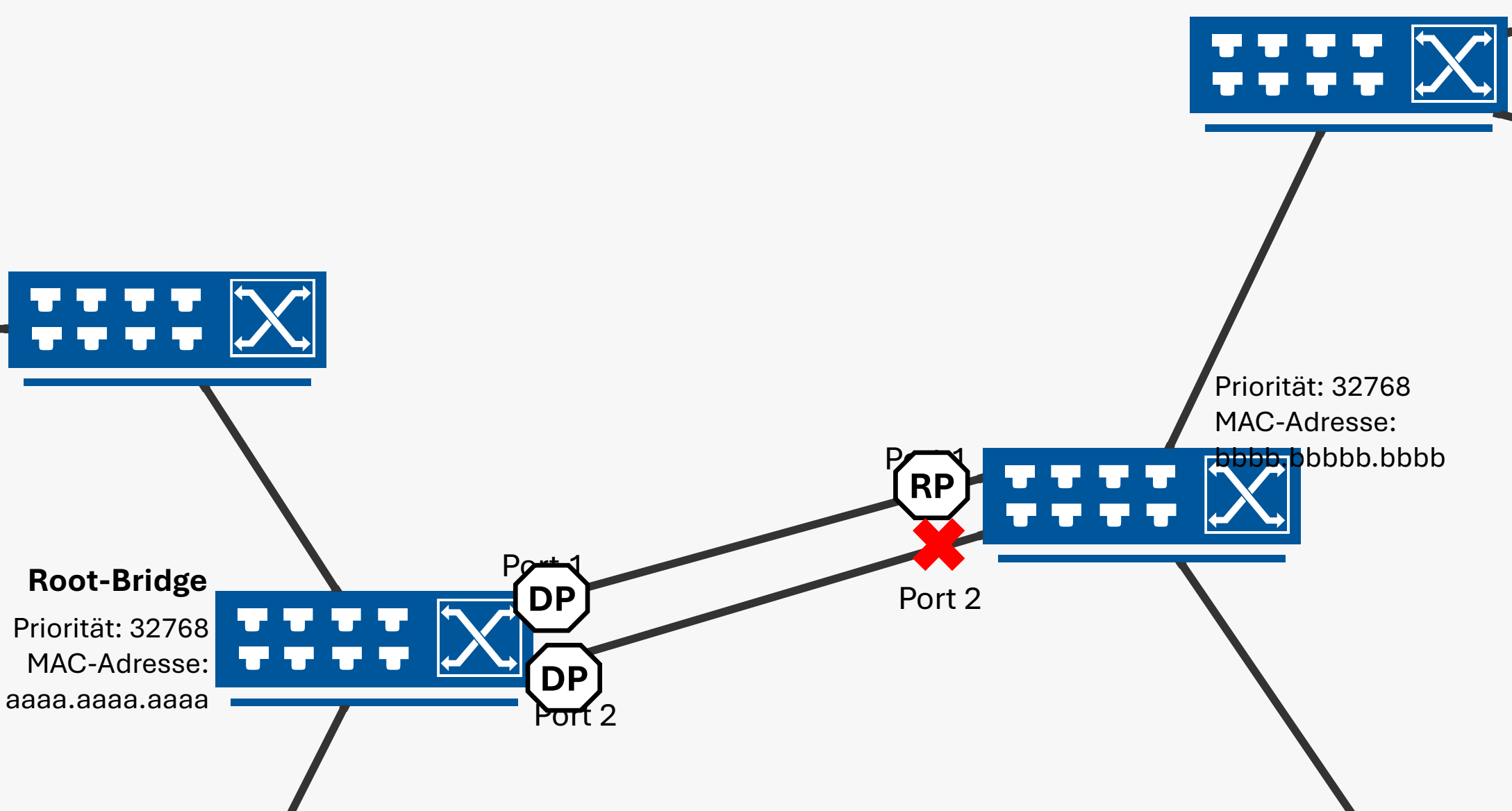
Niedrigste Nachbar BridgeID

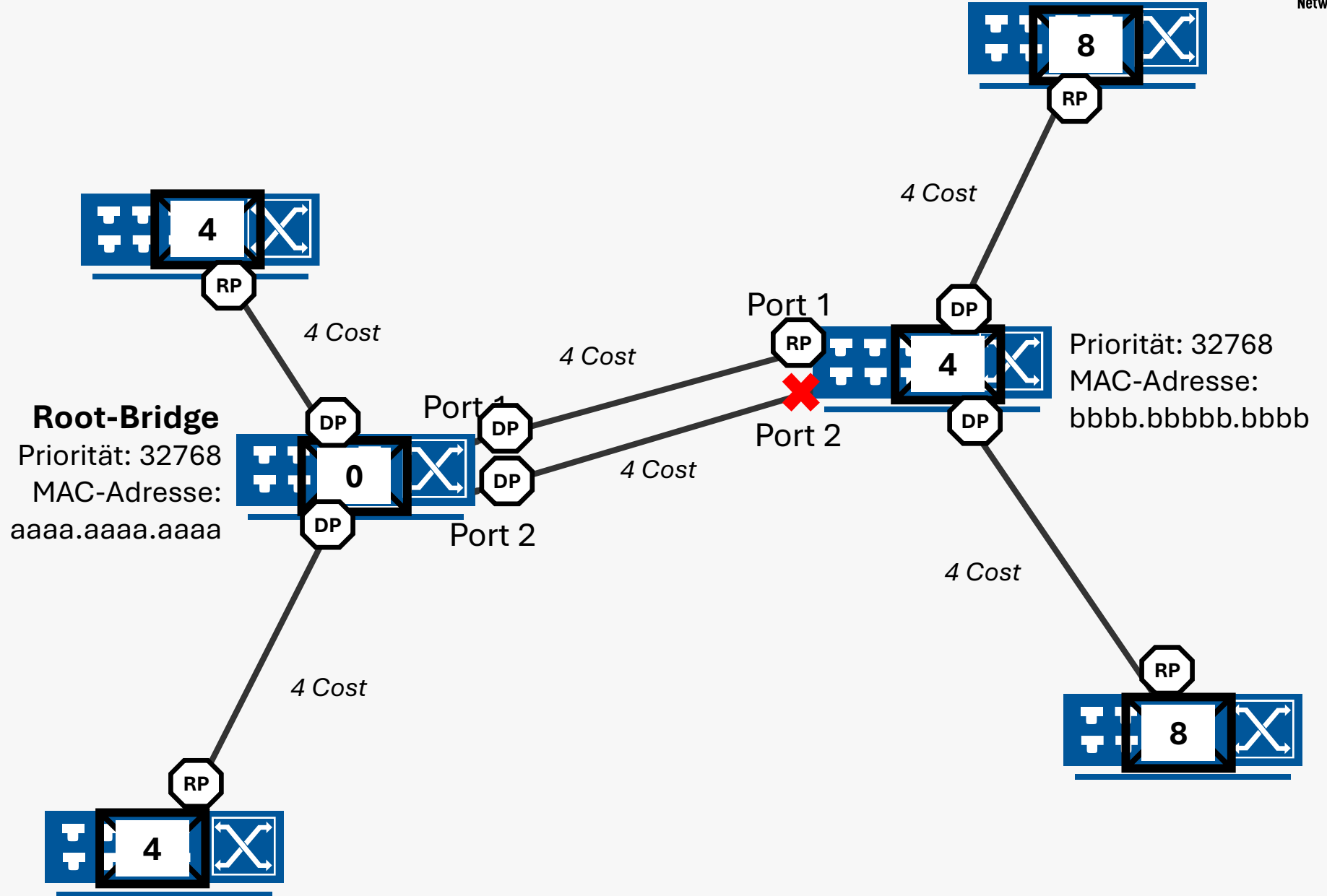
3

Niedrigste PortID
(Priorität + Nummer) des Nachbarn

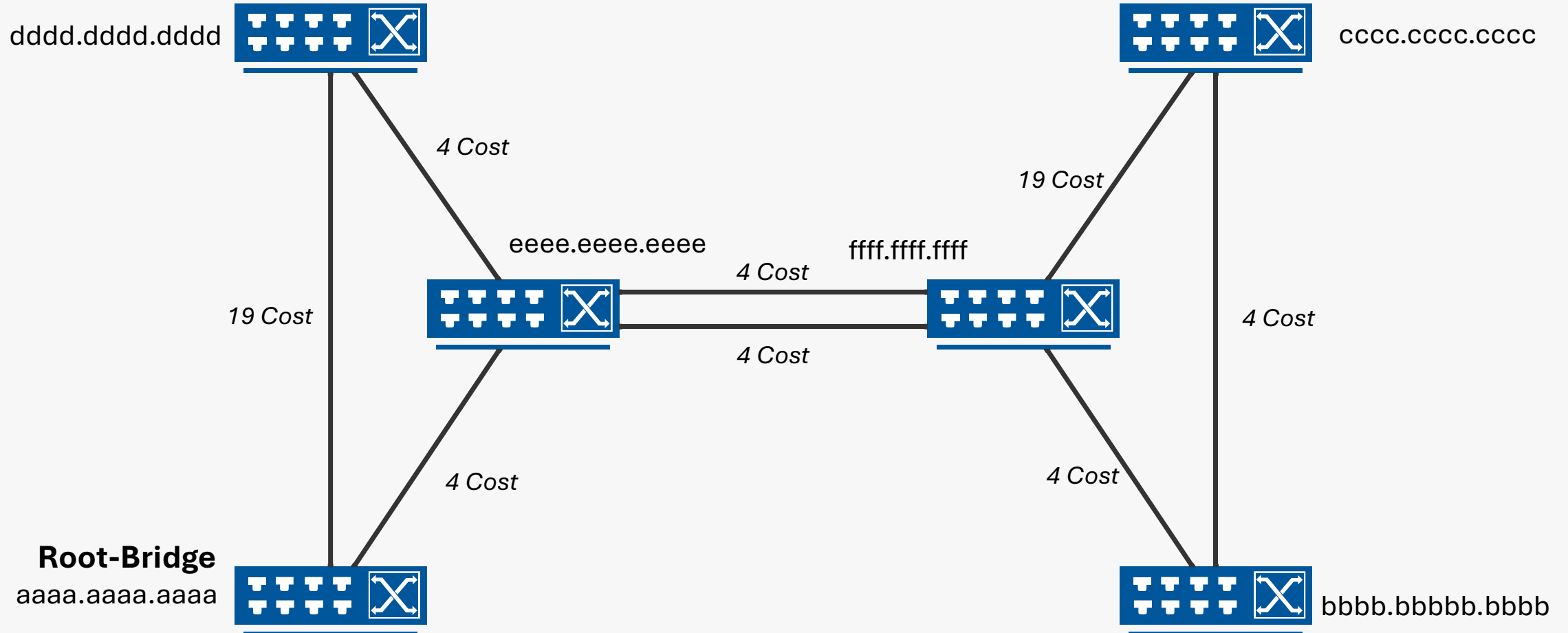


Neuer Root-Port

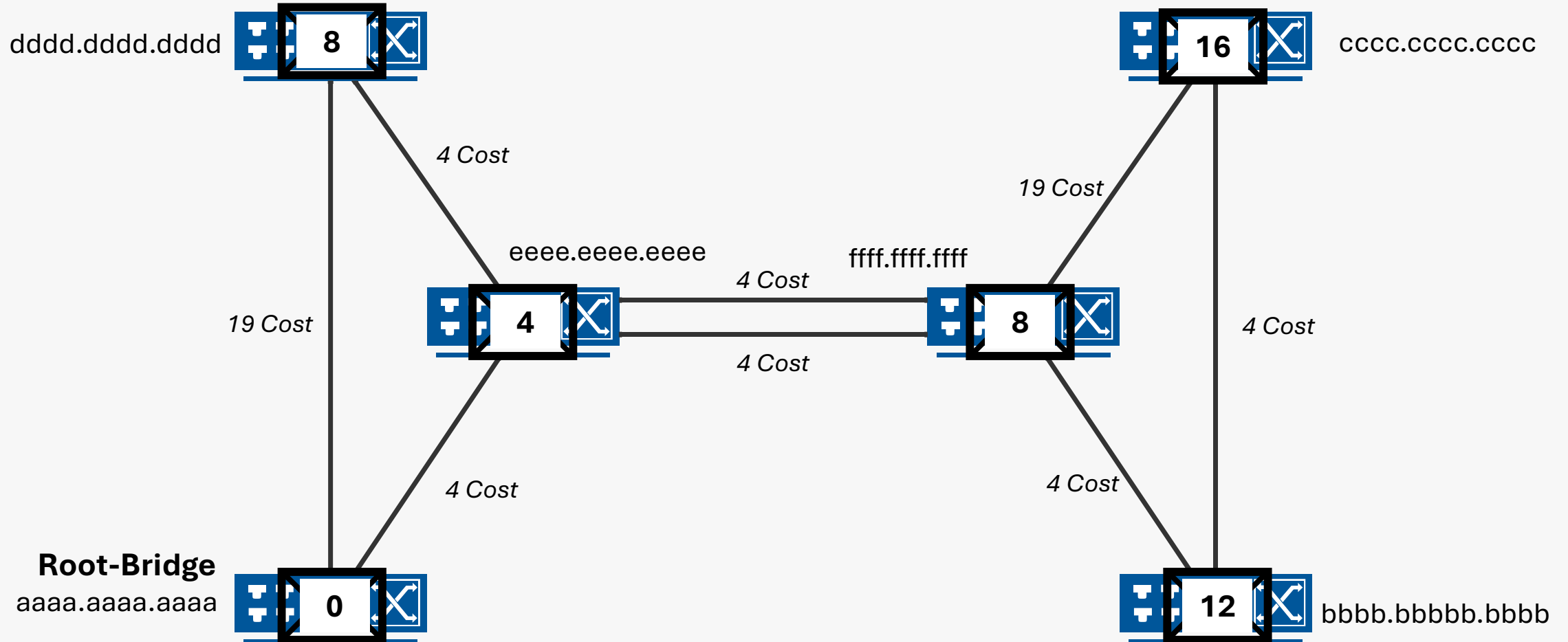




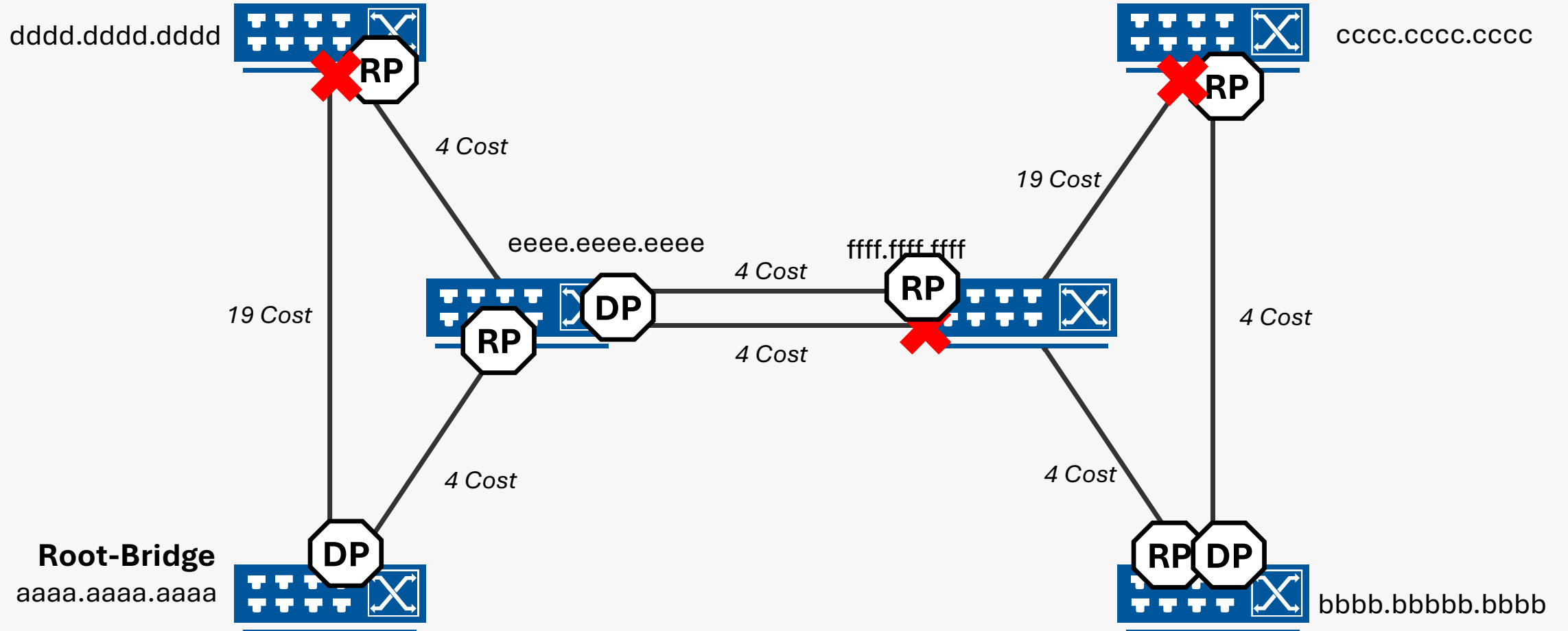
Root Bridge



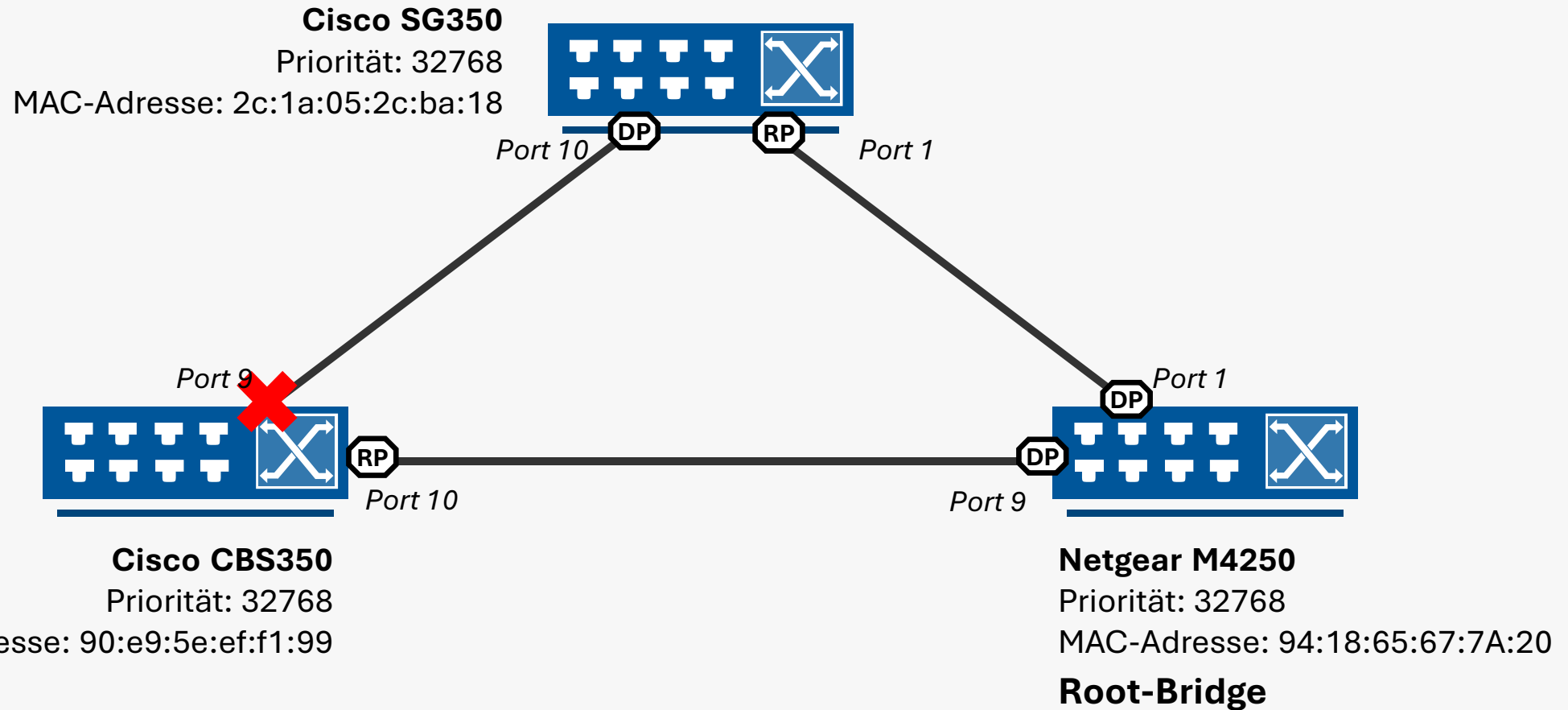
Path Cost

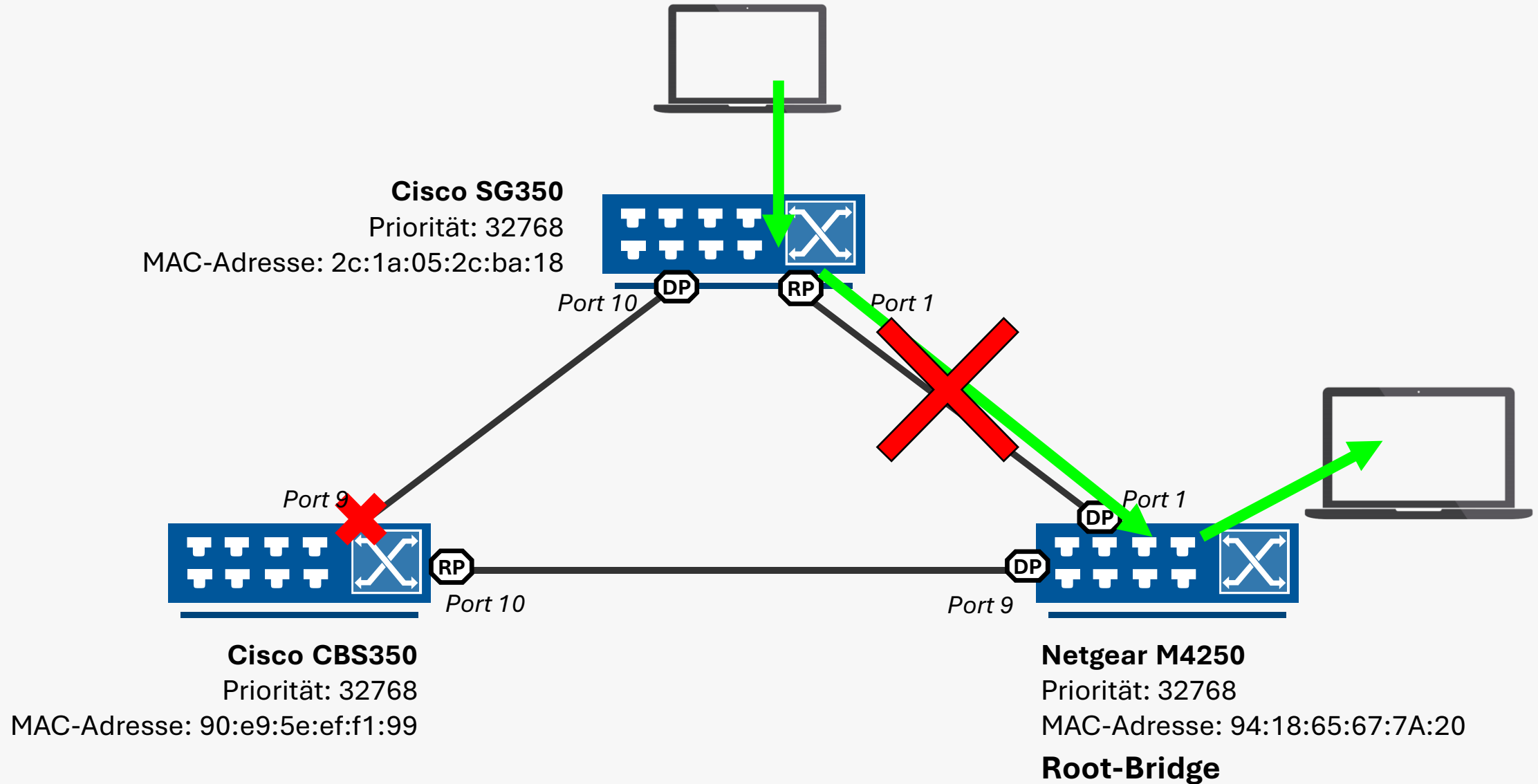


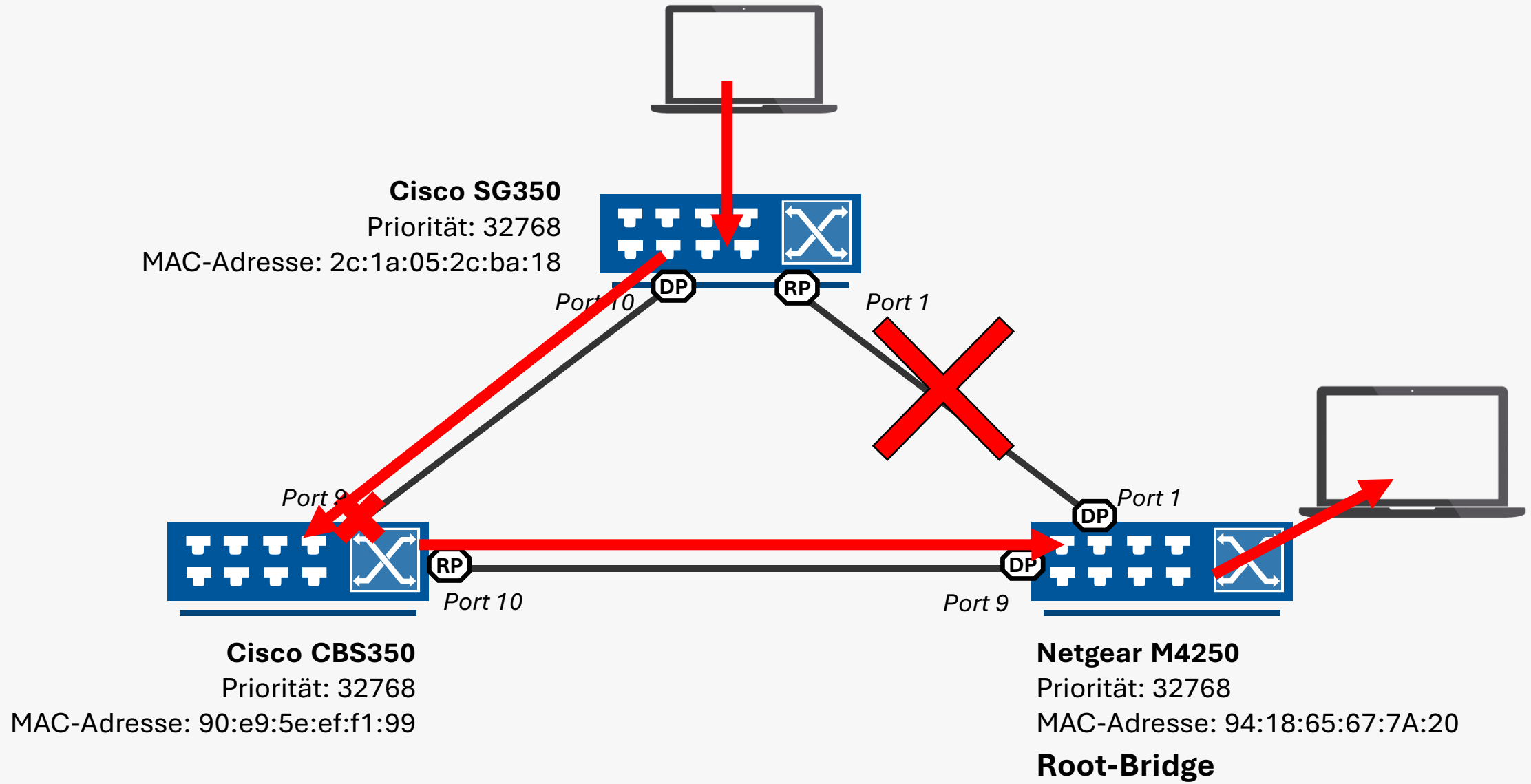
Port Election



Nachteil von RSTP







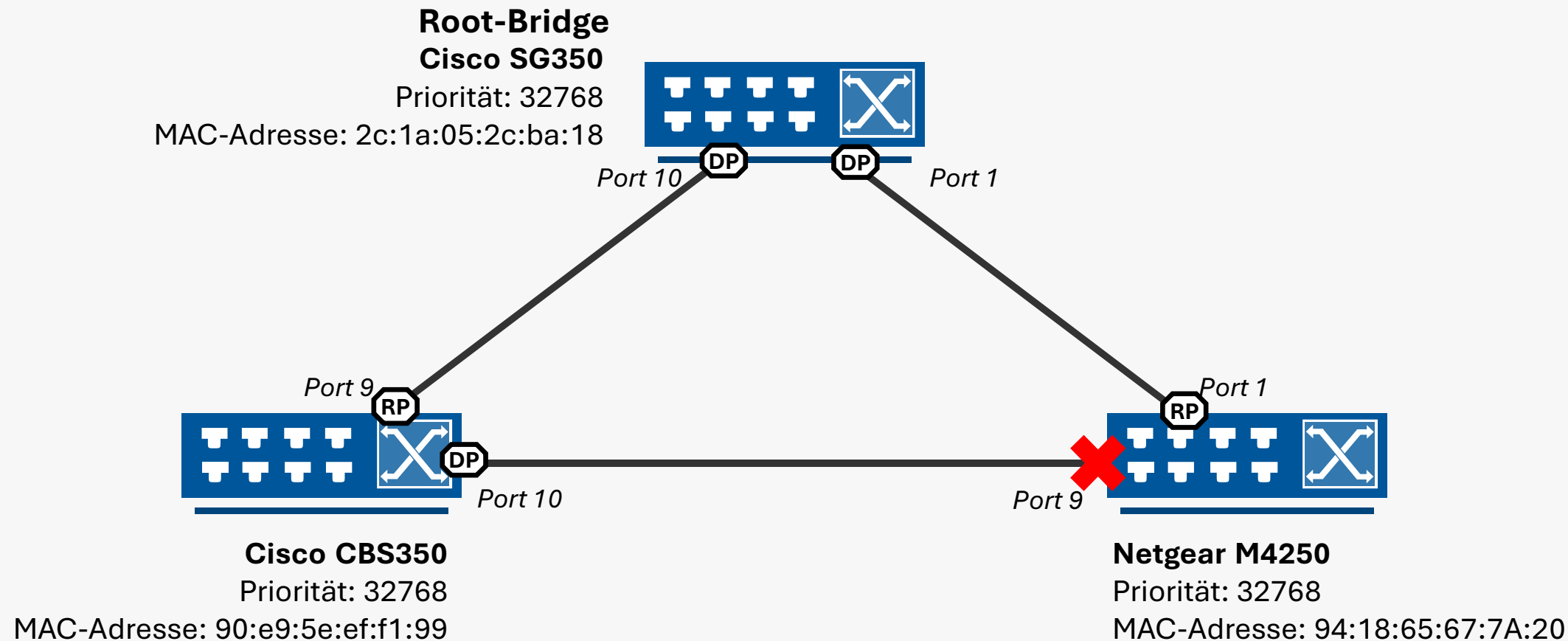
Die Lösung: MSTP / PVSTP

Multiple Spanning Tree Protocol / Per VLAN Spanning Tree Protocol

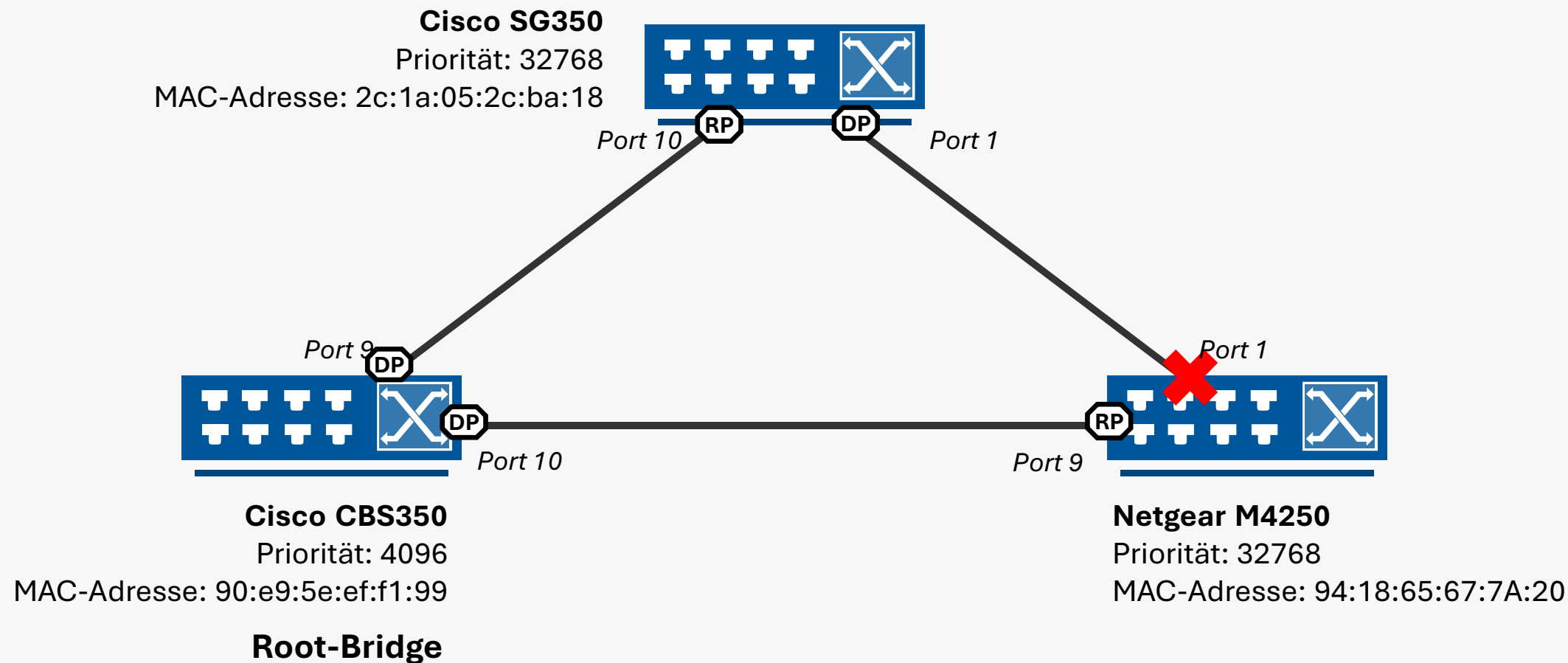
Mehrere Spanning-Tree Instanzen in einer Topologie

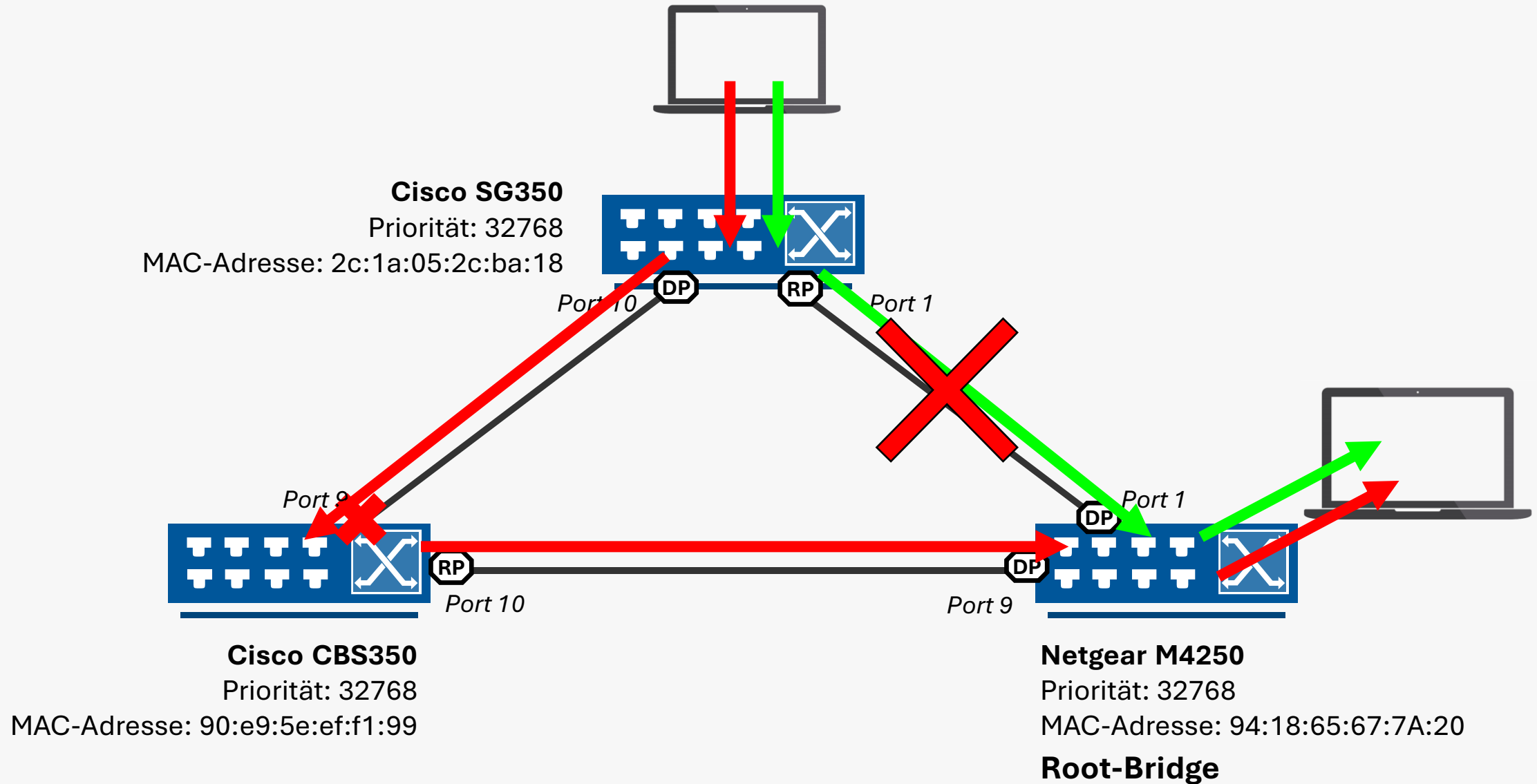
Wie organisiert sich das Netzwerk mit mehreren VLANs?

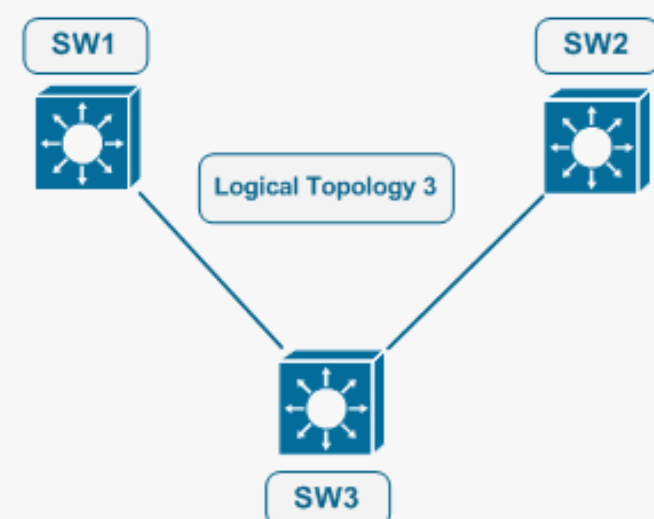
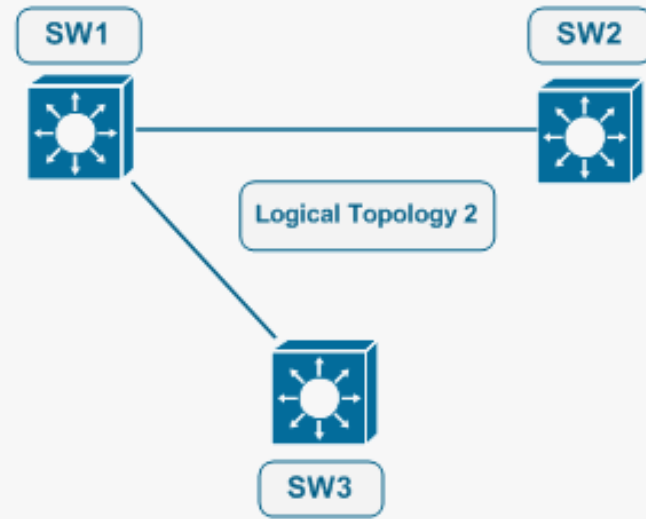
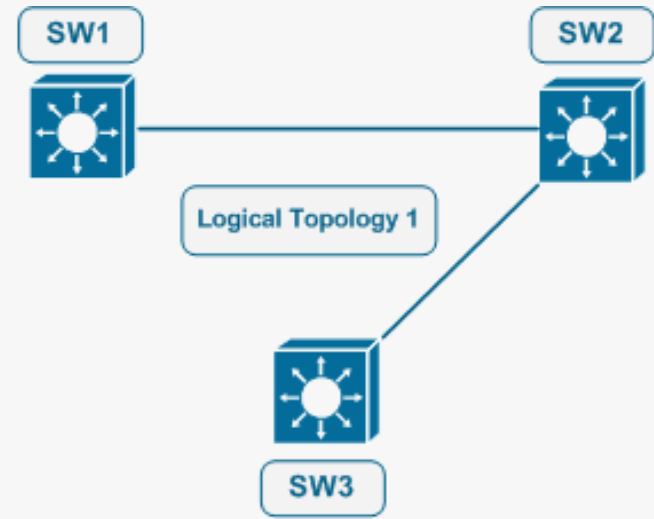
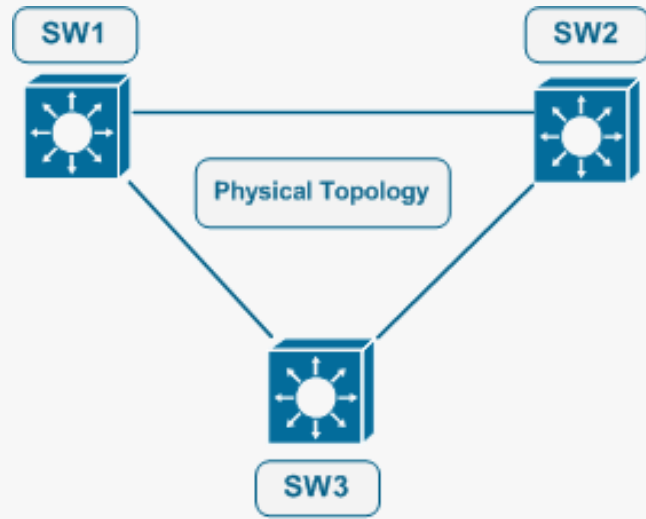
MSTP – VLAN 1

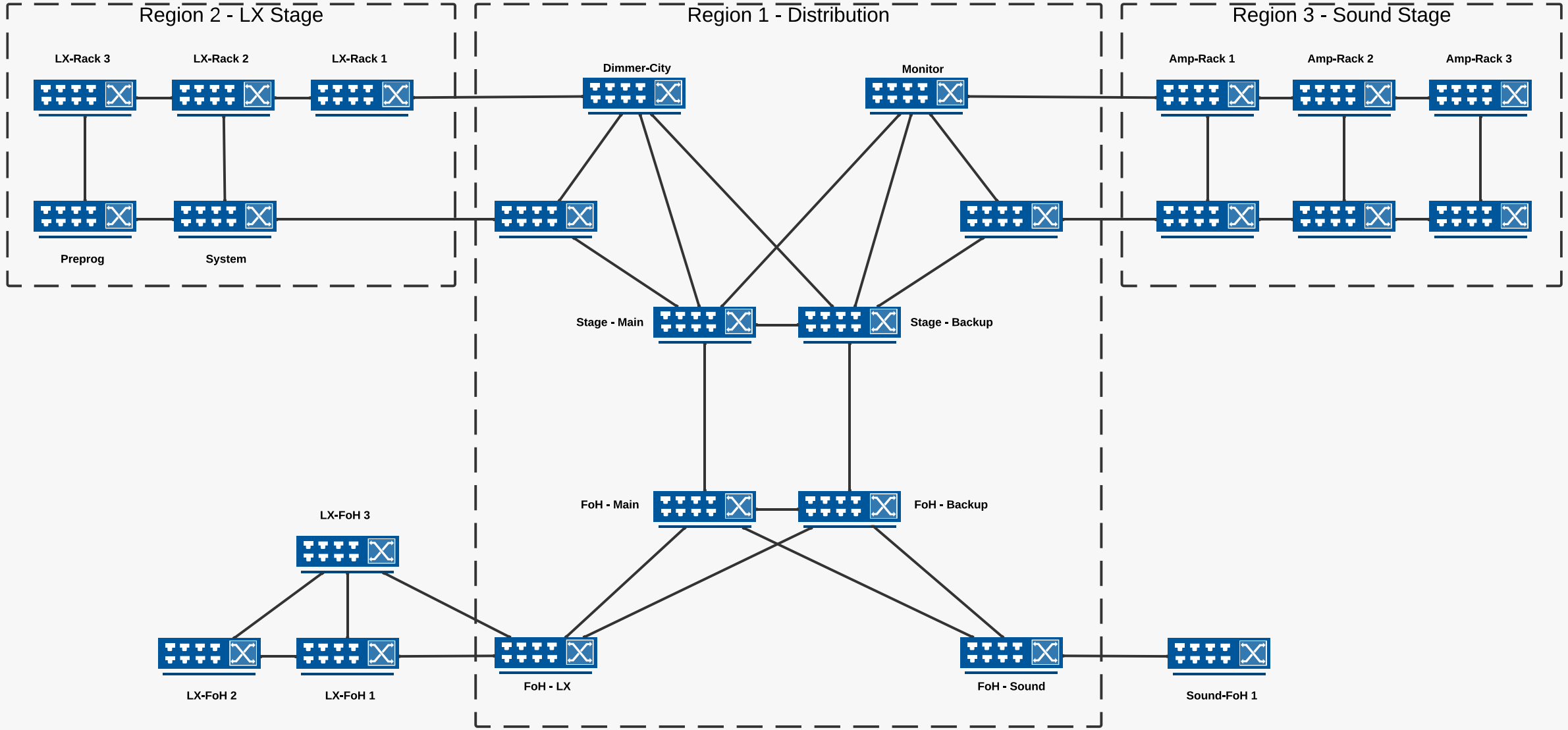


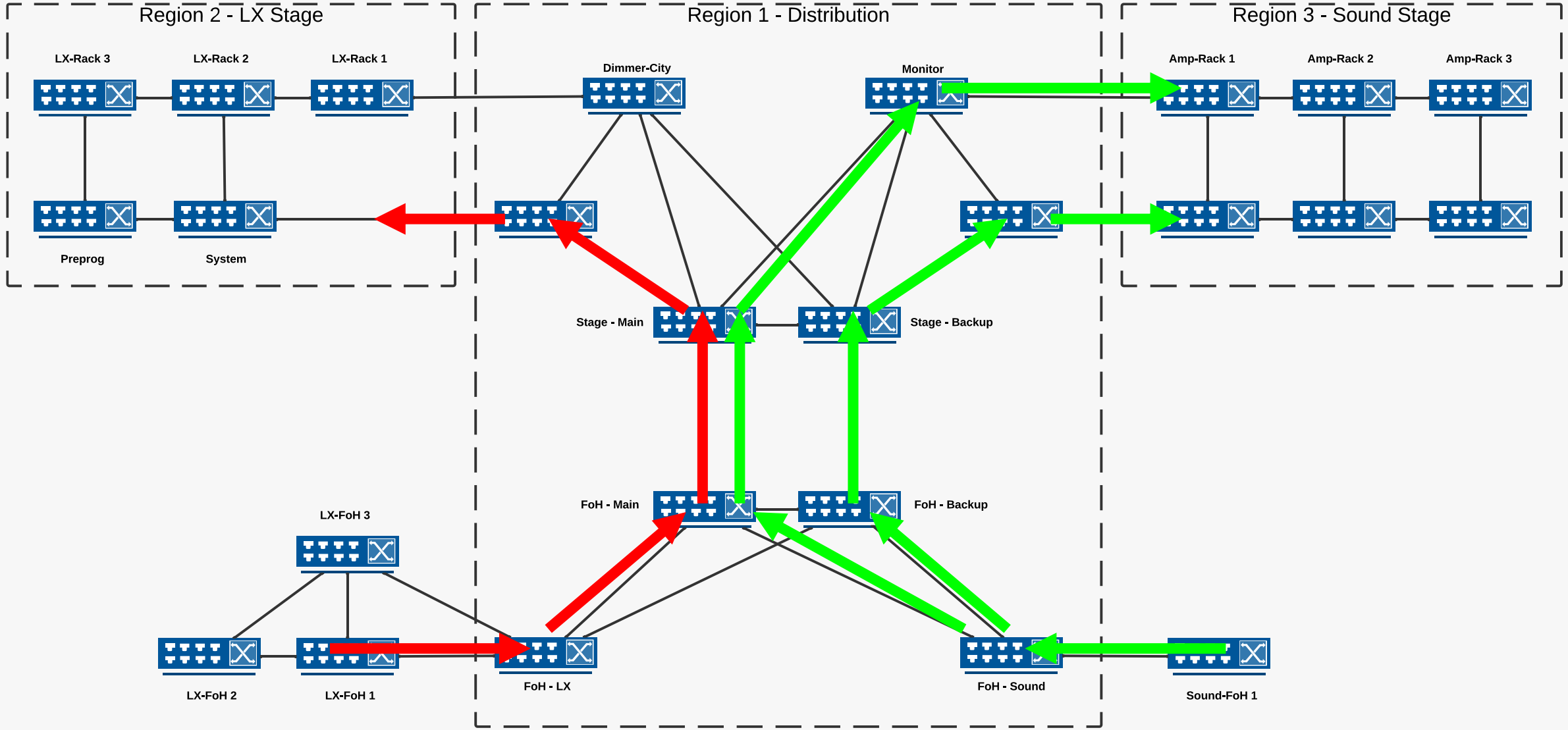
MSTP – VLAN 2











VLAN Traffic Engineering

Wir bestimmen, wie der Datenfluss im Netzwerk ist!

Vorteile

1

Höhere Resistenz
gegen Ausfälle

2

Load-Balancing
im Netzwerk

Wie geht das jetzt?

MSTP Configuration

1

MST Region
Name

2

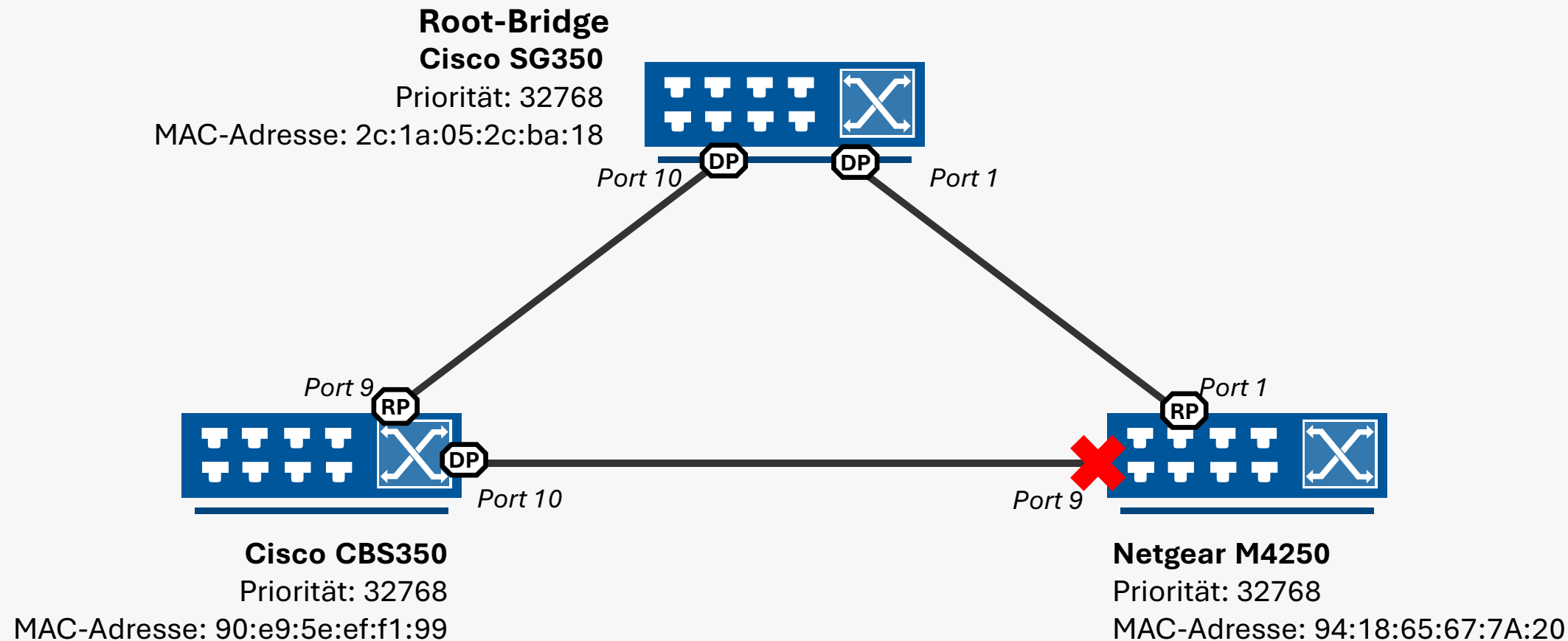
MST Revision
Level

3

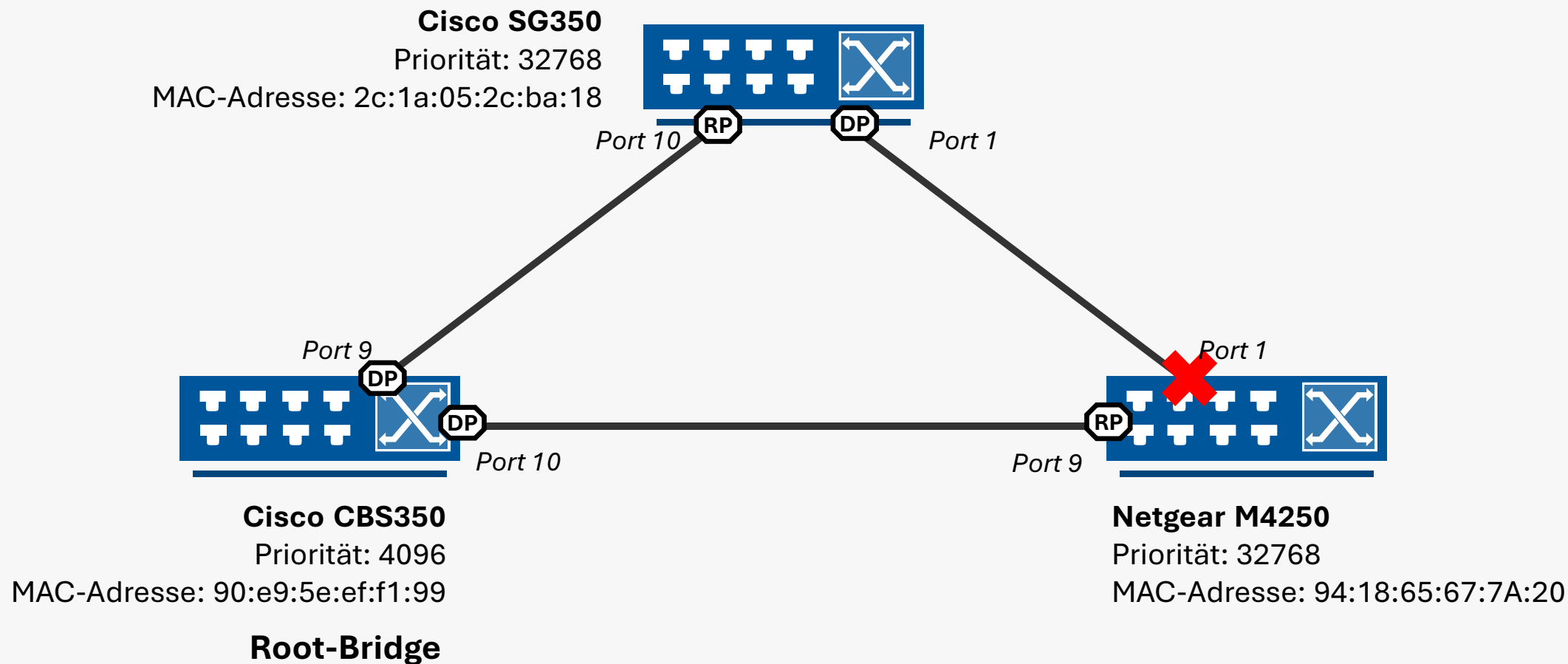
MST-to-VLAN
Mapping

Single Region

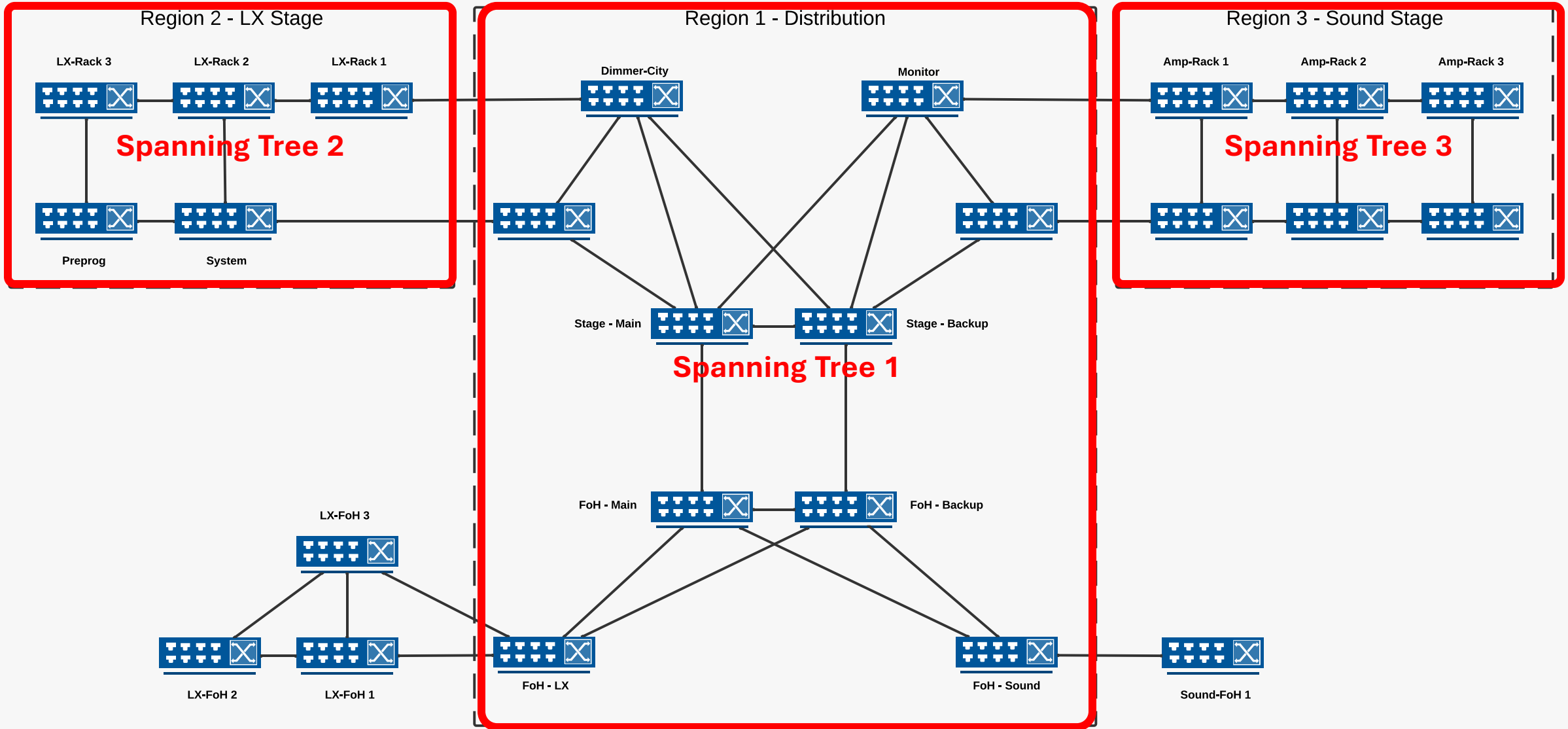
MST 1 – VLAN 10



MST 2 – VLAN 20



Multi Region

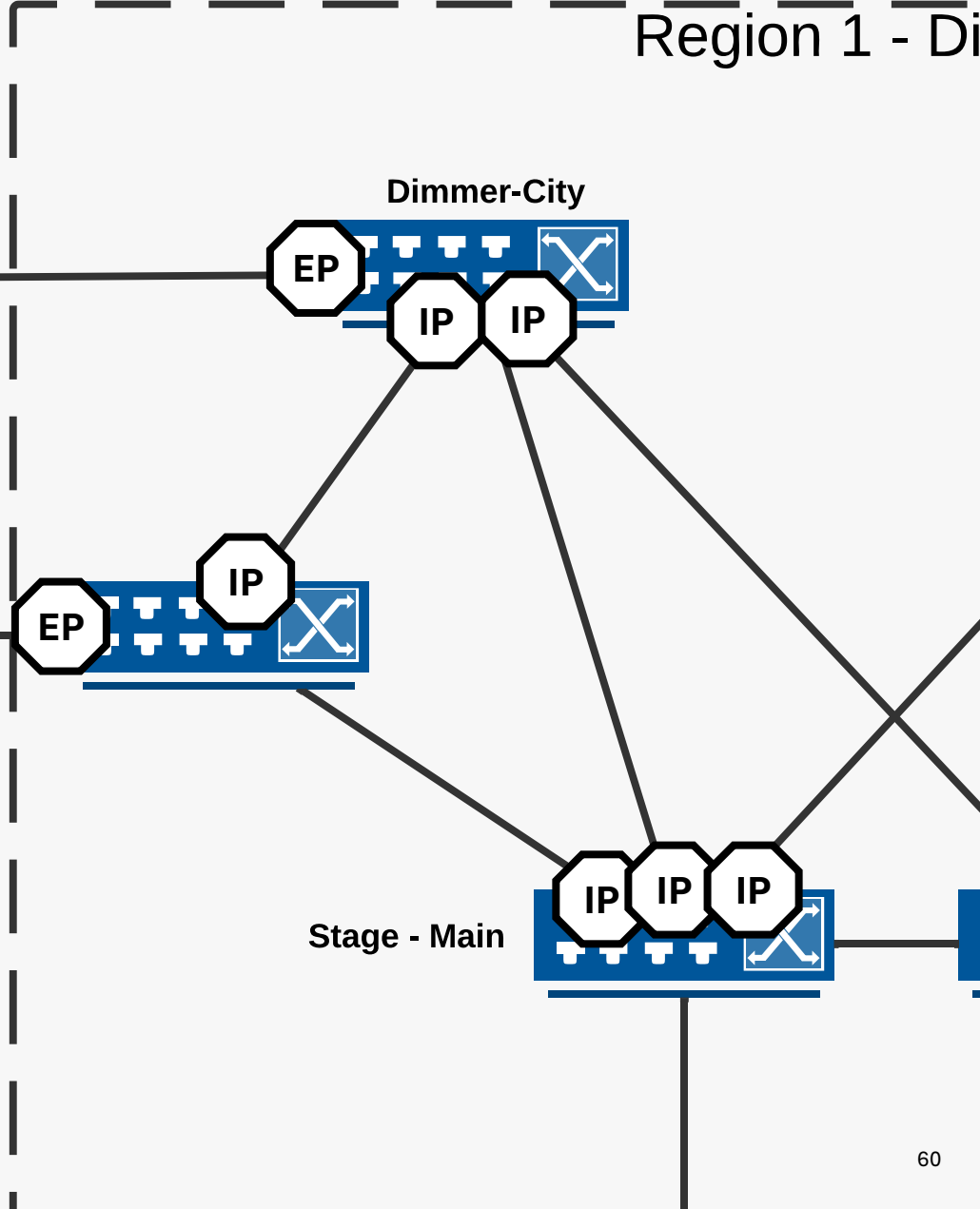
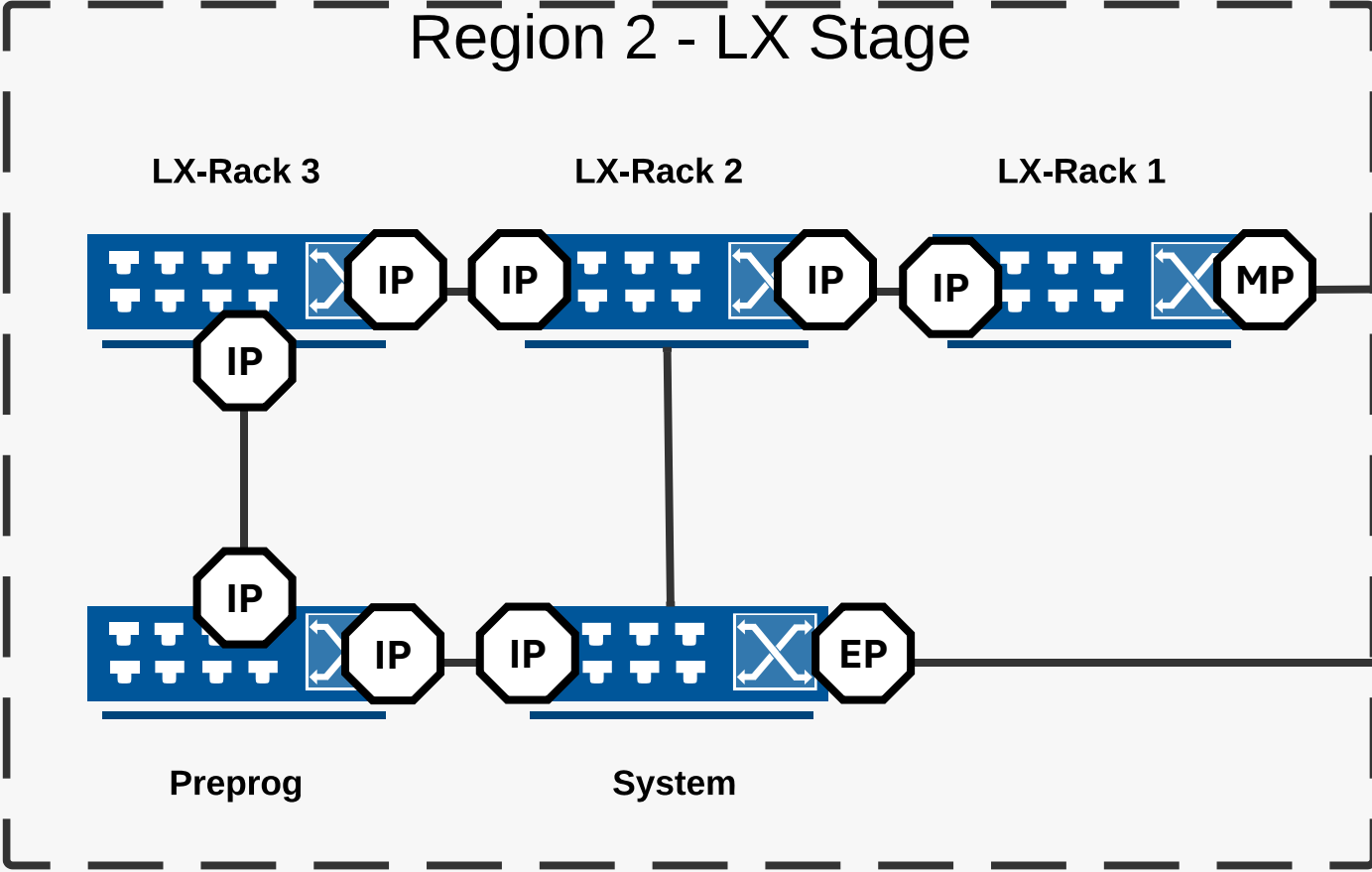


Internal Ports

Alle Ports innerhalb
einer Region

Boundary Ports

Alle Ports die eine
andere Region anbinden



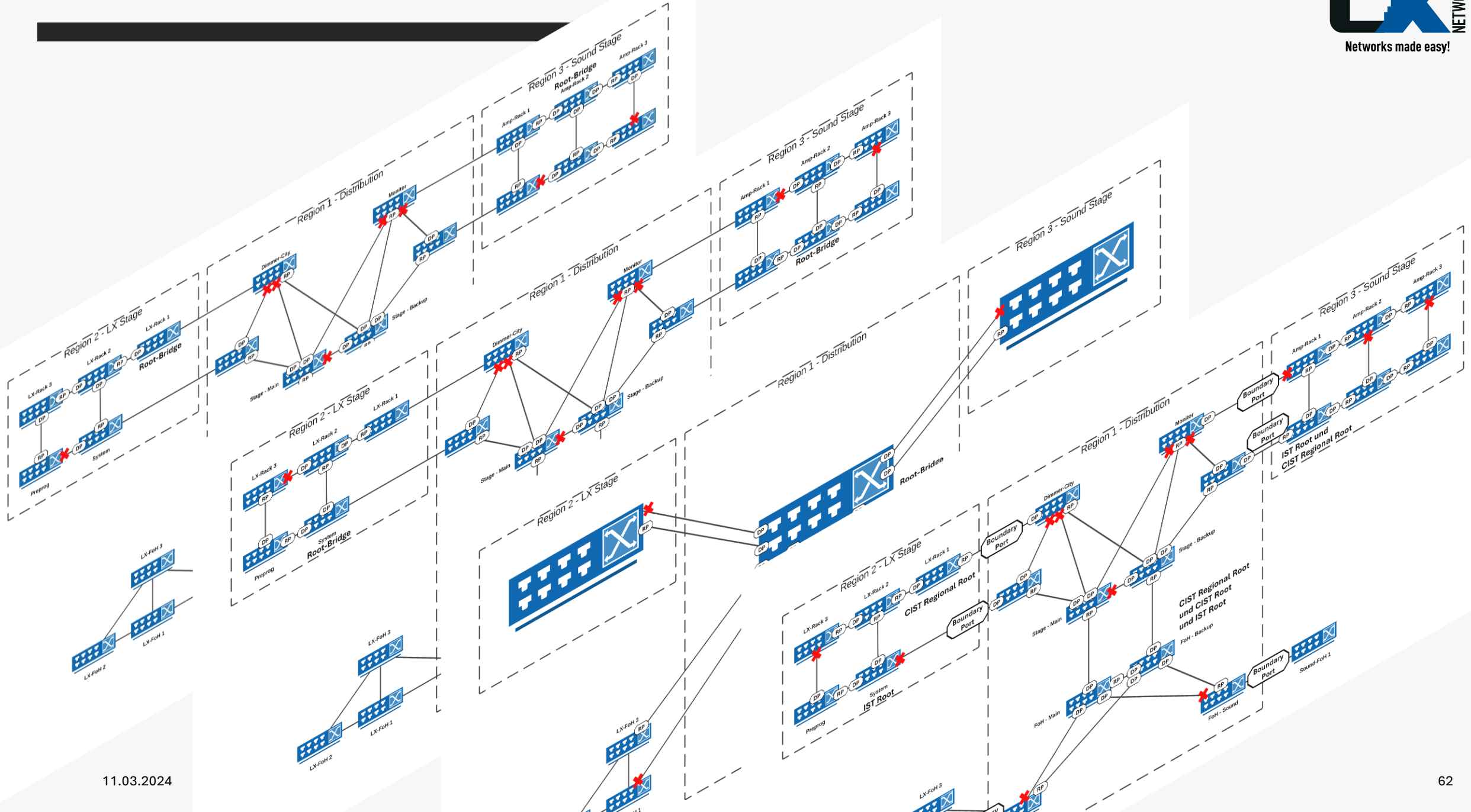
Neue Begriffe

Internal Spanning Tree -
IST

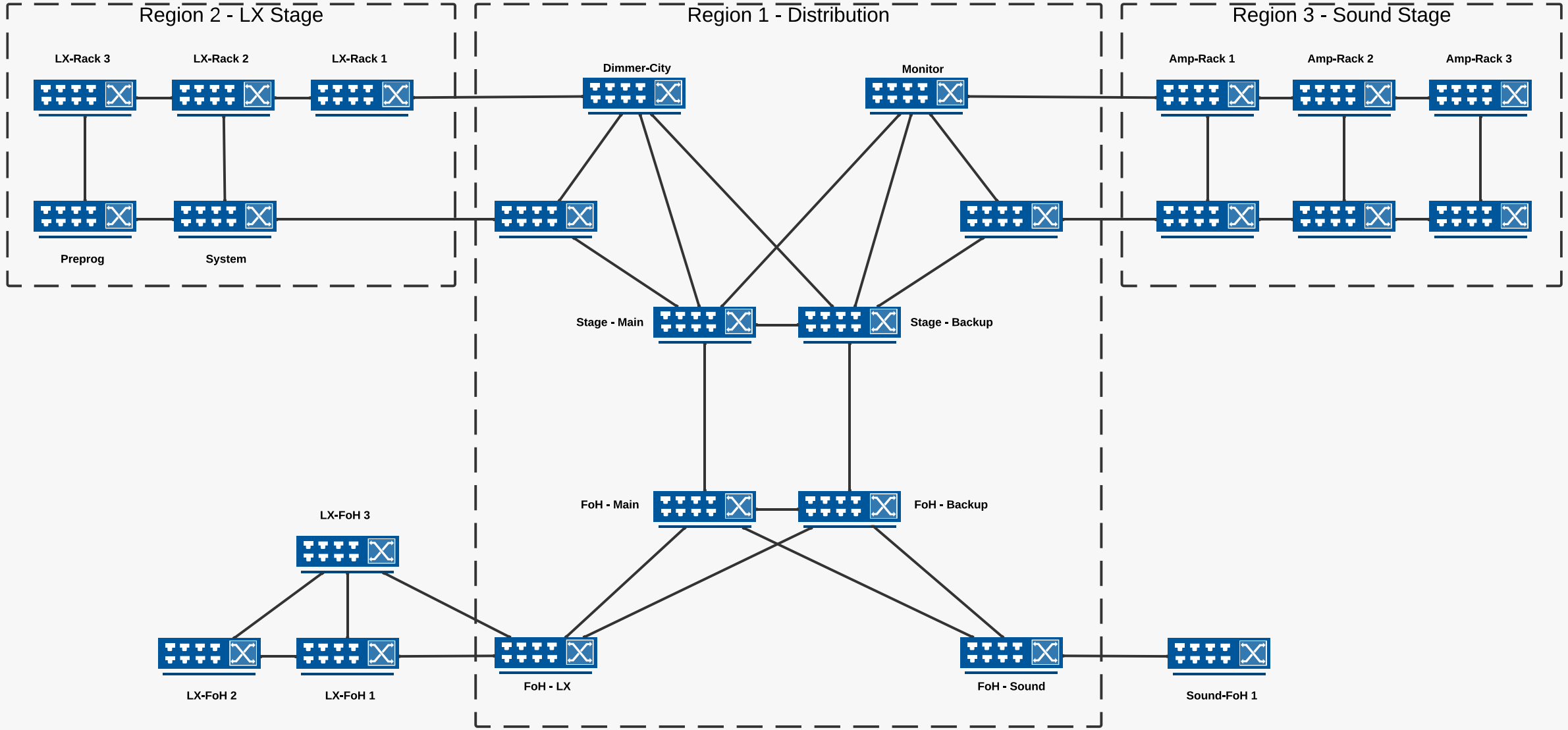
Multiple Spanning Tree
Instance - MSTI

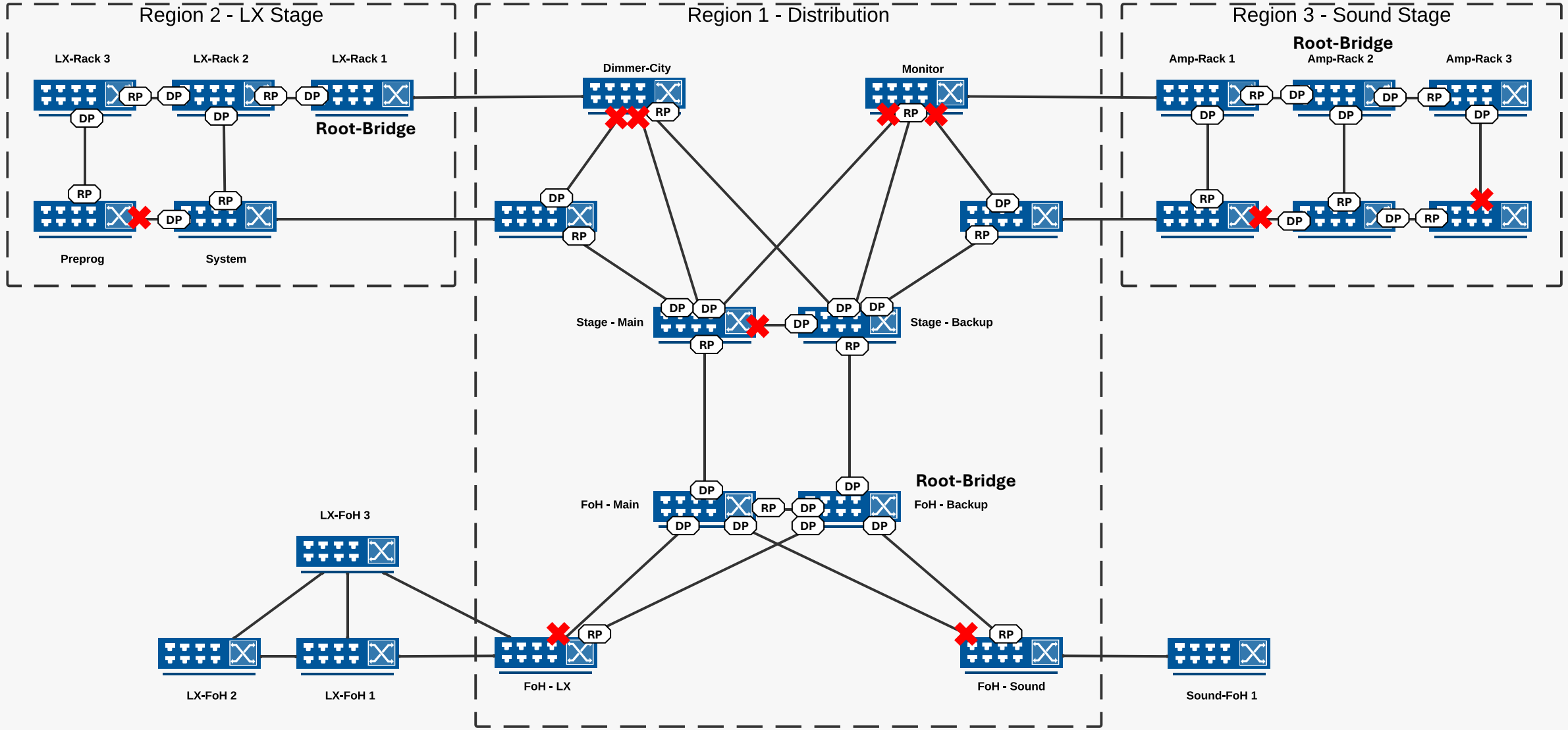
Common Spanning Tree –
CST

Common and Internal
Spanning Tree - CIST

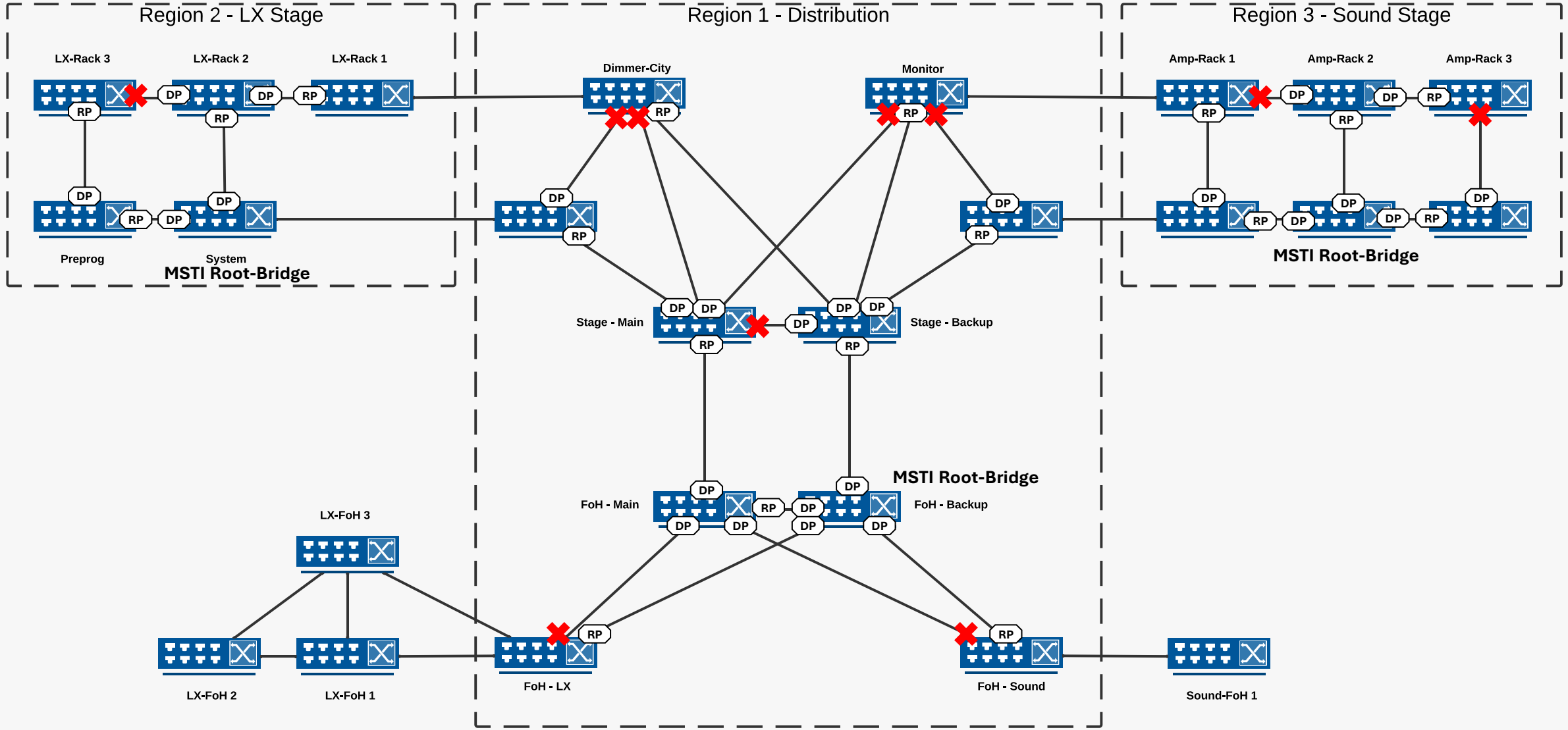


Internal Spanning Tree

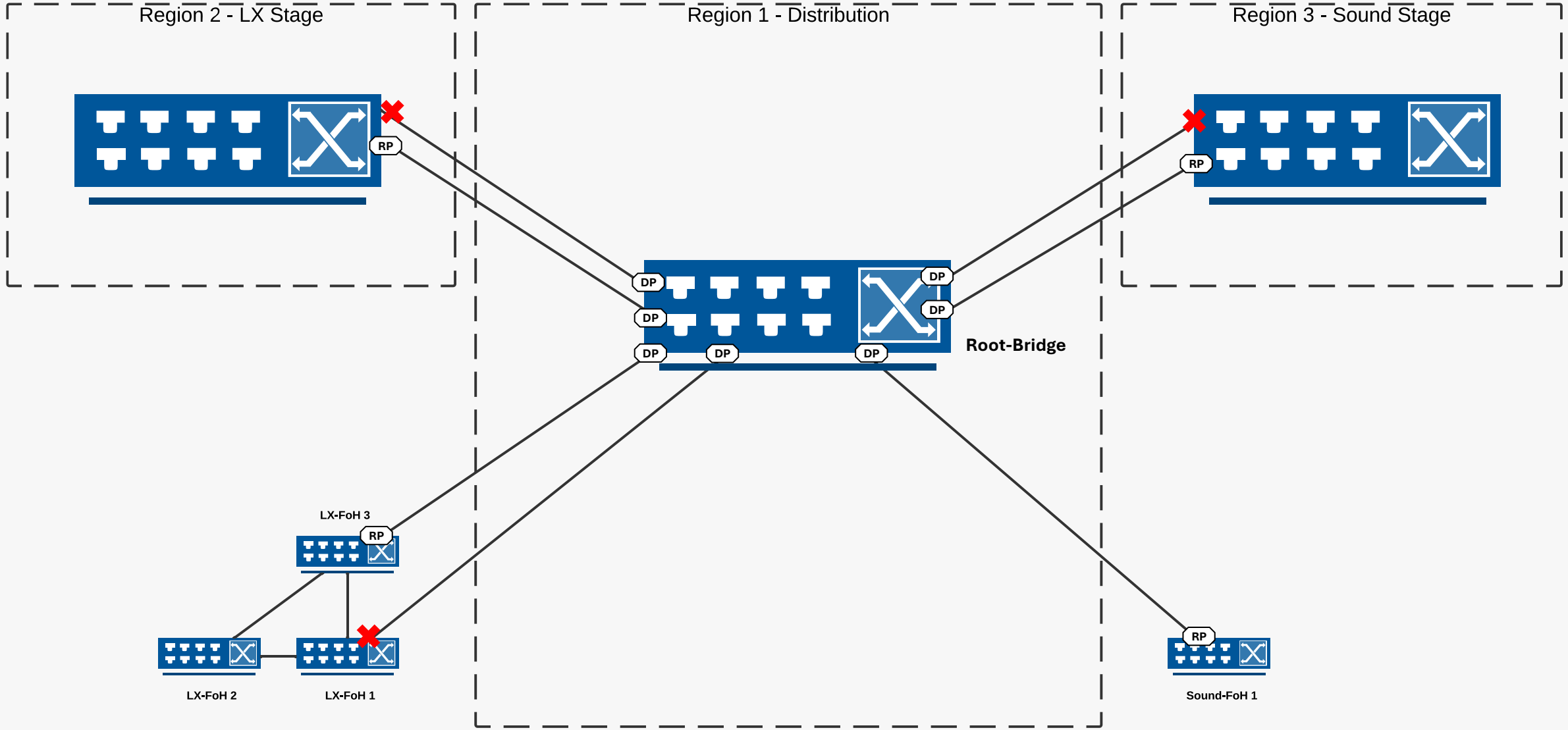




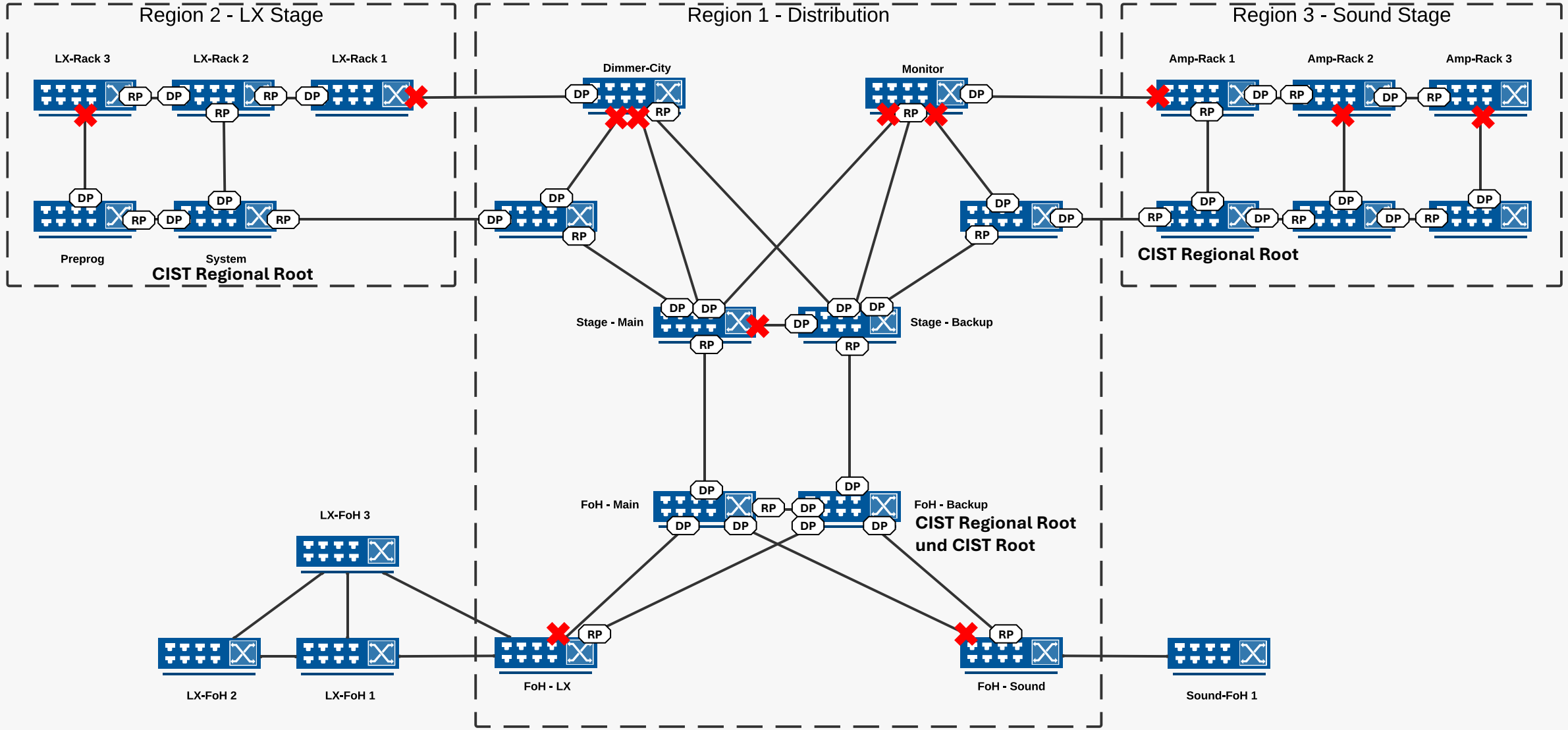
Multiple Spanning Tree Instance



Common Spanning Tree



Common and Internal Spanning Tree



CIST Regional Root

Root Bridge innerhalb
der Region

CIST Root

Root Bridge
aller Region

CIST Regional Root

Root Bridge innerhalb
der Region für CST

IST Root / MST10 Root

Root Bridge
innerhalb Region

MSTI Root

Root Bridge innerhalb
einer MST Instanz

IST Root / MSTI0 Root

Root Bridge
innerhalb Region

IST-Root Wahl

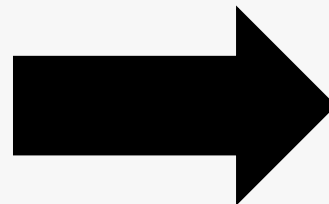
Niedrigste Bridge-ID:

1

Niedrigste Priorität

2

Niedrigste MAC-Adresse



Neue Root-Bridge:

Setzt alle Ports als

Forwarding State

Designated Ports

Boundary Ports, wenn in andere Region

Alle anderen Switche:

Setzt alle Ports als

Blocking State

Designated/Root Ports

Boundary Ports, wenn in andere Region

MSTI-Root Wahl

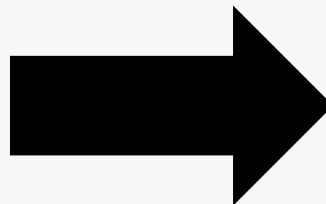
Niedrigste Bridge-ID:

1

Niedrigste Priorität

2

Niedrigste MAC-Adresse



Neue Root-Bridge:

Setzt alle Ports als

Forwarding State

Designated Ports

Boundary Ports, wenn in andere Region

Alle anderen Switche:

Setzt alle Ports als

Blocking State

Designated/Root Ports

Boundary Ports, wenn in andere Region

CIST-Root Wahl

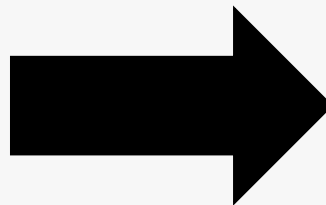
Niedrigste Bridge-ID:

1

Niedrigste Priorität

2

Niedrigste MAC-Adresse



Neue Root-Bridge:

Setzt alle Ports als

Forwarding State
Designated Ports

Propagiert es im BPDU

Kein Unterschied zu RSTP

Jede Instanz kann aber separat eingestellt werden.

CIST-Regional-Root Wahl

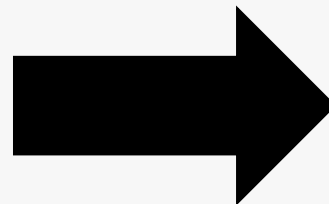
Niedrigste Bridge-ID:

1

Boundary Switch

2

Niedrigste Cost zum CIST-Root



Neue Root-Bridge:

Setzt alle Ports als

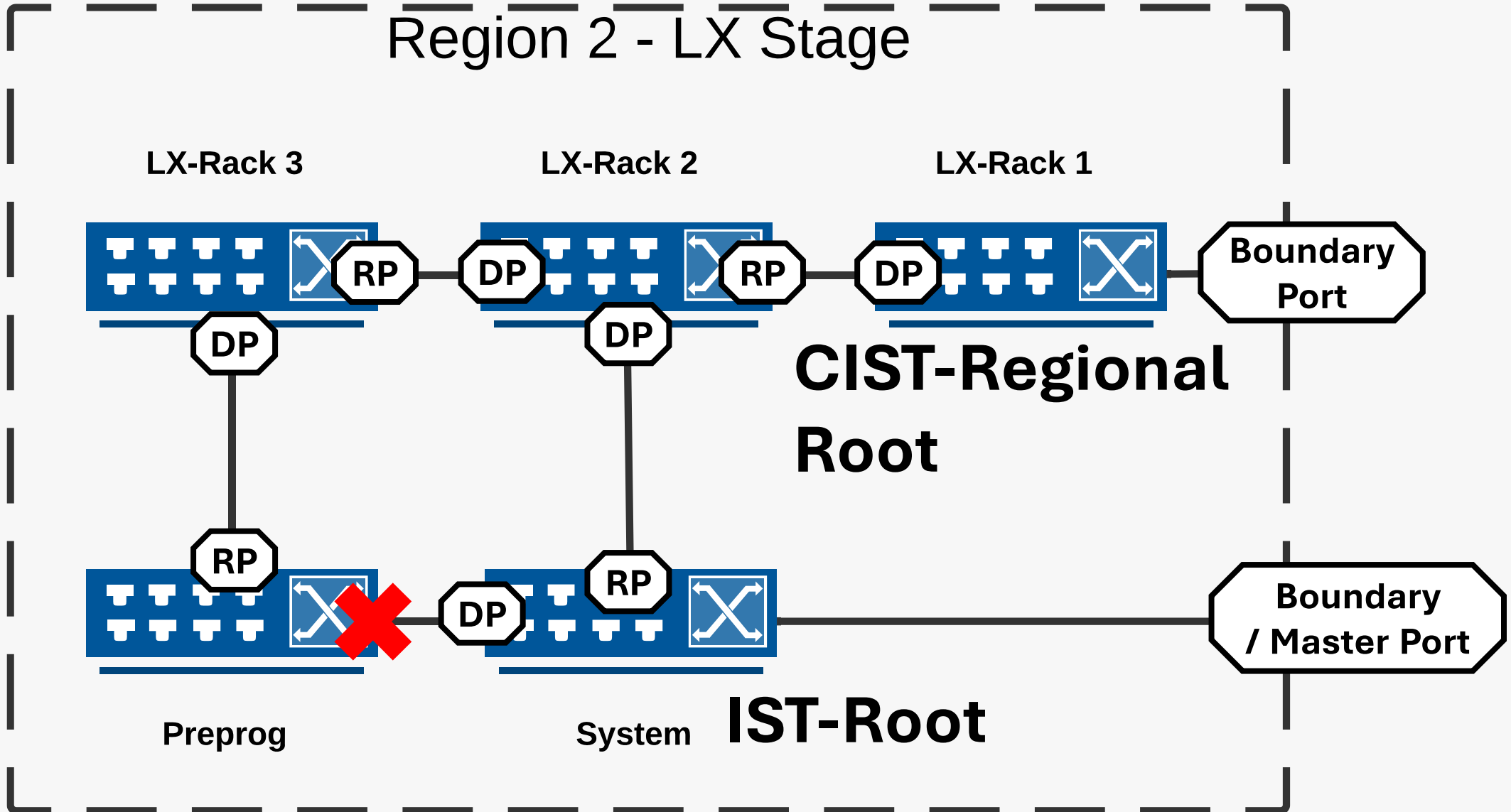
Forwarding State

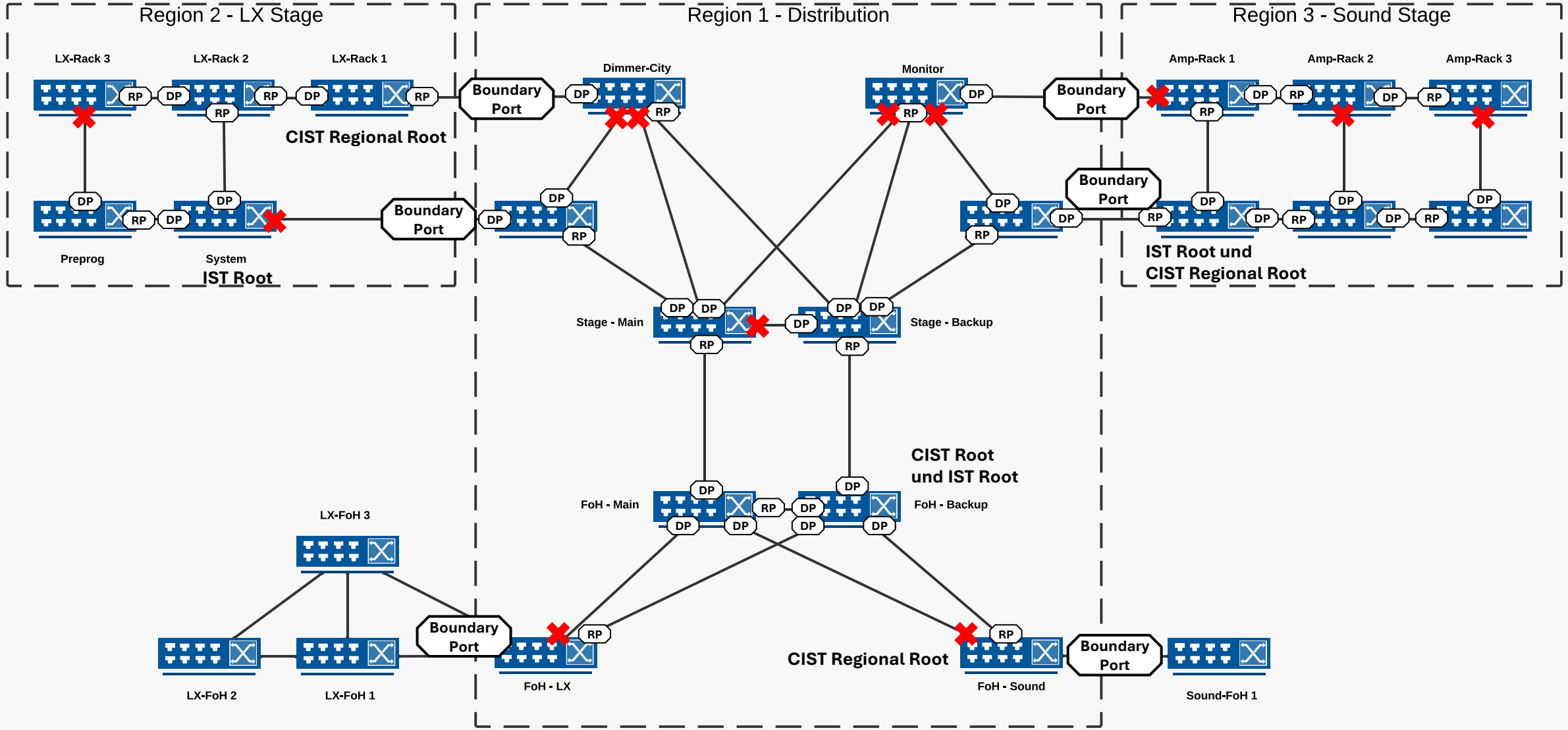
Designated Ports

Boundary Ports, wenn in andere Region

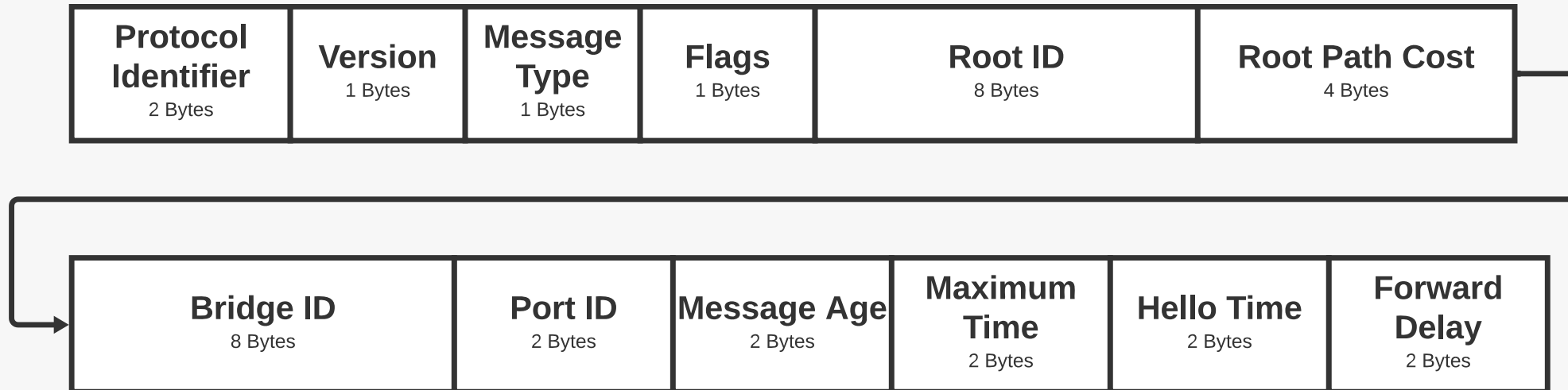
Master Port, wenn Richtung Master

Propagiert es im BPDU

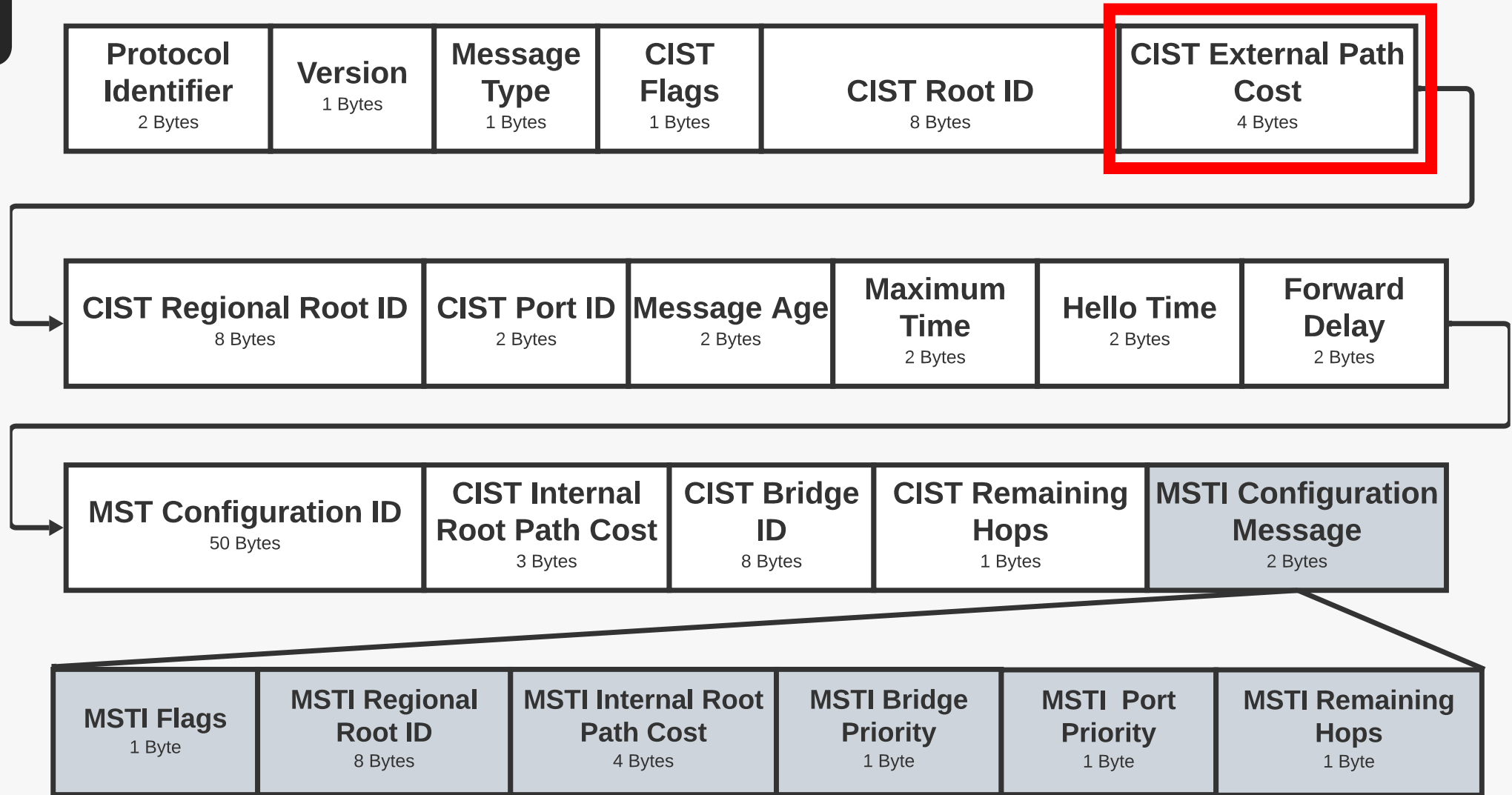


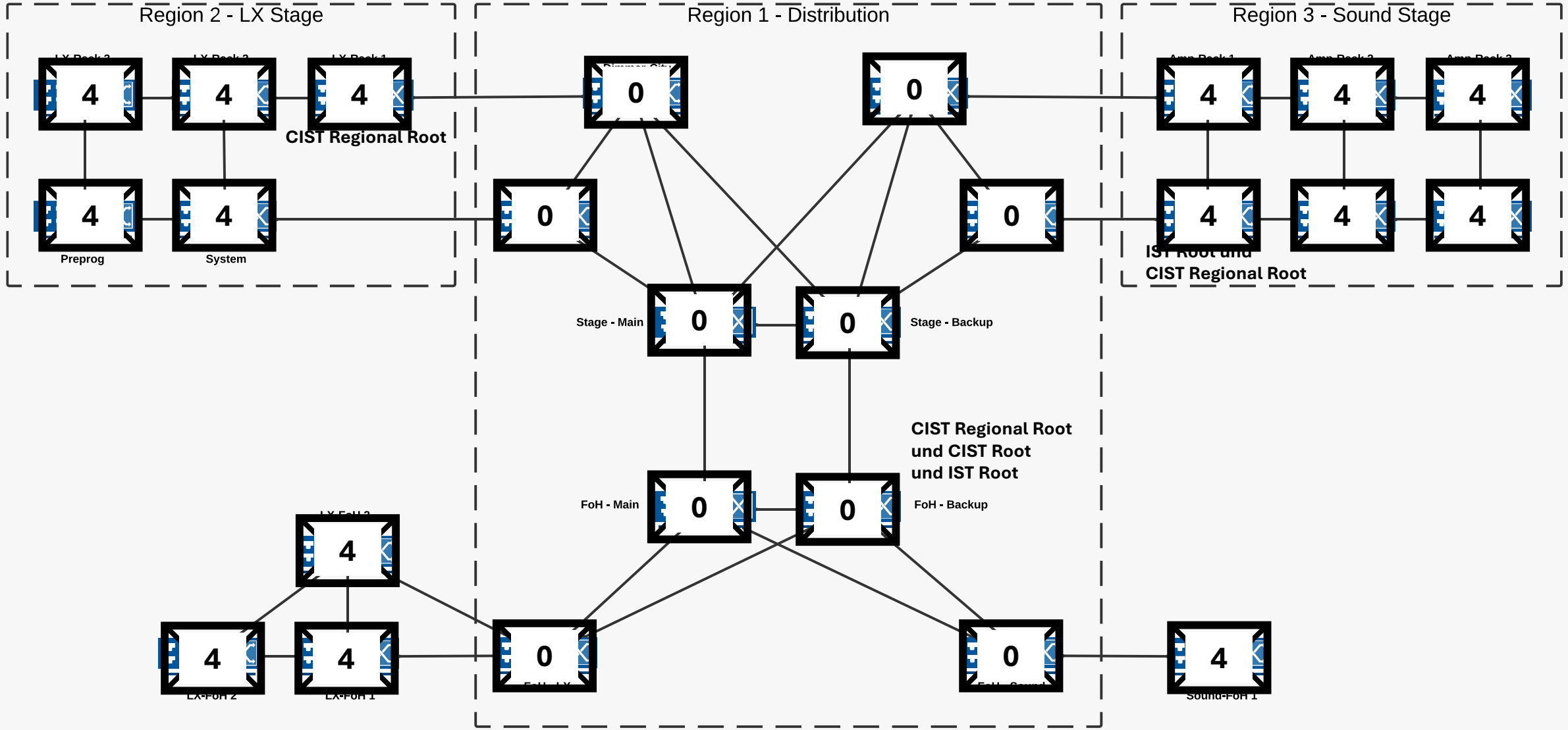


BPDU

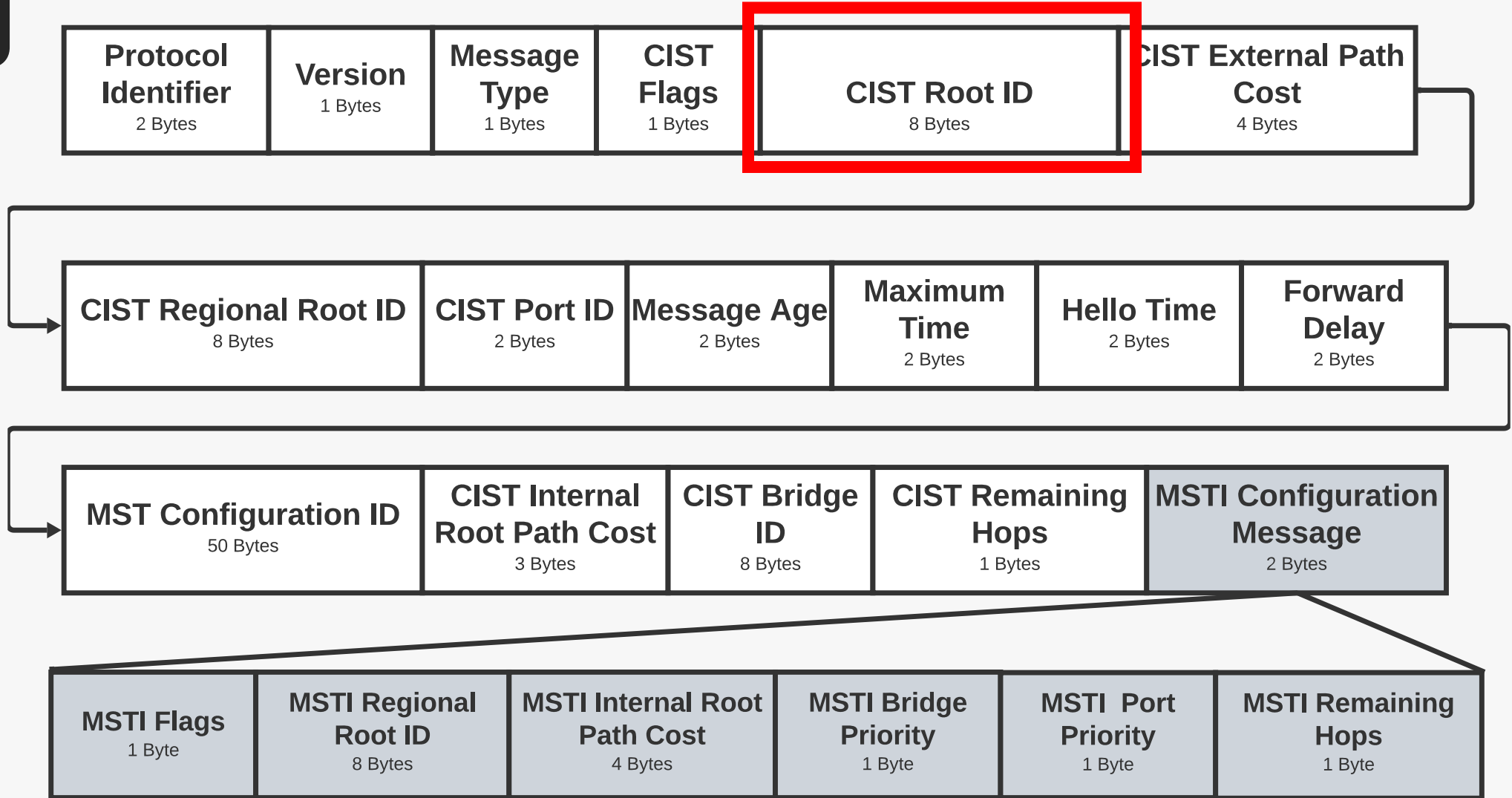


BPDU

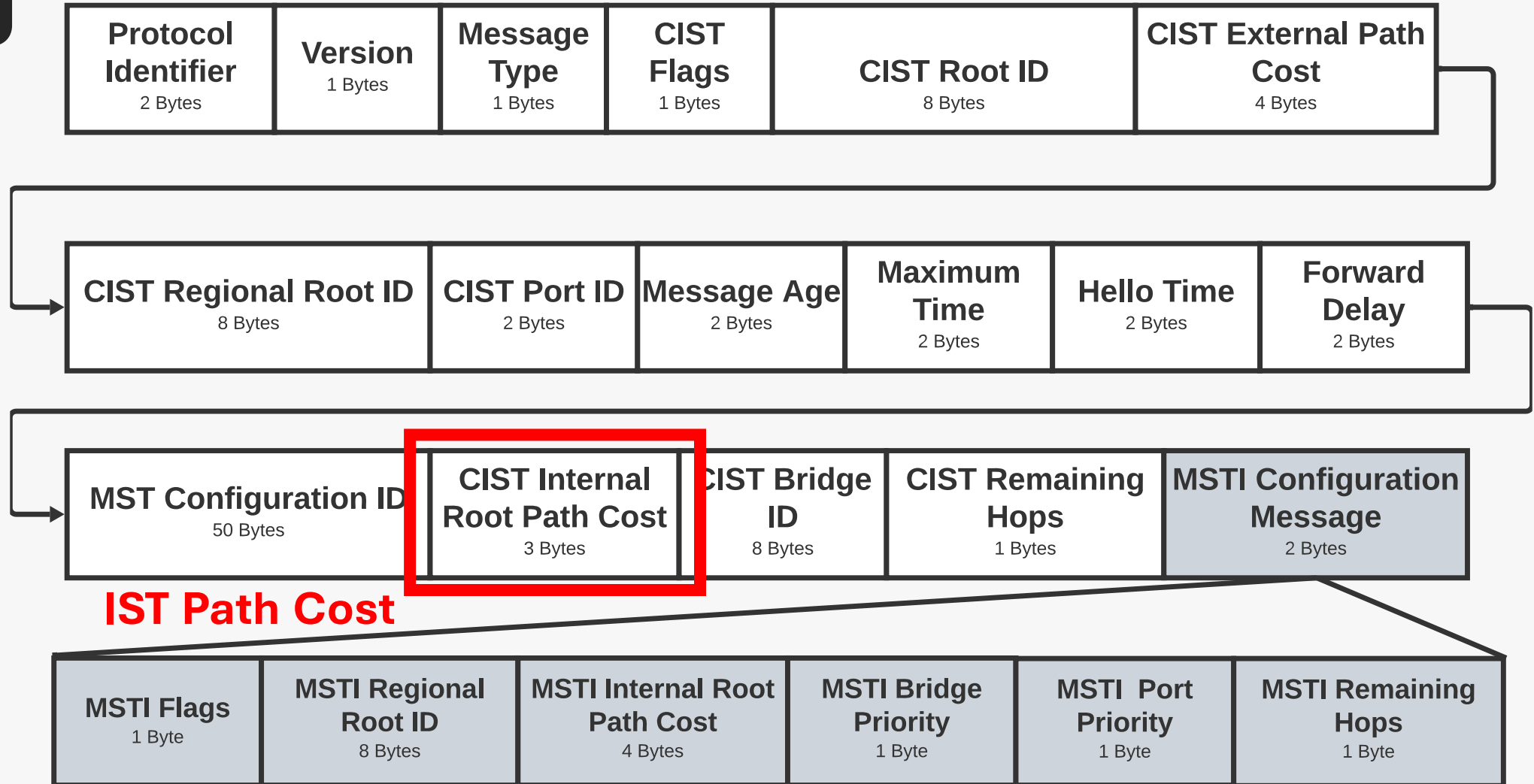




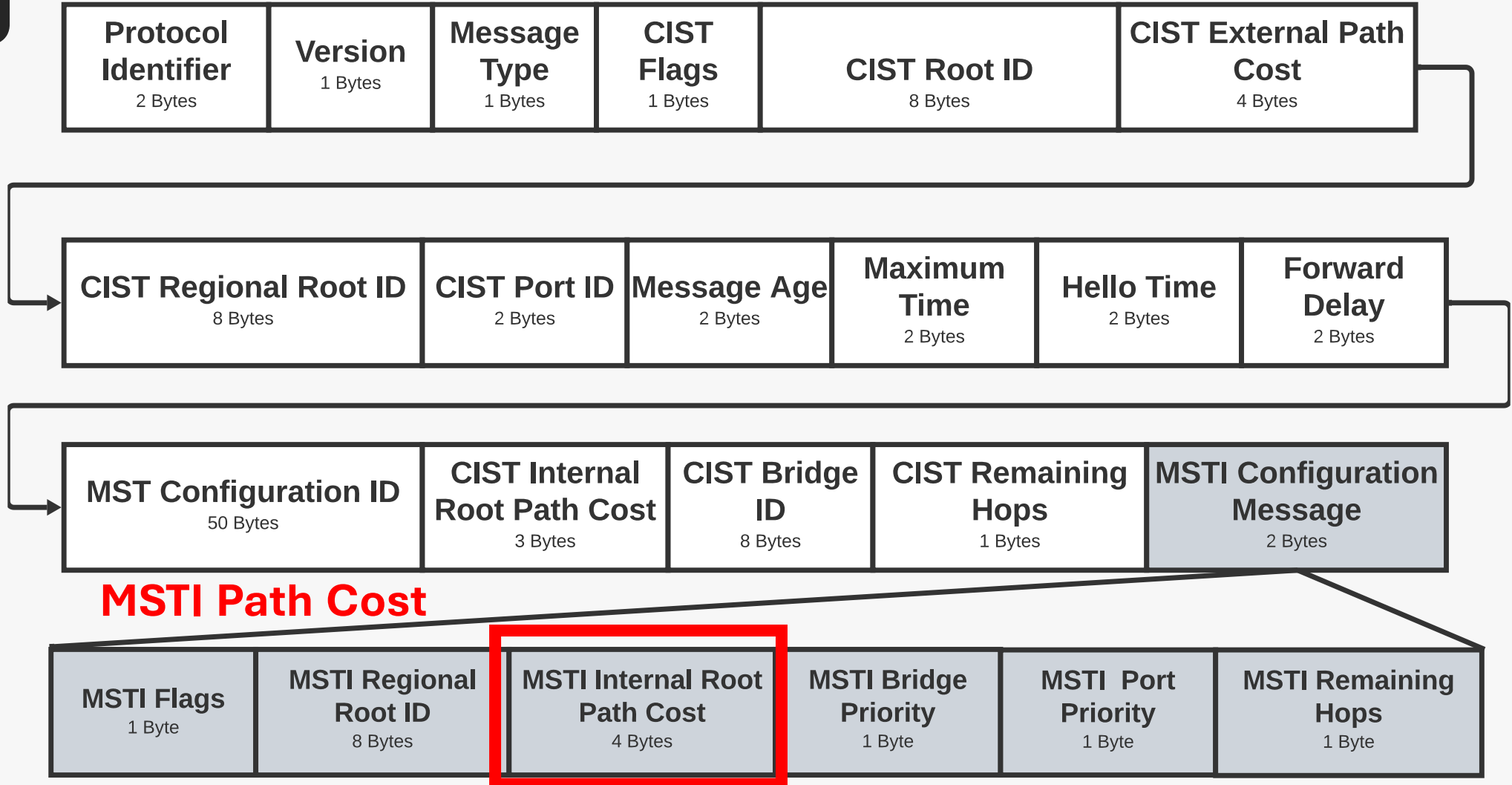
BPDU



BPDU

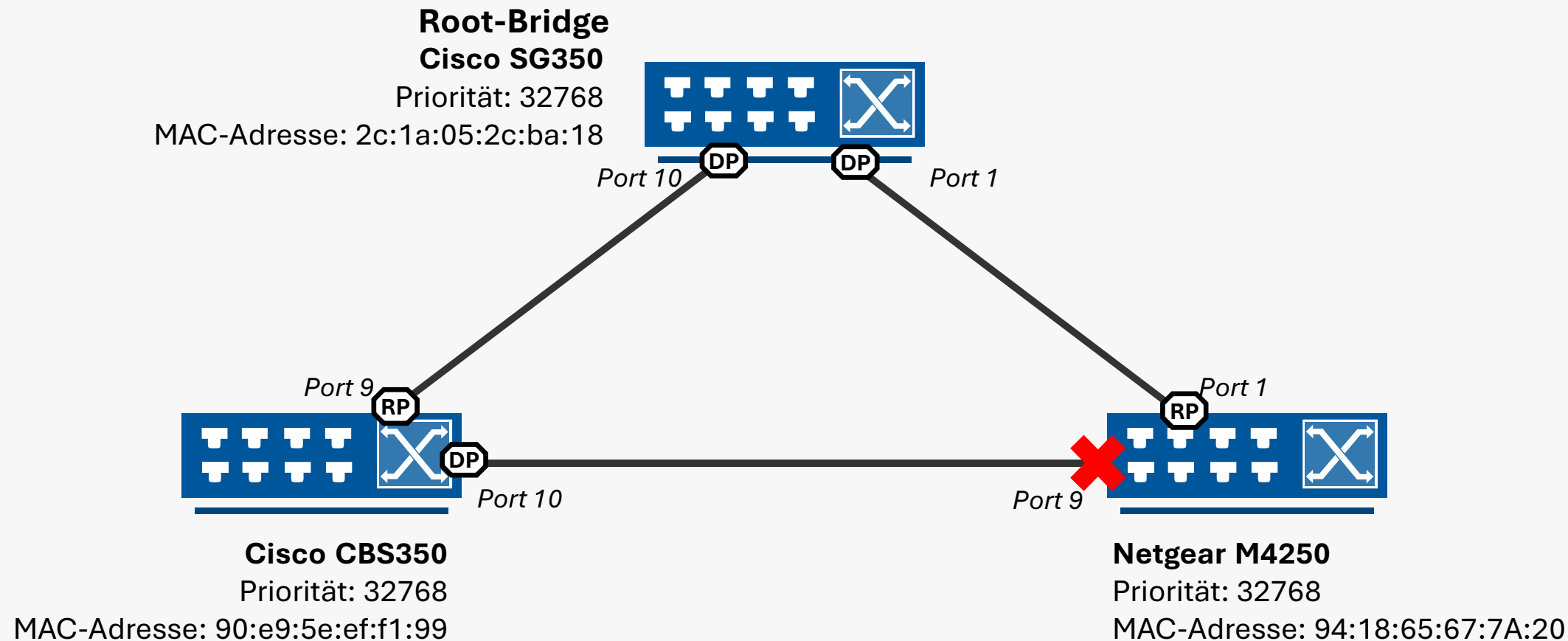


BPDU

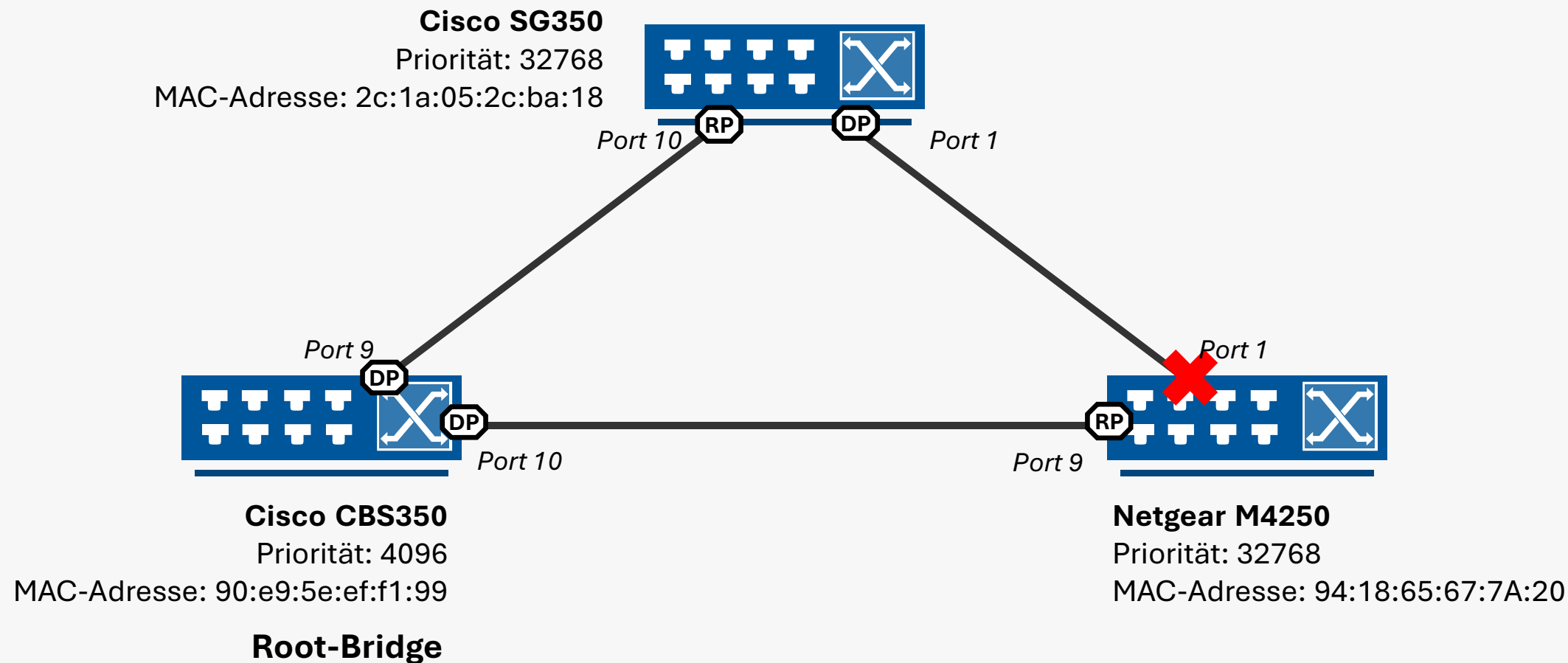


Demo: Single Region

MSTI1 – VLAN 10

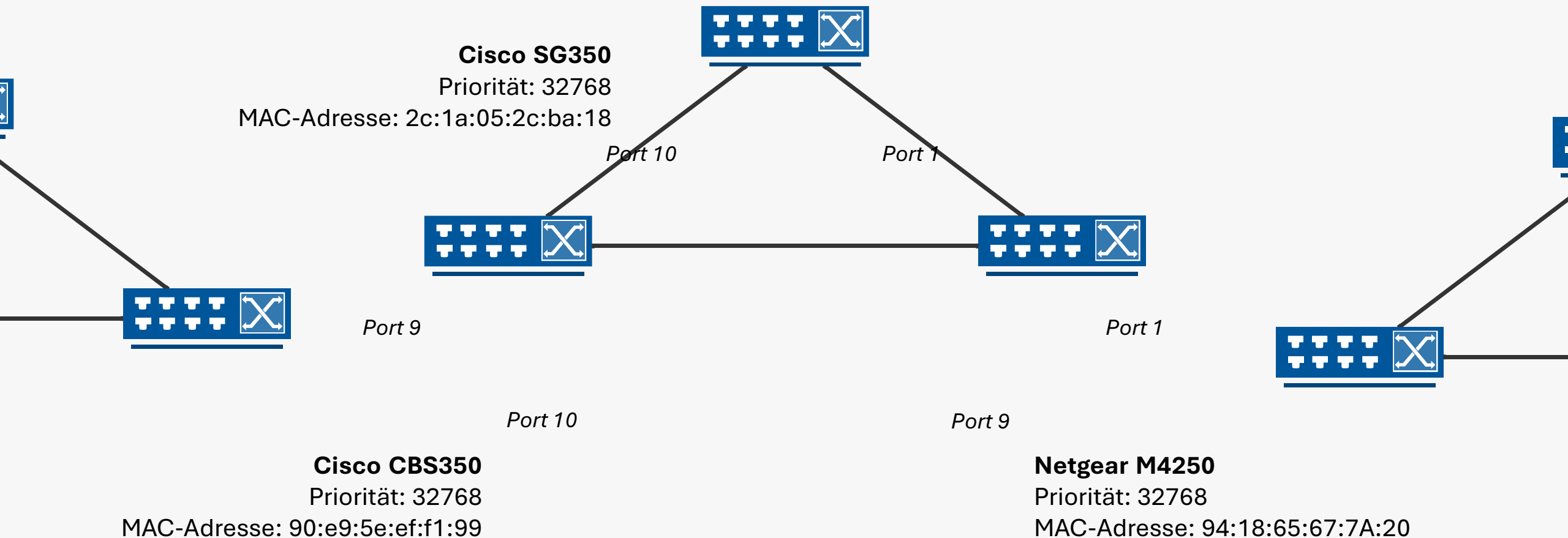


MSTI2 – VLAN 20



Demo: Multi Region

MSTP



Take Home Messages

1

MSTP kann Load-Balancing machen

2

Seid euch der Topologie bewusst

3

MSTP hilft euch die Auslastung zu optimieren



Leo Künne

Geschäftsführer der CX-Networks GmbH

Seit 2015 in der Branche

