



Redundante Netzwerke

Netzwerktopologien und das Spanning-Tree-Protokoll



Leo Künne

Geschäftsführer der CX-Networks GmbH

Seit 2015 in der Branche



Redundanz im Netzwerk

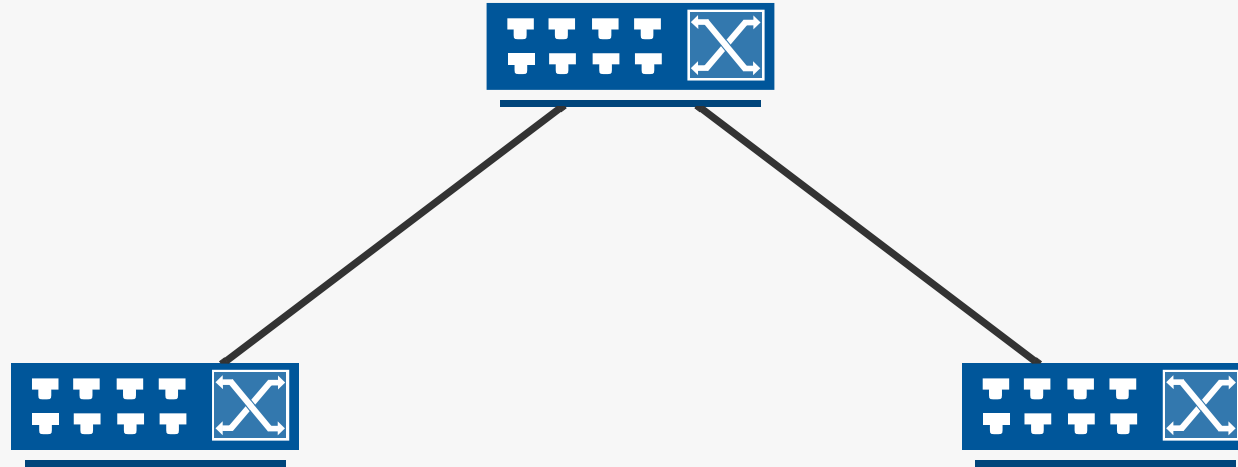
1

Doppelte
Hardware

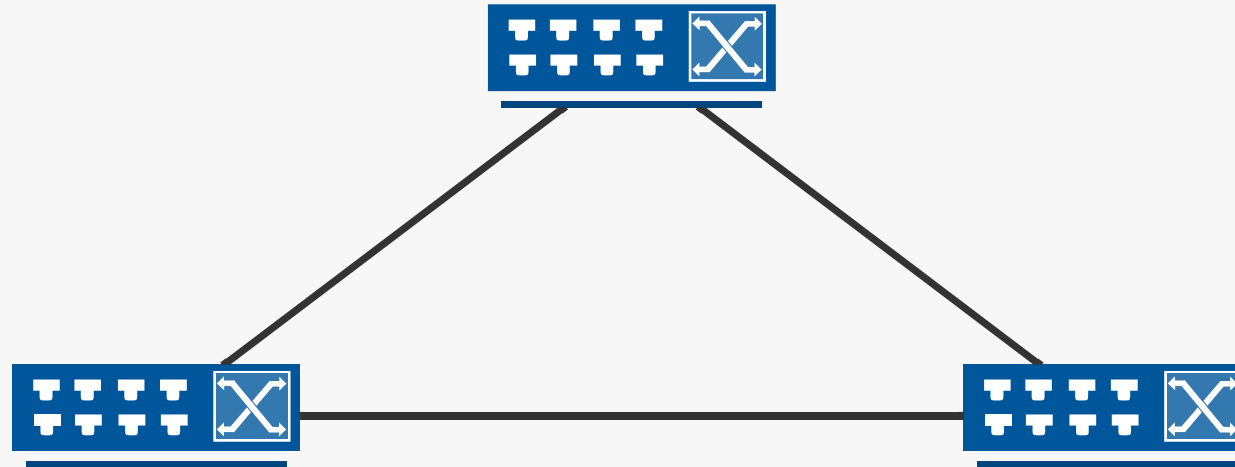
2

Topologie

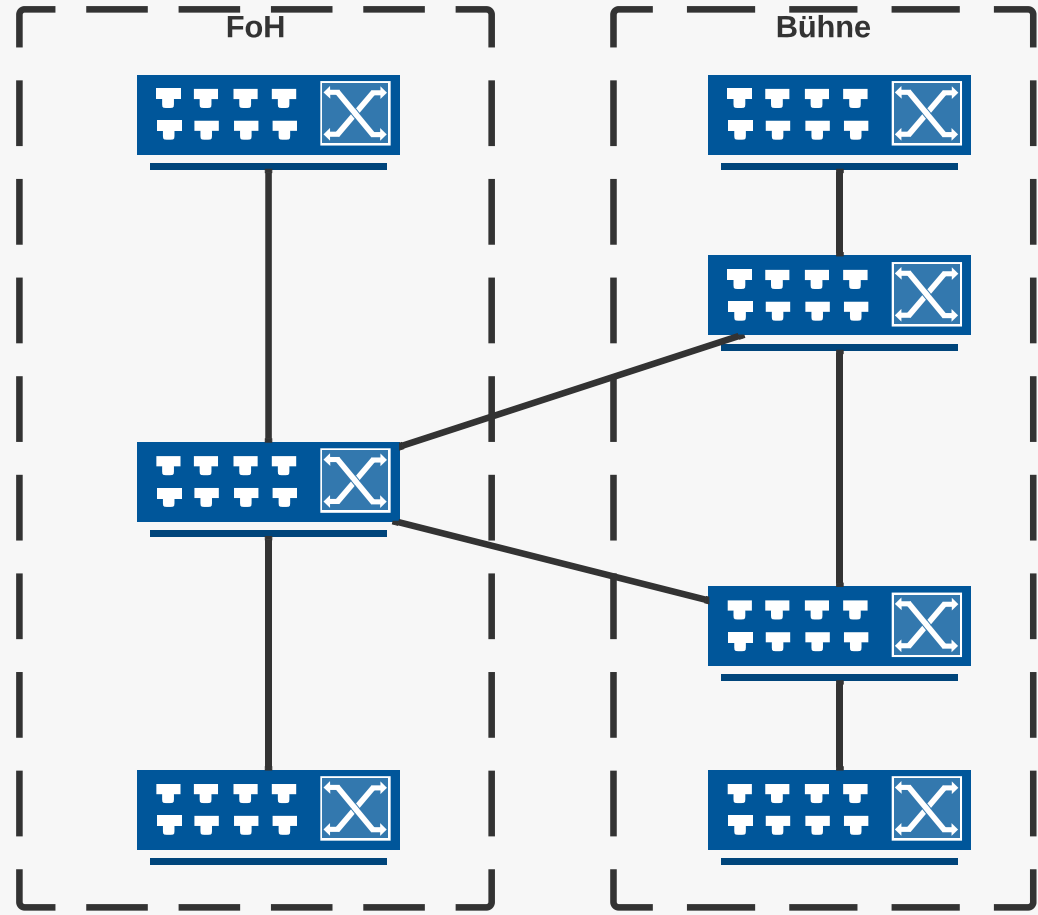
Linien-Topologie

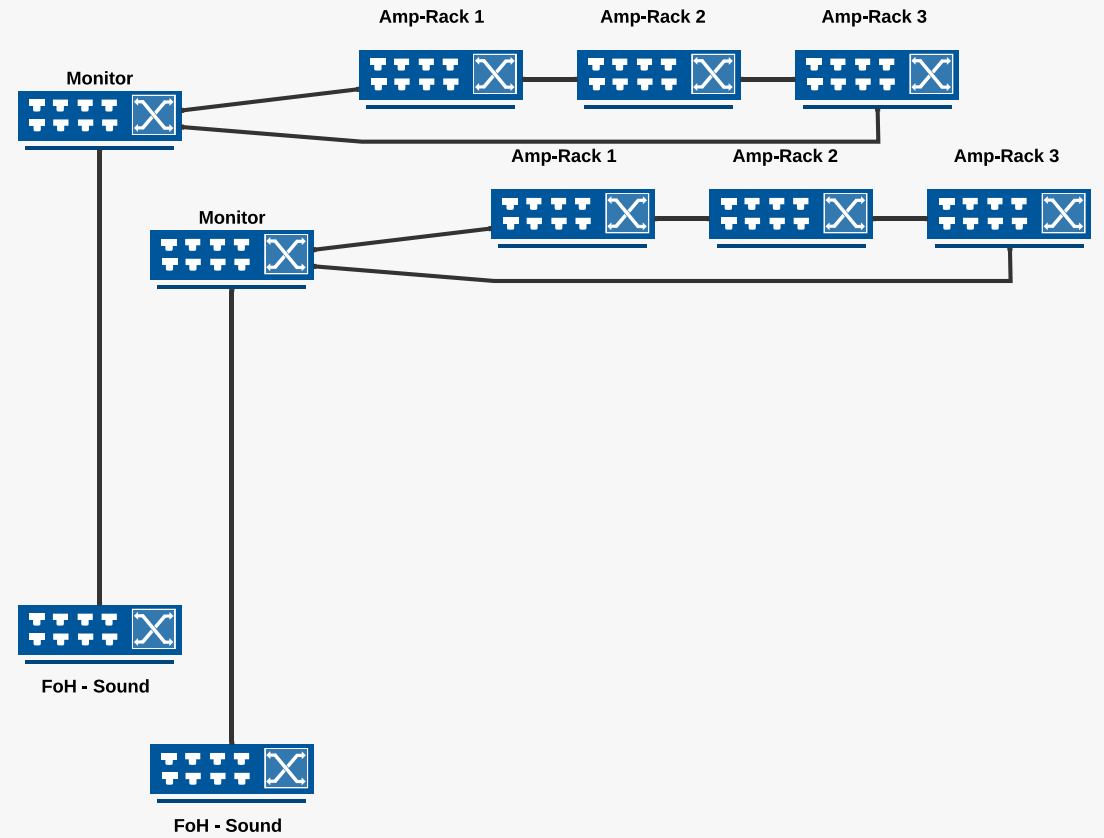
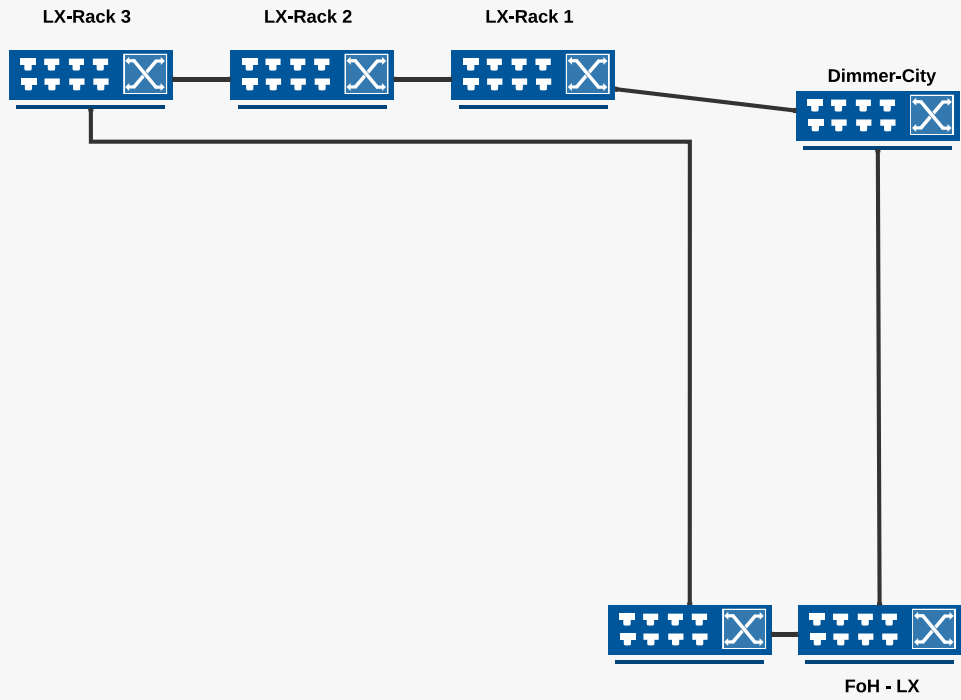


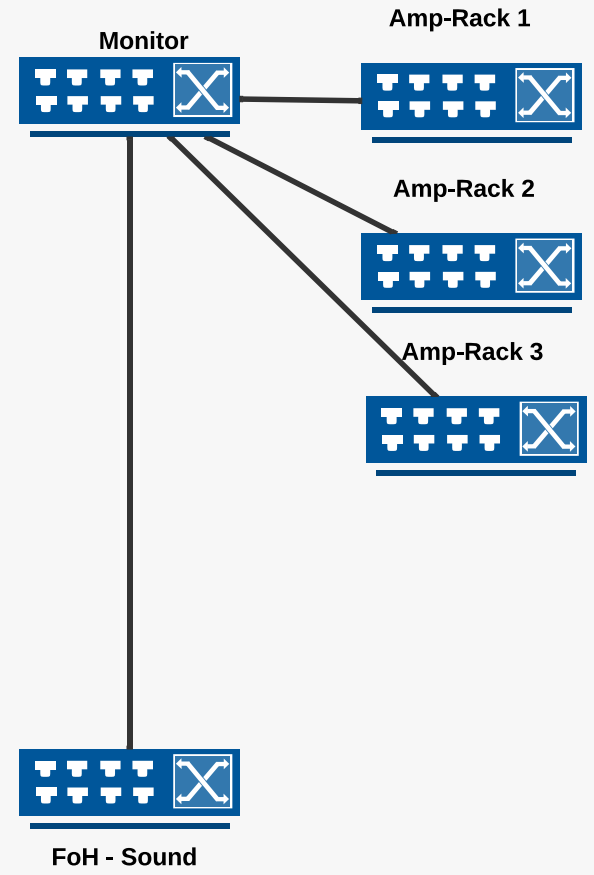
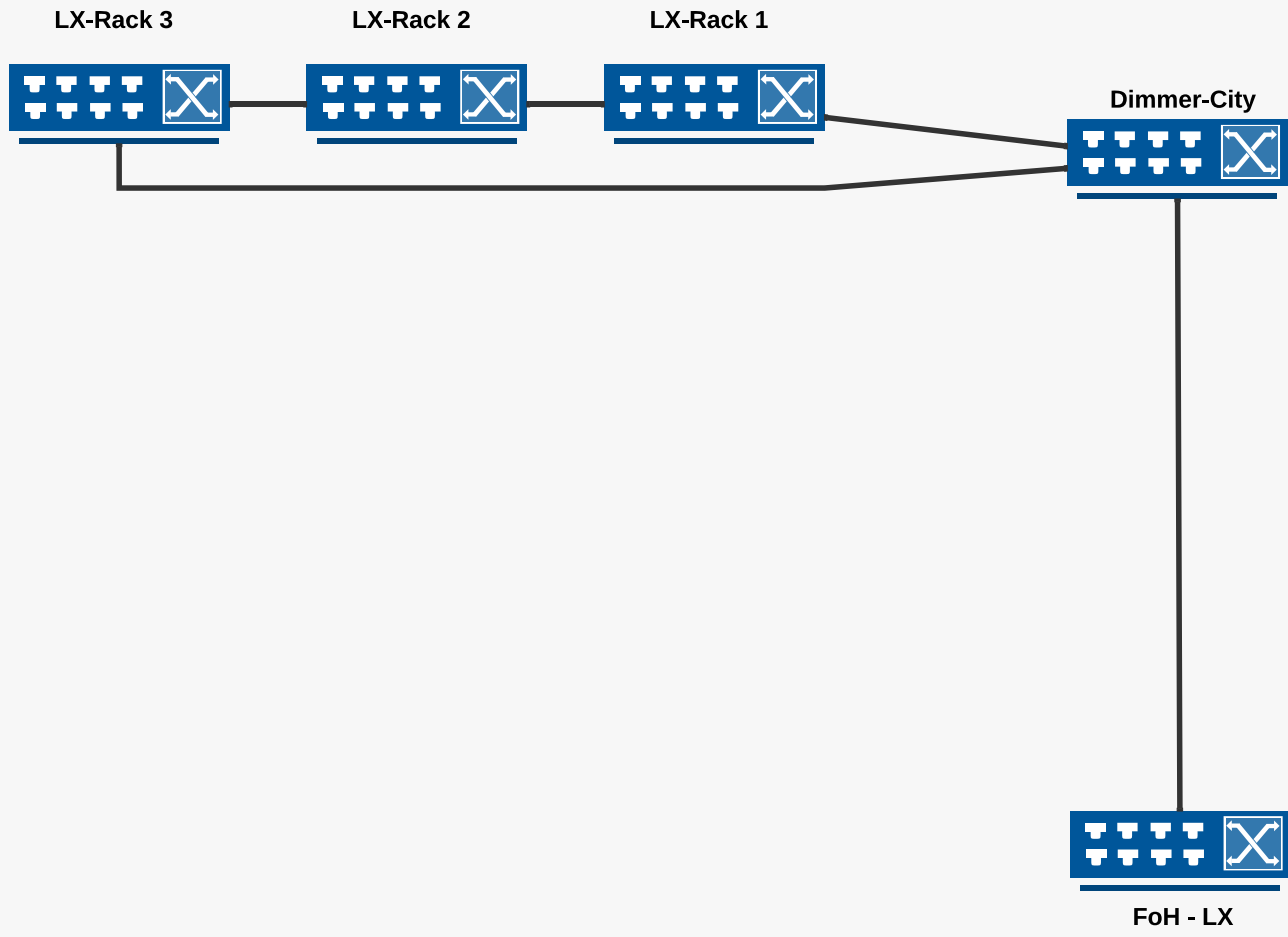
Kreistopologie

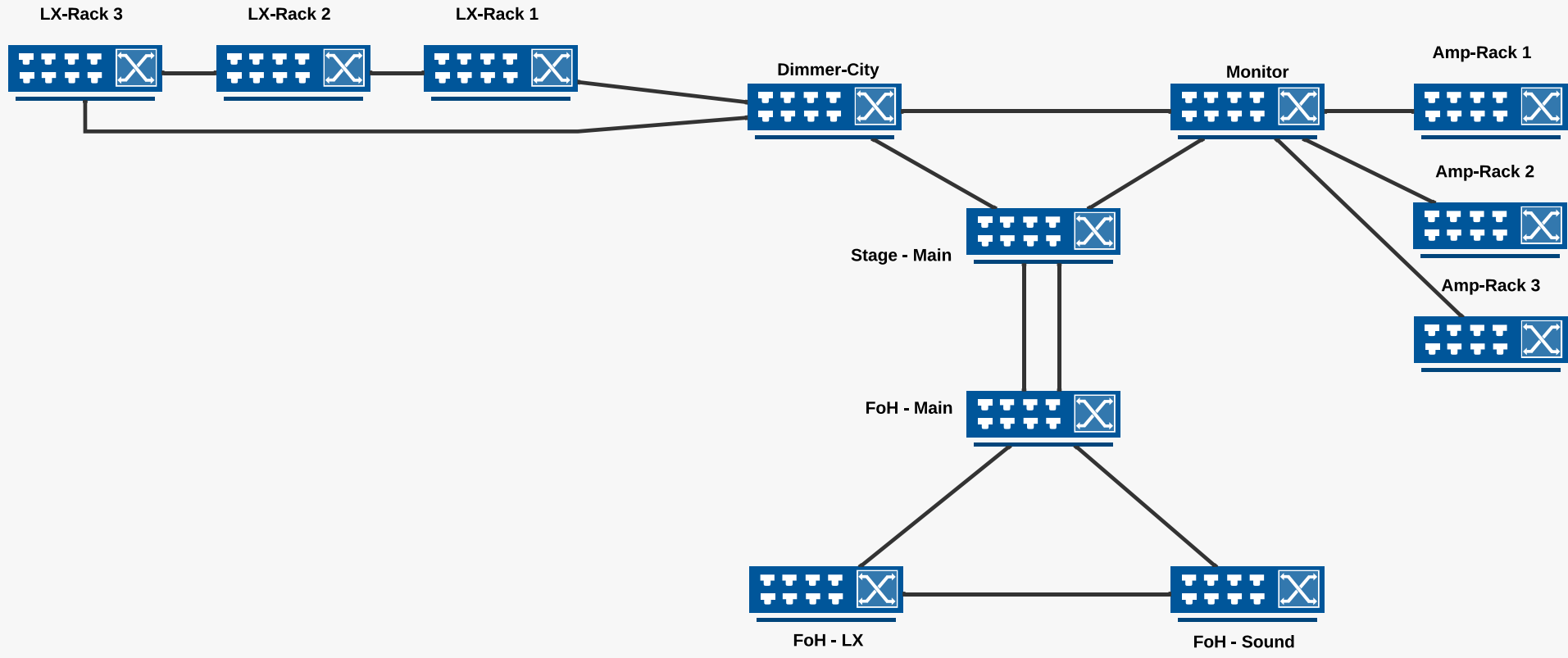


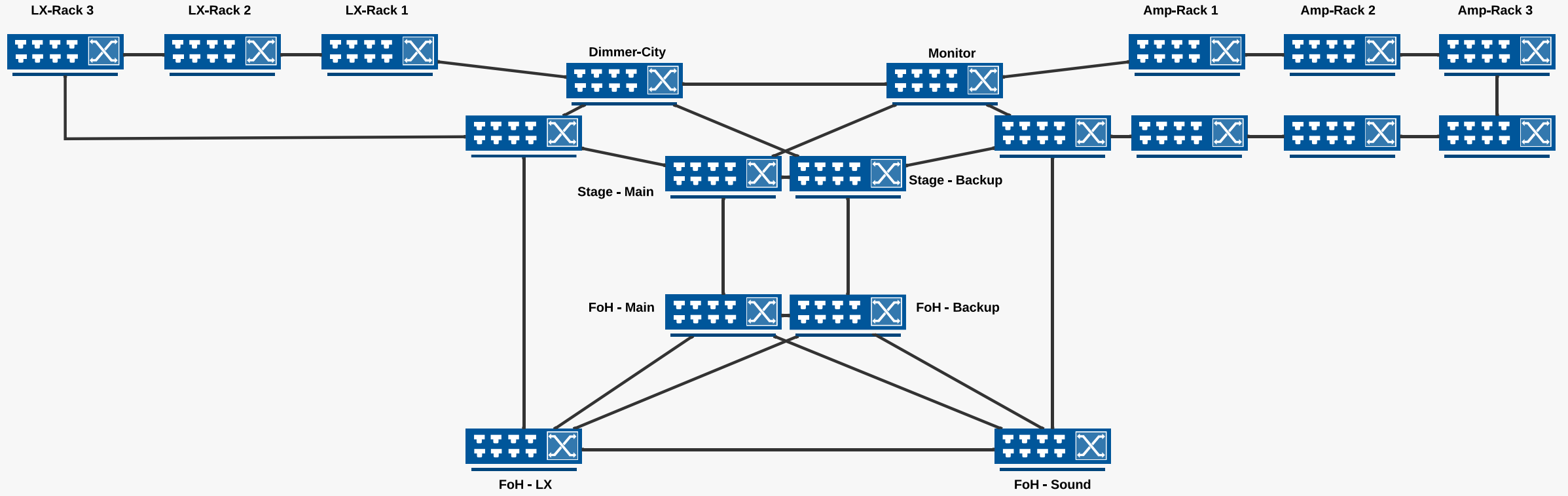
Kombination

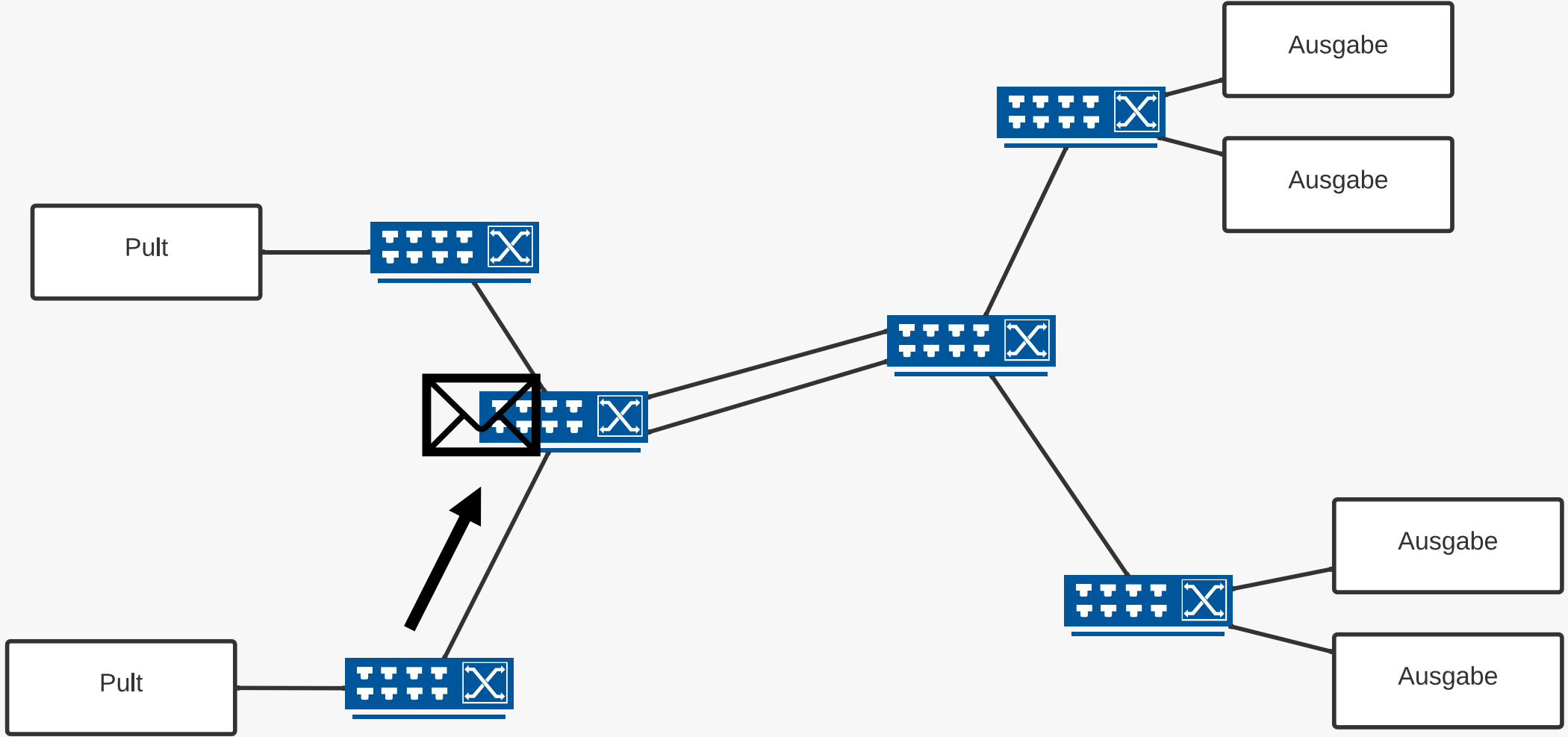




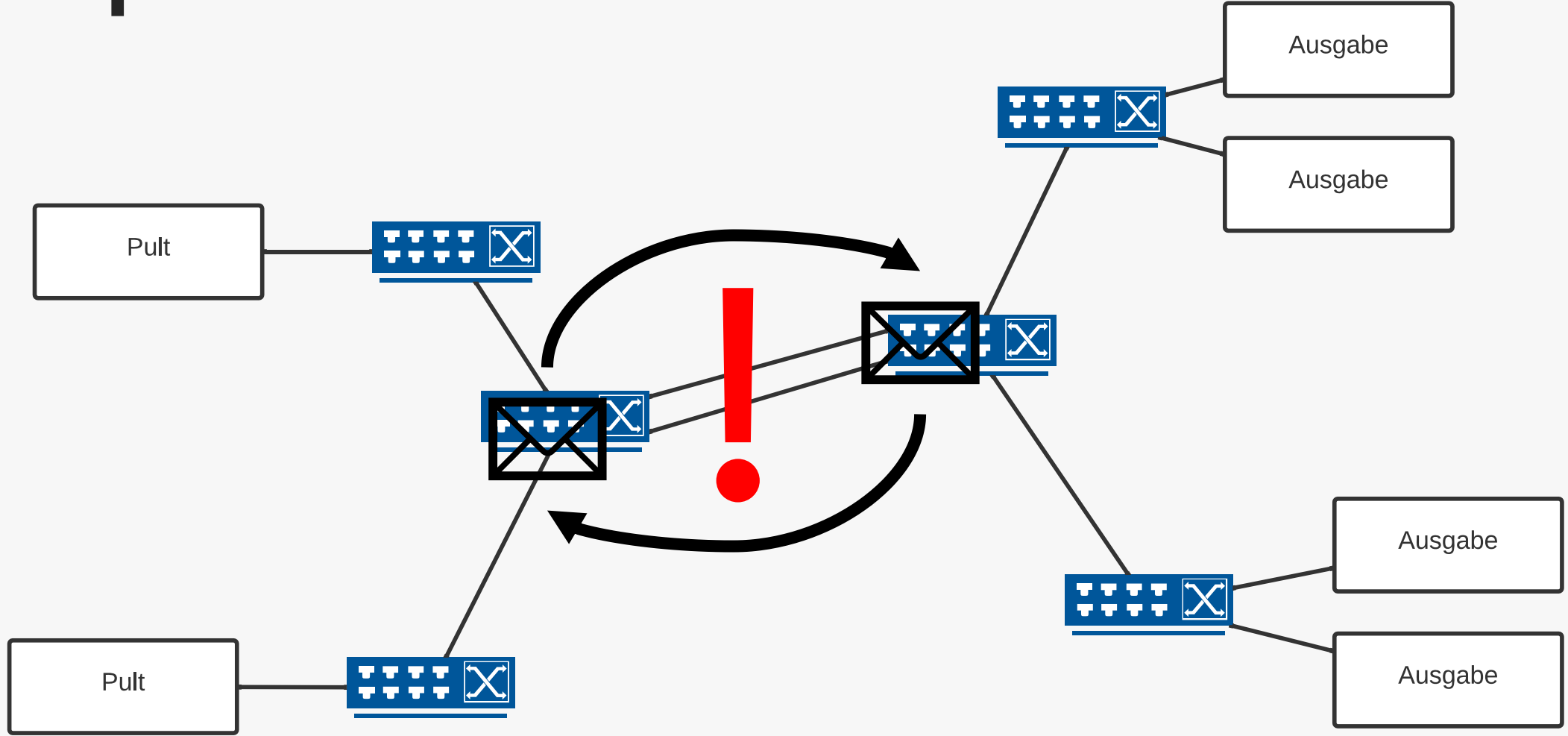








L2 Loops

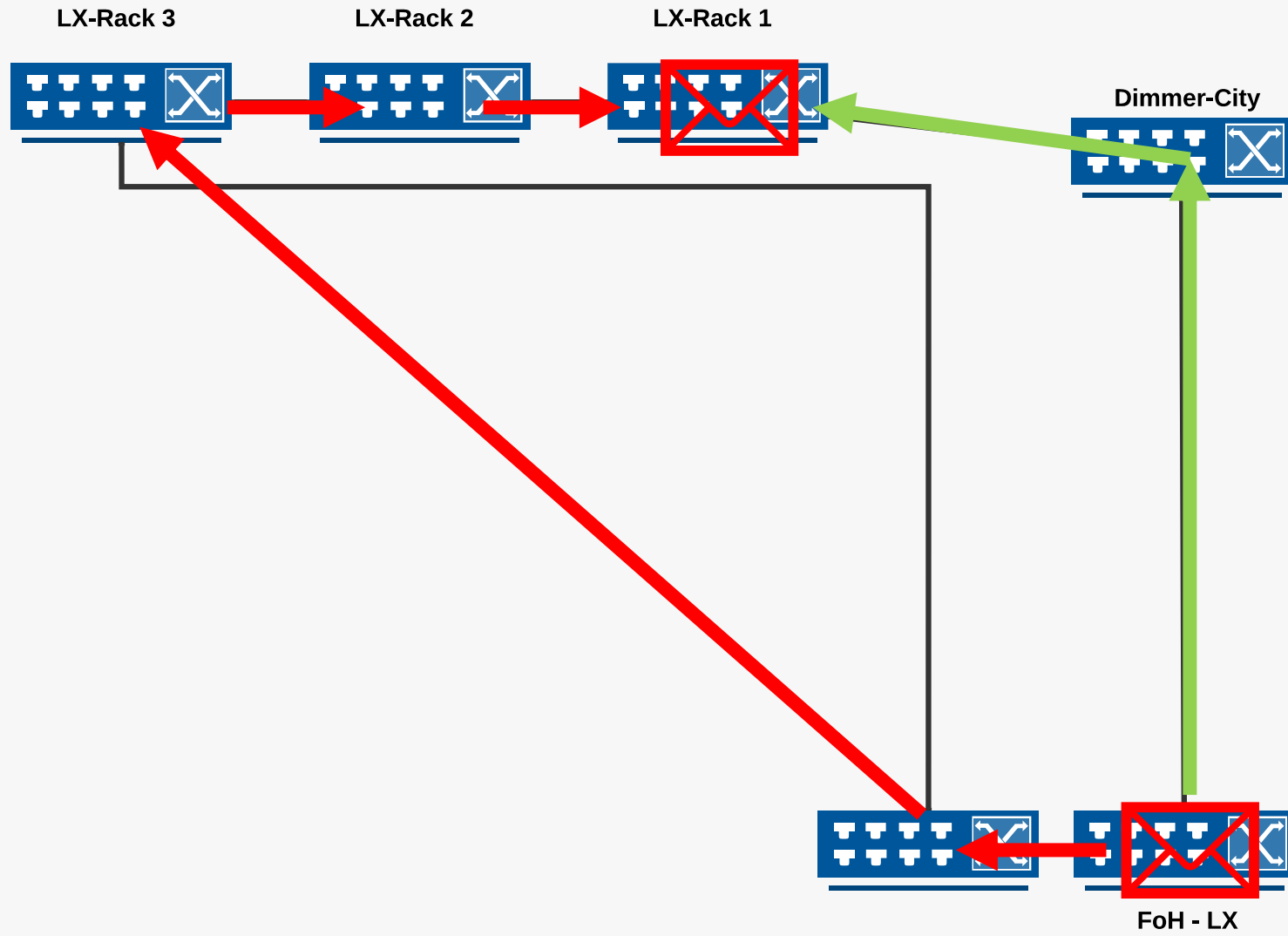


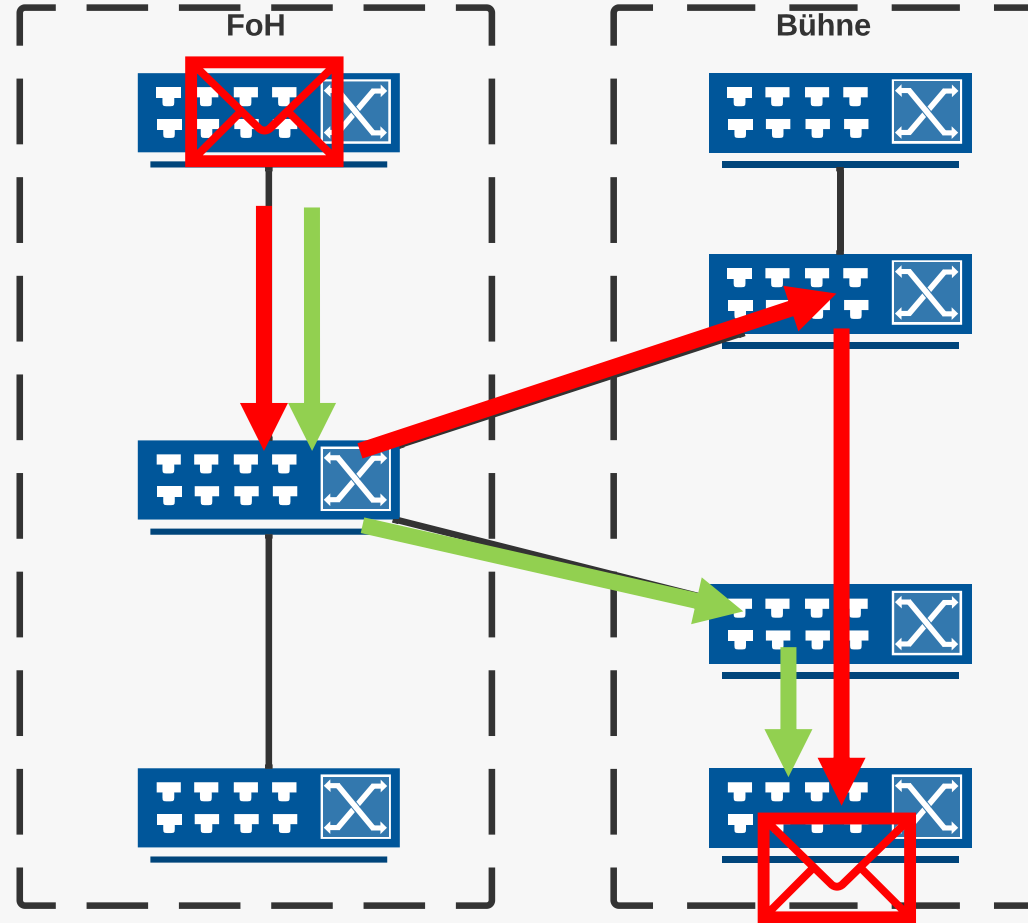
Spanning-Tree Protocol

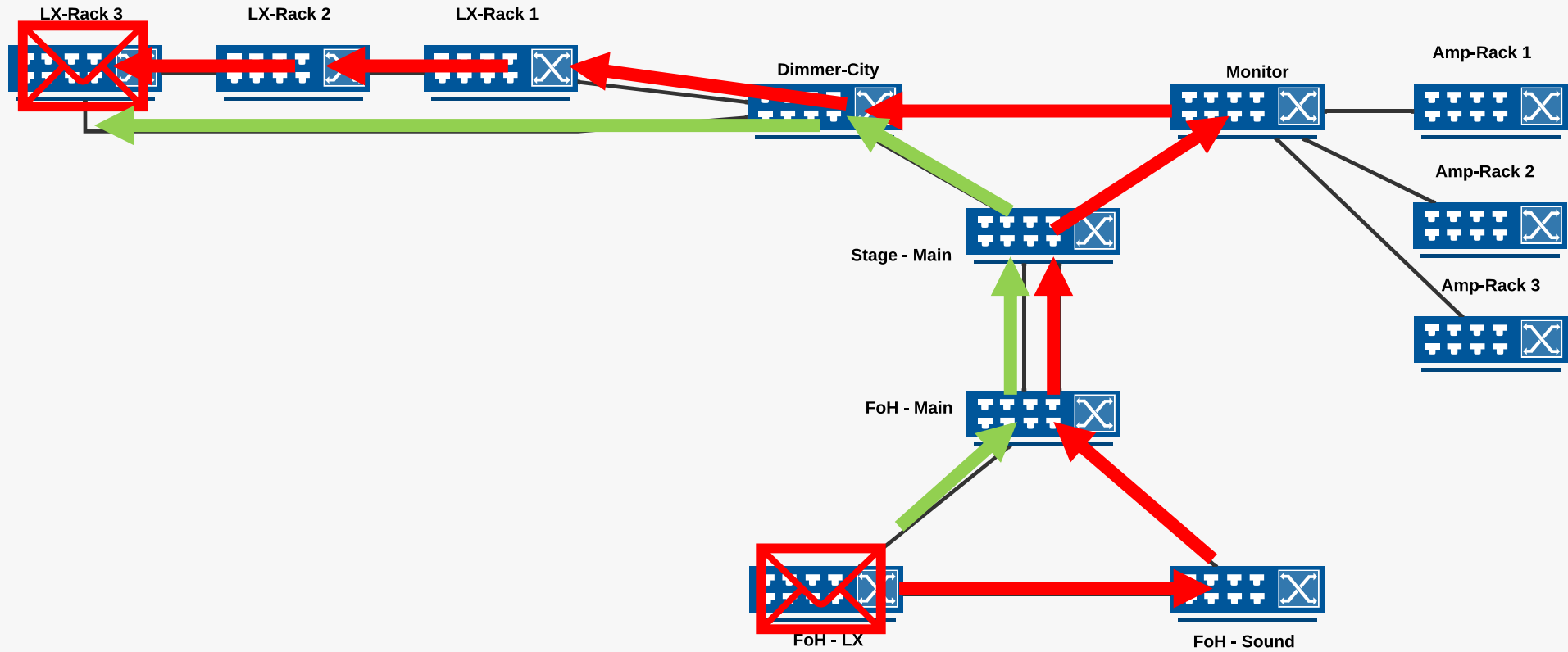
Das Netzwerk erkennt selber seine Topologie

Warum sollten wir es verstehen?

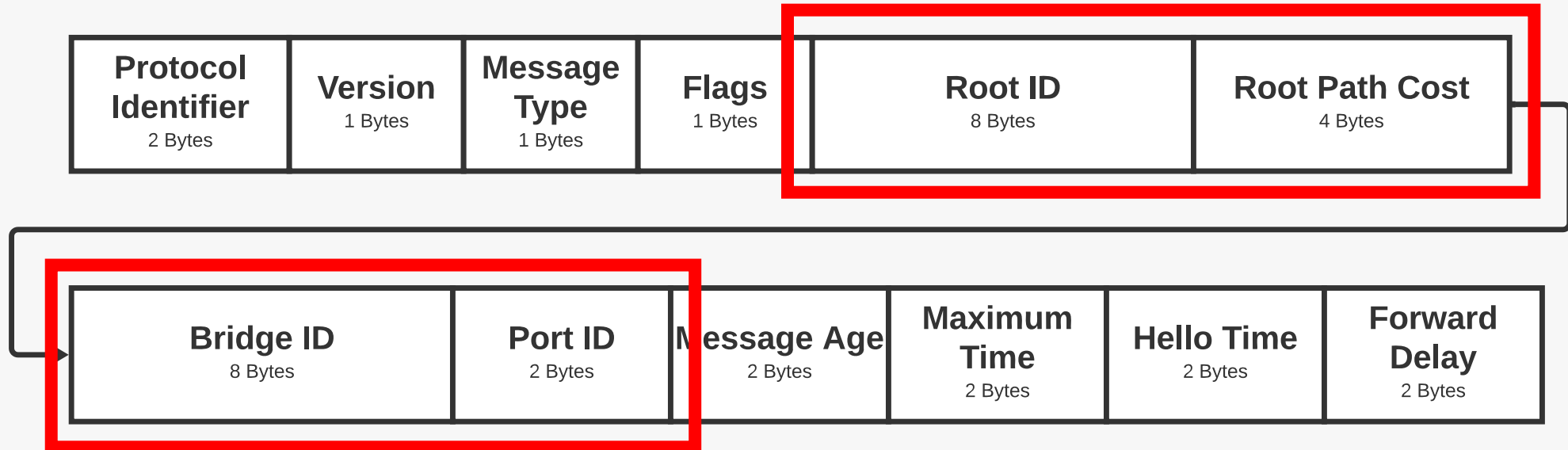
Kann das Netzwerk das nicht selber entscheiden?



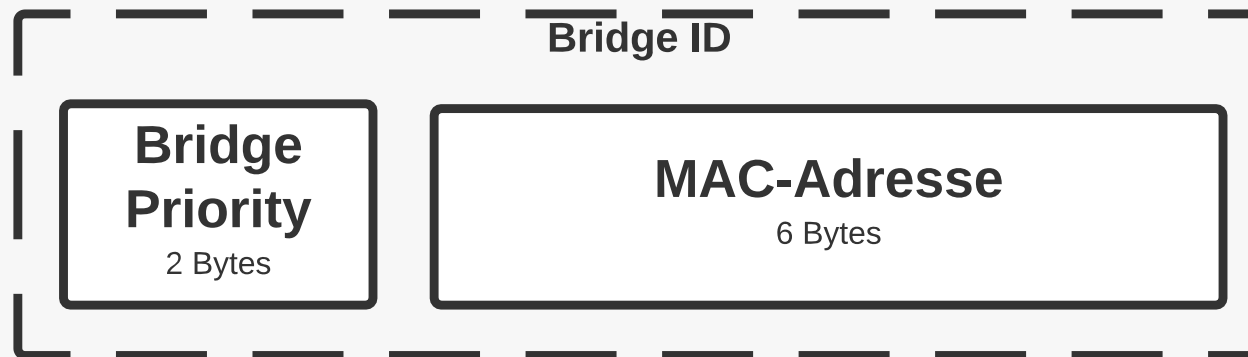




BPDU



Bridge ID



Bridge ID von einem Switch:

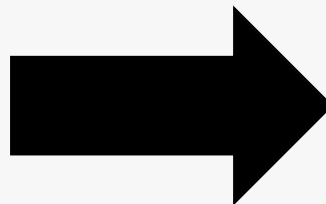
Priorität: 32768 + MAC-Adress: 0000.0000.1111 = Bridge ID: 32768.0000.0000.1111

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



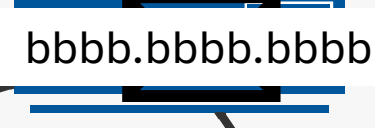
Priorität: 32768
MAC-Adresse:
aaaa.aaaa.aaaa



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



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



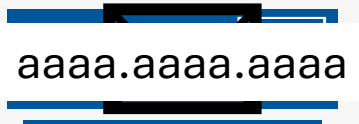
Priorität: 32768
MAC-Adresse:
bbbb.bbbb.bbbb

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



Bridge Election

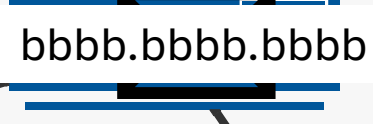
Priorität: 32768
MAC-Adresse:
cccc.cccc.cccc



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

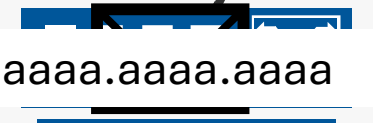


Priorität: 32768
MAC-Adresse:
aaaa.aaaa.aaaa



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

Priorität: 32768
MAC-Adresse:

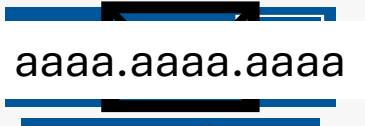


Priorität: 32768
MAC-Adresse:
eeee.eeee.eeee



Bridge Election

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



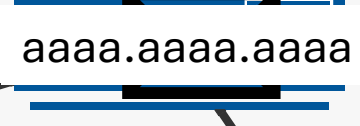
Priorität: 32768
MAC-Adresse:
aaaa.aaaa.aaaa



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

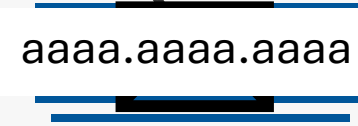


Priorität: 32768
MAC-Adresse: ffff.ffff.ffff



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

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



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



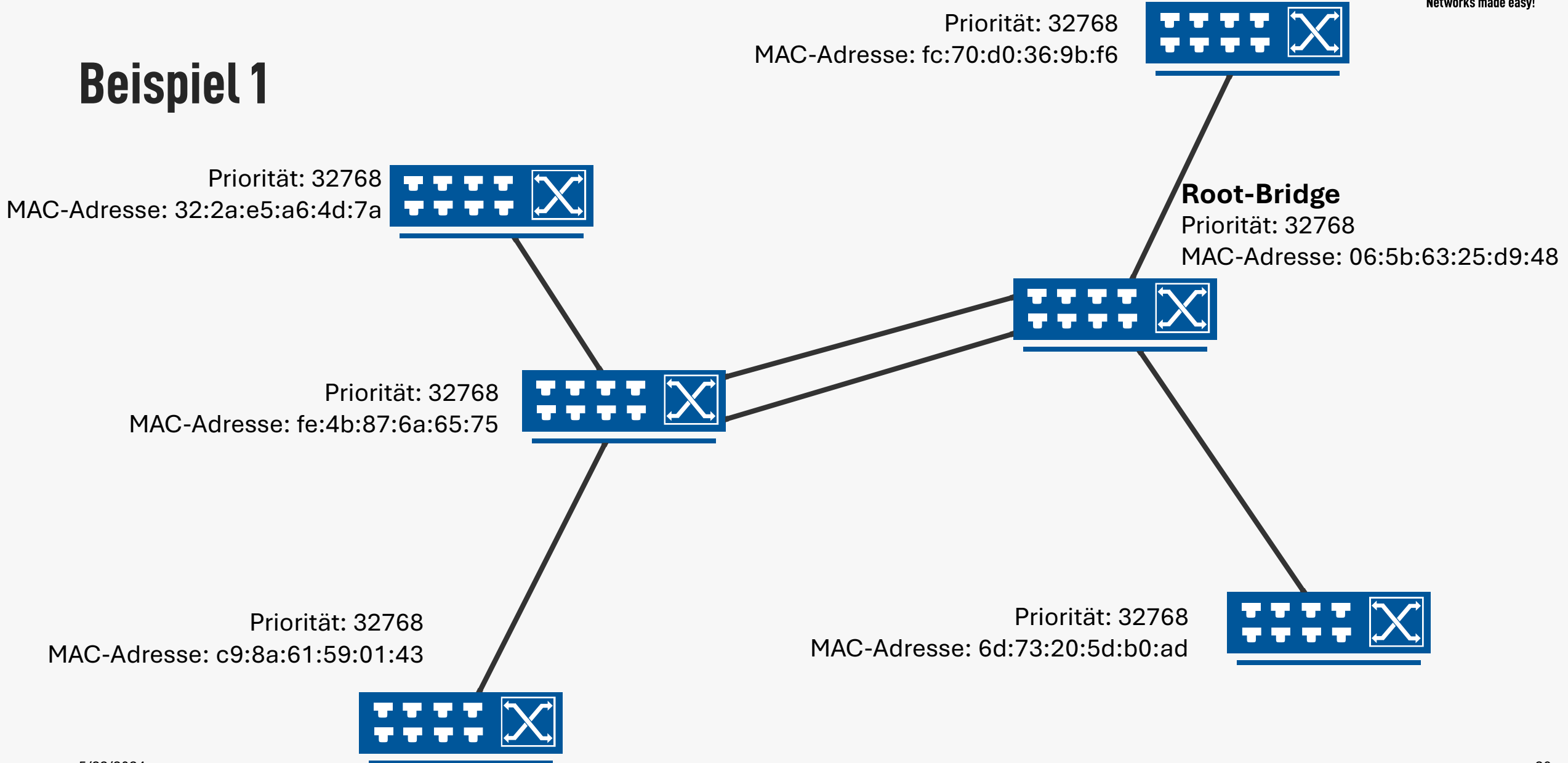
Priorität: 32768
MAC-Adresse: dddd.dddd.dddd



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



Beispiel 1



Beispiel 2 - Teilnehmer

Root-Bridge

Priorität: 32768

MAC-Adresse: 90:2c:8c:39:15:ad



Priorität: 32768

MAC-Adresse: 90:2c:8c:49:01:d2



Priorität: 32768

MAC-Adresse: 90:2c:8c:7b:01:f5



Priorität: 32768

MAC-Adresse: 90:2c:8c:b6:3c:03



Priorität: 32768

MAC-Adresse: 90:2c:8c:5a:1c:fd

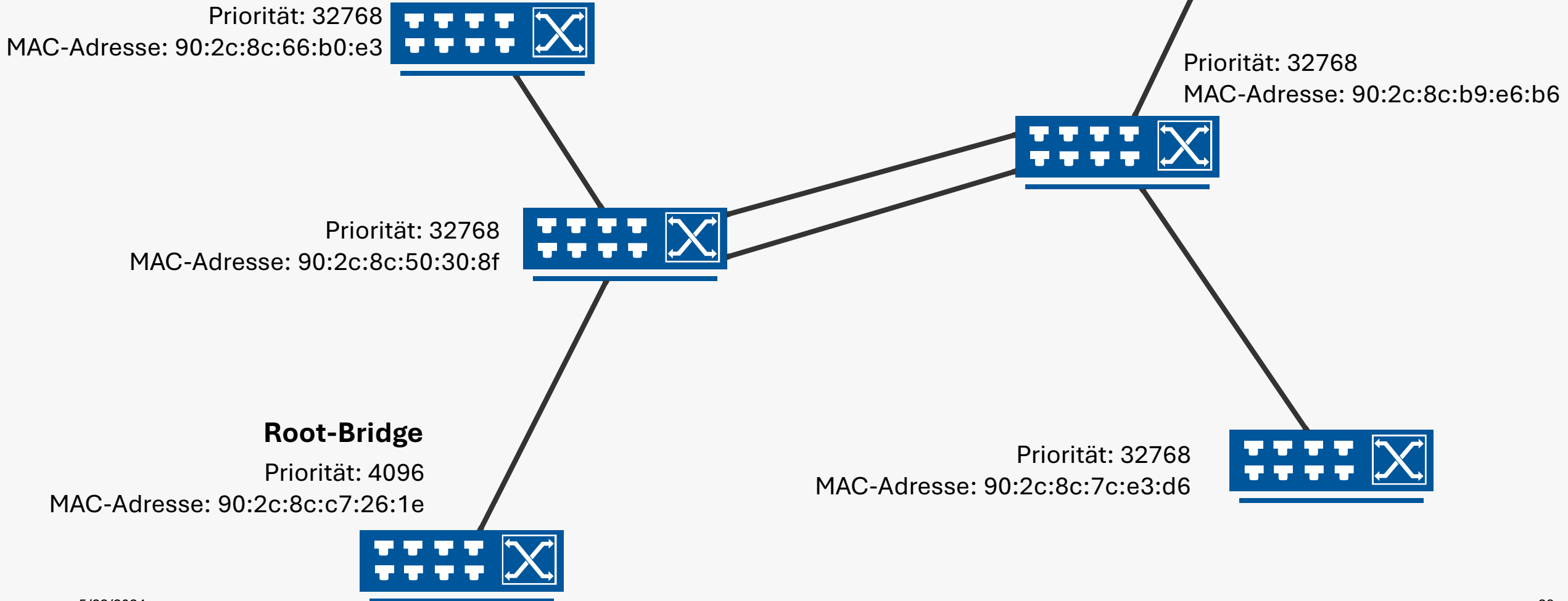


Priorität: 32768

MAC-Adresse: 90:2c:8c:42:99:6c



Beispiel 3 - Teilnehmer



Master-Wahl

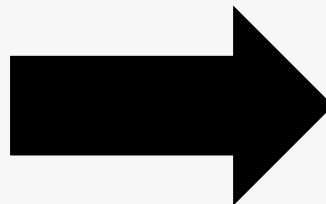
Niedrigste Bridge-ID:

1

Niedrigste Priorität

2

Niedrigste MAC-Adresse



Neue Root-Bridge:

Setzt alle Ports als

Forwarding State

Designated Ports

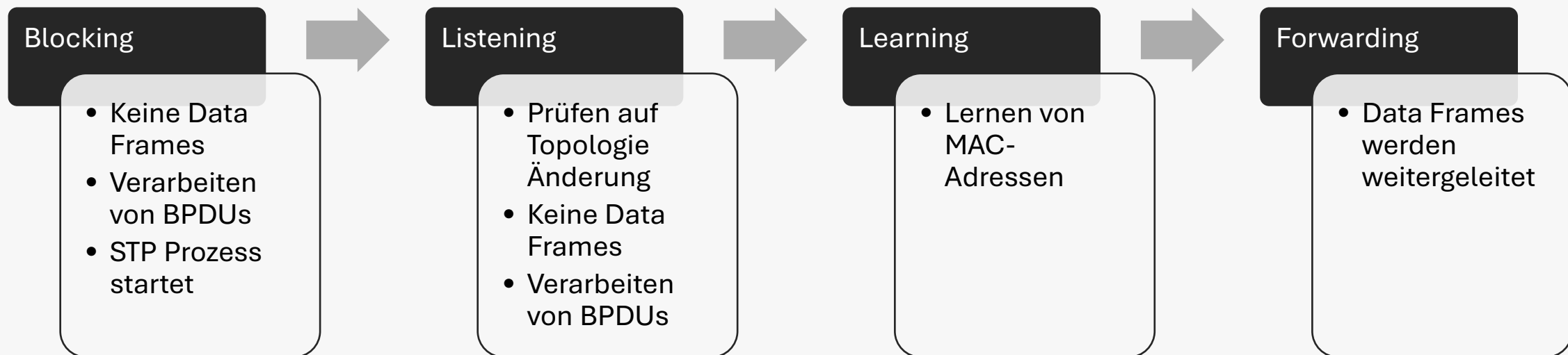
Alle anderen Switche:

Setzt alle Ports als

Blocking State

Designated/Root Ports

Zustände



Zustände

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

Timers

Timer	Standwerte	Beschreibung
Hello	2 Sekunden	Wie oft die BPDUs verschickt werden
Max Age	20 Sekunden	Wie lange ein Port im Blocking-State bleibt nach einer Topologie-Veränderung und wie lange MAC-Adressen im Routing-Table bleiben
Forward Delay	15 Sekunden	Wie lange ein Port im Listening/Learning-State bleibt nach einer Topologie-Veränderung. Jeweils 15 Sekunden also 30 Sekunden insgesamt.

Master-Wahl

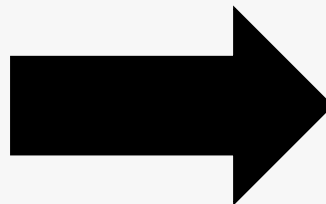
Niedrigste Bridge-ID:

1

Niedrigste Priorität

2

Niedrigste MAC-Adresse



Neue Root-Bridge:
Setzt alle Ports als

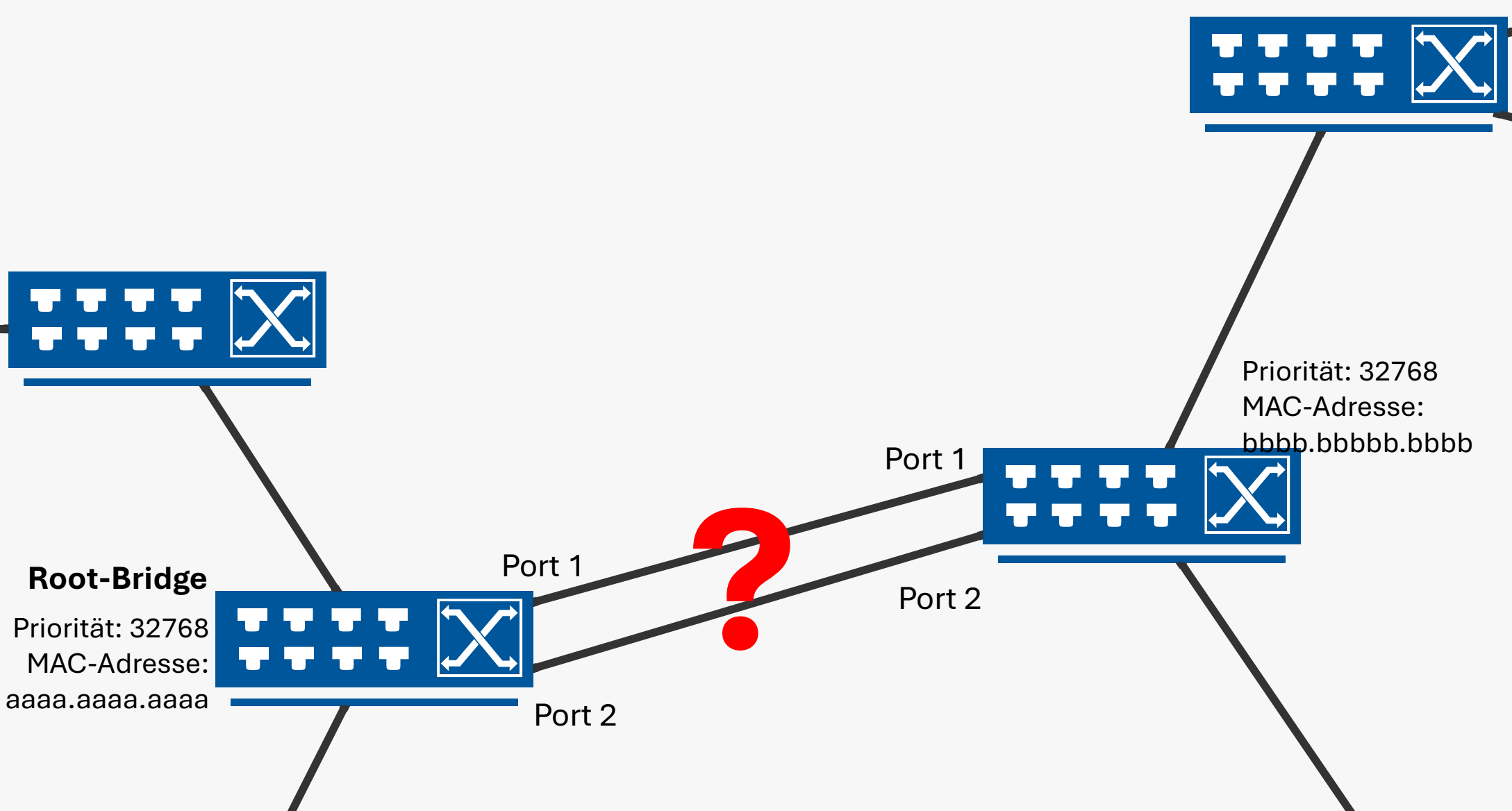
Forwarding State
Designated Ports

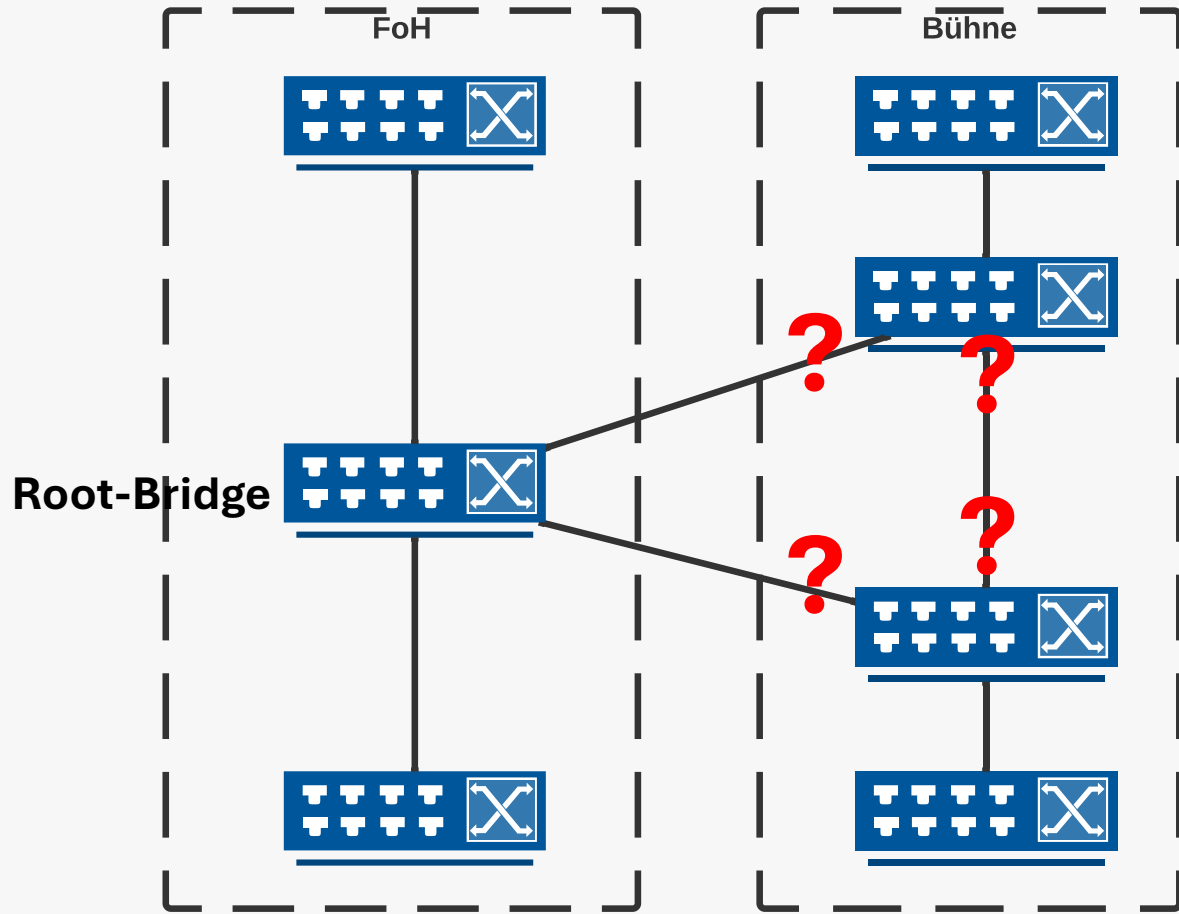
Alle anderen Switche:
Setzt alle Ports als

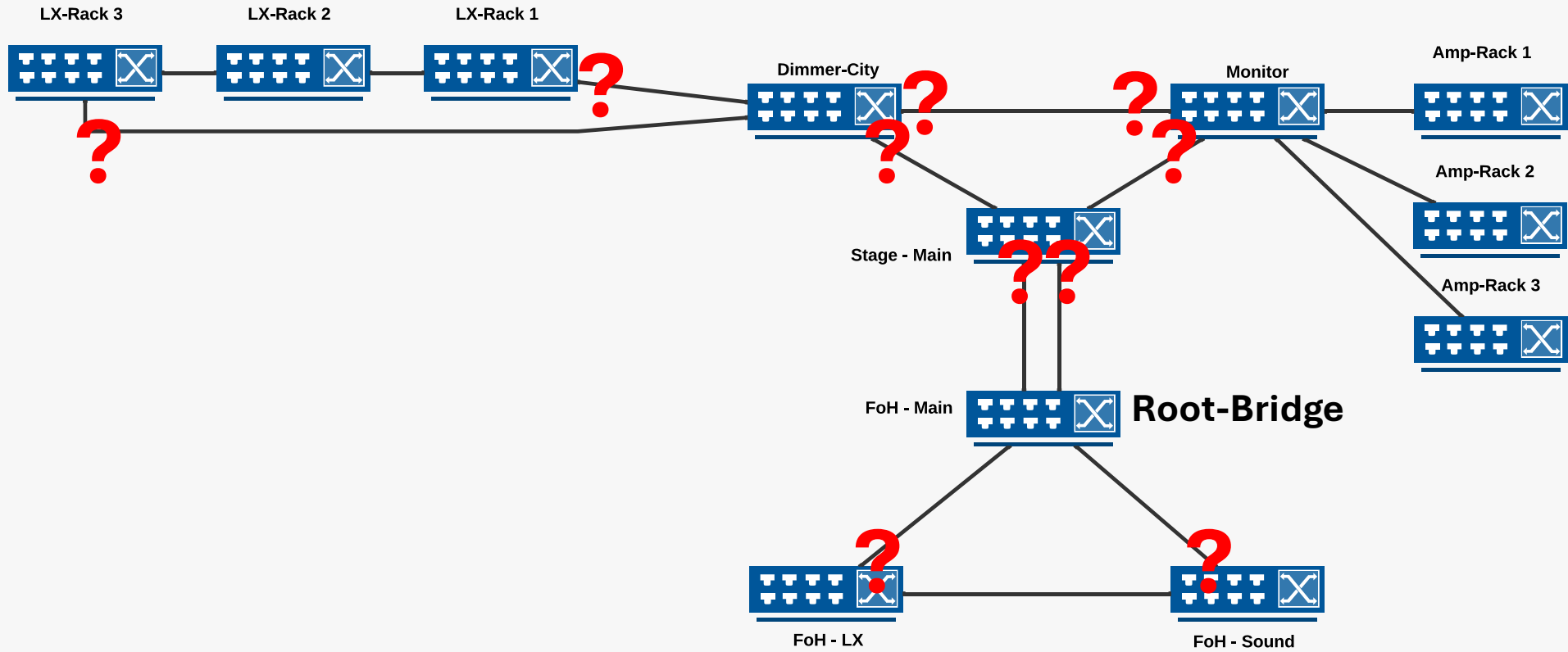
Blocking State
Designated/Root Ports

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

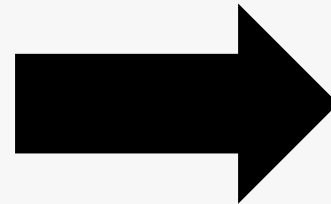
Niedrigste Path-Cost

2

Niedrigste Nachbar BridgeID

3

Niedrigste PortID
(Priorität + Nummer) des Nachbarn

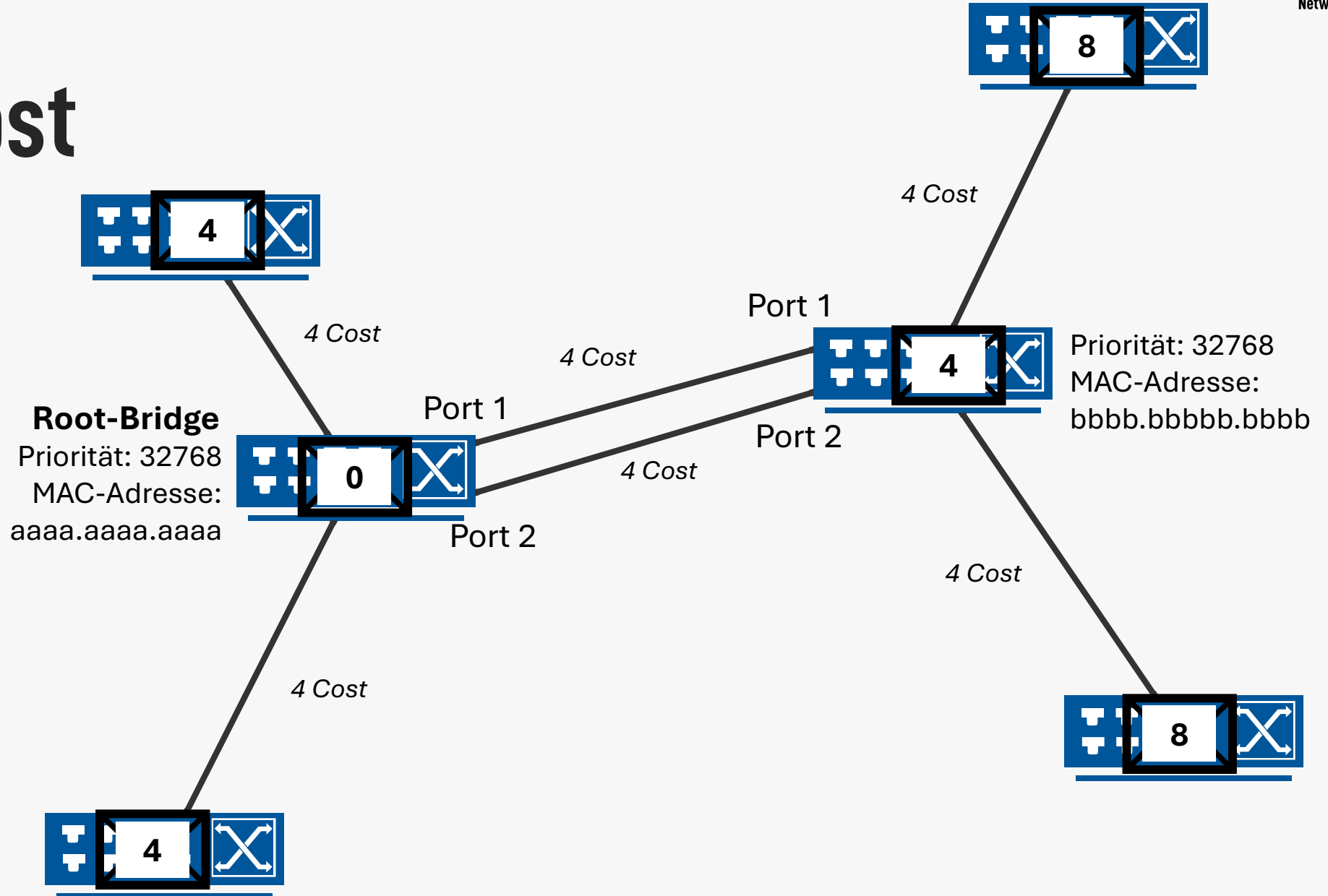


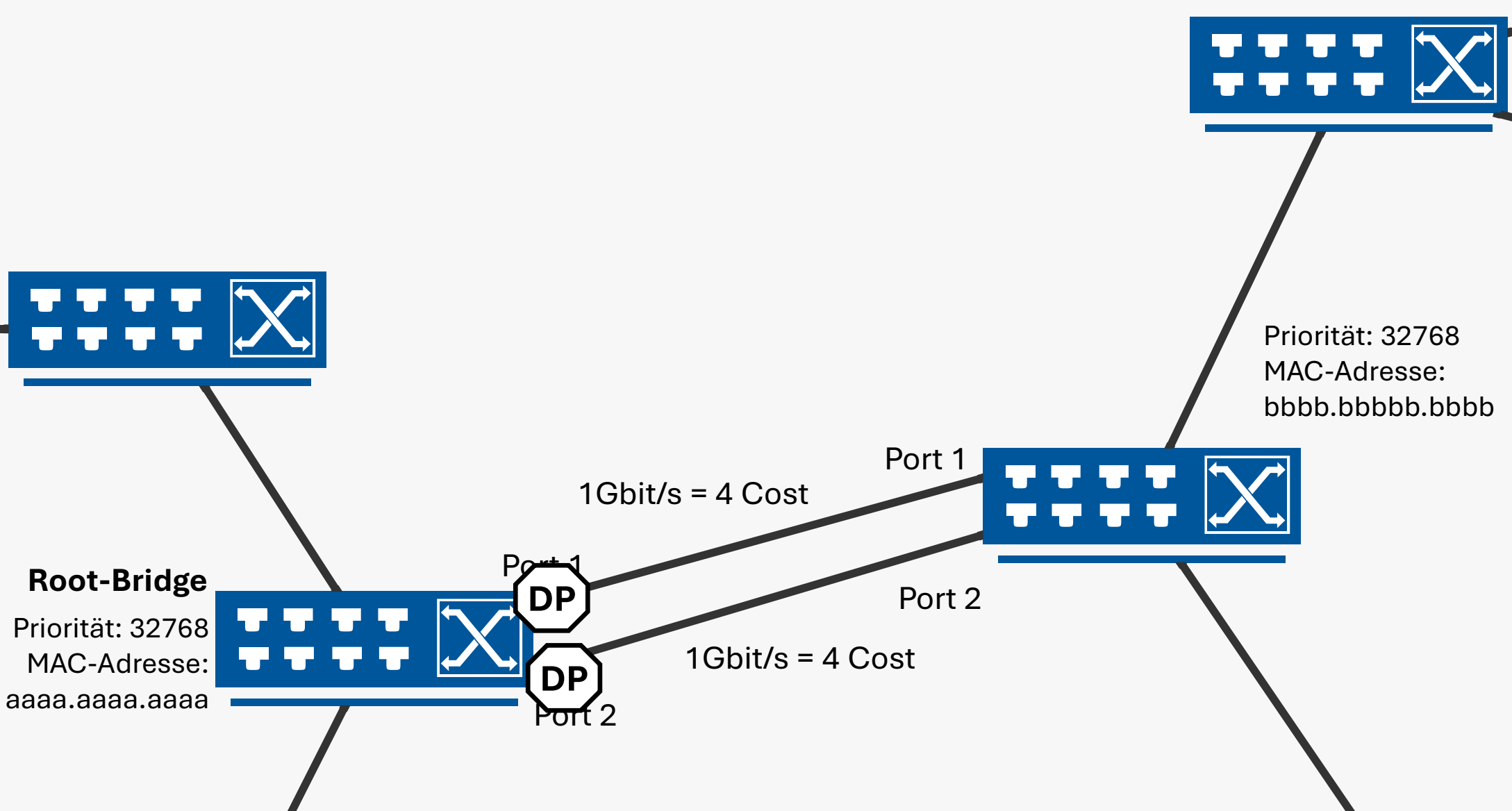
Neuer Root-Port

Path Costs

Geschwindigkeit	Cost nach 802.1d
10 Mbps	100
100 Mbps	19
1 Gbps	4
10 Gbps	2

Path-Cost





Root-Port Wahl

1

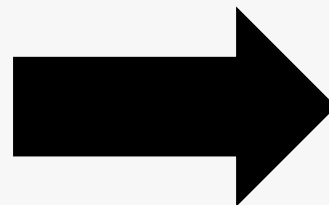
Niedrigste Path-Cost

2

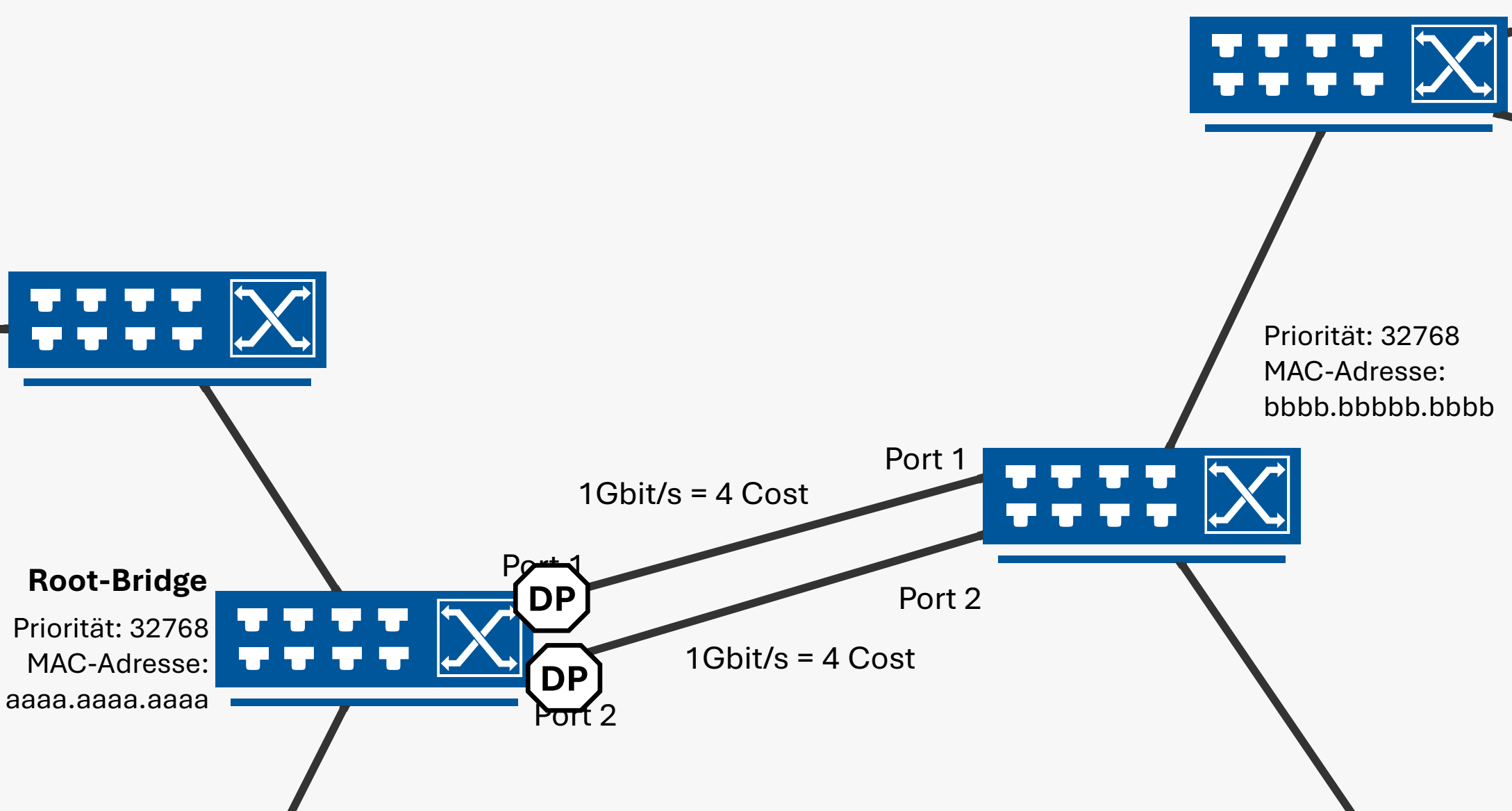
Niedrigste Nachbar BridgeID

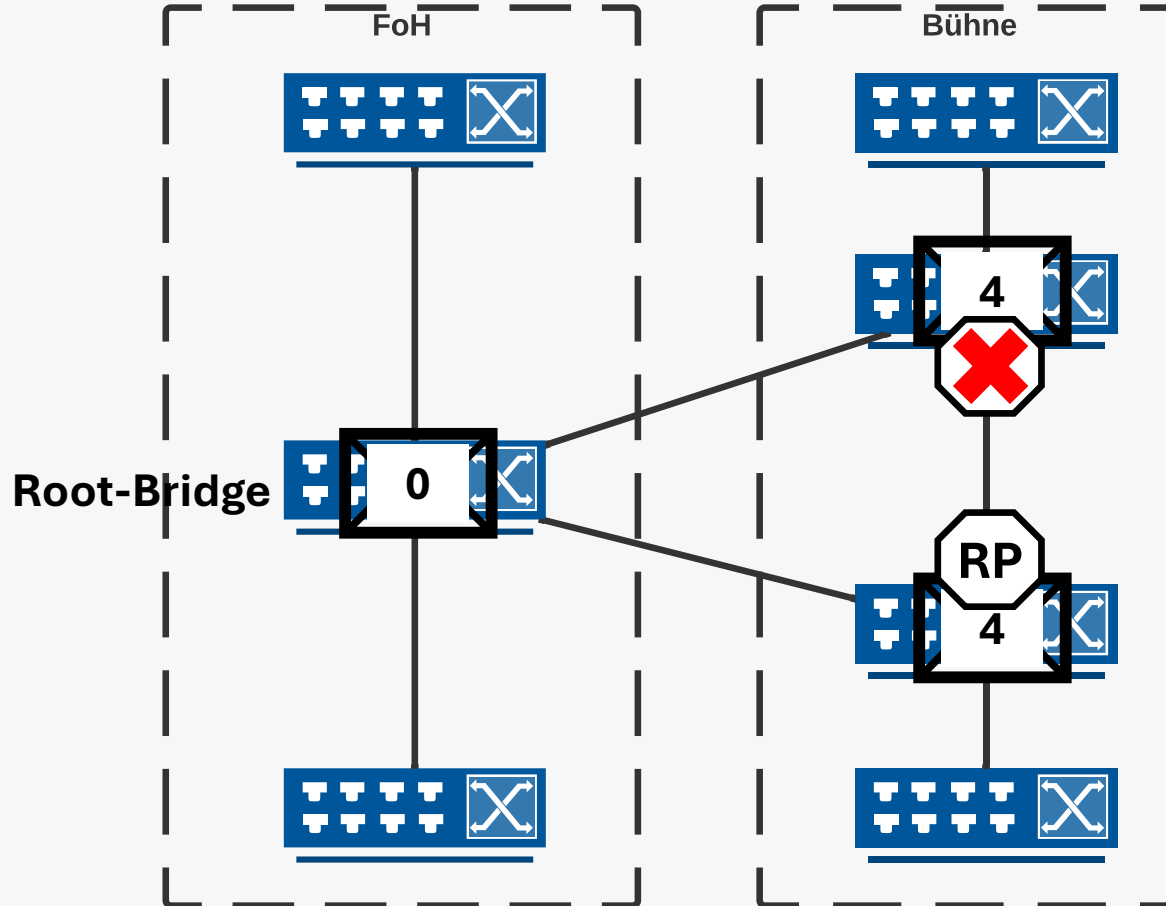
3

Niedrigste PortID
(Priorität + Nummer) des Nachbarn



Neuer Root-Port





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

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

Root-Port Wahl

1

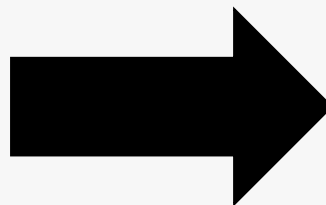
Niedrigste Path-Cost

2

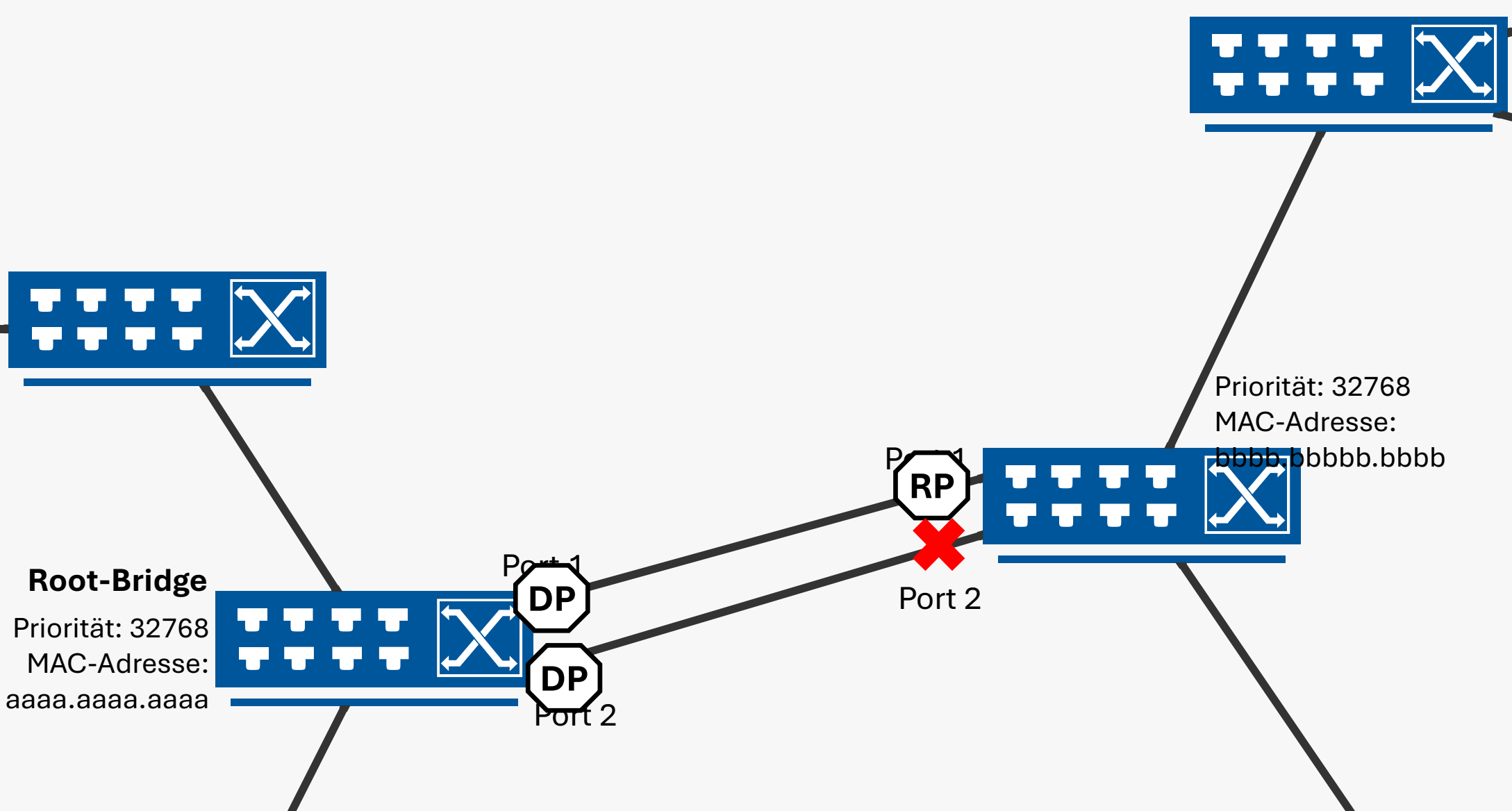
Niedrigste Nachbar BridgeID

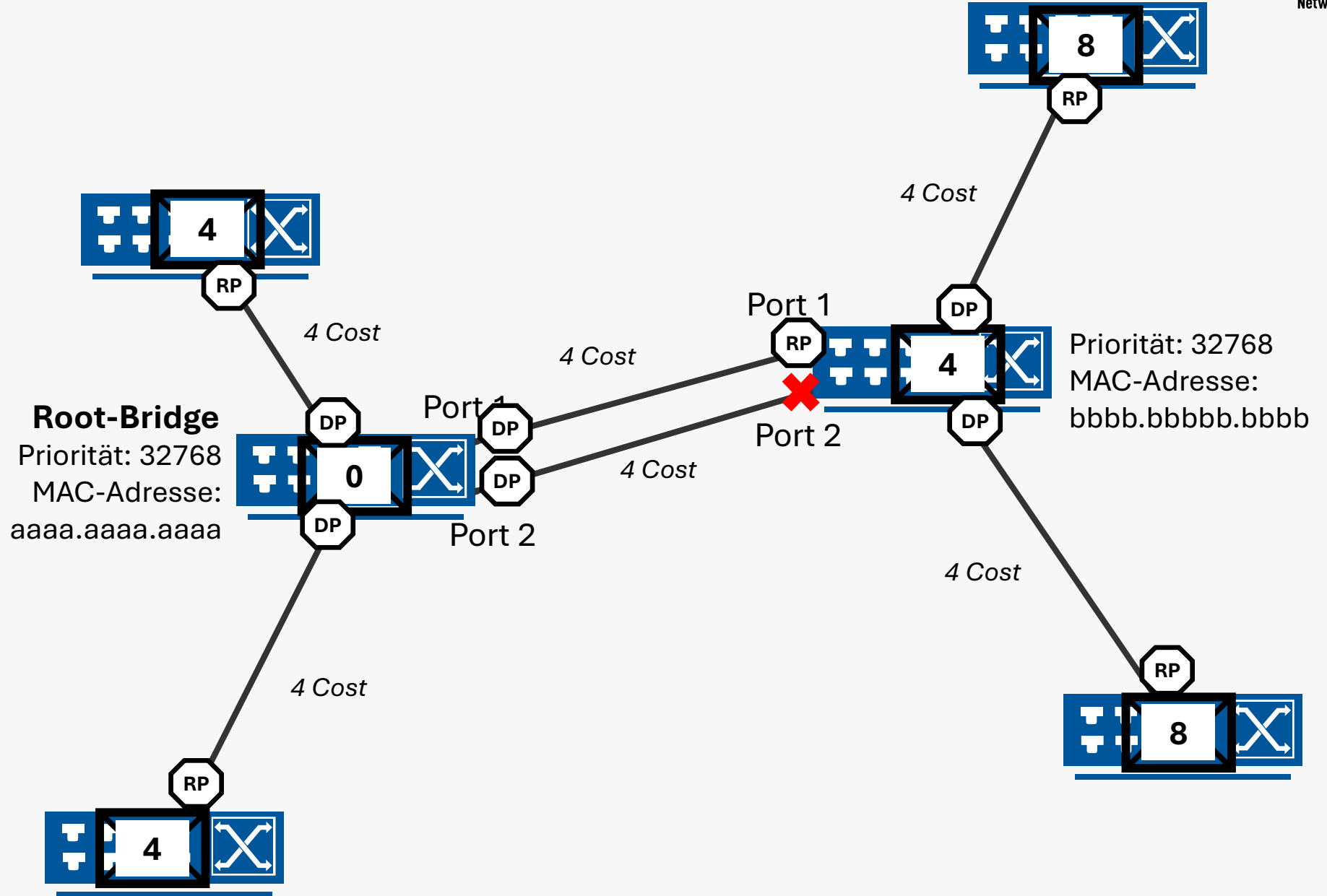
3

Niedrigste PortID
(Priorität + Nummer) des Nachbarn

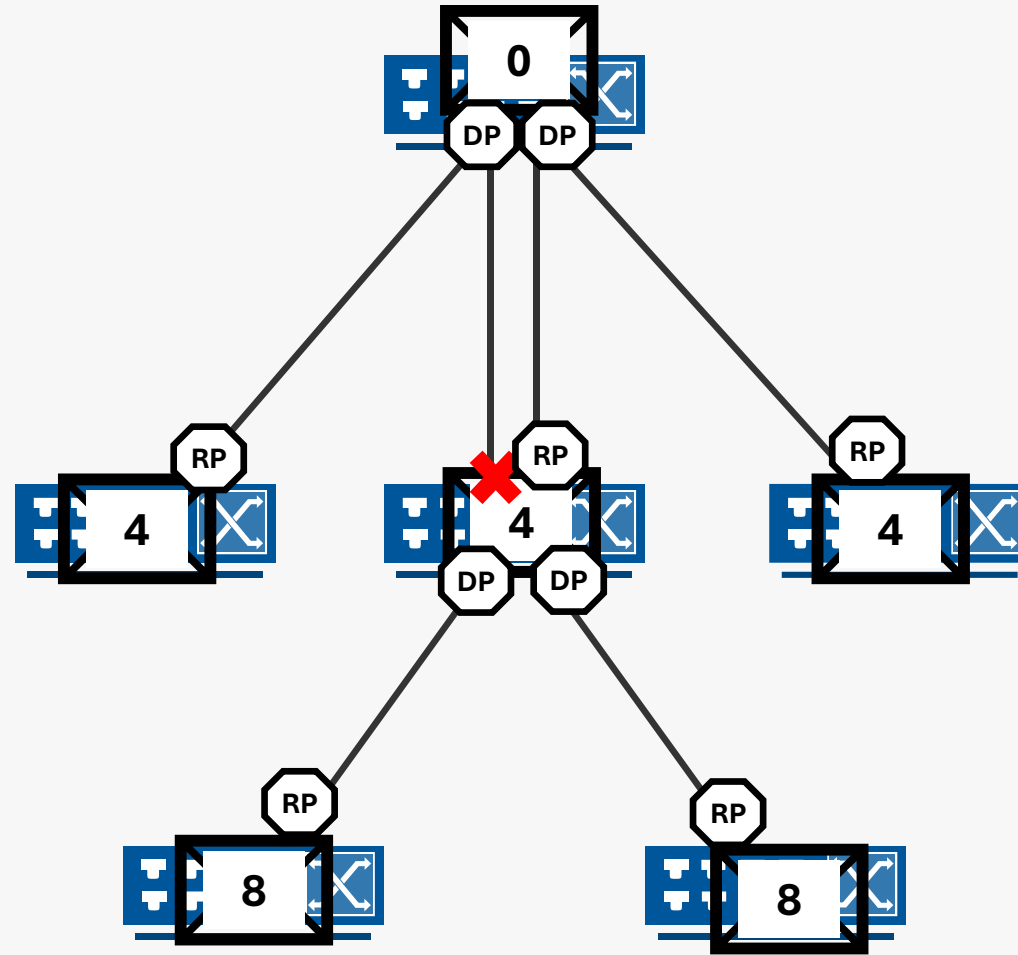


Neuer Root-Port

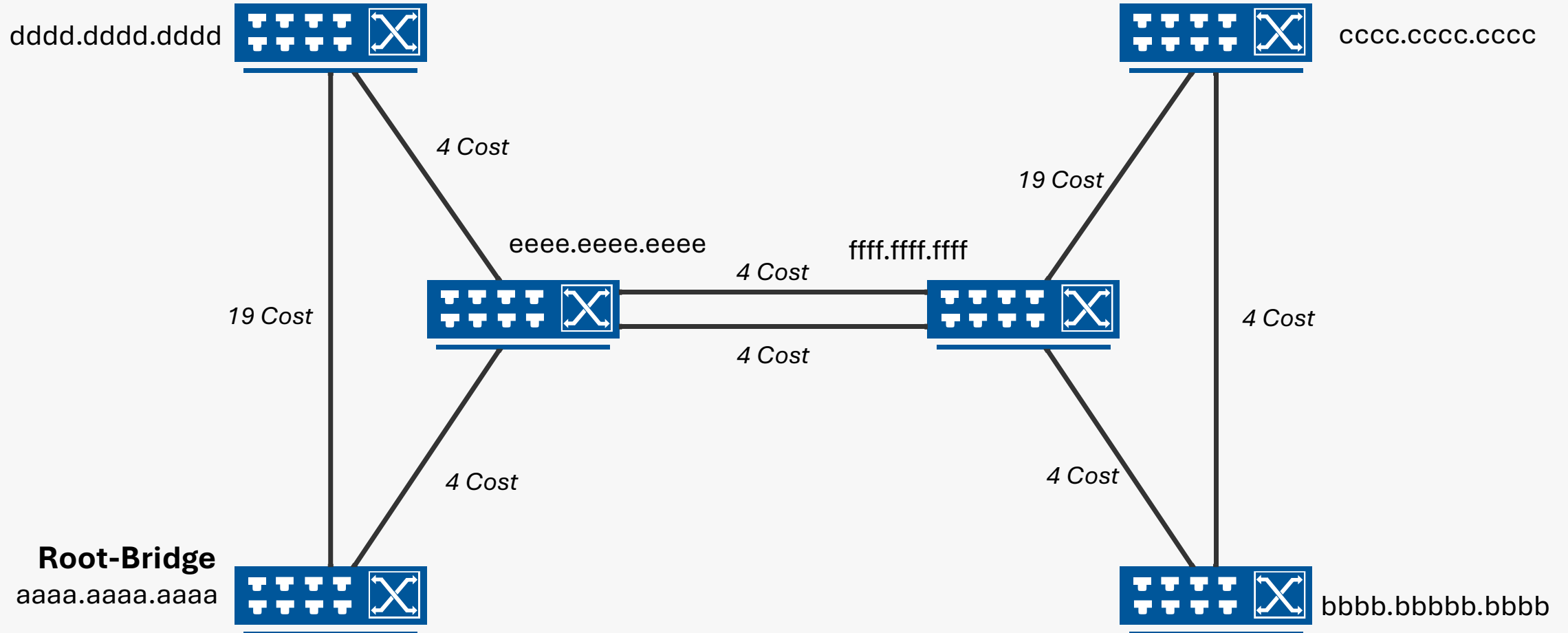




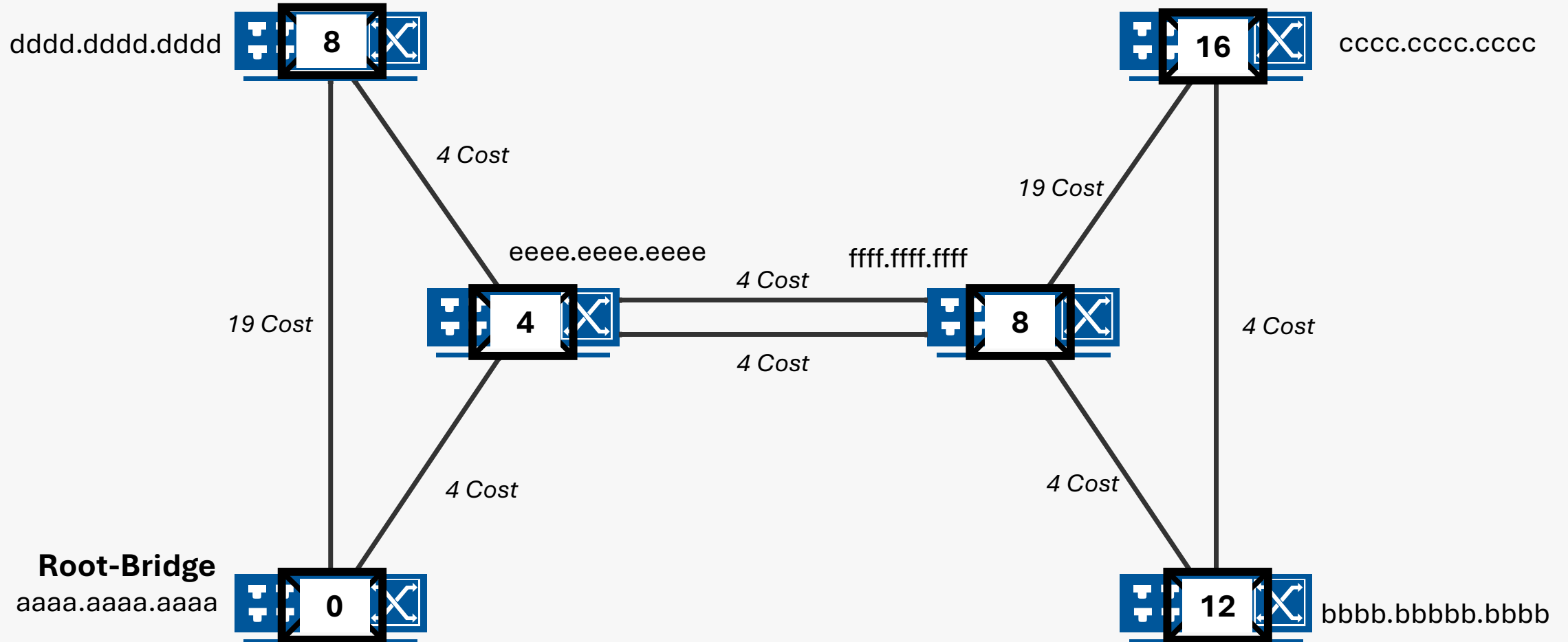
Root-Bridge



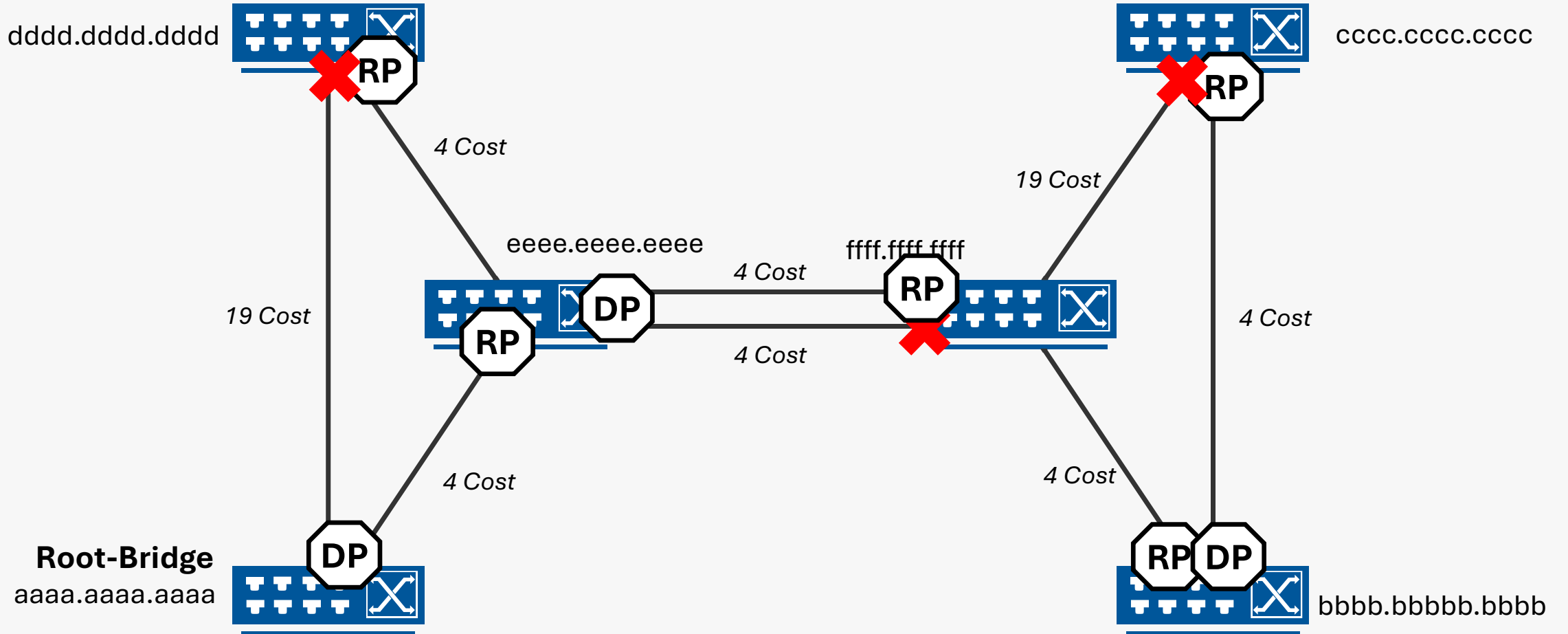
Root Bridge



Path Cost



Port Election



Root-Port Wahl

1

Niedrigste Path-Cost

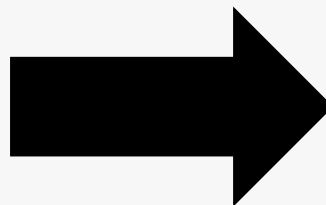
2

Niedrigste Nachbar BridgeID

3

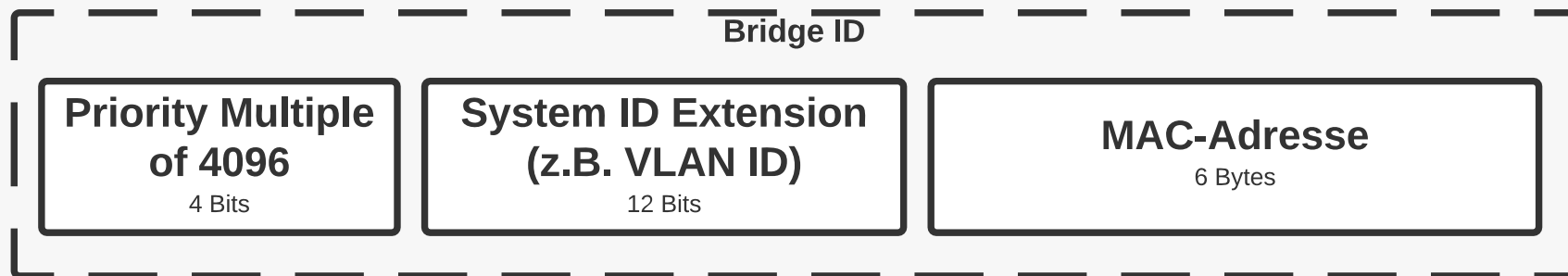
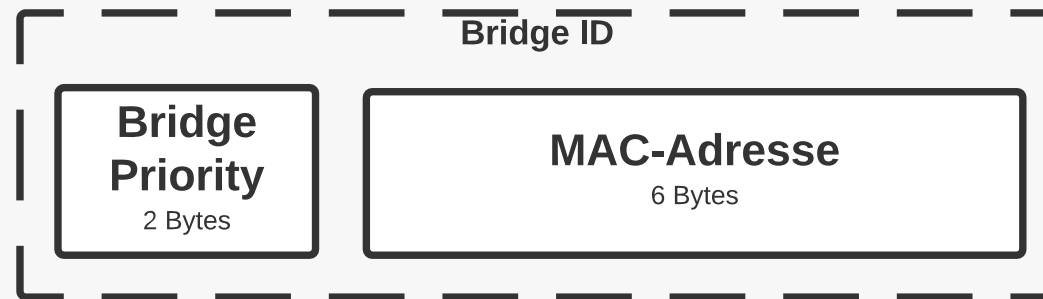
Niedrigste PortID

(Priorität - Nummer) des Nachbarn



Neuer Root-Port

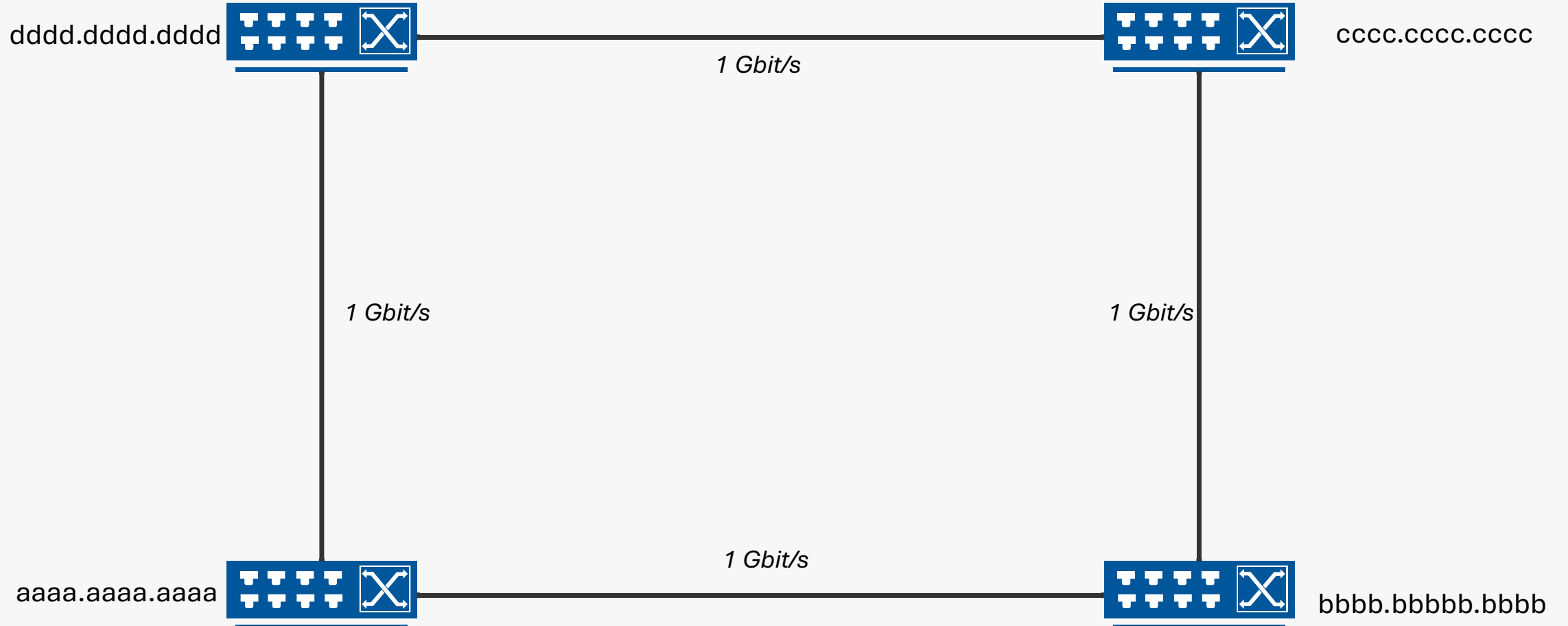
Erweiterung 802.1t

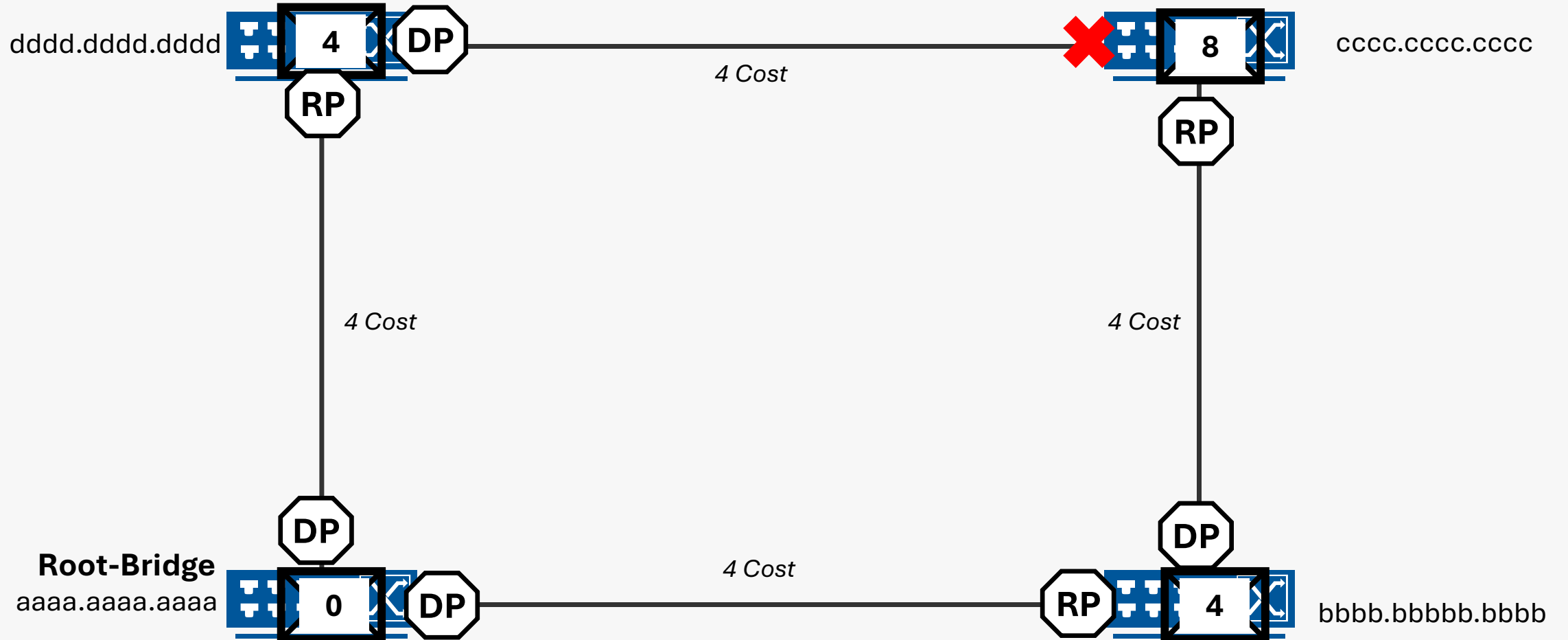


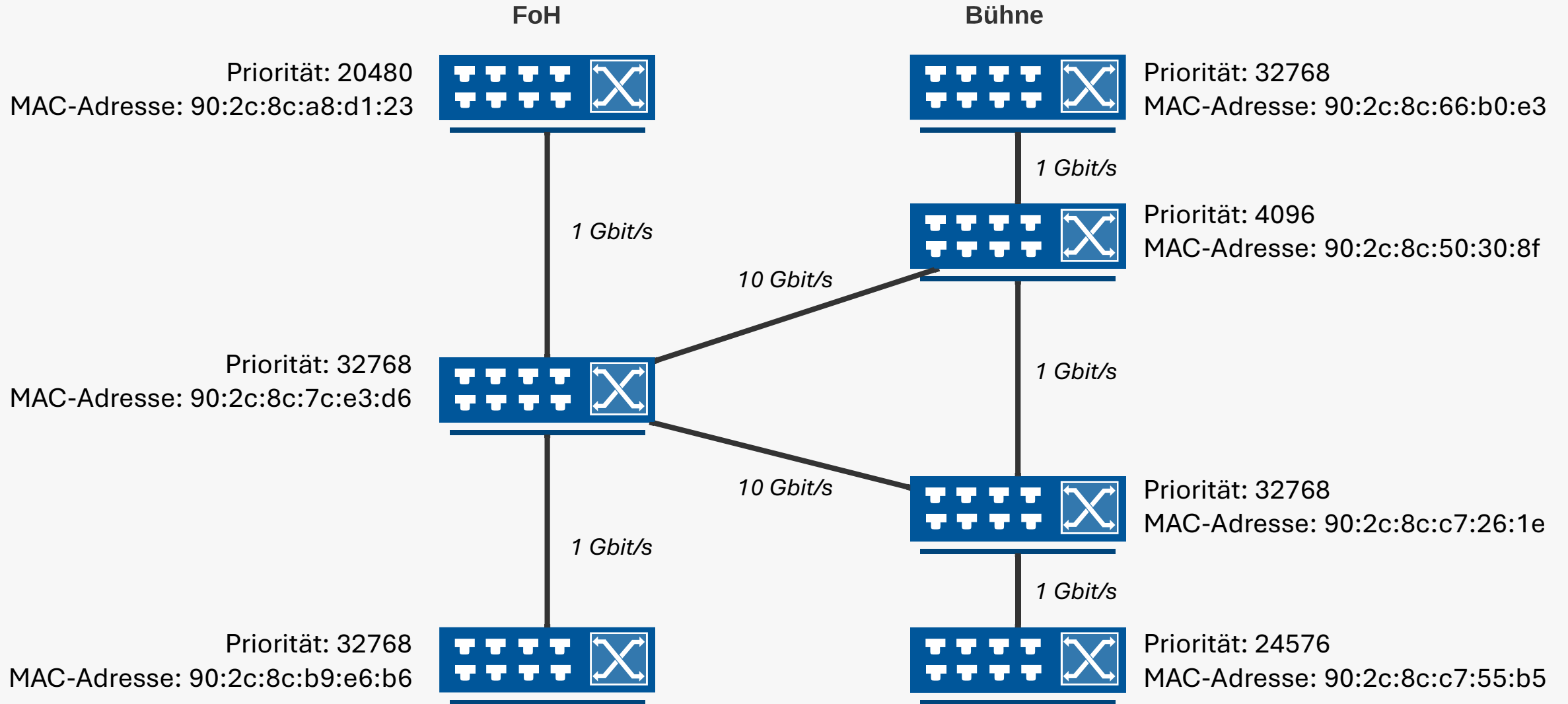
Erweiterung 802.1t

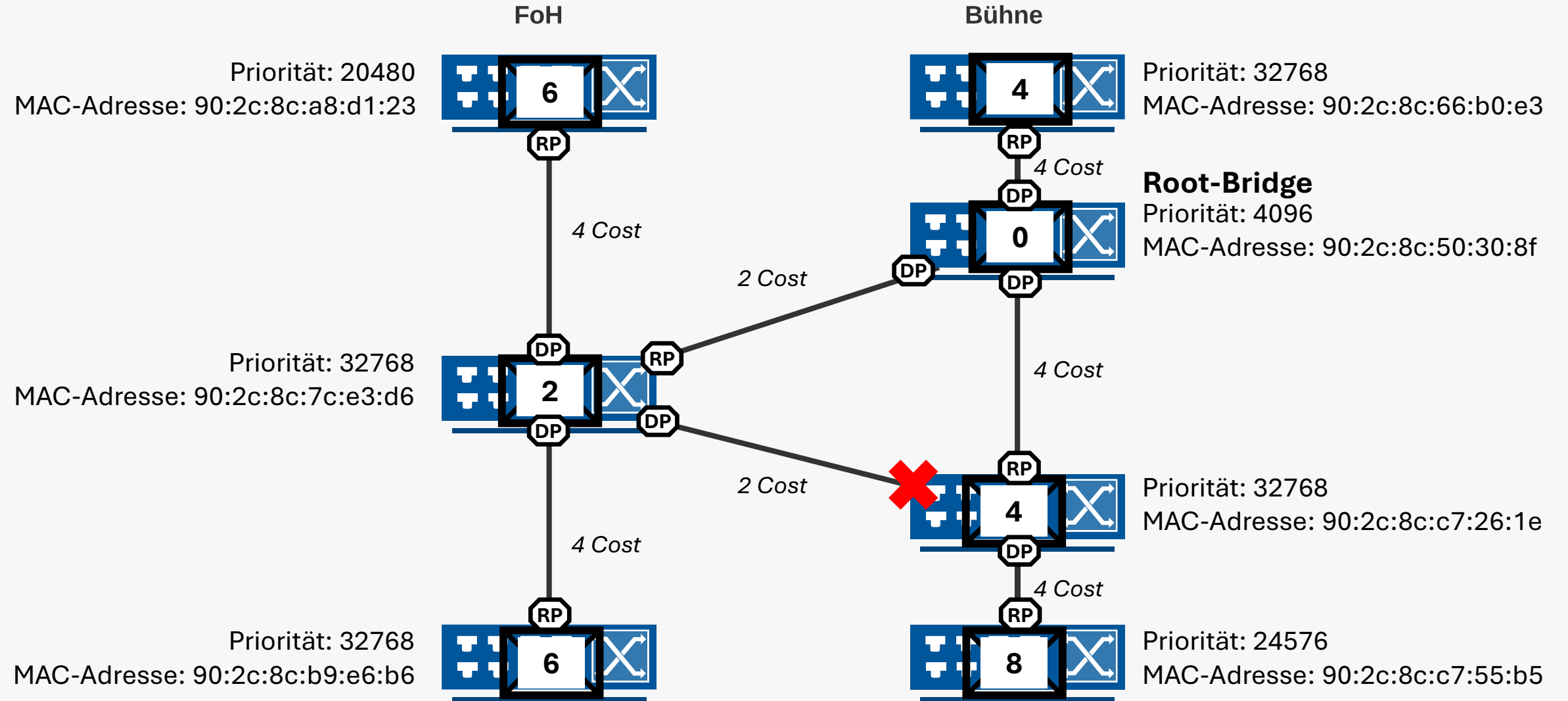
Geschwindigkeit	Link Cost 802.1d	Link Cost 802.1t
10 Gbps	2	2.000
2 Gbps	3	10.000
1 Gbps	4	20.000
100 Mbps	19	200.000
16 Mbps	62	1.250.000
10 Mbps	100	2.000.000
4 Mbps	250	5.000.000

Self-Study:







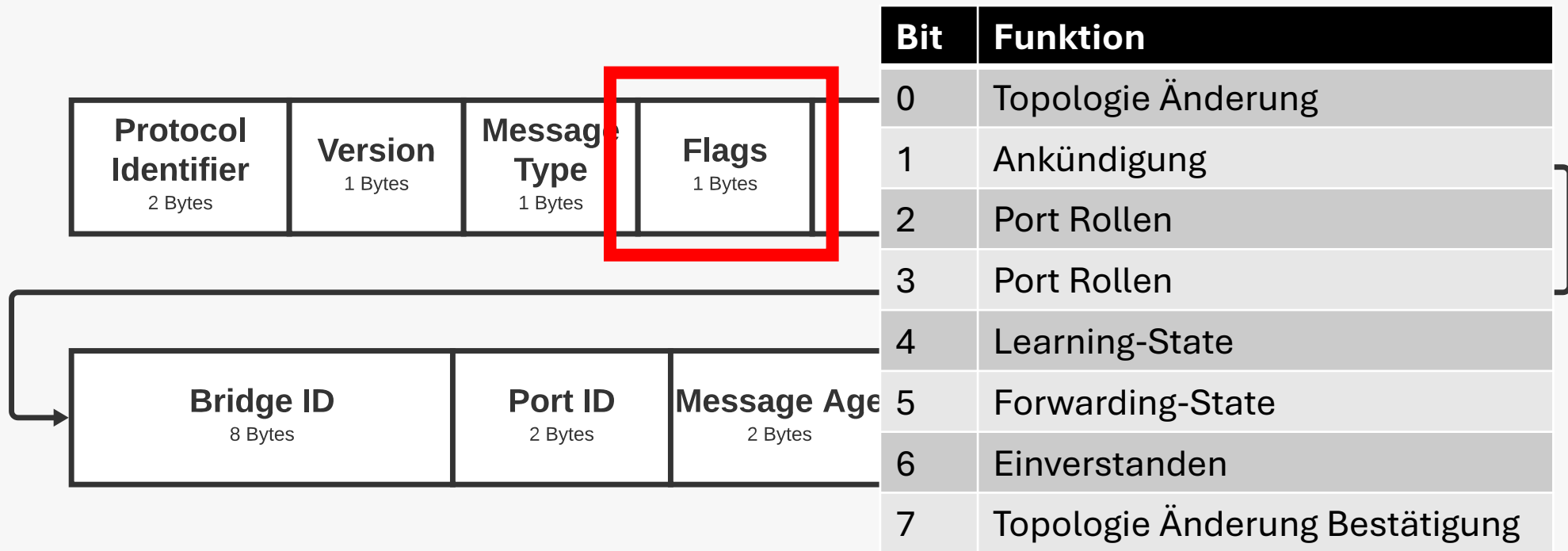


Rapid-Spanning-Tree-Protocol

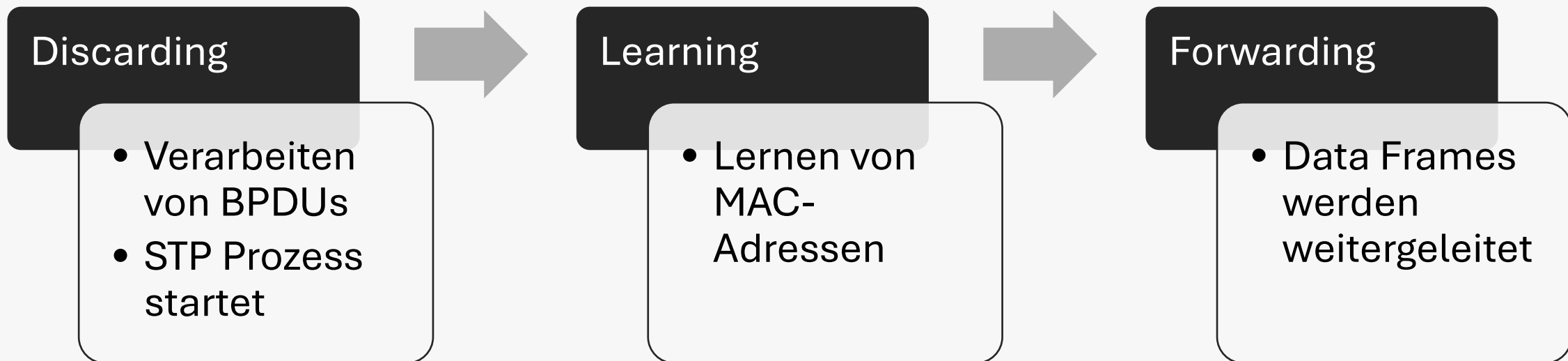
Spanning-Tree aber noch schneller!

BPDU

01:80:C2:00:00:00



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

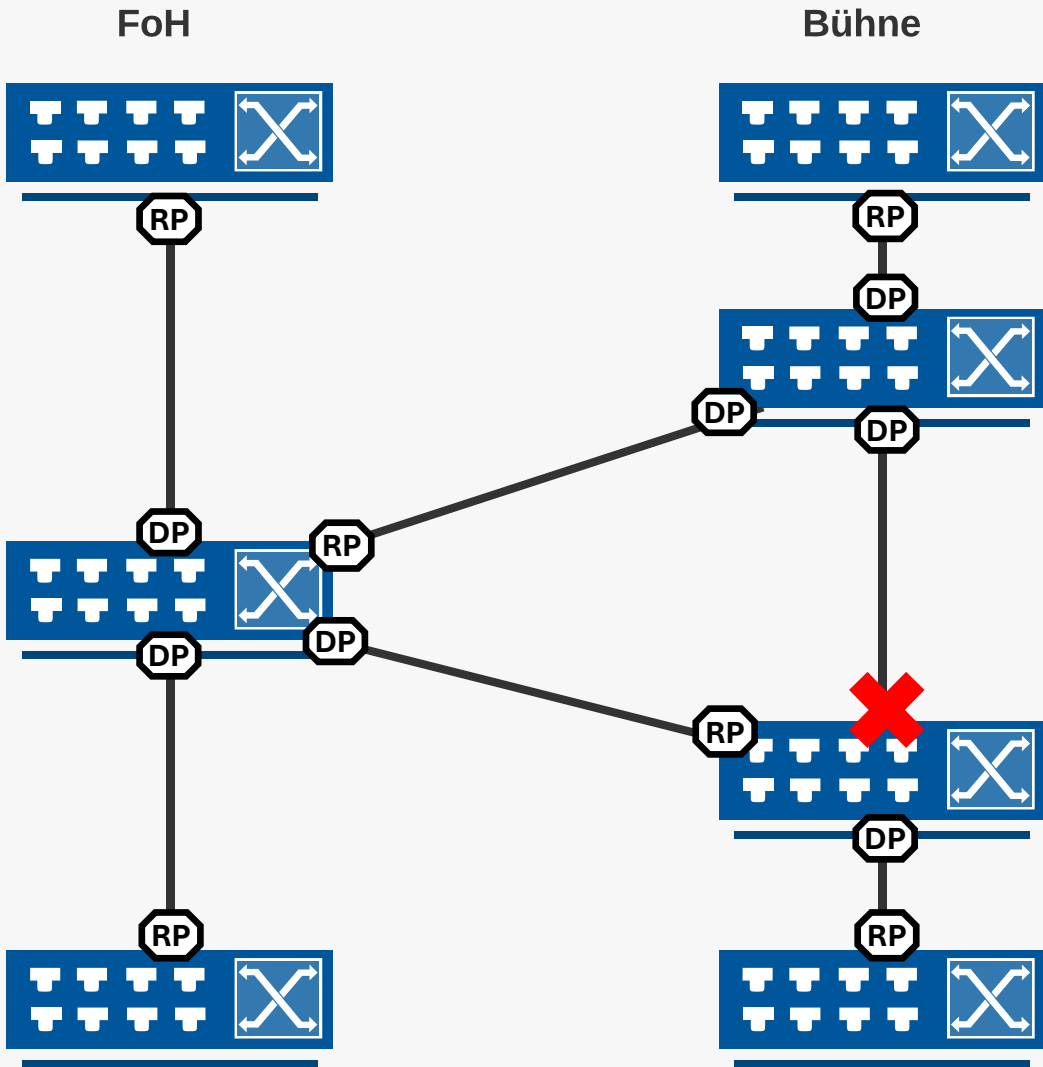
Rollen

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

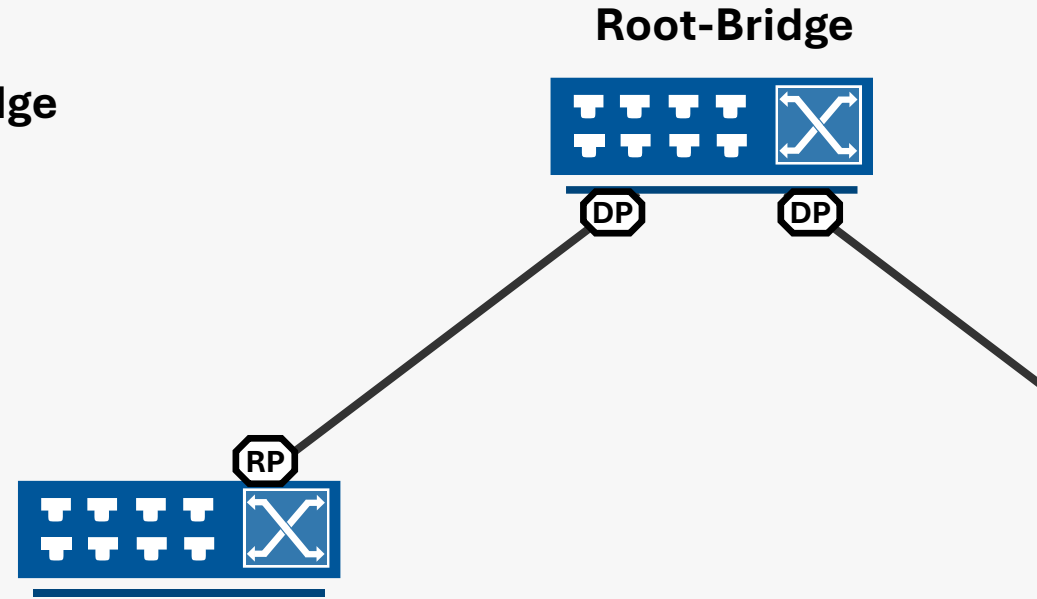
Extra Regeln

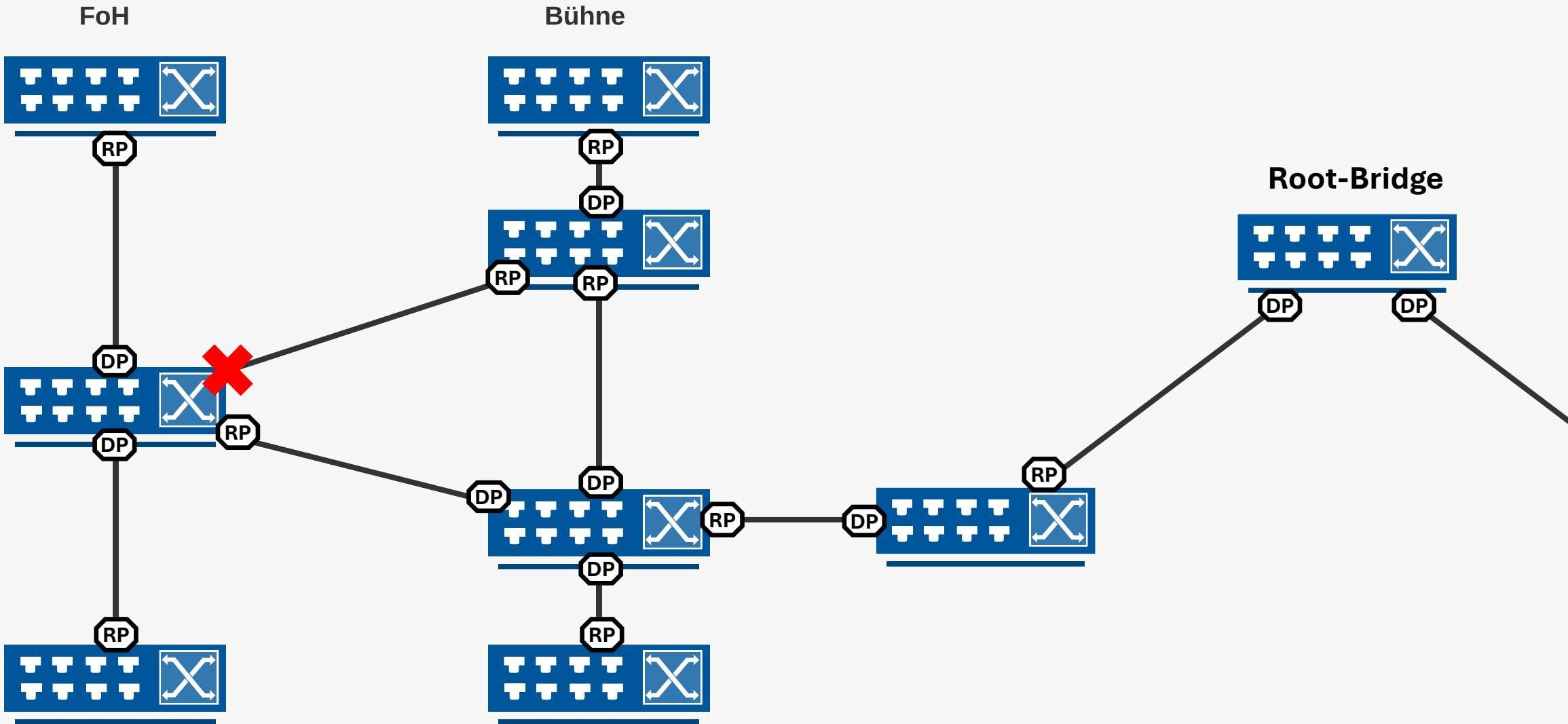
- Root Port kann direkt ersetzt werden
- Alternate Port kann direkt ersetzt werden

Was passiert wenn wir Netzwerke miteinander verbinden?



Root-Bridge





BPDU-Guard

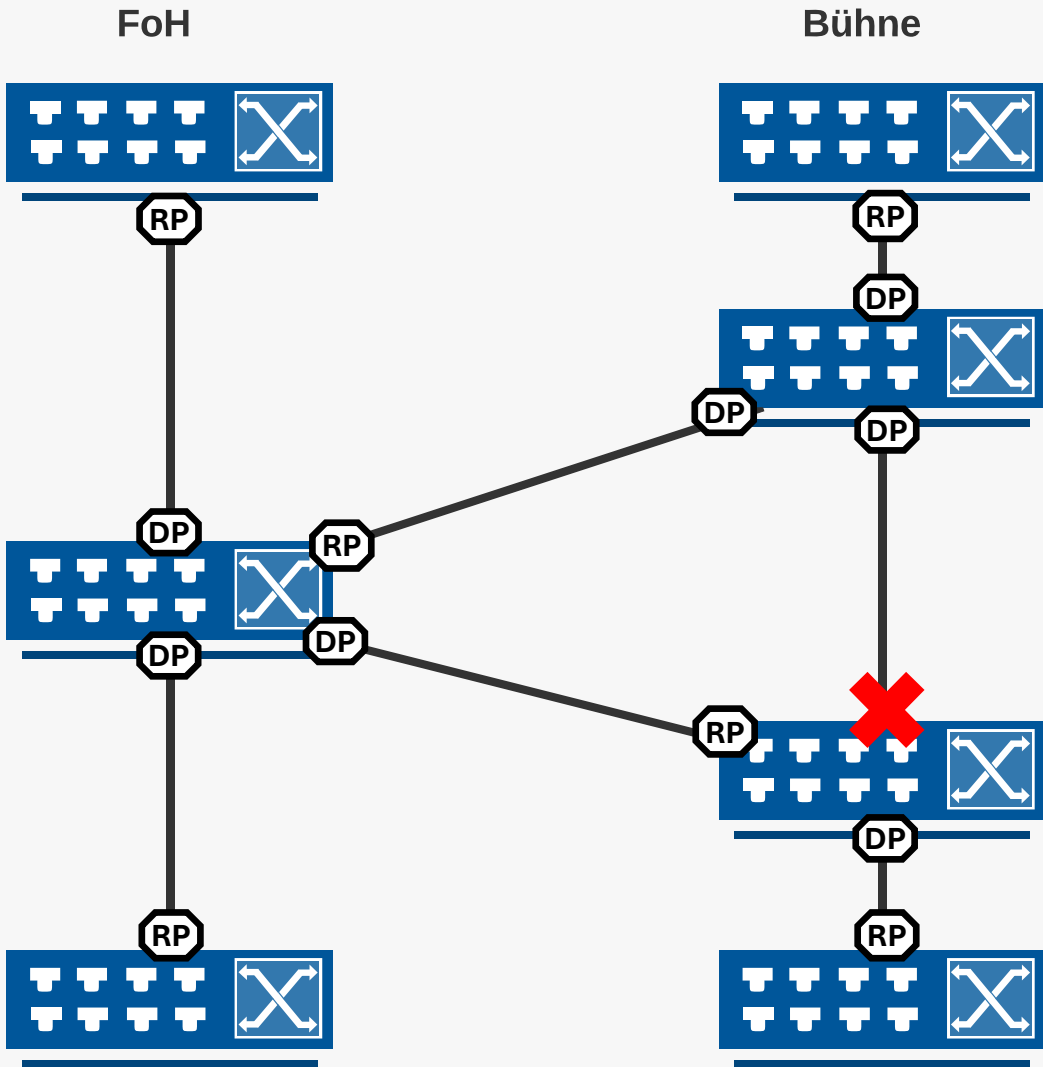
Port darf keine BPDUs empfangen, sonst wird er gesperrt

Root-Guard

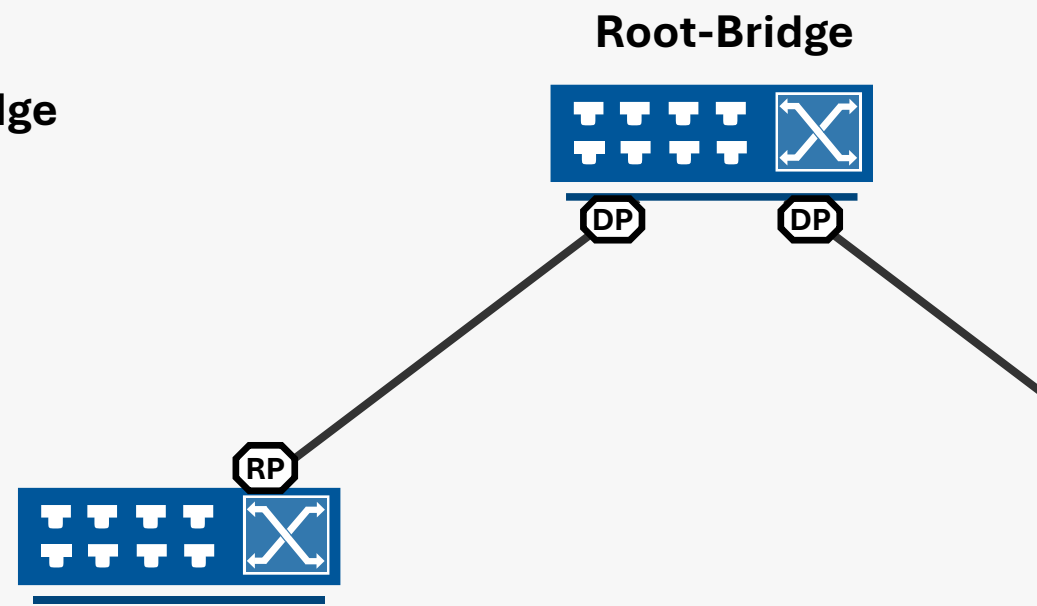
Port darf BPDUs empfangen, aber nicht ein Root-Port werden

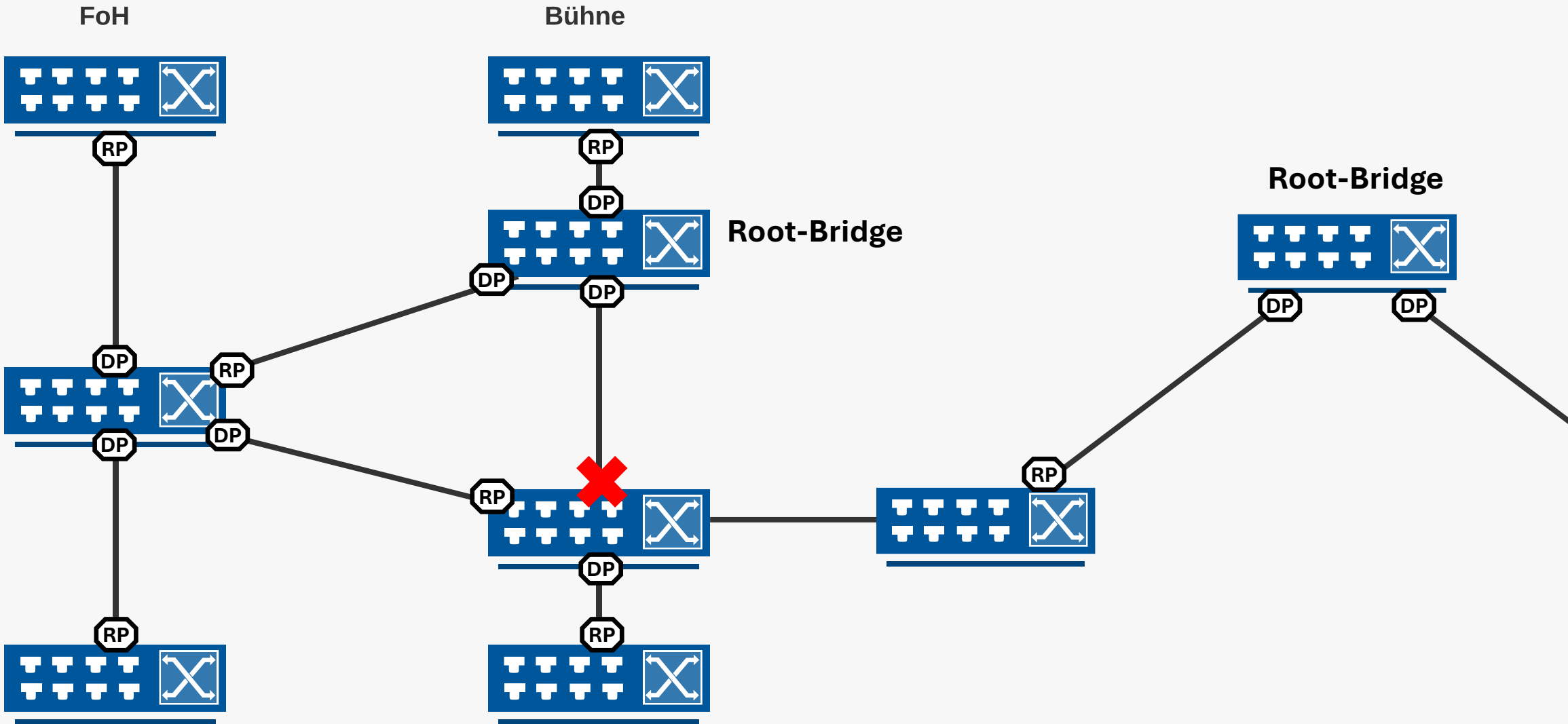
BPDU-Filter

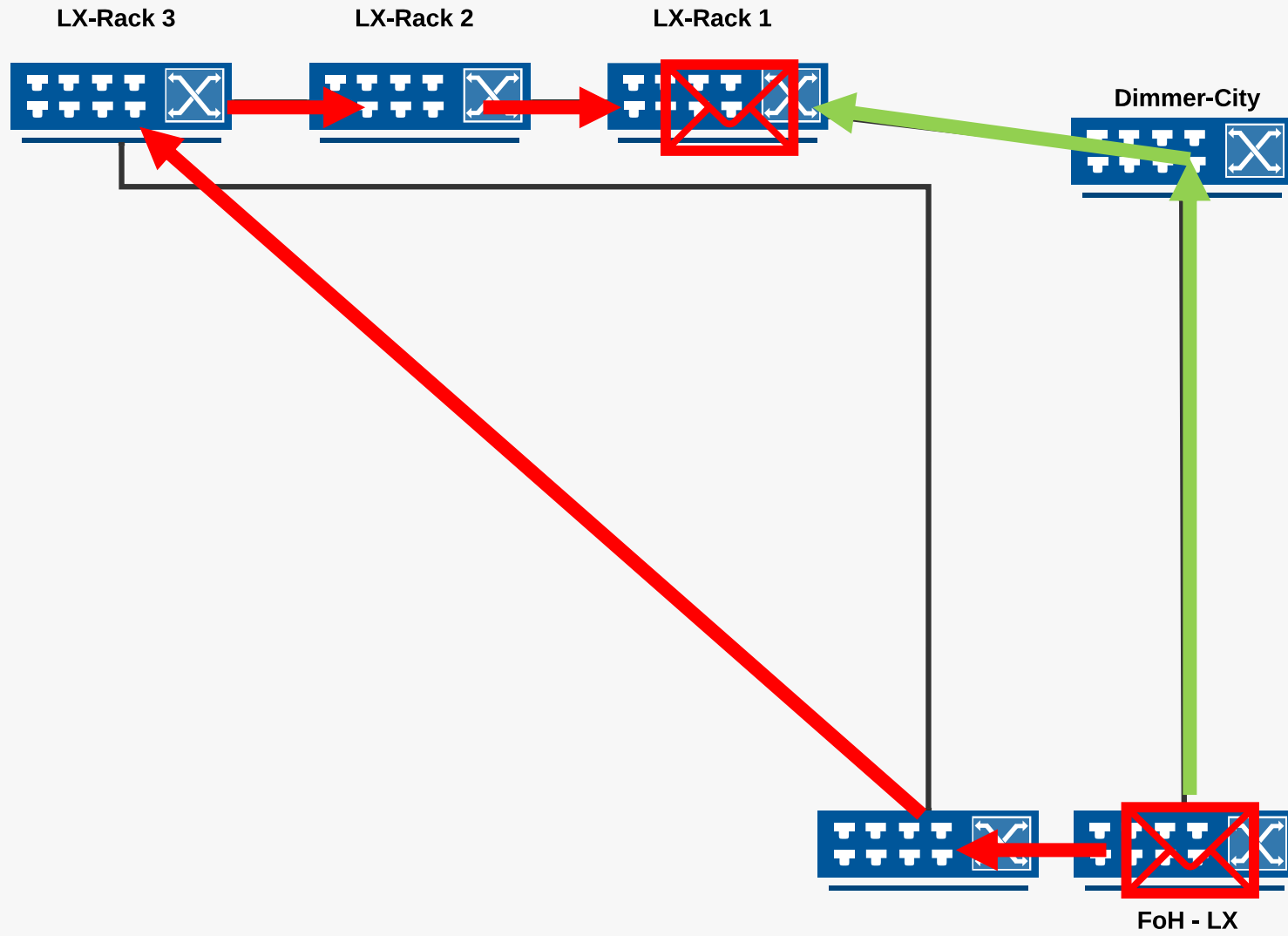
Dieser Port sendet keine BPDUs.

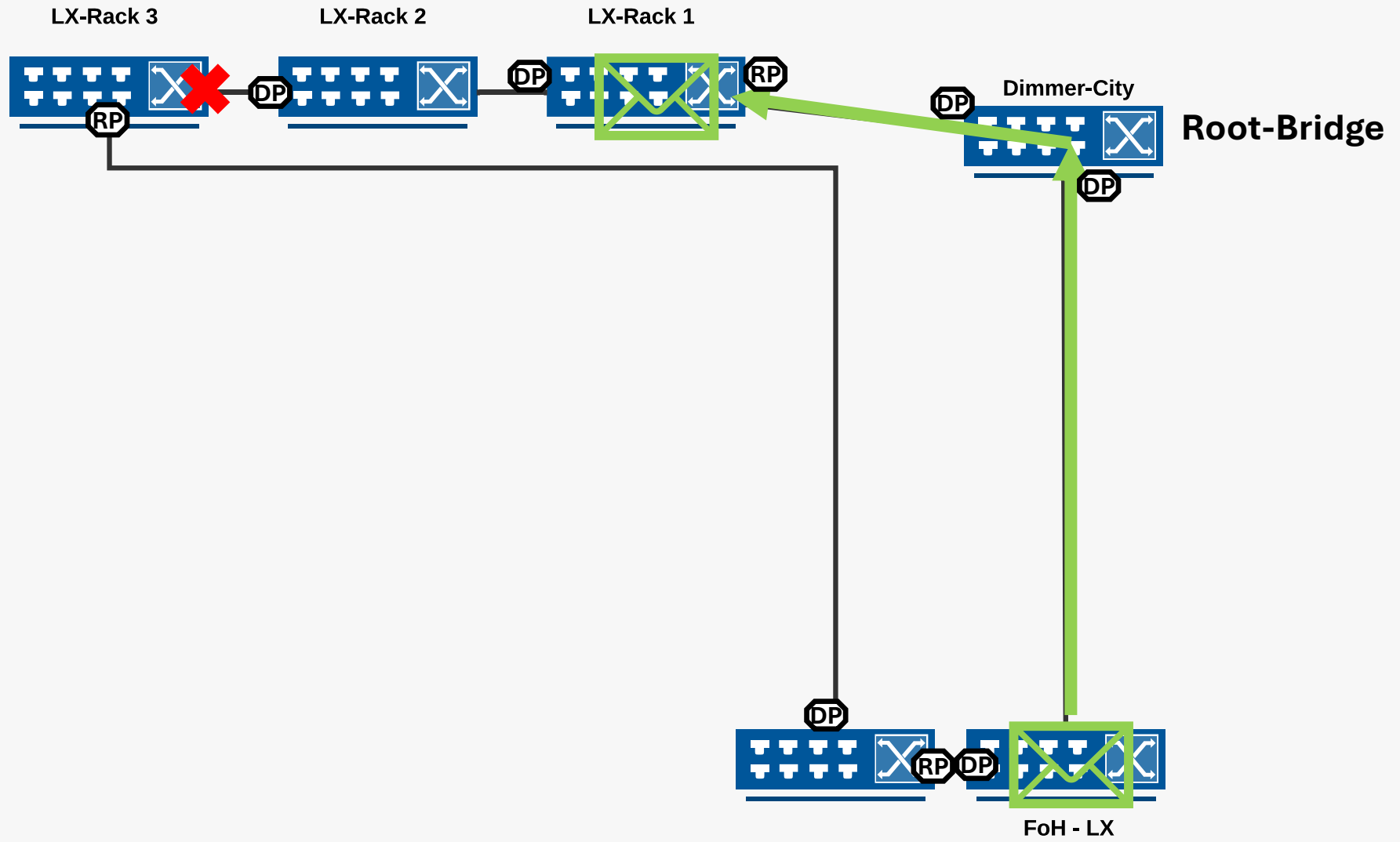


Root-Bridge









Take Home Messages

1

Änderungen in der Topologie führen zu Dropouts

2

Seit euch der Topologie bewusst

3

Verbindet keine unbekanntenen
Netzwerke miteinander



Leo Künne

Geschäftsführer der CX-Networks GmbH

Seit 2015 in der Branche

