

# ÜBUNG 06

## Single-Area OSPFv2

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

1

## AGENDA

- 01 OSPF FEATURES
- 02 OSPF PAKETE
- 03 OSPF BETRIEB
- 04 OSPF KONFIGURATION
- 05 ÜBUNG

2

# 01

## OSPF Features

Copyright 2025 / Berndt Sevik

3

3

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

### Einführung in OSPF

- OSPF ist ein Link-State-Routing-Protokoll, das als **Alternative zum Distance Vector Routing Information Protocol (RIP)** entwickelt wurde. OSPF hat gegenüber RIP erhebliche Vorteile, da es eine schnellere Konvergenz bietet und auf viel größere Netzwerkimplementierungen skaliert werden kann.
- OSPF ist ein Link-State-Routing-Protokoll, das das Konzept der Bereiche (Areas) verwendet. Ein Netzwerkadministrator kann die Routingdomäne in verschiedene Bereiche unterteilen, um den Routing Aktualisierungen zu steuern.
- Ein **Link ist eine Schnittstelle auf einem Router**, ein Netzwerksegment, das zwei Router verbindet, oder ein Stub-Netzwerk, z. B. ein Ethernet-LAN, das mit einem einzelnen Router verbunden ist.
- **Informationen über den Status einer Verbindung werden als Link-State bezeichnet.** Informationen zum Link-State umfassen das Netzwerkpräfix, die Präfixlänge und die Kosten.

4

## Komponenten von OSPF

- Alle Routing-Protokolle verwenden ähnliche Komponenten. Sie alle verwenden Routingprotokollnachrichten, um Routeninformationen auszutauschen. Die **Nachrichten helfen beim Aufbau von Datenstrukturen**, die dann mithilfe eines Routing-Algorithmus verarbeitet werden.
- Router, auf denen OSPF ausgeführt wird, tauschen Nachrichten mithilfe von **fünf Pakettypen** aus:
  - Hello packet
  - Database description packet
  - Link-state request packet
  - Link-state update packet
  - Link-state acknowledgment packet
- Diese Pakete werden verwendet, um benachbarte Router zu erkennen und Routing-Informationen auszutauschen, um genaue Informationen über das Netzwerk zu erhalten.

5

## Komponenten von OSPF

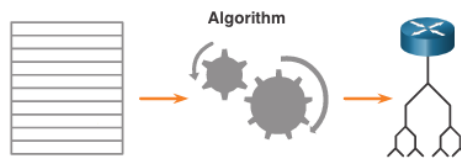
- OSPF-Nachrichten werden verwendet, um **drei OSPF-Datenbanken** wie folgt zu erstellen und zu verwalten:

Database	Table	Description
Adjacency Database	Neighbor Table	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liste aller benachbarten Router, zu denen ein Router eine bidirektionale Kommunikation aufgebaut hat.</li> <li>▪ Diese Tabelle ist für jeden Router einzigartig.</li> <li>▪ Kann mit dem Befehl <b>show ip ospf neighbor</b> angezeigt werden.</li> </ul>
Link-state Database (LSDB)	Topology Table	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Listet Informationen zu allen anderen Routern im Netzwerk auf.</li> <li>▪ Die Datenbank stellt die Netzwerk-LSDB dar.</li> <li>▪ Alle Router innerhalb eines Bereichs verfügen über eine identische LSDB.</li> <li>▪ Kann mit dem Befehl <b>show ip ospf database</b> angezeigt werden.</li> </ul>
Forwarding Database	Routing Table	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Liste der Routen, die generiert werden, wenn ein Algorithmus in der Link-State-Datenbank ausgeführt wird.</li> <li>▪ Die Routing-Tabelle jedes Routers ist einzigartig und enthält Informationen darüber, wie und wo Pakete an andere Router gesendet werden sollen.</li> <li>▪ Kann mit dem Befehl <b>show ip route</b> angezeigt werden.</li> </ul>

6

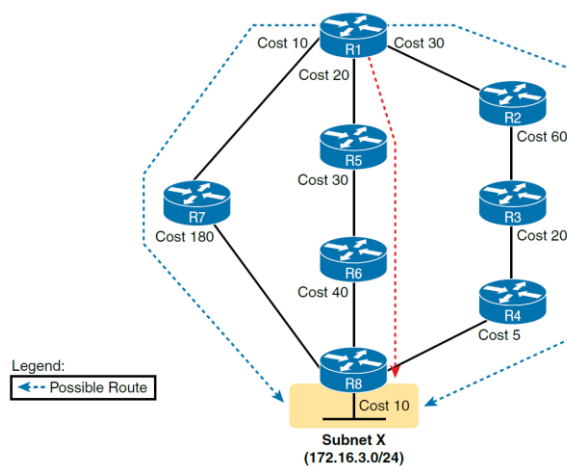
## Komponenten von OSPF

- Der Router erstellt die **Topology Table** anhand der Ergebnisse von Berechnungen, die auf dem Dijkstra-Algorithmus für den **kürzesten Weg zuerst (SPF)** basieren. Der SPF-Algorithmus basiert auf den kumulativen Kosten für das Erreichen eines Ziels.
- Der SPF-Algorithmus erstellt einen **SPF-Baum**, indem er jeden Router am Stamm des Baums platziert und den kürzesten Pfad zu jedem Knoten berechnet. Der SPF-Baum wird dann verwendet, um die besten Routen zu berechnen. OSPF platziert die besten Routen in der Forwarding-Datenbank, welche zum Erstellen der Routingtabelle verwendet wird.



7

## SPF Baum – finde den Weg von R1 zu 172.16.3.0/24



8

## Link-State Betrieb

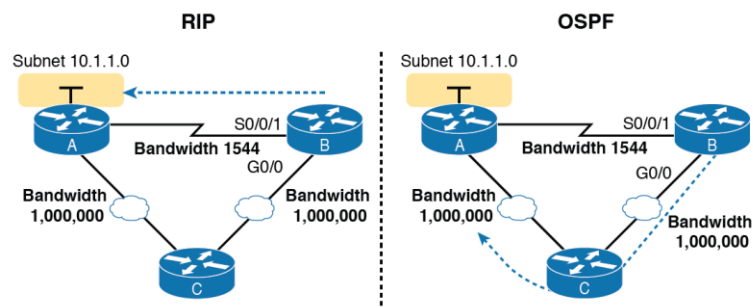
- Um Routing-Informationen aufrechtzuerhalten, führen OSPF-Router einen **generischen Link-State-Routing-Prozess** durch, um einen Konvergenzzustand zu erreichen.

Im Folgenden sind die Link-State-Routing-Schritte aufgeführt, die von einem Router ausgeführt werden:

- Einrichten von Neighbor-Adjacencies
- Austausch von Link-State Advertisements
- Erstellen der Link-State Datenbank
- Ausführen des SPF-Algorithmus
- Die beste Route auswählen

9

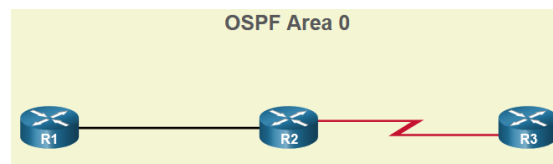
## Vergleich von RIP und OSPF Metriken



10

## Single-Are und Multi-Area OSPF

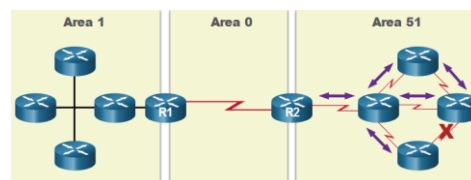
- Um OSPF effizienter und skalierbarer zu machen, unterstützt OSPF **hierarchisches Routing mithilfe von Bereichen**. Ein OSPF-Bereich ist eine Gruppe von Routern, die in ihren LSDBs dieselben Link-State-Informationen verwenden.
- OSPF kann auf zwei Arten implementiert werden:
  - Single-Area OSPF** - Alle Router befinden sich in einem Bereich. Es empfiehlt sich, den Bereich 0 zu verwenden.
  - Multi-Area OSPF** - OSPF wird über mehrere Bereiche hierarchisch implementiert. Alle Bereiche müssen mit dem Backbone-Bereich (Bereich 0) verbunden sein. Router, die die Bereiche miteinander verbinden, werden als Area Border Router (ABRs) bezeichnet.



## Multi-Area OSPF

Hierarchische Topologien mit OSPF mit mehreren Bereichen können die folgenden Vorteile bieten.

- Kleinere Routing-Tabellen** - Die Tabellen sind kleiner, da es weniger Einträge in der Routing-Tabelle gibt. Dies liegt daran, dass Netzwerkadressen zwischen Bereichen zusammengefasst werden können. Die „Route Summarization“ ist standardmäßig nicht aktiviert.
- Reduzierter Aufwand für Link-State-Updates** – Das Entwerfen von OSPF mit mehreren Bereichen mit kleineren Bereichen minimiert die Verarbeitungs- und Speicheranforderungen.
- Reduzierte Häufigkeit von SPF-Berechnungen** – Multi-Area OSPF lokalisiert die Auswirkungen einer Topologieänderung innerhalb eines Bereichs. Beispielsweise werden die Auswirkungen von Routing-Updates minimiert, da LSA-Überschwemmungen an der Gebietsgrenze enden.



## OSPFv3

- **OSPFv3 ist das OSPFv2-Äquivalent für den Austausch von IPv6-Präfixen.** OSPFv3 tauscht Routing-Informationen aus, um die IPv6-Routing-Tabelle mit Remote-Präfixen zu füllen.
- **OSPFv3 verfügt über die gleiche Funktionalität wie OSPFv2,** verwendet jedoch IPv6 als Netzwerklayer um mit OSPFv3-Peers zu kommunizieren und IPv6-Routen anzukündigen.
- OSPFv3 verwendet auch den **SPF-Algorithmus zur Berechnung, um die besten Pfade** in der gesamten Routingdomäne zu bestimmen.
- **OSPFv3 verfügt über unabhängige Prozesse** zu seinem IPv4 Gegenstück. Die Prozesse und Operationen sind im Grunde die gleichen wie beim IPv4-Routing-Protokoll, laufen aber unabhängig voneinander ab.

# 02

## OSPF Pakete

QUELLE:

SWITCHING, ROUTING,  
AND WIRELESS  
ESSENTIALS V7.0  
(SRWE)

## Typen von OSPF Paketen

Type	Paketname	Beschreibung
1	Hello	Erkennt Nachbarn und erstellt Nachbarschaften zwischen ihnen
2	Database Description (DBD)	Überprüft die Datenbanksynchronisierung zwischen Routern
3	Link-State Request (LSR)	Fordert bestimmte Link-State-Datensätze von Router zu Router an
4	Link-State Update (LSU)	Sendet speziell angeforderte Link-State-Einträge
5	Link-State Acknowledgment (LSAck)	Bestätigt die anderen Pakettypen

15

## Link-State Updates

- LSUs werden auch zum Weiterleiten von OSPF-Routingupdates verwendet. Ein LSU-Paket kann 11 verschiedene Arten von OSPFv2-LSAs enthalten. OSPFv3 hat einige dieser LSAs umbenannt und enthält auch zwei zusätzliche LSAs.
- LSU und LSA werden oft synonym verwendet, aber die korrekte Hierarchie lautet: LSU-Pakete enthalten LSA-Nachrichten

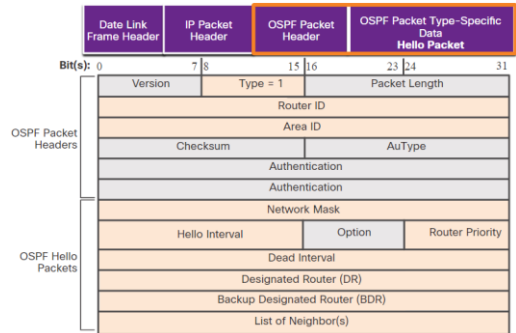
LSUs		
Type	Packet Name	Description
1	Hello	Discovers neighbors and builds adjacencies between them
2	DBD	Checks for database synchronization between routers
3	LSR	Requests specific link-state records from router to router
4	LSU	Sends specifically requested link-state records
5	LSAck	Acknowledges the other packet types

LSAs	
LSA Type	Description
1	Router LSAs
2	Checks for database synchronization between routers
3 or 4	Summary LSAs
5	Autonomous System External LSAs
6	Multicast OSPF LSAs
7	Defined for Not-So-Stubby Areas
8	External Attributes LSA for Border Gateway Patrol (BGPs)

16

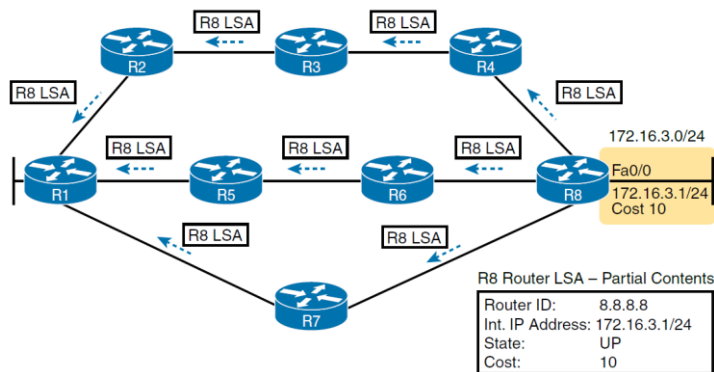
## Hello Paket

- Das **OSPF Typ 1-Paket ist das Hello-Paket**. Hello-Pakete werden für folgende Aufgaben verwendet:
- Ermitteln Sie OSPF-Nachbarn, und richten Sie Nachbarnachbarschaften ein.
- Geben Sie Parameter an, bei denen sich zwei Router darauf einigen müssen, Nachbarn zu werden.
- Wählen Sie den **Designated Router (DR)** und den **Backup Designated Router (BDR)** in Multiaccess-Netzwerken wie Ethernet.
- Punkt-zu-Punkt-Verbindungen erfordern keinen DR oder BDR.**



17

## LSA Flooding



18

## 03

## OSPF Betrieb

Copyright 2025 / Berndt Sevik

19

19

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

## OSPF Betriebszustände

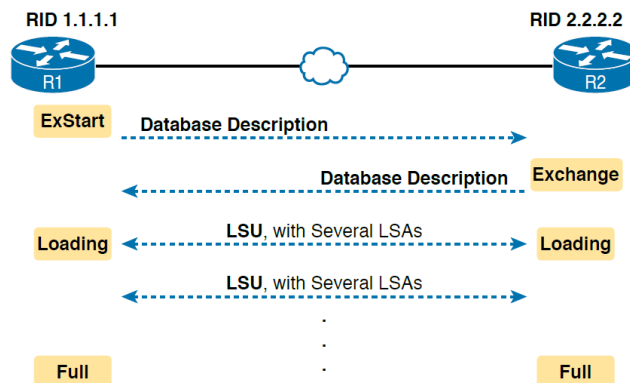
State	Beschreibung
<b>Down State</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Keine Hello-Pakete empfangen = Down.</li> <li>▪ Der Router sendet Hello-Pakete.</li> <li>▪ Übergang in den Init-Zustand.</li> </ul>
<b>Init State</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Hello Pakete werden vom Nachbarn empfangen.</li> <li>▪ Sie enthalten die Router-ID des sendenden Routers.</li> <li>▪ Übergang in den bidirektionalen Zustand.</li> </ul>
<b>Two-Way State</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ In diesem Zustand ist die Kommunikation zwischen den beiden Routern bidirektional.</li> <li>▪ Bei Multiaccess-Verbindungen wählen die Router einen DR und einen BDR.</li> <li>▪ Übergang in den ExStart-Zustand.</li> </ul>

20

## OSPF Betriebszustände

State	Beschreibung
<b>ExStart State</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In Punkt-zu-Punkt-Netzwerken entscheiden die beiden Router, welcher Router den DBD-Paketaustausch initiiert, und legen die anfängliche DBD-Paketsequenznummer fest.</li> </ul>
<b>Exchange State</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Router tauschen DBD-Pakete aus.</li> <li>Wenn zusätzliche Router-Informationen erforderlich sind, wechseln Sie zu Laden. Andernfalls wechseln Sie in den Full Zustand.</li> </ul>
<b>Loading State</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>LSRs und LSUs werden verwendet, um zusätzliche Routeninformationen zu erhalten.</li> <li>Routen werden mit dem SPF-Algorithmus verarbeitet.</li> <li>Übergang in den Full Zustand.</li> </ul>
<b>Full State</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die Link-State-Datenbank des Routers ist vollständig synchronisiert.</li> </ul>

## OSPF Betriebszustände



## Nachbarschaftsbeziehungen aufbauen

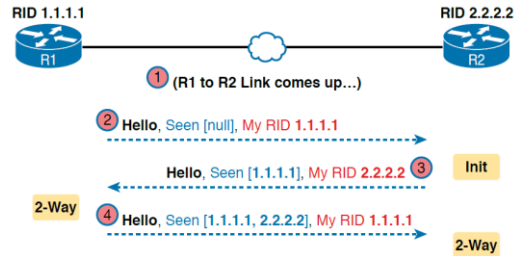
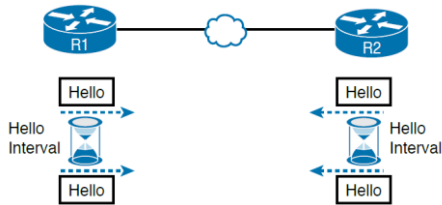
- Um festzustellen, ob es einen OSPF-Nachbarn auf der Verbindung gibt, sendet der Router ein **Hello-Paket, das seine Router-ID enthält**, an alle OSPF-fähigen Schnittstellen. Das Hello-Paket wird an die **reservierte IPv4-Multicast-Adresse 224.0.0.5** aller OSPF-Router gesendet. Nur OSPFv2-Router verarbeiten diese Pakete.
- Die OSPF-Router-ID wird vom OSPF-Prozess verwendet, **um jeden Router im OSPF-Bereich eindeutig zu identifizieren**. Eine Router-ID ist eine 32-Bit-Zahl, die wie eine IPv4-Adresse formatiert und zugewiesen wird, um einen Router unter OSPF-Peers eindeutig zu identifizieren.
- Wenn ein benachbarter OSPF-fähiger Router ein Hello-Paket mit einer Router-ID empfängt, die sich nicht in seiner Nachbarliste befindet, versucht der empfangende Router, eine **Adjacency mit dem initiiierenden Router einzurichten**.

## Nachbarschaftsbeziehungen aufbauen

- Der Prozess, den Router verwenden, um Adjacency in einem Multiaccess-Netzwerk einzurichten:

1	Down to Init State	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wenn OSPFv2 auf der Schnittstelle aktiviert ist, wechselt R1 von Down zu Init und beginnt mit dem Senden von OSPFv2-Hellos aus der Schnittstelle, um Nachbarn zu ermitteln.</li> </ul>
2	Init State	<ul style="list-style-type: none"> <li>Wenn R2 ein Hello von dem zuvor unbekanntem Router R1 erhält, fügt er die Router-ID von R1 zur Neighbor Table hinzu und antwortet mit einem Hello-Paket, das seine eigene Router-ID enthält.</li> </ul>
3	Two-Way State	<ul style="list-style-type: none"> <li>R1 empfängt das Hello von R2 und stellt fest, dass die Nachricht die R1-Router-ID in der Neighbor Table von R2 enthält. R1 fügt die Router-ID von R2 zur Neighbor Table hinzu und wechselt in den bidirektionalen Status.</li> <li>Wenn R1 und R2 mit einer Punkt-zu-Punkt-Verbindung verbunden sind, gehen sie in ExStart über</li> <li>Wenn R1 und R2 über ein gemeinsames Ethernet-Netzwerk verbunden sind, erfolgt die DR/BDR-Wahl.</li> </ul>
4	Elect the DR & BDR	<ul style="list-style-type: none"> <li>Die DR- und BDR-Wahl erfolgt, wobei der Router mit der höchsten Router-ID oder der höchsten Priorität als DR ausgewählt wird und der BDR die zweithöchste ist</li> </ul>

## Nachbarschaftsbeziehungen aufbauen

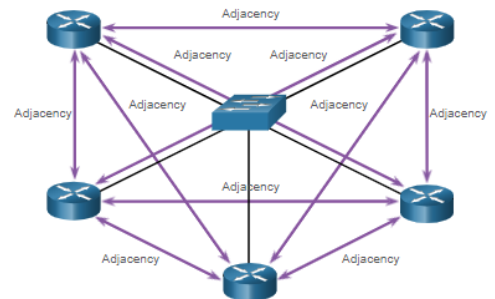


25

## Warum ein DR?

Multiaccess-Netzwerke können für OSPF zwei **Herausforderungen** in Bezug auf die Überflutung von LSAs mit sich bringen:

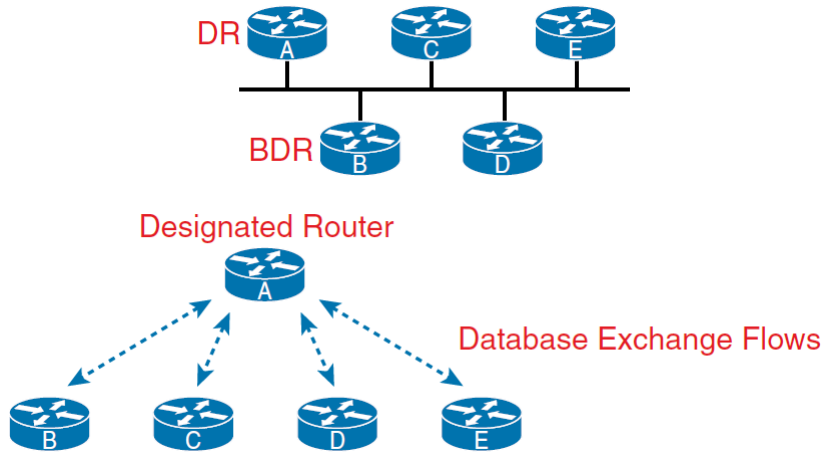
- **Schaffung vieler Adjacencies** - Ethernet-Netzwerke könnten viele OSPF-Router über eine gemeinsame Verbindung miteinander verbinden. Das Erstellen von Adjacencies mit jedem Router würde zu einer übermäßigen Anzahl von LSAs führen, die zwischen Routern im selben Netzwerk ausgetauscht werden.
- **Überflutung mit LSAs** - Link-State-Router fluten ihre LSAs jedes Mal, wenn OSPF initialisiert wird oder wenn sich die Topologie ändert. Dieses überschwemmen könnte exzessiv werden.



- Number of Adjacencies =  $n(n - 1) / 2$
- $n$  = number of routers
- Example:  $5(5 - 1) / 2 = 10$  adjacencies

26

## Warum ein DR?



27

## LSA Flut mit einem DR

- Eine Erhöhung der Anzahl von Routern in einem Multiaccess-Netzwerk erhöht auch die Anzahl der LSAs, die zwischen den Routern ausgetauscht werden. Diese Flut von LSAs hat erhebliche Auswirkungen auf den Betrieb von OSPF.
- Wenn jeder Router in einem Multiaccess-Netzwerk alle empfangenen LSAs fluten und an alle anderen Router in demselben Multiaccess-Netzwerk bestätigen müsste, würde der Netzwerkverkehr ziemlich chaotisch werden.
- In Multiaccess-Netzwerken wählt OSPF eine **DR als Sammel- und Verteilungspunkt** für gesendete und empfangene LSAs aus. Es wird auch ein **BDR gewählt, falls der DR ausfällt**. Alle anderen Router werden zu DROTHERS. **Ein DROTHER ist ein Router, der weder der DR noch der BDR ist.**
- Hinweis: Der DR wird nur für die Verbreitung von LSAs verwendet. Der Router verwendet weiterhin den besten Next-Hop-Router, der in der Routing-Tabelle für die Weiterleitung aller anderen Pakete angegeben ist.

28

# 04

## OSPF Konfiguration

Copyright 2025 / Berndt Sevik 29

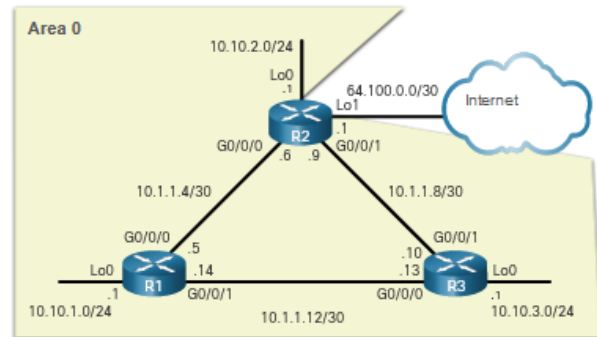
29

## Basiskonfiguration

30

## Referenztopologie

- Die Abbildung zeigt die Topologie, die für die Konfiguration von OSPFv2 in diesem Modul verwendet wird.
- Die Router in der Topologie verfügen über eine Startkonfiguration, einschließlich Schnittstellenadressen.
- Derzeit ist auf keinem der Router statisches Routing oder dynamisches Routing konfiguriert.
- Alle Schnittstellen auf R1, R2 und R3 (mit Ausnahme des Loopbacks 1 auf R2) befinden sich innerhalb des OSPF-Backbone-Bereichs.
- Der ISP-Router wird als Gateway zum Internet der Routingdomäne verwendet.



31

## Router Konfigurationsmodus für OSPF

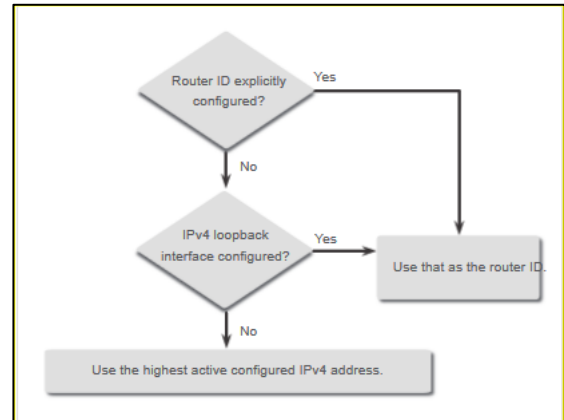
- OSPFv2 wird mit dem Befehl **router ospf process-id** im Global Configuration Mode aktiviert. Der Wert process-id stellt eine Zahl zwischen 1 und 65.535 dar und wird vom Netzwerkadministrator ausgewählt. Der process-id-Wert ist lokal signifikant. Es gilt als bewährte Methode, auf allen OSPF-Routern dieselbe Prozess-ID zu verwenden.

```
R1 (config)# router ospf 10
R1 (config-router)# ?
  area                OSPF area parameters
  auto-cost           Calculate OSPF interface cost according to bandwidth
  default-information Control distribution of default information
  distance            Define an administrative distance
  exit                Exit from routing protocol configuration mode
  log-adjacency-changes Log changes in adjacency state
  neighbor            Specify a neighbor router
  network             Enable routing on an IP network
  no                  Negate a command or set its defaults
  passive-interface  Suppress routing updates on an interface
  redistribute        Redistribute information from another routing protocol
  router-id           router-id for this OSPF process
R1 (config-router)#
```

32

## RouterID

- Cisco Router leiten die Router-ID basierend auf einem von drei Kriterien in der folgenden bevorzugten Reihenfolge ab:
- Die Router-ID wird explizit mit dem Befehl OSPF **router-id rid** (Router Configuration Mode) konfiguriert. Dies ist die empfohlene Methode zum Zuweisen einer Router-ID.
- Der Router wählt die höchste IPv4-Adresse aller konfigurierten Loopback-Schnittstellen.
- Der Router wählt die höchste aktive IPv4-Adresse aller seiner physischen Schnittstellen.



33

## Loopback Interface als RouterID

- Anstatt sich auf eine physische Schnittstelle zu verlassen, kann die Router-ID einer Loopback-Schnittstelle zugewiesen werden. In der Regel sollte die IPv4-Adresse für diesen Typ von Loopback-Schnittstelle mit einer 32-Bit-Subnetzmaske (255.255.255.255) konfiguriert werden. Dadurch wird effektiv eine Hostroute erstellt. Eine 32-Bit-Hostroute wird nicht als Route zu anderen OSPF-Routern weitergeleitet.
- OSPF muss auf einer Schnittstelle nicht aktiviert sein, damit diese Schnittstelle als Router-ID ausgewählt werden kann.

```

R1(config-if)# interface Loopback 1
R1(config-if)# ip address 1.1.1.1 255.255.255.255
R1(config-if)# end
R1# show ip protocols | include Router ID
  Router ID 1.1.1.1
R1#
  
```

34

## RouterID explizit konfigurieren

- In unserer Referenztopologie wird die Router-ID für jeden Router wie folgt zugewiesen:
- R1 verwendet die Router-ID 1.1.1.1
- R2 verwendet die Router-ID 2.2.2.2
- R3 verwendet die Router-ID 3.3.3.3
- Verwenden Sie den Befehl **router-id rid** (Router configuration mode), um manuell eine Router-ID zuzuweisen. Im Beispiel wird R1 die Router-ID 1.1.1.1 zugewiesen. Verwenden Sie den Befehl **show ip protocols**, um die Router-ID zu überprüfen.

```
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# router-id 1.1.1.1
R1(config-router)# end
*May 23 19:33:42.689: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1# show ip protocols | include Router ID
    Router ID 1.1.1.1
R1#
```

## RouterID verändern

- Nachdem ein Router eine Router-ID ausgewählt hat, lässt ein aktiver OSPF-Router nicht zu, dass die Router-ID geändert wird, bis der Router neu geladen oder der OSPF-Prozess zurückgesetzt wird.
- Das Löschen des OSPF-Prozesses ist die bevorzugte Methode zum Zurücksetzen der Router-ID.

```
R1# show ip protocols | include Router ID
    Router ID 10.10.1.1
R1# conf t
Enter configuration commands, one per line. End with CNTL/Z.
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# router-id 1.1.1.1
% OSPF: Reload or use "clear ip ospf process" command, for this to take effect
R1(config-router)# end
R1# clear ip ospf process
Reset ALL OSPF processes? [no]: y
*Jun 6 01:09:46.975: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 3.3.3.3 on GigabitEthernet0/0/1 from FULL to DOWN,
Neighbor Down: Interface down or detached
*Jun 6 01:09:46.981: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 3.3.3.3 on GigabitEthernet0/0/1 from LOADING to FULL,
Loading Done *
R1# show ip protocols | include Router ID
    Router ID 1.1.1.1
R1#
```

# Point-to-Point

37

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

## RouterID verändern

- Sie können die **Schnittstellen angeben, die zu einem Punkt-zu-Punkt-Netzwerk gehören**, indem Sie den Netzwerkbefehl konfigurieren. Sie können OSPF auch direkt auf der Schnittstelle mit dem Befehl `ip ospf` konfigurieren.
- Die grundlegende Syntax für den Netzwerkbefehl lautet wie folgt:

```
Router(config-router)# network network-address wildcard-mask area area-id
```

- Die Syntax einer Wildcard Maske für Netzwerkadressen wird verwendet, um OSPF auf Schnittstellen zu aktivieren. Alle Schnittstellen auf einem Router, die diesem Teil des Befehls entsprechen, sind für das Senden und Empfangen von OSPF-Paketen aktiviert.

38

## RouterID verändern

- Die **Wildcard Maske** ist in der Regel die Kehrseite der Subnetzmaske, die auf dieser Schnittstelle konfiguriert ist.
- Die einfachste Methode zum Berechnen einer Wildcard Maske besteht darin, die Netzwerk-Subnetzmaske von 255.255.255.255 zu subtrahieren, wie für die Subnetzmasken /24 und /26 in der Abbildung rechts dargestellt.

### Calculating a Wildcard Mask for /24

Subnet Mask	255.255.255.255
	- 255.255.255.255
Wildcard Mask	000.000.000.255

### Calculating a Wildcard Mask for /26

Subnet Mask	255.255.255.255
	- 255.255.255.255
Wildcard Mask	000.000.000.255

## OSPF mit dem Netzwerk Kommando konfigurieren

- Im Router Configuration Mode gibt es zwei Möglichkeiten, die Schnittstellen zu identifizieren, die am OSPFv2-Routingprozess teilnehmen.
- Im ersten Beispiel identifiziert die Platzhaltermaske die Schnittstelle anhand der Netzwerkadressen. Jede aktive Schnittstelle, die mit einer IPv4-Adresse konfiguriert ist, die zu diesem Netzwerk gehört, nimmt am OSPFv2-Routingprozess teil.
- Hinweis: Bei einigen IOS-Versionen kann die Subnetzmaske anstelle der Wildcard Maske eingegeben werden. Das IOS konvertiert dann die Subnetzmaske in das Format einer Wildcard Maske.

```
R1 (config)# router ospf 10
R1 (config-router)# network 10.10.1.0 0.0.0.255 area 0
R1 (config-router)# network 10.1.1.4 0.0.0.3 area 0
R1 (config-router)# network 10.1.1.12 0.0.0.3 area 0
R1 (config-router)#
```

## OSPF mit dem Netzwerk Kommando konfigurieren

- Alternativ kann OSPFv2 aktiviert werden, indem die genaue IPv4-Adresse der Schnittstelle mit einer Wildcard Maske angegeben wird. Wenn Sie das Netzwerk 10.1.1.5 0.0.0.0 area 0 auf R1 eingeben, wird der Router angewiesen, die Schnittstelle Gigabit Ethernet 0/0/0 für den Routing-Prozess zu aktivieren.
- Der Vorteil der Angabe der Schnittstelle besteht darin, dass die Berechnung der Wildcard Maske nicht erforderlich ist. Beachten Sie, dass das Argument area in allen Fällen den Bereich 0 angibt.

```
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# network 10.10.1.1 0.0.0.0 area 0
R1(config-router)# network 10.1.1.5 0.0.0.0 area 0
R1(config-router)# network 10.1.1.14 0.0.0.0 area 0
R1(config-router)#
```

## Konfiguriere OSPF mittels ip ospf Kommando

- Um OSPF direkt auf der Schnittstelle zu konfigurieren, verwenden Sie den Befehl ip ospf interface configuration mode. Die Syntax lautet wie folgt:

Router(config-if)# ip ospf process-id area area-id

- Entfernen Sie die Netzwerkbefehle mit der **no**-Form des Befehls. Gehen Sie dann zu jeder Schnittstelle und konfigurieren Sie den Befehl ip ospf

```
R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# no network 10.10.1.1 0.0.0.0 area 0
R1(config-router)# no network 10.1.1.5 0.0.0.0 area 0
R1(config-router)# no network 10.1.1.14 0.0.0.0 area 0
R1(config-router)# interface GigabitEthernet 0/0/0
R1(config-if)# ip ospf 10 area 0
R1(config-if)# interface GigabitEthernet 0/0/1
R1(config-if)# ip ospf 10 area 0
R1(config-if)# interface Loopback 0
R1(config-if)# ip ospf 10 area 0
R1(config-if)#
```

## Passives Interface

Standardmäßig werden OSPF-Nachrichten an alle OSPF-fähigen Schnittstellen weitergeleitet. Die Nachrichten müssen jedoch nur an Schnittstellen gesendet werden, die eine Verbindung zu anderen OSPF-fähigen Routern herstellen.

Das Versenden nicht benötigter Nachrichten in einem LAN wirkt sich auf drei Arten auf das Netzwerk aus:

- **Ineffiziente Nutzung der Bandbreite** - Die verfügbare Bandbreite wird für den Transport unnötiger Nachrichten verbraucht.
- **Ineffiziente Nutzung von Ressourcen** - Alle Geräte im LAN müssen die Nachricht verarbeiten und schließlich verwerfen.
- **Erhöhtes Sicherheitsrisiko** - Ohne zusätzliche OSPF-Sicherheitskonfigurationen können OSPF-Nachrichten mit Paket-Sniffing-Software abgefangen werden. Routing-Updates können geändert und an den Router zurückgesendet werden, wodurch die Routing-Tabelle mit falschen Metriken beschädigt wird, die den Datenverkehr in die Irre führen.

## Passives Interface konfigurieren

- Verwenden Sie den Befehl **passive-interface** (Router Configuration Mode), um die Übertragung von Routingnachrichten über eine Routerschnittstelle zu verhindern, aber dennoch zuzulassen, dass dieses Netzwerk anderen Routern angekündigt wird.
- Der Befehl **show ip protocols** wird dann verwendet, um zu überprüfen, ob die Schnittstelle als passiv aufgeführt ist.

```

R1(config)# router ospf 10
R1(config-router)# passive-interface loopback 0
R1(config-router)# end
R1#
*May 23 20:24:39.309: %SYS-5-CONFIG_I: Configured from console by console
R1# show ip protocols
*** IP Routing is NSF aware ***
(output omitted)
Routing Protocol is "ospf 10"
  Outgoing update filter list for all interfaces is not set
  Incoming update filter list for all interfaces is not set
  Router ID 1.1.1.1
  Number of areas in this router is 1. 1 normal 0 stub 0 nssa
  Maximum path: 4
  Routing for Networks:
  Routing on Interfaces Configured Explicitly (Area 0):
    Loopback0
    GigabitEthernet0/0/1
    GigabitEthernet0/0/0
  Passive Interface(s):
    Loopback0
  Routing Information Sources:
    Gateway         Distance      Last Update
    3.3.3.3          110          01:01:48
    2.2.2.2          110          01:01:38
  Distance: (default is 110)
R1#

```

## OSPF Point-to-Point Networks

- Standardmäßig wählen Cisco Router DR und BDR an Ethernet-Schnittstellen, auch wenn sich nur ein anderes Gerät auf der Verbindung befindet.
- Sie können dies mit dem Befehl **show ip ospf interface** überprüfen. Der DR/BDR-Auswahlprozess ist nicht erforderlich, da sich zwischen R1 und R2 nur zwei Router im Punkt-zu-Punkt-Netzwerk befinden können. Beachten Sie in der Ausgabe, dass der Router den Netzwerktyp als BROADCAST festgelegt hat.

```
R1# show ip ospf interface GigabitEthernet 0/0/0
GigabitEthernet0/0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 10.1.1.5/30, Area 0, Attached via Interface Enable
Process ID 10, Router ID 1.1.1.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
  0                1         no            no            Base
Enabled by interface config, including secondary ip addresses
Transmit Delay is 1 sec, State BDR, Priority 1
Designated Router (ID) 2.2.2.2, Interface address 10.1.1.6
Backup Designated router (ID) 1.1.1.1, Interface address 10.1.1.5
Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
 oob-resync timeout 40
```

## OSPF Point-to-Point Networks

- Um dies in ein Punkt-zu-Punkt-Netzwerk zu ändern, verwenden Sie den Schnittstellenkonfigurationsbefehl **ip ospf network point-to-point** auf allen Schnittstellen, an denen Sie den DR/BDR-Auswahlprozess deaktivieren möchten.

```
R1 (config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
R1 (config-if)# ip ospf network point-to-point
*Jun 6 00:44:05.208: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 2.2.2.2 on GigabitEthernet0/0/0 from FULL to DOWN, Neighbor Down: Interface down or detached
*Jun 6 00:44:05.211: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 2.2.2.2 on GigabitEthernet0/0/0 from LOADING to FULL, Loading Done
R1 (config-if)# end
R1# show ip ospf interface GigabitEthernet 0/0/0
GigabitEthernet0/0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 10.1.1.5/30, Area 0, Attached via Interface Enable
Process ID 10, Router ID 1.1.1.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 1
Topology-MTID      Cost      Disabled      Shutdown      Topology Name
```

## Loopbacks und Point-to-Point Networks

- Verwenden Sie Loopbacks, um zusätzliche Schnittstellen für eine Vielzahl von Zwecken bereitzustellen. Standardmäßig werden Loopback-Schnittstellen als /32-Hostrouten angekündigt.
- Um ein echtes LAN zu simulieren, kann die Loopback-Schnittstelle als Punkt-zu-Punkt-Netzwerk konfiguriert werden, um das gesamte Netzwerk anzukündigen.
- Was R2 sieht, wenn R1 die Loopback-Schnittstelle unverändert ankündigt:

```
R2# show ip route | include 10.10.1
O      10.10.1.1/32 [110/2] via 10.1.1.5, 00:03:05, GigabitEthernet0/0/0
```

- Konfigurationsänderung auf R1

```
R1(config-if)# interface Loopback 0
R1(config-if)# ip ospf network point-to-point
```

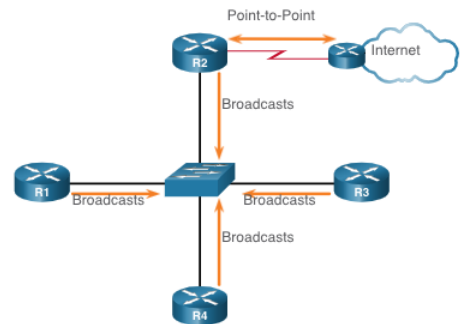
- Ergebnis auf R2

```
R2# show ip route | include 10.10.1
O      10.10.1.0/24 [110/2] via 10.1.1.5, 00:03:05, GigabitEthernet0/0/0
```

# Multiaccess

## OSPF Netzwerktypen

- Ein weiterer Netzwerktyp, der OSPF verwendet, ist das OSPF-Netzwerk mit mehreren Zugriffen. Multiaccess-OSPF-Netzwerke sind insofern einzigartig, als ein Router die Verteilung von LSAs steuert.
- Der Router, der für diese Rolle ausgewählt wird, sollte vom Netzwerkadministrator durch die richtige Konfiguration bestimmt werden.

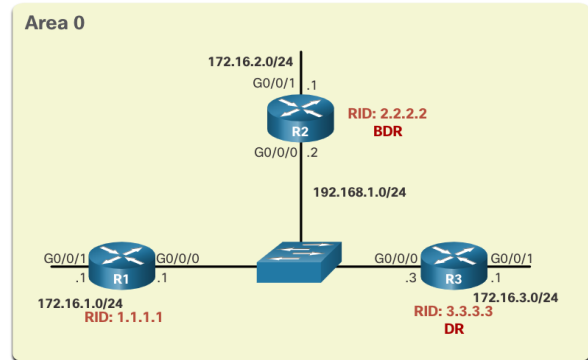


## OSPF Designated Router

- In Multiaccess-Netzwerken wählt OSPF einen **DR** und **BDR**. Der DR ist für das Sammeln und Verteilen der gesendeten und empfangenen LSAs verantwortlich. Der DR verwendet die Multicast-IPv4-Adresse 224.0.0.5, die für alle OSPF-Router gedacht ist.
- Es wird auch ein BDR gewählt, falls der DR ausfällt. Der **BDR** hört passiv zu und unterhält eine Beziehung zu allen Routern. Wenn der DR keine Hello-Pakete mehr erzeugt, stuft sich der BDR selbst hoch und übernimmt die Rolle des DR.
- Alle anderen Router werden zu einem **DROTHER** (einem Router, der weder der DR noch der BDR ist). DROTHERs verwenden die Multiaccess-Adresse 224.0.0.6 (alle designierten Router), um OSPF-Pakete an DR und BDR zu senden. Nur der DR und BDR lauschen auf 224.0.0.6.

## OSPF Multiaccess Referenztopologie

- In der gezeigten Multiaccess-Topologie gibt es drei Router, die über ein gemeinsames Ethernet-Multiaccess-Netzwerk verbunden sind, 192.168.1.0/24.
- Da die Router über ein gemeinsames Multiaccess-Netzwerk verbunden sind, hat OSPF automatisch eine DR und BDR ausgewählt. R3 wurde als DR ausgewählt, da seine Router-ID 3.3.3.3 ist, was die höchste in diesem Netzwerk ist.
- R2 ist der BDR, da er die zweithöchste Router-ID im Netzwerk hat.



51

## Router Rollen überprüfen

- Um die Rollen des OSPFv2-Routers zu überprüfen, verwenden Sie den Befehl `show ip ospf interface`.
- Die von R1 generierte Ausgabe bestätigt, dass Folgendes:
  - R1 ist nicht der DR oder BDR, sondern ein DROTHER mit der Standardpriorität 1. (Zeile 7)
  - Der DR ist R3 mit der Router-ID 3.3.3.3 an der IPv4-Adresse 192.168.1.3, während der BDR R2 mit der Router-ID 2.2.2.2 an der IPv4-Adresse 192.168.1.2 ist. (Zeilen 8 und 9)
  - R1 hat zwei Nachbarn: eine mit dem BDR und eine mit der DR. (Zeilen 20-22)

```
R1# show ip ospf interface GigabitEthernet 0/0/0
GigabitEthernet0/0/0 is up, line protocol is up
Internet Address 192.168.1.1/24, Area 0, Attached via Interface Enable
Process ID 10, Router ID 1.1.1.1, Network Type BROADCAST, Cost: 1
(output omitted)
Transmit Delay is 1 sec, State DROTHER, Priority 1
Designated Router (ID) 3.3.3.3, Interface address 192.168.1.3
Backup Designated router (ID) 2.2.2.2, Interface address 192.168.1.2
(output omitted)
Neighbor Count is 2, Adjacent neighbor count is 2
Adjacent with neighbor 2.2.2.2 (Backup Designated Router)
Adjacent with neighbor 3.3.3.3 (Designated Router)
Suppress hello for 0 neighbor(s)
R1#
```

52

## Überprüfe BR/BDR Adjacencies

- Um die OSPFv2-Adjacencies zu überprüfen, verwenden Sie den Befehl **show ip ospf neighbor**. Der Status von Nachbarn in Multiaccess-Netzwerken kann wie folgt aussehen:
- FULL/DROTHER** - Hierbei handelt es sich um einen DR- oder BDR-Router, der vollständig an einen Nicht-DR- oder BDR-Router angrenzt. Diese beiden Nachbarn können Hello-Pakete, Updates, Abfragen, Antworten und Bestätigungen austauschen.
- FULL/DR** - Der Router grenzt vollständig an den angegebenen DR-Nachbarn. Diese beiden Nachbarn können Hello-Pakete, Updates, Abfragen, Antworten und Bestätigungen austauschen.
- FULL/BDR** - Der Router grenzt vollständig an den angegebenen BDR-Nachbarn. Diese beiden Nachbarn können Hello-Pakete, Updates, Abfragen, Antworten und Bestätigungen austauschen.
- 2-WAY/DROTHER** - Der Nicht-DR- oder BDR-Router hat eine Nachbarbeziehung mit einem anderen Nicht-DR- oder BDR-Router. Diese beiden Nachbarn tauschen Hello-Pakete aus.
- Der Normalzustand für einen OSPF-Router ist in der Regel FULL. Wenn ein Router in einem anderen Zustand feststeckt, ist dies ein Hinweis darauf, dass es Probleme bei der Bildung von Adjacencies gibt. Die einzige Ausnahme ist der 2-Way-Zustand, der in einem Multiaccess-Broadcast-Netzwerk normal ist.

## Überprüfe BR/BDR Adjacencies

- Die von R2 generierte Ausgabe bestätigt, dass R2 über Adjacencies mit den folgenden Routern verfügt:
- R1 mit der Router-ID 1.1.1.1 befindet sich im Status Full und R1 ist weder der DR noch der BDR.
- R3 mit der Router-ID 3.3.3.3 befindet sich im Status Full und die Rolle von R3 ist DR.

```
R2# show ip ospf neighbor
Neighbor ID      Pri   State           Dead Time           Address             Interface
1.1.1.1          1     FULL/DROTHER    00:00:31           192.168.1.1        GigabitEthernet0/0/0
3.3.3.3          1     FULL/DR         00:00:34           192.168.1.3        GigabitEthernet0/0/0 R2#
```

## Standard DR/BDR Wahl

Die Wahl von OSPF DR und BDR basiert auf den folgenden Kriterien in sequenzieller Reihenfolge:

- Die Router im Netzwerk wählen den Router mit der höchsten Schnittstellenpriorität als DR. Der Router mit der zweithöchsten Schnittstellenpriorität wird zum BDR.
- Die Priorität kann auf eine beliebige Zahl zwischen 0 und 255 konfiguriert werden.
- Wenn der Wert für die Schnittstellenpriorität auf 0 festgelegt ist, kann diese Schnittstelle weder als DR noch als BDR ausgewählt werden.
- Die Standardpriorität von Multiaccess-Broadcast-Schnittstellen ist 1.
- Wenn die Schnittstellenprioritäten gleich sind, wird der Router mit der höchsten Router-ID zum DR gewählt. Der Router mit der zweithöchsten Router-ID ist der BDR.
- Der Auswahlprozess findet statt, wenn der erste Router mit einer OSPF-fähigen Schnittstelle im Netzwerk aktiv ist. Wenn nicht alle Router im Netzwerk den Bootvorgang abgeschlossen haben, ist es möglich, dass ein Router mit einer niedrigeren Router-ID zum DR wird.
- Das Hinzufügen eines neuen Routers löst keinen neuen Auswahlprozess aus.

## DR Fehler und Wiederherstellung

Nachdem der DR gewählt wurde, bleibt er der DR, bis eines der folgenden Ereignisse eintritt:

- der DR wird fehlerhaft
- der OSPF-Prozess auf der DR hat einen Fehler oder wird gestoppt.
- die Multiaccess-Schnittstelle auf dem DR fällt aus oder wird heruntergefahren.
- Wenn der DR in einen Fehler läuft, wird der BDR automatisch auf einen DR heraufgestuft. Dies ist auch dann der Fall, wenn dem Netzwerk nach der ersten DR/BDR-Wahl ein anderer DROTHER mit höherer Priorität oder Router-ID hinzugefügt wird. Nachdem ein BDR jedoch zu einem DR heraufgestuft wurde, erfolgt eine neue BDR-Wahl, und der DROTHER mit der höchsten Priorität oder Router-ID wird als neuer BDR ausgewählt.

## Ip ospf priority Kommando

- Wenn die Schnittstellenprioritäten auf allen Routern gleich sind, wird der Router mit der höchsten Router-ID zum DR gewählt.
- Anstatt sich auf die Router-ID zu verlassen, ist es besser, die Wahl durch das Festlegen von Schnittstellenprioritäten zu steuern. Dies ermöglicht es auch, dass ein Router in einem Netzwerk der DR und in einem anderen Netzwerk ein DROTHER ist.
- Um die Priorität einer Schnittstelle festzulegen, verwenden Sie den Befehl `ip ospf priority value`, wobei der Wert 0 bis 255 ist.
- **Ein Wert von 0 wird nicht zu einem DR oder BDR.**
- **Ein Wert von 1 bis 255 auf der Schnittstelle erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass der Router zum DR oder BDR wird.**

## OSPF Priorität konfigurieren

- Das Beispiel zeigt die Befehle, die verwendet werden, um die Priorität der R1 G0/0/0-Schnittstelle von 1 auf 255 zu ändern und dann den OSPF-Prozess zurückzusetzen.

```
R1(config)# interface GigabitEthernet 0/0/0
R1(config-if)# ip ospf priority 255
R1(config-if)# end
R1# clear ip ospf process
Reset ALL OSPF processes? [no]: y
R1# *Jun 5 03:47:41.563: %OSPF-5-ADJCHG: Process 10, Nbr 2.2.2.2 on GigabitEthernet0/0/0 from FULL to DOWN,
Neighbor Down: Interface down or detached
```

# Modifizieren

59

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

## OSPF Cost Metrik

- Routing-Protokolle verwenden eine Metrik, um den besten Pfad eines Pakets über ein Netzwerk zu bestimmen. OSPF verwendet die Kosten als Metrik. Niedrigere Kosten deuten auf einen besseren Weg hin.
- Die Cisco-Kosten einer Schnittstelle sind umgekehrt proportional zur Bandbreite der Schnittstelle. Daher bedeutet eine höhere Bandbreite niedrigere Kosten. Die Formel, die zur Berechnung der OSPF-Kosten verwendet wird, lautet:

$$\text{Cost} = \text{Referenzbandbreite} / \text{Schnittstellenbandbreite}$$

- Die Standardreferenzbandbreite beträgt 108 (100.000.000). Daher lautet die Formel:

$$\text{Cost} = 100.000.000 \text{ bps} / \text{Schnittstellenbandbreite in bps}$$

- Da der OSPF-Kostenwert eine ganze Zahl sein muss, teilen sich FastEthernet-, Gigabit-Ethernet- und 10-GigE-Schnittstellen die gleichen Kosten. Um diese Situation zu korrigieren, haben Sie folgende Möglichkeiten:
- Passen Sie die Referenzbandbreite mit dem Befehl `auto-cost reference-bandwidth` auf jedem OSPF-Router an.
- Legen Sie den OSPF-Kostenwert manuell mit dem Befehl `ip ospf cost` auf den erforderlichen Schnittstellen fest.

60

## OSPF Cost Metrik

Interface Type	Reference Bandwidth in bps		Default Bandwidth in bps	Cost
<b>10 Gigabit Ethernet</b> 10 Gbps	100,000,000	÷	10,000,000,000	0.01 = 1
<b>Gigabit Ethernet</b> 1 Gbps	100,000,000	÷	1,000,000,000	0.1 = 1
<b>Fast Ethernet</b> 100 Mbps	100,000,000	÷	100,000,000	1
<b>Ethernet</b> 10 Mbps	100,000,000	÷	10,000,000	1

Same Costs due to reference bandwidth

## Die Referenzbandbreite anpassen

- Der Kostenwert muss eine ganze Zahl sein. Wenn etwas kleiner als eine ganze Zahl berechnet wird, wird bei OSPF auf die nächste ganze Zahl aufgerundet. Daher entsprechen die OSPF-Kosten, die einer Gigabit-Ethernet-Schnittstelle mit der Standardreferenzbandbreite von 100.000.000 Bit/s zugewiesen sind, 1, da die nächste ganze Zahl für 0,1 0 statt 1 ist.

$$\text{Cost} = 100.000.000 \text{ Basispunkte} / 1.000.000.000 = 1$$

- Aus diesem Grund haben alle Schnittstellen, die schneller als Fast Ethernet sind, den gleichen Kostenwert von 1 wie eine Fast Ethernet-Schnittstelle.
- Um OSPF bei der korrekten Pfadbestimmung zu unterstützen, muss die Referenzbandbreite auf einen höheren Wert geändert werden, um Netzwerke mit Verbindungen zu unterstützen, die schneller als 100 Mbit/s sind.

## Die Referenzbandbreite anpassen

- Das Ändern der Referenzbandbreite wirkt sich nicht wirklich auf die Bandbreitenkapazität auf der Verbindung aus. Vielmehr wirkt es sich lediglich auf die Berechnung aus, die zur Bestimmung der Metrik verwendet wird.
- Um die Referenzbandbreite anzupassen, verwenden Sie den Befehl `auto-cost reference-bandwidth Mbps` (Router Configuration).
- Dieser Befehl muss auf jedem Router in der OSPF-Domäne konfiguriert werden.
- Beachten Sie, dass der Wert im Befehl in Mbit/s ausgedrückt wird.** Um die Kosten für **Gigabit Ethernet** anzupassen, verwenden Sie daher den **Befehl `auto-cost reference-bandwidth 1000`**. Verwenden Sie für 10-Gigabit-Ethernet den Befehl `auto-cost reference-bandwidth 10000`.
- Um zur Standardreferenzbandbreite zurückzukehren, verwenden Sie den Befehl `auto-cost reference-bandwidth 100`.
- Eine andere Möglichkeit besteht darin, die Kosten für eine bestimmte Schnittstelle mit dem Befehl `ip ospf cost cost` zu ändern.

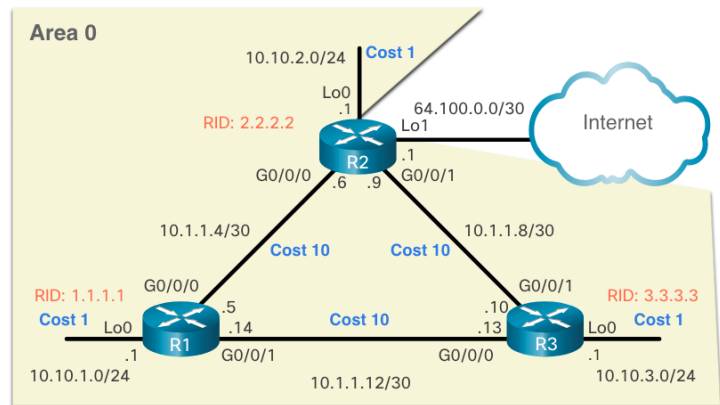
## Die Referenzbandbreite anpassen

- Unabhängig davon, welche Methode verwendet wird, ist es wichtig, die Konfiguration auf alle Router in der OSPF-Routingdomäne anzuwenden.
- Die Tabelle zeigt die OSPF-Kosten, wenn die Referenzbandbreite für 10-Gigabit-Ethernet-Verbindungen angepasst wird. Die Referenzbandbreite sollte immer dann angepasst werden, wenn Verbindungen schneller als FastEthernet (100 Mbit/s) sind.
- Verwenden Sie den Befehl `show ip ospf interface`, um die aktuellen OSPFv2-Kosten zu überprüfen, die der Schnittstelle zugewiesen sind.

Interface Type	Reference Bandwidth in bps		Default Bandwidth in bps	Cost
10 Gigabit Ethernet 10 Gbps	10,000,000,000	÷	10,000,000,000	1
Gigabit Ethernet 1 Gbps	10,000,000,000	÷	1,000,000,000	10
Fast Ethernet 100 Mbps	10,000,000,000	÷	100,000,000	100
Ethernet 10 Mbps	10,000,000,000	÷	10,000,000	1000

## OSPF akkumulierte Kosten

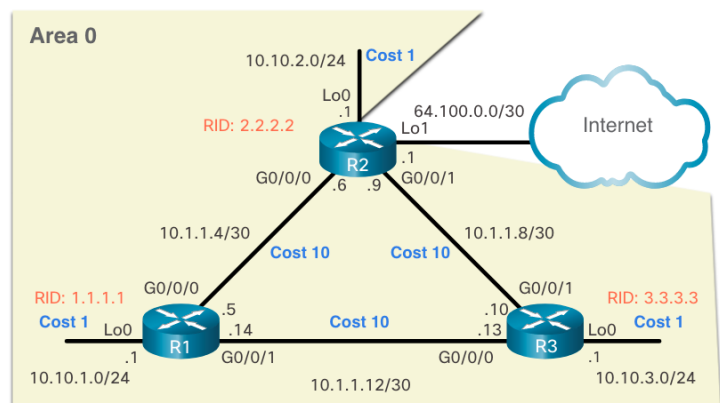
- Die Kosten einer OSPF-Route sind der kumulierte Wert von einem Router zum Zielnetzwerk.
- Unter der Annahme, dass der Befehl `auto-cost reference-bandwidth 10000` auf allen drei Routern konfiguriert wurde, betragen die Kosten für die Verbindungen zwischen den einzelnen Routern jetzt 10.
- Die Loopback-Schnittstellen haben Standardkosten von 1.



65

## OSPF akkumulierte Kosten

- Sie können die Kosten für jeden Router berechnen, um jedes Netzwerk zu erreichen.
- Die Gesamtkosten für R1 zum Erreichen des Netzwerks 10.10.2.0/24 betragen beispielsweise 11. Dies liegt daran, dass die Kosten für die Verknüpfung mit R2 = 10 und die Standardkosten für den Loopback = 1 sind.  $10 + 1 = 11$ .
- Sie können dies mit dem Befehl `show ip route` überprüfen.



66

## Akumulierte Kosten überprüfen

- Überprüfen der kumulierten Kosten für den Pfad zum Netzwerk 10.10.2.0/24:

```
R1# show ip route | include 10.10.2.0
O
  10.10.2.0/24 [110/11] via 10.1.1.6, 01:05:02, GigabitEthernet0/0/0
R1# show ip route 10.10.2.0
Routing entry for 10.10.2.0/24
  Known via "ospf 10", distance 110, metric 11, type intra area
  Last update from 10.1.1.6 on GigabitEthernet0/0/0, 01:05:13 ago
  Routing Descriptor Blocks:
  * 10.1.1.6, from 2.2.2.2, 01:05:13 ago, via GigabitEthernet0/0/0
    Route metric is 11, traffic share count is 1
R1#
```

## Akumulierte Kosten überprüfen

Gründe für das manuelle Festlegen des Kostenwerts sind:

- Der Administrator möchte möglicherweise die Pfadauswahl innerhalb von OSPF beeinflussen, wodurch andere Pfade ausgewählt werden, als dies normalerweise bei Standardkosten und Kostenakkumulation der Fall wäre.
- Verbindungen zu Geräten anderer Anbieter, die eine andere Formel zur Berechnung der OSPF-Kosten verwenden.
- Um den Kostenwert zu ändern, der vom lokalen OSPF-Router für andere OSPF-Router gemeldet wird, verwenden Sie den Schnittstellenkonfigurationsbefehl **ip ospf cost value**.

```
R1(config)# interface g0/0/1 R1(config-if)# ip ospf cost 30
R1(config-if)# interface lo0 R1(config-if)# ip ospf cost 10
R1(config-if)# end
R1#
```

## Failover zur Backup Route testen

Was passiert, wenn die Verbindung zwischen R1 und R2 ausfällt? Sie können dies simulieren, indem Sie die Gigabit Ethernet 0/0/0-Schnittstelle herunterfahren und überprüfen, ob die Routingtabelle aktualisiert wurde, um R3 als Next-Hop-Router zu verwenden. Beachten Sie, dass R1 jetzt das Netzwerk 10.1.1.4/30 über R3 mit einem Kostenwert von 50 erreichen kann.

```
R1# show ip route ospf | begin 10
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 8 subnets, 3 masks
O      10.1.1.4/30 [110/50] via 10.1.1.13, 00:00:14, GigabitEthernet0/0/1
O      10.1.1.8/30 [110/40] via 10.1.1.13, 00:00:14, GigabitEthernet0/0/1
O      10.10.2.0/24 [110/50] via 10.1.1.13, 00:00:14, GigabitEthernet0/0/1
O      10.10.3.0/24 [110/40] via 10.1.1.13, 00:00:14, GigabitEthernet0/0/1
R1#
```

## Intervall der Hello Pakete

- OSPFv2 Hello-Pakete werden **alle 10 Sekunden** an die **Multicast-Adresse 224.0.0.5** (alle OSPF-Router) übertragen. Dies ist der Standardwert für den Zeitgeber in Multiaccess- und Punkt-zu-Punkt-Netzwerken.
- **Hinweis: Hello-Pakete werden nicht an Schnittstellen gesendet, die durch den Befehl passive-interface auf passiv gesetzt wurden.**
- Das Dead-Intervall ist der Zeitraum, den der Router auf den Empfang eines Hello-Pakets wartet, bevor er den Nachbarn als inaktiv deklariert. Wenn das Dead Intervall abläuft, bevor die Router ein Hello-Paket empfangen, entfernt OSPF diesen Nachbarn aus seiner Link-State-Datenbank (LSDB). Der Router flutet die LSDB mit der Information über den Down-Nachbarn aus allen OSPF-fähigen Schnittstellen. Cisco verwendet standardmäßig das 4-fache des Hello-Intervalls. Dies sind 40 Sekunden in Multiaccess- und Punkt-zu-Punkt-Netzwerken.

## Hello Intervalle prüfen

- Die OSPF-Intervalle "Hello" und "Dead" können pro Schnittstelle konfiguriert werden.
- Die OSPF-Intervalle müssen übereinstimmen, sonst tritt keine Nachbar-Adjacency auf.
- Um die aktuell konfigurierten OSPFv2-Schnittstellenintervalle zu überprüfen, verwenden Sie den Befehl **show ip ospf interface**. Die Intervalle für Gigabit Ethernet 0/0/0 Hello und Dead sind auf die Standardintervalle von 10 Sekunden bzw. 40 Sekunden festgelegt.

```
R1# show ip ospf interface g0/0/0
GigabitEthernet0/0/0 is up, line protocol is up
 Internet Address 10.1.1.5/30, Area 0, Attached via Interface Enable
 Process ID 10, Router ID 1.1.1.1, Network Type POINT_TO_POINT, Cost: 10
 Topology-MTID      Cost      Disabled Shutdown Topology Name
 0                  10          no        no          Base
 Enabled by interface config, including secondary ip addresses
 Transmit Delay is 1 sec, State POINT_TO_POINT
 Timer intervals configured, Hello 10, Dead 40, Wait 40, Retransmit 5
 oob-resync timeout 40
 (output omitted)
```

## Hello Intervalle prüfen

- Verwenden Sie den Befehl **show ip ospf neighbor**, um zu sehen, wie die Totzeit von 40 Sekunden heruntergezählt wird. Standardmäßig wird dieser Wert alle 10 Sekunden aktualisiert, wenn R1 ein Hallo vom Nachbarn empfängt.

```
R1# show ip ospf neighbor
Neighbor ID      Pri   State   Dead Time   Address          Interface
3.3.3.3          0     FULL/-  00:00:35   10.1.1.13       GigabitEthernet0/0/1
2.2.2.2          0     FULL/-  00:00:31   10.1.1.6        GigabitEthernet0/0/0
R1#
```

## OSPF Intervalle anpassen

- Es kann wünschenswert sein, die OSPF-Timer so zu ändern, dass Router Netzwerkfehler in kürzerer Zeit erkennen. Auf diese Weise wird der Traffic erhöht, aber manchmal ist die Notwendigkeit einer schnellen Konvergenz wichtiger als der zusätzliche Traffic, der dadurch entsteht.
- Hinweis: Die standardmäßigen Hello- und Dead-Intervalle basieren auf Best Practices und sollten nur in seltenen Situationen geändert werden.
- OSPFv2-Hello- und Dead-Intervalle können mit den folgenden Befehlen für den Schnittstellenkonfigurationsmodus manuell geändert werden:

```
Router(config-if)# ip ospf hello-interval seconds  
Router(config-if)# ip ospf dead-interval seconds
```

# Default Route

## Default Route in OSPF weiterleiten

- Um eine Standardroute zu propagieren, muss der Edge-Router wie folgt konfiguriert werden:
- Eine **statische Standardroute mit dem Befehl `ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 [next-hop-address | exit-intf]`**.
- Der Befehl **default-information originate** (Router Configuration). Dadurch wird R2 angewiesen, die Quelle der Standardrouteninformationen zu sein und die statische Standardroute in OSPF-Updates weiterzugeben.
- Im Beispiel wird R2 mit einem Loopback konfiguriert, um eine Verbindung mit dem Internet zu simulieren. Eine Standardroute wird konfiguriert und an alle anderen OSPF-Router in der Routing-Domäne weitergegeben.
- Hinweis: Bei der Konfiguration statischer Routen empfiehlt es sich, die IP-Adresse des nächsten Hops zu verwenden. Beim Simulieren einer Verbindung mit dem Internet gibt es jedoch keine Next-Hop-IP-Adresse. Daher verwenden wir das Argument `exit-intf`.

```
R2(config)# interface lo1
R2(config-if)# ip address 64.100.0.1 255.255.255.252
R2(config-if)# exit
R2(config)# ip route 0.0.0.0 0.0.0.0 loopback 1
%Default route without gateway, if not a point-to-point interface, may impact performance
R2(config)# router ospf 10
R2(config-router)# default-information originate
R2(config-router)# end
R2#
```

## Verifizieren der Default Route

- Sie können die Standardrouteneinstellungen auf R2 mit dem Befehl **show ip route** überprüfen. Sie können auch überprüfen, ob R1 und R3 eine Standardroute erhalten haben.
- Beachten Sie, dass die Routenquelle auf R1 O\*E2 ist, was bedeutet, dass sie mit OSPFv2 gelernt wurde. Das Sternchen kennzeichnet dies als guten Kandidaten für die Standardroute. **Die E2-Bezeichnung kennzeichnet, dass es sich um eine externe Route handelt.**

```
R2# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is 0.0.0.0 to network 0.0.0.0
S*    0.0.0.0/0 is directly connected, Loopback1
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 9 subnets, 3 masks
(output omitted)
```

```
R1# show ip route | begin Gateway
Gateway of last resort is 10.1.1.6 to network 0.0.0.0
O*E2  0.0.0.0/0 [110/1] via 10.1.1.6, 00:11:08, GigabitEthernet0/0/0
      10.0.0.0/8 is variably subnetted, 9 subnets, 3 masks
(output omitted)
```