

Lösung 08: Routing, IPv6

Aufgabe 1: Hierarchisches Routing

- a) Es gibt hier nur einen Interdomain-Pfad nämlich: AS3-AS4. Deshalb lernt Router 1d als Beginn des Interdomain-Pfades den BGP Next-Hop 3a kennen und muss einen Weg zu diesem Interdomain Pfad über ein Intradomain Routingprotokoll (im konkreten Fall RIP) bestimmen. Als Interface wird I_1 bestimmt, da der Weg zum Next-Hop 3a direkt über 1a am kürzesten ist, also z.B. Beispiel kürzer als 1b-1a-1c.
- b) Im konkreten Fall haben beide AS-Pfade die gleiche Länge. Die Gateways bzw. BGP Next-Hops sind 3a bzw. 2a. Da der Next-Hop 2a von 1d schneller erreichbar ist als der Next-Hop 3a, wird nun als Ausgangs-Interface I_2 gewählt.
- c) Jetzt wird I_1 gewählt, da zunächst immer geschaut wird, welcher AS-Pfad kürzer ist.
- d) Nein, denn sonst würde AS3 als Transit-AS missbraucht werden.
- e) Beim Eintippen der IP Adresse stellt man fest, dass die FH Rosenheim keine eigene AS Nummer hat, sondern über das Deutsche Forschungsnetz (DFN) mit der AS Nummer AS1275 ans Internet angebunden ist.
- f) Aktuell sind am DE-CIX gut 1000 aktive ASe. Das heißt aber nicht, dass jedes Paar von ASe auch tatsächlich Daten austauschen. Durch BGP Routing Policies kann jedes AS explizit entscheiden, mit wem es Daten austauschen möchte. Ein IXP stellt nur eine Art Treffpunkt dar. Wer mit wem redet, kann frei entschieden werden. Manche ASe wie z.B. Verizon veröffentlichen explizit zu welchen Bedingungen sie Verkehr austauschen.

Aufgabe 2: IPv6

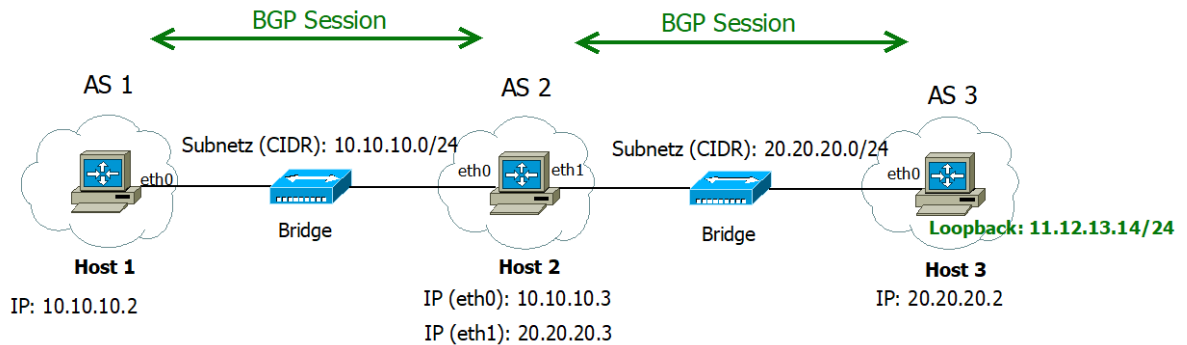
- a) Die kürzest mögliche Schreibweise lautet: 2001:19:ed00:1a::31. Führende Null-Ziffern können weggelassen werden. Ebenso kann einmal (!) in der IPv6 Adresse eine Sequenz von Null-Ziffern zu „::“ verkürzt werden.
- b) Es gibt 4 solcher /64 Blöcke. Sie lauten:
 - 2a02:810d:1300:ae8::/64
 - 2a02:810d:1300:ae9::/64
 - 2a02:810d:1300:aea::/64
 - 2a02:810d:1300:aeb::/64

Interessant ist eigentlich nur die letzte 16-Bit Gruppe ae8. Dieses lautet in voller Schreibweise 0a38. Binär geschrieben: 0000101000111000. Die letzten beiden Bits sind ursprünglich „frei“. Fixiert man diese auf 00, 01, 10 oder 11, erhält man die gewünschten /64 Blöcke.

- c) Die Hostanteil von Link-Local Adressen wird aus der MAC Adresse abgeleitet. Im konkreten Fall:
 - MAC: 08:00:27:41:CC:FE
 - FFFE in die Mitte einbauen -> 08:00:27:FF:FE:41:CC:FE
 - IPv6 Notation: 0800:27FF:FE41:CCFE
 - Das Bit mit Index 6 im 1. Oktet invertieren: 0A00:27FF:FE41:CCFE
 - FE80 vorne dranhängen: FE80::A00:27FF:FE41:CCFEZiel dabei ist, dass man so Duplikate vermeidet solange die MAC eindeutig ist und sich jeder Host autonom seinen eigenen Hostanteil generieren kann.

Aufgabe 3: BGP Routing mit Linux

b) IP Adressen, siehe Skizze. Ggfs. können die Adressen im Einzelfall anders aussehen.



c) Nein

d) Der folgende Screenshot zeigt exemplarisch die Bird-Config von Host 2:

```
router id 10.10.10.3;

# The Device protocol is not a real routing protocol. It doesn't generate any
# routes and it only serves as a module for getting information about network
# interfaces from the kernel.
protocol device {
}

# The Kernel protocol is not a real routing protocol. Instead of communicating
# with other routers in the network, it performs synchronization of BIRD's
# routing tables with the OS kernel.
protocol kernel {
    metric 64;          # Use explicit kernel route metric to avoid collisions
                        # with non-BIRD routes in the kernel routing table
    learn;
    import none;
    export all;         # Actually insert routes into the kernel routing table
}

# BGP configuration
protocol bgp toAS1 {
    local as 2;
    neighbor 10.10.10.2 as 1;
    import all;
    export all;
}

protocol bgp toAS3 {
    local as 2;
    neighbor 20.20.20.2 as 3;
    import all;
    export all;
}

# restrict network interfaces BIRD works with, receive routes directly from interface
protocol direct {
    interface "lo";
}
```

e) Die Routingtabelle von Host1 und Host2 und Host 3 haben einen Eintrag für 11.12.13.0/24. Der Ping funktioniert nur von Host2. Der Grund: Host3 wüsste nicht, wohin es die Antwort für einen ping von Host1 senden müsste. Es gibt keine Route für den Rückweg. Ferner müsste noch sichergestellt werden, dass Host 2 IP Forwarding aktiviert hat, also Pakete durchleitet:
Kommando: `sysctl -w net.ipv4.ip_forward=1`

- f) Circa 1mal pro Minute werden sogenannte Keepalive-Nachrichten gesendet, siehe auch `bgp.pcapng`. Alle folgenden Angaben beziehen sich auf den Beispiel-Trace der Musterlösung.
- g) In Paket #40, siehe `bgp.pcapng` wird der Präfix zurückgezogen („withdraw“).
- h) In Paket #50 wird der Präfix erneut angekündigt:
 - Pfadattribute: ORIGIN, AS-Pfad, NEXT-HOP.
 - NLRI lautet: 11.12.13.0/24
 - Host1 kennt wieder die Route zum Zielnetz 11.12.13.0/24