

7. Blatt: Network Protocols and Architectures, WS 12/13

Aufgabe 1: (5 + 5 + 5 + 5 + 5 = 25 Punkte) *Routing / Das-Border-Gateway-Protokoll*

- Warum sind bei Intra-AS-Routingprotokollen (z. B. bei OSPF) Policies nur von begrenzter Bedeutung?
- Warum spielen Policies dagegen im inter-AS-Verkehr eine wichtigere Rolle als eine globale Optimierung des Netzverkehrs?
- Warum ist es nicht sinnvoll, Routingentscheidungen in Intra-AS-Routingprotokollen nach der kleinsten Verzögerung der Pakete zu optimieren?
- Wie umgeht BGP als Pfad-Vektor-Protokoll (im Gegensatz zu einem Distanz-Vektor-Protokoll) das Problem von Routing-Schleifen?
- Im Inter-AS-Routing stellt BGP den De-facto-Standard dar. Warum können sich Alternativen zu BGP nur schwer durchsetzen, bzw. warum ist es so schwer, BGP durch ein neues aber inkompatibles Protokoll zu ersetzen?

Aufgabe 2: (5 + 5 + 10 + 5 = 25 Punkte) *Eigenschaften von BGP*

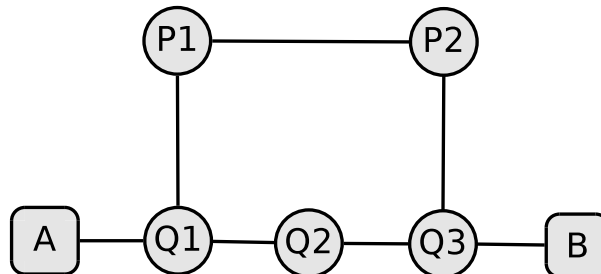


Abbildung 1: Intra-AS-Setup

Betrachte die in Abbildung 1 gegebene Topologie. Alle Kantengewichte sind 2. Als Routing-Protokoll soll ein Intra-AS-Routingprotokoll eingesetzt werden.

- Nenne die kostenoptimale Route von A nach B.
- Nimm nun an, dass sich das Kantengewicht zwischen Q2 und Q3 auf 6 erhöht. Nenne für diesen Fall die kostenoptimale Route von A nach B. Welchen Weg wird ein Paket von A nach B nehmen? Erkläre, warum dies so ist.

Das Netz wird nun in zwei autonome Systeme (AS) geteilt, wie in Abbildung 2 illustriert. Zwischen den ASen wird BGP als Routingprotokoll eingesetzt.

- Das Kantengewicht zwischen Q2 und Q3 sei weiterhin 6. Wie wird nun ein Paket von A nach B geroutet. Begründe!
- Nimm nun an, dass die Verbindung zwischen Q2 und Q3 komplett ausfällt. Wie wird jetzt der Verkehr von A nach B geroutet? Begründe!

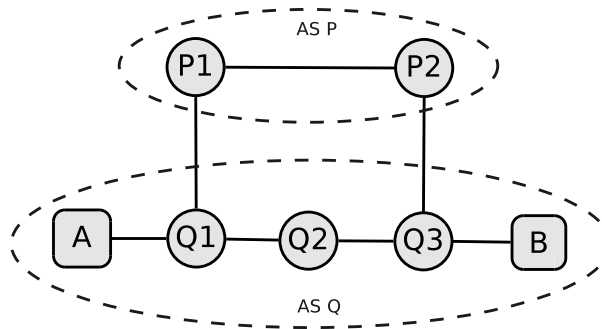


Abbildung 2: BGP-Setup

Aufgabe 3: (5 + 20 + 10 + 5 + 10 = 50 Punkte) *BGP-Experiment*

Nun wollen wir BGP etwas praktischer erkunden. Für diesen Zweck werden wir die Route zur Universidad de Granma, Cuba, visualisieren. Dafür brauchen wir zunächst die IP-Adresse des Zielhosts.

```
$ host www.udg.co.cu
www.udg.co.cu has address 200.14.53.5
```

Anschließend schauen wir uns einmal die Route von einem Host (im Beispiel ist die Quelle ein Rechner im Netz der TU Berlin) zum Zielhost mittels `traceroute`¹ an. Hier bekommen wir zwar die DNS-Namen und IP-Adressen der dazwischen liegenden Router, aber eigentlich würden uns die AS-Nummern interessieren. Dazu gleich mehr.

```
$ traceroute 200.14.53.5
traceroute to 200.14.53.5 (200.14.53.5), 30 hops max, 60 byte packets
 1 firebird.net.t-labs.tu-berlin.de (130.149.220.126) 0.248 ms 0.171 ms 0.570 ms
 2 130.149.235.1 (130.149.235.1) 9.493 ms 9.498 ms 9.766 ms
 3 xr-tub2-te2-4.x-win.dfn.de (188.1.235.117) 2.602 ms 2.506 ms 2.490 ms
 4 cr-tub1-te0-7-0-0.x-win.dfn.de (188.1.144.165) 2.474 ms 2.458 ms 2.442 ms
 5 cr-fra1-te0-7-0-2.x-win.dfn.de (188.1.145.222) 10.398 ms cr-fra1-te0-7-0-1.x-win.dfn.de (188.1.146.2) 10.384 ms
 6 ae53.edge5.Frankfurt1.Level3.net (212.162.4.5) 10.267 ms 10.300 ms 10.228 ms
 7 vlan90.csw4.Frankfurt1.Level3.net (4.69.154.254) 10.207 ms 11.363 ms vlan80.csw3.Frankfurt1.Level3.net (4.69.154.1)
 8 ae-71-71.ebr1.Frankfurt1.Level3.net (4.69.140.5) 10.417 ms 10.402 ms 10.387 ms
 9 ae-46-46.ebr2.Paris1.Level3.net (4.69.143.138) 19.096 ms ae-47-47.ebr2.Paris1.Level3.net (4.69.143.142) 19.148 ms
10 ae-44-44.ebr2.Washington1.Level3.net (4.69.137.62) 99.027 ms ae-42-42.ebr2.Washington1.Level3.net (4.69.137.54) 99.027 ms
11 ae-82-82.csw3.Washington1.Level3.net (4.69.134.154) 97.432 ms ae-72-72.csw2.Washington1.Level3.net (4.69.134.150) 97.432 ms
12 ae-42-90.car2.Washington1.Level3.net (4.69.149.196) 98.779 ms ae-22-70.car2.Washington1.Level3.net (4.69.149.68) 98.779 ms
13 INTELSAT-IN.car2.Washington1.Level3.net (4.79.17.54) 100.908 ms 98.684 ms 100.040 ms
14 mtn-rt0003_ge-8-1.intelsatone.net (209.159.170.189) 101.573 ms 100.336 ms 101.555 ms
15 mtn-rt0003_ge-8-1.intelsatone.net (209.159.170.189) 99.018 ms 100.371 ms 100.350 ms
16 80.255.62.38 (80.255.62.38) 627.661 ms 629.508 ms 627.411 ms
17 200.0.16.82 (200.0.16.82) 628.766 ms 628.398 ms 629.713 ms
18 200.0.16.141 (200.0.16.141) 645.435 ms 645.846 ms 645.358 ms
```

Verbinde dich nun per `telnet` mit `route-server.ip.tiscali.net`. Dort können in einer Emulation einer Cisco IOS Shell die BGP-Routen zu beliebigen IP-Adressen erkundet werden, die ein dortiger Router in die Welt hat. Gib folgendes Kommando ein:

```
route-server.as3257.net > show ip bgp 200.14.53.5
```

Schreibe die Ausgabe in deine Lösung.

(a) Über welche ASE führt die BGP-Route nach `www.udg.co.cu`? Gib sowohl die AS-Nummer als auch den Namen des AS an. Übernimm die Ausgabe von `show ip bgp` in die Lösung.

- Hinweis: Die Zeile, die mit 3257 anfängt, ist die BGP-Route. 3257 ist dabei die AS-Nummer des Tiscali-backbone-Netzwerks. Dahinter kommen die Nummern der anderen ASE auf dieser BGP-Route. Über diese weiteren ASE kannst du dich auf <http://www.arin.net/> (Nordamerika), oder <http://www.ripe.net/whois> (Europa) informieren. (Beachte die Abfragesyntax auf dem RIPE Formular, bei der „AS“ vor der AS-Nr. stehen muss.)

¹<http://de.wikipedia.org/wiki/Traceroute>

- (b) Ein traceroute-Aufruf auf *route-server.ip.tiscali.net* gibt zusätzlich die Nummern der durchquerten ASe aus. Visualisiere das Ergebnis in einer Zeichnung. Stelle jedes AS als gestrichelte Ellipse dar, Router mit einem kleinen Kreis und die Verbindungen als Linien. Beziehe die IP-Adressen und AS-Nummern mit ein, sowie die Ortsinformationen, die man mit etwas Phantasie aus den Routernamen ableiten kann.

Hinweise:

- `route-server.as3257.net > traceroute 200.14.53.5`
 - Die AS-Nummern sind jeweils in der Ausgabe von Traceroute angegeben. Im Allgemeinen kann eine Zuordnung von IP-Adressen zu AS-Nummern durch das Kommando `show ip bgp` oder durch einen Webdienst² aufgerufen werden. Das Vorgehen kann durch eine kurze Verifikation geprüft werden; hierbei sollte eine IP-Adresse aus dem Adressbereich der TU Berlin (z. B. 130.149.7.201) auf das AS 680 (DFN) abgebildet werden.
 - „fra“, „Paris“, ... stehen für Städte. „fra“ steht dabei für Frankfurt am Main. Hinweis: Solche Abkürzungen orientieren sich oft an den IDs der Flughäfen³.
 - Statt die IP-Adressen immer wieder auszuschreiben, können sie auch zusammengefasst werden. Dafür schreibe einmal an eine geeignete Stelle einen Prefix hin, z. B. 188.1.0.0/16, und dann an die Router nur noch den verbleibenden Teil der IP-Adresse, also z. B. 33.81, 144.221 oder 145.137.
 - Um IP-Adressen einen Ort zuzuordnen, kann eine GeoIP-Datenbank wie <http://www.maxmind.com/> oder <http://www.iplocation.net/> zusätzlich genutzt werden. (Diese Informationen müssen nicht immer genau sein!)
- (c) Vergleiche die Route von *route-server.ip.tiscali.net* nach *www.udg.co.cu* mit der oben angegebenen Route von dem TU-Berlin-Rechner nach *www.udg.co.cu*. Welche Abschnitte des Pfades sind identisch? Wo weichen sie voneinander ab?
- (d) Zu welchem AS gehört der Host *www.udg.co.cu*?
- (e) An einer Stelle wirst du eine starke Erhöhung der RTT feststellen. Dies ist in beiden Traceroute Ausgaben sichtbar. Spekuliere über den Grund dafür.

Abgabe bis Donnerstag, den 13. Dezember 2012 nur bis 13:55 h s. t.

- **Als PDF-Dateien (keine MS-Office- oder OpenOffice-Dateien):** Mittels ISIS hochladen (<https://www.isis.tu-berlin.de/course/view.php?id=7028>)
- **In Papierform:** Postfach im Telefunkenhochhaus (Erdgeschoss, hinter dem Pfortner rechts)
- Gib auf deiner Lösung deinen Namen, deine Matrikelnummer **und** den Namen deines Tutors an.

²<http://asn.cymru.com/cgi-bin/whois.cgi>

³http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_airports_by_IATA_code