

## 8. Blatt: Network Protocols and Architectures, WS 14/15

### 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

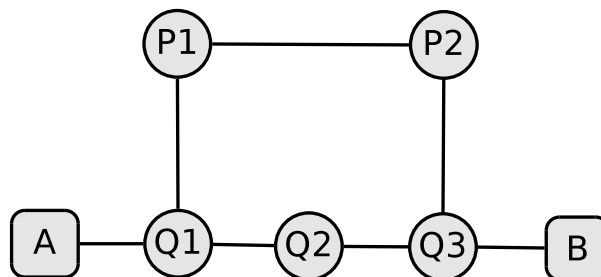


Abbildung 1: Intra-AS-Setup

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!

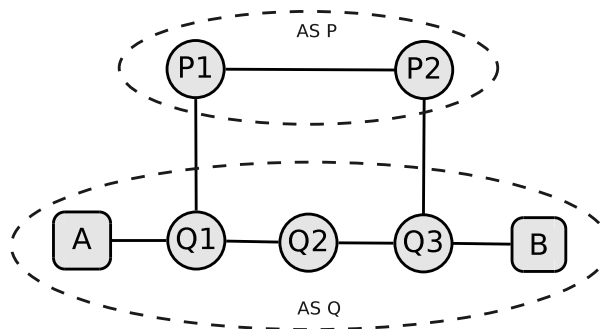


Abbildung 2: BGP-Setup

**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 La Habana, Cuba, visualisieren. Dafür brauchen wir zunächst die IP-Adresse des Zielhosts.

```
$ host www.uh.cu
www.uh.cu has address 200.55.139.216
```

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`<sup>1</sup> 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.

Verbinde dich nun per `telnet` mit `route-server.as3257.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 200.55.139.216
```

- Zu welchem AS gehört der Host `www.uh.cu`?
- Über welche ASE führt die BGP-Route nach `www.uh.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.)
- Ein `traceroute`-Aufruf auf `route-server.ip.tiscali.net` gibt zusätzlich die Nummern der durchqueren 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 200.55.139.216`
- Abhängig von dem Zustand der Netze entlang der Route, kann es passieren, dass `traceroute` das Zielnetzwerk nicht erreicht.
- 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 Webdienst<sup>2</sup> aufgerufen werden.
- „ham“, „ams“, ... stehen für Städte. „ham“ steht dabei für Hamburg. Hinweis: Solche Abkürzungen orientieren sich oft an den IDs der Flughäfen<sup>3</sup>.
- 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.iplocation.net/> zusätzlich genutzt werden. (Diese Informationen müssen nicht immer genau sein!)

<sup>1</sup><http://de.wikipedia.org/wiki/Traceroute> Seite 2 von 3  
<sup>2</sup><http://asn.cymru.com/cgi-bin/whois.cgi>  
<sup>3</sup>[http://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_airports\\_by\\_IATA\\_code](http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_airports_by_IATA_code)

- (d) Vergleiche die Route von route-server.as3257.net nach www.uh.cu mit der unten angegebenen Route, ausgehend von der TU Berlin nach www.uh.cu. Welche Abschnitte des Pfades sind identisch? Wo weichen sie voneinander ab?

```
$ traceroute 200.55.139.216
traceroute to 200.55.139.216 (200.55.139.216), 30 hops max, 60 byte packets
 1 130.149.220.126 (130.149.220.126) 0.214 ms 0.183 ms 0.167 ms
 2 ta-inet.gate.tu-berlin.de (130.149.235.193) 0.654 ms 1.041 ms 1.035 ms
 3 ma-ta.gate.tu-berlin.de (130.149.126.113) 0.997 ms 1.006 ms 1.001 ms
 4 en-ma.gate.tu-berlin.de (130.149.126.69) 0.978 ms 0.971 ms 0.965 ms
 5 cr-tub1-te0-0-15.x-win.dfn.de (188.1.235.117) 1.342 ms 1.344 ms 1.335 ms
 6 be4193.rcr11.b015814-1.ham01.atlas.cogentco.com (149.6.142.101) 5.624 ms 6.016 ms 6.199 ms
 7 be2460.ccr42.ham01.atlas.cogentco.com (154.54.38.241) 5.539 ms
  be2198.ccr41.ham01.atlas.cogentco.com (154.54.39.5) 5.657 ms 5.659 ms
 8 be2187.ccr42.ams03.atlas.cogentco.com (154.54.74.125) 14.679 ms 15.931 ms 15.010 ms
 9 be2488.ccr42.lon13.atlas.cogentco.com (154.54.39.110) 93.473 ms 93.455 ms
  be2194.ccr41.lon13.atlas.cogentco.com (130.117.50.241) 96.224 ms
10 be2493.ccr22.bos01.atlas.cogentco.com (154.54.42.97) 98.613 ms
  be2387.ccr22.bos01.atlas.cogentco.com (154.54.44.165) 94.299 ms
  be2317.ccr41.jfk02.atlas.cogentco.com (154.54.30.185) 93.972 ms
11 be2060.ccr21.jfk05.atlas.cogentco.com (154.54.31.10) 93.354 ms
  be2096.ccr42.jfk02.atlas.cogentco.com (154.54.30.41) 95.299 ms
  be2317.ccr41.jfk02.atlas.cogentco.com (154.54.30.185) 97.516 ms
12 be2151.ccr42.jfk02.atlas.cogentco.com (154.54.40.74) 102.148 ms
  be2107.ccr42.jfk02.atlas.cogentco.com (154.54.3.93) 97.177 ms
  be2061.ccr21.jfk05.atlas.cogentco.com (154.54.3.70) 96.959 ms
13 tata.jfk05.atlas.cogentco.com (154.54.12.18) 97.795 ms 95.285 ms
 63.243.128.69 (63.243.128.69) 117.425 ms
14 tata.jfk05.atlas.cogentco.com (154.54.12.18) 101.494 ms 101.627 ms
  if-5-5.tcore1.NYY-New-York.as6453.net (216.6.90.5) 116.697 ms
15 63.243.128.69 (63.243.128.69) 127.038 ms
  if-11-2.tcore2.NYY-New-York.as6453.net (216.6.99.1) 117.026 ms 117.014 ms
16 if-11-2.tcore2.NYY-New-York.as6453.net (216.6.99.1) 121.630 ms 117.774 ms
  if-12-6.tcore1.CT8-Chicago.as6453.net (216.6.99.46) 115.610 ms
17 if-12-6.tcore1.CT8-Chicago.as6453.net (216.6.99.46) 119.976 ms 119.996 ms
  if-22-2.tcore2.CT8-Chicago.as6453.net (64.86.79.1) 114.217 ms
18 if-12-6.tcore1.CT8-Chicago.as6453.net (216.6.99.46) 123.198 ms 123.221 ms 120.307 ms
19 66.198.96.34 (66.198.96.34) 279.080 ms
  if-3-2.tcore1.W6C-Montreal.as6453.net (66.198.96.45) 120.255 ms
 66.198.96.34 (66.198.96.34) 282.755 ms
20 200.0.16.85 (200.0.16.85) 259.453 ms 260.798 ms
 66.198.96.34 (66.198.96.34) 287.252 ms
21 200.0.16.113 (200.0.16.113) 265.926 ms
 66.198.96.34 (66.198.96.34) 291.867 ms
 200.0.16.113 (200.0.16.113) 265.555 ms
22 200.0.16.85 (200.0.16.85) 267.474 ms
 200.0.16.141 (200.0.16.141) 265.580 ms
 200.0.16.113 (200.0.16.113) 265.877 ms
23 200.0.16.113 (200.0.16.113) 267.458 ms 268.718 ms *
24 * * *
25 * * *
26 * * *
27 * * *
28 * * *
29 * * cisco2800.uh.cu (200.55.139.221) 259.991 ms
30 * internet.uh.cu (200.55.139.216) 259.601 ms 262.057 ms
```

- (e) Kommentiere die Routen zu www.uh.cu bzgl. der geographischen Distanz. Spekuliere über mögliche Gründe für die *unnötig* langen Routen.

Abgabe bis Mittwoch, den 17. Dezember 2014 nur bis 14:00 h s. t.

- Als PDF-Dateien (keine MS-Office- oder OpenOffice-Dateien): Mittels ISIS hochladen (<https://www.isis.tu-berlin.de/2.0/course/view.php?id=2560>)
- Gib auf deiner Lösung deinen Namen, deine Matrikelnummer **und** den Namen deines Tutors an.