

Thema 8: Border Gateway Protocol (BGP) – Wegwahl, Peering & Routingprinzipien 0.1.1. Ausführliche Zusammenfassung

Der Professor erklärte, dass BGP das zentrale Routingprotokoll des Internets ist. Es verbindet autonome Systeme (AS), also große Netzwerke von Providern, Universitäten oder Organisationen. Während andere Routingprotokolle (z. B. OSPF, EIGRP, RIP) innerhalb eines Netzwerks arbeiten (Interior Gateway Protocols), ist BGP ein Exterior Gateway Protocol (EGP) – es entscheidet, welche Wege über AS-Grenzen hinweg genutzt werden.

1. Grundidee von BGP

BGP baut Verbindungen zwischen Routern unterschiedlicher AS auf. Diese Router heißen BGP-Peers oder Nachbarn. Zwischen ihnen werden Informationen über erreichbare Netzwerke (Präfixe) ausgetauscht – nicht Hop-Zahlen oder Metriken, sondern Politiken. Der Professor formulierte es so: „BGP ist kein mathematisches Optimierungsprotokoll, sondern ein politisches. Es entscheidet nach Regeln, die der Betreiber festlegt – nicht nach kürzester Strecke.“

2. BGP arbeitet über TCP

- BGP nutzt TCP Port 179 zur Verbindung der Nachbarn.
- Damit ist es zuverlässig (kein eigener Paketverlust-Mechanismus nötig).
- Beide Seiten müssen sich aktiv „begegnen“ (gegenseitige Nachbarschaftskonfiguration).

Peering-Aufbau:

1. TCP-Verbindung herstellen.
2. OPEN-Nachricht austauschen (AS-Nummer, Version).
3. KEEPALIVE-Nachrichten halten die Sitzung aktiv.
4. UPDATE-Nachrichten enthalten Routeninformationen.

Peering über Loopback & Next-Hop-Self

Der Professor betonte, dass Peering meist nicht über physische Interface-IPs, sondern über Loopback-Adressen eingerichtet wird. Grund: - Interfaces können ausfallen, die Loopback-Adresse bleibt jedoch bestehen. - Dadurch bleibt das Peering stabil, solange eine IP-Route zur Loopback besteht. Damit BGP-Nachbarn diese Loopback-Adresse erreichen, muss eine statische Route oder ein IGP (z. B. OSPF) sie bekannt machen.

Kommando-Beispiel (Cisco-Syntax):

```
router bgp 65001
    neighbor 10.0.0.2 remote-as 65002
```

```

neighbor 10.0.0.2 update-source loopback0
neighbor 10.0.0.2 next-hop-self

```

- update-source loopback0 : sagt, dass die Loopback-IP als Quelladresse verwendet wird.
- next-hop-self : zwingt den Router, sich selbst als Next-Hop einzutragen – notwendig, wenn der ur-sprüngliche Next-Hop sonst nicht erreichbar wäre.

Der Professor meinte: „Wenn Sie Peering über Loopbacks machen, müssen Sie das Routing darunter absichern – sonst steht BGP, obwohl TCP läuft.“

4. Routenwahl in BGP – keine Hop-Zählung

BGP entscheidet nicht nach „kürzestem Weg“ (wie RIP), sondern nach einer Reihe hierarchischer Attribute , die Prioritäten definieren.

Wichtigste BGP-Attribute (in Reihenfolge der Auswertung):

1. Weight – Cisco-spezifisch, lokal wichtigster Wert (höher = besser).
2. Local Preference – entscheidet innerhalb des AS, welcher Ausgang bevorzugt wird.
3. AS_PATH – kürzer = besser (weniger durchlaufene AS).
4. Origin – kennzeichnet Ursprung der Route (IGP, EGP, incomplete).
5. MED (Multi-Exit Discriminator) – Empfehlung an Nachbarn, welchen Eingang zu wählen (niedriger = besser).
6. eBGP > iBGP – externe Routen werden internen vorgezogen.
7. IGP-Metrik zum Next-Hop – kürzere interne Route bevorzugt. Der Professor sagte: „BGP ist wie ein Bewerbungsgespräch – viele Kriterien, und wer am besten passt, bekommt den Job.“

5. Wichtige BGP-Konzepte

Begriff	Bedeutung	Beispiel
AS (Autonomous System)	Sammlung von Routern unter gemeinsamer Verwaltung	AS 65000 (Provider A)
eBGP / iBGP	Extern (zwischen AS) / In-tern (innerhalb eines AS)	eBGP mit Provider, iBGP im Backbone
Route-Reflector	reduziert Full-Mesh-Anforderungen in iBGP	zentraler BGP-Server
Peering	direkter Austausch von Routinginformationen zwischen zwei Routern	BGP Peer = Nachbar
Next-Hop	IP des nächsten Routers zum Ziel	wird oft per „next-hop-self“ angepasst

Begriff	Bedeutung	Beispiel
MED	Empfehlung an Nachbarn, welchen Eingang zu nehmen	beeinflusst eingehenden Traffic
BGP Table vs. Routing Table	BGP kennt viele Wege, installiert aber nur den besten	show ip bgp vs. show ip route

6. Troubleshooting & Analyse

Zur Fehlersuche nutzt man vor allem diese Befehle:

- show ip bgp
- show ip bgp summary
- show ip bgp neighbors
- show ip route
- show ip bgp zeigt alle bekannten Routen mit Attributen.
- Nur der beste Pfad landet im Routing-Table (>) – die anderen bleiben als Alternativen gespeichert.
- Wenn Route in BGP-Tabelle, aber nicht im Routing-Table → meist Next-Hop nicht erreichbar oder Admin-istrative Distance höher als bei anderer Quelle. Der Professor betonte: „Das wichtigste Kommando im BGP ist ‚show ip bgp‘ – dort sehen Sie, ob der Router die Route kennt, auch wenn sie noch nicht verwendet wird.“

Beispielhafte Prüfungsfrage (im Stil des Professors)

Frage: „Ein BGP-Router zeigt im Kommando show ip bgp mehrere Routen zu einem Präfix an, aber nur eine steht im show ip route. Erklären Sie, warum das so ist. Geben Sie außerdem an, in welcher Reihenfolge BGP seine Routen auswählt und welche Rolle das Attribut next-hop-self spielt.“

Musterlösung

1. Erklärung der Situation: show ip bgp zeigt alle bekannten Routen (mögliche Pfade). BGP vergleicht sie anhand seiner Attribut-Hierarchie und wählt nur den besten Pfad aus. Nur dieser wird in die Routing-Tabelle geschrieben (show ip route).
2. Entscheidungsreihenfolge (vereinfacht):
 1. Höchster Weight (Cisco-intern)
 2. Höchste Local Preference
 3. Kürzester AS_PATH

4. Ursprung (IGP > EGP > incomplete)
5. Niedrigster MED
6. eBGP-Routen vor iBGP
7. Kürzeste IGP-Distanz zum Next-Hop
8. Kleinste Router-ID
3. Rolle von next-hop-self : Wenn BGP eine Route von einem externen Peer erhält, zeigt deren Next-Hop häufig auf den externen Nachbarn. Damit interne Router diese Route verwenden können, muss der Router, der sie weitergibt, sich selbst als Next-Hop eintragen – das geschieht mit **next-hop-self**. → Ohne dieses Kommando kann der interne Router den Zielpfad nicht auflösen → Route bleibt ungenutzt.
4. Fazit: BGP speichert viele Alternativen, aber nur die beste Route pro Zielnetz wird tatsächlich genutzt. Attribut-Prioritäten entscheiden, nicht die Hop-Anzahl.

Lernnotizen & Merksätze

Merksätze:

- „BGP denkt politisch, nicht physikalisch.“
- „Viele Wege führen nach Rom, aber nur einer in die Routing-Tabelle.“
- „Next-Hop-Self rettet das Routing, wenn der Nachbar sonst nicht erreichbar ist.“
- „BGP redet über TCP 179 – langsam, aber zuverlässig.“
- „Weight und Local Preference steuern den Ausgang, MED den Eingang.“

Kernaussagen:

- BGP verbindet autonome Systeme über TCP 179.
- Nur der beste Pfad kommt in die Routing-Tabelle.
- Attribut-Reihenfolge bestimmt Wegwahl.
- **next-hop-self** stellt sicher, dass interne Router externe Routen nutzen können.
- Peering über Loopbacks ist stabiler, benötigt aber internes Routing darunter.

Übungsaufgaben:

1. Nenne drei Unterschiede zwischen iBGP und eBGP.
2. Warum nutzt BGP TCP statt UDP?
3. Was passiert, wenn der Next-Hop einer BGP-Route nicht erreichbar ist?
4. Ein Router zeigt zwei Routen mit gleichem AS_PATH, aber unterschiedlichem MED. Welche wird gewählt?
5. Erkläre, warum next-hop-self notwendig ist, wenn über ein IGP geroutete Loopbacks gepeert werden.