

# Routing im Internet

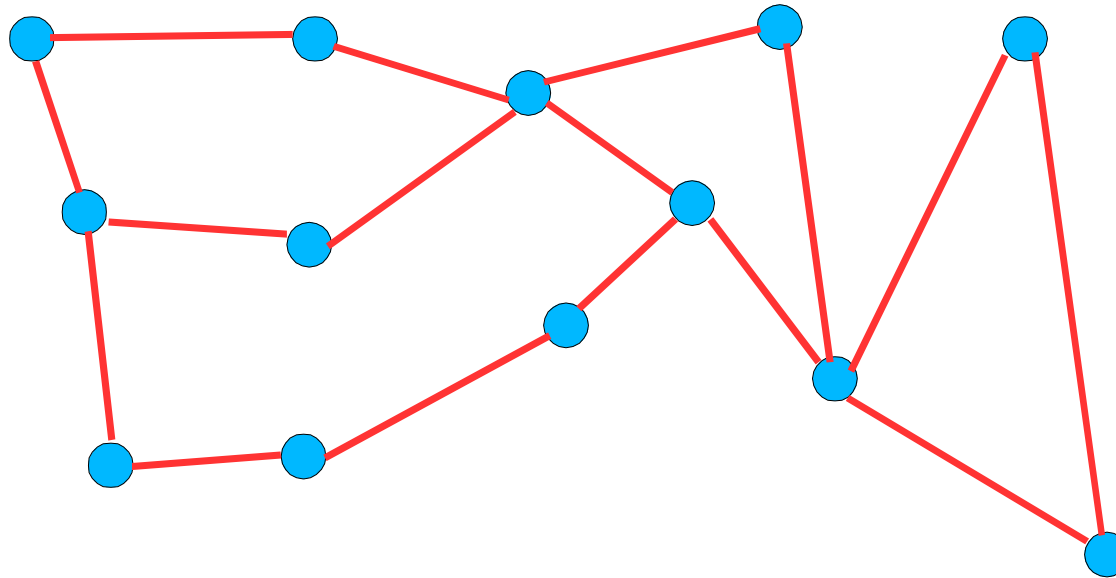
Dipl.-Ing.(FH) Mario Lorenz

# Themenübersicht

- IP-Routing-Grundlagen
- Intra-AS-Routingprotokolle (IGP)
  - Statische Routen
  - Distance Vector
  - Link State
- Inter-AS-Routingprotokoll(e) (EGP)
- Implementierungen für Linux-Betriebssysteme

# IP-Routing-Grundlagen

- Algorithmus: Paket 1 Schritt näher ans Ziel, TTL--



- Algorithmus terminiert, wenn Ziel erreicht oder TTL = 0

# Routing-Tabelle

- Router hält Routing-Tabelle(n) vor und vergleicht Zieladresse mit Tabelle
- Classful IP-Adressen, Classless IP-Adressen
- Subnetting, Aggregation
- Longest Match-Regel
- Administrative Distanz
- Metrik

# Statisches Routing

- Routing-Tabellen von Administrator von Hand gepflegt
- Häufigste Art des Routings (“Default-Route”)
- Routen fest, reagieren also nicht auf externe Ereignisse
- Linux is not a real Router – Verhalten bei Interface Up/Down ungünstig (kein Backup möglich)

# Dynamische Routingprotokolle

- Routing-Tabellen werden automatisch gepflegt
- Automatisches Umrouten bei Netzwerkausfällen
- Zunächst größerer Aufwand, ab gewisser Netzgröße jedoch einfacher zu handhaben
- Fehlersuche wird u.U. schwieriger
- Firewalls innerhalb des Netzes problematisch
- Autonome Systeme, IGP, EGP

# RIP (Rest In Pieces)

- Routing Information Protocol v1/v2
- Distance Vector
- Funktion:
  - Jeder Knoten gibt alle 30 Sekunden vollständige Routingtabelle an Nachbarknoten weiter
  - Nachbarn erhöhen Metric gehörter Routen und nehmen die beste Route zum Ziel in ihre Routingtabelle auf
  - “stille” Routen werden nach gewisser Zeit aus Tabelle entfernt

# RIP (Rest In Pieces)

- Announcement : Versprechen, Traffic zu entsprechenden “Kosten” zum Ziel zu bringen
- Vorteil: Extrem einfach
- Probleme:
  - Loop Detection/Max Diameter
  - Reaktions-/Konvergenzzeiten
    - Poison Reverse, Triggered Updates, Split Horizon
  - Metric ist Hopcount, enthält daher keine Linkqualität



# IGRP

- Distance Vector
- Metric ist Kombination aus Hopcount, Bandbreite, Laufzeit, Last, Verfügbarkeit
- CISCO-Proprietär -> Keine Linux-Implementierung
- Classful -> Unbrauchbar

# Distance Vector vs. Link State

- DV: Verteilte Datenbank. Router sieht immer nur eigene Sicht vom Netz -> Konvergenzprobleme
- LS: Replizierte DB. Alle Router haben komplette Datenbank über gesamte Netzwerktopologie
- Router wenden identischen Algorithmus zur Bestimmung der kürzesten Wege über identische Daten an -> Konvergenz schnell
- Ressourcenaufwändig (RAM, CPU). Besonders bei Redistribution.

# Open Shortest Path First

- Aufteilung des Netzes in mehrere Areas
- Area 0 ist Backbone, aller Inter-Area-Traffic muss über Area 0 laufen
- Aggregation an Areagrenzen möglich
- 1SPF-Datenbank pro Area -> ABR: Mehrere SPF-Instanzen
- ASBR: Übergang zu anderen Routingprotokollen

# Open Shortest Path First

- Startup: Nachbar-Suche, Adjacencies
- ggf. Wahl von DR und BDR
- Abgleich der Seriennummern
- Austausch aktueller LSA's
- Fluten neuer LSA's durchs Netz
- SPF läuft auf allen Routern -> Netz konvergent
- Neue Routing-Tabelle installieren

# Der SPF-Algorithmus (Dijkstra)

- SPF-Baum, Kandidatenliste, LSA-DB
- Finde alle Links von letztem Knoten zu Knoten die noch nicht im SPF-Baum stehen
- Trage diese in die Kandidatenliste ein bzw. ersetze ggf. schlechtere Route
- Wenn Kandidatenliste leer: Terminiere
- Verschiebe den Knoten mit geringsten Kosten aus Kandidatenliste in SPF-Baum
- “Nochmal”

# Integrated IS-IS

- Ursprünglich für ISO/OSI-Netzwerke gedacht, CLNS- Adressierung
- In Telcos sehr verbreitet
- Hierarchisches Routing: Unterschiedliche Areas
- Router sind L1 und/oder L2-Router: L1: Intra-Area, L2: Inter-Area
- Areas müssen durch Backbone von L2-Routern verbunden sein, eine spezielle Area ist nicht nötig

# EIGRP

- Hybridprotokoll (DUAL)
- CISCO-Proprietär: Keine Linux-Implementierung
- Gesicherte Routing-Updates (“RTP”)
- Metriken analog IGRP
- Gespeichert werden mehrere Wege zum Ziel
- Advertised Distance: Distanz der Nachbarn
- Feasible Distance: Eigene Distanz (incl. letzter Link)

# EIGRP

- Ist AD kleiner als die FD, ist der Weg zwar nicht optimal, aber immer noch Loop-Frei, kann bei Ausfall des primären Pfades verwendet werden
- Gibt es keinen Alternativ-Pfad, wird die Route “Active” - der Router fragt seine Nachbarn (und diese fragen weiter) nach einer Alternativroute
- Kommt keine Antwort (“SIA”) wird die Route gelöscht.



# Border Gateway Protocol

- BGPv4 ist das derzeitig übliche Internet-Routing-Protokoll
- AS'e sind “Knoten”, egal wieviel Router im jeweiligen AS sind
- Path Vector: Analog DV, aber jeder Knoten wird in Announcement mitgeführt.
- Routen haben Attribute, um die Route näher zu beschreiben (Communities, MED, LocalPref)
- Umfangreiche Filtermöglichkeiten

# Border Gateway Protocol

- Es gibt derzeit etwa 120000 Netzwerkrouten, verteilt auf 21000 AS-Pfade
- Stabilität ist globales Problem. Instabilitäten des eigenen BGP, Fehlkonfigurationen etc. wirken sich ggf. GLOBAL aus
- Instabilität wird mit Path Dampening bestraft

# Router mit Linux

- “Richtige Router”, keine Home-Masq-Gateways
- Stabilität absolute Priorität. Keine Billig-Hardware. Keine Festplatte. Nach Möglichkeit keine Lüfter. Ausreichend RAM.
- Verschiedene Hardware für WAN-Protokolle existiert: ATM, 2M, HSSI, Fast/Gigabit Ethernet
- PCI-Bus Bottleneck. Hardwareunterstützte Router sind ggf. schneller.
- IPv6 Hardware: <http://www.liberouter.org>

# routed

- Originaler Routing-Daemon, seit BSD-Zeiten dabei
- Kann nur RIP
- Einfach starten
- Passive Mode: -q -> Hört nur auf Updates, sendet selber nie

# GateD

- kann RIP, OSPF, IS-IS, BGP, PIM, DVMRP
- War früher im Sourcecode erhältlich (aber eingeschränkte Lizenz)
- Ist mittlerweile kommerziell ([www.nexthop.com](http://www.nexthop.com))

# mrt

- [mrt.sourceforge.net](http://mrt.sourceforge.net)
- BSD-Lizenz
- Kann BGP und RIP
- Wird anscheinend nicht weiterentwickelt

# bird

- <http://bird.network.cz>
- GNU-GPL
- Kann RIP, OSPF, und BGP (IPv6 für BGP und RIP)
- OSPF noch unvollständig (kein ABR) und etwas instabil
- Klein. Leistungsfähige Konfigurationssprache

# zebra

- GNU-GPL
- <http://www.zebra.org>
- Kommerzielle Version von IP Infusion
- Kann OSPF, BGP, RIP, auch für IPv6
- ISIS als Add-On
- Jedes Protokoll läuft als eigener Prozess
- Bedienung an CISCO angelehnt



# Zusammenfassung

- Linux hat leistungsfähige Routing-Möglichkeiten, speziell mit iproute2 (mehrere Routing-Tabellen, Policy Routing etc.)
- Leistungsfähiger Firewallcode
- Traffic Control
- Routing-Protokolle bedürfen jedoch noch Feinpolitur