

Routing:

- Shortest Path Routing
Netz als gewichteter Graph, Berechnung der Routing-Tabelle mittels Dijkstra
- Flooding
verschickt Paket (einmalig) an alle Ausgangsleitungen
- dynamisches Routing
Link-State-Routing, Distance-Vector-Routing

Routing

- Richtlinien:
 - universell: für jedes potentielle Ziel
 - optimal: kürzester, kostengünstiger Weg
- Routingverfahren
 - isoliertes Routing:
Flooding:
 - hohe Netzlast
 - sehr schnell
 - keine Kenntnis der Topologie nötig
 - vermeide kreisende Datenpakete (Lebenszeit: TTL -1)
 - Hot Potato:
 - schnell weiter in leerster Warteschlange
 - nicht notwendig kürzester Weg

<https://www.youtube.com/watch?v=U3cDgwSgMRw>

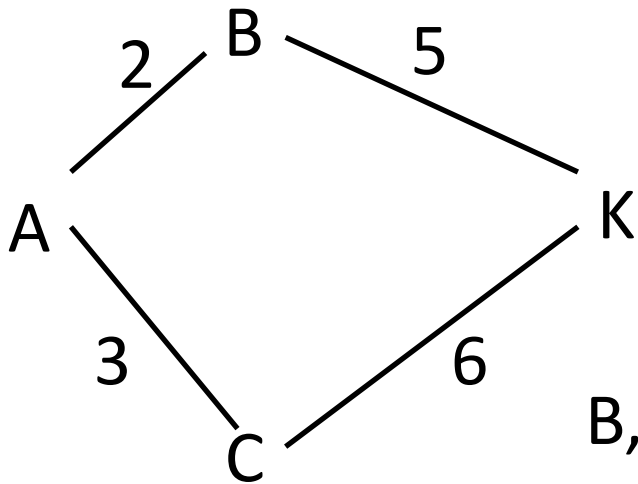
Routing

- Routingverfahren

- dynamisches Routing:

- Distance-Vector-Routing:**

- Router berechnet seine eigene Routingtabelle und gibt sie periodisch nur an die lokalen Nachbarn weiter.

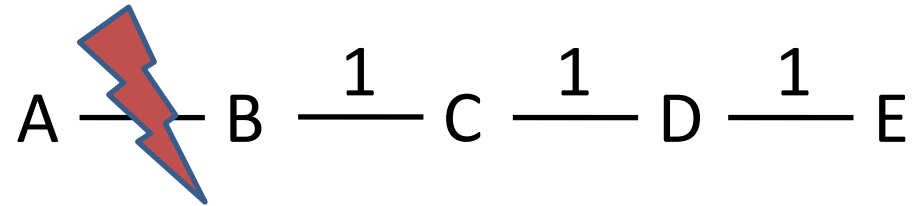


B, C kennen schon ihre Entfernung zu K
→ wird A mitgeteilt.

A kann den kürzesten Weg wählen:

$$\text{Min}(AB+BK; AC+CK)$$

Problem: Wegfall eines Routers (Count-to-Infinity-Problem)



Entfernung zu A:

1 2 3 4

Ausfall von A-B

Entfernung zu A:

3	4	5	6
5	6	7	8
7	8	9	10

usw.

Routing

Link-State-Routing:

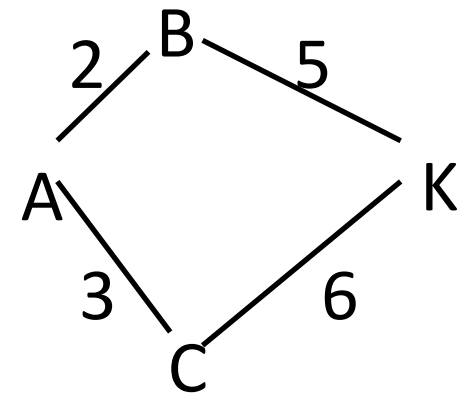
Router berechnet Distanz zu direkten Nachbarn und versendet diese Information als Link-State-Paket an alle Router.

z.B. Shortest Path First, OSPF

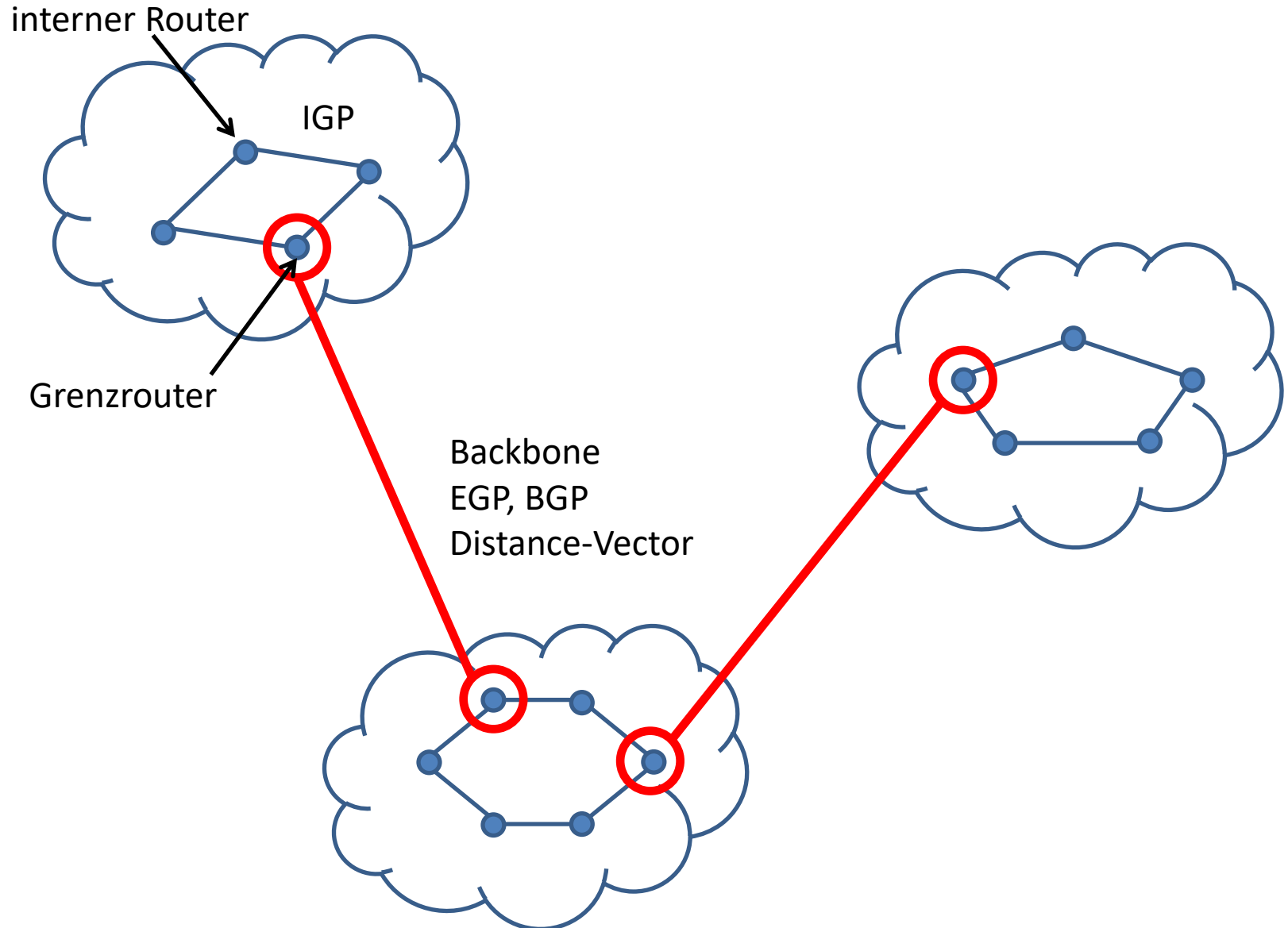
Ablauf:

- Suche alle direkten Nachbarn und messe Distanz
- Bilde Link-State-Paket und versende via Broadcast an alle Router
- schnell aktualisiert
- bildet Graph und nutzt Dijkstra
- Link-State-Paket:

B
A 2
K 5



OSPF (hierarchisch)



Broadcast nur im autonomen System (10 bis 100 Router)

Schicht 4: Transportschicht

- ermöglicht fehlerfreie Kommunikation zwischen 2 Endrechnern
- bildet die anwendungsorientierten Schichten auf die netzabhängigen Schichten ab
- TCP (Transmission Control Protocol)
zuverlässiges, verbindungsorientiertes Transportprotokoll (duplex)
- UDP (User Datagram Protocol)
unzuverlässiges, verbindungsloses Transportprotokoll

<https://www.youtube.com/watch?v=09FxMY7hIYg>

<https://www.youtube.com/watch?v=YINDBBKj74I>

Schicht 5-7 : Anwendungsschicht

Protokolle: HTTP, FTP, SMTP, POP, TELNET

S.77/ A3 "Pingen"

ping www.tourismnewzealand.com

ping www.sydney.com

TTL (TimeToLive):

Jeder Router dekrementiert um mindestens 1.

Startwert in der Regel 255.

TTL = 245 bedeutet: 10 Router wurden passiert.

Route verfolgen: tracert www.sydney.com

3c) www.luftlinie.org

Entfernung Wolnzach – Sydney: $s = 16320 \text{ km}$

$$c = \frac{s}{t} \quad \Rightarrow \quad t = \frac{s}{c} = \frac{16320 \text{ km}}{300000 \frac{\text{km}}{\text{s}}} = 54 \text{ ms}$$

reale Zeit: $t_{Real} = \frac{313 \text{ ms}}{2} = 165,5 \text{ ms} \approx 3 \cdot t$

S. 77/4 Übertragungszeiten

$$\begin{aligned}\text{Größe: } 4752 \cdot 3168 \cdot 3 \cdot 2 \text{ Byte} &= 90.326.016 \text{ Byte} \\ &= 722.608.128 \text{ Bit}\end{aligned}$$

$$\text{a) GPRS: } 54 \frac{k\text{Bit}}{s}$$

$$\frac{722.608.128 \text{ Bit}}{54.000 \frac{\text{Bit}}{s}} = 13381 \text{ s} = 3\text{h } 43 \text{ min}$$

$$\text{b) DSL: } 6000 \frac{k\text{Bit}}{s}$$

$$\frac{722.608.128 \text{ Bit}}{6 \cdot 10^6 \frac{\text{Bit}}{s}} = 120 \text{ s}$$

S. 77/4 Übertragungszeiten

Größe: $4752 \cdot 3168 \cdot 3 \cdot 2 \text{ Byte} = 90.326.016 \text{ Byte}$
 $= 722.608.128 \text{ Bit}$

c) Netzwerkverbindung: $100 \frac{\text{MBit}}{\text{s}}, 1 \frac{\text{GBit}}{\text{s}}$

$$\frac{722.608.128 \text{ Bit}}{10^8 \frac{\text{Bit}}{\text{s}}} = 7,2 \text{ s}$$

$$\frac{722.608.128 \text{ Bit}}{10^9 \frac{\text{Bit}}{\text{s}}} = 0,72 \text{ s}$$

S. 77/5

Datenmenge: $120 \text{ GB} \cdot 600$

$$\text{a) } \text{Datenrate} = \frac{\text{Datenmenge}}{\text{Zeit}} = \frac{120 \cdot 10^9 \cdot 600 \cdot 8 \text{ Bit}}{24 \cdot 3600 \text{ s}} = 6,67 \frac{\text{GBit}}{\text{s}}$$

$$\text{b) } \text{Zeit} = \frac{\text{Datenmenge}}{\text{Datenrate}} = \frac{120 \cdot 10^9 \cdot 600 \cdot 8 \text{ Bit}}{500.000 \cdot 8 \frac{\text{Bit}}{\text{s}}} = 1667 \text{ d}$$

S. 77/9 Sicherungsschicht: Fehlererkennung

a) a \rightarrow ASCII: 97 \rightarrow 01100001 Paritätsbit: 1

 } \rightarrow ASCII: 97 \rightarrow 01111101 Paritätsbit: 0

b) Wenn zwei Bits fehlerhaft sind, wird der Fehler evtl. nicht aufgedeckt!

Router-Gedicht

Wer routet so spät durch Nacht und Wind?
Es ist der Router, er routet geschwind!
Bald routet er hier, bald routet er dort
Jedoch die Pakete, sie kommen nicht fort.

Sie sammeln und drängeln sich, warten recht lange
in einer zu niedrig priorisierten Schlange.
Die Schlangen sind voll, der Router im Stress,
da meldet sich vorlaut der Routingprozess
und ruft: "All ihr Päckchen, Ihr sorgt Euch zu viel,
nicht der IP-Host, nein, der Weg ist das Ziel!"

Es komme gar bald einem jeden zu Gute
eine sorgsam geplante und loopfreie Route.
Des Netzes verschlungene Topologie
entwirr' ich mit Dijkstra's Zeremonie.
Der Lohn, eine herrliche Routingtabelle,
dort steh'n sogar Routen zu Himmel und Hölle.

vergiftet der Rückweg, das Blickfeld gespalten,
mit RIP wird die Welt nur zum Narren gehalten.
Doch OSPF durchsucht schnell und bequem
mein ganz und gar autonomes System.
Für kunstvolle Routen, das vergesst bitte nie,
benötigt man Kenntnis der Topologie.

Zu Überraschungs- und Managementzwecken
durchsuch' ich mit RMON die hintersten Ecken.
Kein Winkel des Netzes bleibt vor mir verborgen,
mit SNMP kann ich alles besorgen.

Wohlan nun, Ihr Päckchen, die Reise beginnt,
Mit jeder Station Eure Lebenszeit rinnt.
Doch halt, Ihr Päckchen, bevor ich's vergesse:
"Besorgt euch mit NAT eine neue Adresse!

"Mein Router, mein Router, was wird mir so bang!
Der Weg durch das WAN ist gefährlich und lang."

"Mein Päckchen, mein Päckchen, so fürchte Dich nicht,
denn über Dich wacht eine Sicherungsschicht."

"Mein Router, mein Router, was wird mir so flau!
Dort draußen am LAN-Port, da wartet die MAU!"

"Mein Päckchen, mein Päckchen Dir droht nicht der Tod,
denn über Dich wacht ja der Manchester-Code.
Doch halte dich fern von der flammenden Mauer.
Die sorgt selbst bei mir noch für ängstliche Schauer."

"Mein Router, mein Router, wie glänzt dort voll Tücke
der schmale und schlüpfrige Weg auf der Brücke."
"Oh weh! Das Netz ist mit Broadcasts geflutet.
Ach hätt' ich doch niemals zur Brücke geroutet!"

Mein Päckchen, den Kopf hoch, Du musst nicht verzagen,
an Dich wird sich niemals ein Bitfehler wagen."

Schnell wie der Wind geht die Reise nun weiter
durch helle und funkelnde Lichtwellenleiter.

"Mein Päckchen, mein Päckchen, willst Du mit mir gehen?
Die Wunder des Frame-Relay-Netzes ansehen?"

"Mein Router, mein Router, ja hörst Du denn nicht,
was die WAN-Wolke lockend mir leise verspricht?"

"Glaub mir, mein Päckchen, im LAN, da entgeht
Dir sowieso Lebens- und Dienstqualität.
Reise nur weiter ganz ruhig und sacht
Quer durchs ATM-Netz mit FRF.8 ."

"Mein Router, mein Router, man hat mich verführt,
zerlegt, verschaltet und rekombiniert!"

"Mein Päckchen, das macht nichts, nun sparen wir viel,
ein VPN-Tunnel, der bringt Dich ans Ziel.

DiffSERV und TOS-Feld, merk' Dir die Worte,
die öffnen zu jedem Router die Pforte."

Finster der Tunnel, die Bandbreite knapp,
wie schön war die Backplane im eigenen Hub.
Am Ende des Tunnels: Das Päckchen ist weg,
vernichtet vom ...

"Mein Router, mein Router, man hat mich verführt,
zerlegt, verschaltet und rekombiniert!"

"Mein Päckchen, das macht nichts, nun sparen wir viel,
ein VPN-Tunnel, der bringt Dich ans Ziel.

DiffSERV und TOS-Feld, merk' Dir die Worte,
die öffnen zu jedem Router die Pforte."

Finster der Tunnel, die Bandbreite knapp,
wie schön war die Backplane im eigenen Hub.
Am Ende des Tunnels: Das Päckchen ist weg,
vernichtet vom Cyclic Redundancy Check.