

hitforum.de

**Erfahrungsaustausch
für **it**-Professionals**

Praxisforum der GI für Heterogene Informationstechnologie

InterNetworking

Die Welt der Bridges und Router

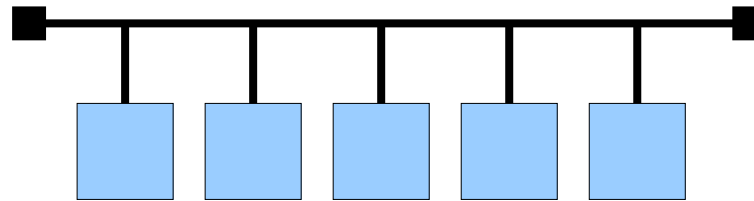
HITFORUM Rhein/Ruhr

Herten 27. November 2002

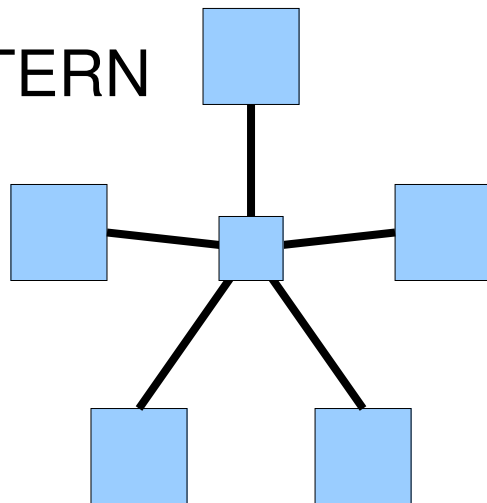
Helmut Elschner
elschner@hitforum.de

Topologien einfacher Netze

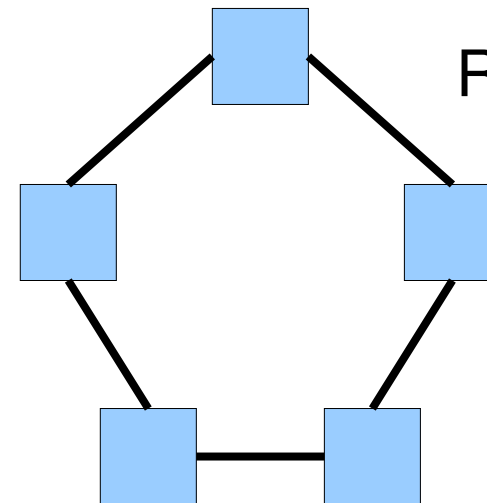
BUS



STERN



RING

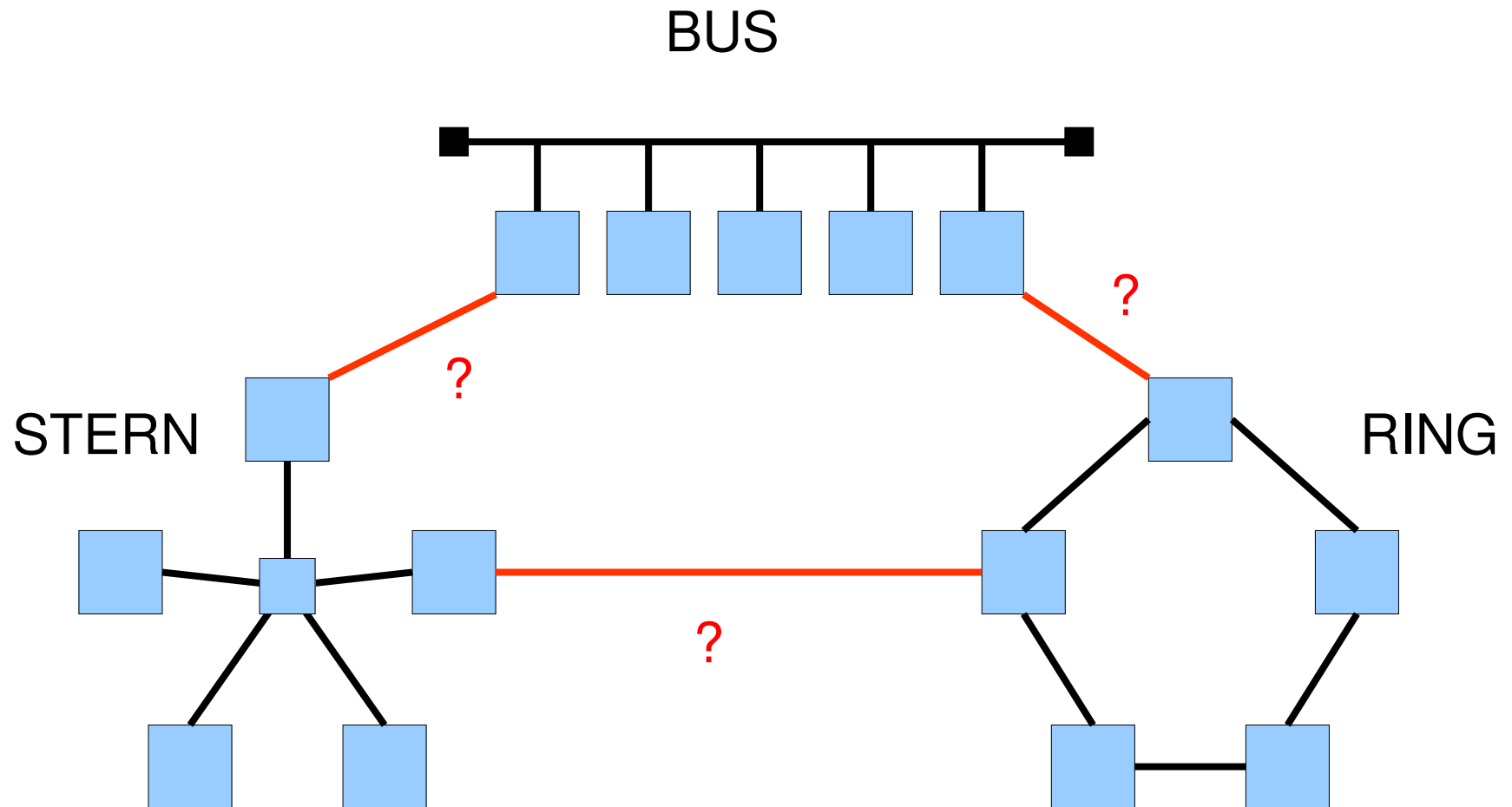


**Lokale Netze sind von der Übertragungskapazität,
Von der Anzahl der Stationen und von der räumlichen
Ausdehnung her stark eingeschränkt**

Typ	Verkabelung	Kapazität	max. Länge
10base5	„yellow cable“	10 Mbit/s	500m
10base2	„cheaper net“	10 Mbit/s	185m
10baseT	„twisted pair“	10 Mbit/s	100m
100baseT	CAT5-Kabel	100Mbit/s	100m

**Um größere Netze realisieren zu können besteht der
Bedarf nach einem Netzwerkverbund von lokalen Netzen**

InterNetworking – Vernetzung von Netzen



ISO/OSI - Das 7-Schichten-Modell

Application	7	Anwendung
Presentation	6	Darstellung
Session	5	Sitzung
Transport	4	Transport
Network	3	Vermittlung
Data Link	2	Sicherung
Physical	1	Bitübertragung

InterNetworking auf verschiedenen Layern

Application	7	Layer-7-Switch
Presentation	6	
Session	5	
Transport	4	Layer-4-Switch
Network	3	Router
Data Link	2	Bridge
Physical	1	Repeater

OSI-Layer 1: Repeater



Repeater sind lediglich elektrische Zwischenverstärker

→ Es können nur technisch gleiche Netze miteinander verbunden werden

Je nach Netzwerktechnologie können maximal 1-3 Repeater eingesetzt werden

→ Lösung skaliert nicht sehr gut

Die verbundenen Netzsegmente bilden eine gemeinsame Kollisionsdomäne

→ Kapazität bleibt limitiert

OSI-Layer 2: Bridges



Zwei oder mehr Netzwerksegmente werden auf OSI-Layer-2 miteinander verbunden

Bridges können auch z.B. zwischen Token Ring und Ethernet eingesetzt werden

Bridges sind für die beteiligten Stationen transparent

Bridges belauschen den Netzwerkverkehr aller angeschlossener Netzsegmente

Bridges lernen in welchem Segment welche Stationen angesiedelt sind

Bridges kopieren bei Bedarf Datenpakete von einem Segment in die anderen

MAC-Adressen (OSI-Layer-2)



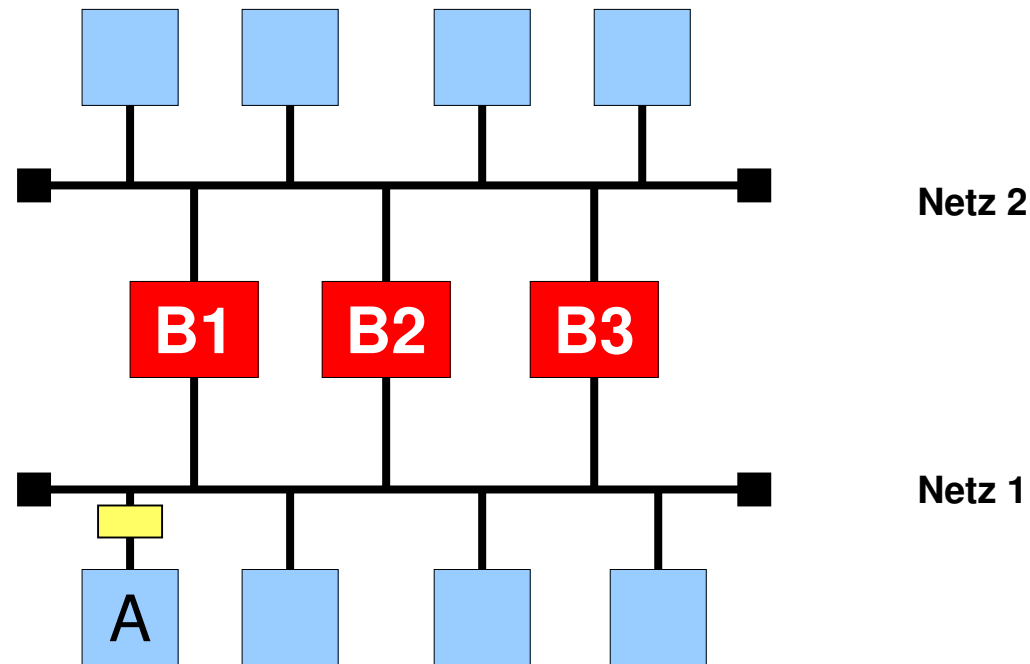
MAC-Adressen sind sechs Byte lang

Die ersten drei Bytes werden durch die IANA vergeben und kennzeichnen den Hersteller (der Netzwerkkarte, des Gerätes)

Die weiteren drei Bytes werden durch den Hersteller fortlaufend eindeutig vergeben

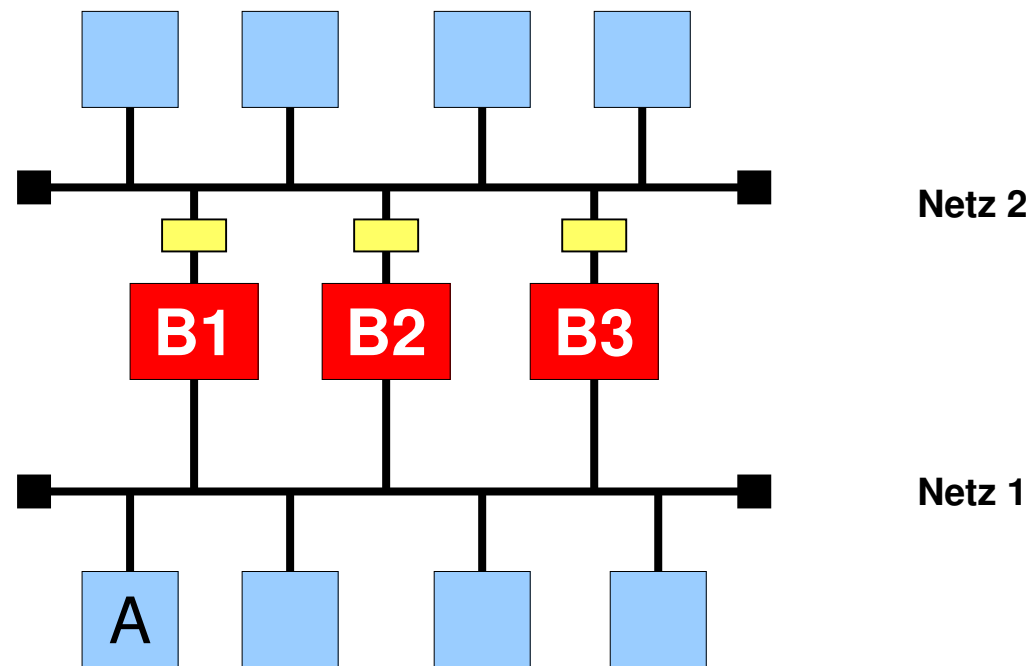
→ MAC-Adressen sind weltweit eindeutig!

Wenn eine Brücke ein Single-Point-of-Failure ist, was sind dann mehrere Brücken? (1)



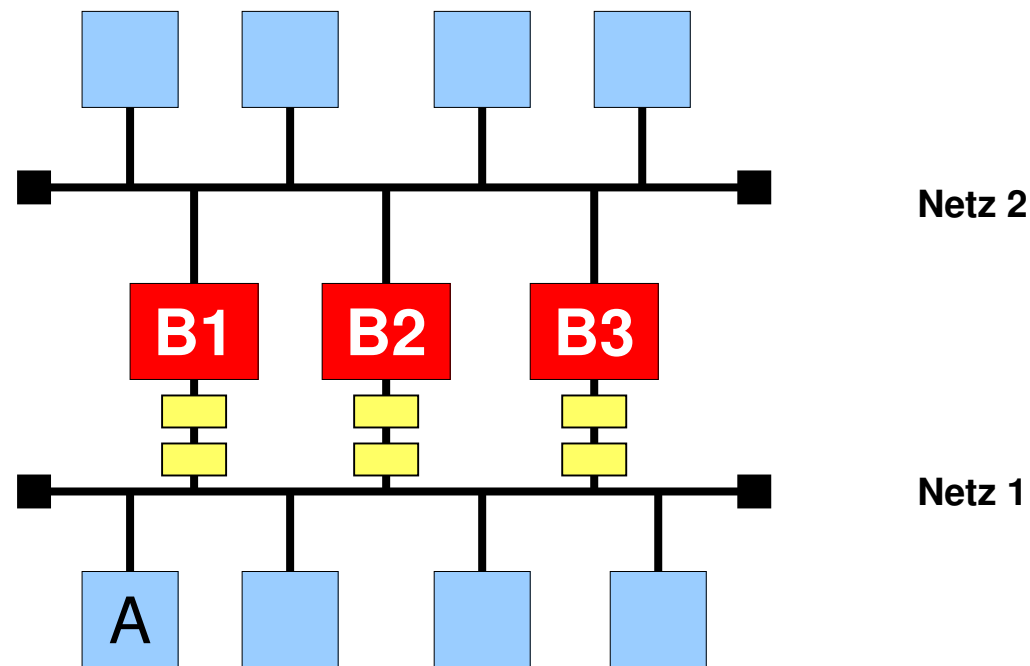
Station A sendet ein Datenpaket im Netz 1 aus

Wenn eine Brücke ein Single-Point-of-Failure ist, was sind dann mehrere Brücken? (2)



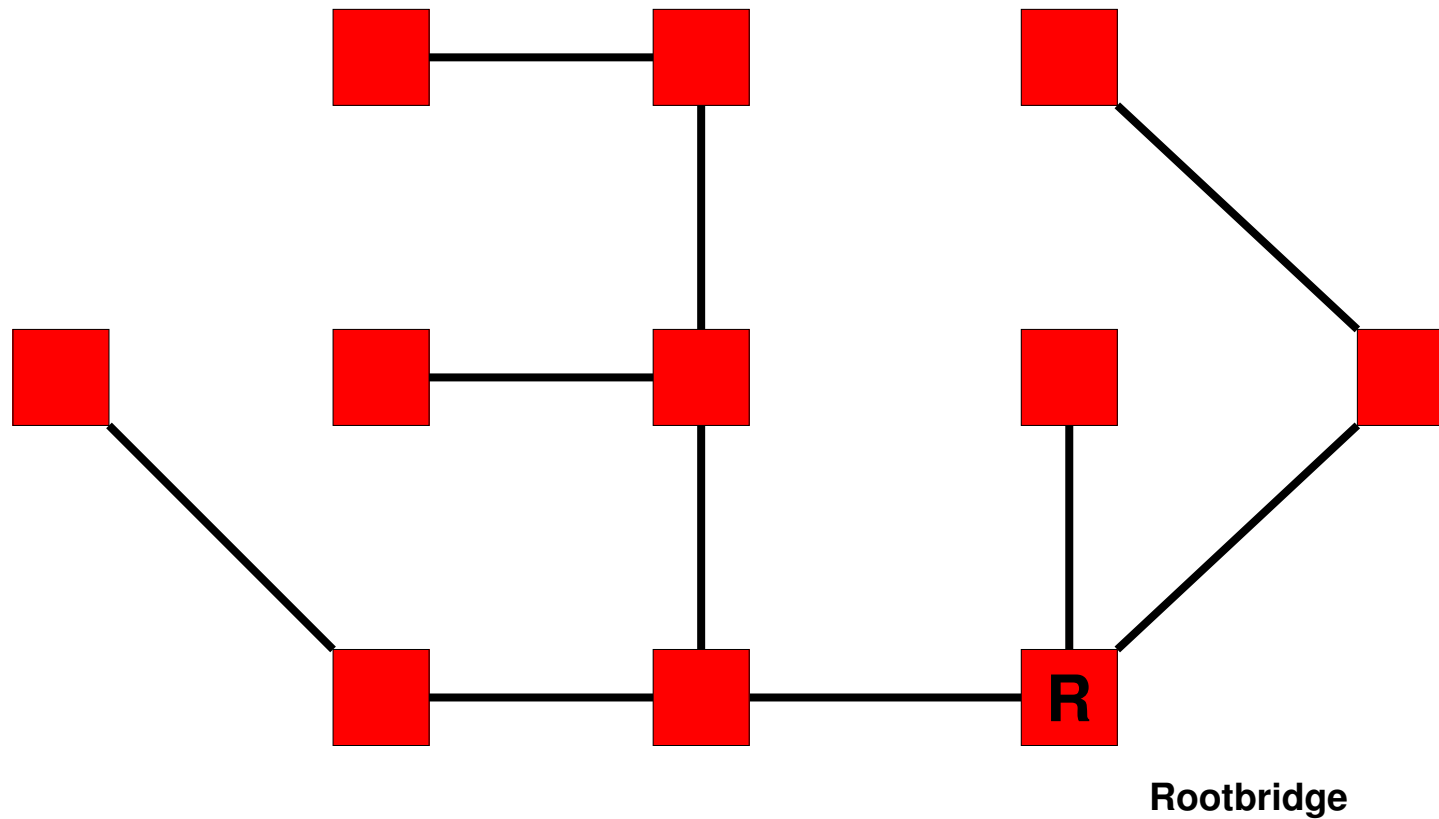
Jede Bridge kopiert das Paket in das Netz 2

Wenn eine Brücke ein Single-Point-of-Failure ist, was sind dann mehrere Brücken? (3)



Alle Bridges kopieren die Pakete
der anderen Bridges in das Netz 1 ...

Möglicher Aufbau eines Spanning Trees



OSI-Layer 3: Router



Zwei oder mehr Netzwerksegmente werden auf OSI-Layer-3 miteinander verbunden

Hierzu ist aber ein routingfähiges Netzwerkprotokoll notwendig,
also z.B. IP, IPX oder Appletalk

Für nicht-routingfähige Protokolle (z.B. NETBEUI bleiben nur Bridges)

Es gibt Multi-Protokoll-Router und Mischformen von Routern und Bridges (Brouter)

OSI-Layer-3 Adressen bestehen aus einem **Netzwerkteil** und einem **Stationsteil**

IPX



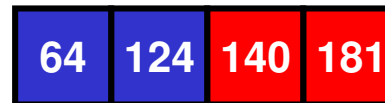
Appletalk



IP (Class A)



IP (Class B)

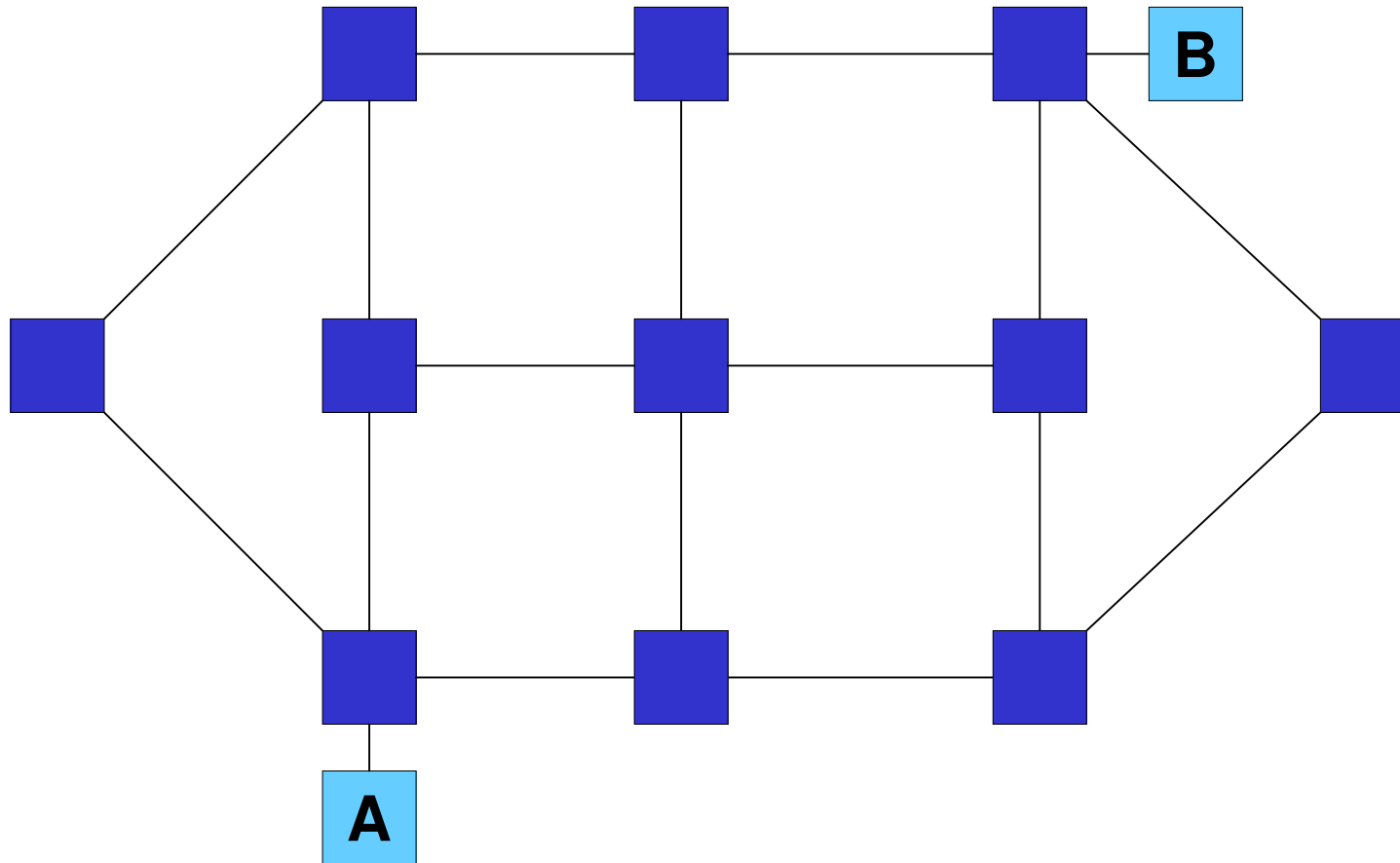


IP (Class C)



Router interessieren sich nur für den **Netzwerkteil** der Adresse

Von A nach B – das Problem der Wegewahl



Von A nach B – und wieder zurück

Traceroute von UUNET zu T-ONLINE

```
C:\>tracert 62.227.82.10
```

```
 1    40 ms    50 ms    40 ms    tnt13.hdn1.deu.da.uu.net [139.4.248.13]
 2    40 ms    40 ms    41 ms    fastethernet2-0.dr1.hdn1.alter.net [139.4.112.129]
 3    40 ms    50 ms    40 ms    351.at-1-1-0.xr1.hdn1.alter.net [149.227.23.253]
 4    40 ms    50 ms    50 ms    so-2-1-0.xr1.fft4.alter.net [149.227.20.33]
 5    40 ms    50 ms    50 ms    411.atm4-1-0.br1.fft4.alter.net [149.227.25.154]
 6    50 ms    40 ms    40 ms    f-gw12.f.net.dtag.de [149.227.129.18]
 7    50 ms    61 ms    50 ms    du-rg1.du.net.dtag.de [193.158.7.136]
 8    60 ms    50 ms    60 ms    212.185.254.205
 9   130 ms   140 ms   140 ms    p3ee3520a.dip.t-dialin.net [62.227.82.10]
```

Traceroute von T-ONLINE zu UUNET

```
C:\>tracert 149.225.184.144
```

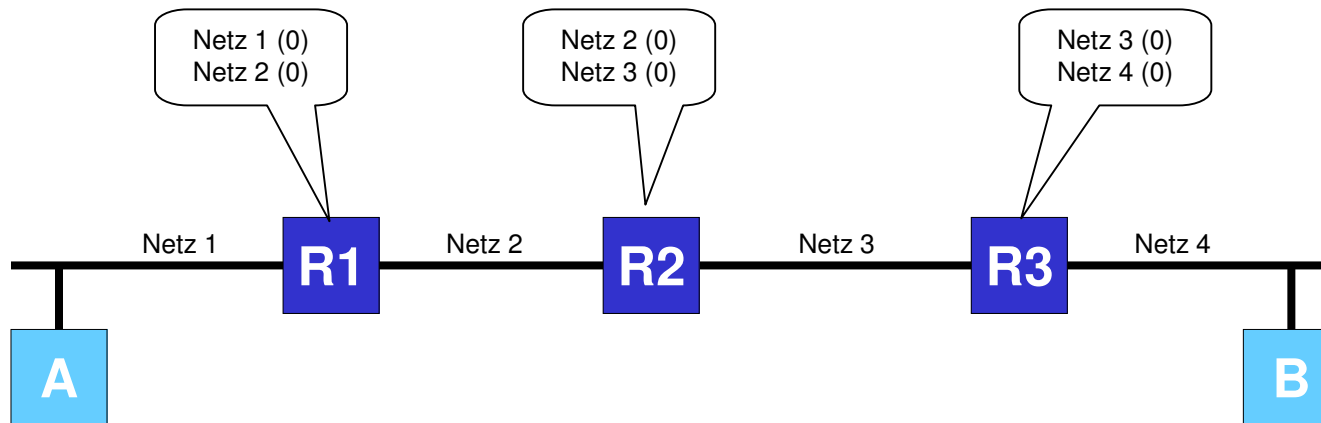
```
 1    70 ms    70 ms    70 ms    212.185.254.205
 2    70 ms    70 ms    70 ms    212.185.254.206
 3    70 ms    60 ms    70 ms    DU-EB1.DU.DE.net.dtag.de [62.154.11.68]
 4    80 ms    80 ms    70 ms    DO-gw13.DO.NET.DTAG.DE [62.154.61.158]
 5   151 ms    80 ms    70 ms    pos1-0-0.BR1.DTM1.ALTER.NET [149.227.129.5]
 6    70 ms    80 ms    81 ms    pos6-0-2.CR1.DTM1.ALTER.NET [149.227.24.245]
 7    80 ms    80 ms    80 ms    so-0-0-0.XR2.HDN1.ALTER.NET [149.227.19.165]
 8    90 ms    90 ms    80 ms    so-7-0-0.XR1.HDN1.ALTER.NET [149.227.48.101]
 9    80 ms    80 ms    81 ms    311.atm5-0.DR1.HDN1.ALTER.NET [149.227.23.254]
10    90 ms    90 ms    80 ms    tnt13.hdn1.deu.da.uu.net [139.4.248.13]
11   130 ms   150 ms   140 ms    1Cust144.tnt13.hdn1.deu.da.uu.net [149.225.184.144]
```

Statisches Routing

```
C:\>route print
=====
Schnittstellenliste
0x1 ..... MS TCP Loopback interface
0x1000004 ...00 e0 00 ae ee 43 ..... Realtek 8139-series PCI NIC

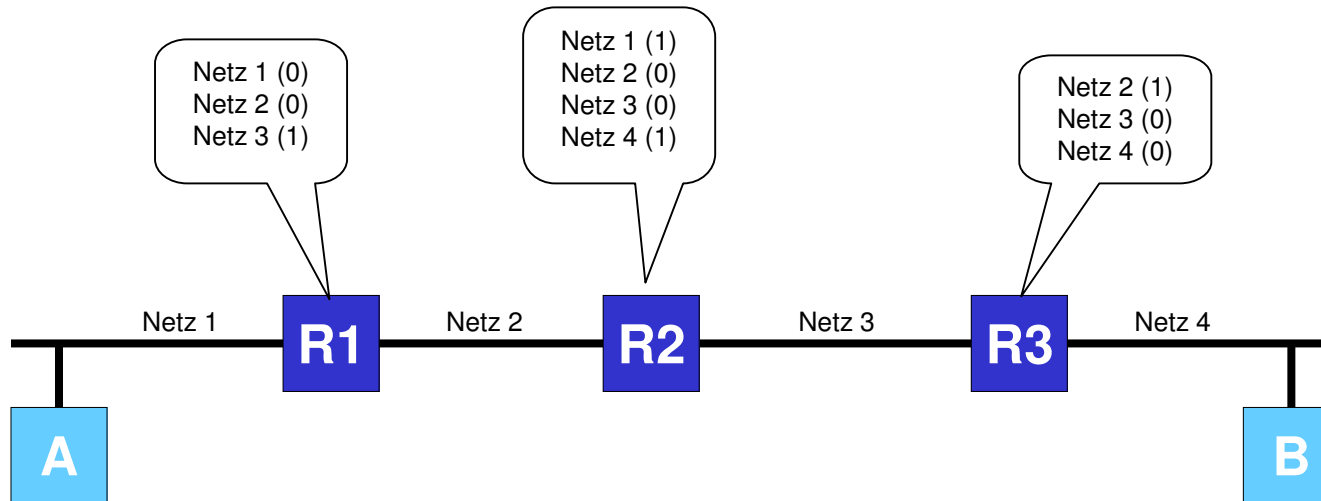
=====
=====
Aktive Routen:
    Netzwerkziel    Netzwerkmaske    Gateway    Schnittstelle    Anzahl
        0.0.0.0        0.0.0.0        192.168.1.1    192.168.1.11        1
        127.0.0.0        255.0.0.0        127.0.0.1        127.0.0.1        1
        192.168.1.0        255.255.255.0    192.168.1.11    192.168.1.11        1
        192.168.1.11    255.255.255.255    127.0.0.1        127.0.0.1        1
        192.168.1.255    255.255.255.255    192.168.1.11    192.168.1.11        1
        224.0.0.0        224.0.0.0        192.168.1.11    192.168.1.11        1
        255.255.255.255    255.255.255.255    192.168.1.11        2        1
Standardgateway:    192.168.1.1
=====
Ständige Routen:
    Keine
```

Distanzvektor Protokolle (1)



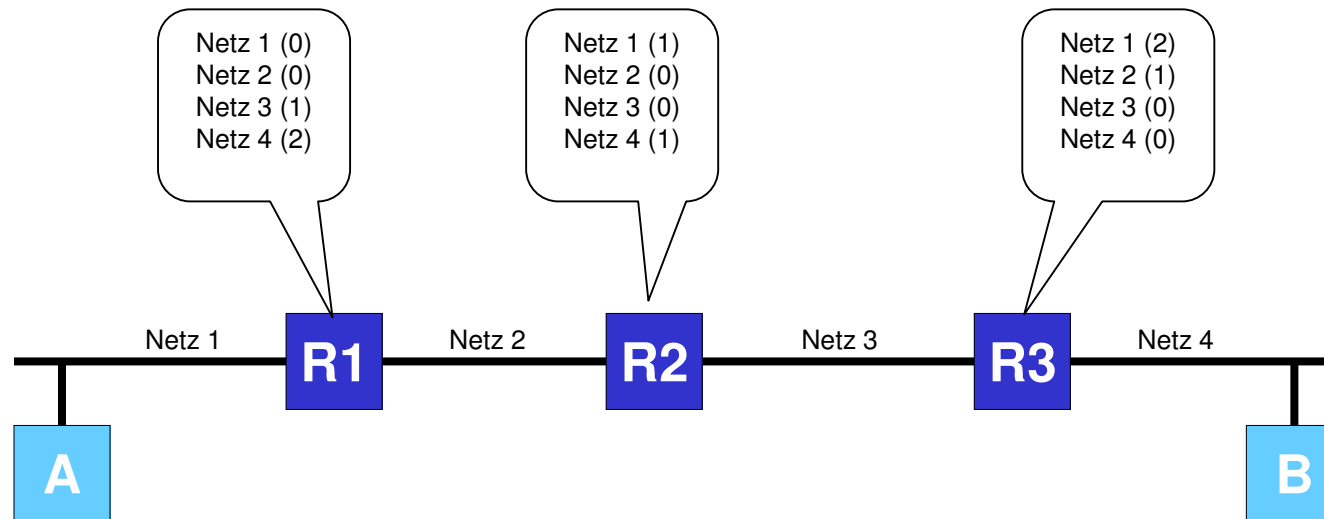
Jeder Router teilt seinen unmittelbaren Nachbarn mit, welche Zielnetze er mit welchem Aufwand erreichen kann

Distanzvektor Protokolle (2)



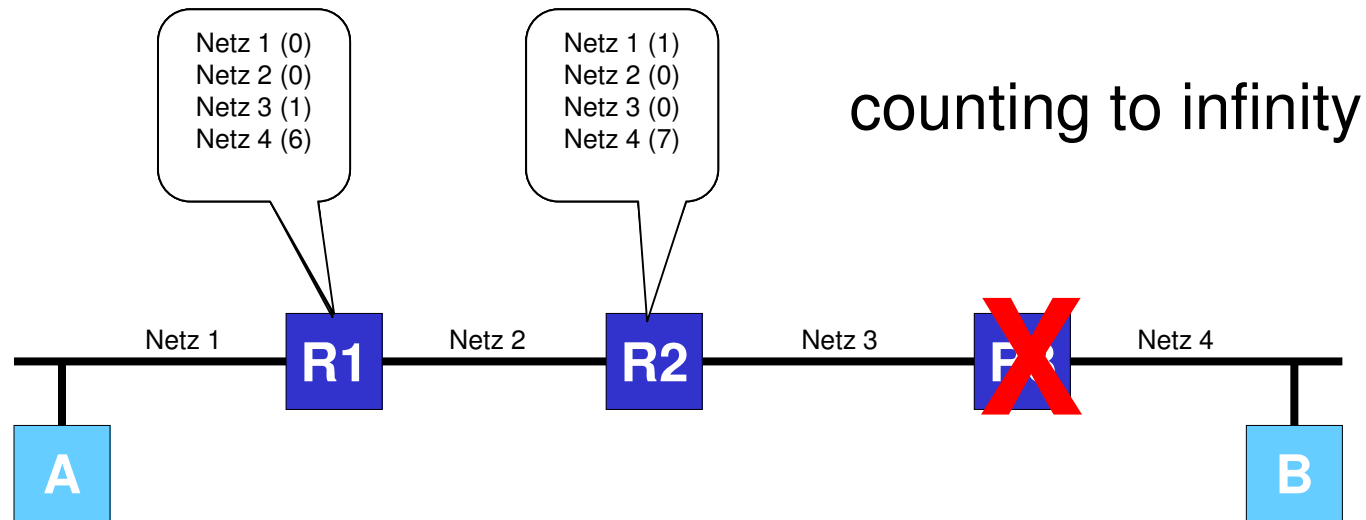
Dabei lernt er von seinen Nachbarn neue Ziele kennen

Distanzvektor Protokolle (3)



Irgendwann kennen alle Router alle Ziele
Die Zeit, die das benötigt, nennt man Konvergenzzeit

Distanzvektor Protokolle (4)



Bei Ausfall eines Routers werden Zielnetze unerreichbar.

split horizon (geteilter Horizont)

Verhindert Schleifen zwischen benachbarten Routern und entschärft das Konvergenzproblem erheblich

„Sende niemals eine Route an den Router zurück, von dem Du sie erhalten hast!“

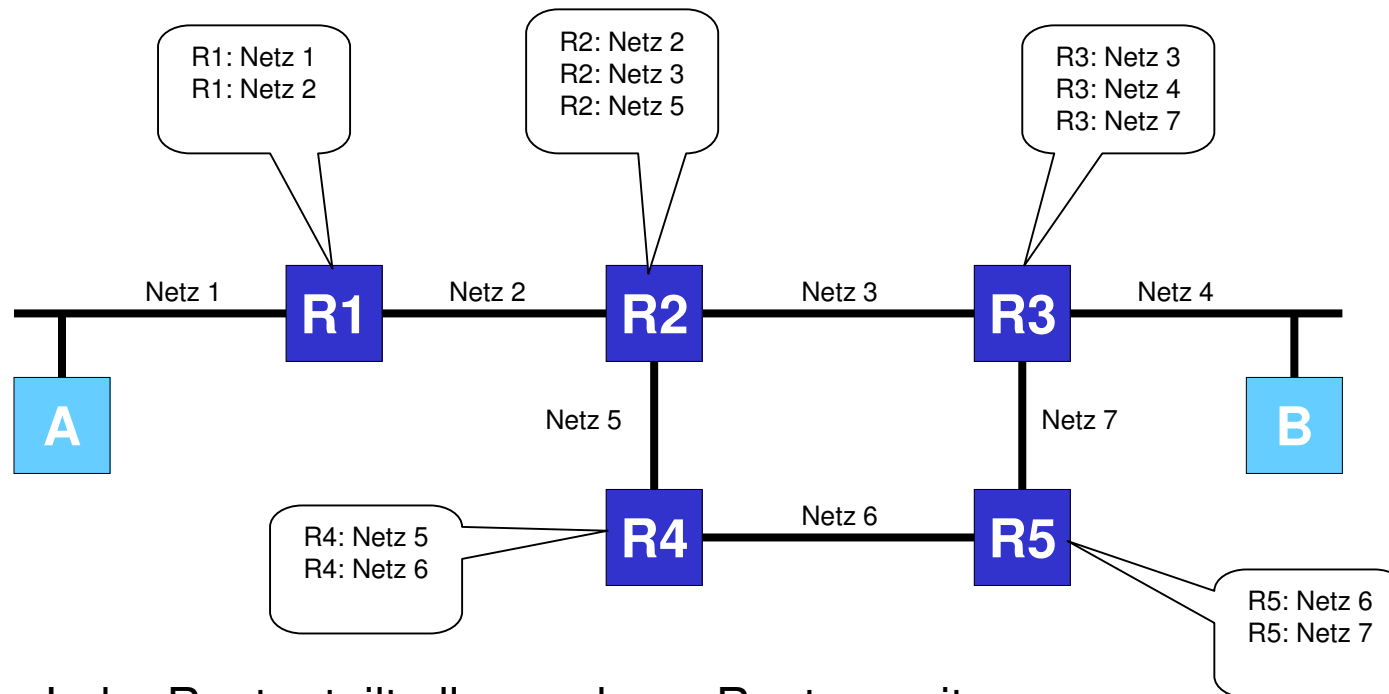
poison reverse

Erweiterung zu „split horizon“

Zur weiteren Verbesserung des Konvergenzverhaltens.

„Wenn Du keine weitere Route zu einem Ziel kennst, das Dein Nachbar Dir mitgeteilt hat, dann gib eine Route mit der Metrik *unendlich* zurück.“

Link State Protokolle



Jeder Router teilt allen anderen Routern mit, welche Zielnetze er unmittelbar erreichen kann. Alle Router erzeugen sich durch diese Informationen mittels des Shortest-Path-First-Algorithmus von Dijkstra ein komplettes Abbild der Routing Domain.

Übersicht über real existierende Routing-Protokolle

Protokoll	RIP	RIPv2	OSPF	IGRP	EIGRP
Art	DV	DV	LS	DV	hybrid
Konvergenz	langsam	langsam	schnell	langsam	schnell
VLSM/CDIR	nein	ja	ja	nein	ja
Bandbreitenbedarf	hoch	hoch	gering	hoch	gering
Redundante Verb.	nein	nein	ja	ja	ja
Skalierbarkeit	schlecht	schlecht	gut	gut	gut
Standard	RFC 1058	RFC 2453	RFC 2328	CISCO	CISCO
Kommunikation	UDP 520	UDP multicast	IP 89 multicast		