

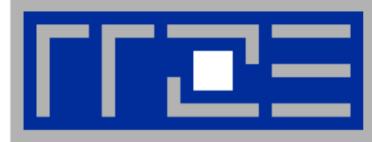
Praxis der Datenkommunikation
Lokale Netze: Switching, Routing, Strukturierung

P. Holleczek
RRZE
26.10.2016

peter.holleczek@fau.de

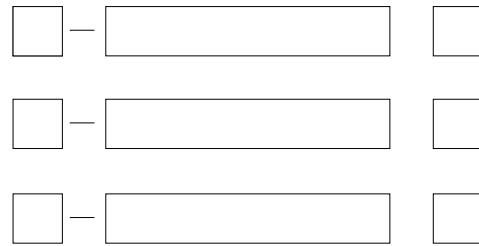
- 1) **Ethernet – Das Ur-LAN**
- 2) **Standards**
- 3) **LAN-Funktionsweise**
- 4) **LAN-Strukturierung**
- 5) **LAN-Strukturierung an der FAU**

1) Ur-LAN Ethernet

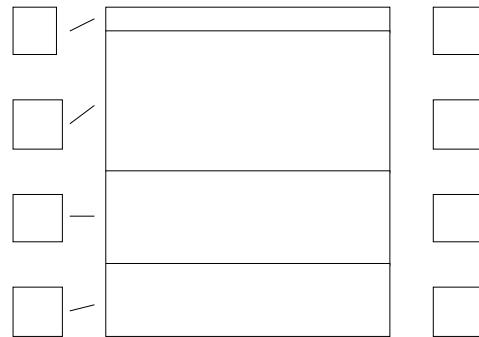


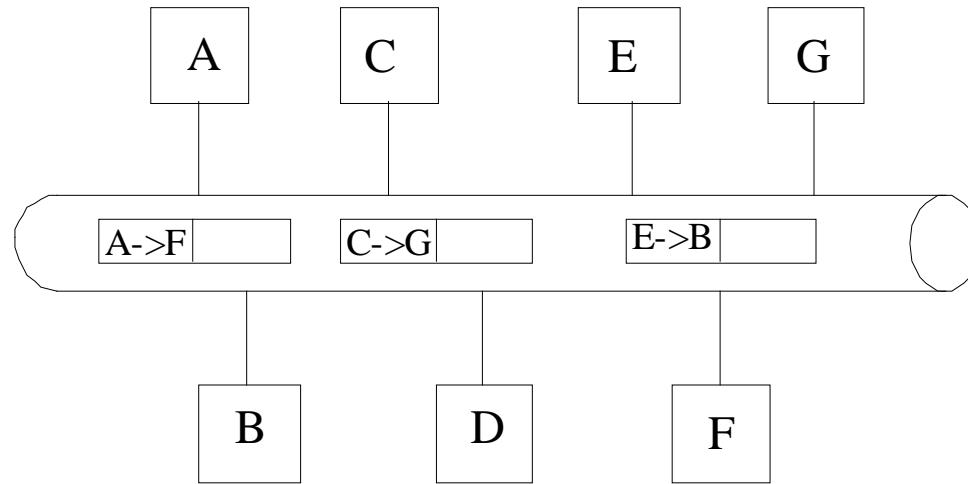
- **Merkmale**
- **CSMA/CD**
- **Restriktionen**

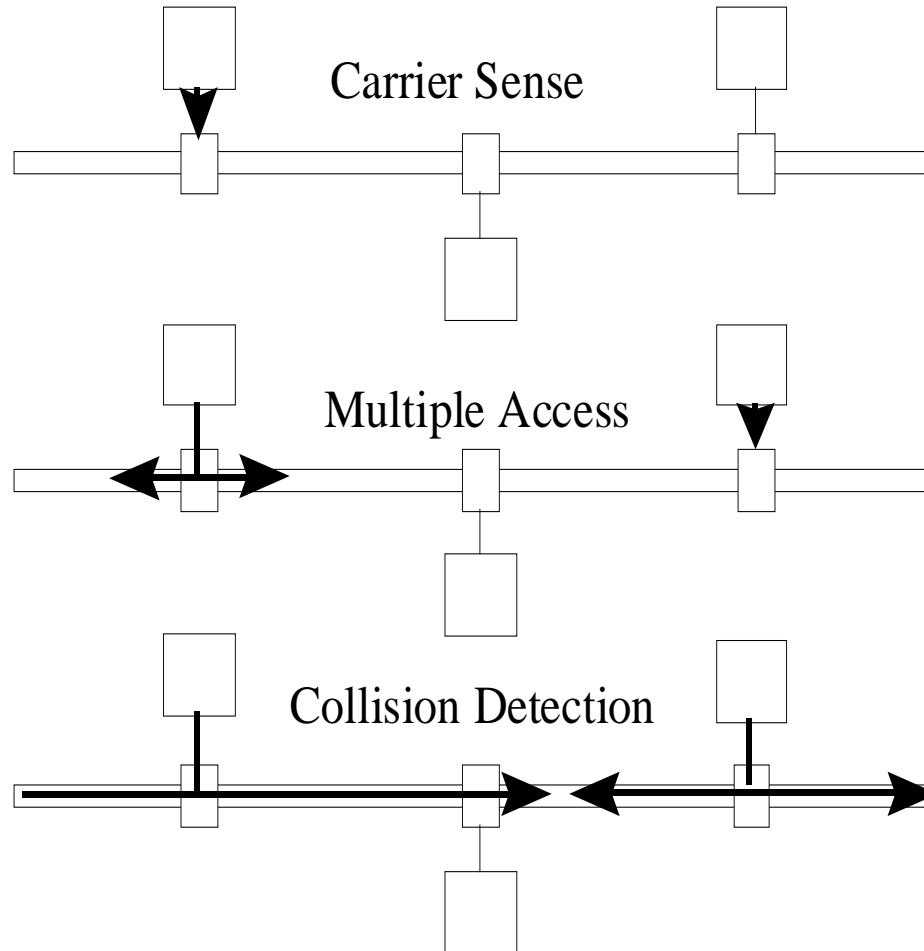
ISDN: fest, $n \cdot 64 \text{ kbps}$



LAN: dynamisch, z.B. Summe = 10Mbps



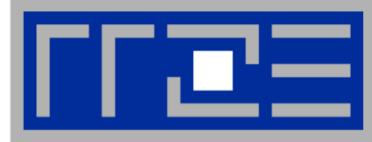




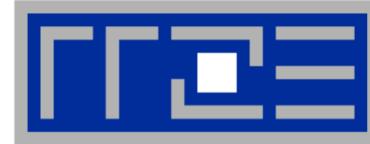
- Übertragungsrate: 10 Mbit/s
- 64Bytes < Framegröße < 1.500Bytes
 - Ausnahme: „Jumbo-Frames“

■ Längen (nur im klassischen Koax):		
max. Ausdehnung	500m	2,5m
10Base5	180m	0,5m
10Base2		

2) LAN-Standards



- **Im Schichtenmodell**
- **Ethernet**
- **Und noch mehr Ethernet ...**



4 Transport Layer

3 Network Layer

2 Link Layer

Logical Link Control (LLC, 802.2)

Medium Access Contr (MAC)

802.1

802. 3 4 5 6 11 16

1 Physical Layer

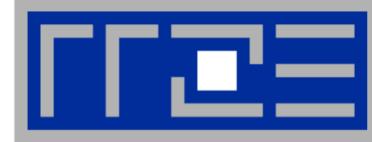
- **LLC**
 - Schnittstellen zu den Netzwerkprotokollen
- **MAC**
 - Zugriffsverfahren

Ethernet

Token-Bus
Token-Ring
MAN

WLAN

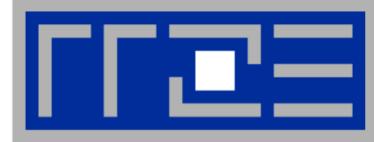
WMAN



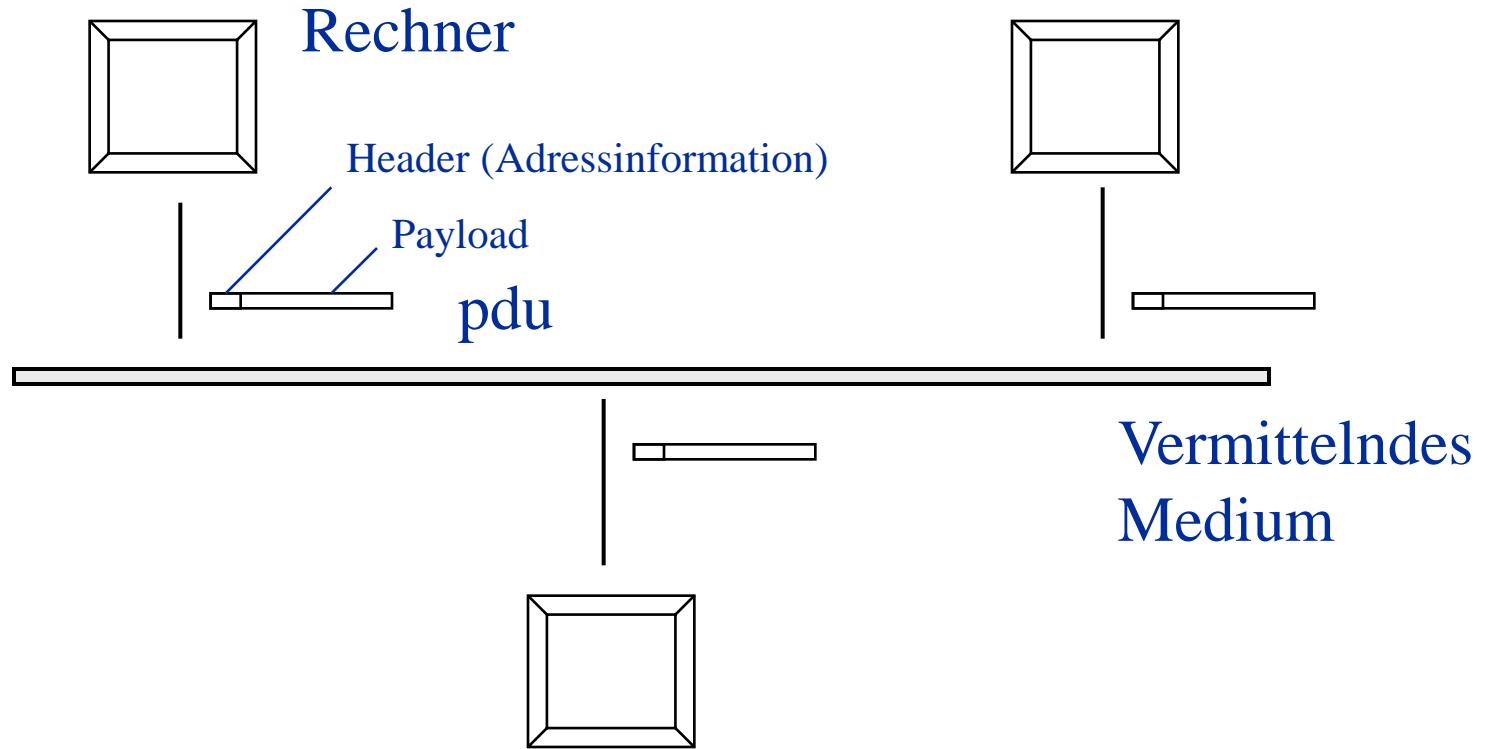
- **Übertragungsraten**
 - 10 Mbit/s (wie Ur-Ethernet)
 - 100 Mbit/s (FE / Fast-Ethernet)
- **Zugriffsverfahren**
 - Halb-Duplex (hdx = CSMA/CD)
 - Voll-Duplex (fdx)

- **Gigabit-Ethernet (,GE')**
 - Nenn-Datenrate 1Gbps
 - kein CSMA/CD (wäre hdx), nur fdx
 - legt (nur noch) Datenformate fest
 - interessant für Fernverbindungen
- **Funk-LANs**
 - **IEEE 802.11 (WLAN)**
 - wie CSMA-CD ... ein Kollisionsbereich
 - Summenbandbreite 2 => 11 => 54 => 289 Mbit/s
 - **IEEE 802.16 (WMAN) ?**

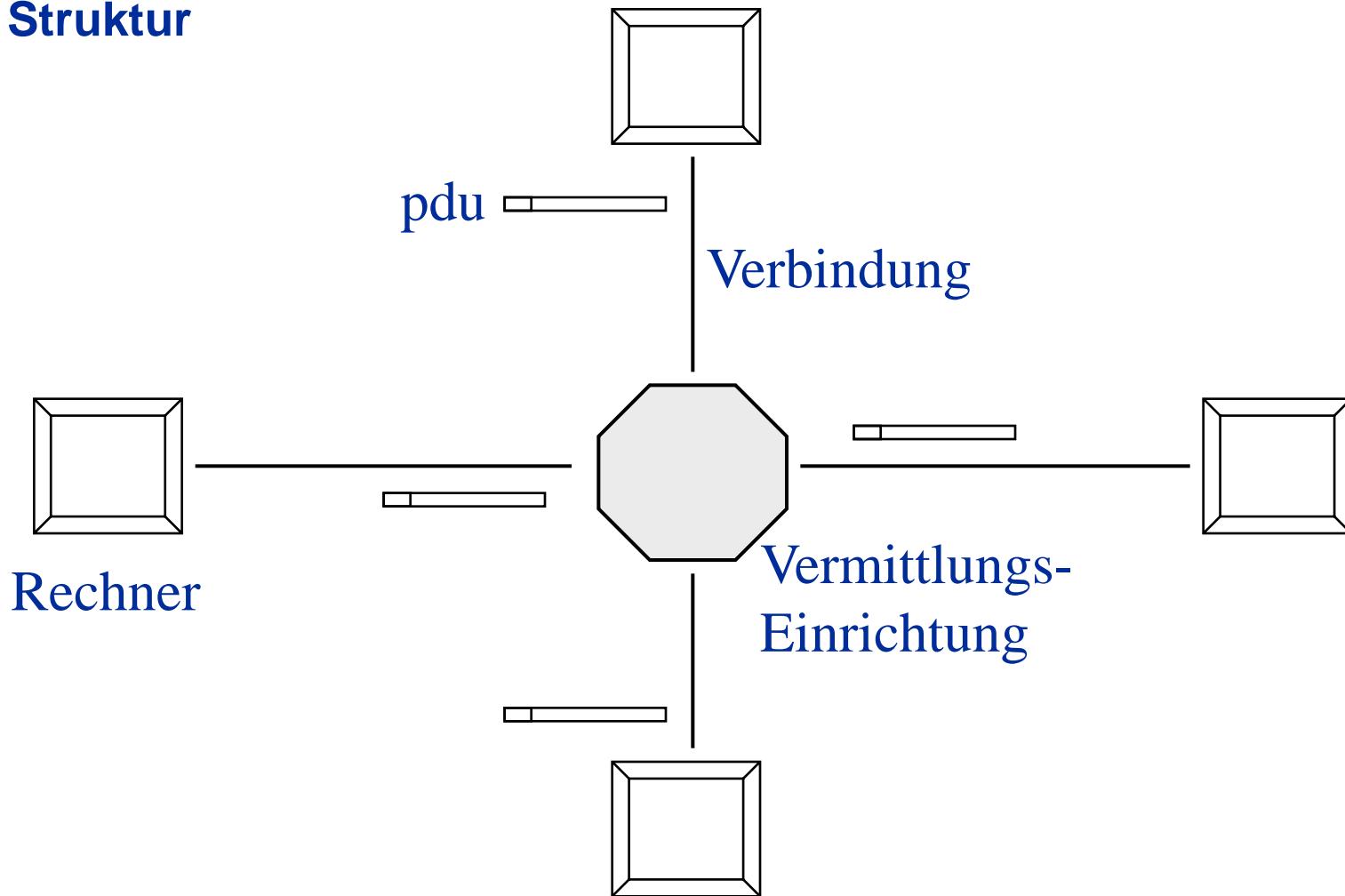
3) LAN - Funktionsweise



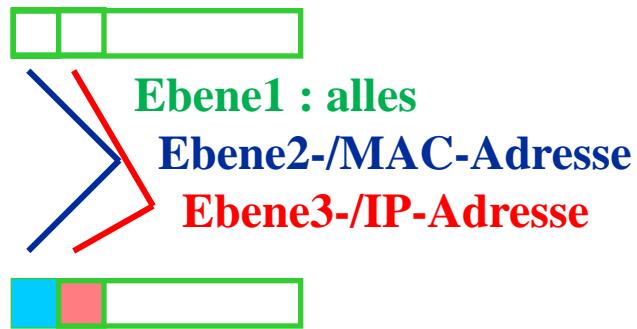
- **Verallgemeinertes Ur-LAN**
- **Verallgemeinertes Netz**
- **Adressierung**



Struktur



- **Aufgabe**
 - **Vermittlung von pdus**
anhand von Adressen im Header



- **Strukturierung des Rechnerbestands**

- **Ebene 2: MAC-Adressen**
 - vom Hersteller des Interface-Boards fest vorgegeben
 - Zusammenhängende Bereiche für jeden Hersteller
 - z.B. 00:0B:3B:0E:1B:F5
- **Ebene 3: IP-Adressen**
 - einem Rechner dynamisch bzw. fest zugewiesen
 - z.B. 192.168.2.x, 131.188.3.72

- **IP-Adressen**
 - **Form:** $x \cdot x \cdot x \cdot x$
 - **Wertebereich:** $0 \leq x \leq 255$ (x : 8bit)
 - **Aufbau grundsätzlich:** $Netz \cdot x \cdot x \cdot Host$
 - **Zuordnung von x (Netz oder Host) abhängig von Klasse**
 - Class A: $Netz \cdot Host \cdot Host \cdot Host$
 - Class B: $Netz \cdot Netz \cdot Host \cdot Host$
 - Class C: $Netz \cdot Netz \cdot Netz \cdot Host$
 - **z.B.** $131 \cdot 188 \cdot x \cdot x$ (Class B)
 - **Vergabe**
 - **Extern (Prinzip: „flach“ bzw. „first come, first served“):**
 - International: Internet Assigned Numbers Authority
 - National: DE-NIC
 - **Lokal:**
 - Manuell
 - *Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)* via Server
 - **Symbolisch (in Grenzen frei wählbare Bezeichnung):**
 - *Domain Name Service (DNS)* via Server

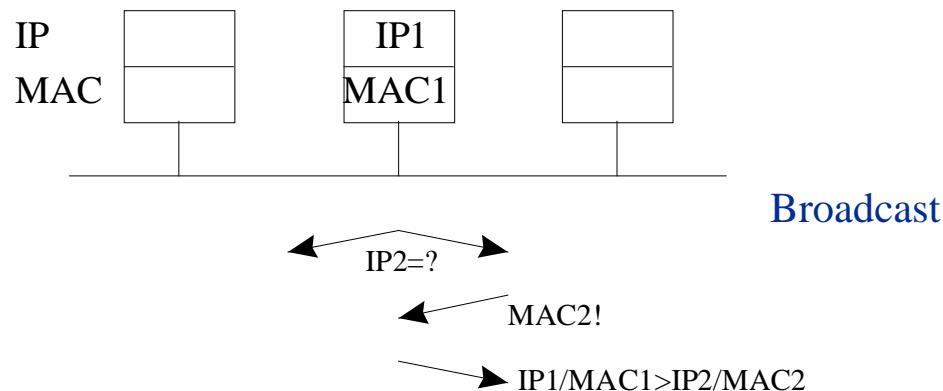
- **Zusammenhang mit anderen Adressen**
 - LAN: Netz/IP (Ebene3) <=> Link/MAC (Ebene2)
 - **Zuordnung durch**
 - **Address Resolution Protocol (ARP)**
 - **Reverse Address Resolution Protocol (RARP)**
 - **Broadcast als zentraler LAN-Mechanismus**

**Ausgangslage: kommunikationswilliges Rechnerpaar
(z.B. 1 = Client, 2 = Server)**

Client kennt

**eigene IP/MAC-Adresse (IP1/MAC1), IP-Adresse des Partners (IP2)
nicht MAC-Adresse des Partners**

Kommunikationsweg: IP1 -> IP2 !

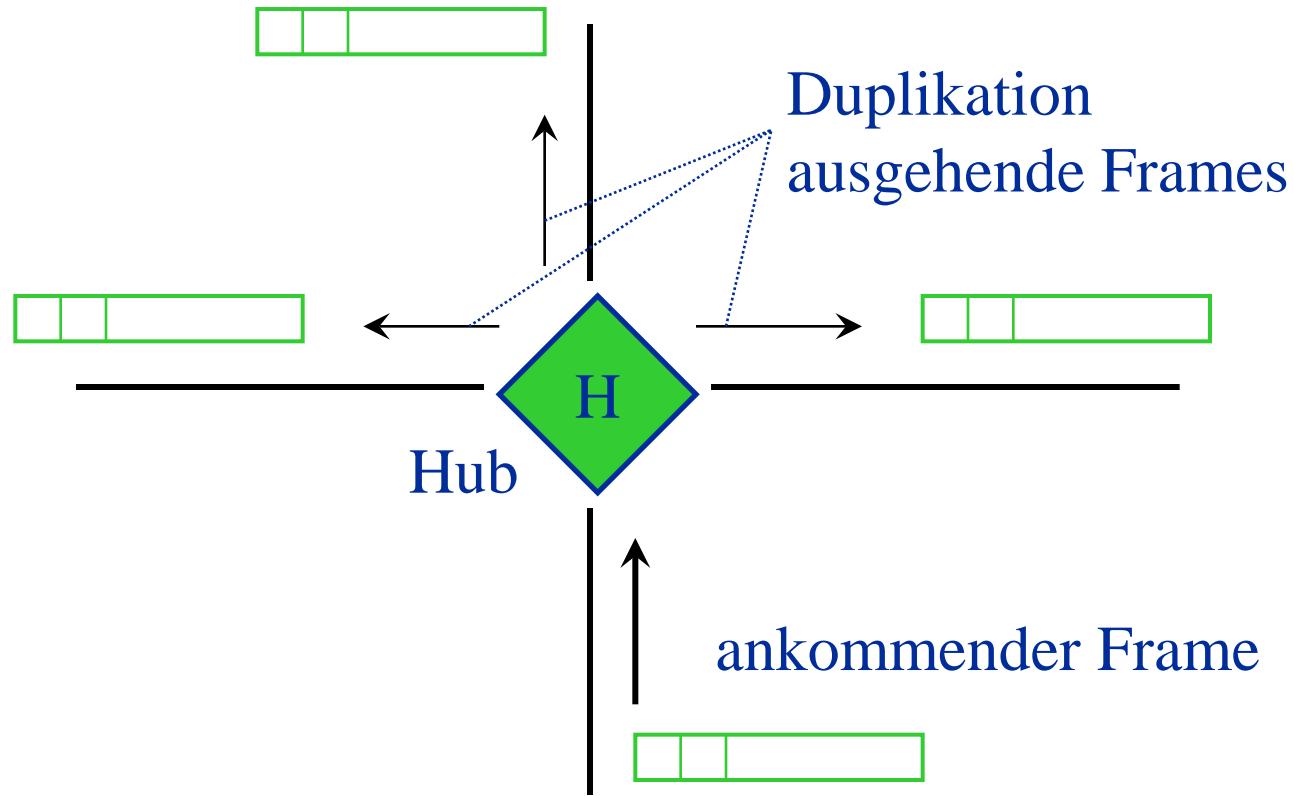


**Umkehrung:
Reverse ARP: MAC-Adresse => IP-Adresse**

- **Motivation**
- **Ebenen 1, 2, 3 und zugehörige Strukturelemente**
- **Zusammenwirken Ebenen 2 & 3**
- **Übersichten**
- **Erweiterte Ebenen 2 & 3: Virtuelle LANs („VLANs“)**

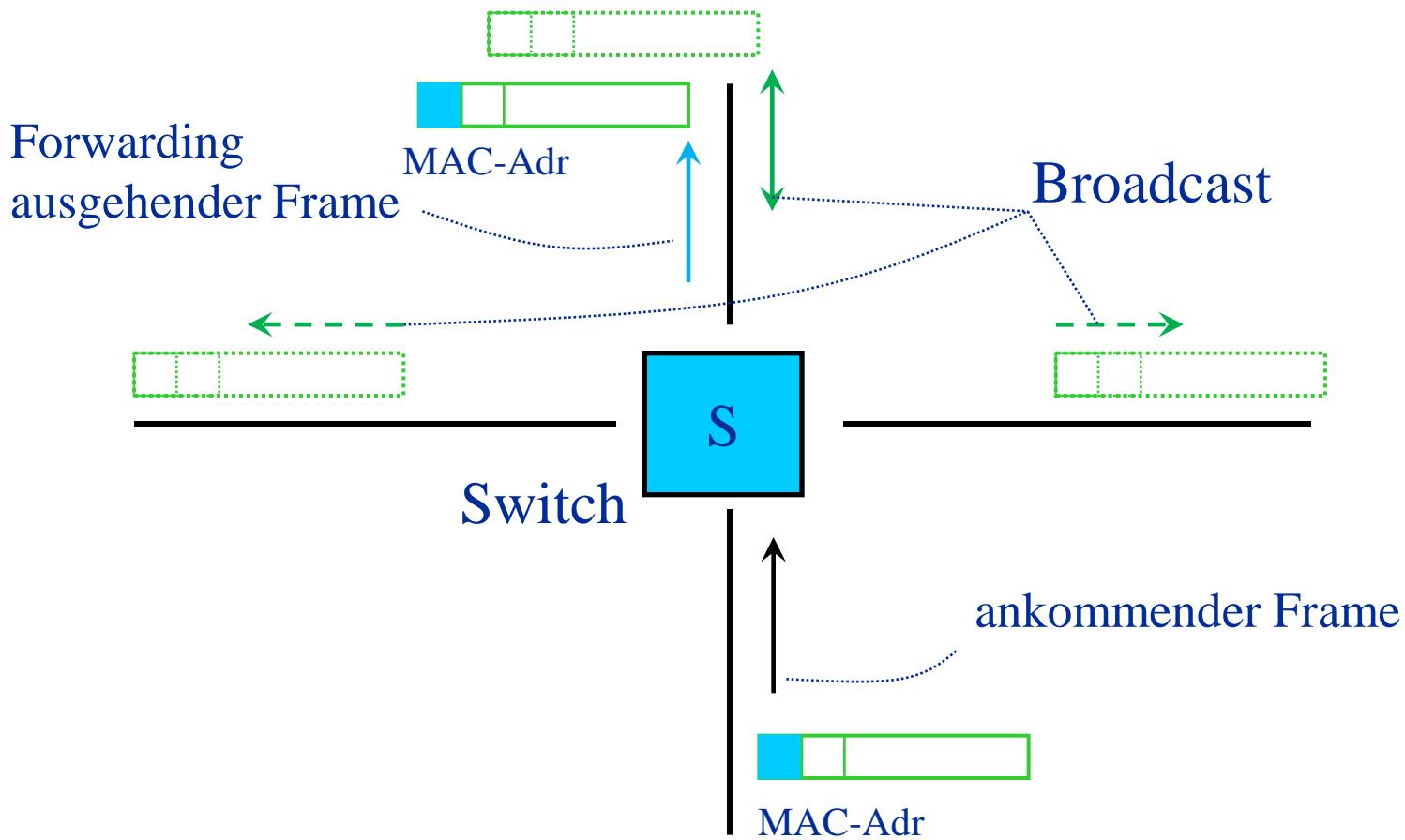
- **Ausgangslage**
 - viele Nutzer / Rechner / Gebäude / Nutzergruppen
- **Technische Kommunikation**
 - Grundsätzlich: Client <=> Server
 - Eher nicht: Client <=> Client (Spiele)
- **Logische Kommunikation, abhängig von**
 - Informationsfluss
 - Gemeinsamen Objekten / Datenbeständen
 - Geschäftsprozessen
 - Sicherheit (Abschirmung: Verkehr „lokal“ halten)
 - Wirtschaftlichkeit (Ressourcen: Verkehr „lokal“ halten)
- **Ansatz**
 - Gegliederter mehrstufiger hierarchischer Aufbau
 - Trivialbeispiel: Straßennetz

- **Funktionsweise Ebene 1 – (Medien-)Verbund**
 - **Nachbildung des Ur-Ethernet**
 - Erhaltung des „shared medium“
 - Weiterleitung aller pdus „an alle“ durch Duplikation auf „Bit-Ebene“
 - **Zusatzfunktionen**
 - Regenerierung der Signale („Flanken“)
 - Vergrößerung des Kollisionsbereichs, durch Verkettung von Segmenten
 - **unabhängig von Ebene 2 - und 3 – Information**
- **gegenseitige Störung des Datenverkehrs durch „Bus“-Charakter**
- **Stör-Risiko wächst mit Anzahl der Teilnehmer**



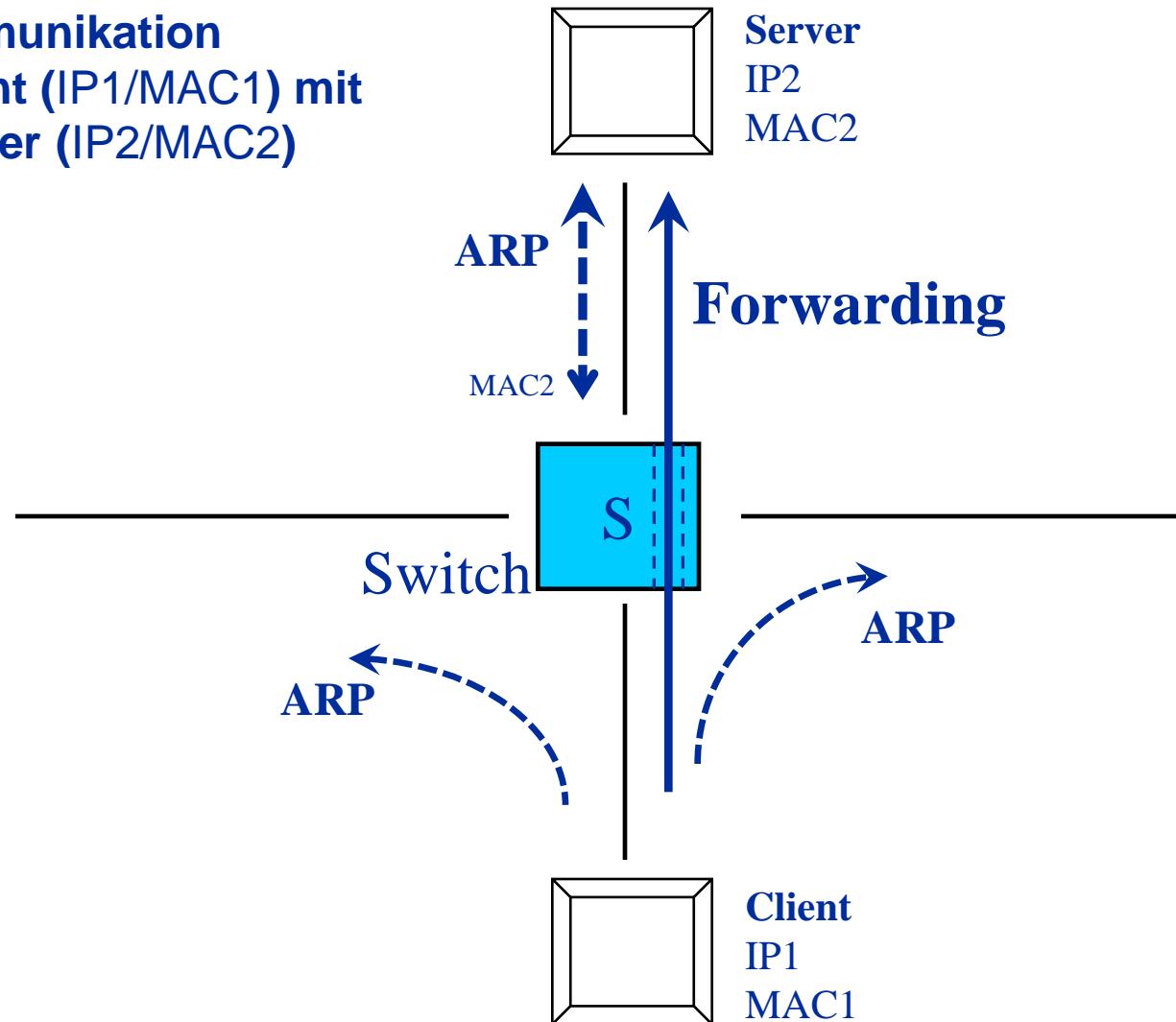
- **Funktionsweise Ebene 2 – (Frame-)Verbund**
 - **Trennung von Kollisionsbereichen**
 - **Weiterleitung (Forwarding) von (Ethernet-)Frames an die richtige Stelle**
 - **Nachbilden des Kollisionsbereichs (nur) für Broadcasts:**
 - d.h. Weiterleiten von Broadcasts-pdus „an alle“**
 - **unabhängig von Ebene 3 – Information (IP-Paketen)**
- **Strukturierungswerkzeug**
 - **Bündelung von Endgeräten**
 - **Uplink zu Routern**

Broadcast vs Forwarding



Kommunikation

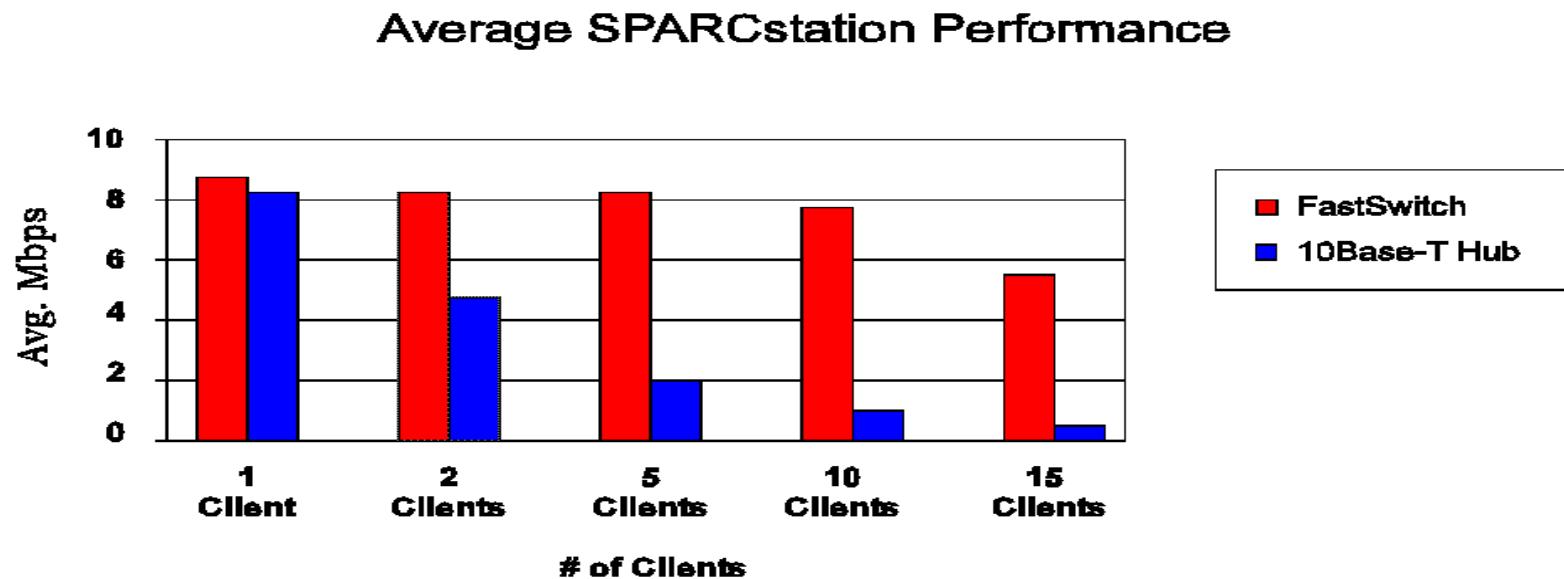
**Client (IP1/MAC1) mit
Server (IP2/MAC2)**





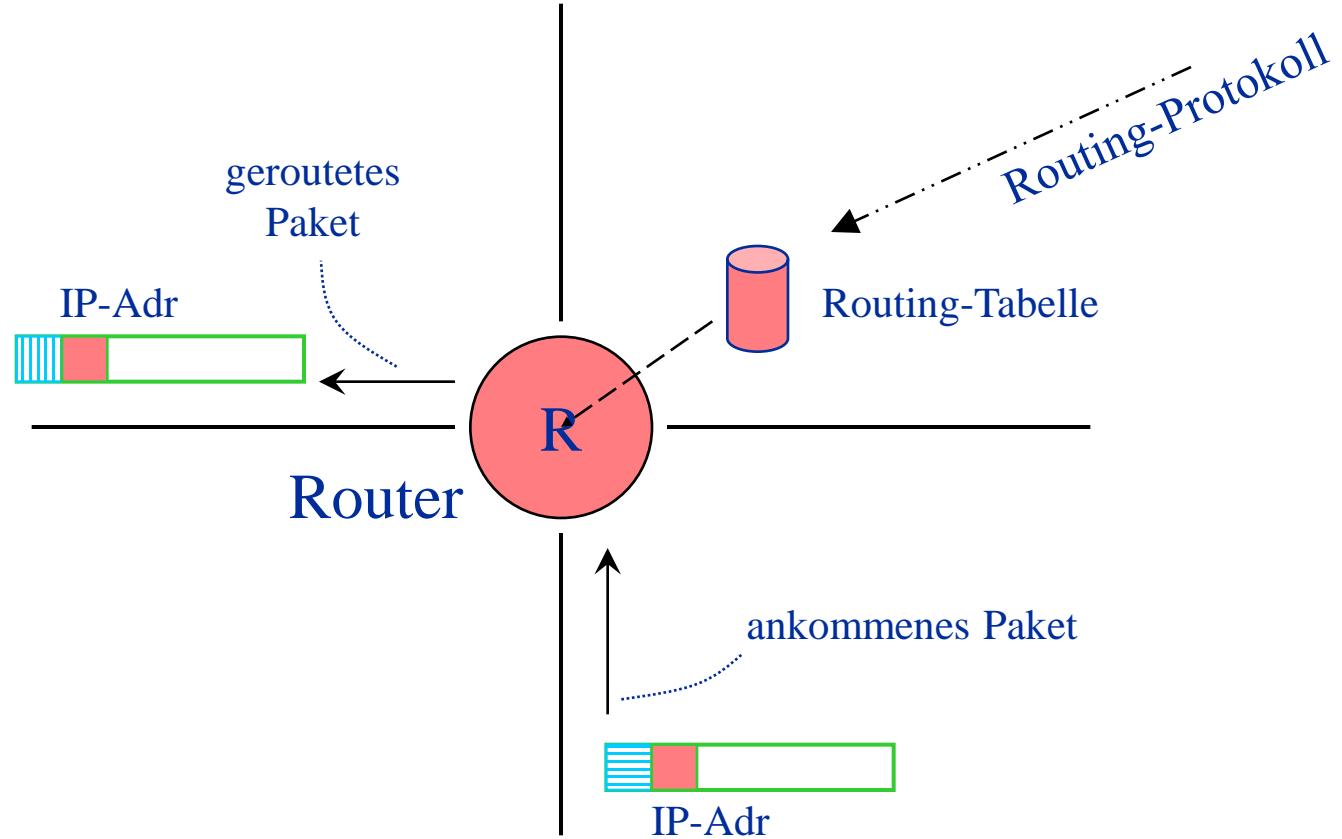
- **Geräteeigenschaften**
 - möglichst hohe Portanzahl, ggf. ge „stackt“
 - durch „cut thru“ geringe Verzögerung:
Frame-Weiterleitung bereits nach Auswertung des Headers
 - Ports
 - je Port: ein Gerät
 - Zuordnungstabelle: MAC-Adresse <=> Port
ggf. selbstlernend
 - für 10, 100 Mbps, 1Gbps (, 10Gbps)
ggf. Autosensing
- **Performance**
 - Last durch Broadcasts, Extremfall Broadcast - „Sturm“
 - Risiko von Broadcast-Stürmen steigt mit Anzahl der Teilnehmer

- Performancegewinn (bei 1 bis 15 Clients)



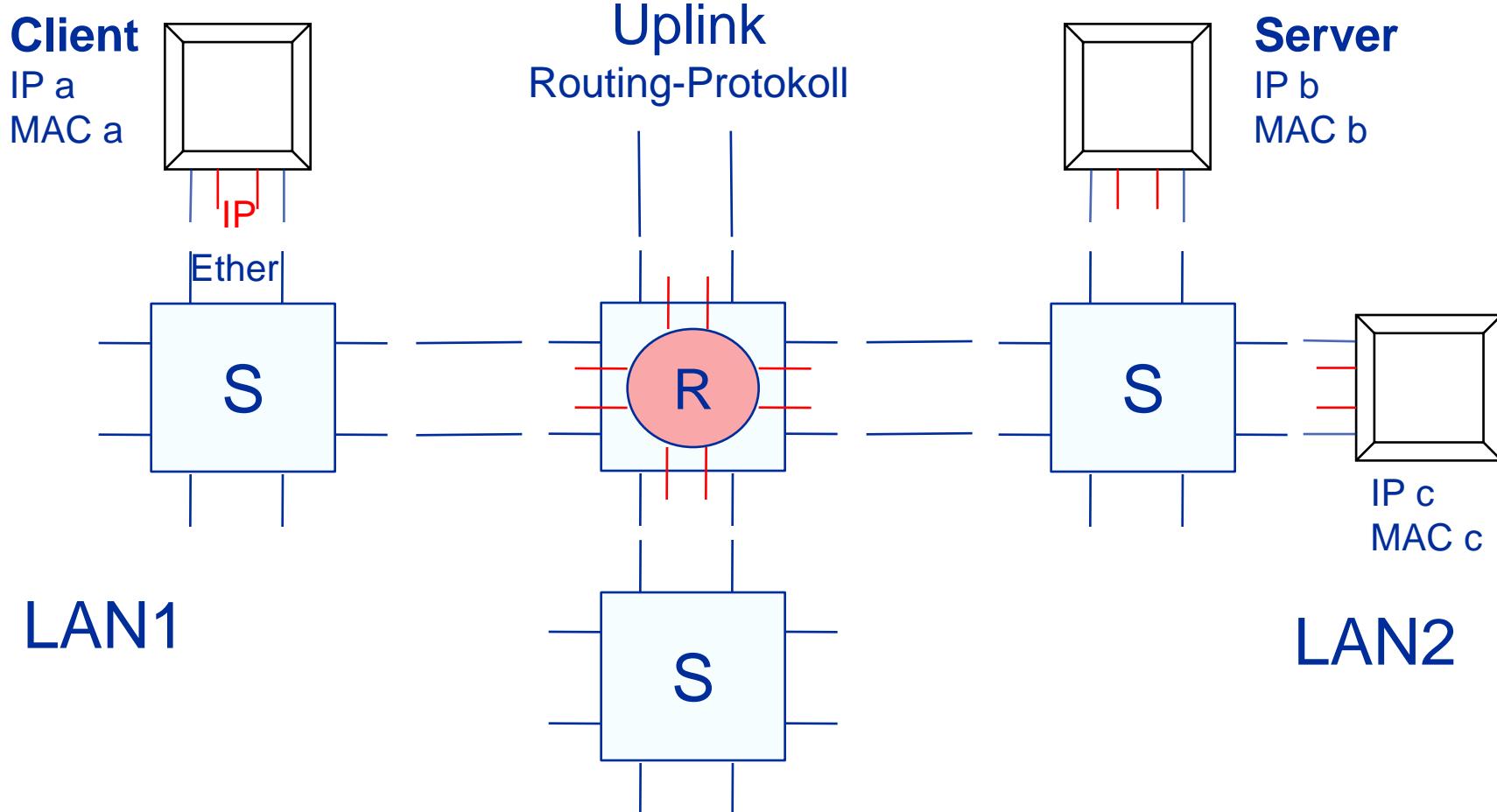
Quelle SUN

- **Funktionsweise**
 - Weiterleitung (Forwarding) von „IP-Paketen“, eingebettet in der Regel in Ebene 2 - Frames
 - Austausch der Ebene 2 – Information (Header, Trailer)
 - Forwarding-Entscheidung aufgrund von Routing-Tabellen
 - Einfach: Statische Einträge, Default-Route
 - Dynamisch: Aktualisierung der Tabellen anhand von Routing-Protokollen (RIP, OSPF, BGP)
- **Strukturierungswerkzeug**
 - Bündelung von Ebene 2- Verbunden, Uplink zu Backbone
 - **Nötig an Grenzen von**
 - Geographie (kein Broadcast über „Fernstrecken“)
 - Provider (der routet selbst)
 - Sicherheit (wg. IP-Access-Listen)
 - Organisation/Gebäuden (sinnvoll)
 - **Empfehlung: kein direkter Anschluss von Endgeräten**

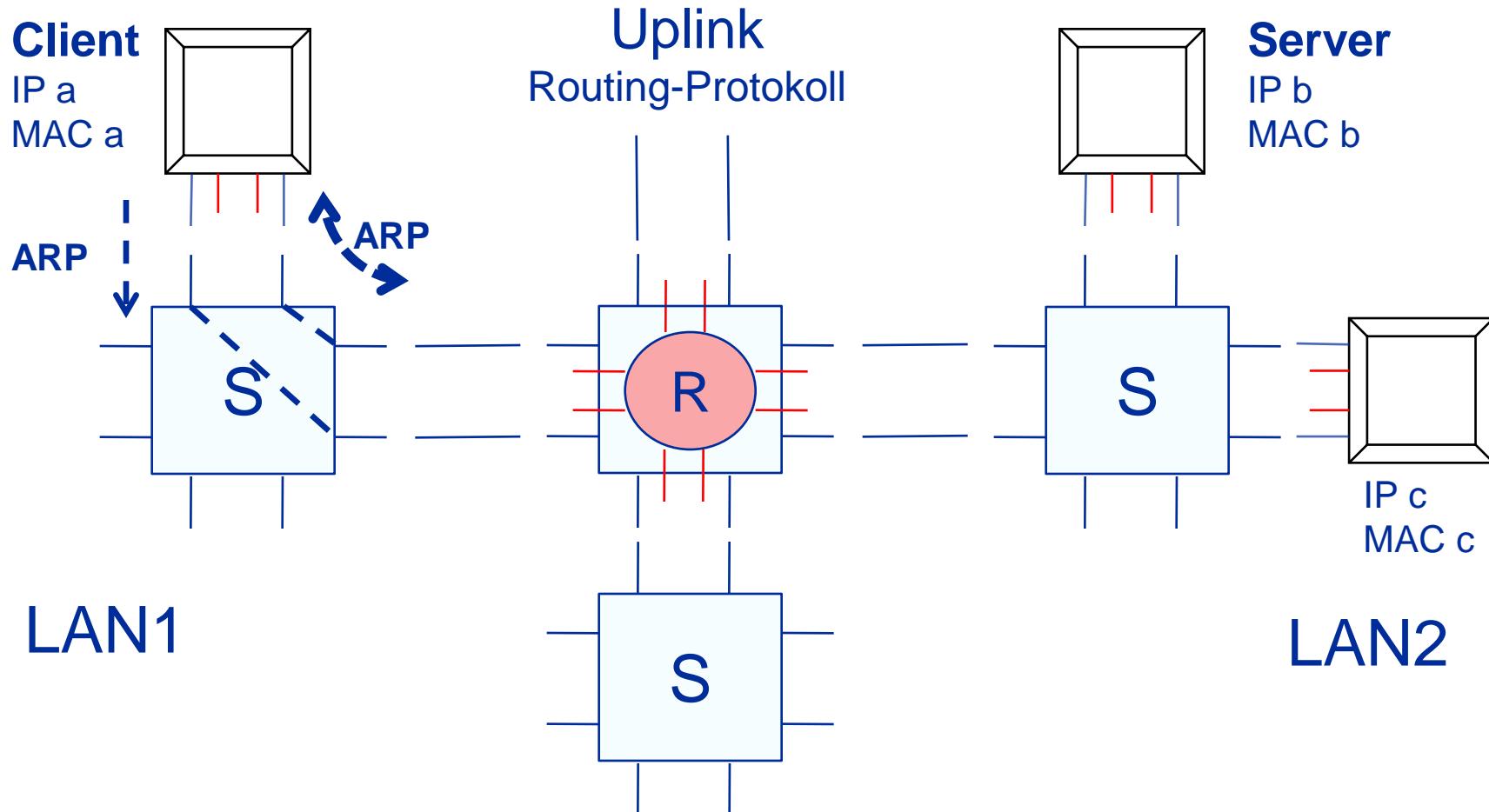




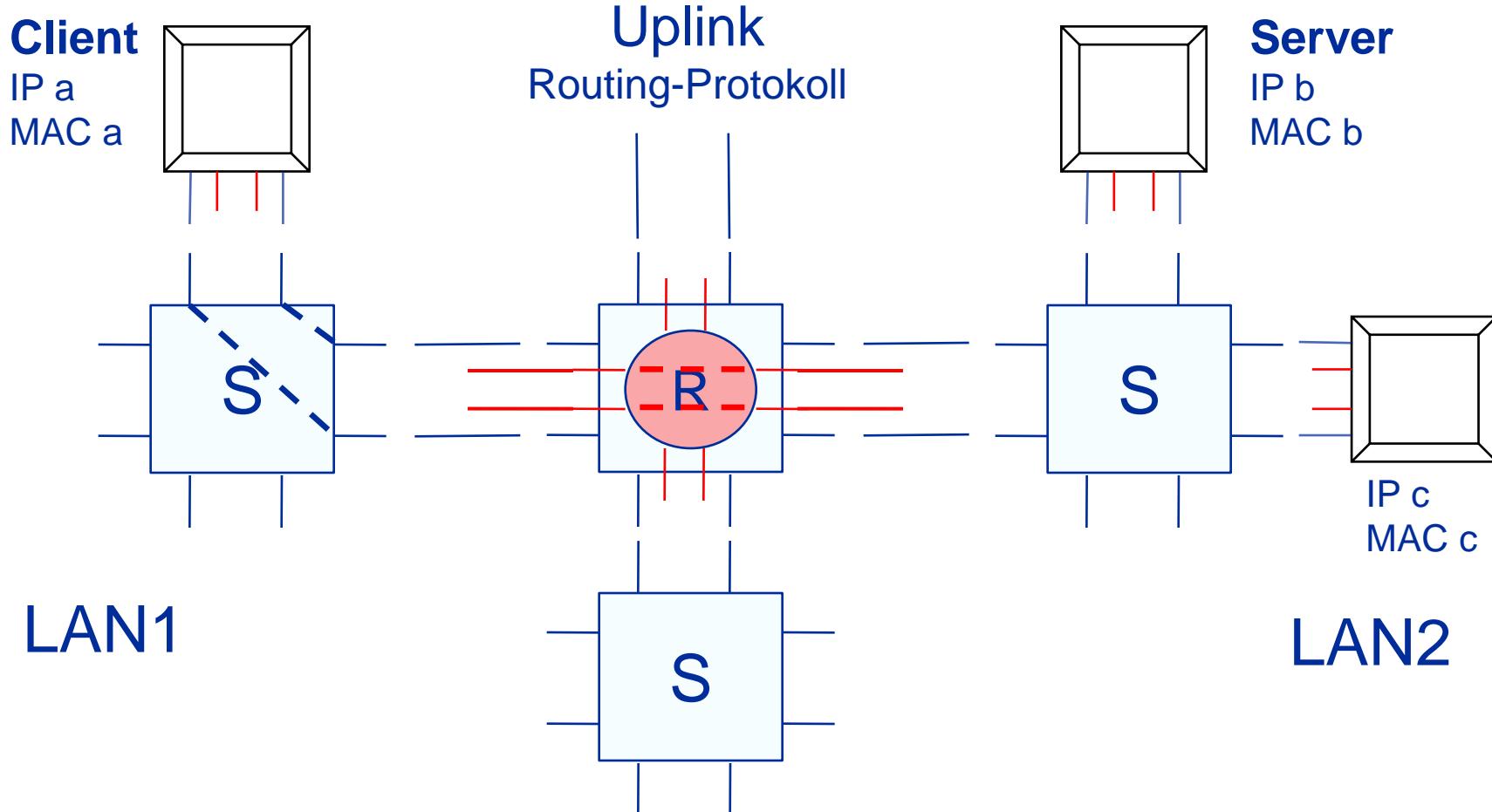
- **Anwendungsfall: Komfortabler Paket-Hol und -Bring-Dienst**
- **„Ebenen“**
 - „3“: Person A, die Paket an Person B versendet
 - „2“: Transportdienst mit Logistik im Hintergrund
- **Komfortabel**
 - Versender muss nur Namen des Empfängers wissen
 - Paketdienst verfügt über umfassendes Adressbuch
- **Transportweg**
 - a) Paket wird von Transporter an Hausadresse abgeholt
 - b) Paket wird im Verteilzentrum umgeladen
 - c) Paket wird von Transporter an Hausadresse abgeliefert
- **Adressauflösung**
 - Abfrage Fahrer nach Abholung: nennt Empfänger B, nennt seinen Transporter und erfragt Zieltransporter zum Umladen



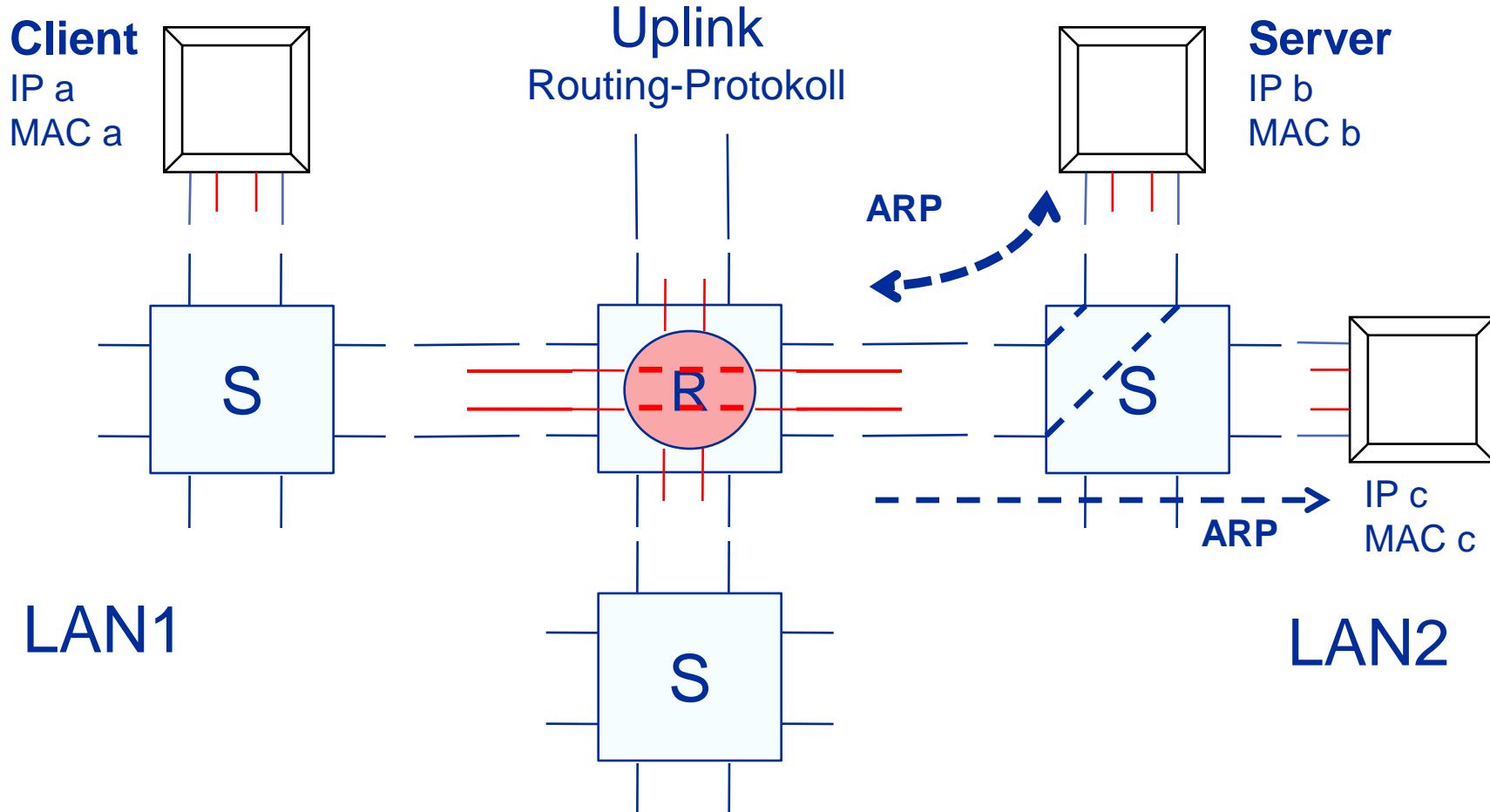
Kommunikation Client (IPa/MACa) in LAN1 mit Server (IPb/MACb) in LAN2



Kommunikation Client (IPa/MACa) in LAN1 mit Server (IPb/MACb) in LAN2



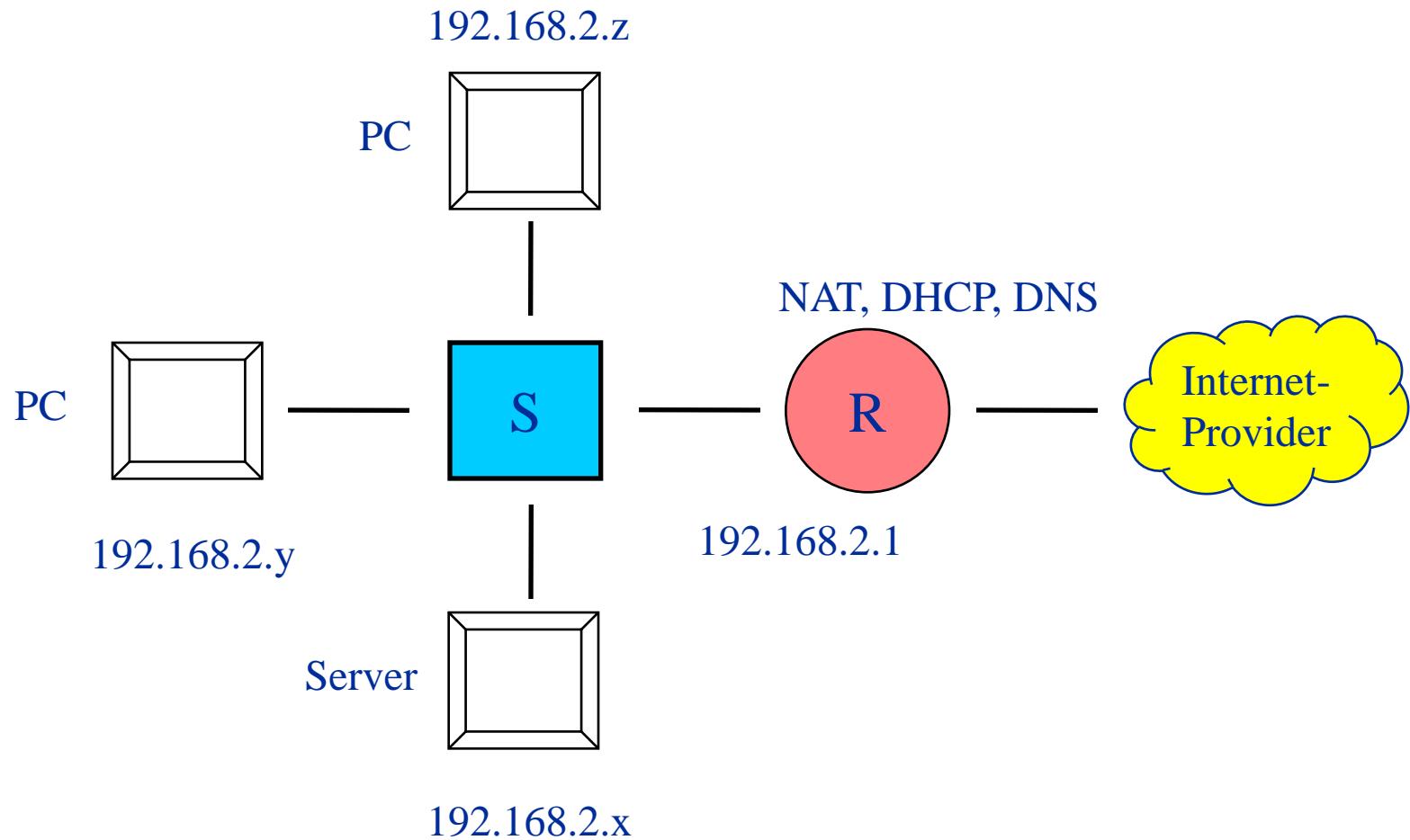
Kommunikation Client (IPa/MACa) in LAN1 mit Server (IPb/MACb) in LAN2

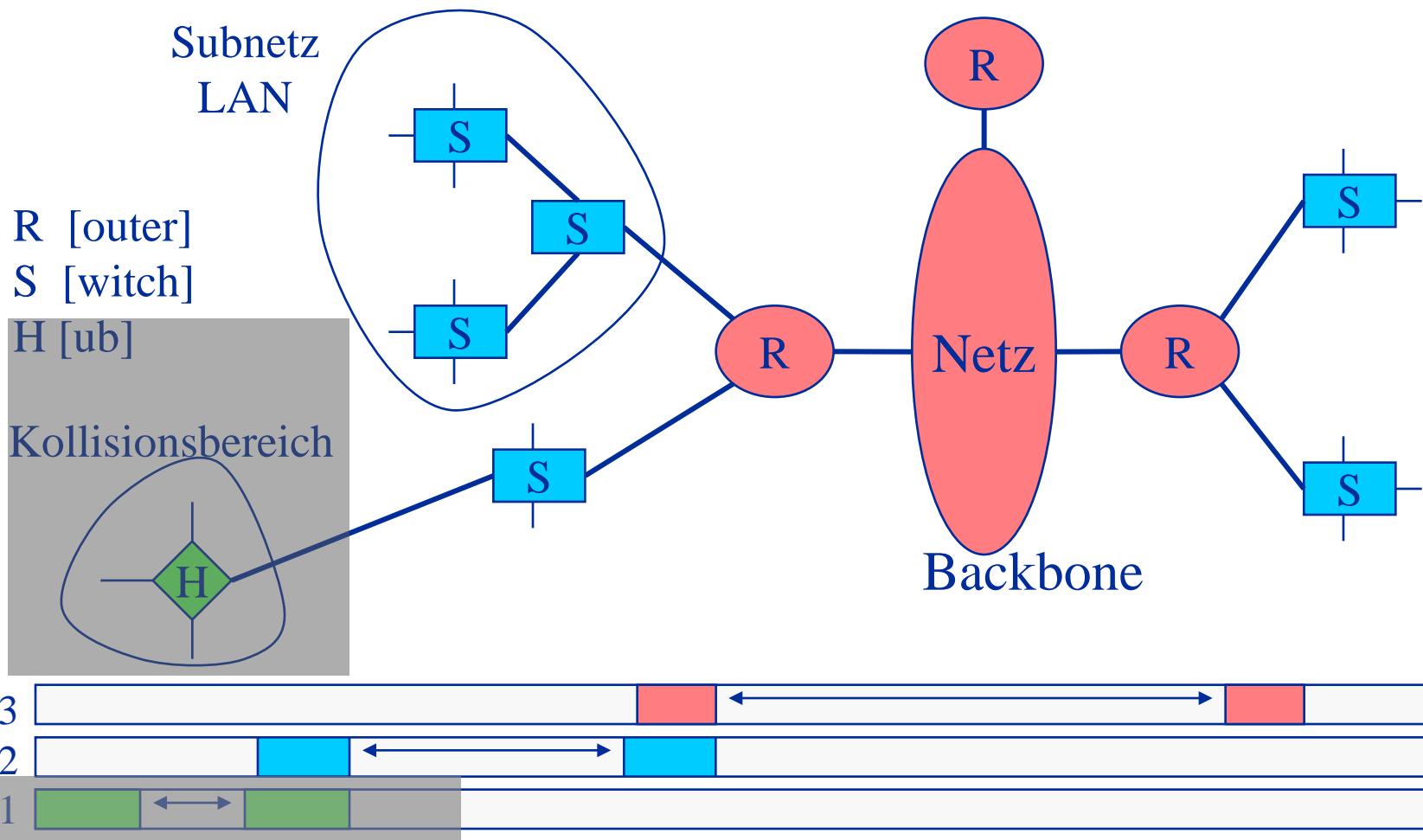




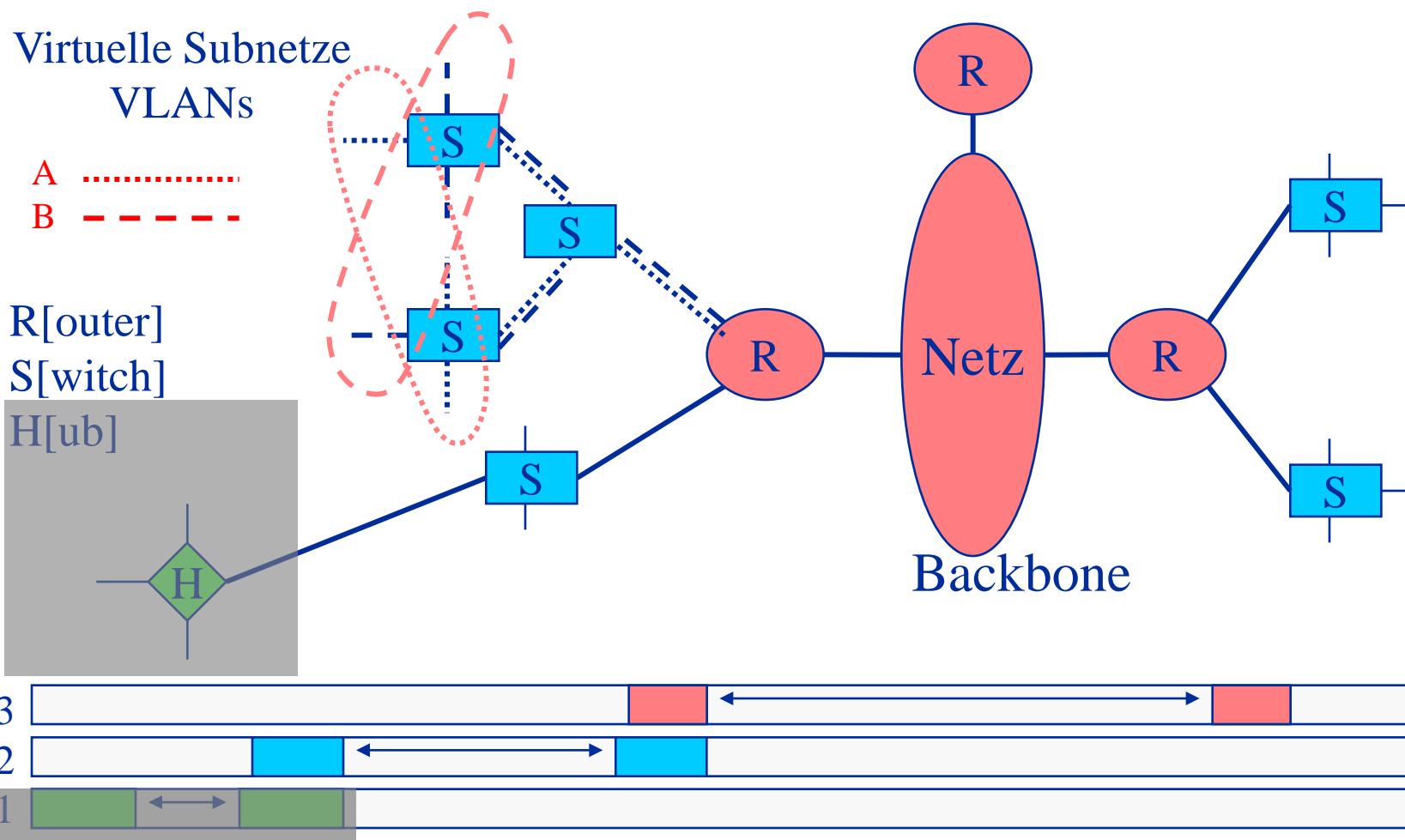
- **IP v 4 („einfach“)**
 - **erschöpfter Adressraum**
 - **Nothilfe**
 - **Network Address Translation (NAT)**
 - **dynamische Umsetzung fester lokaler Adressen auf nur zeitweise gültige externe Adressen**
- **IP v 6 („nicht einfach“)**
 - **„kommt“, seit über 20 Jahren ...**
 - **größerer Adressraum**
 - **aufwendig, Folgeeffekte**
 - **PC/Server-Betriebssysteme weiter fortgeschritten als Netzbetreiber/Nutzer**
 - **„neue“ IT-Welt weiter als „alte“ IT-Welt**

default route: 192.168.2.1



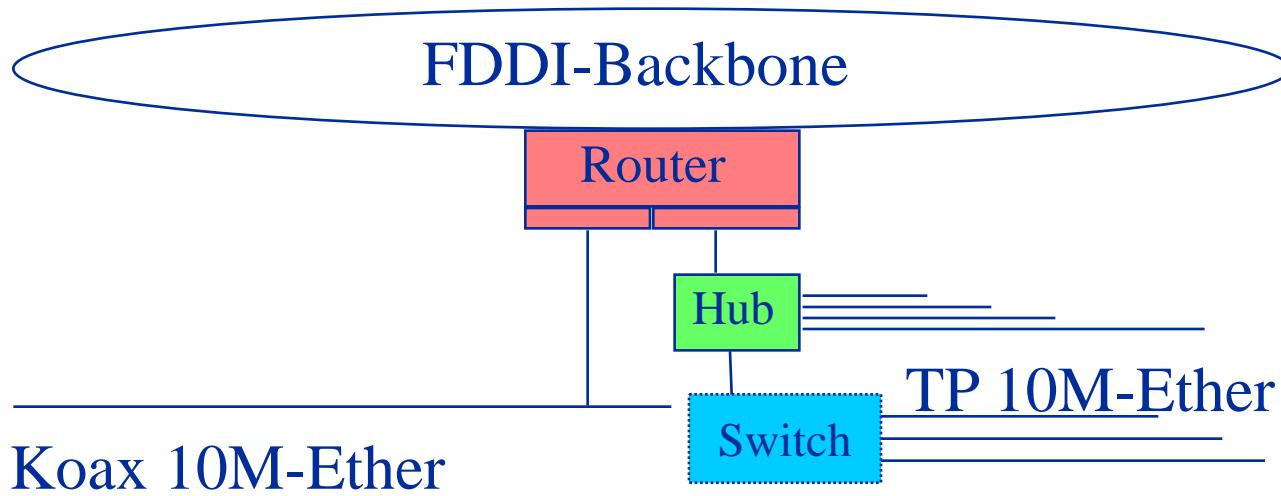


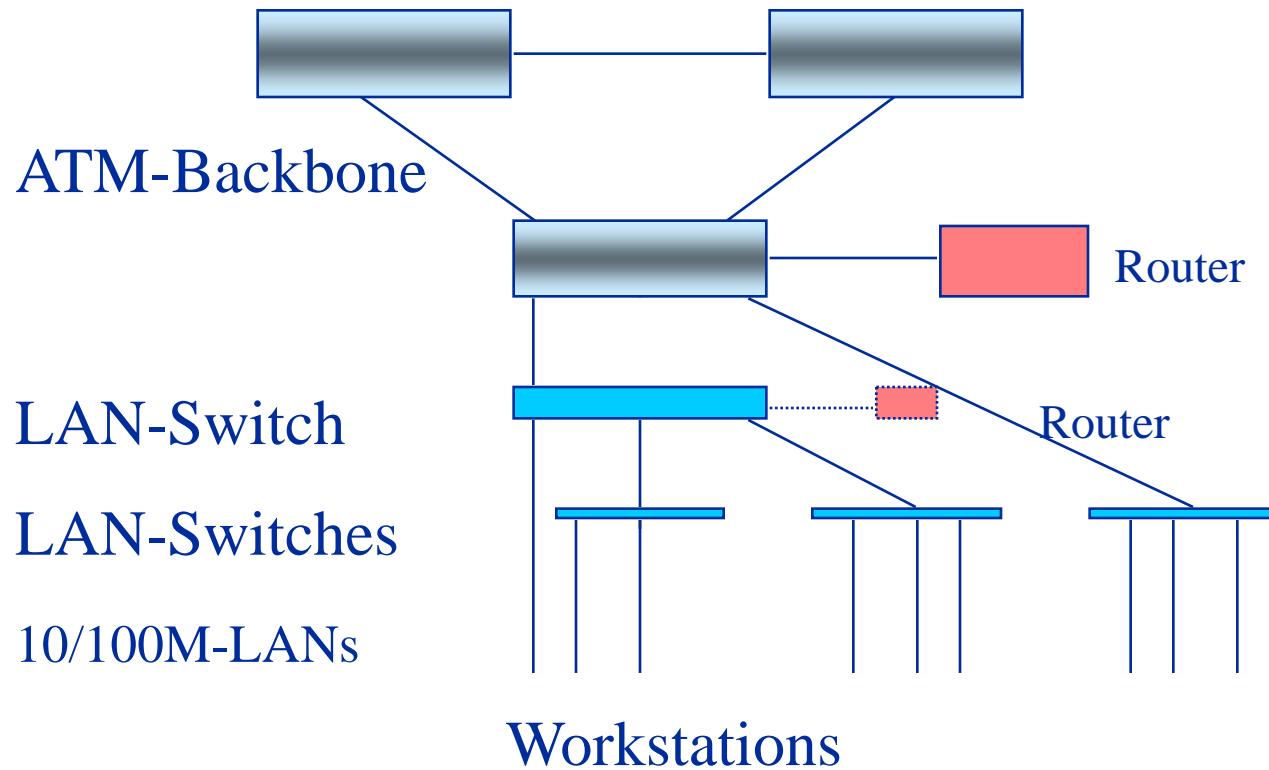
- für nicht-geographische Strukturen
- (Unter-)Strukturierung eines Switches (=LANs)
- Bildung über Port-Gruppen / MAC-Adressen
- Broadcasts bleiben auf VLAN beschränkt (Broadcast-Domain)
- Verkehr zwischen VLANs
 - muss geroutet werden, auch für VLANs auf gleichem Switch
 - VLAN-Transport über Gerätegrenzen über 802.1q („Trunk“)
- „Globale“ VLANs
 - früher bei ATM-Backbone möglich
 - aber wg Verkehrslast vermieden
- FAU: VLAN-Administration durch RRZE als „Provider“



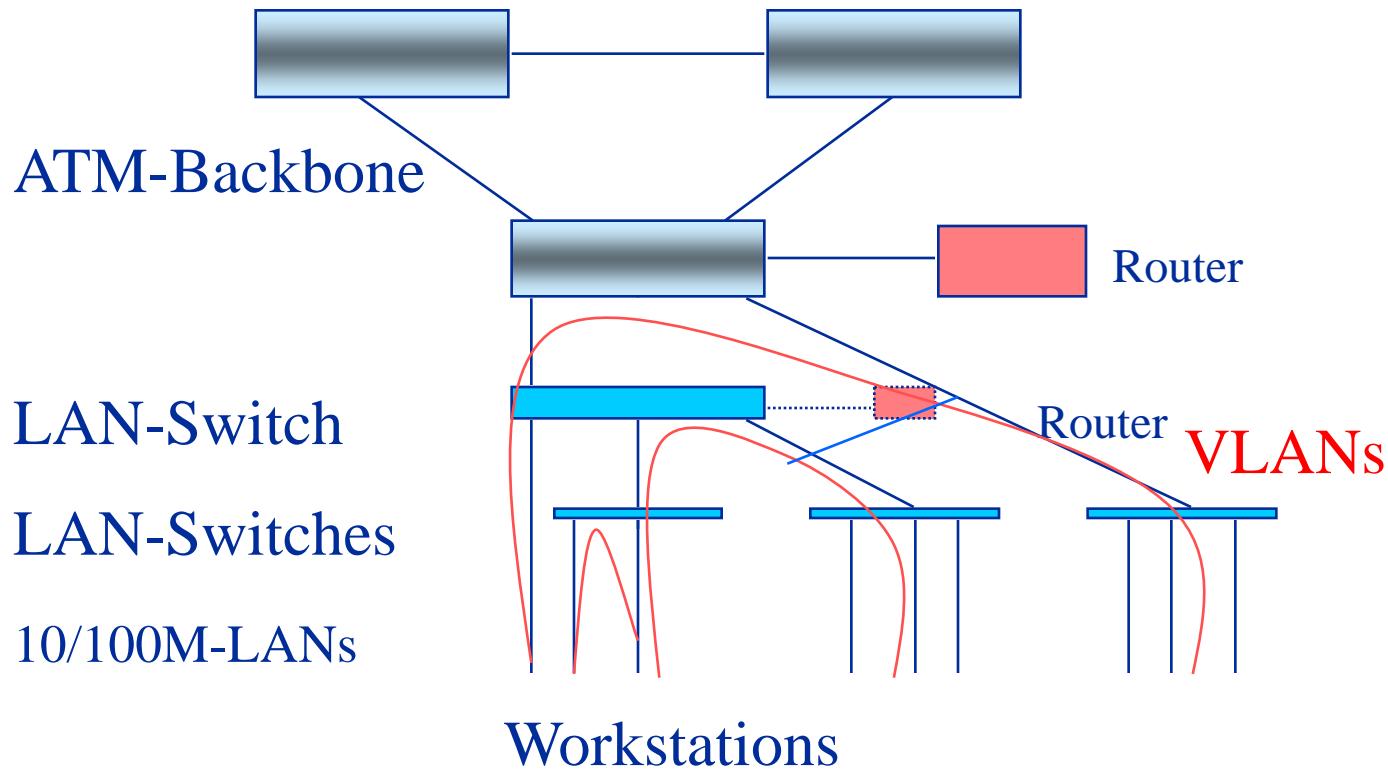
- 1994
- 1998
- 2003

Nur physische LANs





Globale VLANs



- **Backbone über GE statt ATM**
 - **keine „globalen“ VLANs mehr**
 - **nur noch regional begrenzte VLANs**

