

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**

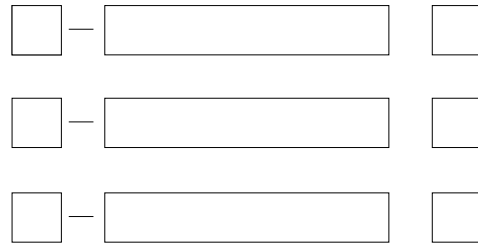


1) Ur-LAN Ethernet

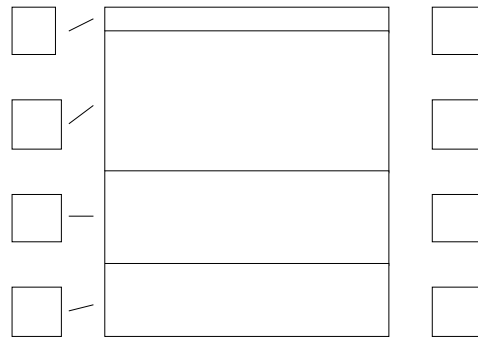
- **Merkmale**
- **CSMA/CD**
- **Restriktionen**

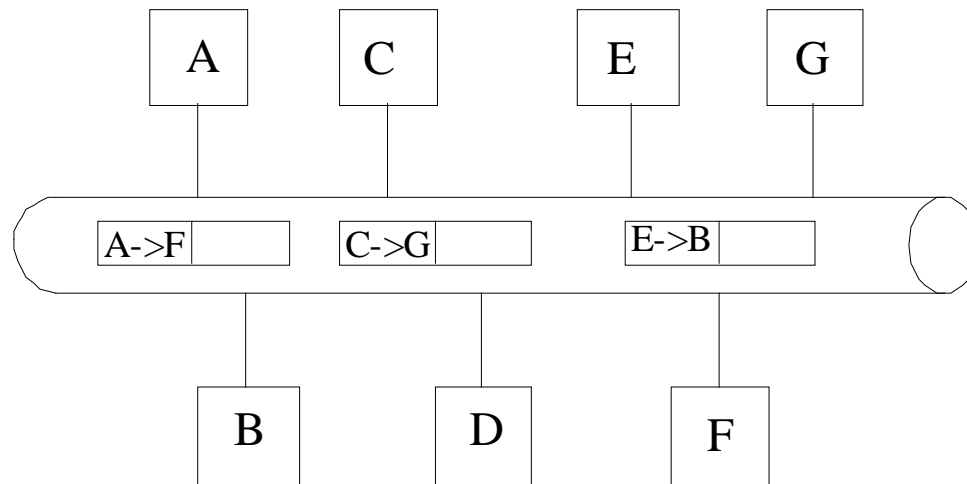


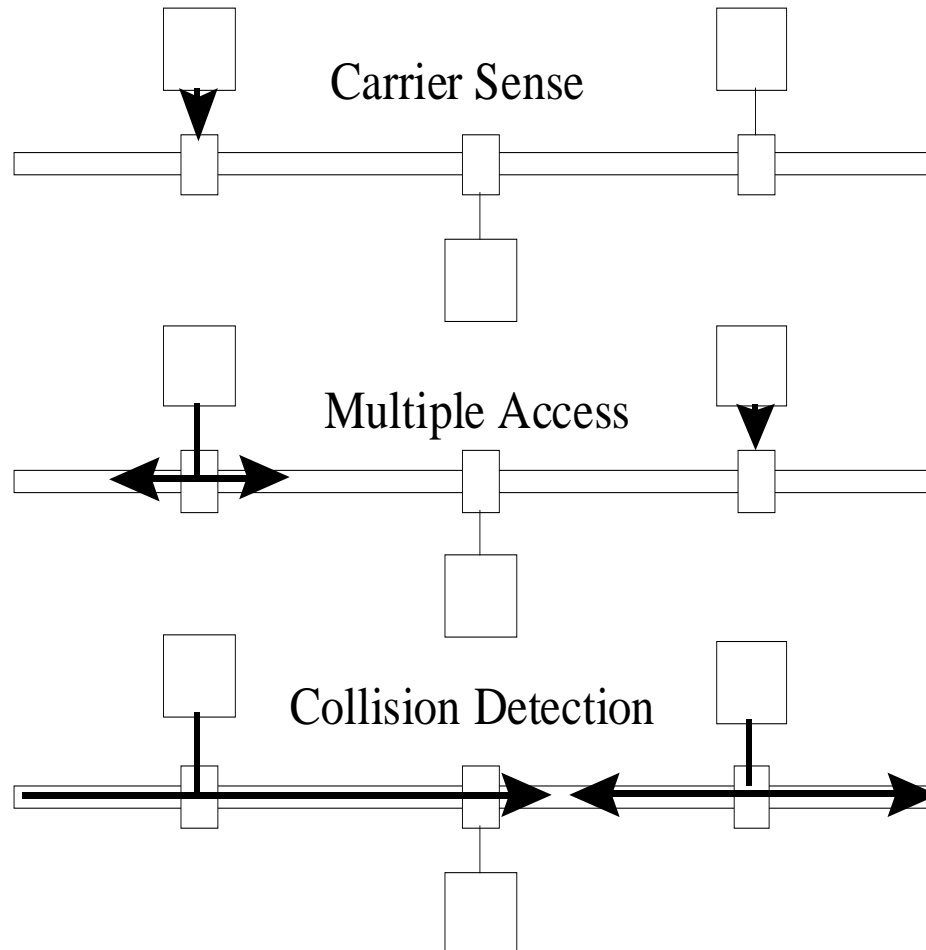
ISDN: fest, $n \cdot 64\text{kbps}$



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









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

▪ ~~Längen (nur im klassischen Koax):~~

max. Ausdehnung	min. Abstand der MAUs	
10Base5	500m	2,5m
10Base2	180m	0,5m

2) LAN-Standards



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

Standards

Ethernet - Im Schichtenmodell



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



- **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**

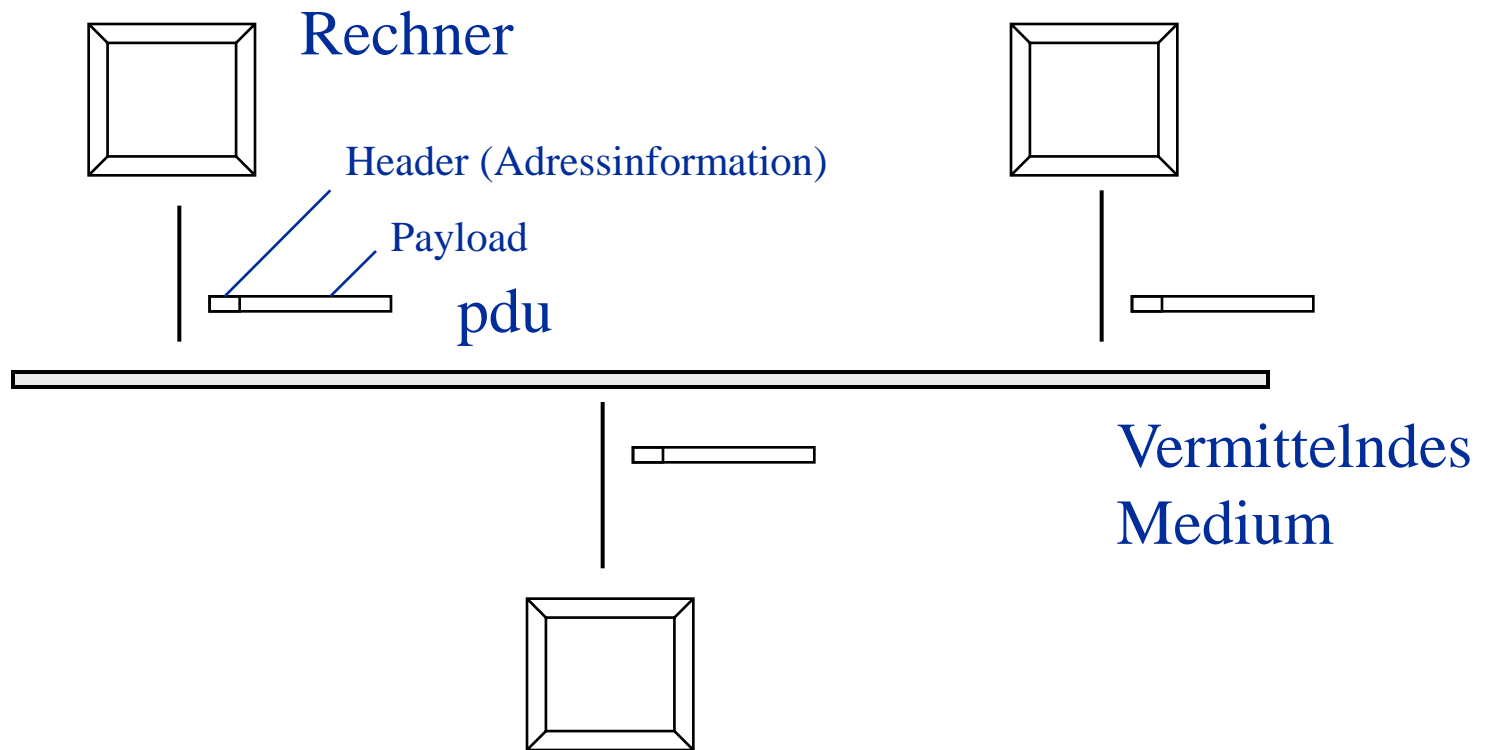
 - **IEEE 802.16 (WMAN) ?**

3) LAN - Funktionsweise



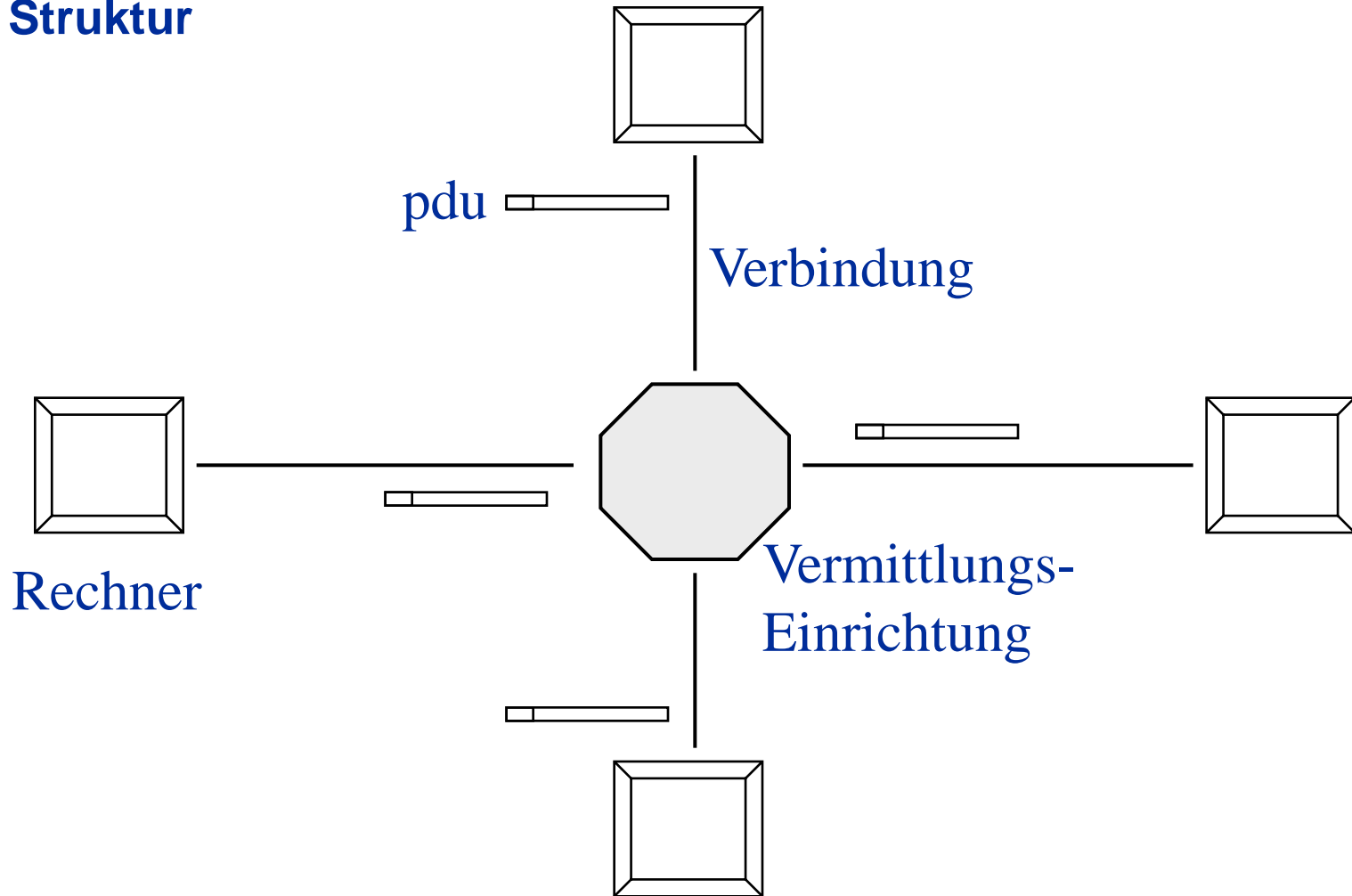
- **Verallgemeinertes Ur-LAN**
- **Verallgemeinertes Netz**
- **Adressierung**

Funktionsweise Verallgemeinertes Ur-LAN



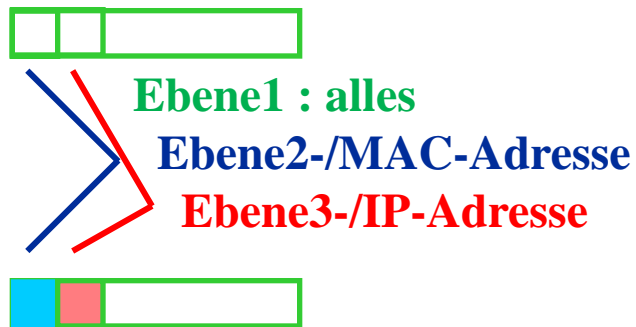


Struktur





- **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:** $x . x . x . x$
- **Wertebereich:** $0 \leq x \leq 255$ (x: 8bit)
- **Aufbau grundsätzlich:** Netz . x . x . Host
 - **Zuordnung von x (Netz oder Host) abhängig von Klasse**
 - **Class A:** Netz . Host . Host . Host
 - **Class B:** Netz . Netz . Host . Host
 - **Class C:** Netz . Netz . Netz . Host
 - **z.B.** 131 .188 . x . 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) \Leftrightarrow Link/MAC (Ebene2)**
 - **Zuordnung durch**
 - *Address Resolution Protocol (ARP)*
 - *Reverse Address Resolution Protocol (RARP)*
 - **Broadcast als zentraler LAN-Mechanismus**

Funktionsweise ARP & RARP - Prinzip

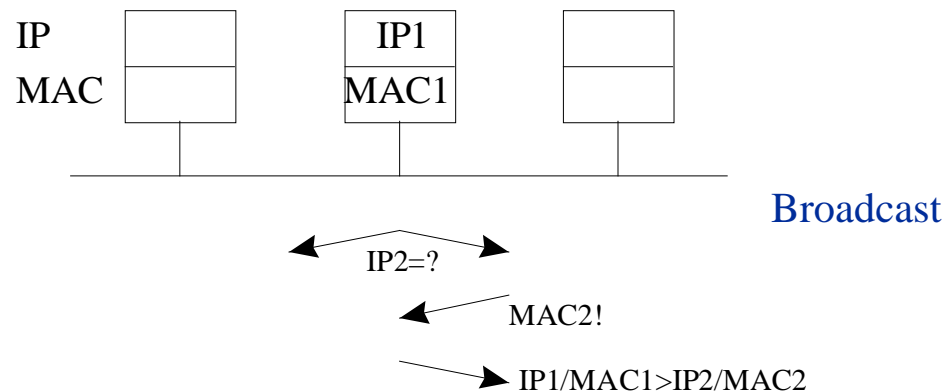


**Ausgangslage: kommunikationswilliges Rechnerpaar
(z.B. 1 = Client, 2 = Server)**

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

4) LAN - Struktur



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

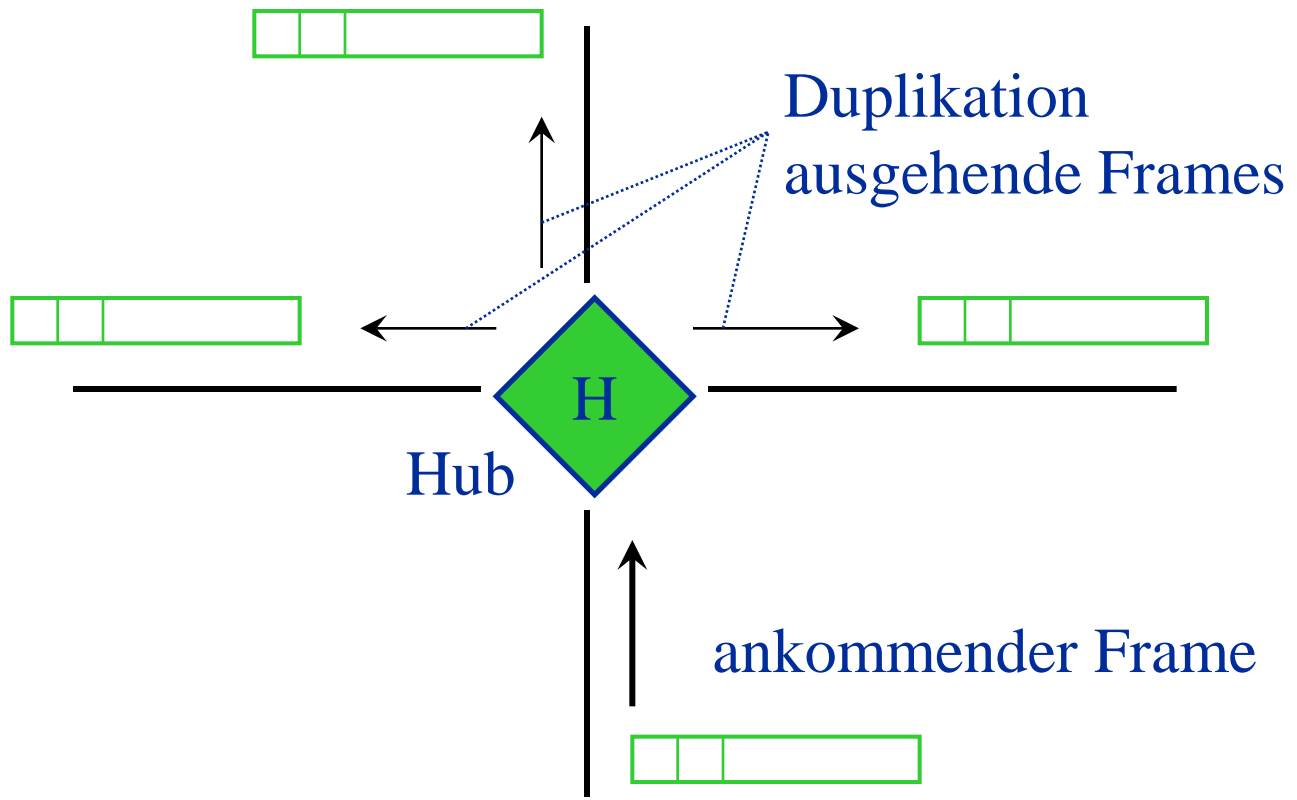


- **Ausgangslage**
 - viele Nutzer / Rechner / Gebäude / Nutzergruppen
- **Technische Kommunikation**
 - Grundsätzlich: Client \Leftrightarrow Server
 - Eher nicht: Client \Leftrightarrow Client (Spiele)
- **Logische Kommunikation, abhängig von**
 - Informationsfluss
 - Gemeinsamen Objekten / Datenbeständen
 - 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**



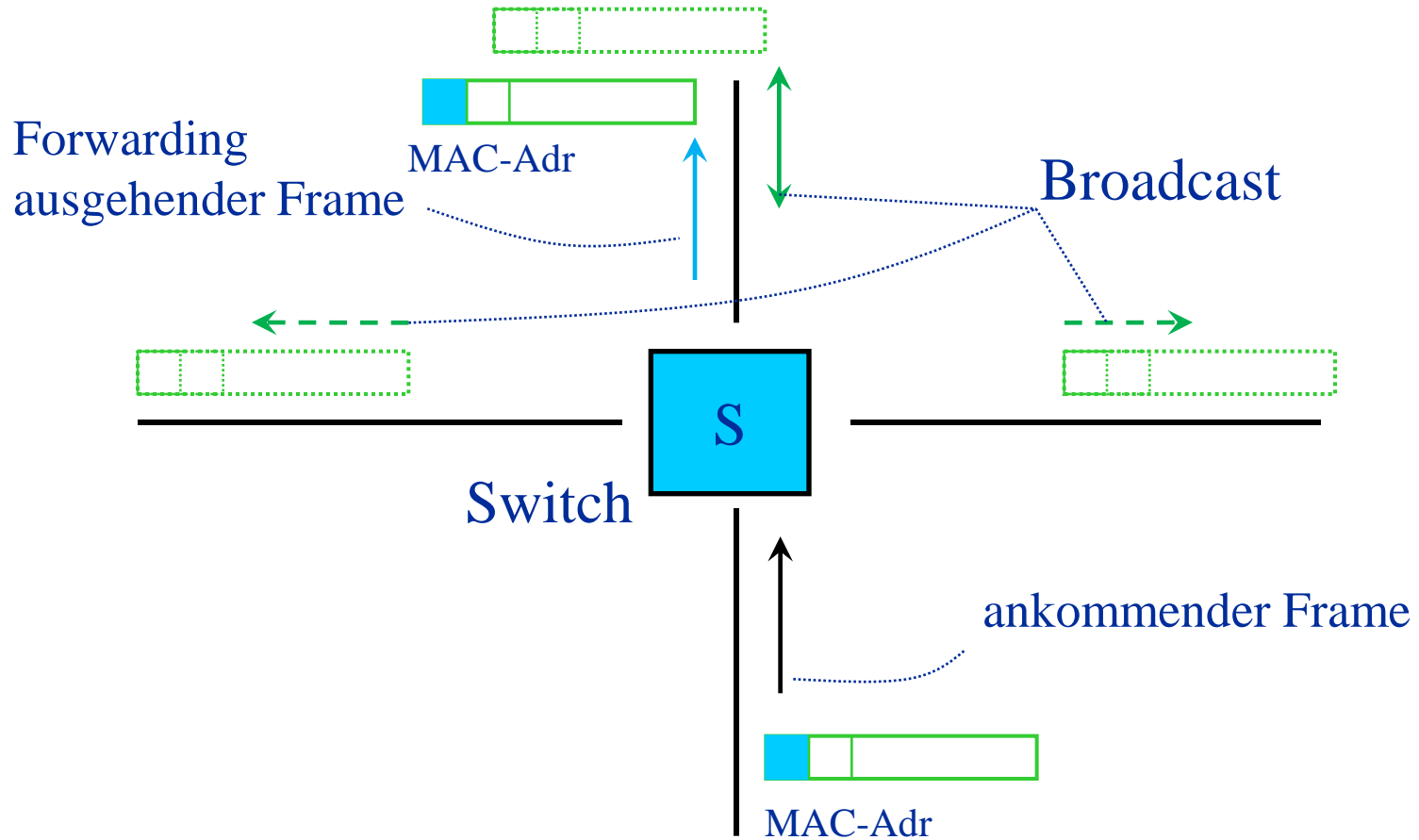


- **Funktionsweise Ebene 2 – (Frame-)Verbund**
 - Trennung von Kollisionsbereichen
 - Weiterleitung (Forwarding) von (Ethernet-)Frames an die richtige Stelle
 - Nachbilden des Kollisionsbereichs (nur) für Broadcasts:
d.h. Weiterleiten von Broadcasts-pdus „an alle“
 - unabhängig von Ebene 3 – Information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

- **Strukturierungswerkzeug**
 - Bündelung von Endgeräten
 - Uplink zu Routern



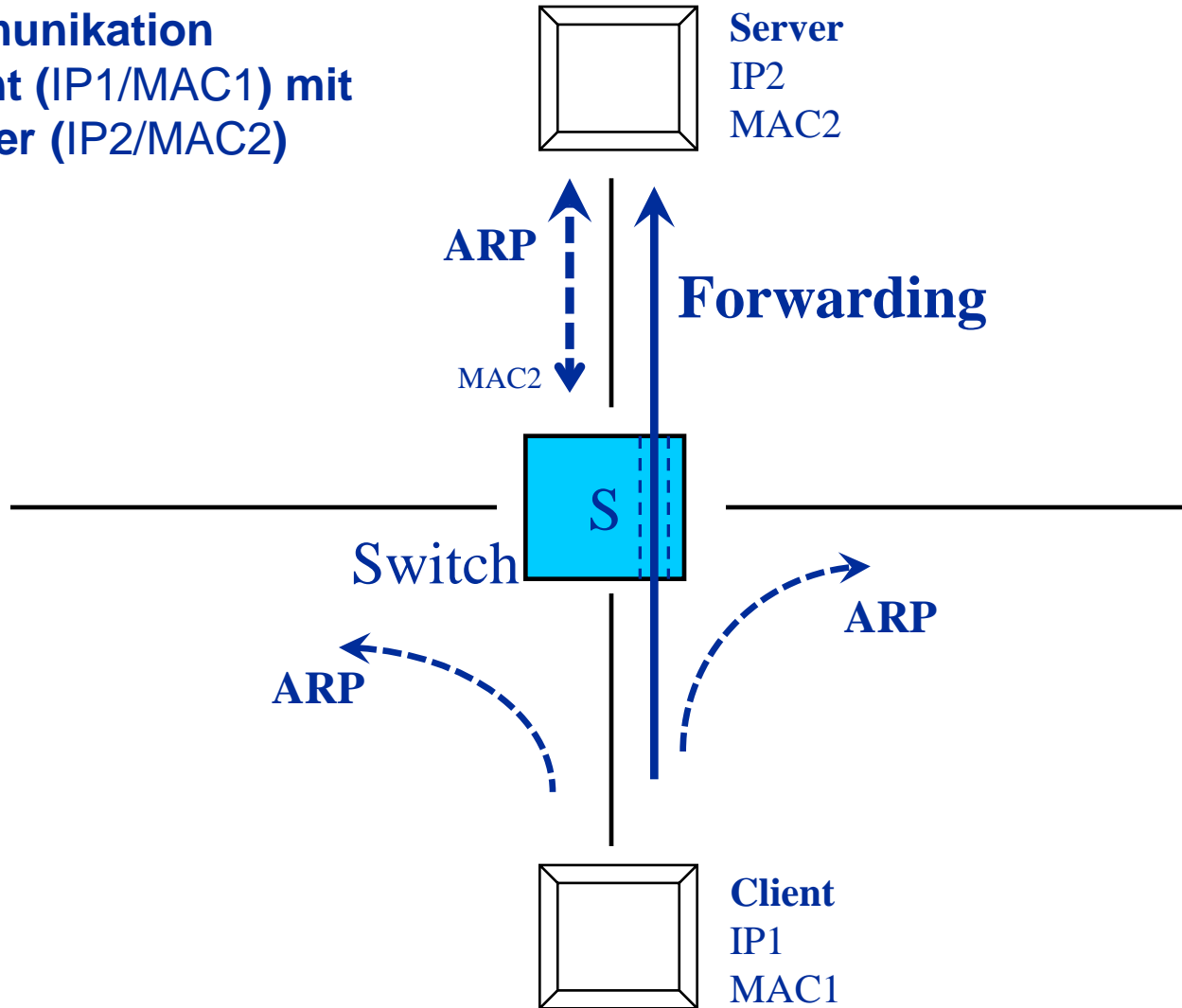
Broadcast vs Forwarding





Kommunikation

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





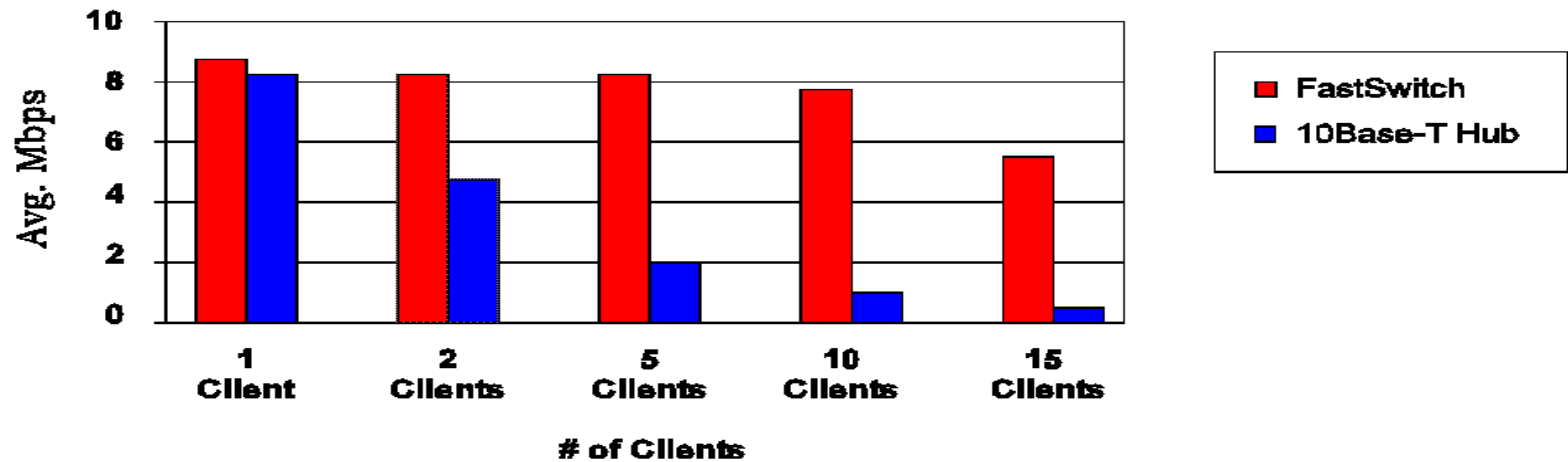
- **Geräteeigenschaften**
 - möglichst hohe Portanzahl, ggf. ge „stackt“
 - durch „cut thru“ geringe Verzögerung:
Frame-Weiterleitung bereits nach Auswertung des Headers
 - **Ports**
 - je Port: ein Gerät
 - Zuordnungstabelle: MAC-Adresse \Leftrightarrow Port
ggf. selbstlernend
 - für 10, 100 Mbps, 1Gbps (, 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)

Average SPARCstation Performance



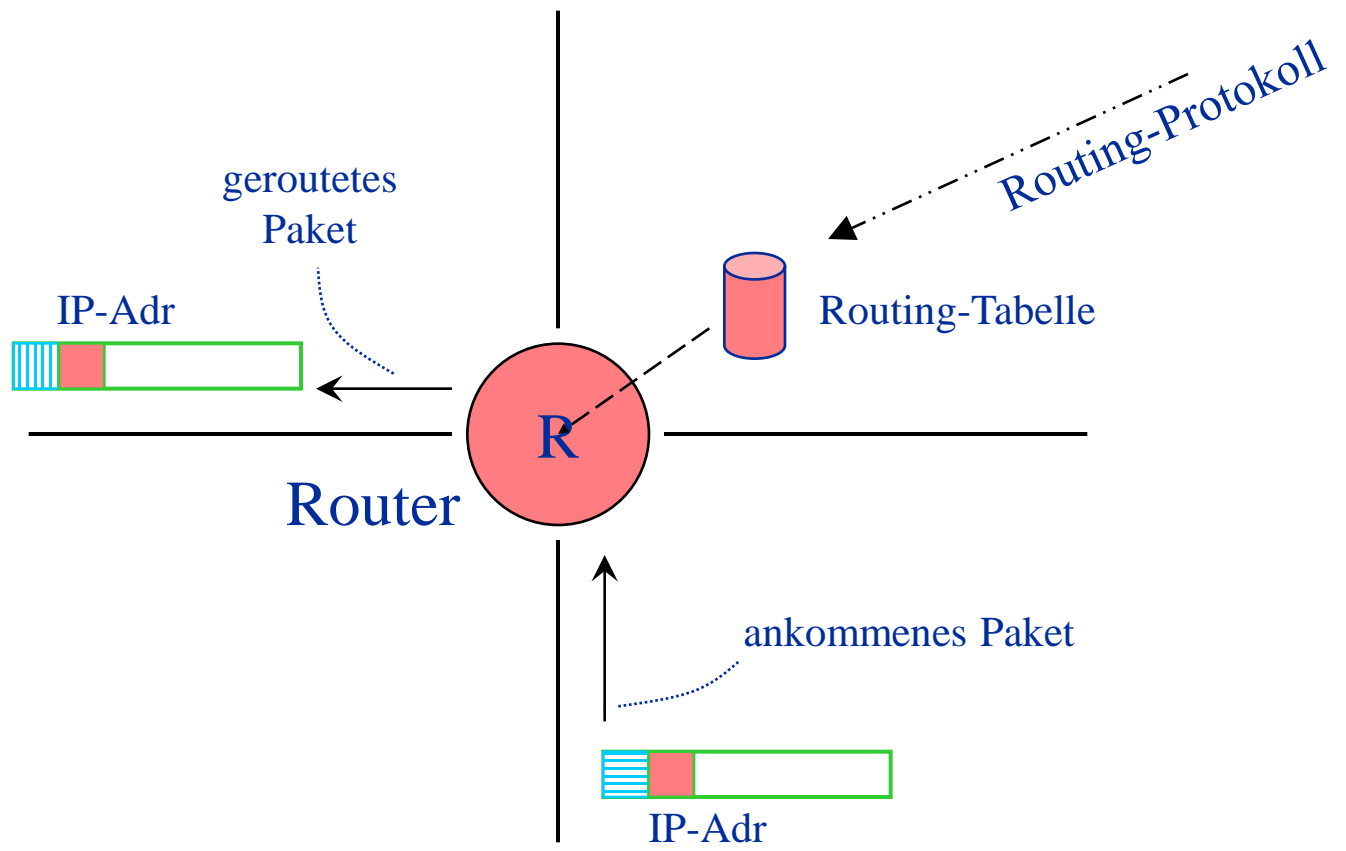
Quelle SUN



- **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

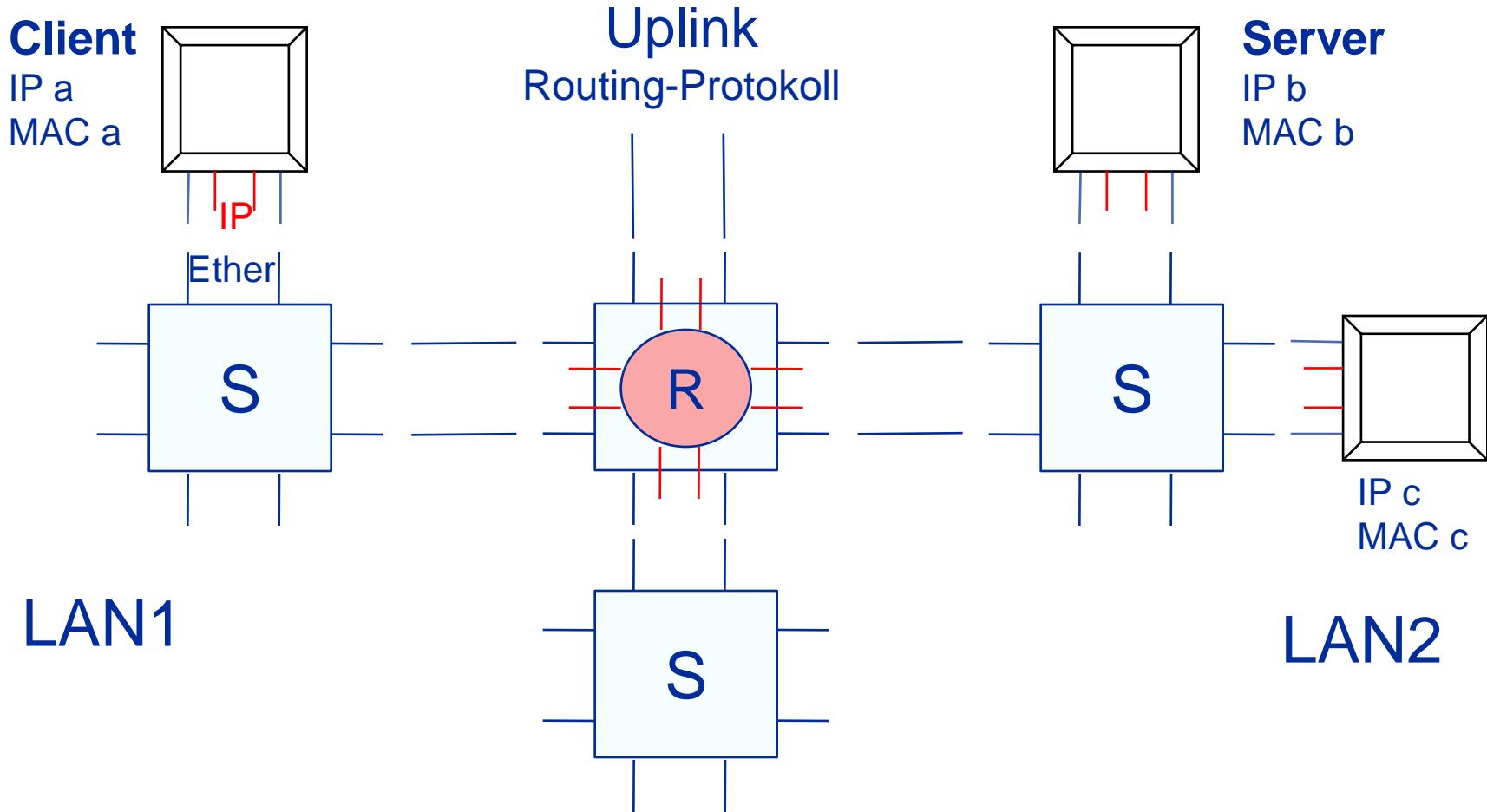
Struktur

Ebene 3: Schema Router

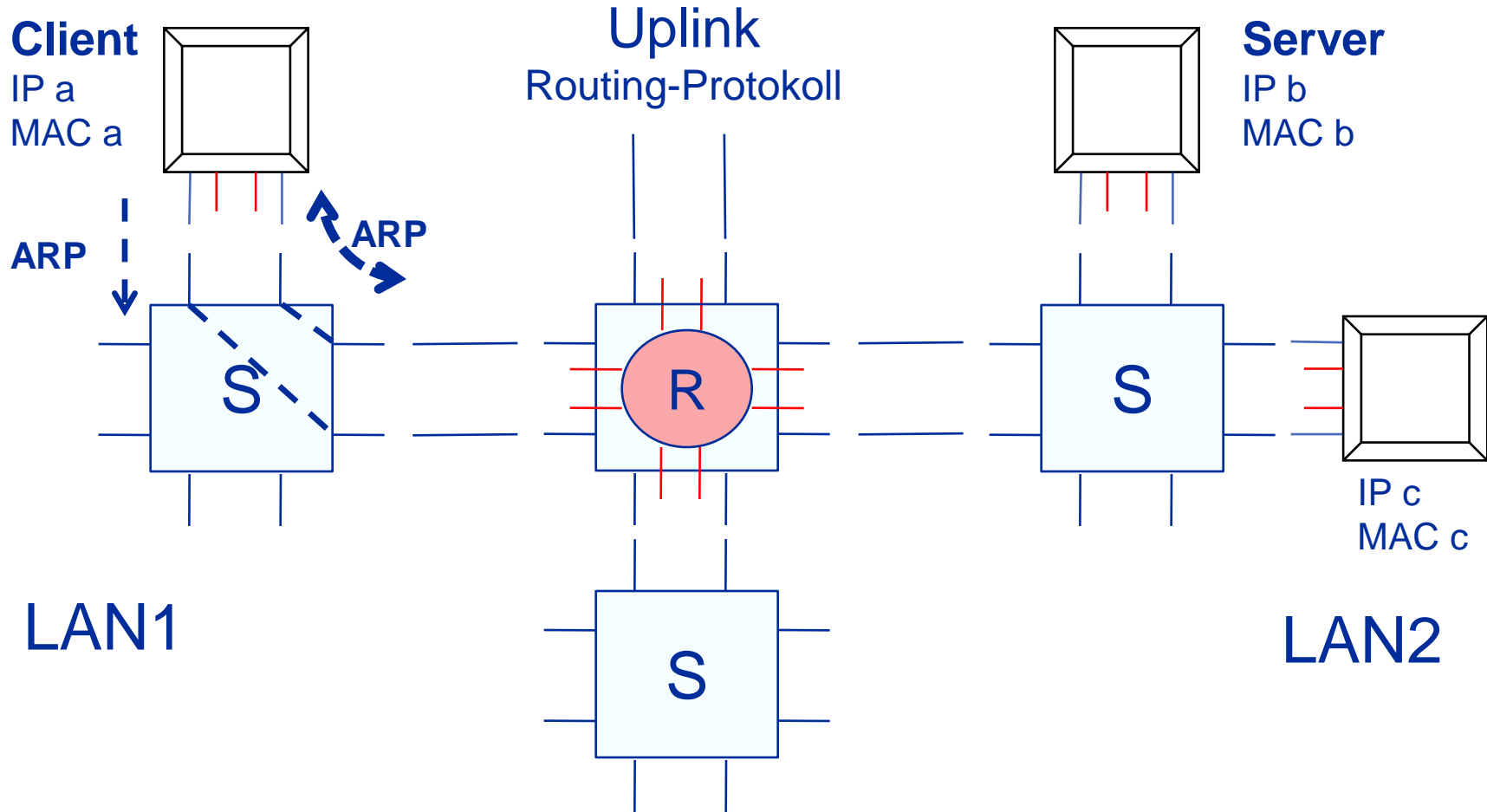




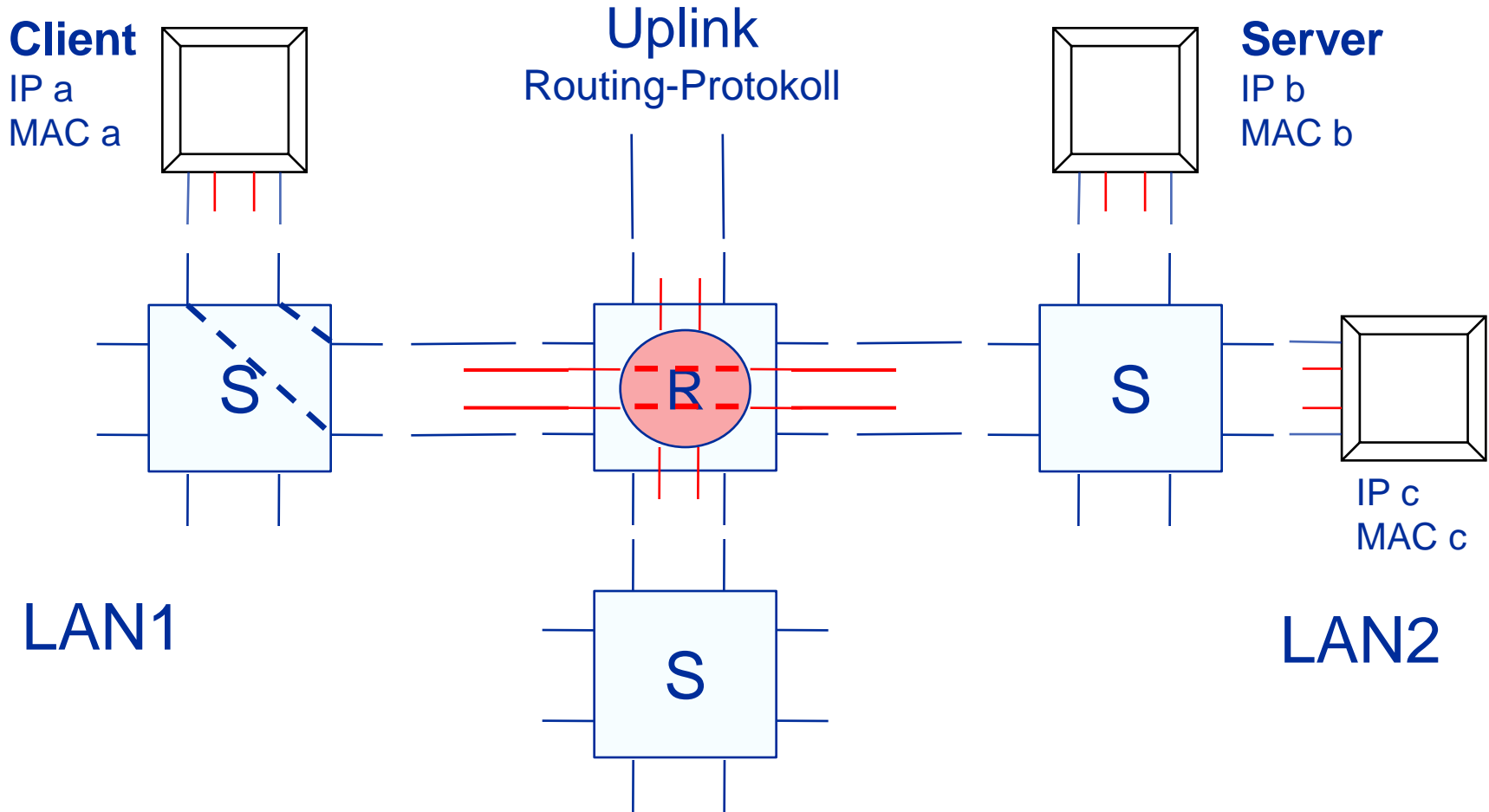
- **Anwendungsfall: Komfortabler Paket-Hol und -Bring-Dienst**
- **„Ebenen“**
 - „3“: Person A, die Paket an Person B versendet
 - „2“: Transportdienst mit Logistik im Hintergrund
- **Komfortabel**
 - Versender muss nur Namen des Empfängers wissen
 - Paketdienst verfügt über umfassendes Adressbuch
- **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



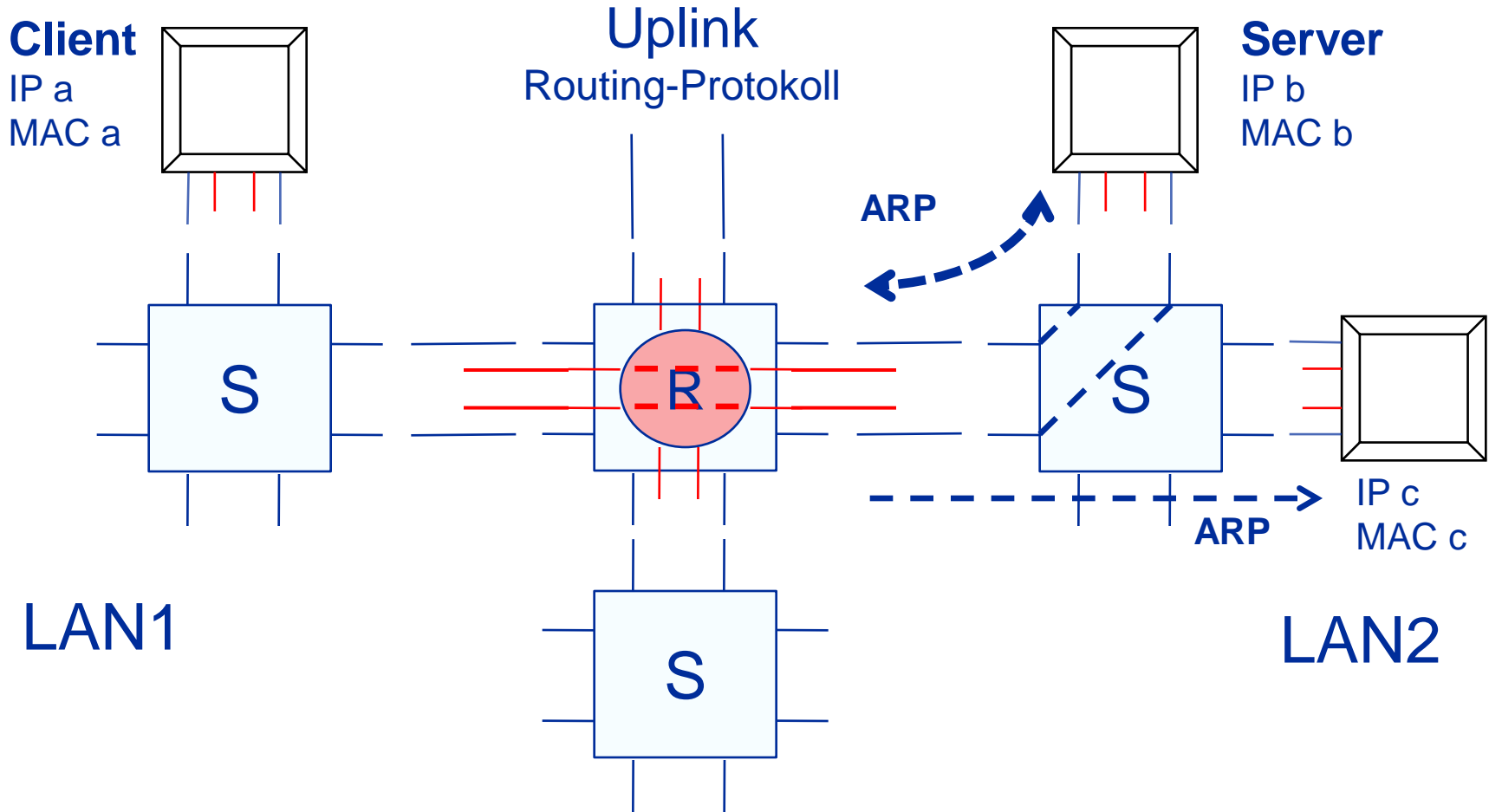
Kommunikation Client (IPa/MACa) in LAN1 mit Server (IPb/MACb) in LAN2



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



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



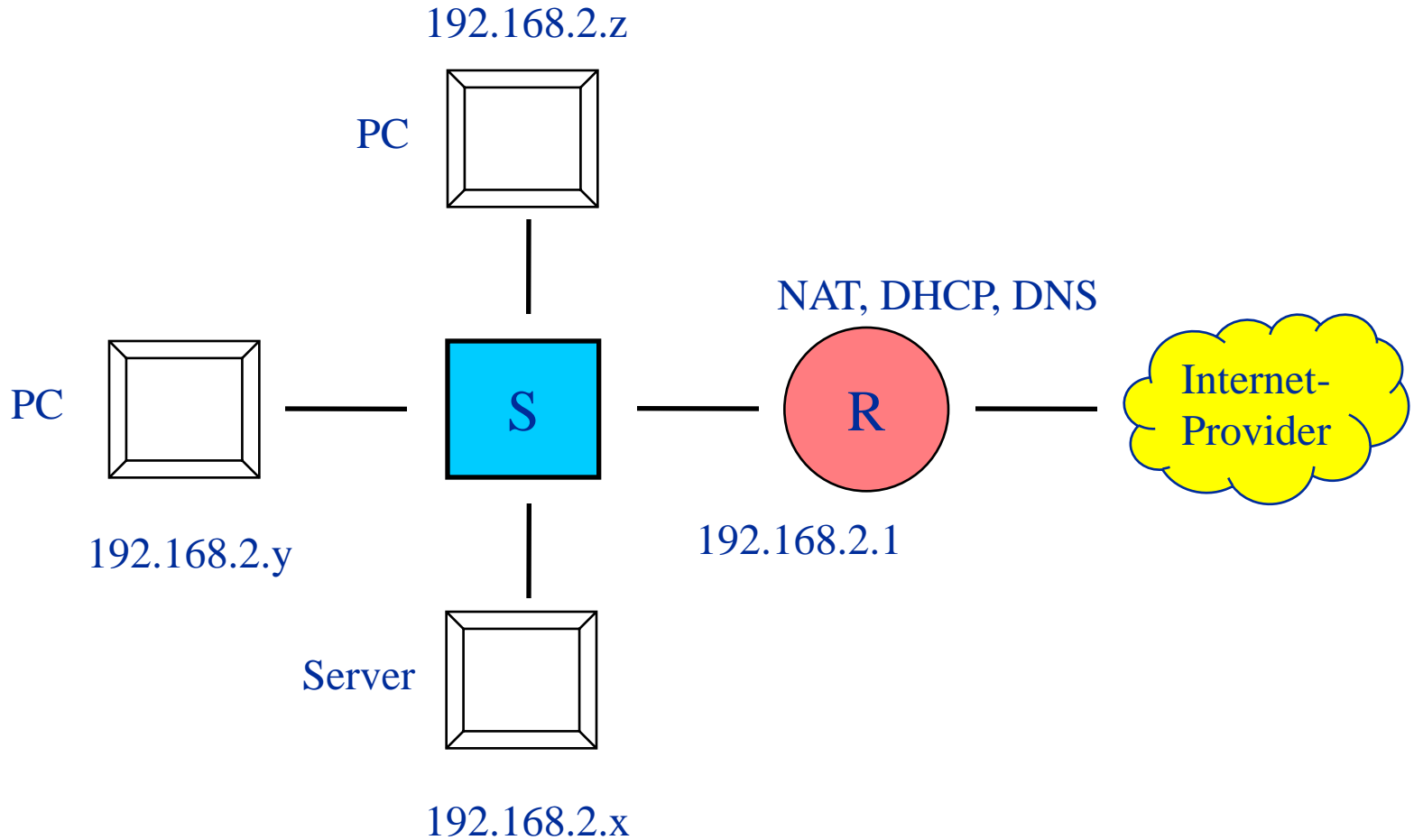
Kommunikation Client (IPa/MACa) in LAN1 mit Server (IPb/MACb) in LAN2

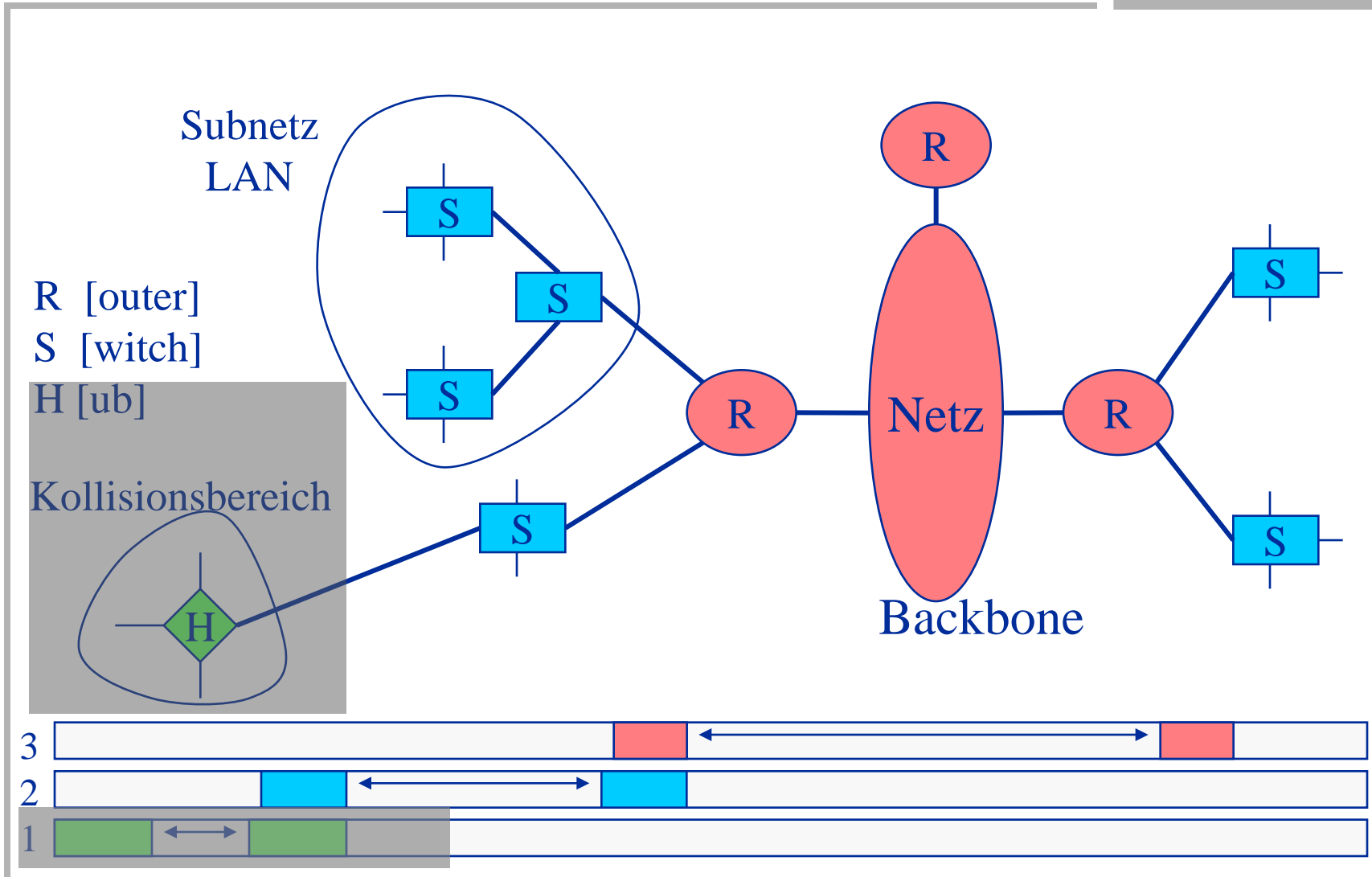


- **IP v 4 („einfach“)**
 - erschöpfter Adressraum
 - **Nothilfe**
 - Network Address Translation (NAT)
 - dynamische Umsetzung fester lokaler Adressen auf nur zeitweise gültige externe Adressen
- **IP v 6 („nicht einfach“)**
 - „kommt“, seit über 20 Jahren ...
 - größerer Adressraum
 - **aufwendig,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



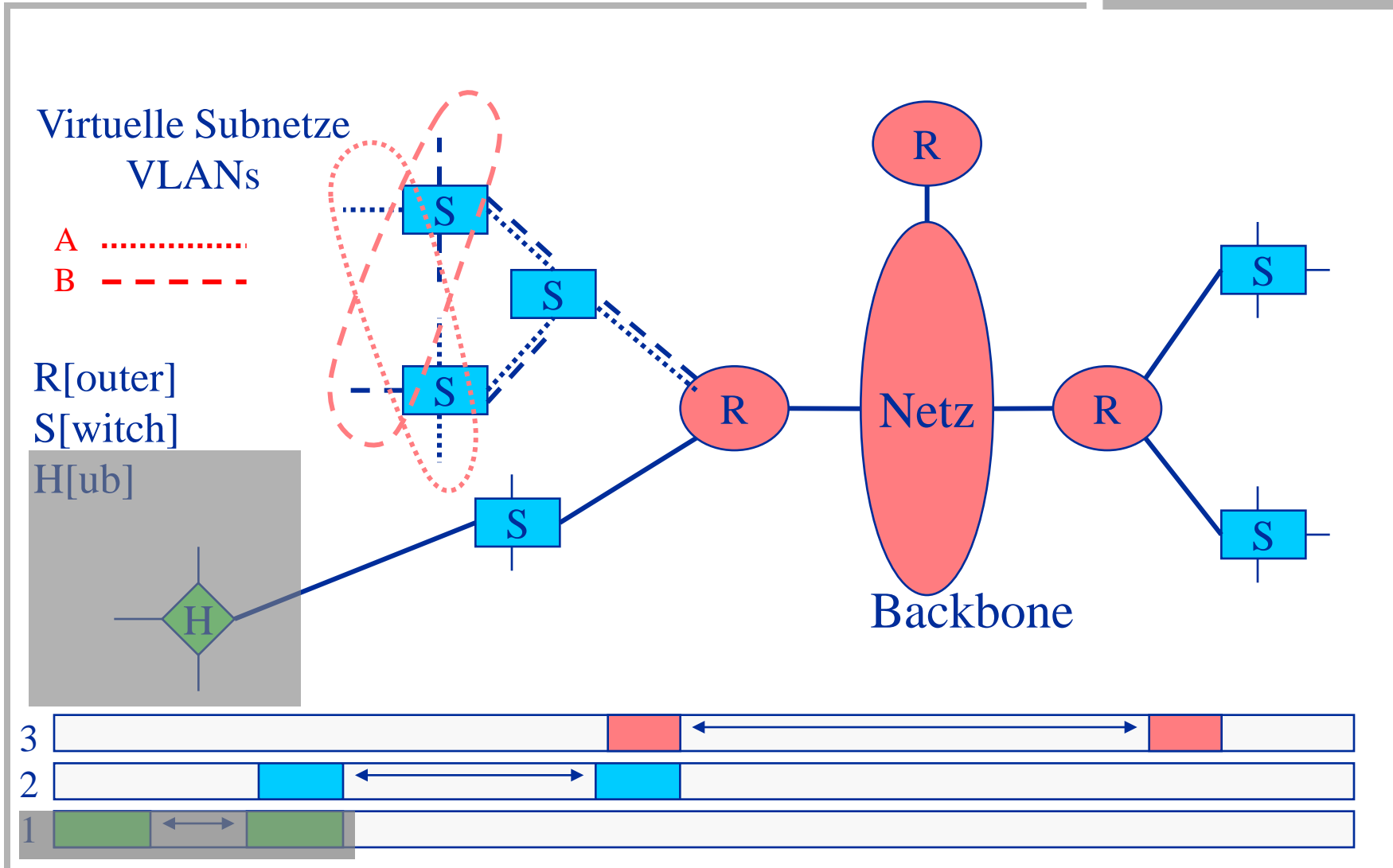
default route: 192.168.2.1







- 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“



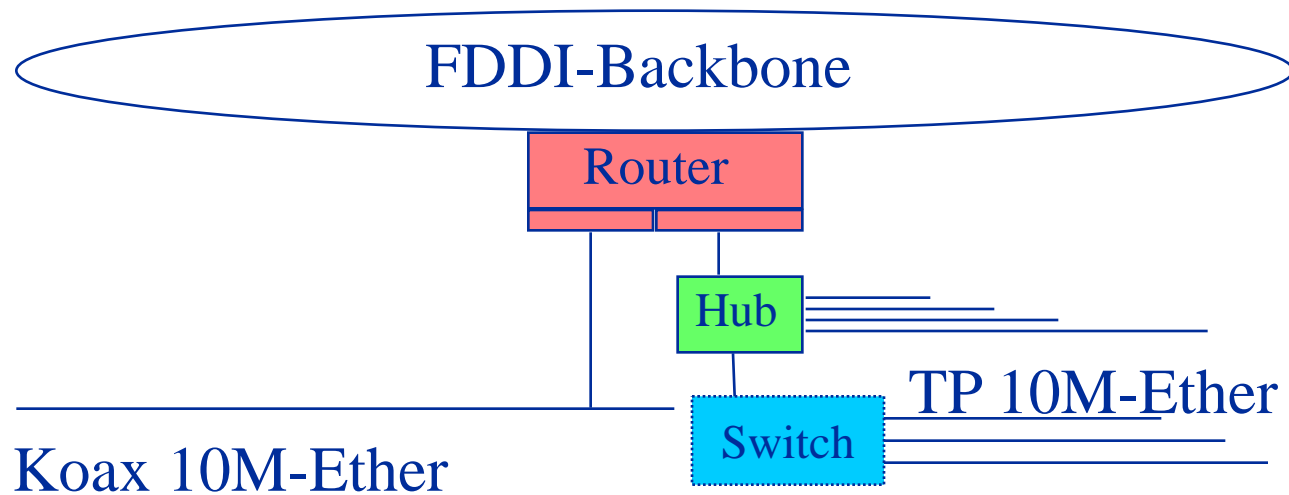
5) LAN-Strukturierung - FAU



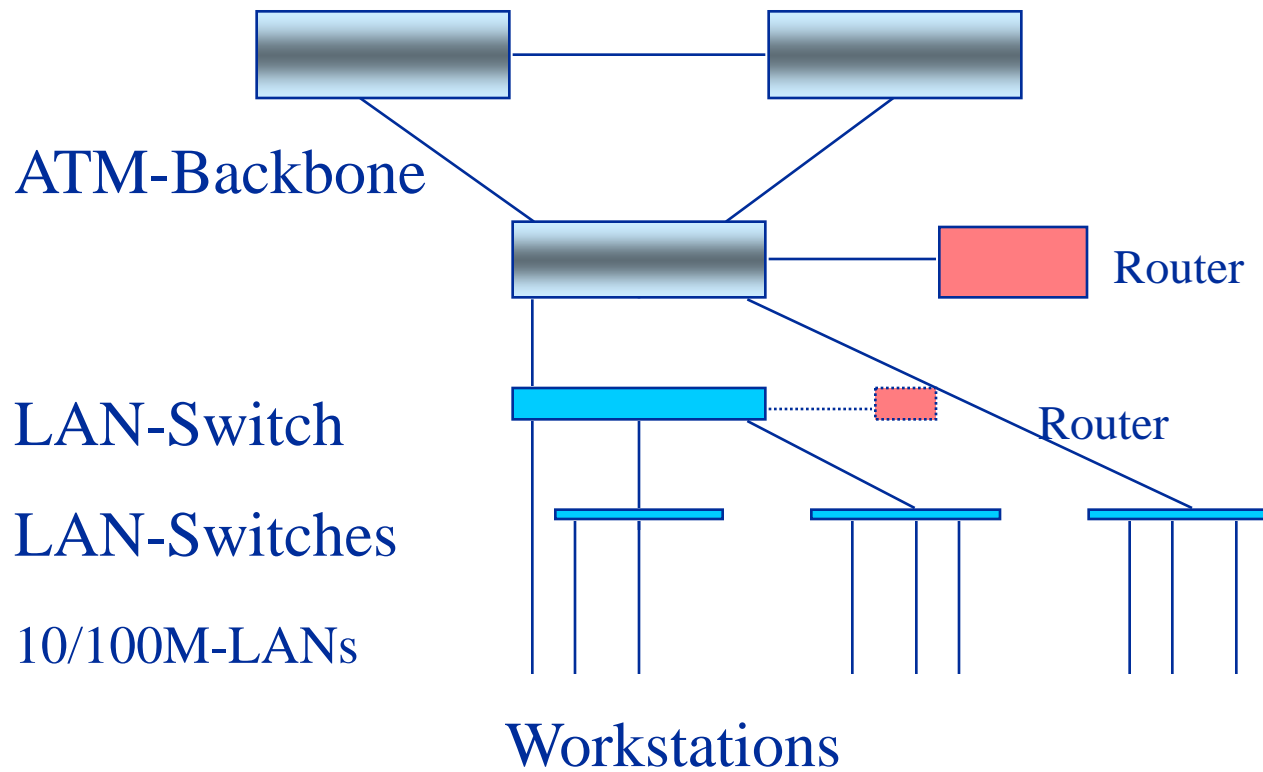
- **1994**
- **1998**
- **2003**



Nur physische LANs

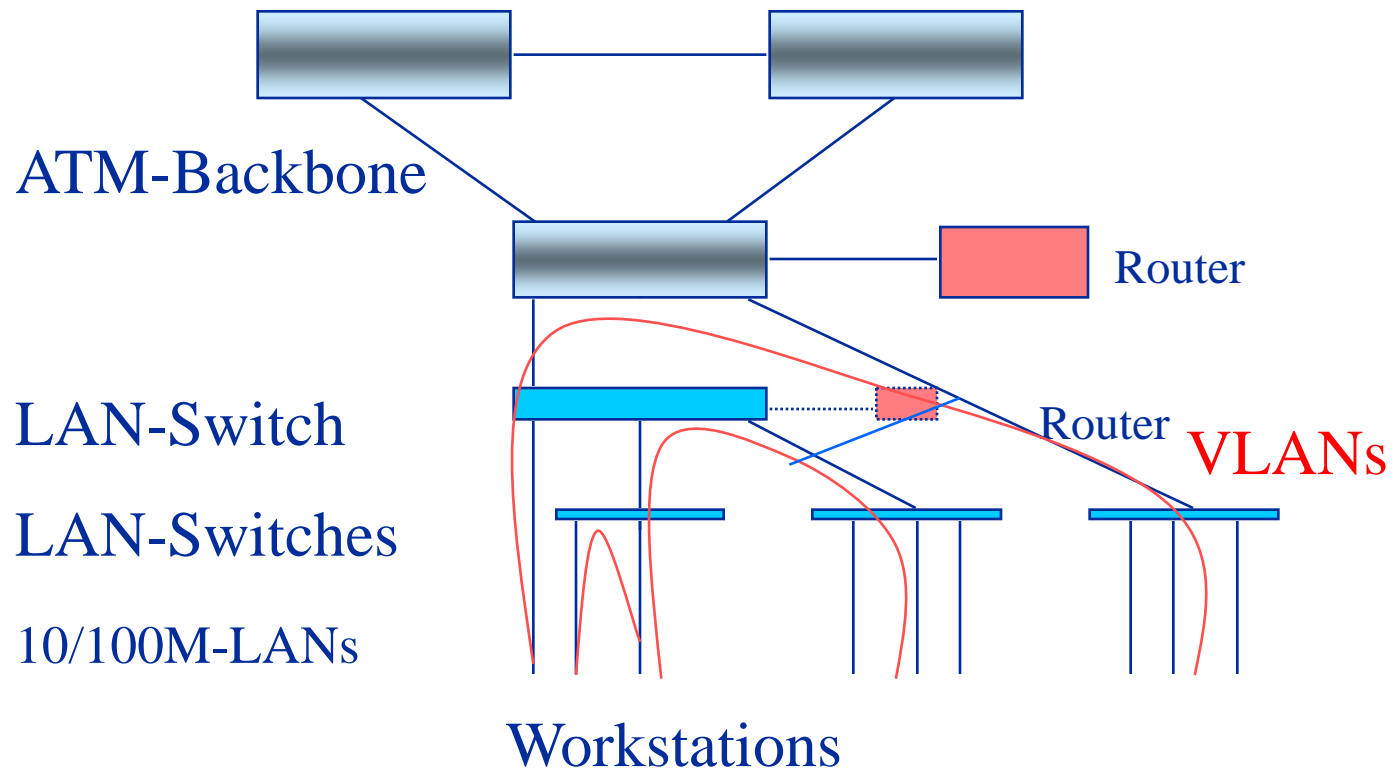


LAN-Strukturierung FAU indirektes Routing (1998)





Globale VLANs





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

