

Datenkommunikation

Teil 1.6: Vermittlung

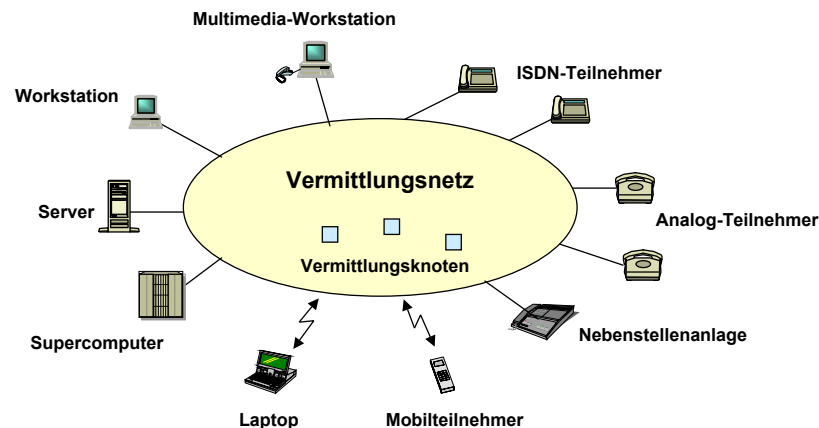
O.Univ.Prof.Dr. Harmen R. van As

Übersicht

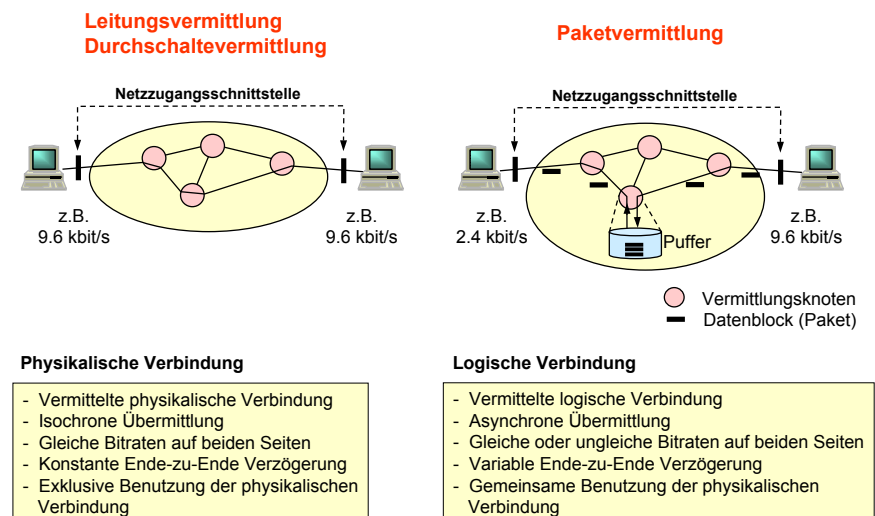
1.6 Grundlagen: Vermittlung

- Durchschalte-, Nachrichten-, Paket-, Datagramm- und Zellenvermittlung
- Synchrone und asynchrone Koppelnetze
- Raum-, Zeit- und Wellenlängenvermittlung
- Architekturen von Netzknoten und Router

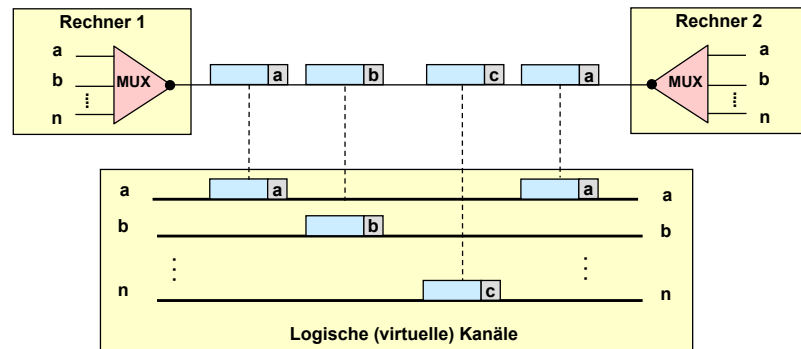
Vermittlungsaufgabe



Vermittlungsprinzipien

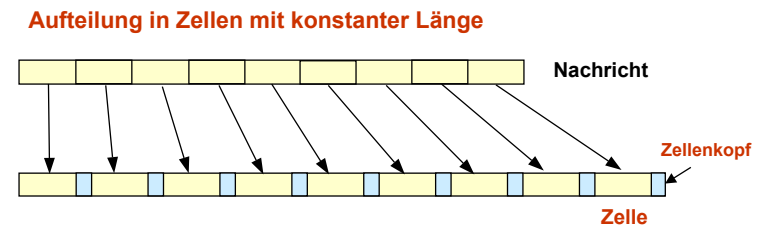
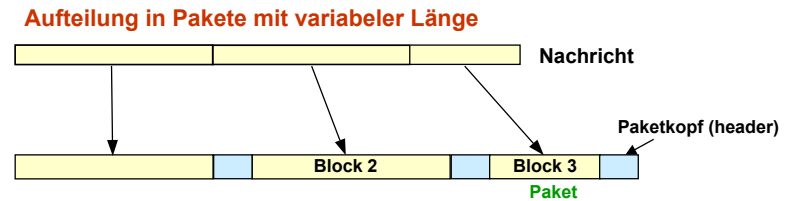


Logische Kanäle in der Paketvermittlung

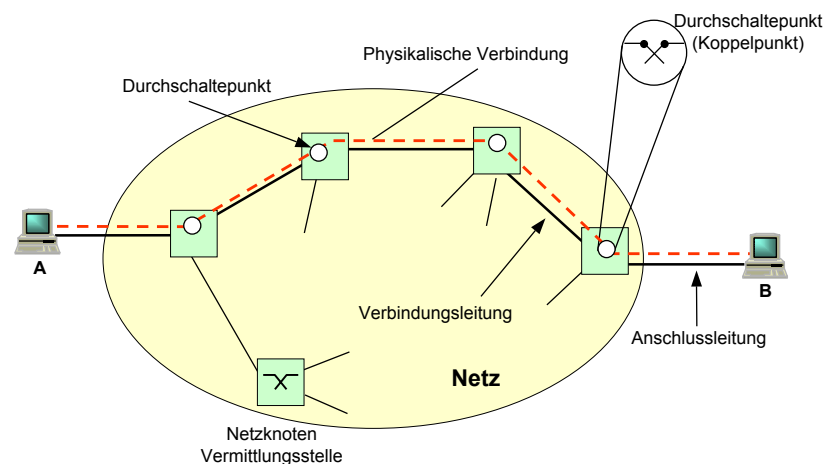


MUX: Multiplexerfunktion

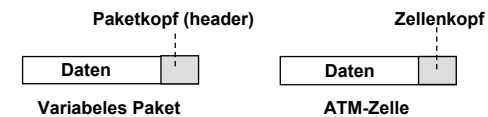
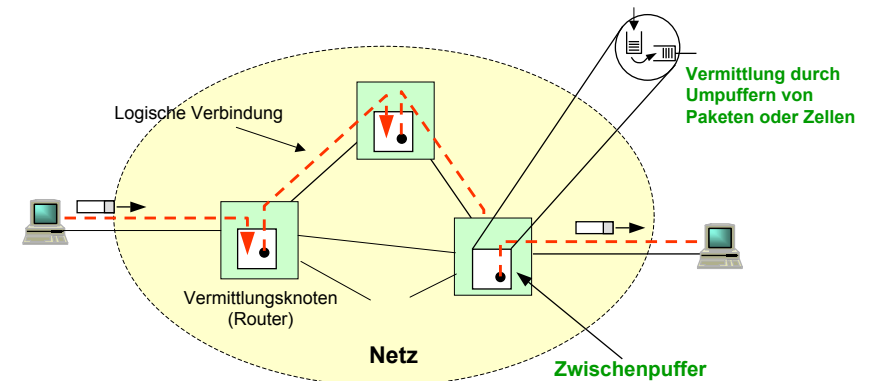
Aufteilung von Nachrichten



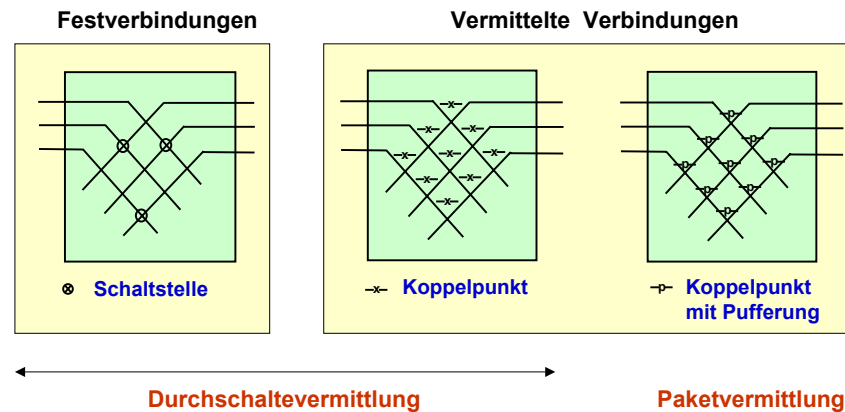
Durchschaltvermittlung



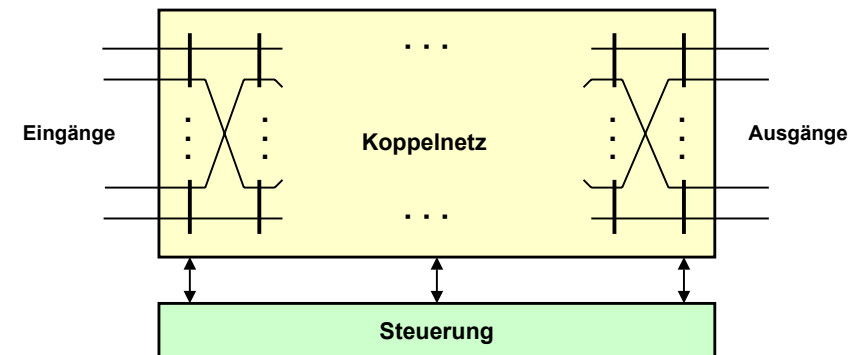
Paket- und Zellvermittlung



Vermittlungsfunktionen im Netzknoten

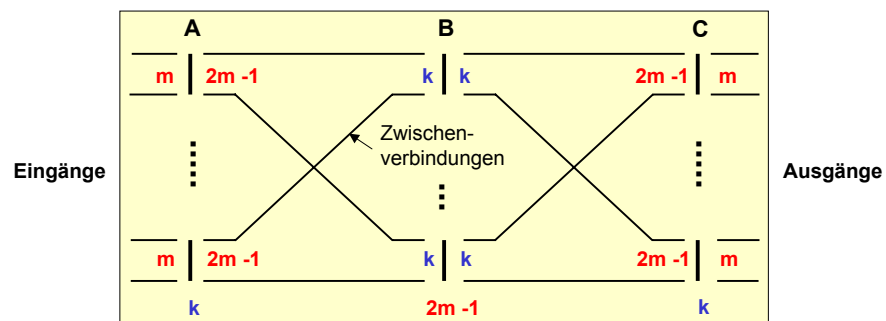


Mehrstufige Koppelnetzstruktur



Einstufiges Koppelnetz: viele Koppelpunkte notwendig (Anzahl Eingänge x Anzahl Ausgänge)
Mehrstufiges Koppelnetz: Reduktion der Koppelpunkte je nach interne Verbindungsstruktur
Externe Blockierung: Zielausgang ist belegt
Interne Blockierung: Ziel Ausgang ist frei, aber kein Weg durch Koppelnetz ist verfügbar

Dreistufiges Koppelnetz nach Clos (1)



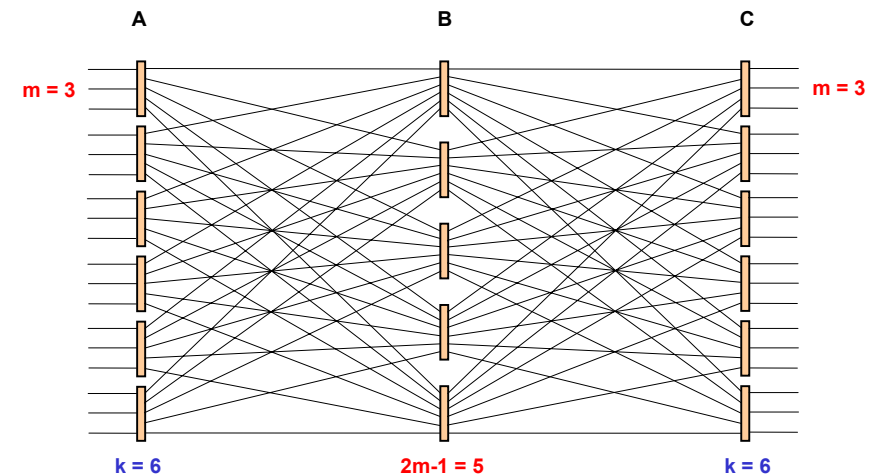
Blockierungsfreies Koppelnetz:

Anzahl Ein- bzw. Ausgänge	$k \times m$
Anzahl Zwischenverbindungen pro Stufe	$(2m-1) \times k$
Anzahl Ein- bzw. Ausgangsmatrizen	k
Anzahl Zwischenstufenmatrizen	$2m-1$
Ein- bzw. Ausgangskoppelmatrix	$m \times (2m-1)$
Zwischenstufenkoppelmatrix	$k \times k$

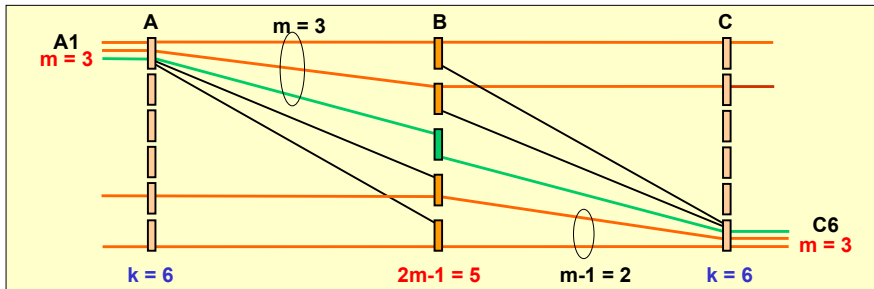


Einstufiger Koppelmatrix mit m Eingängen und n Ausgängen

Dreistufiges Koppelnetz nach Clos (2)



Dreistufiges Koppelnetz nach Clos (3)



Bedingung für ein blockierungsfreies Koppelnetz:

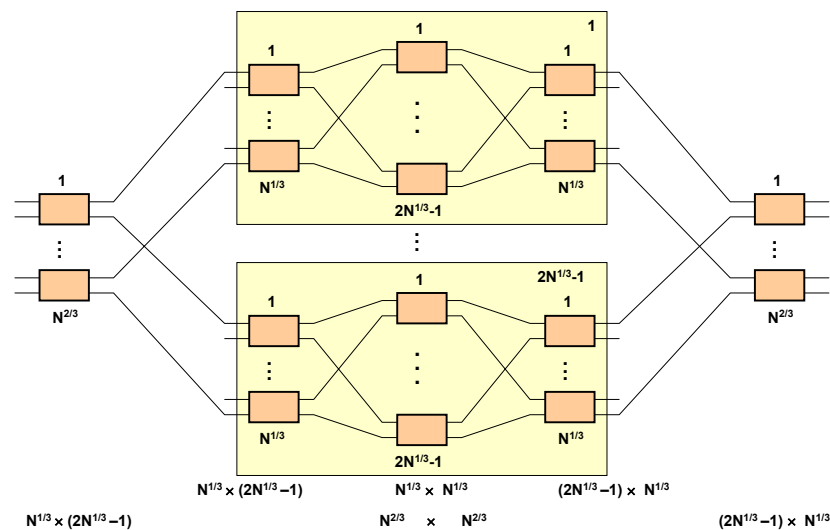
- Es soll immer ein Weg von einem freien Eingang zu einem freien Ausgang vorhanden sein.
- Betrachtet wird eine Verbindung über Eingangsmatrix A1 und Ausgangsmatrix C6.
- Bei m Eingängen pro Koppelmatrix A müssen jeweils m Zwischenkoppelmatrizen B mit einer freien Zwischenverbindung zum Ausgangsmatrix C des Zielausgangs erreichbar sein.
- Diese m Zwischenverbindungen zwischen Stufen B und C können nur garantiert frei sein, falls es zusätzlich m-1 weitere Zwischenkoppelmatrizen B für m-1 Verbindungen über den betrachteten Ausgangsmatrix gibt.

Koppelnetze nach Clos

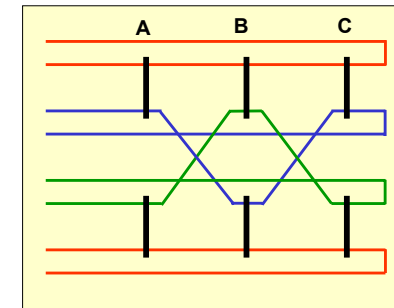
Anzahl Koppelpunkte in mehrstufigen Koppelnetzen nach Clos

Anzahl Ein- bzw. Ausgänge N	Stufenzahl				
	s = 1	s = 3	s = 5	s = 7	s = 9
100	10 000	5 700	6 092	7 386	9 121
200	40 000	16 370	16 017	18 898	23 219
500	250 000	65 582	56 685	64 165	78 058
1 000	1 000 000	186 737	146 300	159 904	192 571
2 000	4 000 000	530 656	375 651	395 340	470 292
5 000	25 000 000	2 106 320	1 298 858	1 295 294	1 511 331
10 000	100 000 000	5 970 000	3 308 487	3 159 700	3 625 165

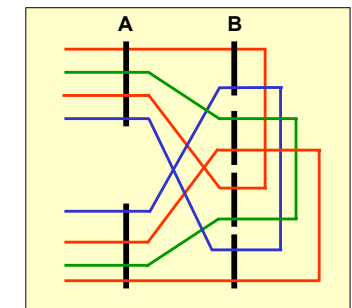
Fünfstufiges Koppelnetz nach Clos



Einseitige Koppelnetze

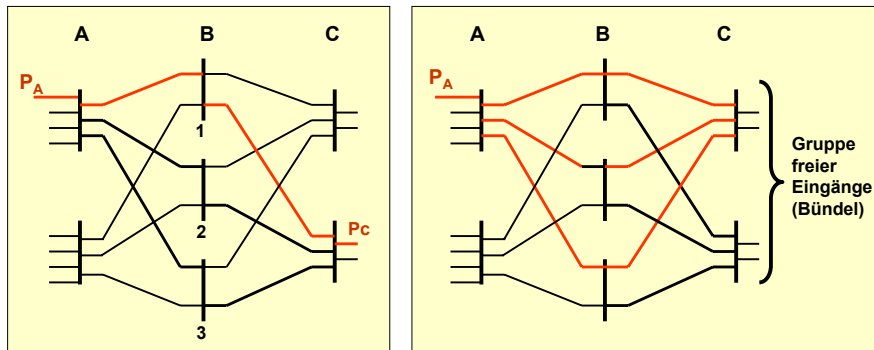


Faltgruppierung



Umkehrgruppierung

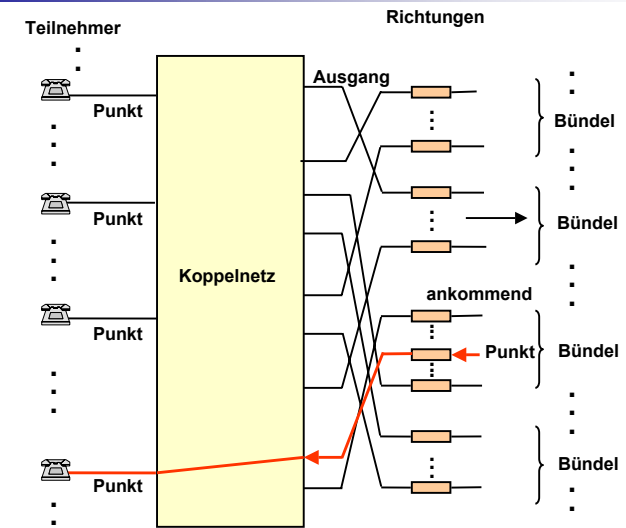
Verbindungsarten in Koppelnetzen



Punkt - Punkt - Verbindung

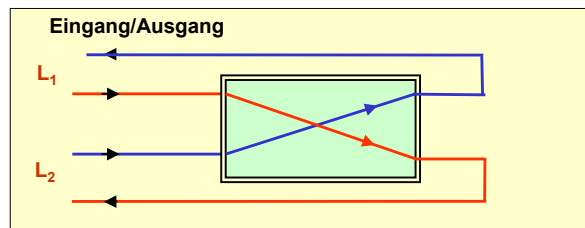
Punkt - Bündel - Verbindung

Aufgaben der Wegsuche

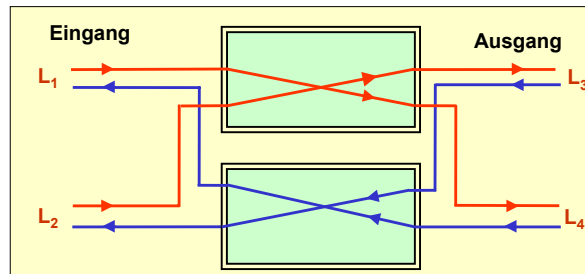


Vierdrahtdurchschaltung

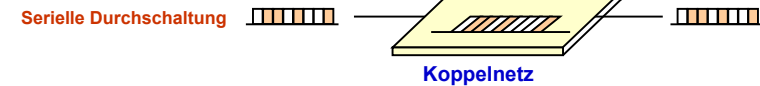
Kombinierte Durchschaltung



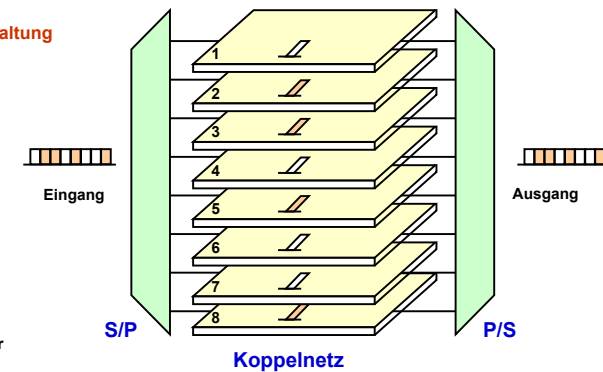
Getrennte Durchschaltung



Serielle/parallele Durchschaltung

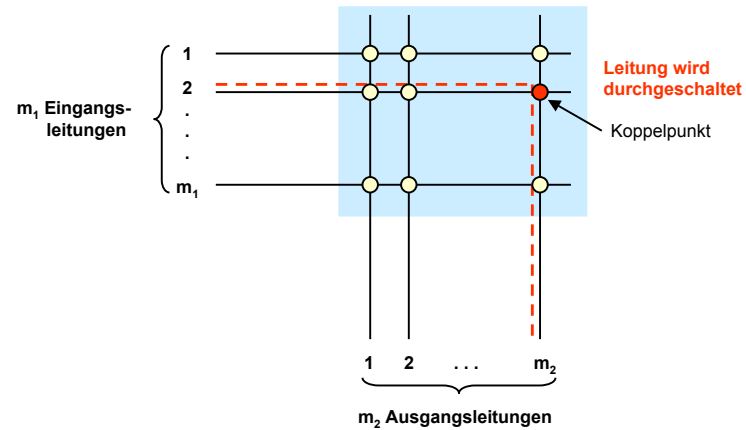


Parallele Durchschaltung

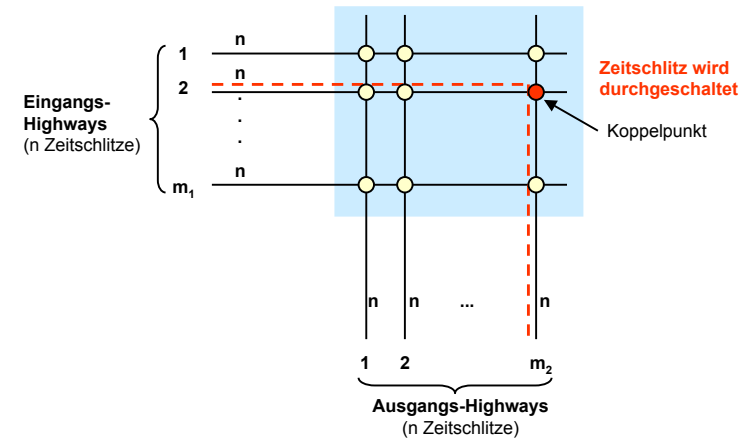


S: Serien-Umsetzer
P: Parallel-Umsetzer

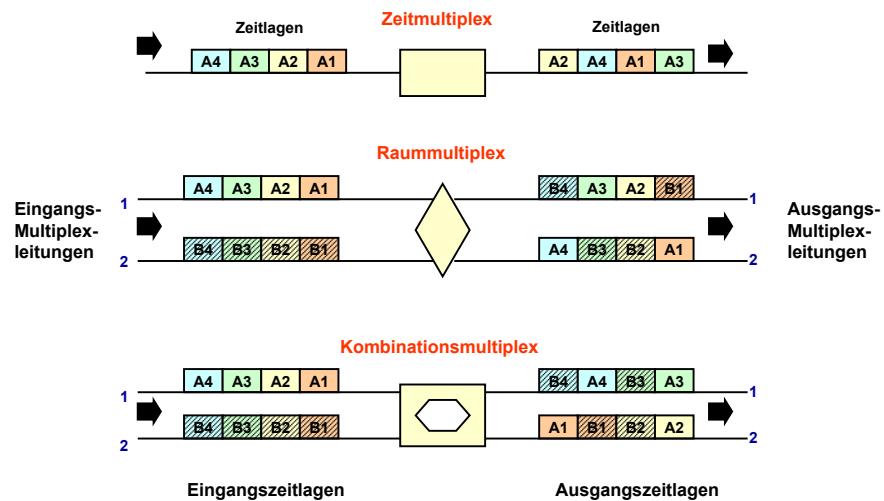
Raumvermittlung



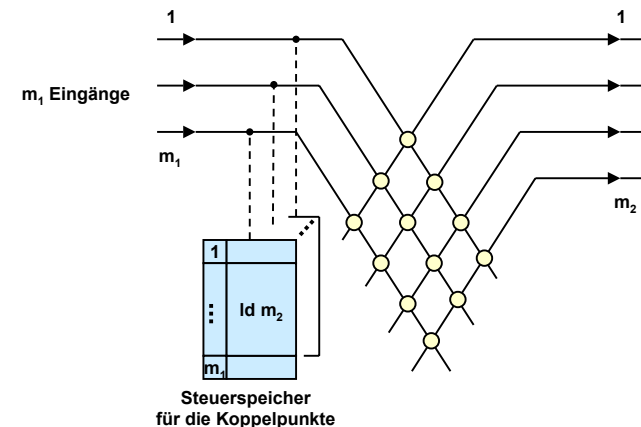
Raum- und Zeitvermittlung



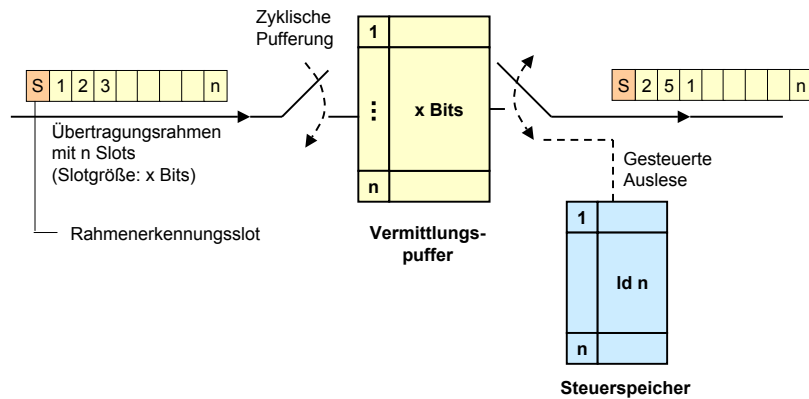
Koppelnetzelemente



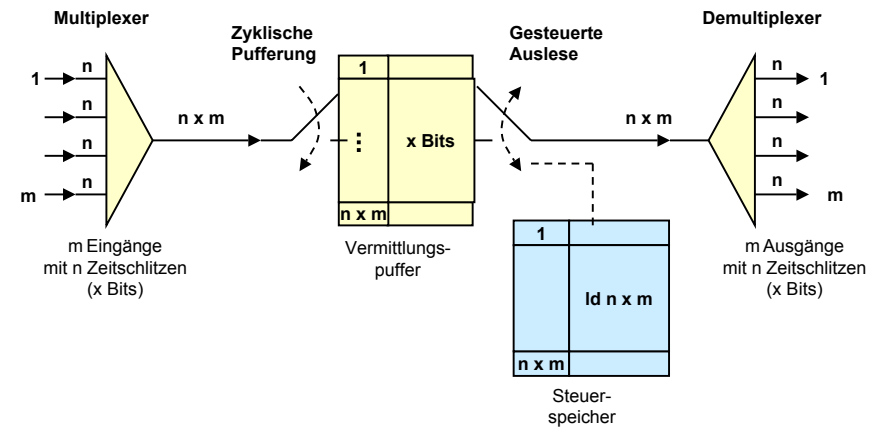
Raumvermittlungssteuerung



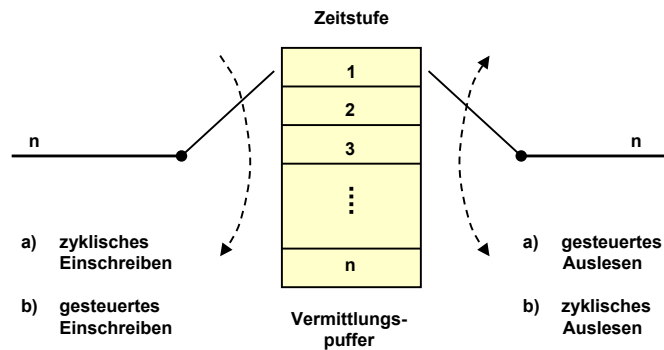
Zeitvermittlungssteuerung



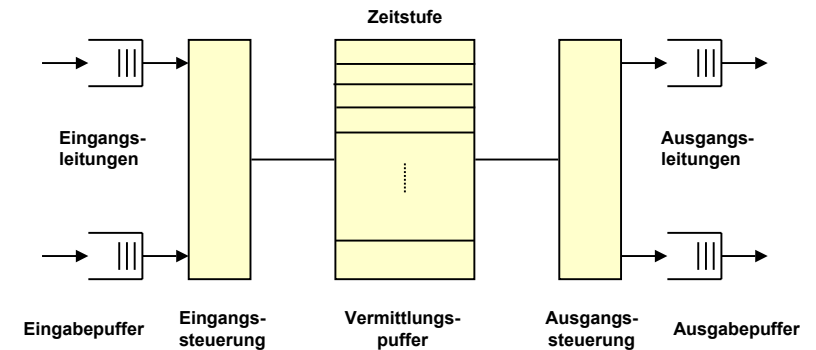
Steuerung bei Raum- und Zeitvermittlung



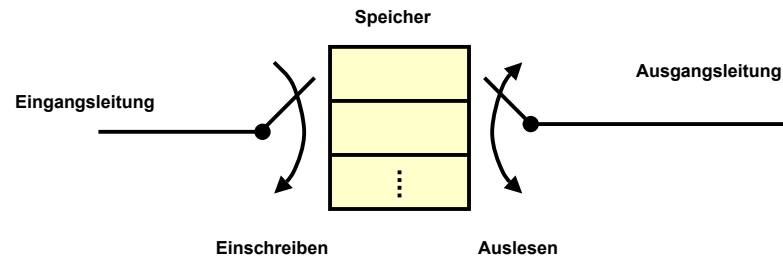
Synchrones Zeitmultiplex



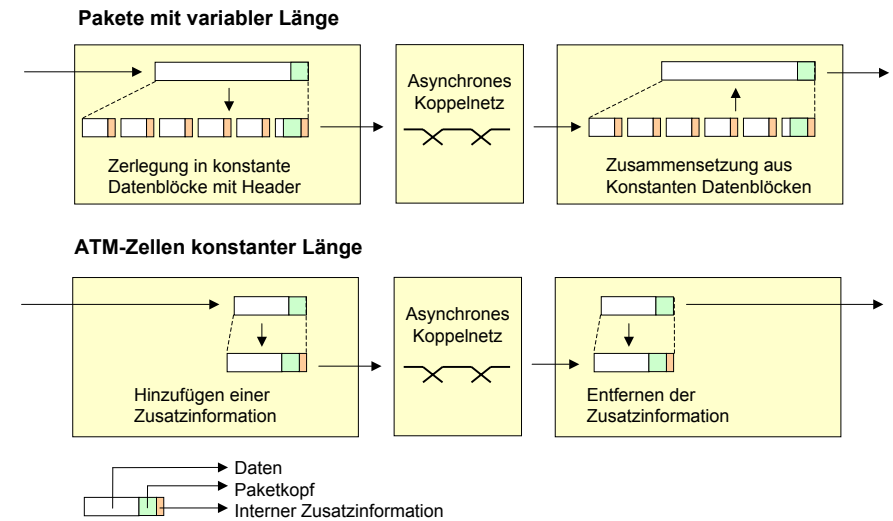
Asynchrones Zeitmultiplex



Gemeinsamer Speicher mit Raummultiplex

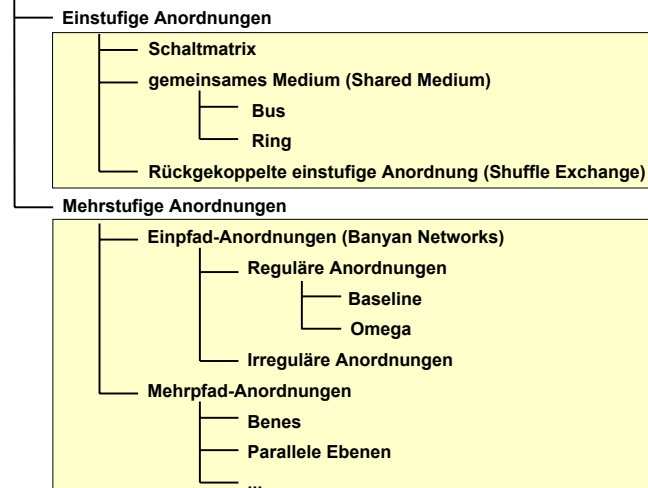


Asynchrone Vermittlung

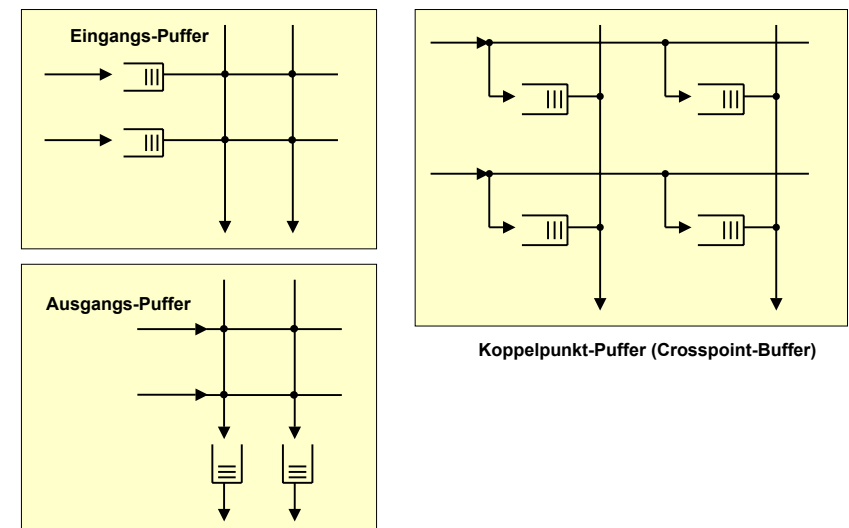


Strukturen von asynchronen Koppelnetzen

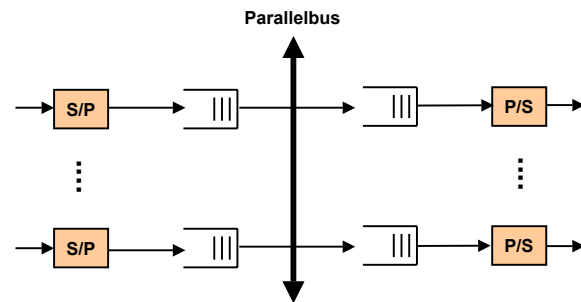
Asynchronen Koppelnetzstrukturen



Schaltmatrix (Crossbar)

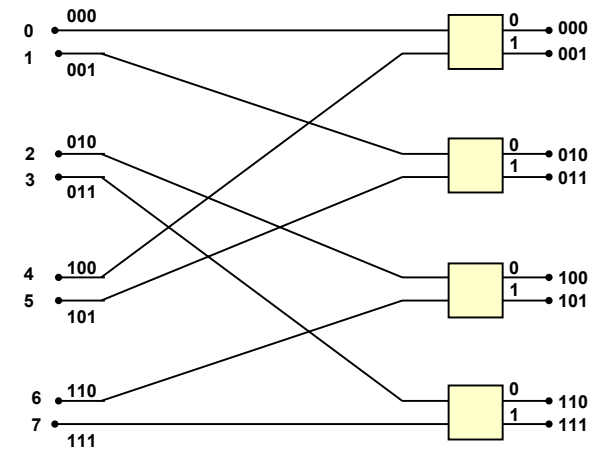


Gemeinsames Medium (Shared Medium)

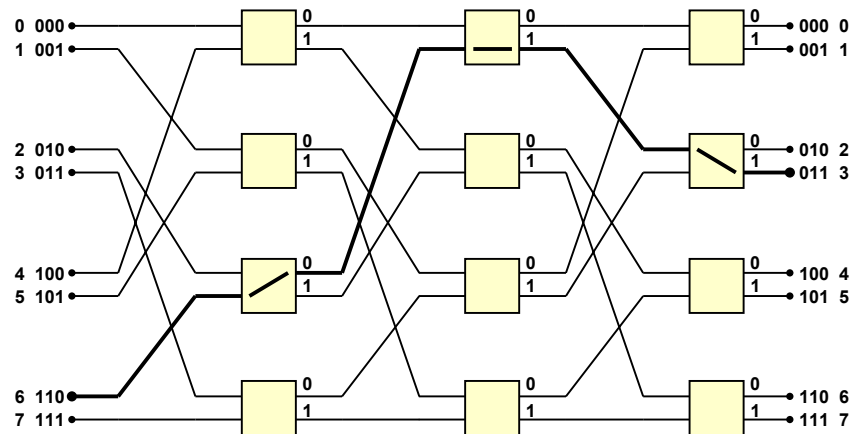


S/P: seriell-parallel Umwandlung
P/S: parallel-seriell Umwandlung

8 x 8 Shuffle Koppelnetzstufe

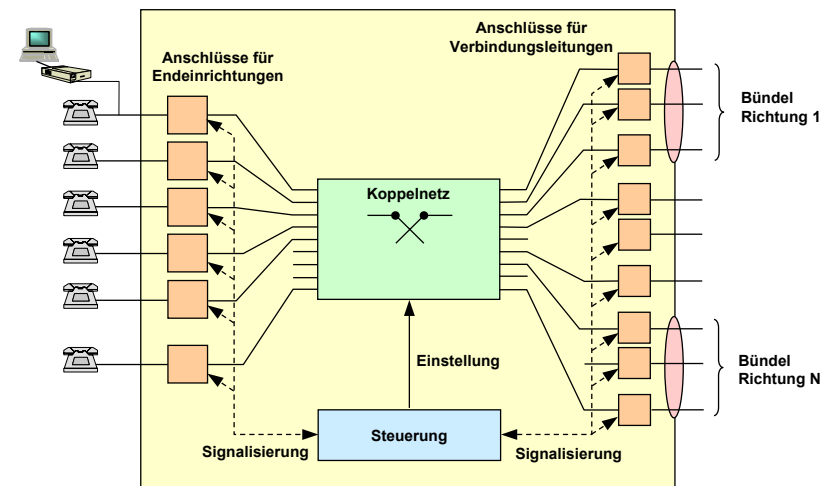


Durchschaltung: Räumliche Darstellung

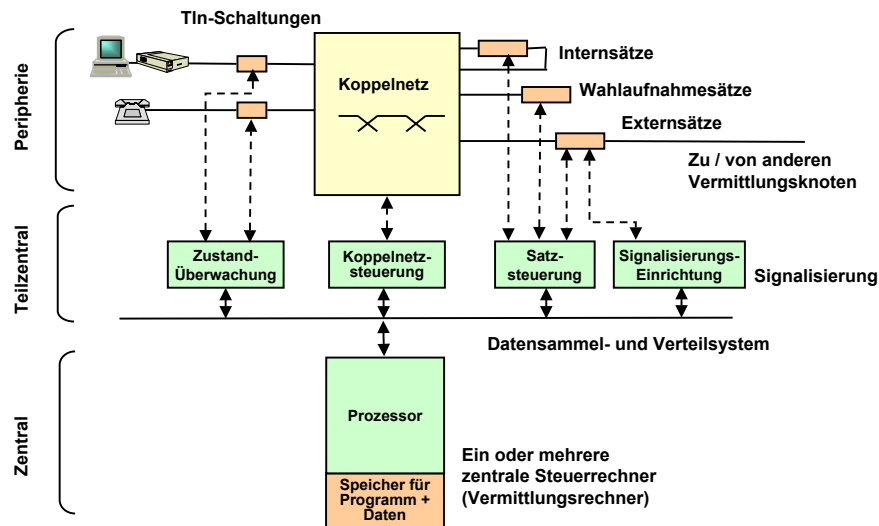


Verbindung zwischen Eingang 6 und Ausgang 3

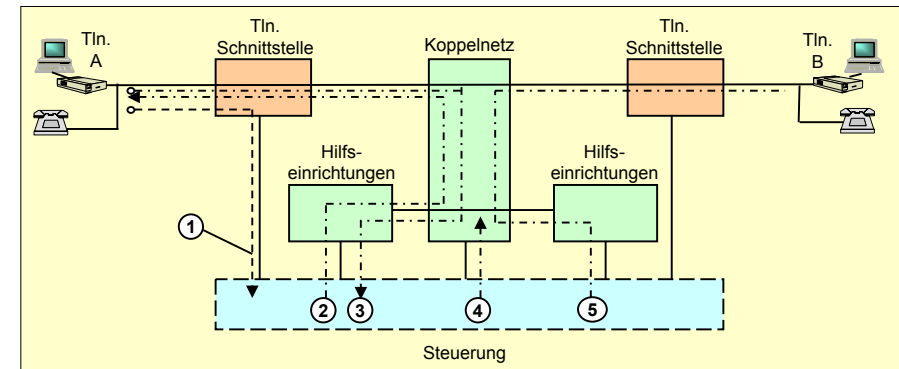
Teilnehmer-Vermittlungsknoten



Grundstruktur von Vermittlungsknoten

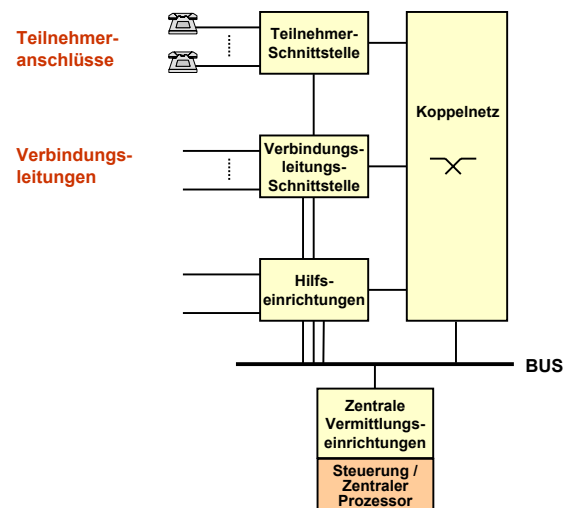


Verbindungsaufbau

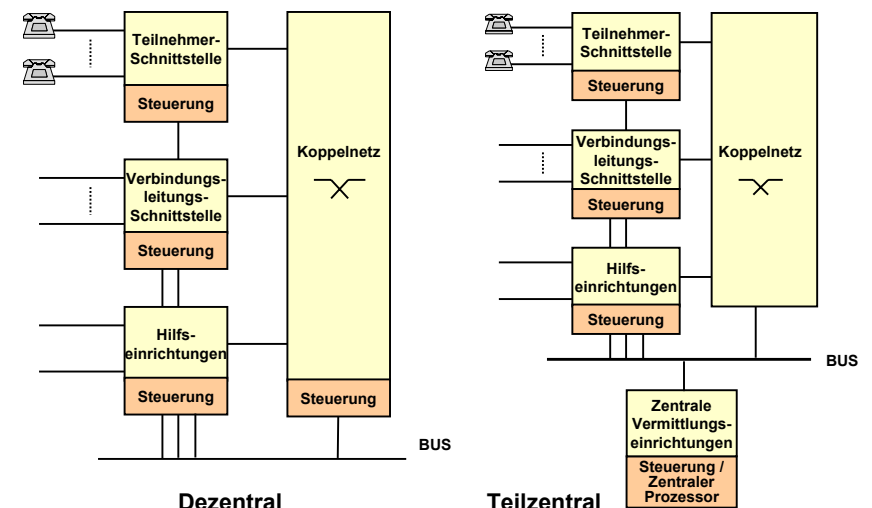


- 1 Feststellung des Verbindungswunsches und Identifizierung des A-Teilnehmers
- 2 Wahlaufforderung
- 3 Empfang und Auswertung der Wählinformation
- 4 Wegesuche; Einstellen des Koppelnetzes für Verbindung A – B
- 5 Anschalten des Ruftons zum B-Teilnehmer

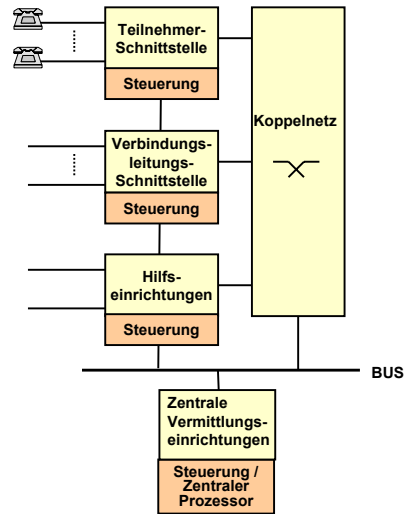
Zentraler Vermittlungsknoten



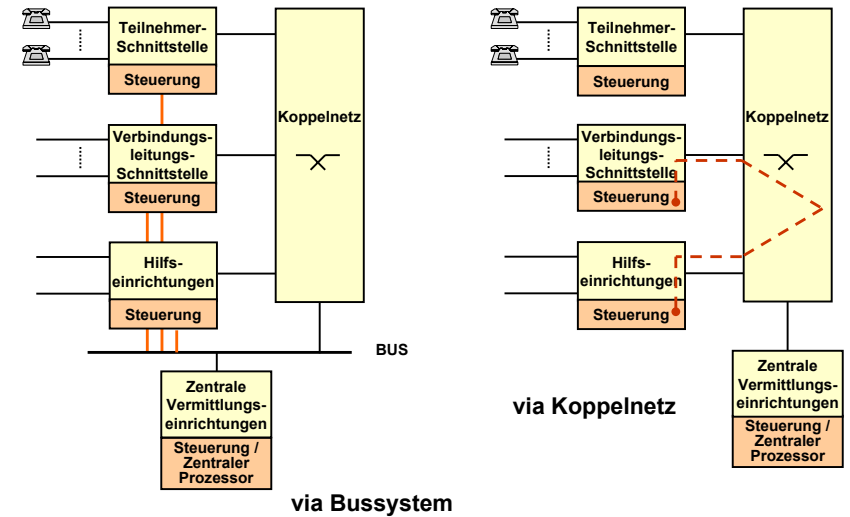
Vermittlungsknoten



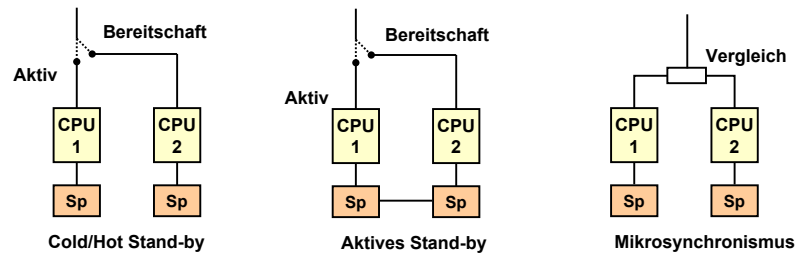
Teilzentraler Vermittlungsknoten



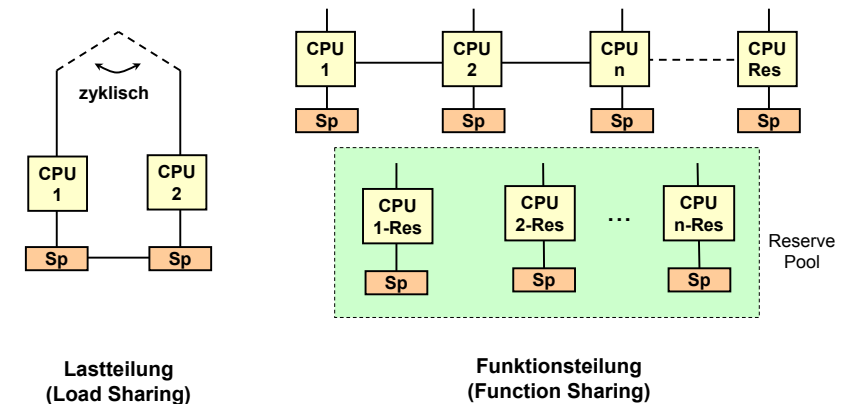
Interne Kommunikation



Erhöhung der Betriebsverfügbarkeit

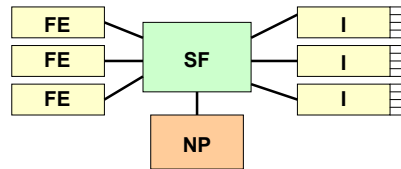


Leistungssteigernde Betriebsweisen

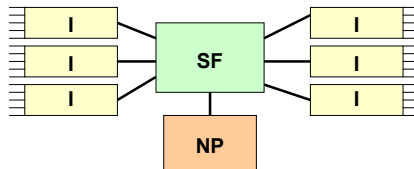


Router Aufbau

with forwarding engine

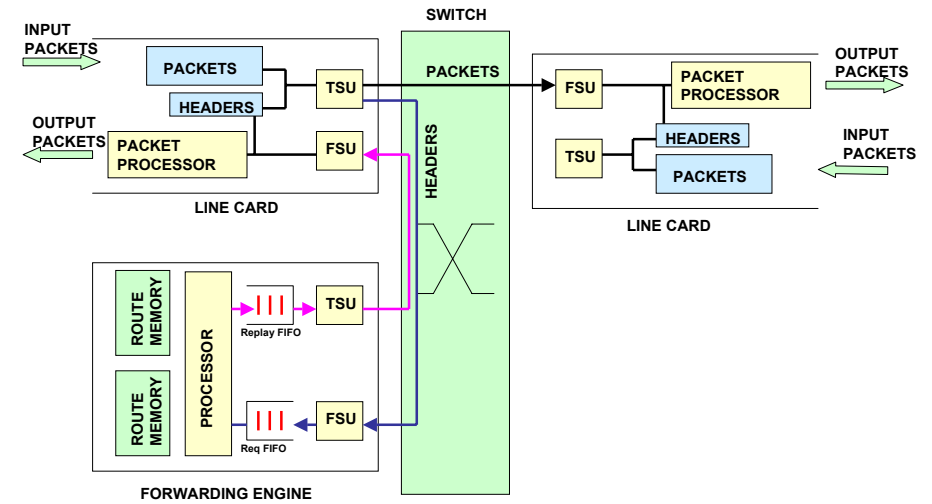


with processing power on interfaces

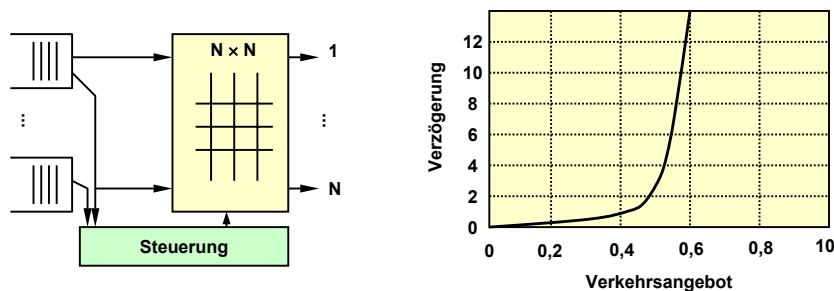


FE : Forward Engine
SF : Switching Function
NP : Network Processor
I : Interface

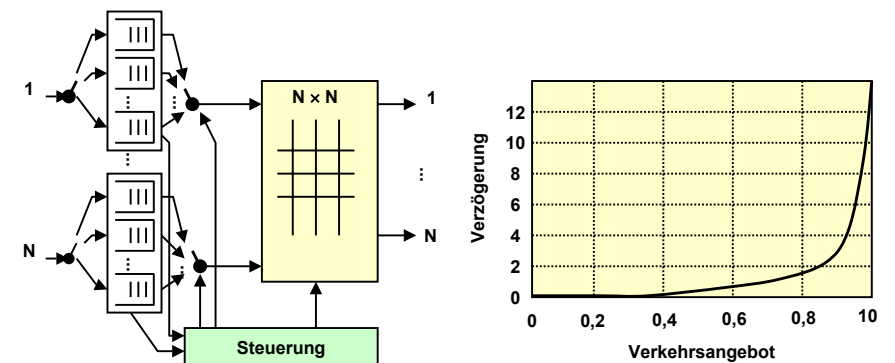
Verarbeitung von Paketen in einem Router



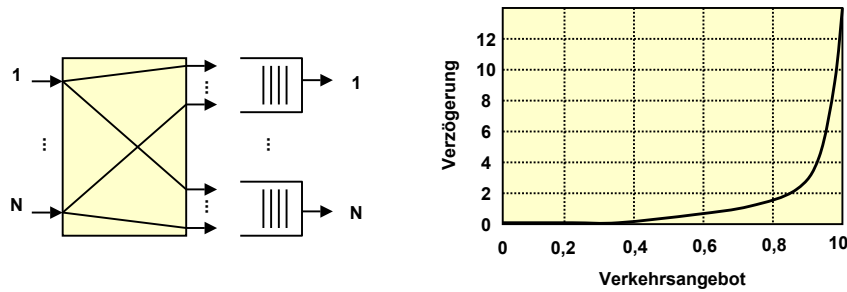
Crossbar Switch: Input Queueing



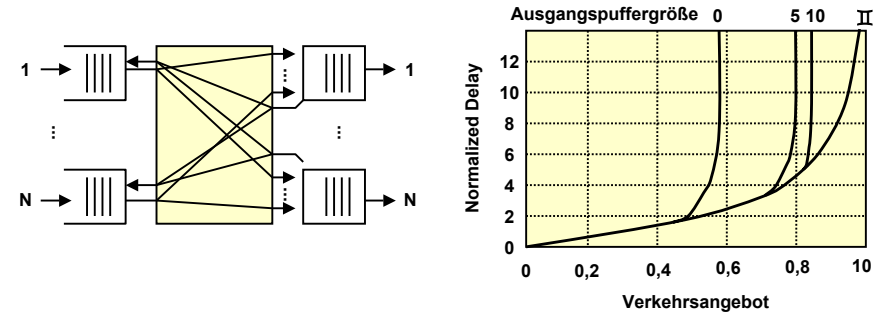
Crossbar Switch: Multiple Input Queues



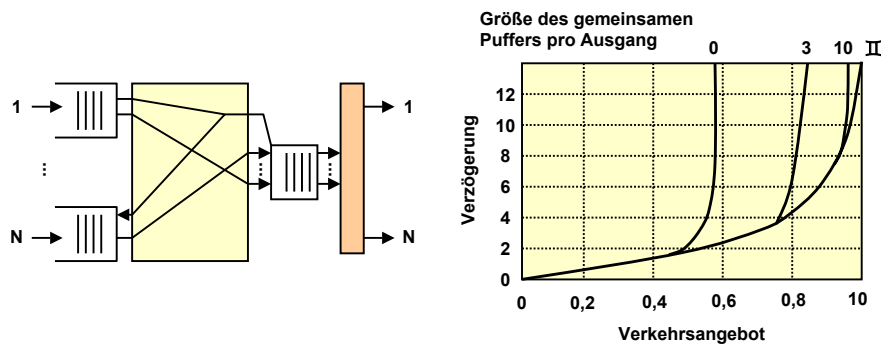
Self-Routing Switch: Output Queueing



Self-Routing Switch: Finite Output Queues



Self-Routing Switch: Shared Output Queueing



Self-Routing Switch: Multistage Queueing

