

## Vermittlungstechnik

- Qualität wird festgemacht an: Physik der Übertragung, Kanalcodierung, Vermittlungstechnik
- 3 Prinzipien: Leitungsvermittlung, Paketvermittlung & Zellvermittlung

Parameter	Paketvermittlung	Zellvermittlung	Leitungsvermittlung
Beispiel f. Technik	IP	ATM	SDH, PDH
Traffic	Data	Voice + Data	Voice
Betreiberschaft	viele Betreiber	singulär (d.h. Zuständigkeiten für bestimmte Bereiche des Netzes)	singulär
Vermittlungsprinzip	Routingtabelle (Software) → „Wegsuche“	Sortiernetze (Hardware)	feste Wege (Hardware)
Vermittlungstyp	verbindungslos	verbindungsorientiert	verbindungsorientiert (auch der der Zeitschlitzvariante)
Warteschlangen	ja	gering	nein
QoS-Parameter			
Delay	ja, ms ... 100 ms-Bereich	sehr gering ( $\mu$ s - ms)	nein (nur Signalleufzeiten)
Jitter	hoch	gering	→ 0
Sequenz (Reihenfolge)	nicht gesichert	gesichert	gesichert
Verluste	Promille bis Prozentbereich	sehr gering (statistisch kontrollierbar)	keine
Zuverlässigkeit der Verbindung	nicht gesichert	hoch	sehr hoch

### Stichworte zu den Vermittlungstechniken

- Leitungsvermittlung:
  - o Exklusive Nutzung
  - o Reservierung
  - o Weg unbekannt → Adresse nicht nötig → keine Wegsuche nötig
  - o „Dauer der Reise“ ist dem Paket unbekannt
  - o Weg wird vorab organisiert
  - o Feste Wege
  - o Gleiche Einheiten
  - o Ersatzleitung wird für Fehlerfall bereit gehalten
- Paketvermittlung:
  - o Wegefindung, während man unterwegs ist
  - o Zieladresse muss mitgeführt werden
  - o Wege sind dynamisch anpassbar
  - o Ausfall führt zu neuem Einlernen → neue Organisation → die meisten Pakete kommen mit Verzögerung an
- Zellvermittlung:
  - o Label (Kennung) → Wegefundungsinformation
  - o Vorab-Festlegung des Weges (Kenntnis des Netzes → statisches Routing)

- Bildlicher Vergleich: Ein Auto fährt vor einem Radfahrerfeld und sagt Streckenposten, wie die Radfahrer geleitet werden sollen, dabei kann durch verschiedene Merkmale (z.B. Trikotfarbe) eine Unterscheidung zwischen den Wegen getroffen werden
- Keine exklusive Nutzung
- System ist so organisiert, dass sich Pakete nicht blockieren können → jenes wurde vorher berechnet
- Nötige Kapazität wird im Voraus berechnet

### Organisation der Leitungsvermittlung

- IP über SDH → Anschlüsse für Voice & Data sind am SDH vorhanden → Am Ende der SDH-Verbindung stellt sich die Frage nach der sich anschließenden Vermittlungstechnik (evtl. muss man umsordieren für Paketvermittlung)
- 30 Gespräche multiplexen auf einen 30-er Zeitrahmen (PCM30 für ISDN, 30 Sprachkanäle + 1 Signalisierungskanal + 1 Rahmen) → TDM (= time division multiplex) bei PCM30 → ca. 2 Mbit/s → die 30 Kanäle werden nebeneinander übertragen
- ➔ Man kann „durchfahren“, es schließen sich allerdings andere hinter einem an (Stoßstange an Stoßstange)
- ➔ Wenn man auf Weitverkehrsnetz geführt wird, findet man genau die Lücke (Geschwindigkeit ist festgelegt, Lücke ist freigehalten)
- Zellvermittlung: Hat man „grünes Licht“, dann ist die Qualität und die Laufzeit fast gesichert
- VOIP → Delay sind an der Tagesordnung → z.B. Skype in entfernte Länder
- Bestimmte Merkmale (Delay, Jitter, Sequenz) werden für bestimmte Anwendungen festgelegt und können auch entsprechend mit dem Kanalbetreiber vereinbart werden

### Statistisches Multiplexing

Eine Telefonverbindung in ISDN mit  $R = 64 \text{ kbit} / \text{s}$  lässt sich als  $X_{on} / X_{off}$ -Quelle beschreiben. Es liegt eine diskret verteilte Quelle vor.

diskrete Zustände	Wahrscheinlichkeit
$0 \cdot R$	$1 - \alpha$
$1 \cdot R$	$\alpha$

mit  $\alpha$  = anteilige Gesprächsdauer, z.B. 40 %

Erwartungswert:

$$E(x) = \alpha \cdot R = 64 \text{ kbit} / \text{s} \cdot 0,4 = 25,6 \text{ kbit} / \text{s}$$

- Im statistischen Ansatz kann im Mittel mit  $E(x)$  gerechnet werden

Varianz:

$$\sigma_x^2 = E(x^2) - (E(x))^2$$

Oder für diskrete Quellen

$$\sigma_x^2 = \sum p(x=i) \cdot (i - E(x))^2$$

Wobei  $p(x=0) \hat{=} X_{off} = 0,6$  (Wahrscheinlichkeit für das Eintreffen von  $X_{off}$ )

$$p(x=1) \hat{=} X_{on} = 0,4$$

Beispiel:

$$\begin{aligned}\sigma_x^2 &= (1-\alpha) \cdot (0 - \alpha \cdot R)^2 + \alpha \cdot (R - \alpha \cdot R)^2 \\ &= \alpha^2 R^2 - \alpha^3 R^2 + \alpha (R^2 - 2\alpha R^2 + \alpha^2 R^2) \\ &= \alpha^2 R^2 - \alpha^3 R^2 + \alpha R^2 - 2\alpha^2 R^2 + \alpha^3 R^2 \\ &= R^2 \alpha (1-\alpha)\end{aligned}$$

Standardabweichung für das Beispiel:

$$\begin{aligned}\sigma_x &= R \cdot \sqrt{\alpha \cdot (1-\alpha)} \\ &= 64 \text{ kbit/s} \cdot \sqrt{\frac{24}{100}} = 31,25 \text{ kbit/s}\end{aligned}$$

Wie wachsen  $E(x)$  und  $\sigma_x$  mit weiteren Gesprächen?

- z.B. bei  $N = 2$  Gesprächen
- binomiale Verteilung in der Gewichtung der diskreten Zustände

$$E(x) = 2 \cdot \alpha \cdot R \quad (\rightarrow \text{lineares Wachstum})$$

$$\sigma_x = R \cdot \sqrt{2\alpha \cdot (1-\alpha)} \quad (\rightarrow \text{Wachstum mit } \sqrt{n})$$