Analytische Verfahren zur Dimensionierung der IP-Verbindungen in einem GPRS-Festnetz

F. Hartleb (T-Nova), W. Urmoneit (T-Mobil)

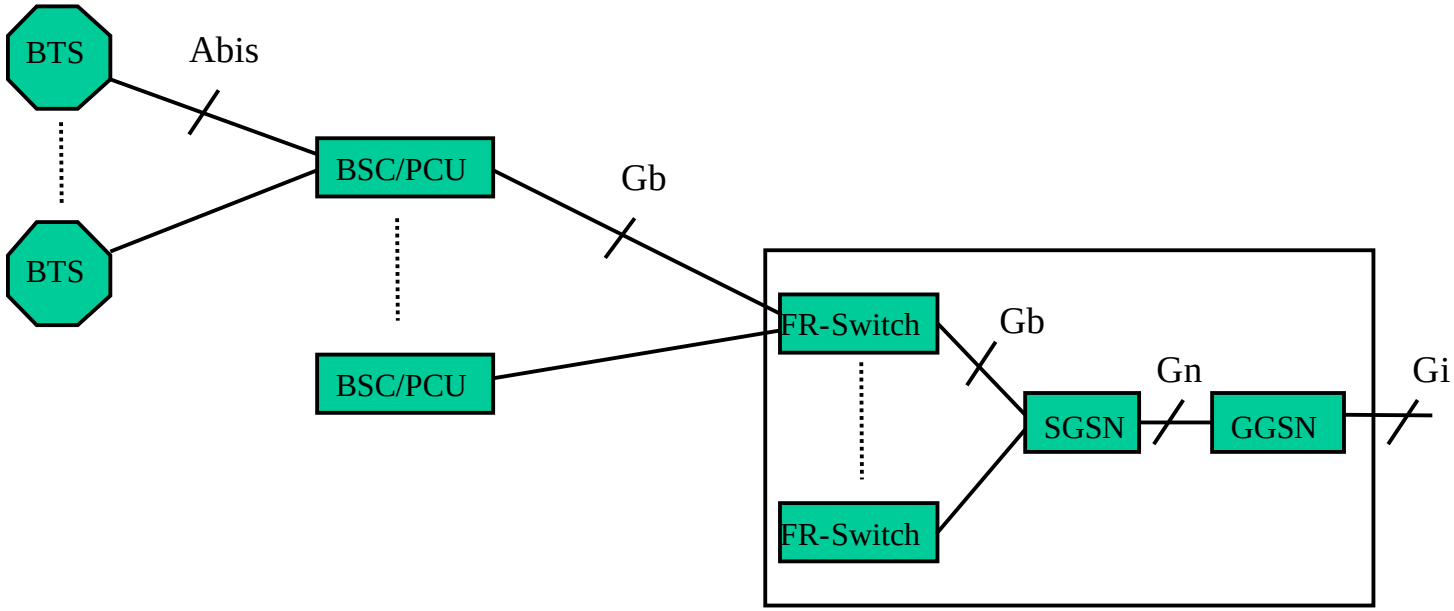
GPRS-Architektur

Verkehrsmodelle

Dimensionierungsverfahren

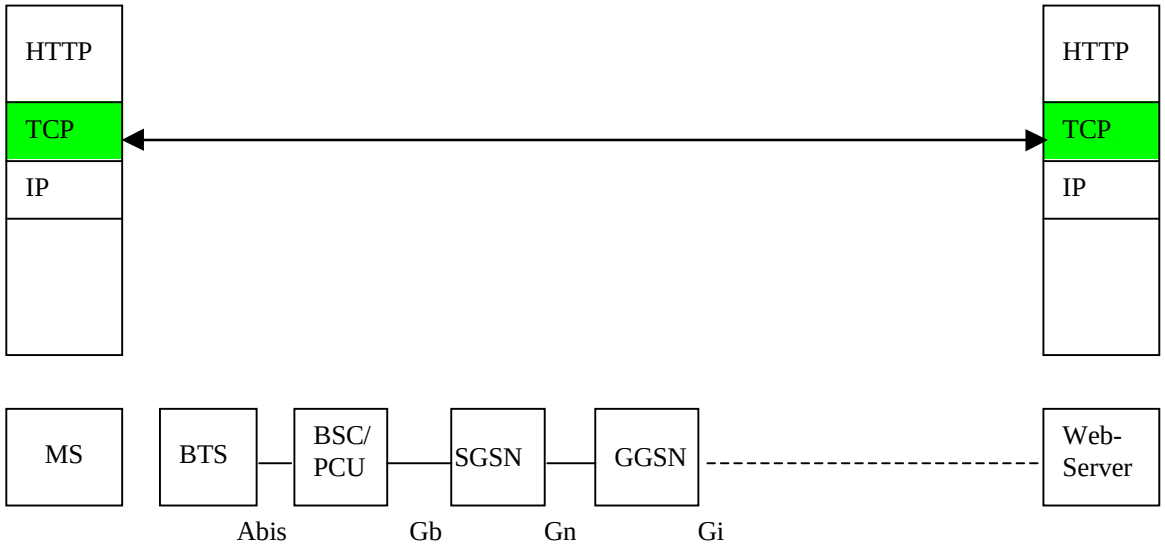
Beispiele und Ergebnisse

GPRS-Architektur

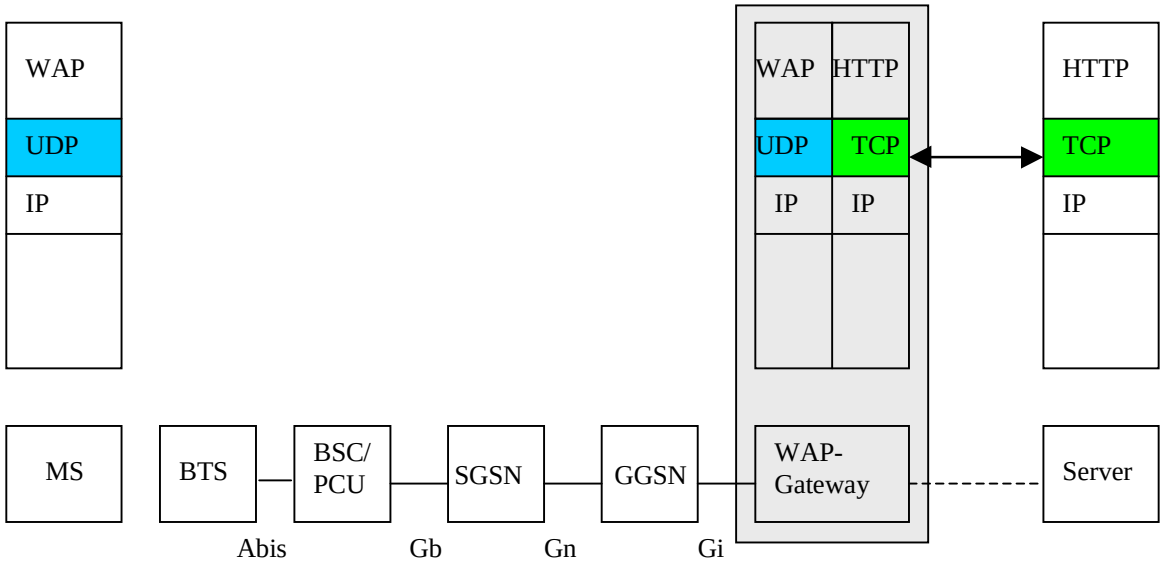


Verkehrsmodelle

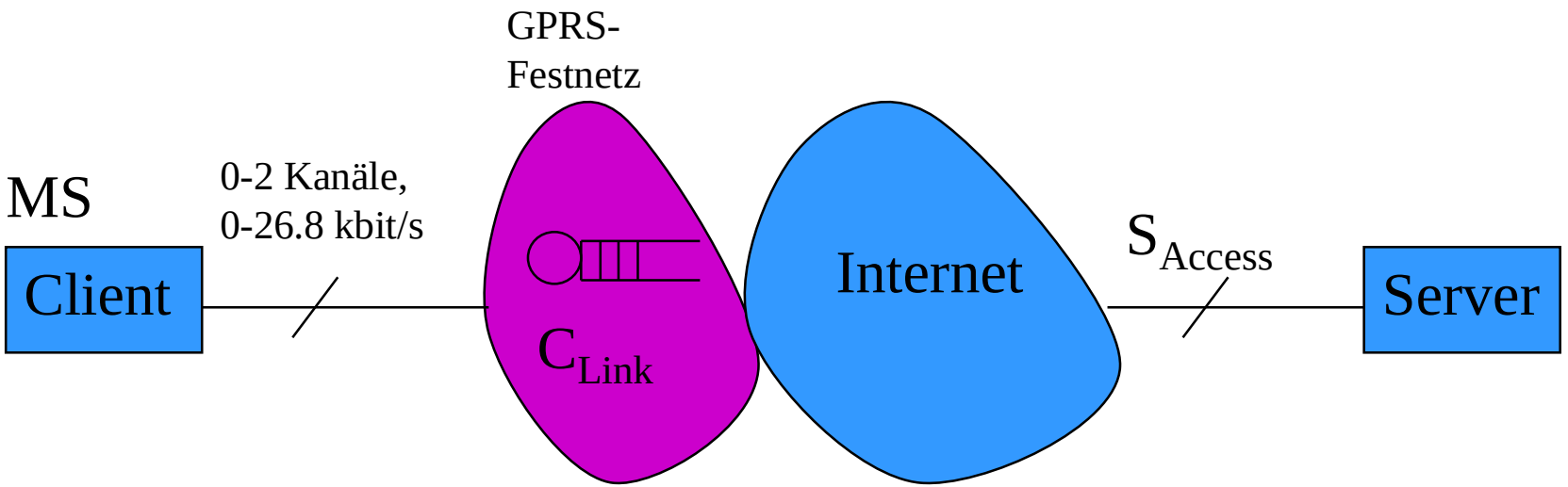
TCP-Verkehr



WAP-Verkehr



TCP-Flusskontrolle



Quellenmodell:

- Max. Senderate = 2 * Engpassrate
- Slow-Start-Phase ist bei Windows sehr kurz
- On/Off-Quellenmodell mit R_{on}= Engpassrate

Eigenschaften der Luftschnittstelle

8 Kanäle für GPRS mit Priorität für Sprache

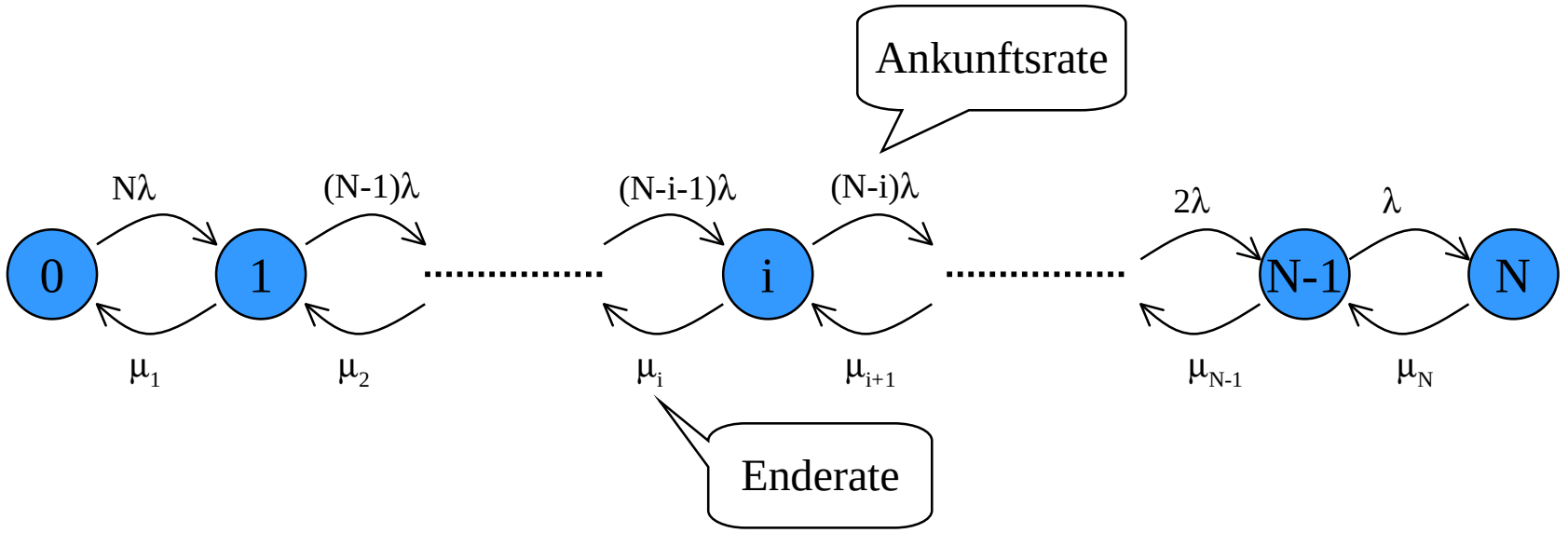
Jeder Tln. kann max. 2 Kanäle DL bzw. 1 Kanal UL nutzen

Kodierung mit CS1 (9.05 kbit/s) oder CS2 (13.4 kbit/s)

TCP-Verkehrsmodell für die Luftschnittstelle (DL): M/M/4-PS

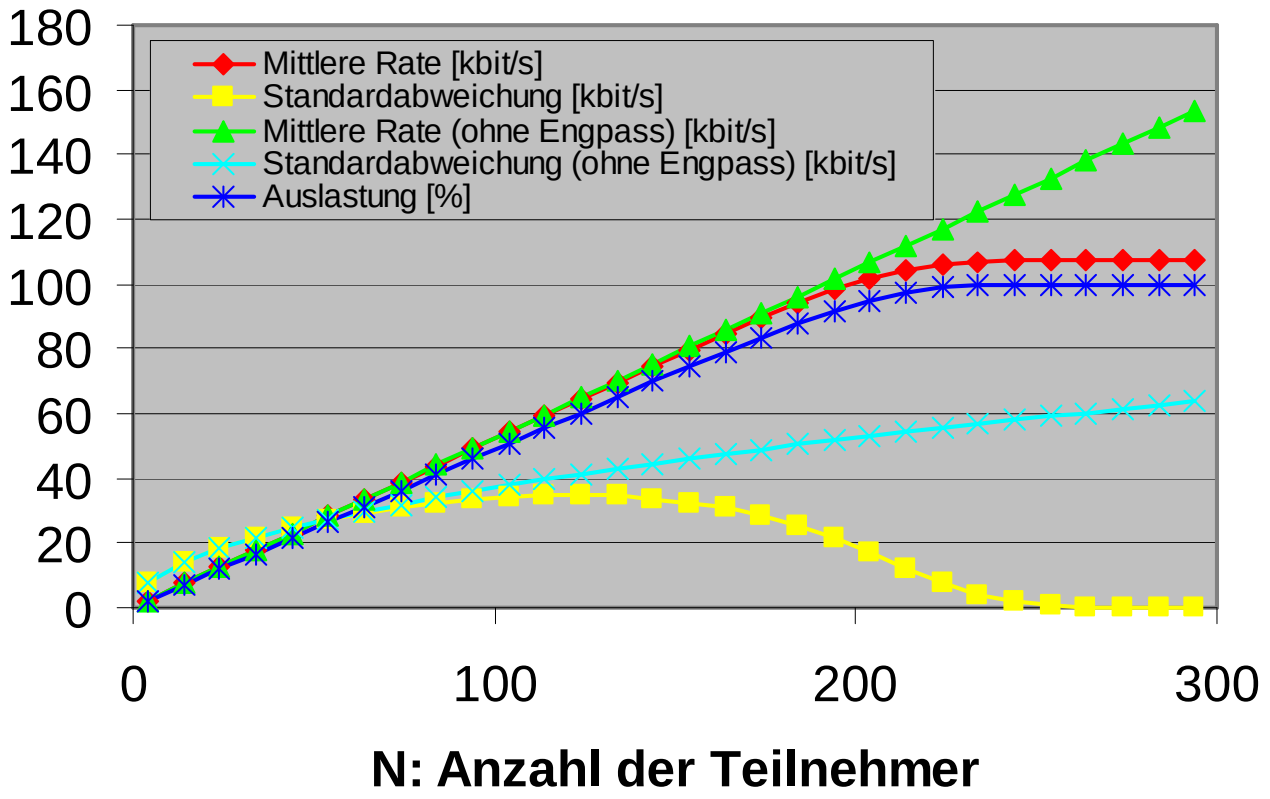
Zustandsmodell für eine Zelle mit *N* Tln. (On/Off-Quellen)

i: Zahl paralleler Übertragungen



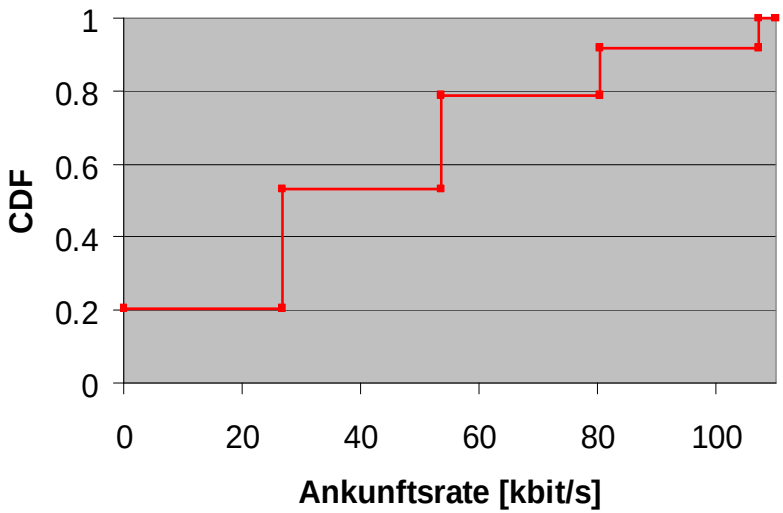
Analyse der Übertragungsrate auf der Luftschnittstelle mit TCP-Verkehr

8 Kanäle (max. 2 je Quelle), R_K = 13.4 kbit/s (CS2), T_{idle} = 300 s, E[fs] = 20 kByte



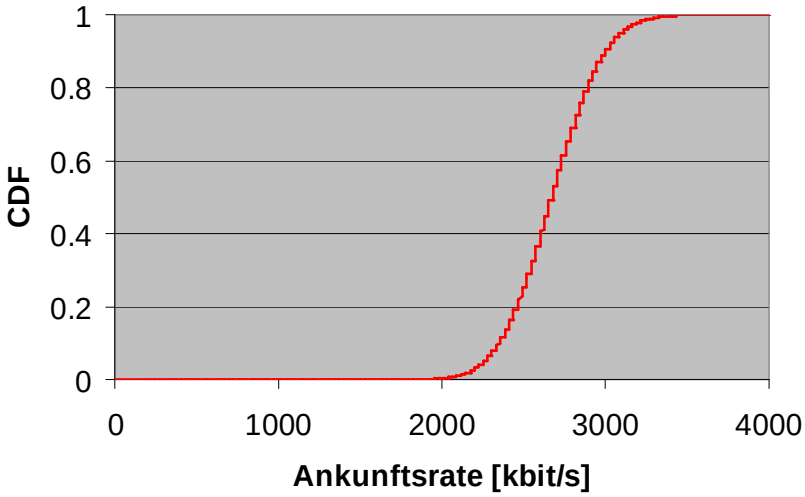
Berechnung der Verteilung der Ankunftsrate im Festnetz

N = 80; T_{idle} = 300 s; CS2; E[fs] = 20 kByte;



z Faltungen

z = 64 Zellen



Verteilung in einer Zelle:
μ_Z = 41.81 kbit/s
σ_Z = 31.80 kbit/s

Verteilung im Festnetz:
μ_F = 2.676 Mbit/s
σ_F = 254.4 kbit/s

Dimensionierungsverfahren für TCP-Verkehr

Faltungsansatz

- Modell ohne Speicher

Engpass-Gauß

- Modell ohne Speicher
- Ankunftsrate ist normalverteilt

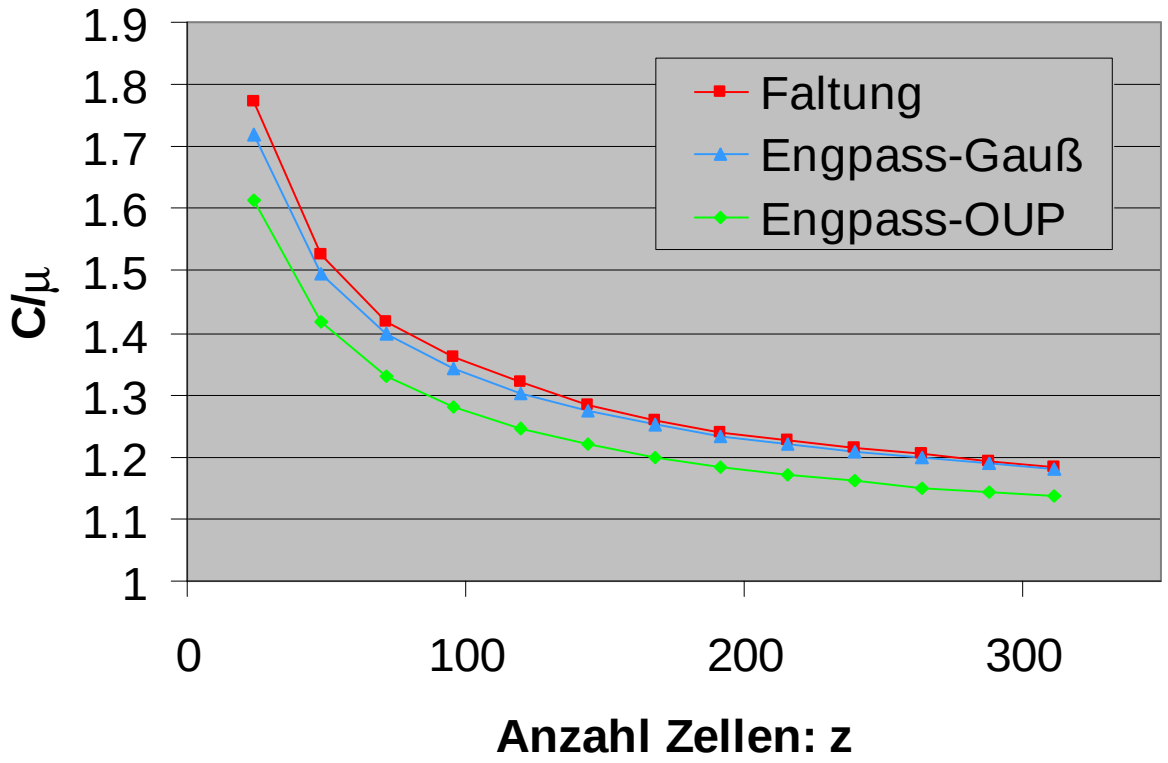
Engpass-Ornstein-Uhlenbeck

- Approximation des Flussmodells
- Modell mit Speicher
- Ankunftsrate ist normalverteilt
- Approximation des Autokorrelationskoeffizienten

Dimensionierung abhängig von z

Überlagerung von z*N On/Off-Quellen (CS2)

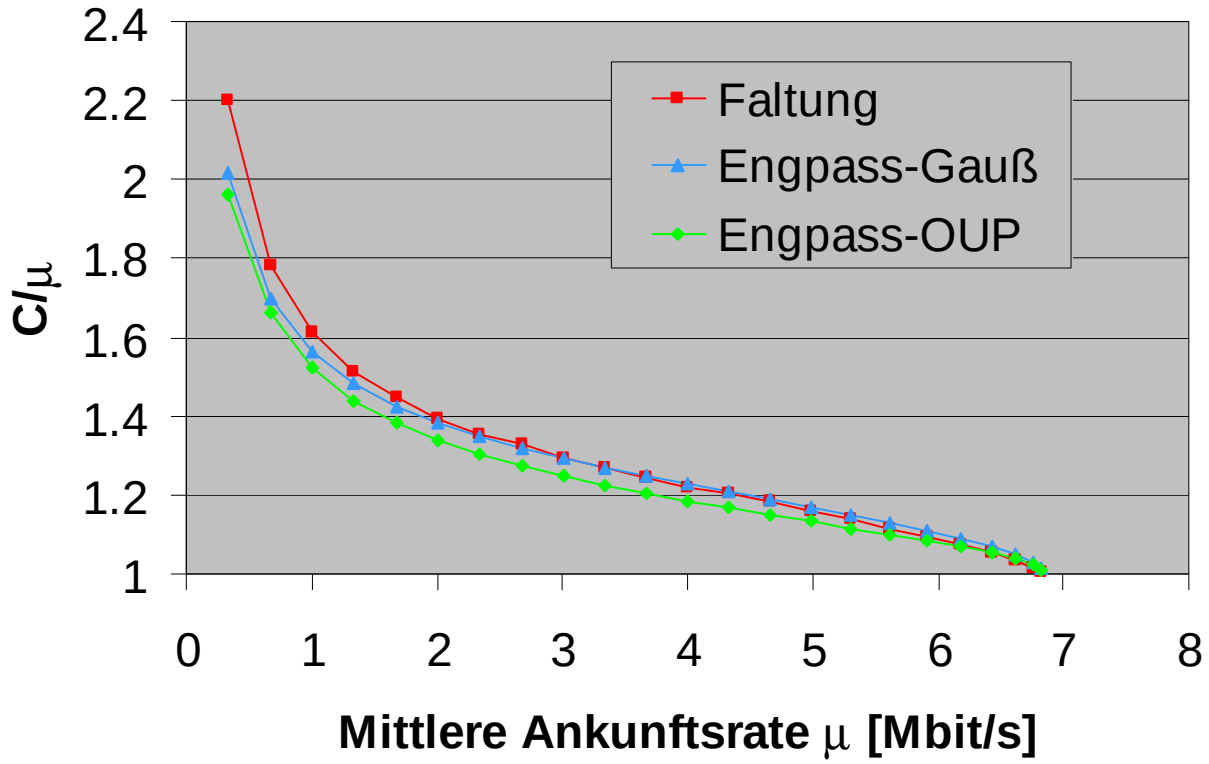
- Verkehrsparameter: $R_{on} = 2R_k = 26.8$ kbit/s, E[fs] = 20 kByte
- QoS-Parameter: $P_{loss} < \varepsilon = 10^{-5}$, $d_{max} = 60$ ms
- **# Zellen variabel: z = 24-312**, Tln.-Verhalten: T_{idle}=300s, # Tln. / Zelle: N = 50



Dimensionierung abhängig von N

Überlagerung von z * N On/Off-Quellen (CS2)

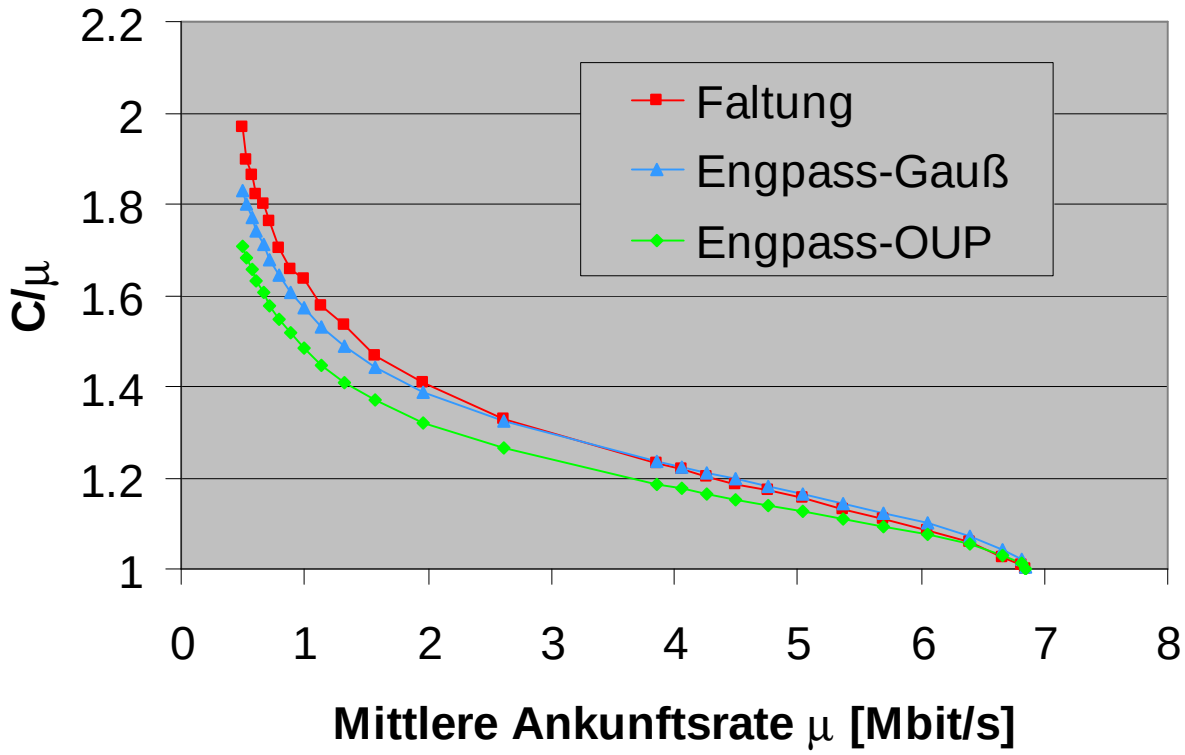
- Verkehrsparameter: $R_{on} = 2R_k = 26.8$ kbit/s, E[fs] = 20 kByte
- QoS-Parameter: $P_{loss} < \varepsilon = 10^{-5}$, $d_{max} = 60$ ms
- **# Tln. / Zelle: N = 15 -240**, Tln.-Verhalten: T_{idle}=300s, Anz. Zellen z = 64 Zellen



Dimensionierung abhängig von T_{idle}

Überlagerung von z * N On/Off-Quellen (CS2)

- Verkehrsparameter: $R_{on} = 2R_k = 26.8$ kbit/s, E[fs] = 20 kByte
- QoS-Parameter: $P_{loss} < \varepsilon = 10^{-5}$, $d_{max} = 60$ ms
- **Tln.-Verhalten: T_{idle}=1600s - 80s**, Tln./Zelle: N = 78, Anz. Zellen: z = 64 Zellen



Ergebniszusammenfassung der Dimensionierung für TCP-Verkehr

- Das Verfahren Engpass-Gauß führt in fast allen Fällen zu sehr genauen Ergebnissen.
- Nur wenn der Verkehr aus weniger als 100 Zellen überlagert wird kommt es zu geringen Abweichungen im Vergleich zur diskreten Faltung.
- Der Vergleich mit dem Ornstein-Uhlenbeck-Verfahren zeigt einen geringen Kapazitätsgewinn durch Berücksichtigung der Wartezeit.
- Der Ansatz ohne Speicher führt zu einer oberen Schranke, das Modell mit Speicher zu einer unteren Schranke für den Bandbreitenbedarf.

Verkehrsmodell für WAP-Verkehr

Eigenschaften:

- Keine Ende-zu-Ende-TCP-Verbindung
- TCP-Verbindung vom Server zum WAP-Gateway
- UDP-Protokoll vom WAP-Gateway zum Endgerät
- WAP-Verkehrsmodell (DA Cardona, Uni. Stuttgart, Siemens)
  main object + 0.3 inline objects
  Größenverteilung aus Messungen: E[MO]=488 Byte; E[IO]=227 Byte;
- Wegen der geringen Objektgröße können die meisten Objekte in einem UDP-Paket übertragen werden. Eine Anforderung besteht daher in den meisten Fällen aus einem Paket (73%) und in wenigen Fällen aus 2 (25%) und mehr Paketen (2%) bzw. Objekten.
- Die einzelnen Objekte werden nacheinander übertragen. Dadurch sind auch mit UDP keine Bursts zu erwarten.

Verkehrsmodell für WAP-Verkehr

- Die Überlagerung vieler WAP-Verkehre führt zu unabhängigen Paketankunftszeiten auf den Backbone-Links (keine On/Off-Phasen).

- Die Bedienzeit kann mit einer H_2-Verteilung modelliert werden: Text-Pakete ($1/\mu_1$=488 Byte) und Bild-Pakete ($1/\mu_2$=227 Byte); p_{text}=0.82;

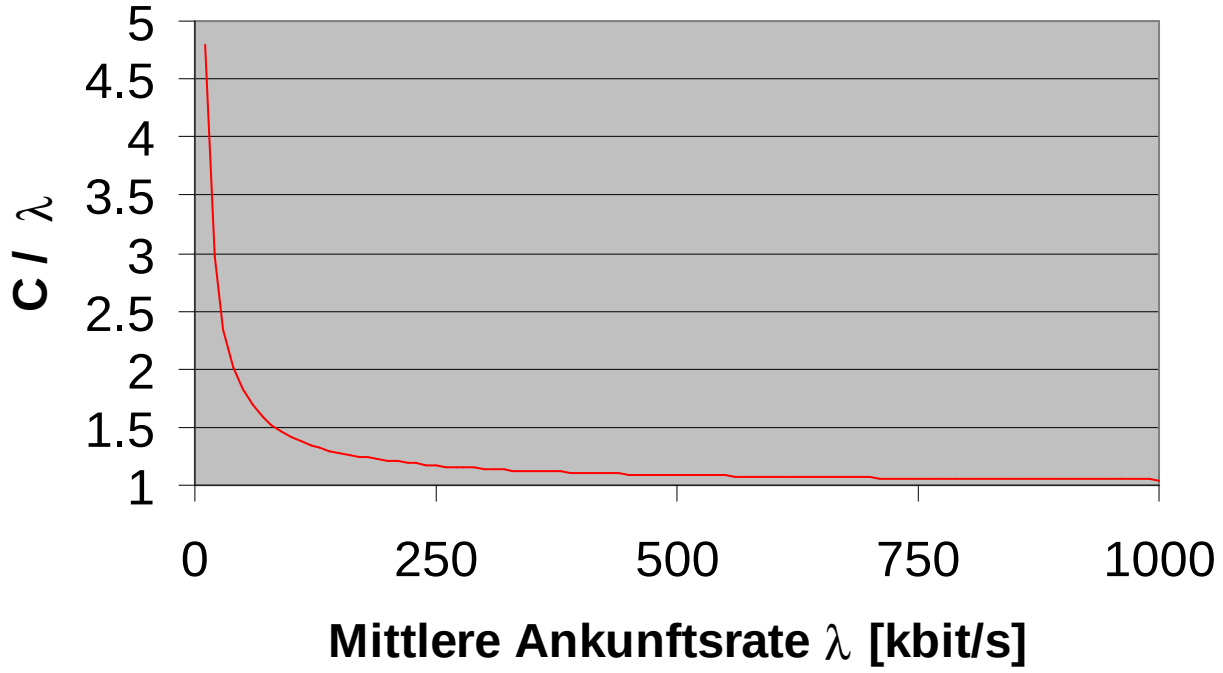
- Dimensionierung für WAP-Verkehr mit dem $M/H_2/1$-Modell: $P(W(C) > d) < \varepsilon$

Dimensionierungsbeispiele für WAP-Verkehr

Verkehrs-Parameter:

λ**=10-1000 kbit/s**; $1/\mu_1$=488 Byte; $1/\mu_2$=227 Byte; p = 0.82;

QoS-Parameter: d = 1 s; $\varepsilon = 10^{-5}$;

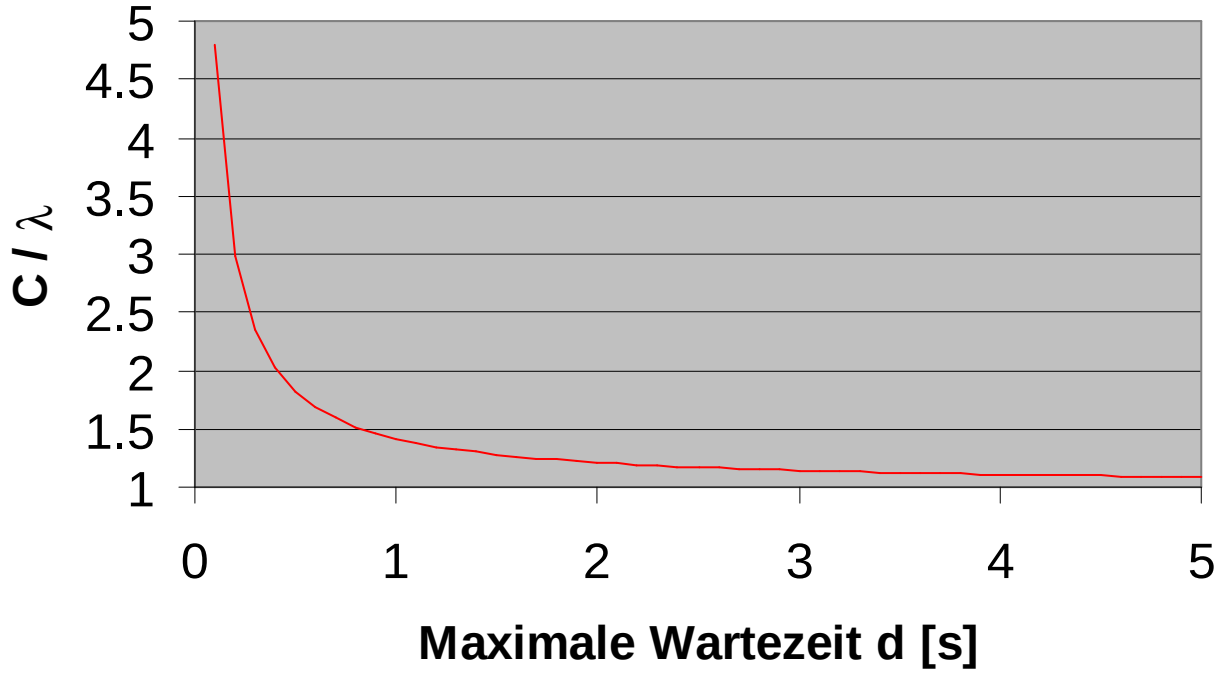


Dimensionierungsbeispiele für WAP-Verkehr

Verkehrs-Parameter:

λ=100 kbit/s; $1/\mu_1$=488 Byte; $1/\mu_2$=227 Byte; p = 0.82;

QoS-Parameter: **d = 0.1-5 s**; $\varepsilon = 10^{-5}$;

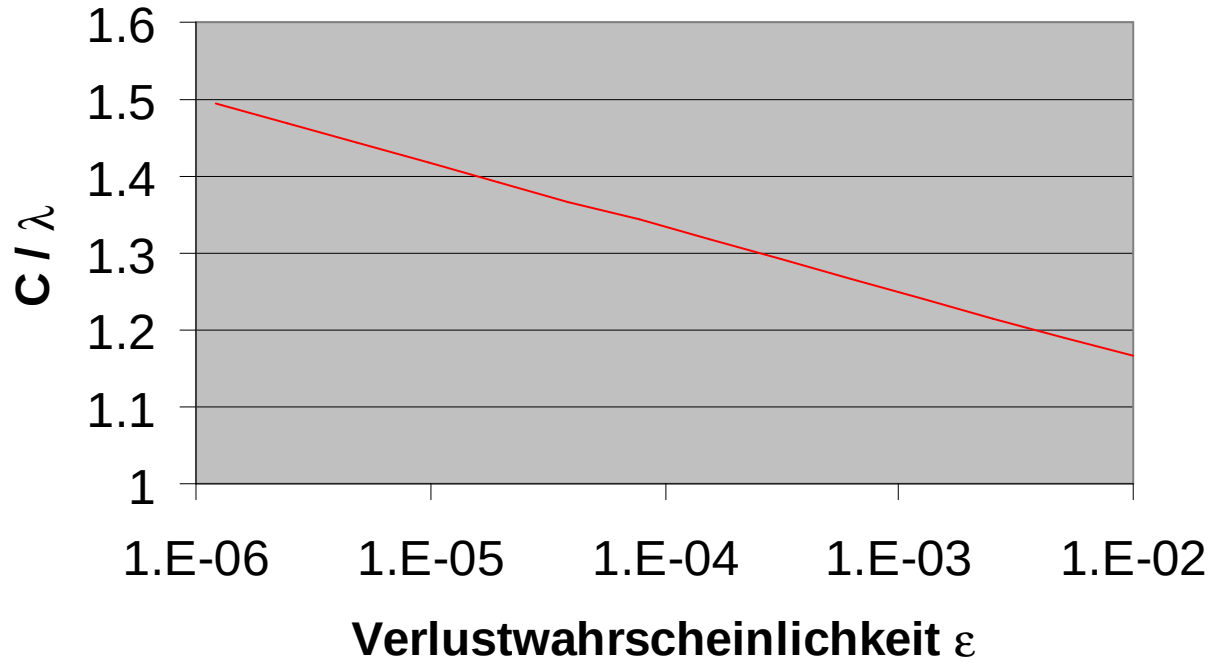


Dimensionierungsbeispiele für WAP-Verkehr

Verkehrs-Parameter:

λ=100 kbit/s; $1/\mu_1$=488 Byte; $1/\mu_2$=227 Byte; p = 0.82;

QoS-Parameter: d = 1 s; ε = **10^{-2} - 10^{-5};**



Zusammenfassung

- **TCP-Verkehr**
  - Übertragungsraten auf den Luftschnittstellen messen und Übertragungsraten im Festnetz berechnen ***oder*** Übertragungsraten im Festnetz messen
  - Dimensionierung mit den On/Off-Modellen

- **WAP-Verkehr**
  - Ankunftsrate im Festnetz messen
  - Paketgrößen messen
  - Dimensionierung mit dem $M/H_2/1$-Modell