

# Theorieübungen zur Vorlesung Rechnernetze

## Paketverlust

Prof. Dr. Dirk Staehle

Die Abgabe erfolgt durch Hochladen der Lösung in Moodle und exemplarisches Vorrechnen in der Laborübung.

### Bearbeitung in Zweier-Teams

Team-Mitglied 1:	Niklas Pelz
Team-Mitglied 2:	Roland Burke
Team-Mitglied 3:	Marin Dötterer

Gegeben sei die in Abbildung 1 dargestellte Übertragungsstrecke von einer Quelle Q zu einem Ziel Z, die über drei Router  $R_1, R_2$  und  $R_3$  verläuft. Die Link-Kapazitäten sowie die Ausbreitungsverzögerungen der vier Links sind in der Abbildung angegeben. Ebenso können Sie der Grafik die Größe der Output-Buffer für alle Links entnehmen. Jedes Paket enthält 250 Bytes.

Hinweis: Geben Sie alle zeitlichen Ergebnisse in Mikrosekunden (abgerundet) an.

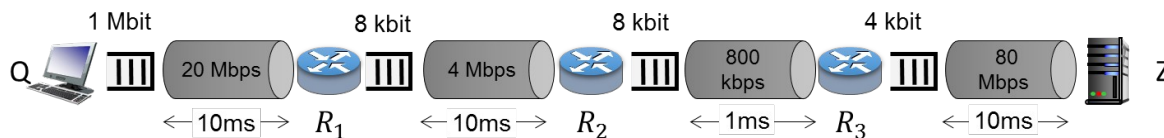


Abbildung 1: Übertragungsstrecke

- 1) Bestimmen Sie die Ende-zu-Ende Übertragungsdauer für ein Paket.
- 2) Wie lange dauert die Übertragung von 35 Paketen von Q nach Z? Gehen Sie hier davon aus, dass die Puffer groß genug sind, so dass kein Paket verloren geht.
- 3) Bestimmen Sie, welche Pakete am Ziel Z ankommen, wenn Q 35 Pakete auf einmal absendet. Berücksichtigen Sie jetzt die angegebenen Puffer-Kapazitäten.

Tipp: Überlegen Sie sich zunächst, ob vor einem Link Pakete verloren gehen. Bestimmen Sie dazu den zeitlichen Abstand, in dem Pakete ankommen, sowie die Übertragungsverzögerung des Links. Bestimmen Sie außerdem die Speicherkapazität des Puffers in Paketen. Pakete können verloren gehen, wenn (a) die Pakete schneller ankommen als sie übertragen werden und (b) die Speicherkapazität kleiner ist, als die Anzahl von Paketen, die in den vorhergehenden Links nicht verworfen wird.

Hinweis: Stellen Sie für alle Links eine Tabelle auf, wenn Sie vermuten, dass dort Pakete verloren gehen können. In der Tabelle simulieren Sie die ankommenden und übertragenen Pakete aus Sicht eines Links. Die Tabelle enthält folgende Spalten: Zeitpunkt, ankommendes Paket, Pufferinhalt, Pufferfüllstand, momentan übertragenes Paket, verbleibende Übertragungsverzögerung für das gerade übertragene Paket

Tipp: Versuchen Sie die Tabelle möglichst schnell aufzustellen, indem Sie (a) sich nur die ankommenden Pakete und den Pufferfüllstand notieren und (b) darauf achten, wann sich die Veränderung des Pufferfüllstandes wiederholt.

Tipp: Das Ergebnis einer Tabelle ist für alle Links gültig, die das gleiche Verhältnis von Paketankunftsrate zu Datenrate des Links haben.

$$250 \text{ Byte} * 8 = 2000 \text{ Bit}$$

$$20 \text{ Mbps} = 20\,000\,000 \text{ bps}$$

$$2000 \text{ Bit} / 20\,000\,000 \text{ bps} = 0,0001 \text{ s}$$

$$0,0001 \text{ s} + 10 \text{ ms} = 0,0101 \text{ s}$$

$$10,1 \text{ ms}$$

$$4 \text{ Mbps} = 4\,000\,000 \text{ bps}$$

$$2000 \text{ Bit} / 4\,000\,000 \text{ bps} = 0,0005 \text{ s}$$

$$0,0005 \text{ s} + 10 \text{ ms} = 0,0105 \text{ s}$$

$$10,5 \text{ ms}$$

$$800 \text{ kbps} = 800\,000 \text{ bps}$$

$$2000 \text{ Bit} / 800\,000 \text{ bps} = 0,0025 \text{ s}$$

$$0,0025 \text{ s} + 1 \text{ ms} = 0,0035 \text{ s}$$

$$3,5 \text{ ms}$$

$$80 \text{ Mbps} = 80\,000\,000 \text{ bps}$$

$$2000 \text{ Bit} / 80\,000\,000 \text{ bps} = 0,000025 \text{ s}$$

$$0,000025 \text{ s} + 10 \text{ ms} = 0,010025 \text{ s}$$

$$10,025 \text{ ms}$$

$$0,0101 \text{ s} + 0,0105 \text{ s} + 0,0035 \text{ s} + 0,010025 \text{ s} = 0,034125 \text{ s}$$

$$34,125 \text{ ms}$$

2)

$$34,125 + 34 * 2,5 \text{ ms} = 119,125 \text{ ms}$$

Pakete im Buffer vor Link 2 4 Pakete passen in den Buffer

Zeit	Ereignisse	Pakete im Buffer (kurz nach Ereignis)	Übertragenes (kurz nach Ankunft)	PaketEnde der Übertragungsverzögerung (Paket vollständig auf dem Link)
0µs	A1		P1	500µs
100µs	A2	P1		-
200µs	A3	P1,P2		-
300µs	A4	P1,P2,P3		-
400µs	A5 (dropped)	P1,P2,P3,P4		-
500µs	D1	P2,P3,P4	P2	1000µs
	A6	P2,P3,P4,P6		-
600µs	A7 (dropped)	P2,P3,P4,P5		-
700µs	A8 (dropped)	P2,P3,P4,P5		
800µs	A9 (dropped)	P2,P3,P4,P5		
900µs	A10 (dropped)	P2,P3,P4,P5		
1000µs	D2	P3,P4,P5	P3	1500µs
	A11	P3,P4,P5,P11		
1100µs	A12 (dropped)	P3,P4,P5,P11		
1200µs	A13 (dropped)	P3,P4,P5,P11		
1300	A14 (dropped)	P3,P4,P5,P11		

1400μs	A15 (dropped)	P3,P4,P5,P11		
1500μs	D3	P4,P5,P11	P4	2000μs
	A16	P4,P5,P11,P16		

Nachdem der Buffer einmal voll läuft wird jedes 5te Paket gedropped.

$1 + 4 + (30/5) = 11$  Pakete die ankommen

1 = das erste Paket was direkt auf den Link übertragen wird.

4 = die vier Pakete die direkt auf den Buffer gelegt werden.

$30/5$  = von den restlichen 30 Paketen werden jeweils nur 5 weitergeschickt.

Der zweite Bottleneck Link erhält Pakete im 500μs Abstand und überträgt mit einer Rate von 2500μs. Das ist das selbe 1/5 Verhältnis wie der zweite Link, deswegen braucht man keine Tabelle mehr.