



**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 und 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.

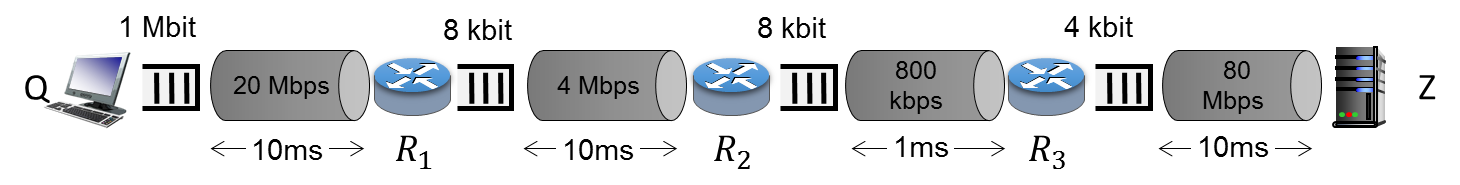


Abbildung 1: Übertragungsstrecke

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.

1)

250 Byte \* 8 = 2000 Bit

20 Mbps = 20 000 000 bps

2000 Bit / 20 000 000 bps = 0,0001 s

0,0001s + 10ms = 0,0101s

10,1ms

4 Mbps = 4 000 000 bps

2000 Bit / 4 000 000 bps = 0,0005s

0,0005s + 10 ms = 0,0105s

10,5ms

800 kbps = 800 000 bps

2000 Bit / 800 000 bps = 0,0025s

0,0025s + 1ms = 0,0035s

3,5ms

80 Mbps = 80 000 000 bps

2000 Bit / 80 000 000 bps = 0,000025s

0,000025s + 10ms = 0,010025s

10,025ms

0,0101s + 0,0105s + 0,0035s + 0,010025s = 0,034125s

34,125ms

2)

34,125 + 34 \* 2,5ms = 119,125ms

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

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Zeit | Ereignisse | Pakete im Buffer (kurz nach Ereignis) | Übertragenes Paket (kurz nach Ankunft) | Ende 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.