



**Theorieübungen   
zur Vorlesung**

**Rechnernetze**

**Ende-zu-Ende-Verzögerung**

**Prof. Dr. Dirk Staehle**

**Daniel Scherz (M.Sc.)**

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

**Bearbeitung in Zweier-Teams**

**Team-Mitglied 1: Julian Mennel**

**Team-Mitglied 2: Maximilian Schmidt**

Betrachten Sie eine Übertragungsstrecke mit 3 Links, die durch folgende Übertragungsraten, Entfernungen und Ausbreitungsgeschwindigkeiten gekennzeichnet sind:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | Übertragungsrate | Physikalische Länge | Physikalische Ausbreitungsgeschwindigkeit |
| Link 1 | 60 Mbps | 15 m | 300 000 km/s |
| Link 2 | 25 Mbps | 250 m | 200 000 km/s |
| Link 3 | 20 Gbps | 10 km | 250 000 km/s |

An allen Routern, die die Links verbinden, steht ausreichend Speicherkapazität zur Verfügung, so dass es nicht zu Paketverlusten kommt.

1. Bestimmen Sie die Ausbreitungsverzögerung und die Übertragungsverzögerung der 3 Links für Pakete der Größe 1500 Byte.   
   Link1 ÜV: 0.0002s = 0.2ms/ 1500Byte   
   Link2 ÜV: 0.00048s = 0.48ms/1500Byte  
   Link3 ÜV: 0.0000006s = 0.0006ms = 0.6 mikrosekunden = 600ns/1500Byte  
   Link1 AV: 5\*10^-8s = 50ns  
   Link2 AV: 1.25miks = 1250ns  
   Link3 AV: 40miks
2. Bestimmen sie die logische Buslänge der drei Links. Die logische Buslänge ist die Anzahl von Paketen (oder der Anteil eines Pakets), der sich gleichzeitig auf dem Bus befindet.  
   Link 1: 60 \* 1000² b/s \* 0.00000005s / 12000 b = 0.00025  
   Link 2: 25 \* 1000² b/s \* 0.00000125s / 12000 b = 0.002604  
   Link 3: 20 \* 1000^3 b/s \* 0.00004s / 12000 b = 66.667
3. Bestimmen Sie die Ende-zu-Ende-Verzögerung für die Übertragung eines Pakets über die 3 Links in der Reihenfolge Link 1-Link 2-Link 3. Hängt die Ende-zu-Ende-Verzögerung von der Reihenfolge der Links ab?   
   Die Reihenfolge ist irrelevant. Te2e ist eine Summe(kommutativ) von Ausbreitungs- und Übertragunsverzögerung.  
   Te2e = 200000ns + 480000ns + 600ns + 50ns + 1250ns + 40000ns = 721900ns = 0.7219ms
4. Betrachten Sie nun einen Packet-Burst aus 20 Paketen, d.h. 20 Pakete werden direkt hintereinander übertragen werden. Was ist die Gesamtübertragungsdauer für diesen Packet-Burst, wenn die Links in der Reihenfolge Link 1-Link 2-Link 3 übertragen werden? Hängt in diesem Fall die Gesamtübertragungsdauer von der Reihenfolge der Links ab?   
   Tgesamt = Te2e + 0.48ms \* 19 = 9.8419ms  
   Die Reihenfolge der Links ist irrelevant, Tgesamt wird vom Bottleneck dominiert.