

# Praktikum Rechnernetze und Verteilte Systeme

## Block 1

— Einführung —

**Termin: 20. – 22.10.2014**

## 1 Organisatorisches

Das Praktikum von „Rechnernetze und verteilte Systeme“ begleitet die Vorlesung vorwiegend mit praktischen Aufgaben, die im Termin zu lösen sind. Das Praktikum ist aufgeteilt in 8 Blöcke mit jeweils 2 Terminen. Der Einführungsblock umfasst nur einen Termin:

Datum	Art	Raum	Vorführung
15.10.	VL	H 0104	–
20.-22.10.	Praktikum Block 1	Terminalraum	–
22.10.	VL	H 0104	–
27.-29.10.	Praktikum Block 2	Terminalraum	–
29.10.	VL	H 0104	–
3.-5.11.	Praktikum Block 2	Terminalraum	Block 2
5.11.	VL	H 0104	–
10.-12.11.	Praktikum Block 3	Terminalraum	–
12.11.	VL	H 0104	–
17-19.11.	Praktikum Block 3	Terminalraum	Block 3
19.11.	VL	H 0104	–
24-26.11	Praktikum Block 4	Terminalraum	–
26.11.	VL	H 0104	–
1.-3.12.	Praktikum Block 4	Terminalraum	Block 4
3.12.	VL	H 0104	–
8.-10.12.	Praktikum Block 5	Terminalraum	–
10.12.	VL	H 0104	–
15.-17.12.	Praktikum Block 5	Terminalraum	Block 5
17.12.	VL	H 0104	–
5.-7.1.	Praktikum Block 6	Terminalraum	–
7.1.	VL	H 0104	–
12.-14.1.	Praktikum Block 6	Terminalraum	Block 6
14.1.	VL	H 0104	–
19.-21.1.	Praktikum Block 7	Terminalraum	–
21.1.	VL	H 0104	–
26.-28.1.	Praktikum Block 7	Terminalraum	Block 7
28.1.	VL	H 0104	–
2.-4.2.	Praktikum Block 8	Terminalraum	–
4.2.	VL	H 0104	–
9.-11.2.	Praktikum Block 8	Terminalraum	Block 8
11.2.	VL	H 0104	–

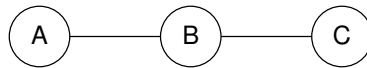
## 2 Präsenzaufgaben

Die folgenden Aufgaben werden im Termin unter Anleitung des Tutors in 3er-Gruppen durchgeführt.

### Aufgabe 1:

**Tafelaufgabe** - Wird im Termin vorgerechnet.

Eine Nachricht mit einer Nutzdatenlänge von  $p = 10000$  Bits soll von A über B nach C verschickt werden (siehe Grafik). Jede der beiden Verbindungen hat eine Datenrate von  $r = 100$  kbps (1 kbps=1000 bits per second) und eine Verzögerung von  $d = 10$  ms. Es treten keine weiteren Verzögerungen auf. Zum Versenden muss jedes Paket mit einem Header von  $h = 100$  Bits versehen werden.



- Wie lange benötigt die Nachricht vom Beginn des Versendens bei A bis sie komplett bei C angekommen ist, wenn sie in einem Paket geschickt wird?
- Wie lange benötigt die Nachricht vom Beginn des Versendens bei A bis sie komplett bei C angekommen ist, wenn sie in 5 Paketen geschickt wird? Bitte beachten Sie das Store-and-Forward Prinzip der Paketvermittlung.
- Stellen Sie bitte die **symbolische** Formel für die Gesamtverzögerung  $T(n)$  in Abhängigkeit von der Anzahl der Pakete  $n$  und mit den Parametern  $p$ ,  $h$ ,  $r$  und  $d$  auf (keine Zahlenwerte!)
- Begründen Sie bitte **kurz** warum es **nicht** sinnvoll ist, die Nachricht in sehr viele Pakete aufzuteilen!
- In wieviele Pakete sollte man die Nachricht im Allgemeinen (symbolisch rechnen) aufteilen, damit die Gesamtverzögerung minimal wird? Welche Paketanzahl ergibt sich daraus für die oben angegebene Nutzdaten- und Header-Länge?

### Aufgabe 2:

Der Rechner `ext-ns1.columbia.edu` (128.59.1.1) ist ein Server der Columbia University in New York, USA. New York ist von Berlin etwa 6400 km (Luftlinie) entfernt.

- Wie lange sind Signale von Berlin nach New York mindestens unterwegs? Nehmen Sie für die Abschätzung an, dass sich die Signale durchschnittlich mit 200 000 km/s bewegen.
- Benutzen Sie das `ping` Kommandozeilen-Programm und messen Sie die Roundtrip-Time zwischen Ihrem Rechner und dem oben genannten Server der Columbia University. Die Roundtrip-Time, die das Programm ausgibt, bezeichnet hierbei die Zeit vom Verschicken eines Request-Pakets bis zur Rückkehr des zugehörigen Reply-Pakets (also Hin- und Rückweg). Verwenden Sie das Kommando `ping --help` um sich mit den Funktionen des Programms vertraut zu machen und senden Sie insgesamt 10 Requests mit Abstand von 2 Sekunden zwischen den Requests.
- Wie erklären Sie sich den Unterschied zwischen ihrer abgeschätzten Signallaufzeit und der tatsächlich gemessenen Verzögerung?

### Aufgabe 3:

Der Server `iperf.scottlinux.com` bietet einen kostenlosen Server zur Durchsatzmessung an.

- Benutzen Sie das `ping` Kommandozeilen-Programm und messen Sie die Roundtrip-Time zwischen Ihrem Rechner und dem oben genannten Server.
- Laden Sie sich die auf ISIS bereitgestellte `iperf` Binary herunter. Zum starten muss möglicherweise die Datei noch ausführbar gemacht werden (`chmod +x iperf`). Verwenden Sie das Kommando `./iperf -c iperf.scottlinux.com` um mit dem `iperf` Programm den Durchsatz von ihrem Rechner zu dem oben genannten Server über Streaming-Sockets zu messen.
- Berechnen Sie, wie viele Daten bei einer Streaming-Socket-Verbindung zwischen ihrem Rechner und dem oben genannten Server durchschnittlich zu jeder Zeit unterwegs sind.
- Wo sind diese Daten „gespeichert“?

## 3 Vertiefungsaufgaben

Die folgenden Aufgaben sind zur selbstständigen Vertiefung des vermittelten Stoffs gedacht. Die Lösung der Aufgaben ist freiwillig, der Stoff aber Prüfungs-relevant.

### Aufgabe 4:

Eine wesentliche Eigenschaft von Kommunikationsnetzen ist, dass Daten verzögert übertragen werden. Die Verzögerung eines Datenpakets setzt sich aus verschiedenen Teilen zusammen. Erläutern Sie bitte kurz die folgenden Begriffe:

- Propagation Delay (Ausbreitungsverzögerung)
- Transmission Delay (Übertragungsverzögerung)
- Processing Delay (Verarbeitungsverzögerung)
- Queueing Delay (Warteschlangenverzögerung)

### Aufgabe 5:

Nehmen Sie an, zwei Hosts, A und B, sind 20000 km voneinander entfernt und werden durch eine direkte Verbindung mit  $r = 2\text{Mbit/s}$  verbunden. Angenommen, die Ausbreitungsgeschwindigkeit über den Link sei 200000 km/s.

- Berechnen Sie das Bandbreiten-Delay-Produkt,  $r * d$ .
- Betrachten Sie die Übertragung einer Datei von 800000 Bits von Host A zu Host B. Angenommen, die Datei wird kontinuierlich als eine große Nachricht gesendet. Was ist die maximale Anzahl von Bits, die zu einem bestimmten Zeitpunkt jeweils unterwegs sind?
- Geben Sie eine Interpretation des Bandbreiten-Delay-Produkts.
- Leiten Sie einen allgemeinen Ausdruck für die Breite eines Bits in Bezug auf die Ausbreitungsgeschwindigkeit, die Übertragungsrate  $r$  und die Länge der Verbindung  $m$  her.

**Aufgabe 6:**

Zwei Rechner seien durch eine Leitung von 200 km Länge miteinander verbunden. Vom Sender sollen Pakete mit einer Größe von 10 000 Bits bei einer Übertragungsrate von 100 Mbps (1 Mbps =  $10^6$  bits per second) übertragen werden. Processing und Queueing Delay seien vernachlässigbar klein. Zum Zeitpunkt  $t_0 = 0 \mu\text{s}$  wird damit begonnen, ein einzelnes Paket zu senden. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Signale beträgt  $v = 200\,000 \text{ km/s}$ .

- Wann beendet der Sender die Übertragung dieses Pakets ( $t_1$ )?
- Wann kommt das erste Bit am Empfänger an ( $t_3$ ), wann das letzte ( $t_4$ )?
- Zeichnen Sie in folgendes Diagramm die Position des Paketes zu den von Ihnen berechneten Zeitpunkten sowie zum Zeitpunkt  $t_2 = 500 \mu\text{s}$  ein, indem Sie den Bereich vom ersten bis zum letzten Bit des Pakets schraffieren.



- Wieviele vollständige Pakete können sich gleichzeitig auf dem Übertragungskanal befinden?
- Wann käme das letzte Bit am Empfänger an, wenn die Übertragungsrate 10 Mbps beträgt? Was ergibt sich für eine Leitungslänge von 20 000 km und Übertragungsraten von 10 Mbps und 100 Mbps?