

Rechnernetze: Übungen zur Bitübertragungsschicht

2.1	Übungsaufgabe: Übertragungszeit	2
2.2	Übungsaufgabe: Nachrichten- & Paketvermittlung & Paketgröße	2
2.3	Übungsaufgabe: Messung der Datenübertragungsrate	3
2.4	Übungsaufgabe: Internet über Kabel, DSL, Mobilfunk.....	3
2.5	Übungsaufgabe: Entfernung und Übertragungszeit im Internet	3
2.6	Übungsaufgabe: Latenz und Bandbreite	3
2.7	Übungsaufgabe: Frequenzen, Wellenlänge und Bandbreite	4
2.8	Übungsaufgabe: Nyquist und Shannon.....	4
2.9	Übungsaufgabe: Kommunikation mit Lasern	4
2.10	Übungsaufgabe: Kupferkabel.....	4
2.11	Übungsaufgabe: Telefon & Multiplexen	5
2.12	Übungsaufgabe: Kabelfernsehen.....	5
2.13	Übungsaufgabe: Leitungskodierung	5

2.1 Übungsaufgabe: Übertragungszeit

Die benötigte Übertragungszeit eines Datenblocks von einem Punkt A zu einem Punkt B ist die Zeit zwischen dem Senden des ersten Bits und dem Empfangen des letzten Bits. Zur Berechnung der Übertragungszeit t benötigt man folgende Größen: die Entfernung d (in m) zwischen den Punkten A und B, die Ausbreitungsgeschwindigkeit c (in m/s) des Datensignals, die Datenübertragungsrate b (in Bit/s) sowie die Anzahl g der zu übertragenden Bits (in Bits).

- Berechnen Sie die Übertragungszeit eines Datenblocks der Länge 1500 Bytes zwischen zwei Punkten, die über eine Entfernung von 1 km durch ein Ethernet miteinander verbunden sind. Gehen Sie beim Ethernet von einer Datenübertragungsrate von 10 Mbit/s sowie davon aus, dass die Ausbreitungsgeschwindigkeit im Kabel $3 \cdot 10^8$ m/s beträgt.
- Sie fahren in einem ICE eine Strecke von 600 km mit einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 180 km/h. Sie haben 20 CDs bei sich. Welcher Datenübertragungsrate entspricht dies ungefähr, falls dieselbe Menge von Daten in derselben Zeit über einen elektrischen Leiter übertragen würde?
- Sie haben Ihren Bernhardiner Bernie darauf abgerichtet, statt einer Flasche Schnaps eine Schachtel mit drei 8mm-Bändern zu tragen. Jede Band fasst 7 GB (Gigabyte). Bernie bewegt sich mit durchschnittlich 18 km/h. Bei welcher Entfernung erreicht Bernie ungefähr die gleiche Datenübertragungsrate wie eine DSL-Leitung mit 16 Mbit/s?

2.2 Übungsaufgabe: Nachrichten- & Paketvermittlung & Paketgröße

Ein 10.000 Byte großer Datenblock wird von einem Sender zu einem Empfänger über zwei dazwischengeschaltete Router nach dem Store-and-Forward-Prinzip übertragen, d.h. der Datenblock wird komplett empfangen, bevor er weitergeleitet wird.

Sender ===== Router 1 ===== Router 2 ===== Empfänger

Alle Übertragungsstrecken bestehen aus Leitungen mit einer Übertragungskapazität von je 100 Mbit/s. Ferner seien je zwei benachbarte Rechner 2 km voneinander entfernt.

- Wie lange dauert die Übertragungszeit von Sender zu Empfänger? Die Verarbeitungs- und Wartezeit im Router kann dabei vernachlässigt werden.
- Nehmen Sie nun, dass die 10.000 Bytes nicht als ein Block, sondern in 2 Blöcken zu je 5.000 Bytes gesendet werden. Wie groß ist nun die Übertragungszeit? Berechnen Sie die Übertragungszeit auch für 10 Blöcke à 1.000 Bytes und 10.000 Blöcke à einem Byte
- Erklären Sie, warum die Übertragungszeit für Teilaufgabe b) kürzer ist. Nutzen Sie eine geeignete Grafik zur Illustration!
- Die bisherigen Teilaufgaben lassen vermuten, dass die Übertragungszeit umso kürzer ist, je kleiner die Pakete sind. Warum ist dies in der Realität nicht so?

2.3 Übungsaufgabe: Messung der Datenübertragungsrate

Wählen Sie ein geeignetes Netzwerk-Setup und messen Sie die Datenübertragungsrate

- a) mittels eines Online-Tools, wie z.B.
<http://hkm-software.de/html/bandbreitenmessung.html>
- b) mittels der Anwendung *iperf*, <http://sourceforge.net/projects/iperf/>

Vergleichen Sie die Ergebnisse und begründen Sie die Unterschiede.

2.4 Übungsaufgabe: Internet über Kabel, DSL, Mobilfunk

Erstellen Sie drei Dateien in den Größen 1 MB, 10 MB und 100 MB. Messen Sie die Übertragungszeit und damit die Datenübertragungsrate zu unterschiedlichen Uhrzeiten bei einer Internetverbindung über

- Kabel
- DSL
- Mobilfunk

Nutzen Sie geeignete Tools zur möglichst exakten Messung.

2.5 Übungsaufgabe: Entfernung und Übertragungszeit im Internet

- a) Suchen Sie sich auf jeden Kontinent der Welt eine Universität aus und identifizieren Sie dort einen geeigneten Server (z.B. den WWW-Server), der auf Pings antwortet. Erstellen Sie eine Tabelle mit folgenden Spalten:
 - Name der Universität / Name des Servers
 - Entfernung in km nach Trier
 - Durchschnittliche Response-Time eines Pings
 - Anzahl der Hops beim *traceroute*-Befehl
 - Antwortzeit, falls mit Lichtgeschwindigkeit kommuniziert werden würde.
- b) Interpretieren Sie die Ergebnisse.
- c) Warum wurden in der Aufgabe Universitäten gewählt?

2.6 Übungsaufgabe: Latenz und Bandbreite

Die Leistung eines Client/Server-Systems wird von zwei Netzfaktoren beeinflusst: der Bandbreite des Netzes (wie viele Bit/s übertragen werden können) und der Latenz (wie viele Sekunden es dauert, bis das erste Bit vom Client zum Server gelangt).

- a) Nennen Sie ein Beispiel für ein Netz, das eine hohe Bandbreite und eine hohe Latenz aufweist.
- b) Nennen Sie ein Beispiel für ein Netz, das eine niedrige Bandbreite und eine geringe Latenz hat.
- c) Welcher weitere Parameter ist neben Latenz und Bandbreite notwendig, um eine gute Charakterisierung der Dienstgüte eines Netzes für die Übertragung von digitaler Sprache zu geben?

2.7 Übungsaufgabe: Frequenzen, Wellenlänge und Bandbreite

- Wie beurteilen Sie folgende Behauptung: Die gesamte Kommunikation aller jemals gestarteter Kommunikations-Satelliten könnte über eine einzige Glasfaser übertragen werden. Begründen Sie Ihre Antwort durch eine passende Berechnung.
- In welchem Frequenzbereich des elektromagnetischen Spektrums liegen 3km lange Wellen? Wie lang sind Bluetooth-Wellen? Wie lang sind WLAN, genauer IEEE 802.11a)- Wellen?
- Eine Bildfolge eines Computerbildschirms soll über einen Lichtwellenleiter übertragen werden. Der Bildschirm hat eine Auflösung von $480 * 640$ Pixel, jeder Pixel hat 24 Bit. Es sollen 60 Bilder pro Sekunde übertragen werden. Wie viel Bandbreite ist erforderlich?
- Welches Wellenlängenintervall wird zur Übertragung benötigt, wenn Sie als Trägerwellenlänge $1,30 \mu\text{m}$ verwenden?

2.8 Übungsaufgabe: Nyquist und Shannon

- Wie viele Bit/s kann man maximal über einen ungestörten Übertragungskanal mit einer Bandbreite von 1.000 Hz und 6 Signalstufen übertragen?
- Wie viele Signalstufen benötigt man bei einem ungestörtem Kanal und 1.000 Hz für eine Datenrate von 10.000 Bit/s?
- Ein Übertragungskanal mit Bandbreite 1.000 Hz habe jetzt einen Signal-Rausch-Abstand von 25 dB. Wie hoch ist die maximale Datenrate?
- Welches Signal-Rausch-Verhältnis muss ein gestörter Übertragungskanal einhalten, damit bei einer Bandbreite von 1.000 Hz eine Datenrate von 5.000 Bit/s erreicht werden kann?

2.9 Übungsaufgabe: Kommunikation mit Lasern

Ein Laserstrahl mit 1 mm Durchmesser wird auf einen 1 mm großen Detektor gerichtet, der sich 100 m entfernt auf dem Dach eines Gebäudes befindet. Ab welcher Winkelabweichung (in Grad) verfehlt der Laserstrahl den Detektor zum ersten Mal vollständig?

2.10 Übungsaufgabe: Kupferkabel

- Nehmen Sie an, dass jeder Haushalt in Trier mit einem Kupferkabel an das Telefonnetz angeschlossen ist. Wie viele Tonnen Kupfer ergibt das insgesamt? (Erwartet wird nur eine grobe Abschätzung. Machen Sie geeignete Annahmen.)
- Wenn diese Kupferkabel alle im Besitz eines Unternehmens wären, welchen Wert hätte dieses Unternehmen allein aufgrund seines Kupferbesitzes? (Erwartet wird nur eine grobe Abschätzung. Machen Sie geeignete Annahmen.)
- Wie hat sich der Kupferpreis in den letzten 10 Jahren entwickelt? Was bedeutet das für die bereits vergrabenen Kupferkabel?

2.11 Übungsaufgabe: Telefon & Multiplexen

Ein einfaches Telefonsystem besteht aus zwei Teilnehmervermittlungsstellen und einer einzelnen Fernvermittlungsstelle, die mit jeder Teilnehmervermittlungsstelle über einen 1 MHz-Vollduplex-Anschluss verbunden ist. Im Durchschnitt werden auf jedem Telefon an einem achtstündigen Arbeitstag vier Anrufe getätigt. Die mittlere Dauer eines Telefonats beträgt sechs Minuten. Zehn Prozent aller Telefonate sind Ferngespräche und durchlaufen damit die Fernvermittlungsleitung.

Gehen Sie von 4kHz Bandbreite je Telefonleitung aus.

- Wie viele Telefone kann eine Teilnehmervermittlungsstelle maximal unterstützen?
- Nehmen Sie an, dass auf der Fernleitung per FDM gemultiplext wird. Es werden 400 Hz breite Schutzfrequenzbänder zur Trennung der einzelnen Kanäle verwendet. Wie viele Telefongespräche gleichzeitig können dann über die Fernleitung übertragen werden?

2.12 Übungsaufgabe: Kabelfernsehen

- Eine Kabelgesellschaft entscheidet sich, in einem Wohngebiet mit 5.000 Häusern den Internetzugang über Kabel bereitzustellen. Das Unternehmen verwendet ein Koaxialkabel und eine Frequenzbereichszuweisung, mit der 100 Mbit/s downstream möglich ist. Jedem Teilnehmer sollen 2 Mbit/s für den Empfang garantiert werden. Was muss das Unternehmen dazu tun?
- Ein Kabelfernsehsystem hat 100 kommerzielle Kanäle, die alle abwechselnd Programme und Werbung ausstrahlen. Handelt es sich um FDM oder TDM? Begründen Sie Ihre Antwort.

2.13 Übungsaufgabe: Leitungskodierung

- Geben Sie die NRZ-, NRZI, Manchester-, 4B/5B- und 2B1Q-Kodierung für die Zeichenkette „HST“ im ASCII-Bitmuster an. Verwenden Sie acht Bit pro Buchstaben.
- Wie ist der Zusammenhang zwischen Bit- und Baudrate der einzelnen Kodierungen?