

**Übungen zur Vorlesung Rechnernetze I, WS 2006/2007**  
**Übungsblatt 5**

Abgabe in der Übung am 23./24. November 2006.

**Aufgabe 5.1 Lichtwellenleiter (6 Punkte)**

- Es gibt drei Arten von Glasfasern: Monomodefasern mit Stufenprofil, Multimodefasern mit Stufenprofil und Multimodefasern mit Gradientenprofil. Erklären Sie kurz für diese drei Arten, wie sich das Licht in den Fasern ausbreitet. Erstellen Sie zusätzlich jeweils eine Skizze.
- Geben Sie für die folgenden Anwendungsbeispiele jeweils an, welche Glasfaserart eingesetzt werden sollte:
  - Übertragungsstrecke bis zu 1 km ohne Repeater.
  - Übertragungsstrecke bis zu 10 km ohne Repeater.
  - Übertragungsstrecke bis zu 50 km ohne Repeater.
- Bei der Übertragung von Lichtsignalen durch Lichtwellenleiter tritt Modendispersion auf. Erklären Sie kurz, was Modendispersion bedeutet. Warum tritt bei Monomodefasern keine Modendispersion auf?

**Aufgabe 5.2 Signalübertragung in Rechnernetze (6 Punkte)**

Wenn sich Elektronen bewegen, erzeugen sie elektromagnetische Wellen, die sich im freien Raum verbreiten können. Die Zahl der Schwingungen pro Sekunde einer elektromagnetischen Welle nennt man *Frequenz (f)*, sie wird in *Hertz(Hz)* gemessen. Die Entfernung zwischen zwei aufeinander folgenden Maxima heißt *Wellenlänge*, sie wird mit  $\lambda$  bezeichnet und z.B. in Mikron ( $1\mu m = 10^{-6}m$ ) gemessen.

Im Vakuum bewegen sich alle elektromagnetischen Wellen in der gleichen Geschwindigkeit (Lichtgeschwindigkeit  $c$ , die ungefähr  $3 \times 10^8 m/s$  beträgt). Bei Kupferdraht oder Glasfaser verlangsamt sich die Geschwindigkeit auf etwa 2/3 dieses Wertes und ist in geringem Umfang von der Frequenz abhängig.

Die grundlegende Beziehung zwischen  $f$ ,  $\lambda$  und  $c$  ist

$$\lambda f = c \tag{1}$$

Da  $c$  konstant ist, können wir  $\lambda$  ermitteln, wenn wir  $f$  kennen. Wellen von 1 MHz sind z.B. etwa 300 Meter lang, und die von 1 cm Länge haben eine Frequenz von 30 GHz.

Nach Ableiten der obigen Gleichung und Betragsbildung erhält man:

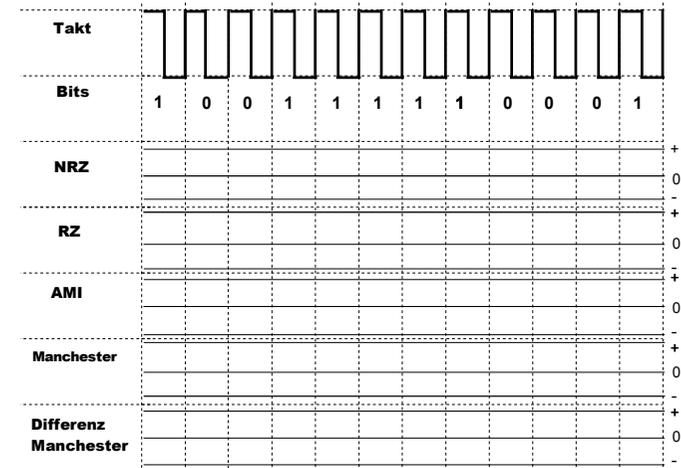
$$\Delta f = \frac{c\Delta\lambda}{\lambda^2} \tag{2}$$

Mit der gegebenen Breite des Wellenlängenbandes  $\Delta\lambda$  können wir das entsprechende Frequenzband  $\Delta f$  und daraus die vom Band unterstützte Datenrate berechnen.

- Bei Datenkommunikation gibt es zwei verschiedene Begriffe für Bandbreite. Erklären Sie den Unterschied zwischen diesen beiden Begriffen.
- Welche Frequenzbandbreite ist in einem Wellenlängenband von  $0,1\mu m$  bei einer Wellenlänge von  $1\mu m$ ?
- In der Vorlesung wurde das Gesetz von Shannon eingeführt. Wie hoch ist die maximal erreichbare Datenübertragungsrate, wenn ein binäres Signal über einen 10-kHz-Kanal mit Signal-Rausch-Verhältnis von 20dB gesendet wird?

**Aufgabe 5.3 Codierungsverfahren (8 Punkte)**

- Geben Sie die NRZ-, RZ-, AMI, Manchester- und Differenz-Manchester-Kodierung für das in der Abbildung dargestellte Bitmuster an.



- Erklären Sie den Unterschied zwischen Bitrate und Baudrate am Beispiel der Manchester-Kodierung.

**Aufgabe 5.4 Digitalisierung und Modulationen - Übung**

- Die Digitalisierung analoger Signale umfasst Diskretisierung, Quantisierung und Kodierung. Wiederholen Sie die Bedeutung dieser Begriffe am Beispiel der Digitalisierung der Sprache bei ISDN. Warum wird nicht linear quantisiert sondern mit  $\mu$ -Law/a-Law?
- Welche Modulationsarten kennen Sie? Wo finden diese jeweils Verwendung? Wiederholen Sie die Darstellung der Bitkette 01001001 bei Frequenzumtastung (quasi FM für digitale Quellsignale), Amplitudenumtastung und Phasenumtastung.
- Informieren Sie sich über die Längenbeschränkungen und Bandbreiten folgender Ethernet-Standards: 10BASE-2, 10BASE-5, 10BASE-T, 100BASE-TX, 1000BASE-T, 100BASE-FX, 1000BASE-LX. Vergleichen Sie diese mit Längenbeschränkungen und Bandbreiten von USB 1.1 und 2.0, Firewire 400 und 800, DVI (Digital Visual Interface) und HDMI (High Definition Multimedia Interface).