

Datenübertragung und deren Kenngrößen

Kenngrößen in der Datenübertragungstechnik		
Bezeichnung	Einheit	Formel, Wert, Bemerkung
Datenmenge D	Bit, Byte	Dateigröße
Zeit t	s, Sekunde	t
Datenübertragungsrate im Netzwerk C	<i>Bit/s, bps</i> oder <i>Byte/s, B/s</i>	$C = \text{Datenmenge pro Zeit} = \frac{D}{t}$
Geschwindigkeit v	<i>km/h</i>	$v = \text{Strecke pro Zeit} = \frac{S}{t}$
Signalgeschwindigkeit c	<i>m/s, km/s</i>	$c = \text{Strecke pro Zeit} = \frac{S}{t}$
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum c_0	<i>m/s, km/s</i>	$c_0 = 2,99792458 * 10^8 \text{ m/s} \approx 3 * 10^8$
Verkürzungsfaktor NVP (Nominal Velocity of Propagation)	-	$NVP = \frac{c}{c_0}$ (Kupferleitungen: $NVP = 0,6 \dots 0,85$)
Signalgeschwindigkeit bei Kupferleitungen	$c = c_0 * NVP$	Typischer Wert: 2/3 der Lichtgeschwindigkeit, ca. $2 * 10^8 \text{ m/s}$
Brechungsindex bei Glasfasern	$n = \frac{c_0}{c}$	Typischer Brechungsindex des Faserkerns: $n = 1,4 \dots 1,5$
Signalgeschwindigkeit bei Lichtwellenleitern	$c = \frac{c_0}{n}$	Typischer Wert: 2/3 der Lichtgeschwindigkeit, ca. $2 * 10^8 \text{ m/s}$
Bandbreite B	Hertz, Hz	Differenz zwischen oberer und unterer Grenzfrequenz („Breite“ des Frequenzbereiches); wie die Breite einer Autobahn – je breiter die Autobahn, desto mehr Autos (Daten) können gleichzeitig fahren

Ein Bit ist die kleinste Informationseinheit der IT. Es kann die Werte 0 oder 1 enthalten. Das Formelzeichen ist Bit, bit oder b (z. B.: bit/s oder b/s oder bps jeweils für Bit pro Sekunde oder kb für kilobit). Ein Byte besteht aus 8 Bit (z. B.: 0101 1010). Das Formelzeichen ist Byte oder B (z. B.: MB/s für Mega Byte pro Sekunde).

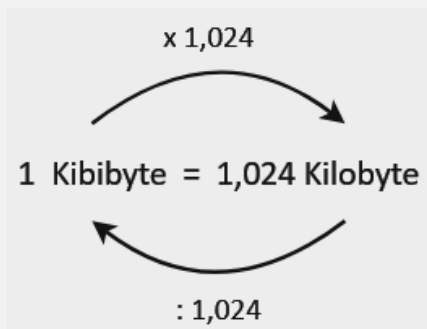
Typische Maßeinheiten für Datenmengen

Wegen der besonderen Bedeutung von 2er-Potenzen in der Informatik wurde ein Kilobyte oft als $1024 = 2^{10}$ Byte interpretiert. Das Präfix Kilo- hat jedoch die im internationalen Einheitensystem festgelegte Bedeutung 1000. Daher wurden von der internationalen elektrotechnischen Kommission neue Präfixe auf Grundlage des Binärsystems festgelegt. Das Präfix für 2^{10} lautet dabei *Kibi*, abgeleitet von Kilo- und der ersten Silbe von binär (abgekürzte Schreibweise: KiB = Kibibyte; Kib = Kibibit). Wenn man die Größe von 100 KB mit 100 KiB vergleicht, ist die Differenz mit 2,35 % relativ klein. Bei steigenden Größen der Datenwerte wächst diese Differenz jedoch. Vergleicht man 100 TB mit 100 TiB, beträgt die Differenz schon 9,06 %.

Name	Symbol	Wert (Basis 10)	Name	Symbol	Wert (Basis 2)
Kilobyte	KB	10^3	Kibibyte	KiB	2^{10}
Megabyte	MB	10^6	Mebibyte	MiB	2^{20}
Gigabyte	GB	10^9	Gibibyte	GiB	2^{30}
Terabyte	TB	10^{12}	Tebibyte	TiB	2^{40}

Umrechnung der typischen Maßeinheiten für Datenmengen

1 Kibibyte = 1,024 Kilobyte → Der Umrechnungsfaktor ist hier also **1,024**. Oder man merkt sich folgende Abbildung:



Signalübertragungsmethoden in Netzwerken

- Elektrische Signale über Kupferleitungen
- Elektromagnetische Strahlen bei drahtlosen Netzwerken (z. B. WLAN oder Bluetooth)
- Lichtsignale über Glasfaserleitungen

Rechnen mit Kenngrößen der Datenübertragungsarten

$$\text{Datenübertragungsrate } C = \frac{\text{Datenmenge}}{\text{Zeit}} = \frac{D}{t} \quad C \text{ wird in Bits pro Sekunde oder bit/s b/s oder bps, bzw. Byte/s oder B/s angegeben.}$$

$$\text{Übertragungszeit } t = \frac{\text{Datenmenge}}{\text{Datenübertragungsrate}} = \frac{D}{C} \text{ in Sekunden}$$

Beispiel

Ein Film mit 1 GB Größe soll über eine Leitung mit $C = 50 \text{ Mbit/s}$ übertragen werden. Wie lange dauert die Übertragung?

Lösung:

$$D = 1 \text{ GB} = 8 \text{ GBit} = 8 * 10^9 \text{ Bit}$$

$$C = 50 \text{ MBit/s} = 50 * 10^6 \text{ b/s}$$

$$t = \frac{D}{C} = \frac{8 * 10^9 \text{ b}}{50 * 10^6 \text{ b/s}} = \frac{8 * 10^3}{50} \text{ s} = 160 \text{ s} \quad (2 \text{ Minuten } 40 \text{ Sekunden})$$

Vorsicht:

In einer Rechnung müssen die **Einheiten** in der **gleichen Größenordnung** sein. D.h. wenn die Datenmenge in bit ist, muss die Datenübertragungsrate auch in bit in die Formel eingesetzt werden. Selbst wenn eine Einheit in bit ist und die andere in Gigabit, müssen beide entweder in bit oder beide in Gigabit umgerechnet werden. Wenn eine Strecke in km angegeben ist und die andere in m, müssen diese beiden Angaben also beide entweder in m oder beide in km umgerechnet werden. Analog auch bei Zeitangaben mit h oder min oder s.

Aufgabe 2: Übertragungsarten

Die Art und Weise, wie Daten übertragen werden, ob in eine Richtung (nur Senden) oder in beide Richtungen (Senden und Empfangen), ob die Bits gleichzeitig über mehrere Leitungen oder nacheinander auf einer Leitung übertragen werden, sollen in der folgenden Tabelle kurz zusammengefasst werden.

Typ	Beschreibung	Bemerkungen/Beispiel
Seriell		
Parallel		
Simplex		
Duplex		
Halbduplex		
Vollduplex		
Multiplex		

Aufgabe 3: Adressierungsarten im Netzwerk

Wie ein Redner zu einem Einzelnen, zu einer Gruppe oder gar zu allen Anwesenden sprechen kann, so werden auch in der Netzwerktechnik mehrere Adressierungsarten unterschieden.

Vervollständigen Sie hierzu die folgende Tabelle:

Typ	Beschreibung	Bemerkungen/Beispiel
Unicast		
Multicast		
Broadcast		
Anycast		

Aufgabe 4:

- Wie hängen die Geschwindigkeit und der Durchsatz zusammen?
- Ist die Geschwindigkeit einer Netzwerkleitung zu beeinflussen?
- Wie unterscheiden sich bei diesen Überlegungen die Straßen und die Datenleitungen?

Aufgabe 5:

- Wie groß ist der gesamte Datendurchsatz, wenn eine 100-Mbit/s-Verbindung mit Vollduplex verwendet wird?
- Wie groß ist der gesamte Datendurchsatz, wenn eine 100-Mbit/s-Verbindung mit Halbduplex verwendet wird?

Aufgabe 6:

Sie wollen eine 1 GByte große Datei auf Ihrer Festplatte speichern.

- Wie lange dauert das Speichern, wenn die Datenrate der Festplatte 150 Mbyte/s beträgt?
- Wie lange dauert das Speichern, wenn die Datenrate der SSD-Festplatte 450 Mbyte/s beträgt?
- Wie lange dauert das Speichern dieser Datei auf verschiedene USB-Speicher (USB 2.0: 40 Mbit/s, USB 3.0: 300 Mbit/s)?

Aufgabe 7:

Wie lange braucht ein Bit, wenn es über eine 1000 Meter lange Kupferleitung mit einem NVP von 0,7 übertragen wird?

Aufgabe 8:

Wie lange braucht ein Bit, wenn es über eine 1000 Meter lange Glasfaserleitung mit einem Kernbrechungsindex (Brechungsindex des Faserkerns) von $n = 1,4$ übertragen wird?

Aufgabe 9:

Welche Schlüsse ziehen sie aus Aufgabe 7 und 8 beim Vergleich der Übertragungsgeschwindigkeit über Kupfer- oder Glasfaserleitung?

Aufgabe 10:

Berechnen Sie, wie lange der Dateidownload dauert, wenn die Datei 1 GByte groß ist und über eine 100 Base-T-Netzwerkleitung übertragen wird.

Aufgabe 11:

An einem Arbeitsplatz in der Marketingabteilung werden durch Videoschnitt große Dateien erzeugt, die innerhalb von einer halben Sekunde zum Fileserver übertragen werden sollen. Wie groß muss die Datenübertragungsrate der Netzwerkleitung sein? Berechnen Sie die Datenrate bei einer Datengröße von 1 MByte, 10 MByte, 100 MByte, 1000 MByte.

Aufgabe 12:

Wie lange braucht ein Datenpaket von 1000 Byte Größe, bis es über eine 100-Mbps-Netzwerkleitung komplett gesendet wurde?

Aufgabe 13:

Sie wollen ein Datenpaket von 100 Byte über eine Strecke von Flensburg nach Garmisch-Partenkirchen (1000 km) übertragen. Wie lange ist das Paket näherungsweise auf einer Leitung unterwegs, bis es beim Empfänger ankommt? Rechnen Sie mit einer Signalgeschwindigkeit c_{Leitung} von $2 \cdot 10^8$ m/s.

Randbedingung: Wir gehen von der reinen Laufzeit auf der Leitung aus. Router-Durchleitungszeiten u.Ä. werden vernachlässigt.

Aufgabe 14:

Wie lange dauert der gesamte Datentransfer vom Senden des ersten Bits bis zum Empfangen des letzten Bits? Die Leitung hat eine Übertragungskapazität C von 25 Mb/s. Welche Schlussfolgerung können Sie daraus ziehen?

Aufgabe 15:

Für die Datensicherung steht eine externe SSD-Festplatte mit USB 3.0-Schnittstelle (450 MB/s) und eSATA II-Schnittstelle (300 MB/s) zur Verfügung. Berechnen Sie die Zeit, die jeweils für die Sicherung einer Datenmenge von 8 GB nötig ist.

Aufgabe 16:

In einem selbstfahrenden Kfz sind viele Sensoren verbaut. Die Sensordaten werden per Mobilfunk an die nächstgelegene Mobilfunkbasisstation übertragen. Von dort werden die Daten über Lichtwellenleiter über das Internet in ein Cloud-Datacenter übertragen. Im Datacenter erfolgt die Verrechnung dieser Daten mit bereits vorliegenden Daten. Das Ergebnis dieser Berechnungen wird anschließend wieder auf demselben Weg zurück zum Kfz übertragen.

- Zeichnen Sie eine Skizze dieses Szenarios.
- Nehmen wir an, das Fahrzeug befindet sich in München und das Cloud-Datacenter befindet sich in Dublin, Irland. So liegen etwa 1750 Kilometer Glasfaserstrecke (einfacher Weg) dazwischen. Ein Datenpaket braucht um diese Strecke zurückzulegen folgende Zeit (Rechnen Sie mit einer gerundeten Lichtgeschwindigkeit $c_0 = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$ und einem n von 1,5 beim Lichtwellenleiter).
- Hin und zurück ergibt das die doppelte Laufzeit.
Nehmen wir an, das Fahrzeug fährt mit 100 km/h. Welche Strecke legt das Auto dann in der Zeit zurück, in der die Daten unterwegs sind?
- Bei dieser Berechnung wurde nur die reine Signallaufzeit auf der Glasfaser berücksichtigt. Das Datenpaket wird dabei aber einige Router passieren müssen. Jeder Router hat eine gewisse Latenzzeit. auch die Funkstrecke Auto-Basisstation wurde außer Acht gelassen. Tatsächlich ist die Zeit vom Senden der Daten des Fahrzeugs bis zum Eintreffen des Ergebnisses wesentlich länger.
Welche Konsequenz ergibt sich aus den Berechnungen oben? Welche Schlussfolgerung ergibt sich daraus?

Aufgaben mit Kahoot (wahr oder falsch):



1. Datenübertragungen über Kupferleitungen und Glasfaserleitungen sind etwa gleich schnell.
2. Die Datenrate bei Glasfaserleitungen ist teilweise wesentlich höher als bei Kupferleitungen.
3. Daten breiten sich auf einer Kupferleitung mit Lichtgeschwindigkeit aus.
4. Broadcast-Adressierung ist ein Spezialfall von Multicast-Adressierung.
5. Bei Anycast ist nicht klar, welcher Rechner wirklich angesprochen wird und antwortet.