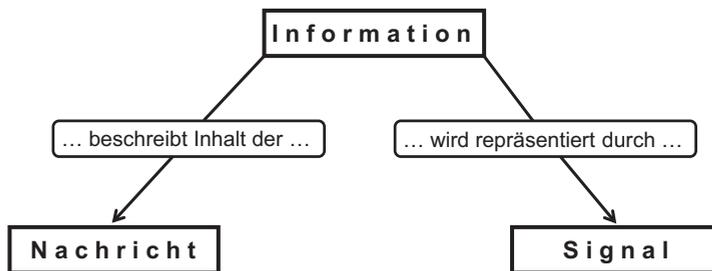


# 1

## Ausgangslage

Die Nachrichten-Übertragungstechnik nutzt elektrische, optische und magnetische Größen für die Übertragung, Bearbeitung (z. B. Wandlung) und Speicherung von Informationen. Diese beschreiben einerseits die Inhalte der damit verbundenen Nachrichten, während sie andererseits durch physikalische Größen als Signale repräsentiert werden, die als Transportmittel für die Informationen dienen (Bild 1.1). Als Beispiel sei eine gesprochene Information betrachtet. Bei ihr ist die Nachricht ein Schalldrucksignal.



**Bild 1.1** Grundbegriffe der Medientechnik



**Informationen** beschreiben den Inhalt von Nachrichten und werden durch physikalische Größen als Signale repräsentiert.

Der Austausch von Informationen zwischen zwei und mehr Stellen wird als Kommunikation bezeichnet. Dabei muss für jedes Signal der Informationsgehalt bekannt sein, um die Eindeutigkeit der Kommunikation zu gewährleisten. Deshalb ist es zum Beispiel bei gesprochenen Informationen erforderlich, dass die angesprochene Person die verwendete Sprache beherrscht.



**Kommunikation** ist der Austausch von Informationen mithilfe von Signalen.

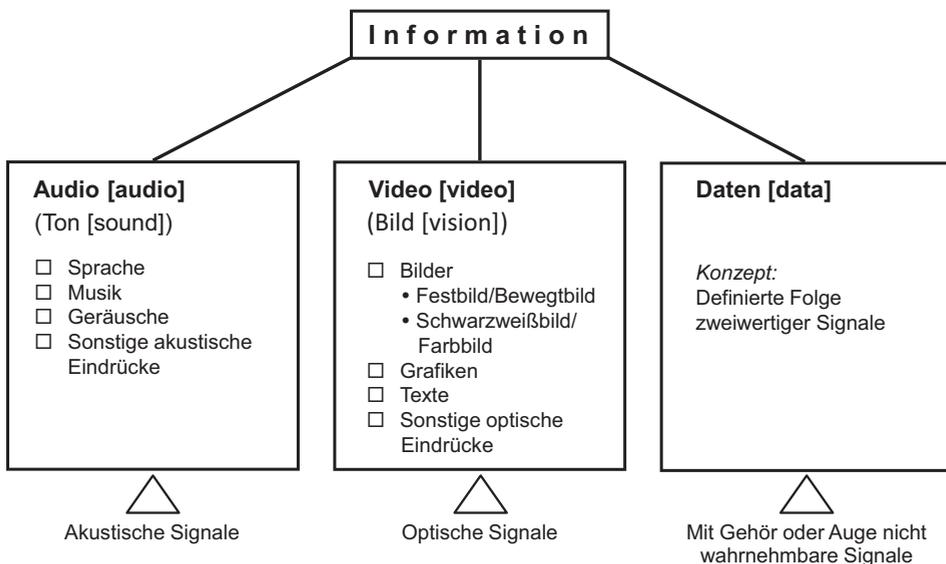
In den meisten Fällen sollen Informationen als Nachrichten über unterschiedliche Entfernungen übertragen werden. Daraus erklärt sich die Bezeichnung Telekommunikation (Tk oder auch TK). Die Vorsilbe „tele“ stammt aus der griechischen Sprache und steht für das Wort „fern“.



**Telekommunikation** = technische Kommunikation über beliebige Entfernungen

Bei den Informationen lassen sich bezogen auf ihre Wahrnehmbarkeit folgende Arten unterscheiden (Bild 1.2):

- **Audio** [audio], auch als Ton [sound] bezeichnet, umfasst alle mit dem Gehör wahrnehmbaren akustischen Signale. Dazu gehören Sprache, Musik, Geräusche und alle sonstigen Höreindrücke.
- **Video** [video], auch als Bild [vision] bezeichnet, umfasst alle mit dem Auge wahrnehmbaren optischen Signale. Dazu gehören Bilder, Grafiken, Texte und alle sonstigen Seheindrücke. Die Bilder können feststehend oder bewegt sein, wobei schwarz-weiße oder farbige Darstellung möglich ist.
- **Daten** [data] sind alle Informationen, die weder mit dem Gehör noch mit dem Auge unmittelbar wahrgenommen werden können. In der Regel handelt es sich um zweiwertige Signale.



**Bild 1.2** Arten der Information

Bei jeder technischen Kommunikation sind Menschen und/oder technische Einrichtungen beteiligt. Dafür gelten üblicherweise folgende Bezeichnungen:

- Mensch → Nutzer [*user*] oder Teilnehmer (Tln)
- Technische Einrichtung → Maschine

Es lassen sich deshalb folgende Konstellationen unterscheiden:

- **Mensch-Mensch-Kommunikation**

Informationsübertragung von Mensch zu Mensch mithilfe einer technischen Einrichtung.

Beispiel: Telefongespräch

- **Mensch-Maschine-Kommunikation**

Eingabe von Informationen durch einen Menschen in eine technische Einrichtung und Ausgabe von Informationen durch eine technische Einrichtung.

Beispiel: Informationssuche im Internet mithilfe eines Notebooks

- **Maschine-Mensch-Kommunikation**

Eingabe von Informationen durch eine technische Einrichtung und Ausgabe von Informationen an einen Menschen durch eine technische Einrichtung.

Beispiel: elektronischer Programmführer bei TV-Geräten

- **Maschine-Maschine-Kommunikation (M2M)**

Informationsübertragung zwischen technischen Einrichtungen ohne Beteiligung von Menschen.

Beispiel: Computernetze

Die vorstehend aufgezeigte Kommunikation erfolgt entweder **unidirektional** (also einseitig gerichtet von einer Stelle zu einer oder mehreren anderen Stellen) oder **bidirektional** (also gleichzeitig oder wechselseitig in beiden Richtungen zwischen zwei Stellen). Die sendende Stelle wird als **Quelle** Q [*source*] bezeichnet, bei der empfangenden Stelle ist es **Senke** S [*sink*].

Bei der Übertragung von Daten haben sich auch die Begriffe Server und Client eingebürgert. Der **Server** ist als technische Dienstleistungseinrichtung zu verstehen, die Informationen bereitstellt, während der **Client** (= Nutzer) als technische Einrichtung die von einem Server bereitgestellten Informationen aufnimmt und nutzt.



Bei der im Rahmen der Kommunikation erforderlichen Übertragung von Signalen sollen diese möglichst unverändert bleiben.

**I**

**Grundlagen der  
Übertragungs-  
technik**

# 2

## Pegel

Physikalische Größen können unterschiedliche Werte aufweisen, von sehr klein bis sehr groß. Häufig ist dabei nicht der absolute Wert einer Größe von Interesse, sondern das Verhältnis von zwei gleichartigen Größen oder der Bezug auf einen Referenzwert. Das führt zu einem dimensionslosen Ausdruck, der allerdings vielstellig sein kann. Um dieses zu vermeiden, wird für das Größenverhältnis der dekadische Logarithmus ( $\lg$ ) verwendet. Dafür gilt die Bezeichnung **Pegel** [*level*] und der Großbuchstabe  $L$  als Formelzeichen.



Der **Pegel  $L$**  ist das logarithmierte Verhältnis von zwei gleichartigen physikalischen Größen.

### 2.1 Arten

Signale sind bekanntlich Verläufe physikalischer Größen. In der Informations- und Kommunikationstechnik spielen dabei die **elektrische Spannung  $U$**  und die **elektrische Wirkleistung  $P$**  eine wesentliche Rolle. Die Angabe eines Spannungswertes erfolgt als Vielfaches der Einheit Volt (V), beim Leistungswert ist es die Einheit Watt (W). Dabei kann es sich um ganze Zahlen, aber auch um beliebig gebrochene Zahlen handeln. Bei der Spannung ist zur Angabe der Polarität zusätzlich auch das Minuszeichen möglich.

Bei Systemen mit Glasfaserleitungen treten funktionsbedingt nur optische Größen auf, von denen aus messtechnischen Gründen nur die Leistung von Bedeutung ist. Es besteht deshalb stets der Bedarf, zwischen der **elektrischen Leistung  $P_{el}$**  und der **optischen Leistung  $P_{opt}$**  zu unterscheiden.

Physikalische Größen, die der elektrischen Wirkleistung proportional sind, werden als **Leistungsgrößen** bezeichnet. Dazu gehören:

- Energie, Arbeit  $P$  (Einheit: J)
- Leistungs(fluss)dichte  $P/A$  (Einheit:  $W/m^2$ )
- Energiedichte  $W/A$  (Einheit:  $J/m^2$ )

Beschreiben physikalische Größen den Zustand eines elektrischen, magnetischen oder sonstigen Feldes, dann liegen **Feldgrößen** vor. Dazu gehören:

- elektrische Spannung  $U$  (Einheit: V)
- elektrische Stromstärke  $I$  (Einheit: A)
- elektrische Feldstärke  $E$  (Einheit: V/m)
- magnetische Feldstärke  $H$  (Einheit: A/m)
- Kraft  $F$  (Einheit: N)
- Schalldruck  $p$  (Einheit: Pa)

Da Pegelangaben per Definition keine Dimension aufweisen, wurde die Pseudoeinheit Bel (B) als Kennzeichnung festgelegt. In der Praxis hat sich allerdings **Dezibel (dB)** durchgesetzt, also das Zehntel-Bel, weil damit auch große Wertverhältnisse mit überschaubaren Zahlen angegeben werden können. Es gilt:

$$1 \text{ dB} = \frac{1}{10} \text{ B} \Leftrightarrow 1 \text{ B} = 10 \text{ dB} \quad (2.1)$$

Der Leistungspegel weist damit folgende Form auf:

$$L_P = 10 \cdot \lg \frac{P_a}{P_b} \text{ dB} \quad (2.2)$$

Mithilfe der Leistungsformel  $P = U^2/R$  ergibt sich unter der Voraussetzung  $R_a = R_b = R$  für den Spannungspegel folgende Form:

$$L_U = 20 \cdot \lg \frac{U_a}{U_b} \text{ dB} \quad (2.3)$$



Angaben in Dezibel (dB) ermöglichen die Erfassung beliebiger Wertverhältnisse physikalischer Größen mit überschaubaren Zahlen (Bild 2.1).

Durch Entlogarithmieren kann von jedem Pegelwert das Verhältnis der Leistungen und Spannungen einfach ermittelt werden. Grundsätzlich gilt:

$$y = \lg x \Leftrightarrow x = 10 \cdot y \quad (2.4)$$

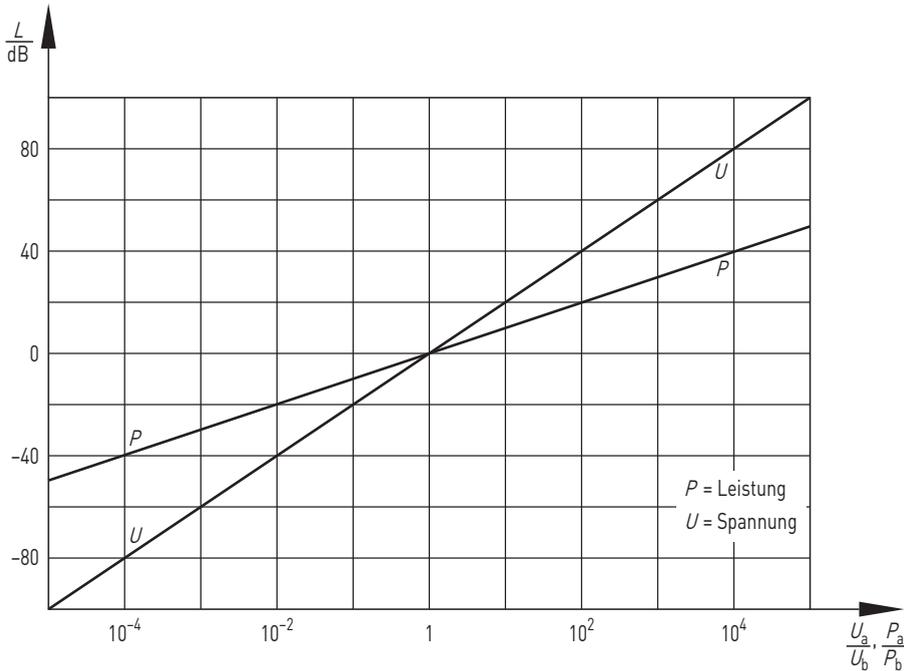


Bild 2.1 Pegel für Leistung und Spannung

Daraus folgt:

$$\frac{P_a}{P_b} = 10^{\frac{L_P}{10 \text{ dB}}} \quad (2.5)$$

$$\frac{U_a}{U_b} = 10^{\frac{L_U}{20 \text{ dB}}} \quad (2.6)$$

Die bisherigen Betrachtungen der Pegel bezogen sich auf beliebige Stellen in einem Übertragungssystem. In der Praxis ist jedoch der Bezug auf definierte Stellen typisch. Dazu zählen die Eingänge und Ausgänge von Geräten, Baugruppen und sonstigen Funktionseinheiten. Der Eingang wird dabei durch den Index 1 und der Ausgang durch den Index 2 gekennzeichnet. Es handelt sich dann um **relative Pegel**. Dabei kann der Bezug auf den Eingang (Index 1) oder den Ausgang (Index 2) erfolgen. Es sind deshalb folgende Pegelangaben möglich:

$$L_{P(1/2)} = 10 \cdot \lg \frac{P_1}{P_2} \text{ dB} \quad (2.7)$$

und

$$L_{P(2/1)} = 10 \cdot \lg \frac{P_2}{P_1} \text{ dB} \quad (2.8)$$

Beide Pegelangaben weisen gleiche Zahlenwerte, jedoch unterschiedliche Vorzeichen auf.

$$L_{P(1/2)} = -L_{P(2/1)} \quad (2.9)$$

$$L_{P(2/1)} = -L_{P(1/2)} \quad (2.10)$$

Bisher wurde an allen Stellen der gleiche Widerstandswert vorausgesetzt, was allerdings nicht immer der Fall ist. Liegt für  $U_1$  der Widerstand  $R_1$  vor und für  $U_2$  der Widerstand  $R_2$ , dann lässt sich die Auswirkung der unterschiedlichen Widerstände wie folgt berechnen:

$$L_P = L_U + 10 \cdot \lg \frac{R_2}{R_1} \text{ dB} \quad (2.11)$$

Daraus ergibt sich folgende Erkenntnis: Wenn  $R_1 = R_2$ , dann  $L_P = L_U$ .

Bei Pegelangaben können auch festgelegte Werte als Bezugsgrößen verwendet werden. Es handelt sich dann um **absolute Pegel**.

Wird für den allgemeinen Fall für den Bezugswert der Index „abs“ verwendet, dann gelten folgende Beziehungen:

Absoluter Leistungspegel

$$(L_P)_{\text{abs}} = 10 \cdot \lg \frac{P}{P_{\text{ref}}} \text{ dB} \quad (2.12)$$

Absoluter Spannungspegel

$$(L_U)_{\text{abs}} = 20 \cdot \lg \frac{U}{U_{\text{ref}}} \text{ dB} \quad (2.13)$$

Diese Kennzeichnung kann entfallen, wenn nach dem dB-Zeichen die Einheit der Referenzgröße in Klammern angegeben ist. Von dieser genormten Form wird allerdings häufig abgewichen und ein direktes Anhängsel an das dB-Zeichen verwendet.



### Beispiel 2.1

Varianten der Angabe des absoluten Leistungspegels mit 1 W als Referenzwert

$$(L_P)_{\text{abs}} = 10 \cdot \lg \frac{P}{1 \text{ W}} \text{ dB}$$

$$L_P = 10 \cdot \lg \frac{P}{1 \text{ W}} \text{ dB (W)}$$

$$L_P = 10 \cdot \lg \frac{P}{1 \text{ W}} \text{ dBW}$$