

## Spannungsdämpfung

$$A_v = 20 \cdot \lg \frac{U_{\text{Sender}}}{U_{\text{Empfänger}}}$$

$U_{\text{Sender}}$ ...Spannung, die vom Sender ausgesandt wird, in Volt (V)

$U_{\text{Empfänger}}$ ... Spannung, die beim Empfänger ankommt, in Volt (V)

### Beispielwerte:

- Eine Dämpfung von 6 dB entspricht einem Signalverlust von 50%.
- Eine Dämpfung von 20 dB entspricht einem Signalverlust von 90%.

Die Dämpfung ist grundsätzlich abhängig von:

- Länge des Kabels
- Frequenz des übertragenen Signals

Bei Netzkabeln wird die Dämpfung oft auf die Leitungslänge bezogen. Je geringer die Dämpfung, desto größer die maximal mögliche Leitungslänge.

Um eine korrekte Dämpfungsmessung durchzuführen, muss daher die Leitungslänge gemessen werden. Die Messung der Leitungslänge kann über eine Laufzeitmessung durchgeführt werden. Man sendet ein Signal in das Kabel, welches am Kabelende reflektiert wird, und misst die Zeitspanne, die vergeht, bis das reflektierte Signal empfangen wird.

$$c = \frac{2 \cdot l}{t} \Rightarrow c \cdot \frac{t}{2}$$

Dabei bedeutet:

$c$ ...Signalausbreitungsgeschwindigkeit, auch **NVP** (*nominal velocity of propagation*); diese wird in % der Lichtgeschwindigkeit ( $c_{\text{Licht}} = 3 \cdot 10^8$  m/s) angegeben und ist aus dem Datenblatt des Kabelherstellers ersichtlich. Übliche Werte sind 0,65 – 0,80 (also 65 % bis 80 % der Lichtgeschwindigkeit).

$t/2$ ...halbe Laufzeit (das Signal muss ja hin und her laufen)

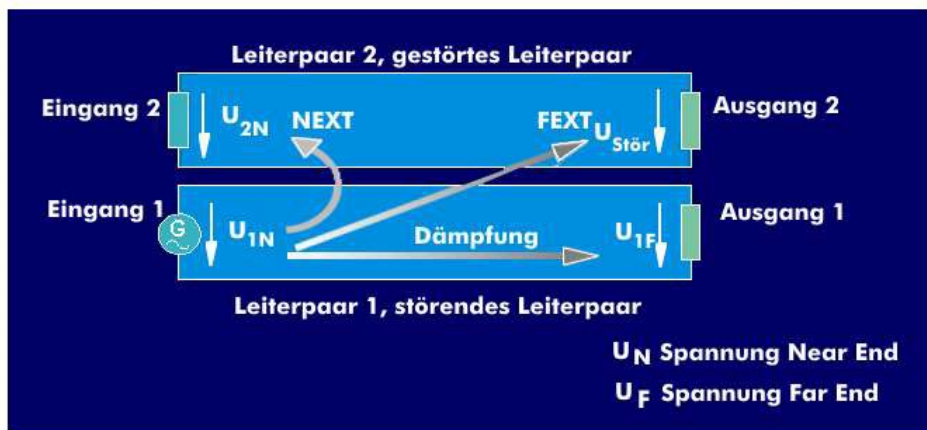
$l$ ...Kabellänge

Natürlich ist eine geringe Dämpfung gewünscht. Cat.5 nach ISO 11801 schreibt eine maximale Dämpfung von 24 dB vor.

### 3.5.2 Nebensprechen (Crosstalk)

Das Nebensprechen entsteht durch induktive Beeinflussung zweier parallel laufender Leitungen.

- **NEXT** (*Near End Cross-Talk*) = Nah-Nebensprechen: Diese Störung tritt vor allem in der Nähe des Senders auf und ist frequenzabhängig. Im NEXT-Test sendet das Messgerät jeweils auf einem Paar ein Signal und misst, wie viel davon in die verschiedenen benachbarten Paare eingekoppelt wird. Bei einem 4-Paar-Kabel ergeben sich so sechs Aderpaar-Kombinationen, nämlich 12-36, 12-45,



### Nah- und Fernübersprechen (Quelle: [www.itwissen.info](http://www.itwissen.info))

12-78, 36-45, 36-78 und 45-78, Entsprechend ergeben sich sechs Frequenzgangkurven. Da das NEXT von beiden Seiten der Leitung gemessen werden muß, erhält man insgesamt 12 Kurven. Starkes Übersprechen (niedriger Zahlenwert!) ist eine der häufigsten Ausfallursachen bei Abnahmemessungen. Je höher der NEXT-Wert, desto besser sind die Leitungspaare gegeneinander abgeschirmt. Gute Kabelscanner zeigen das NEXT im Abstand vom Messpunkt so, daß man Aufschluss darüber erhält, wie viel NEXT an den Steckverbindungen oder auf der eigentlichen Kabelstrecke auftritt.

- **FEXT** (*Far End Cross-Talk*) = Fern-Nebensprechen: Hierbei wird, im Gegensatz zu NEXT, das Übersprechen von einem Aderpaar auf die anderen am fernen Ende gemessen. Anders als NEXT kann FEXT richtungsabhängig sein, darum gibt es für jedes Ende der gemessenen Verbindung 12 Messwerte (Paarkombinationen), insgesamt also 24.
- **ELFEXT** (*Equal Level Far End Cross-Talk*): Da für den Signalempfang natürlich der Störabstand entscheidend ist und das Signal am anderen Ende gedämpft ankommt, bezieht man den gemessenen FEXT-Wert nicht auf das Sendesignal in seiner Originalstärke, sondern auf den Empfangspegel. ELFEXT ist also ein errechneter Wert, der aus der Subtraktion der Dämpfung vom gemessenen FEXT entsteht und in dB angegeben wird.
- **AXT** (*Alien Crosstalk*): Darunter versteht man die Störung des übertragenen Signals durch äußere Felder. Alien Crosstalk tritt vor allem zwischen direkt benachbarten Datenkabeln sowie in Steckverbindern auf macht sich als elektromagnetisches Rauschen bemerkbar. Eine Reduzierung des Alien Crosstalk ist nur über mechanische Maßnahmen möglich. Dabei spielt die Bündelung und die parallele Verlegung von Datenkabeln eine Rolle, die vermieden werden sollten. Auch durch den Kabelaufbau, den Abstand der Datenkabel zueinander und die Schirmung kann das Fremdnebensprechen reduziert werden. Je nachdem, ob sich das Fremdnebensprechen auf das nahe oder ferne Kabelende be-

zieht, spricht man von Alien-NEXT und von Alien-FEXT. Die Grenzwerte dieser beiden Parameter sind in den Verkabelungsstandards festgelegt.

Bei Gigabit-Ethernet-Übertragungen über Kupferleitungen (1000Base-T) wird auf allen vier Aderpaaren gleichzeitig in beide Richtungen gesendet und empfangen. Das auf jedem einzelnen Paar empfangene Signal kann also von den Signalen gestört werden, die gleichzeitig auf drei anderen Paaren übertragen werden. Das heißt, die Störungen, die von den drei anderen Paaren im Kabel verursacht werden, addieren sich. Daher spielen bei Gigabit-Ethernet auch die sogenannten **Powersum-Werte** eine Rolle. Der Unterschied zwischen den Einzelwerten und den Powersum-Werten beträgt stets 3 dB.

- **PS-NEXT** (*Powersum Near End Cross Talk - Summe Nahnebensprechdämpfungen*)
- **PS-FEXT** (*Powersum Far End Cross Talk*)
- **PS-ELFEXT** (*Powersum Equal Level Far End Cross Talk*)

### 3.5.3 Übersprechdämpfung

**ACR** (*Attenuation to Crosstalk Ratio*, auch: Übersprechdämpfung): Diese Größe gibt das Verhältnis der Kabeldämpfung insgesamt zum Nahnebensprechanteil an.

$$ACR = NEXT - \text{Kabeldämpfung}$$

Der ACR-Wert drückt die Qualität eines Kabels aus. Je höher der Wert, umso höher ist die Qualität des Kabels (bezogen auf die Frequenz).

Der ACR-Wert ist frequenzabhängig: der NEXT-Wert wird mit steigender Frequenz kleiner, die Kabeldämpfung wird mit steigender Frequenz größer. Der ACR-Wert sinkt also mit steigender Frequenz. Ist der ACR-Wert kleiner als 3, so ist keine Datenübertragung mehr möglich.

Beispiel: Ein UTP-Kabel hat eine Kabeldämpfung von 19 dB und einen NEXT-Wert von 82 dB. Der ACR-Wert dieses Kabels beträgt daher

$$ACR = 82 \text{ dB} - 19 \text{ dB} = 63 \text{ dB}$$

Ein anderes UTP-Kabel mit einem ACR von 50 dB wäre von schlechterer Qualität.