

# LAN - BRENNVERHALTEN, BRANDFORTLEITUNG, BRANDLAST

In den europäischen Normen EN 50167, EN 50168 und EN 50169 werden nicht nur Datenleitungen mit Abschirmung, sondern auch mit halogenfreiem Außenmantel gefordert. Die Berücksichtigung und Einhaltung dieser Normen empfiehlt sich vor allem bei öffentlichen Einrichtungen wie z. B. Krankenhäusern, Schulen oder Flughäfen. Aber auch bei anderen Gebäuden mit hoher Personen- oder Sachwertkonzentration ist ein Einsatz von halogenfreien Kabeln sinnvoll.

## Kabel mit PVC-Mantel

Standard PVC-Materialien können im Brandfall Brände weiterleiten und bilden durch die Abspaltung von Chlorwasserstoffgas in Verbindung mit Feuchtigkeit (z.B. Löschwasser) Salzsäure (HCl). Weiterhin kommt es bei brennendem PVC (Polyvinylchlorid) zu einer starken Rauchentwicklung und die korrosiven Schäden an Gebäuden und Equipment können oft verheerende Ausmaße annehmen, welche die eigentlichen Brandschäden oft weit übertreffen.

**LAN und XLAN-Datenleitungen** werden alle bezüglich des Brandfortleitungsverhaltens gemäß IEC 60332-1 gefertigt, können auf Anfrage aber auch gemäß der strengeren IEC 60332-3 gefertigt werden.

## Kabel mit halogenfreiem Mantel

Hierbei werden Materialien verwendet, die keine Halogene (wie z.B. Chlor) beinhalten und im Brandfall keine korrosiven Gase freisetzen. Auch der Anteil an toxischen Gasen wird auf ein Minimum reduziert, Rauchentwicklung bzw. Brandfortleitung sind kaum noch vorhanden bzw. möglich. Bezeichnungshinweise am Kabel sind z.B. die Abkürzungen FRNC oder LSOH.

Im Einzelnen bedeuten diese Abkürzungen Folgendes:

<b>FR</b>	flame retardant (brandfortleitungshemmend)
<b>NC</b>	non corrosive (keine korrosiven Bestandteile)
<b>LS</b>	low smoke (geringe Rauchentwicklung)
<b>OH</b>	zero halogen (halogenfrei)

Wesentlich für die Sicherheit ist auch, dass beim Einsatz solcher Materialien die freie Sicht auf Gängen und Fluchtwegen erhalten bleibt. Hierzu ist es jedoch erforderlich, dass auch bei anderen Produkten, wie z.B. Energiekabeln oder Kabelführungskanälen auf die Verwendung solcher Materialien geachtet wird.

Alle unsere Datenleitungen können auf Wunsch mit diesem halogenfreien und flammwidrigen Material geliefert werden. Die relativ geringen Mehrkosten für diese Version sind zwar unumgänglich, sind aber – wenn „Sicherheit“ groß geschrieben wird – eigentlich nicht vorhanden.

## Brandlast (kWh/m), (MJ/m)

In jedem Gebäude gibt es unterschiedliche brennbare Einrichtungen oder Produkte. Hierzu gehören (wenn auch in Zwischendecken oder Kanälen versteckt) auch Kabel und Leitungen, die insbesondere in Verwaltungsgebäuden einen erheblichen Bestandteil darstellen können. Diese Kabel haben unterschiedlichste Energien (Heizwerte) und können die Gesamtbrandlast eines Gebäudes deutlich erhöhen. Deshalb sollte bereits bei der Planung darauf geachtet werden, dass die Brandlastmengen möglichst gering gehalten werden.



# LAN - PLANUNGS- UND INSTALLATIONSHINWEISE

## PLANUNGSHINWEISE

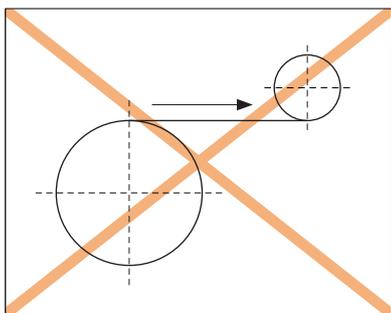
- Für die Realisierung des PRIMÄR-Bereichs werden Lichtwellenleiterkabel (LWL) empfohlen, wobei der Standortverteiler meist sternförmig mit den einzelnen Gebäudeverteilern verbunden wird.
- Der SEKUNDÄR-Bereich kann sowohl mittels LWL- als auch Kupferkabeln ausgelegt werden (empfohlen wird LWL) und die Struktur kann stern- oder ringförmig sein.
- Der TERTIÄR-Bereich wird sternförmig mit Kupferkabeln ausgeführt. Für den Kabelaufbau sind als Mindestempfehlung 4 Doppeladern mit einem Leiterdurchmesser von 0,51 mm vorgesehen, die mit einem Folienschirm bedeckt sind.
- Um auch zukünftige Anwendungen und Anforderungen abzudecken, sollten jedoch Kabel mit paarweiser Folienabschirmung und einer Geflecht-Gesamtabschirmung bevorzugt werden (höhere Nah-Nebensprechdämpfung und besseres EMV-Verhalten).
- Bei Gebäuden mit hoher Sachwert- oder Personenkonzentration werden halogenfreie Kabel empfohlen.
- Die Systemreserven bei der Typenauswahl sollen für eine Einsatzdauer von 10 – 15 Jahren konzipiert sein.

- Es soll darauf geachtet werden, dass alle enthaltenen Komponenten entweder geschirmt oder ungeschirmt sind. Bestehende Standards oder Normen dienen der Erleichterung und Sicherheit und sollten genau beachtet werden.
- Im TERTIÄR-Bereich sind aufgrund der hohen Kabeldichte, ausreichend dimensionierte Kabelwege einzuplanen.

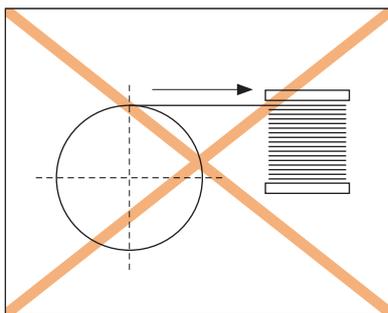
## INSTALLATIONSHINWEISE

- Zu beachten ist im TERTIÄR-Bereich eine maximale Kabellänge von 90 m zwischen dem Etagenverteiler und der Arbeitsplatzanschlussdose.
- Ein sorgfältiger Erdungsausgleich ist ebenso zu beachten. Der Erdungspotentialunterschied zwischen beliebigen Erdungspunkten darf 1 Volt nicht überschreiten.
- Es ist darauf zu achten, dass Energie- und Nachrichtenkabel bei gemeinsamen Kabelwegen durch einen metallischen Mittelsteg getrennt sind.
- Die Kabel sollten in geschlossenen, trockenen Räumen eingesetzt und die Kabelwege vor aggressiven Chemikalien und Nagetieren geschützt werden.
- Bei Etagedurchbrüchen ist für die Steigleitung eine anschließende Brandabschottung erforderlich.

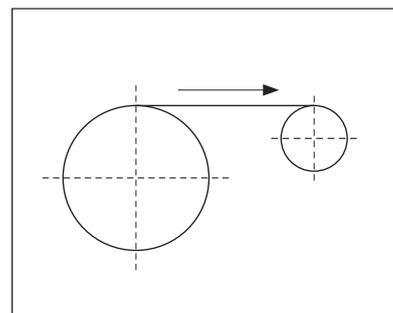
## RICHTLINIEN ZUR VERLEGUNG



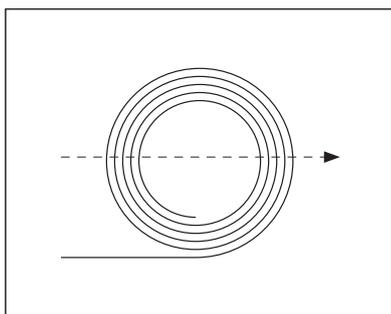
Kabel und Leitungen niemals entgegen ihrer ursprünglichen Laufrichtung von einer Trommel abnehmen.



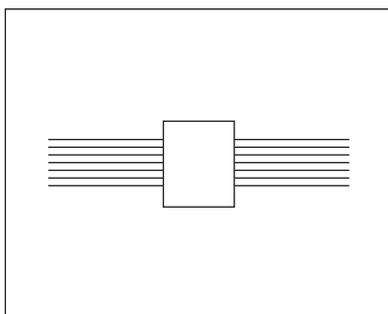
Aber auch ein Umlenken ist nicht zulässig.



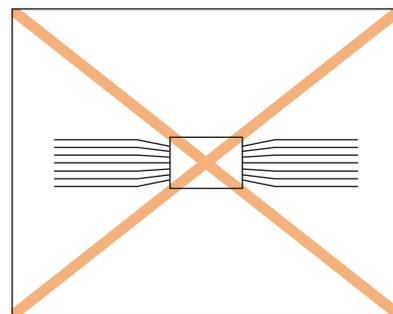
Die Trommel sollte beim Verlegen stets waagrecht, evtl. auf einen Abrollbock gelegt werden, um mechanische Beanspruchung zu vermeiden.



Um bei Kabelringen einen Umlenkeffekt zu vermeiden, sollten diese stets senkrecht gestellt und auf dem Boden abgerollt werden. Lässt sich aus Platzgründen das Kabel nicht in der erforderlichen Länge abrollen, so muss beim Zurückführen eine ausreichend große Biegung eingehalten werden.



Das Bündel sollte immer gestreckt liegen, um bei der Verlegung ein eventuelles Verkleben zu vermeiden. Werden z.B. in Trassen mehrere Kabel parallel geführt, empfiehlt es sich, diese mittels Kabelbinder oder Isolierband zu bündeln.



Beim Zusammenfassen zu Kabelbündeln, ist ein Quetschen der Einzelkabel zu vermeiden.

# LAN - PLANUNGS- UND INSTALLATIONSHINWEISE

## ZUGBEANSPRUCHUNG WÄHREND UND NACH DER INSTALLATION

Datenleitungen sollten nur möglichst geringen mechanischen Beanspruchungen ausgesetzt werden. In den einschlägigen Vorschriften sind 5 daN/mm<sup>2</sup> Cu-Leiter als maximal zulässige Zugkraft angegeben. Daraus ergeben sich je nach Paarzahl und Ausführung des Gesamtschirmes folgende maximale Zugbelastungswerte:

Leiter	Ø NW (mm)	ohne Schirmgeflecht		mit Schirmgeflecht	
		2 Paare	4 Paare	2 Paare	4 Paare
AWG 26/7	7 x 0,16	30 N	60 N	70 N	100 N
AWG 24	0,51	50 N	90 N	90 N	150 N
AWG 23	0,57	-	-	130 N	190 N
Ø 0,6	0,6	70 N	120 N	160 N	240 N
AWG 22	0,64	80 N	150 N	170 N	250 N

Es ist darauf zu achten, dass die Kabel beim Biegen um scharfe Ecken oder Kanten nicht zu stark gezogen werden. Eine zu starke mechanische Belastung kann die Übertragungseigenschaften beeinflussen.

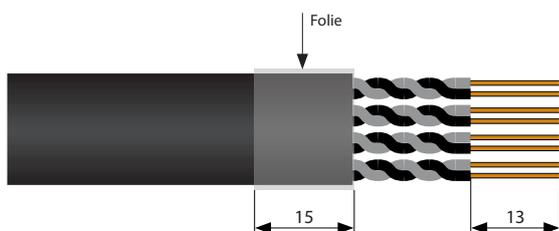
Der Mindestbiegeradius darf während der Zugbeanspruchung den 8-fachen Kabeldurchmesser nicht unterschreiten. In installiertem Zustand kann dieser Wert auf den 4-fachen Kabeldurchmesser reduziert werden.

Sowohl bei der Konzeption als auch bei der Herstellung von LAN-Leitungen wird Sorge getragen, einen möglichst soliden und kompakten Kabelaufbau zu erzielen, so dass auch dann keine wesentlichen Einbußen der Übertragungsparameter auftreten, wenn aufgrund der örtlichen Gegebenheiten diese Installationsrichtlinien nicht eingehalten werden können.

## LAN - ANSCHLUSSHINWEISE

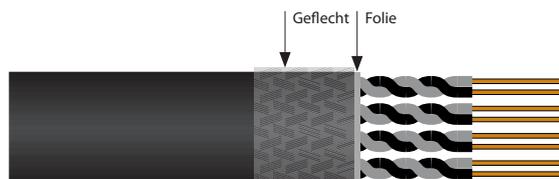
### GESCHIRMTE KABEL (FOLIE)

Die Kabelenden sollen ca. 10 cm weit abisoliert werden. Danach können die einzelnen Paare der Kontaktbelegung entsprechend ausgerichtet und auf die passende Länge zurückgeschnitten werden. Die abgemantelte Kabellänge soll dabei möglichst kurz sein, damit die Originalverseilung beibehalten wird. Bei Kabeltypen mit aluminiumkaschierter Kunststoffolie muss darauf geachtet werden, dass die farbige (meist außen liegende) Seite nicht leitend ist. Die Folie soll ca. 15 mm über den Mantel zurückgeschlagen (somit leitende Seite außen) und mit dem Beidraht fixiert werden. Die einzelnen Paare dürfen zur Kontaktierung gemäß EN 50173 maximal 13 mm aufgedreht werden.



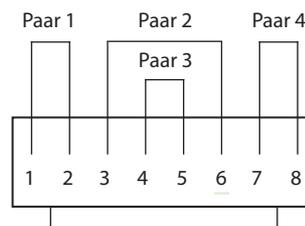
### GESCHIRMTE KABEL (FOLIE + GEFLECHT)

Die Schirmung muss möglichst immer großflächig aufgelegt werden. Ein eventuell vorhandener Beidraht soll daher nur zur Fixierung und nicht zur alleinigen Kontaktierung verwendet werden. Zurückgeschlagen wird nur das Geflecht, die Folie wird zur Schirmweiterleitung nicht benötigt und kann daher abgeschnitten werden.



### KONTAKTBELEGUNG

Die Stift- und Paarzuordnung ist in den einschlägigen Normen wie folgt festgelegt:



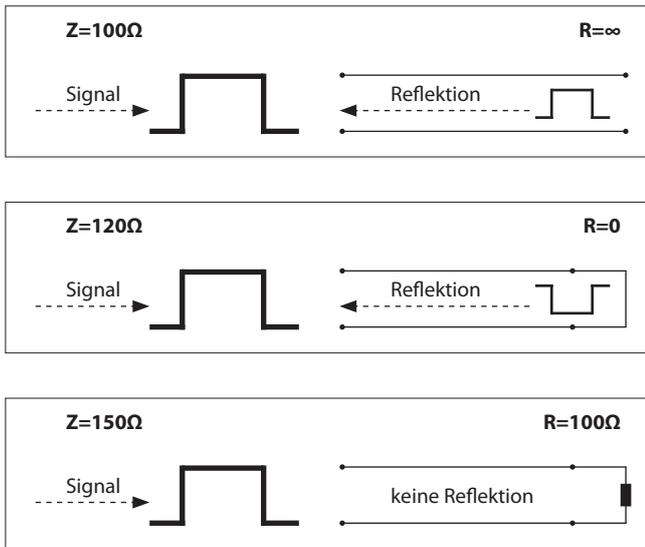
Norm	Paar 1	Paar 2	Paar 3	Paar 4
ISO/IEC 11801 EN 50173	Paarnummer und Farbe sind nicht definiert			
EIA/TIA-568-B.2 (T568A) EIA/TIA-568-B.2 (T568B)	wsbl-bl	wsor-or	wsgn-gn	wsbr-br

Wie die Paare am Anschluss-System aufgelegt werden müssen, um diese Stiftordnung zu erhalten, muss aus den Installationshinweisen des jeweiligen Komponentenherstellers entnommen werden.

# LAN - WESENTLICHE KABELPARAMETER

## Wellenimpedanz – Z (Ω)

Als Wellenwiderstand eines Kabels bezeichnet man den Abschlusswiderstand des Kabels, bei dem keine Leitungsreflexion auftritt, d. h. die gesamte von einer Signalquelle in das Kabel eingespeiste Leistung wird – abgesehen von den durch die Kabeldämpfung bedingten Verlusten – an den Wellenwiderstand am Ausgang übertragen. Aufgabe eines Datenkabels ist es, elektrische Impulsgruppen zu übertragen. Je höher die Datenbitrate liegen soll, desto größer muss die Frequenzbandbreite des Übertragungskanal (z. B. Kabel) gewählt werden. Die Ausgangs- und Eingangsimpedanz der am Kabel angeschlossenen Geräte, muss mit dem Wellenwiderstand des Datenkabels übereinstimmen (= angepasst). Ist das nicht der Fall, kommt es zu Impulsverzerrungen und damit zu einer fehlerhaften Übertragung. Die Wellenwiderstände von symmetrischen Kabeln für die Nachrichtentechnik sind EN 50173-1 bzw. ISO/IEC 11801 genormt:



## Wellendämpfung – α (dB)

Die Kabeldämpfung verringert die am Ausgang ankommende Signalamplitude und begrenzt damit, u. a. die einsetzbare freie Kabellänge. Bedingt durch das Leitermaterial und den Leiterquerschnitt ergeben sich ohm'sche Verlustwiderstände in Längsrichtung. Zusätzlich vermindert der Skineffekt (Stromverdrängung) mit steigender Frequenz den wirksamen Leiterquerschnitt. Die Frequenzabhängigkeit des gewählten Aderisoliermaterials bedingt zusätzlich kapazitive Verlustwiderstände zwischen den Leitern. Die Kabeldämpfung, welche üblicherweise bei einer Bezugslänge von 100 m angegeben wird, definiert das Verhältnis vom Sende- zum Empfangspegel.

## Nahnebensprechdämpfung – NEXT (dB)

Das Nebensprechen beschreibt das ungewollte Übertreten von Signalenergie in einen benachbarten Leitungskreis. Dabei erzeugt das elektromagnetische Feld des Nutzungssignals eines Aderpaares in einem benachbarten Aderpaar an der gleichen Kabelseite (NEAR-END) ein Störsignal. Die Nahnebensprechdämpfung (NEXT=Near End Crosstalk) ergibt sich aus dem Leistungsverhältnis „Eingangsleistung am störenden Aderpaar“ zu „Ausgangsleistung am gestörten Aderpaar“ am gleichen Kabelende.

## Fernebensprechdämpfung – FEXT (dB)

Das elektromagnetische Feld des Nutzsignales am Eingang eines Aderpaares erzeugt an der Ausgangsseite (FAR-END) eines benachbarten Aderpaares ein Störsignal. Die Fernnebensprechdämpfung (FEXT=Far End Crosstalk) ergibt sich aus dem Leistungsverhältnis „Eingangsleistung am störenden Aderpaar“ zu „Ausgangsleistung am gestörten Aderpaar“ am entgegengesetzten Kabelende.

## ELFEXT (dB)

Der ELFEXT (Equal Level Far End Crosstalk) ist die Differenz zwischen Fernnebensprechdämpfung und Wellendämpfung und könnte somit auch als Far-End-ACR bezeichnet werden. Der ELFEXT ist eine errechnete Größe, die das Verhältnis des übersprechenden Störpegels zum Empfangspegel definiert.

$$ELFEXT_{(f)} = FEXT_{(f)} - \alpha_{(f)}$$

## Power Sum NEXT – PSNEXT (dB)

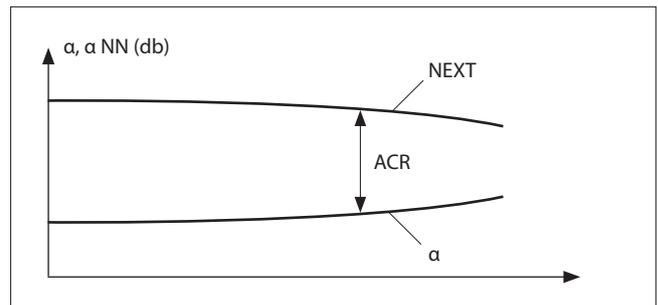
Bildet die Leistungssumme des Nahnebensprechens. Es handelt sich dabei um die Summe von allen Störsignalen, die in ein Leiterpaar eingekoppelt werden. Bei 2-paarigen Kabeln entspricht das PSNEXT dem NEXT. Bei höher paarigen Kabeln wird der Unterschied immer größer, da die Störsignale von allen benachbarten Aderpaaren in ein Leiterpaar eingestreut werden.

## Attenuation to Crosstalk Ratio – ACR (dB)

Der ACR-Wert ist eine Kenngröße zur einfachen Bewertung der Übertragungsqualität eines Kabels. Im Detail bedeutet dies das Verhältnis zwischen der Stärke des ankommenden Nutzsignales und des störenden Rauschsignales eines benachbarten Aderpaares.

$$ACR_{(f)} = NEXT_{(f)} - \alpha_{(f)}$$

Wichtig ist hierbei, dass das Nutzsignal stets größer ist als das Rauschsignal, welches durch einen positiven ACR-Wert erkennbar ist. Empfohlen wird, dass der ACR-Wert eines LINKs bei der höchsten Signalübertragungsfrequenz  $\geq 4$  dB beträgt.



## LAN - WESENTLICHE KABELPARAMETER

### Rückflussdämpfung – RL (dB)

Kommt es in einem Kabelsystem (z. B. zwischen Kabel und einer Komponente) zu unterschiedlichen Wellenwiderständen bzw. Inhomogenitäten, wird ein Teil der eingespeisten Signalenergie an dieser Störstelle reflektiert (= Rückstreuung). Die Rückflussdämpfung ist das Verhältnis von eingespeister Energie zu rückgestreuter Energie und spiegelt die Gleichmäßigkeit eines Kabels oder einer Übertragungsstrecke wider. Um eine einwandfreie Übertragung zu gewährleisten, müssen solche Reflexionen so gering wie möglich gehalten werden.

### Delay Skew (ns)

Delay Skew ist der Unterschied zwischen Signallaufzeiten in den einzelnen Paaren eines Kabels (bedingt durch unterschiedliche Aderpaarverdrillung). Dieser Wert – er soll möglichst klein sein – spielt bei mehrstufigen Übertragungsverfahren eine wichtige Rolle, da die Laufzeitdifferenz vom Empfänger (Receiver) ausgeglichen werden muss.

### Nominal Velocity of Propagation – NVP (%)

Dieser Wert gibt die Geschwindigkeit an, mit der sich das elektrische Signal im Kabel ausbreitet. Ausgedrückt in Prozent steht dieser Wert im Verhältnis zur Lichtgeschwindigkeit im Vakuum. Der NVP-Wert eines Kabels wird auch zur Längenermittlung verlegter Kabel benötigt und wird auch Verkürzungsfaktor genannt.

$$\text{NVP} = \frac{\text{Ausbreitungsgeschwindigkeit des Impulses}}{\text{Geschwindigkeit des Lichts im Vakuum}} \times 100 \%$$

für NVP = 77 % ergibt sich eine Laufzeit von ca.  $0,33 / \text{NVP}$   
= 4,2 ns / m

### Transferimpedanz – R<sub>K</sub> (Ω/m)

Mit der steigenden Übertragungsfrequenz bei Datenleitungen gewinnt die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) immer mehr an Bedeutung. Um die Kabel vor unerwünschten Störeinflüssen zu schützen bzw. um die umliegenden elektrischen Einrichtungen vor den Störaussendungen des Kabels zu schützen, wird bei Datenleitungen immer mehr auf eine ausreichende Feldabschirmung geachtet.

Jeder stromdurchflossene Leiter erzeugt ein elektromagnetisches Feld. Das magnetische Feld eines Aderpaares wird weitgehend durch das Verdrillen der Adern kompensiert, das elektrische hingegen durch Aufbringen eines Folien- und/oder Geflechschirms. Die Transferimpedanz (Kopplungswiderstand) ist frequenzabhängig und nimmt linear mit der Kabellänge zu. Angegeben wird der Kopplungswiderstand daher in mΩ/m; er soll möglichst klein sein. Je kleiner der Kopplungswiderstand ist, umso effizienter ist die Schirmwirkung und trägt somit wesentlich zur Optimierung der EMV-Werte einer Gesamtanlage bei.

Wichtig für die Wirkung einer Abschirmung ist auch die Wahl und Güte des Erdungspunktes, der für den gesamten Frequenzbereich möglichst niederohmig sein soll.

Durch Verwendung einer 2-fach Schirmung (Folien- und Gesamtschirm) können insbesondere im höheren Frequenzbereich bessere Schirmwirkungen erzielt werden.

Die Wirksamkeit des Kabelschirms lässt sich durch die Transferimpedanz darstellen: je kleiner der Wert der Transferimpedanz desto größer die Schirmwirkung

