

10 Installationstechnik

10.1 Verkabelung

Um eine fehlerfreie Funktion der LAN-Installation zu gewährleisten, müssen die richtigen Leitungstypen ausgewählt werden. Je nach Installationsort, -weg, -länge und -funktion können verschiedene Leitungen verwendet werden. Es gibt viele verschiedene Arten von EDV-Leitungen, so dass jeweils vor Beginn einer Installation zunächst der richtige Kabel- bzw. Leitungstyp für den entsprechenden Bedarf ermittelt werden muss. Auch die Leitungsführung und die Handhabung der Leitung sind zu beachten. Hier gibt es bei der Installation vieles zu beachten, so dass es zu keiner Funktionsbeeinträchtigung kommt. Nachfolgend werden die verschiedenen Installationsleitungen, die im EDV-Bereich bzw. bei einer strukturierten Verkabelung eingesetzt werden, erläutert sowie die zu berücksichtigenden Punkte bei den auszuführenden Installationsarbeiten aufgezeigt.

10.2 Kabel und Leitungen für die LAN-Vernetzung

Für Netzwerke wurden anfangs Koaxialkabel eingesetzt, da nur mit diesen Leitungen die geforderten Signalübertragungsraten erreicht werden konnten. So wurden bis vor Weilen noch Koaxialkabel eingesetzt, da durch die eingesetzte Übertragungstechnik über die verdrehten Leitungen nicht die geforderten Übertragungsgeschwindigkeiten erreicht werden konnten. Mittlerweile werden fast nur noch Leitungen mit Paarverseilung (twisted pair) eingesetzt. Es hat sich herausgestellt, dass gerade paarweise verseilte Leitungen ihre Vorzüge haben.

So können nun Übertragungsraten bis zu 10 GBit/s erreicht werden. Im Zuge der Umstellung auf twisted pair Leitungen wurde auch die für Koaxial-Installationen realisierte Bustopologie durch die wesentlich flexiblere Sterntopologie abgelöst. Einer der wesentlichen Vorteile ergibt sich indessen aus der Nutzung von vier-paarigen Leitungen. Bei den paarverseilten Leitungen handelt es sich um so genannte symmetrische Kupferleitungen, die aus zwei gegeneinander verdrehten Adern bestehen (siehe Abbildung 10-1). Im Gegensatz zu Koaxialleitungen arbeiten die symmetrischen Leitungen bezugspotentialfrei. Der Vorteil dieses symmetrischen Leitungsaufbaus liegt in der Unempfindlichkeit gegenüber Störungen. So sind die Verseilung sowie das Fortführen der Verseilungen in den Anschlusspunkten eines der wichtigsten Eigenschaften für die Tauglichkeit der Leitung für hohe Übertragungsgeschwindigkeiten.

10.2.1 Verseilung innerhalb von Leitungen

Die Verseilung von Kabeln und Leitungen beschreibt die Anordnung der Adern zueinander. Die isolierten Adern sind miteinander verdreht. Bei symmetrischen Kupferadern wird die Technik des Verseilens verwendet. Dadurch ergibt sich ein symmetrischer Aufbau, der die Aufnahme von Störsignalen zum größten Teil verhindert. Störsignale,

die auftreten können, stammen z.B. von Geräten, die in der Nähe platziert sind oder von Leitungen die in unmittelbarer Nähe liegen.

Leitungen können aber auch als Störsender auftreten, weil jedes Adernpaar elektrische Signale sowohl aussenden als auch empfangen, also wie eine Antenne wirken kann. Signale, die über Adern gesendet werden, können in benachbarte Leitungen kapazitiv, induktiv oder galvanisch eingekoppelt werden.

Durch die Verseilung von Adern sind diese nahezu unangreifbar für Störungen, da sich jede eingestreute Störung durch die Verseilung aufhebt. Des Weiteren sind die Leitungen durch die Verseilung immer nur für kurze Strecken der Störung zugewandt, so dass kaum Störungen eingestrahlt werden können.

Um das Übersprechen innerhalb einer Leitung von einem Adernpaar auf das andere so gering wie möglich zu halten, werden die Adernpaare mit verschiedenen Schlaglängen verseilt. Um gute Leitungseigenschaften zur Übertragung hoher Frequenzen zu erreichen, muss der Hersteller des Kabels auf möglichst geringe Abweichung der Schlaglänge achten.

Es gibt verschiedene Arten der Verseilung, die für die Leitungen bzw. Adernpaare unterschiedliche Übertragungseigenschaften bewirken. Vor allem die Kapazität der Leitung wird beeinflusst. Je nach Art der Verseilung ist diese höher oder niedriger. Je größer die Kapazität ist, desto kürzer ist der maximale Kabelweg, der verlegt werden kann. Je geringer die Kapazität ist, desto länger darf der Kabelweg sein. Bei der Auswahl der richtigen Verseilung braucht der Installateur sich jedoch keine Gedanken machen, da, wie später beschrieben, die Leitungen in Klassen eingeteilt sind und der Kabel- und Leitungshersteller die Verseilungen so herstellen muss, dass die Leitung den geforderten Spezifikationen entspricht. Wichtig ist jedoch zu wissen, dass auch bei den Anschlussarbeiten die Verseilung fortgeführt werden muss.

Abbildung 10-1 zeigt eine Paar-Verseilung, im englischen auch Twisted Pair genannt.



Abb. 10-1: Paarverseilung



Abb. 10-2: Paarverseilungen innerhalb einer Leitung

10.2.2 Schirmung von Leitungen

Um die Einhaltung der Grenzwerte der Europeanorm EN 55022 für die Ein- und Abstrahlung elektromagnetischer Felder zu gewährleisten, werden die Leitungen geschirmt. Die Schirmung von Kabeln und Leitungen sowie von einzelnen Adernpaaren hat Einfluss auf mehrere Leitungsparameter wie z.B. Nebensprechdämpfung (siehe spätere Erläuterungen). Zwei unterschiedliche Schirmungsarten sind für Signalübertragungsleitungen für die einzelnen Doppeladern oder als Gesamtschirmung für die Leitung üblich. Diese Schirmungstechniken werden einzeln oder kombiniert verwendet.

Die gebräuchlichsten Abschirmungen sind:

Aluminium-Folienabschirmung

Es handelt sich um laminierte Alufolie, die mit einer Polyesterfolie verbunden ist. Die Folie bietet gute Schirmungseigenschaften gegenüber elektromagnetischen Feldern und wird hauptsächlich zur Einzelschirmung von Kupferdoppeladern verwendet. Wichtig beim Anschluss ist, dass die Folie nur so wenig wie möglich abgewickelt wird.

Kupfergeflecht

Es handelt sich um ein verzinnertes Kupfergeflecht. Der Bedeckungsgrad muss größer als 80% sein, da eine Verwendung sonst nicht sinnvoll ist. Die Abschirmungswirkung gegenüber elektromagnetischen Feldern ist befriedigend. Vorteil des Kupfergeflechtes ist die hohe mechanische Festigkeit bei dennoch großer Beweglichkeit. Das Kupfergeflecht wird hauptsächlich für Kabelgesamtschirmungen verwendet. Der Anschluss an die Erdung erfolgt durch direktes Anklemmen.

Kombinierte Schirme

Es handelt sich um eine Kombination aus den zuvor erwähnten Abschirmungen (Aluminium-Folienabschirmung und Kupfergeflecht). Dadurch werden Bedeckungsgrade von 100% erreicht. Diese Art von Abschirmung wird bei hochwertigen Datenkabeln angewendet und bildet die nahezu ideale Realisierung der Schirmung. Die Eigenschaften beider Schirmungsarten ergänzen sich über den gesamten relevanten Frequenzbereich optimal.

Schirmgüte

Der Koppelwiderstand ist ein Maß für die Güte des Schirms. Er wird auch als Schirmkoppelimpedanz oder Transferimpedanz bezeichnet. Sie beschreibt das Verhältnis zwischen der längs des Schirms induzierten HF-Störspannung und dem über den Schirm fließenden HF-Störstrom. Demzufolge ist die Schirmwirkung umso besser je kleiner die Transferimpedanz ist. Die Grenzwerte der Transferimpedanz ist in der EN 50173 festgelegt, und sollte $50\text{m}\Omega/\text{m}$ bei 1 MHz und $100\text{m}\Omega/\text{m}$ bei 10MHz nicht

überschreiten. Diese Werte lassen sich jedoch nur durch Schirmungsaufbauten wie z.B. doppeltes Aluminiumband mit kreuzweiser Verseilung erreichen.

Wichtig ist bei der Schirmung, dass diese in den Anschlusspunkten fortgeführt wird.

10.2.3 Bauarten von paarverseilten (Twisted Pair) Leitungen

Aufgrund der immer größeren geforderten Übertragungsraten innerhalb der Netze hat sich bei den paarverseilten (Twisted Pair) Leitungen eine rasante Entwicklung vollzogen. So haben sich unterschiedliche Leitungstypen gebildet, die sich vorwiegend in ihren Abschirmungen unterscheiden. Differenziert werden die Typen in UTP (unshielded twisted pair) und FTP (shielded twisted pair) Leitungen. Während die UTP-Leitungen überhaupt keine Schirmungen haben sind bei den FTP die verseilten Adernpaare jeweils geschirmt. Weiterhin gibt es noch Leitungen mit einem Gesamtschirm für alle verdrehten Adernpaare. Die unterschiedlichen Bauarten der Leitungen haben einen wesentlichen Einfluss auf die Störleistungsunterdrückung und damit die Störsicherheit der Leitungen. Die Bezeichnungen der Kabel- und Leitungen sind nach ISO/IEC 11801:2002 standardisiert. In der Abbildung 10-3 wird die Aufschlüsselung der Bezeichnungen dargestellt:

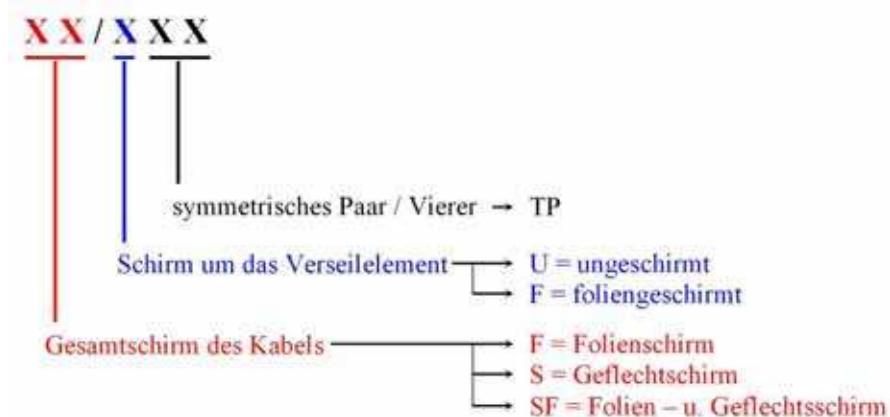


Abb. 10-3: Darstellung der neuen Kabelbezeichnungen nach ISO/IEC 11801:2002

Neben den oben genannten Kabelbezeichnungen findet man jedoch auch weitere Abkürzungen, die nicht der Norm unbedingt entsprechen. In der Tabelle 10-1 sind einige Beispiele aufgeführt. Diese Abkürzungen sind noch sehr geläufig, da nicht alle Kabel- und Leitungshersteller sich an die ISO/IEC11801:2002 halten. Oft werden Leitungen auch für ausländische Märkte mit eigenen Bezeichnungen produziert, weshalb nicht alle Leitungen einheitlich gekennzeichnet werden. Gerade zusätzliche Abkürzungen, die Angaben über das Brandverhalten der Leitung wie z.B. Rauchentwicklung und Halogenfreiheit enthalten, können bei der Auswahl des richtigen Typs verwirren. Die

Berücksichtigung von derartigen Kriterien ist jedoch wichtig, da der Einsatz von halogenfreien und flammenhemmenden Leitungen von vielen Planern gerade in öffentlichen Gebäuden gefordert wird.

Abkürzung	Englische Bedeutung	Deutsche Bedeutung
STP	Shielded Twisted Pair	Paargeschirmtes Datenkabel
S	Screen	Gesamtschirm aus Geflecht oder Folie
HS	High Screen	Gesamtschirm aus Folie und Geflecht
SS	Super Screen	Gesamtschirm und Paarabschirmung
PiMF		Paarweise in Metallfolie
FRNC	Flame Retardant Non Corrosive	Flammenhemmend und nicht ätzend
FR/LSOH	Flame Retardant/Low Smoke Zero Halogen	Flammenhemmend, geringe Rauchentwicklung und Halogenfrei
LSZH	Low Smoke Zero Halogen	Geringe Rauchentwicklung und halogenfrei

Tabelle 10-1: Leitungs- und Kabelbezeichnungen

Im Folgenden sind die unterschiedlichen Bauarten von paarverseilten Leitungen für die EDV nochmals dargestellt:

UTP – Nicht abgeschirmte Leitung mit nicht abgeschirmten verdrehten Adernpaaren (Unshielded Twisted Pair)

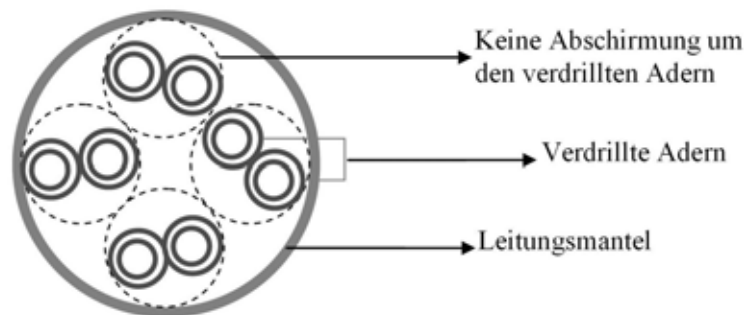


Abb. 10-4: Darstellung des Aufbaus einer UTP-Leitung

UTP-Leitungen gehören in Deutschland der Vergangenheit an. Während sie in anderen Ländern zum Teil noch vorzugsweise eingesetzt werden, kommen sie in deutschen LAN-Installationen nicht vor. Trotzdem tauchen sie immer wieder auf wie z.B. als Zubehör-Leitung bei DSL-Modems. Hier kann es schnell vorkommen, dass ungeeignete Leitungen zusammen in einer Kiste mit den anderen Leitungen landen und der Einsatz dieser Leitungen in den Installationen evtl. zu Fehlern führt.

S / UTP – Leitung mit Gesamtschirm aus Kupfergeflecht und mit nicht abgeschirmten verdrehten Adernpaaren (Screened / Unshielded Twisted Pair)

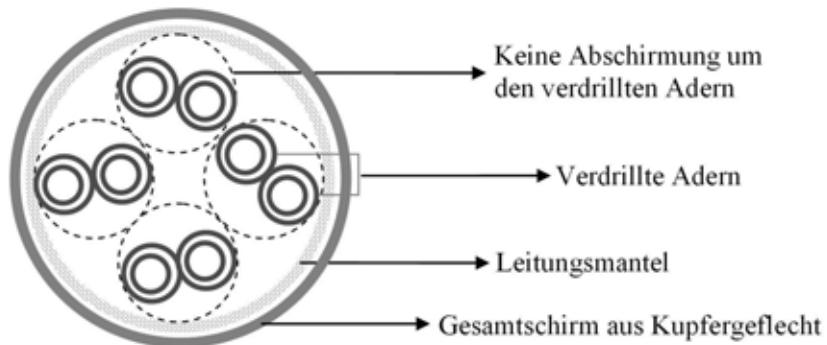


Abb. 10-5: Darstellung des Aufbaus einer S / UTP-Leitung

S / UTP - Leitungen haben zur Reduktion von äußeren Störeinflüssen einen Gesamtschirm für alle verdrehten Adernpaare, der aus einem Kupfergeflecht besteht.

F / UTP – Leitung mit Gesamtschirm aus Folie mit nicht geschirmten verdrehten Adernpaaren (Foil Shielded / Unshielded Twisted Pair)

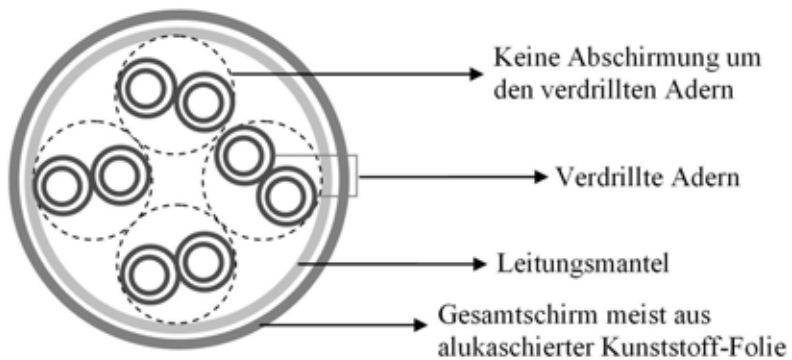


Abb. 10-6: Darstellung des Aufbaus einer F / UTP-Leitung

SF / UTP – Leitung mit Gesamtschirmung aus Kupfergeflecht und Folie mit nicht geschirmten verdrehten Adernpaaren (Screened / Foil shielded Twisted Pair)



Abb. 10-7: Darstellung des Aufbaus einer SF / UTP-Leitung

FTP – Leitung ohne Gesamtabschirmung, aber mit einzelnen Folien-geschirmten verdrehten Adernpaaren (Foil shielded Twisted Pair)

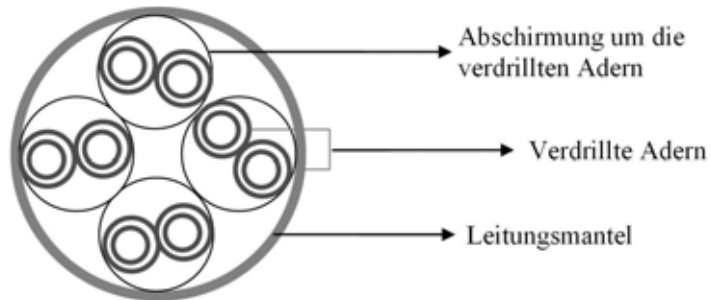


Abb.10-8: Darstellung des Aufbaus einer FTP-Leitung

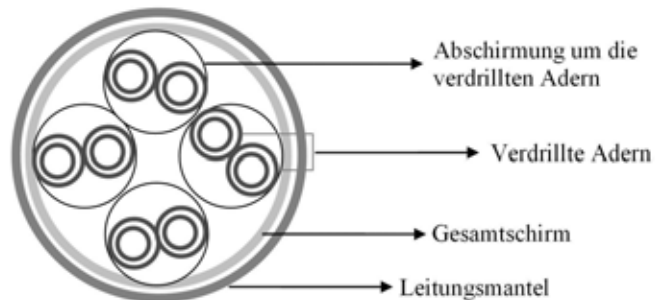


Abb. 10-9: Darstellung des Aufbaus einer F / FTP-Leitung

10.2.4 Mehrpaarige Datenleitungen

Neben den Standard-Leitungen, die mit 4 paarverseilten Adernpaaren versehen sind (Simplex), gibt es noch weitere Formen von Leitungen wie z.B. die Duplex-Leitungen, die aus 2 einzelnen 4-paarigen Leitungen mittels Steg zu einer Leitung zusammengefasst sind und somit 8 Paare enthalten (siehe Abbildung 10-10).



Abb. 10-10: Darstellung einer Duplex-Leitung

Triplex-Leitungen bestehen zudem aus 3 zusammengefassten Einzel-Leitungen und enthalten somit insgesamt 12 Adernpaare. Die Leitungstypen Duplex- und Triplex-bieten gegenüber den Simplex-Leitungen bei den Installationsarbeiten einen wesentlichen Vorteil, da der Installationsaufwand geringer ist als wenn die Leitungen einzeln gelegt werden müssen.

Gerade bei Installationsarbeiten mit Doppel-Anschlussdosen sind Duplex-Leitungen sinnvoll, da nur eine Leitungsführung notwendig ist. Zu bedenken ist jedoch, dass Simplex-Leitungen nicht so sperrig und deshalb einfacher zu verlegen sind. In der Abbildung 10-11 und Abbildung 10-12 ist der Aufbau einer Simplex-Leitung und einer Duplex-Leitung dargestellt.



Abb. 10-11: Darstellung des Aufbaus einer F / FTP-Simplex-Leitung

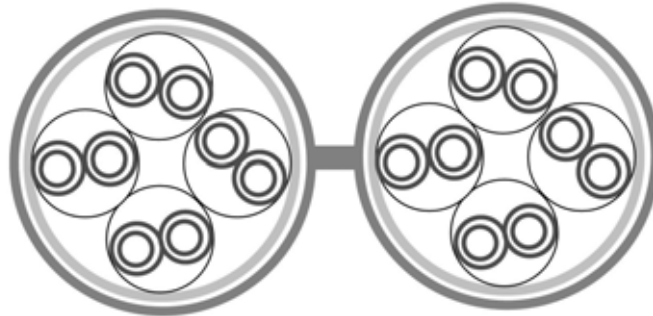


Abb. 10-12: Darstellung des Aufbaus einer F / FTP-Duplex-Leitung

In der Abbildung 10-13 und Abbildung 10-14 ist der Aufbau einer Triplex-Leitung in zwei Formen dargestellt. Aufgrund der gegebenen Leitungsstruktur lässt sich das Leitungsgebilde zu einer runden oder einer flachen Stegleitung formen und ist deshalb leichter den gegebenen Leitungsführungen anzupassen.

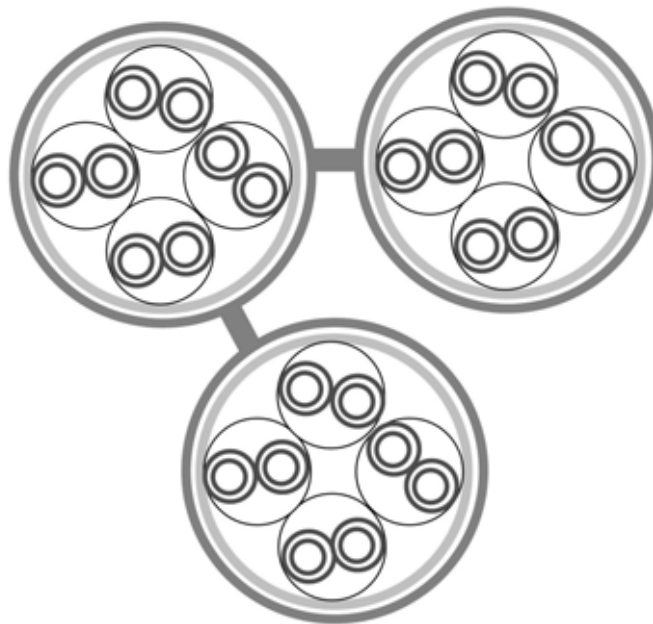


Abb. 10-13: Darstellung des Aufbaus einer F / FTP-Triplex-Leitung zu einer runden Leitung geformt



Abb.10-14: Darstellung des Aufbaus einer F / FTP-Triplex-Leitung zu einer Stegleitung geformt

10.2.5 Amerikanische Durchmesserangaben (AWG)

Neben der Angabe des Kabel- bzw. Leitungsaufbaues wird bei Leitungsbezeichnungen meist auch die Stärke der Kupferader mit aufgeführt. Diese wird in Form eines AWG-Wertes angegeben. AWG steht für American Wire Gauge (Amerikanisches Drahtmaß) und definiert den Drahtdurchmesser der Kupferader. In der Tabelle 10-2 wird der Zusammenhang zwischen den einzelnen Werten der gebräuchlichsten Datenkabel dargestellt.

AWG-Wert	Leiterdurchmesser in mm	Leiterquerschnitt in mm ²	Leiterwiderstand in Ω / km
20	0,812	0,519	34,55
21	0,723	0,412	44,0
22	0,644	0,325	54,8
23	0,573	0,259	70,1
24	0,511	0,205	89,2
25	0,455	0,163	111,0
26	0,405	0,128	146,0

Tabelle 10-2: Amerikanisches Drahtmaß