

Verkabelung und Vermittlung



Link-Klassen und Kabelkategorien



- Der Standard EN 50173 definiert Link-Klassen (A...F), die verschiedene Bandbreiten übertragen können (A=100KHz, Telefonie bis F=600MHz Gigabit-Ethernet).
- Nach TIA/EIA unterscheidet man Kabel-Kategorien (z.B. Kat. 3 bis 16MHz, Kat.5 bis 100MHz und Kat.7 bis 600Mhz).
- Damit ergibt sich folgende Nutzungs-Matrix (Distanzen):

Kategorie	Klasse A	Klasse B	Klasse C	Klasse D
3	2 km	500m	100m	--
4	3 km	600m	150m	--
5	3 km	700m	160m	100m
6	Nur Klasse E: 100m			
7	Nur Klasse F: 100m			
--	Glasfaser: Multimode 2 km, Monomode 3 km			

Verdrillte (symmetrische) Kupferkabel

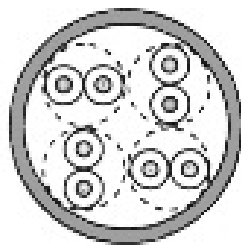


- Twisted Pair ist die generelle Bezeichnung für verdrillte Doppelleitungen mit 2,4,6 ... $2n$ Adern.
- Durch die symmetrisch verdrillte Anordnung heben sich die elektromagnetischen Felder, die von den stromdurchflossenen Adern ausgehen, weitgehend auf.
- Es werden dabei ungeschirmte Kabel (UTP = unshielded twisted pair) und geschirmte Kabel (STP = shielded twisted pair) unterschieden.
- Bei mehreren Aderpaaren kann auch das gesamte Kabel zusätzlich geschirmt werden (S-UTP oder S-STP, das S steht für screened).

Arten von Twisted Pair Kabeln

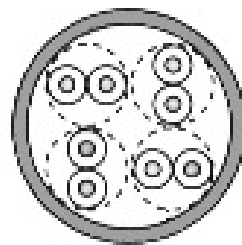


Diese Art der Verkabelung ist die heute am häufigsten anzutreffende in Gebäuden.



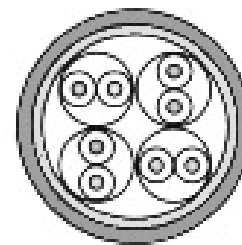
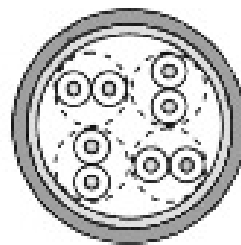
UTP

Unshielded
Twisted Pair



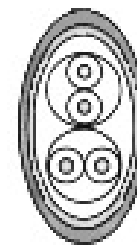
S/UTP

Screened/Unshielded
Twisted Pair
(FTP und S/FTP)



S/STP

Screened
Shielded
Twisted Pair



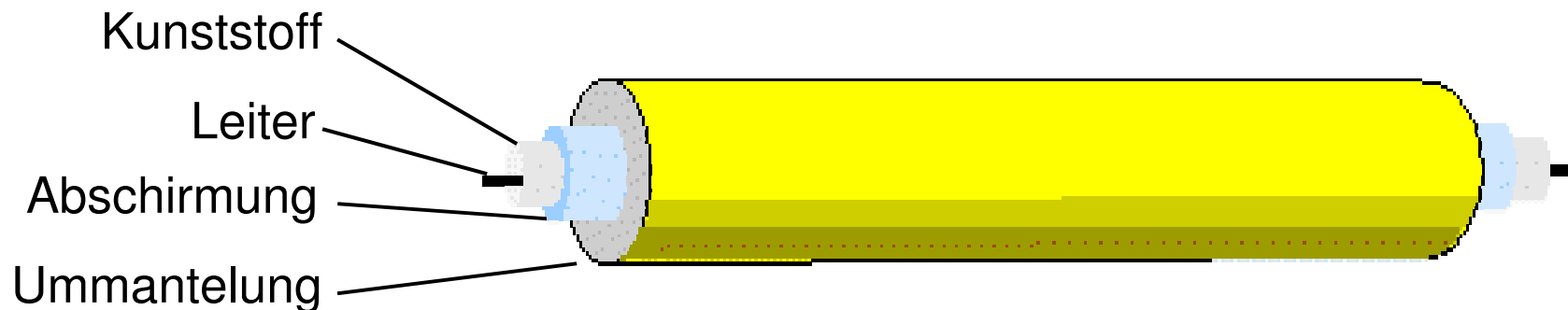
ITP

Industrial
Twisted
Pair

Koaxialkabel



- Ein Koaxialkabel besteht aus einem zentralen Innenleiter und einem konzentrischen Außenleiter.
- Beide Leiter sind durch ein Dielektrikum (Isolator) getrennt.
- Der Außenleiter dient als Abschirmung, der den signaltragenden Innenleiter vor Störstrahlung schützt.



Lichtwellenleiter

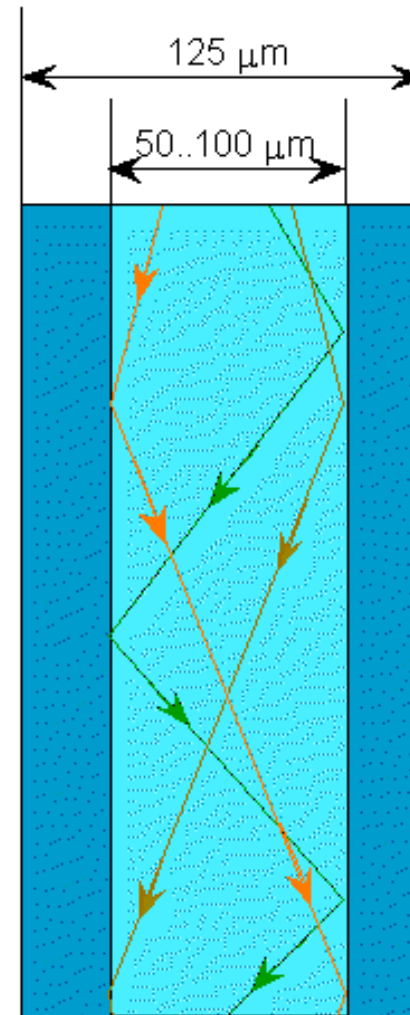


- Die Kerntechnologie der Lichtwellenleiter beruht auf dem physikalischen Prinzip der Totalreflexion, der Brechung des Lichts an der Grenzschicht zweier optisch transparenter Medien mit verschiedenen Brechungsindices.
- In einem Lichtwellenleiter bestehen diese Medien meist aus Quarzglas und werden als Kern und Mantel bezeichnet.
- Ein Lichtstrahl, der nicht parallel zur Faserachse verläuft, wird beim Auftreffen auf die Grenzschicht gebrochen.
- Der Winkel muß dazu \leq dem Akzeptanzwinkel des Leiters sein, der sich durch die Differenz der Brechungsindices zwischen Kern und Mantel berechnet.

Multimode Stufenindexfaser



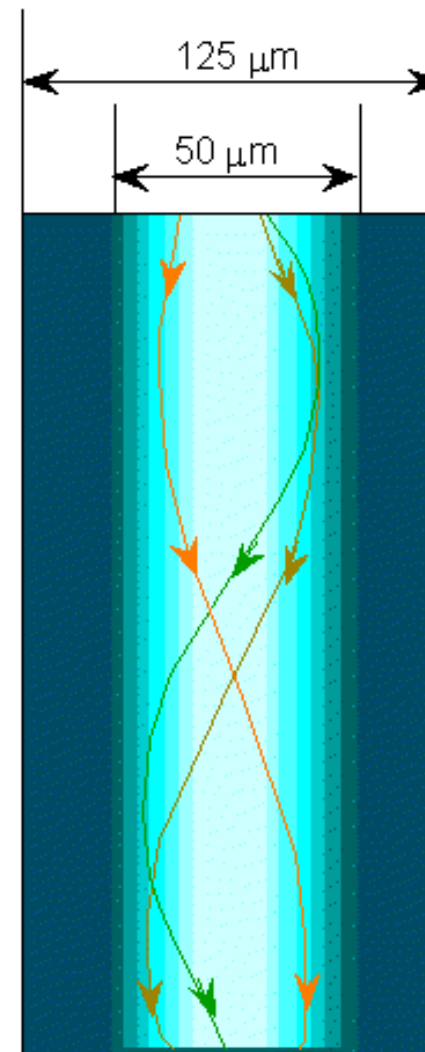
- Eine Multimodefaser hat einen relativ großen Kerndurchmesser.
- Es können mehrere Strahlen (Modes) in verschiedenen Winkeln eingespeist werden.
- Strahlen entlang der Faserachse sind Strahlen niedrigen Modes und erreichen schneller den Empfänger als Strahlen hohen Modes, die oft gebrochen werden.
- Da meist mehrere Strahlen zur Signalübertragung genutzt werden, führt der Zeitunterschied zu Signalunschärfen.



Multimode Gradientenindexfaser



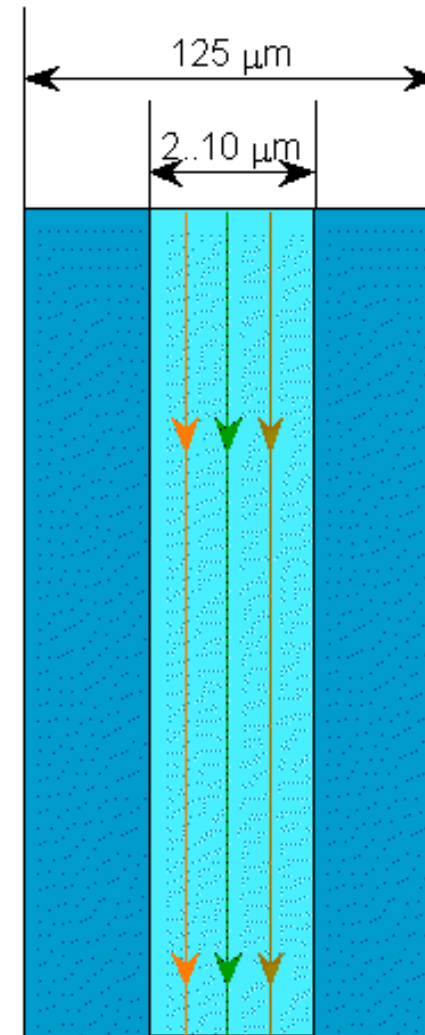
- Eine neuere Entwicklung der Multimodefaser stellt die Gradientenindexfaser dar.
- Bei ihr wird durch unterschiedliche Brechungsindices im äußeren Kernbereich ein sinusförmiger Strahlenverlauf erreicht.
- Strahlen, die häufig den Randbereich der Faser durchlaufen, können ihn aufgrund der geringeren Dichte schneller durchqueren.
- Die Zeitdifferenz zwischen den verschiedenen Modes ist bei der Gradientenindexfaser geringer.



Monomodefaser



- Eine Monomodefaser hat einen wesentlich geringeren Kerndurchmesser.
- Es können nur wenige Strahlen gleichzeitig parallel zur Faserachse eingespeist werden.
- Eine signifikante Zeitdifferenz bei der Strahlenlaufzeit gibt es nicht.
- Diese Technik ist wesentlich teurer als der Einsatz von Multimodefasern, da zum Einspeisen des Lichts Laserdioden und nicht LEDs (wie bei Multimodefasern) verwendet werden.



Bitfehlerwahrscheinlichkeit



- Bitfehlerwahrscheinlichkeit nennt man die Wahrscheinlichkeit, dass ein Bit fehlerhaft beim Empfänger ankommt.
- Typische Bitfehlerwahrscheinlichkeiten für die Übertragung auf verschiedenen Medien sind:
 - 10^{-5} im analogen Fernsprechnet
 - $10^{-6} - 10^{-7}$ im digitalen ISDN-Netz
 - 10^{-9} bei Koaxialkabeln im LAN
 - 10^{-12} bei Lichtwellenleitern

Arten der Vermittlung



- Der Begriff „Vermittlung“ beschreibt die Art und Weise, wie ein Übertragungspfad zwischen Sender und Empfänger in einem Kommunikationssystem hergestellt wird.
- Folgende Arten werden unterschieden:
 - Leitungsvermittlung (circuit switching)
 - Nachrichtenvermittlung (message switching)
 - Paketvermittlung (packet switching)
 - Fast Packet Switching: Frame Relay und Cell Relay

Leitungsvermittlung



- Zum Aufbau einer Verbindung wird ein fester Leitungsweg hergestellt.
- Dieser steht für die gesamte Dauer der Verbindung zur Verfügung.
- Die Verbindung wird ausschließlich für die Kommunikation zwischen den jeweiligen Partnern genutzt.
- Es handelt sich um einen verbindungsorientierten Dienst.
- Anwendung: Telefonie, ISDN



- Die Nachricht kann variable Länge haben und wird komplett übermittelt.
- Sie muss bei dem empfangenden Vermittlungsknoten vollständig eingegangen sein, bevor die Weiterleitung über die nächste Teilstrecke zum nächsten Vermittlungsknoten oder zum Empfänger begonnen wird (Store-and-Forward-Prinzip).
- Es muss dafür in jedem Vermittlungsknoten genügend Speicherkapazität zur Verfügung stehen.
- Es handelt sich um einen verbindungslosen Dienst.
- Analogie: SMS, MMS

Paketvermittlung



- Die Nachricht wird in **Pakete** mit **fester, maximaler Länge** zerlegt, die als Einheiten vom Sender zum Empfänger transportiert werden.
- Relays benutzen „hold-and-forward“ pro Paket oder Paketgruppe, bis ein Sendepuffer „voll“ ist.
- Der Empfänger muss die einzelnen Pakete nach Erhalt zu der ursprünglichen Nachricht zusammensetzen.
- Pakete verschiedener Nachrichten können verschachtelt übertragen werden.
- Es werden zwei Betriebsweisen unterschieden:
 - der verbindungslose Dienst (Datagramm-Dienst) und
 - der verbindungsorientierte Dienst (virtuelle Verbindung)

Fast Packet Switching



- Frame Relay: Die Nachricht wird in **Frames** (PDUs) variabler Länge aufgeteilt.
- Cell Switching: Die Nachricht wird in **Zellen** mit fester, relativ geringer Länge aufgeteilt
- Beide Verfahren nutzen einfache, kurze Header oder Labels und sind schnell (hold-and-forward).

Vergleich der Vermittlungstechniken



Technik	Latency	Zwischenspeicherung	PDU
Leistungsvermittlung	Minimal	Gibt es nicht	Gibt es nicht
Nachrichtenvermittlung	Hoch	Store-and-forward	Variable Länge
Paketvermittlung	Mittel	Hold-and-forward	Variable Länge
Frame Relay	Klein	Hold-and-forward	Variable Länge
Cell Relay	Sehr klein	Hold-and-forward	Feste Länge

Quelle: Stein, Taschenbuch Rechnernetze und Internet