

2.3) Übertragungsmedien

Die Übertragungsmedien sind die Straßen der Daten. Der Aufbau dieser Straßen muss sehr gut geplant werden, um alle aktuellen Anforderungen bzw. eventuelle zukünftige Anforderungen ohne großartige Veränderungen zu erfüllen.

Als **Maßeinheit für die Übertragungsgeschwindigkeit** werden die Werte in **bit/s, b/s bps, -> also Bit pro Sekunde** angegeben. Achtung: Nicht zu verwechseln mit **Byte/s -> Byte pro Sekunde!!**

$$C = D/t \text{ (bits)/(s)}$$

1) Rechenbeispiel:

Es werden 100MB in 10s übertragen. Wie hoch ist die Übertragungsgeschwindigkeit?

- $D=100\text{MByte}$
- $t=10\text{s}$

Rechenschritt	Berechnung
D umwandeln in bits	$100*1024*1024*8 = 838860800 \text{ bits}$
C berechnen	$C=D/t=(838860800)/10=83886080 \text{ (bit)/(s)}$
C umwandeln in Mbit/s	$(83886080)/(1024)/(1024)=80 \text{ (Mbit)/(s)}$

2) Rechenbeispiel:

Max hat eine Datentransferrate von 10Mbit/s Download und 2Mbit/s Upload.

a) Wie lange braucht er, um 10MB runterzuladen?

- $D=10\text{MB}$
- $C=10\text{Mbit/s}$

Rechenschritt	Berechnung
D umwandeln in bits	$10*1024*1024*8 = 83886080 \text{ bits}$
C umwandeln in bit/s	$10*1024*1024=10485760 \text{ (bit)/(s)}$
Formel umformeln	$t=(D)/(C) \text{ (bits)}/((bit)/s)$
In Formel einsetzen	$t=83886080/10485760=8 \text{ s}$

b) Wie lange braucht er, um 10MB hochzuladen?

Rechenschritt	Berechnung
D umwandeln in bits	$10*1024*1024*8 = 83886080 \text{ bits}$
C umwandeln in bit/s	$2*1024*1024=2097152 \text{ (bit)/(s)}$
Formel umformeln	$t=(D)/(C) \text{ (bits)}/((bit)/s)$
In Formel einsetzen	$t=83886080/2097152=40 \text{ s}$

Leitergebundene Übertragung

Bei einer leitergebundenen Übertragung werden Medien in Form von Kabeln benötigt (Metallische Leiter, Glasfaser).

Ein Kabel besteht zumindest aus einer Ader (=Faser).

Mehrere Adern sind durch entsprechende Isolationsschichten getrennt.

Alle Adern wiederum werden von einem Mantel als Schutz umgeben.

Die Übertragung selbst erfolgt durch elektromagnetische Schwingungen.

Koaxialkabel

Das früher verwendete Koaxialkabel ist in modernen Netzen praktisch vollständig von Twisted Pair-Kabeln (TP) und Lichtwellenleiter (LWL) abgelöst worden.



INFOTIP

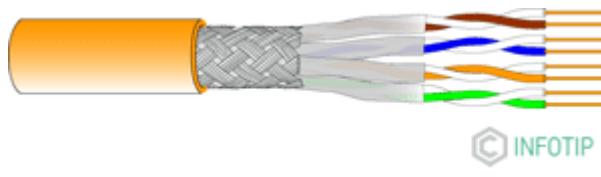
Es besteht aus

- einem Innenleiter (Kupfer, Stahlkupfer)
- einer Isolation (Dielektrikum)
- einer Abschirmung (Metallgeflecht schützt vor magnetischen Störungen -> Rauschen & Übersprechen)
- einem Mantel

Es waren bis zu 10Mbps möglich:

- Thicknet (10Base5)
- Thinnet (10Base2) - Heute noch bei Satellitenempfang im Einsatz

Twisted-Pair Kabel



INFOTIP

Twisted Pair ist ein vier-, acht- oder mehr-adriges Kupferkabel, bei dem jeweils zwei Adern miteinander verdrillt sind. Durch die Verdrillung kompensieren sich Leitungskapazität und -induktivität. Dadurch steigt die Übertragungsbandbreite und die mögliche Übertragungsreichweite wird praktisch nur durch die Dämpfung des Wirkwiderstandes begrenzt. Die Verwendung von symmetrischen Signalen (Differentialspannungen) erhöht die Festigkeit gegen elektromagnetische Störstrahlung.



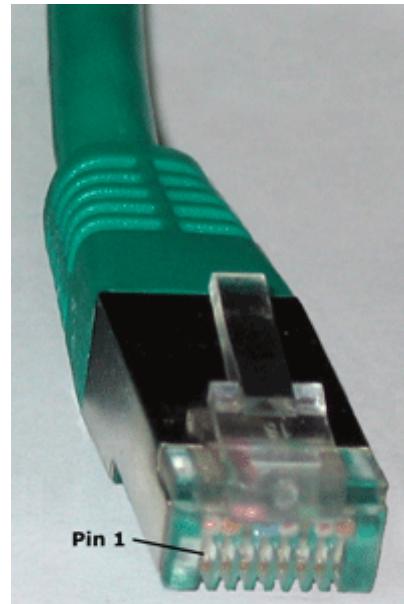
Twisted Pair-Kabel gibt es in zahlreichen Varianten. Twisted Pair-Verbindungen werden außer in der Kommunikationstechnik (Netzwerkkabel, Telefonkabel) auch bei HDMI-, DVI- und LVDS-(in LCD/Plasma-TV zwischen Signalprozessor und Display) Verbindungen eingesetzt. Die Anzahl der Leiterpaare im Kabel hängt dabei von der benötigten Datenübertragungsrate ab. In Netzwerken wird für jede Übertragungsrichtung (senden, empfangen) wird jeweils ein Adernpaar (bei 100BaseT4 und 1000BaseT jeweils zwei) genutzt. Die Übertragungsreichweite ist abhängig vom Aufbau des Kabels, von der Dämpfung (=Länge) des Kabels und von den externen Störeinflüssen. Twisted Pair-Kabel für Netzwerke gibt es in zahlreichen Varianten:

Bild	Benennung	Beschreibung
U/UTP (UTP)	U/UTP-Kabel	Unshielded/Unshielded Twisted Pair sind nicht abgeschirmte verdrillte Leitungen und gehörten früher typischerweise der CAT3 an. UTP-Kabel sollten im industriellen Bereich oder in der Datentechnik mit hohen Datenraten nicht verwendet werden.
S/UTP (S/UTP)	S/UTP-Kabel	Screened/Unshielded Twisted Pair haben einen Gesamtschirm aus einem Kupfergeflecht zur Reduktion der äußeren Störeinflüsse
F/UTP (F/UTP)	F/UTP-Kabel	Foilshielded/Unshielded Twisted Pair besitzen zur Abschirmung einen Gesamtschirm, zumeist aus einer alukaschierten Kunststofffolie
U/FTP (FTP)	U/FTP-Kabel	Unshielded/Foilshielded Twisted Pair auch genannt CAT5 oder CAT5e . Die Leitungsadern sind paarweise mit Folie abgeschirmt
S/FTP (S/FTP)	S/FTP-Kabel	Screened/ Foilshielded Twisted Pair auch genannt CAT6 sollten in Bereichen mit hoher Störstrahlung (z.B. Büros mit mehreren PCs) eingesetzt werden.
SF/FTP (SF/FTP)	SF/FTP-Kabel	Screened Foilshielded/Foilshielded Twisted Pair auch genannt CAT6e oder CAT7 besitzen eine Abschirmung für jedes Kabelpaar sowie eine doppelte Gesamtschirmung. Hierdurch kann eine optimale Störleistungsunterdrückung erreicht werden. Auch das Übersprechen zwischen den einzelnen Aderpaaren wird so wirksam unterdrückt



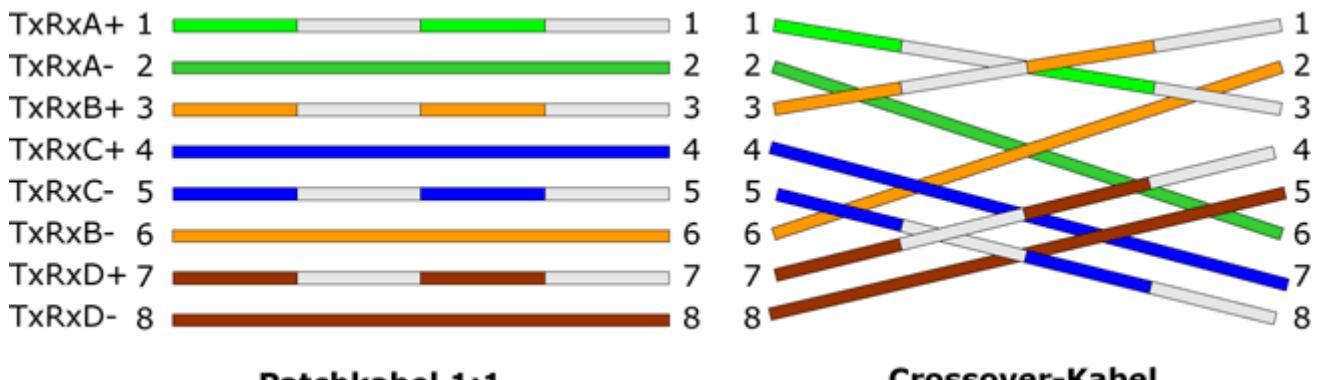
Die Preisunterschiede zwischen CAT-5e- Kabeln und CAT-7-Kabeln ist so gering, dass es sich bei Neuinstallation auf jeden Fall empfiehlt, CAT-7-Kabel einzusetzen. Dieses ist als einziges Kupfermedium in der Lage mit dem kommenden 10GBit-LAN verwendet zu werden.

Verbinder - RJ45



Der typische Standardverbinder für die Twisted-Pair-Verkabelung eines kupfergebundenen Ethernet-Netzwerkes ist der **8polige Western-Modularstecker RJ-45** (8P8C), auch RJ-48 oder RJ-49 genannt. RJ-45 Steckverbindungen können auf zwei Arten belegt sein, wobei die Belegung nach T568B am weitesten verbreitet zu sein scheint:

Belegung nach EIA/T-T568A		Belegung nach EIA/T-T568B	
Pin	Farbe	Pin	Farbe
1	weiß-grün	1	weiß-orange
2	grün	2	orange
3	weiß-orange	3	weiß-grün
4	blau	4	blau
5	weiß-blau	5	weiß-blau
6	orange	6	grün
7	weiß-braun	7	weiß-braun
8	braun	8	braun



Patchkabel 1:1

Crossover-Kabel

Bei 1:1-Verbindungen sind beide Beschaltungen sind elektrisch zueinander kompatibel. Nur bei Erweiterungen von fest verdrahteten Netzen ist festzustellen, welche Belegung bereits vorgegeben ist. Normale Verbindungskabel („Patchkabel“) mit RJ-45-Steckern sind 1:1 verschaltet, d.h. Pin 1 des einen Steckers geht auf den Pin 1 des anderen Steckers usw. Nur in besonderen Fällen, wenn z.B.

zwei Netzwerkkarten direkt miteinander verbunden werden sollen oder wenn Netzwerkkomponenten (z.B. Hubs älterer Bauart) über keinen dedizierten Uplink-Port verfügen, kann der Einsatz von Crossover-Kabeln notwendig werden.

RJ45-Stecker crimpeln



LichtWellenLeiter (LWL)

Sind mit der Netzwerkverkabelung weite Strecken zu überwinden, z.B. zwischen einzelnen Gebäuden auf einem Fabrikgelände („Campusbereich“), sind sehr hohe Datenübertragungsraten (z.Zt. bis zu 170Gb/s) gefordert oder wenn sich die Datenübertragung per Kupferkabel aus technischen Gründen (z.B. bei extremer Störstrahlung) oder aus Gründen der Sicherheit verbietet, werden Lichtwellenleiter (LWL, Glasfasern) als Übertragungsmedium eingesetzt. Die Lieferprogramme der Hersteller erlauben mittlerweile die Übertragungsstrecken bis zum Einzelplatz komplett auf der Basis von LWL auszuführen.



Funktionsweise

Aufbau und Prinzip

In einem LWL werden die Informationen nicht, wie in einem Kupferkabel, elektrisch übertragen, sondern mit **Licht**.

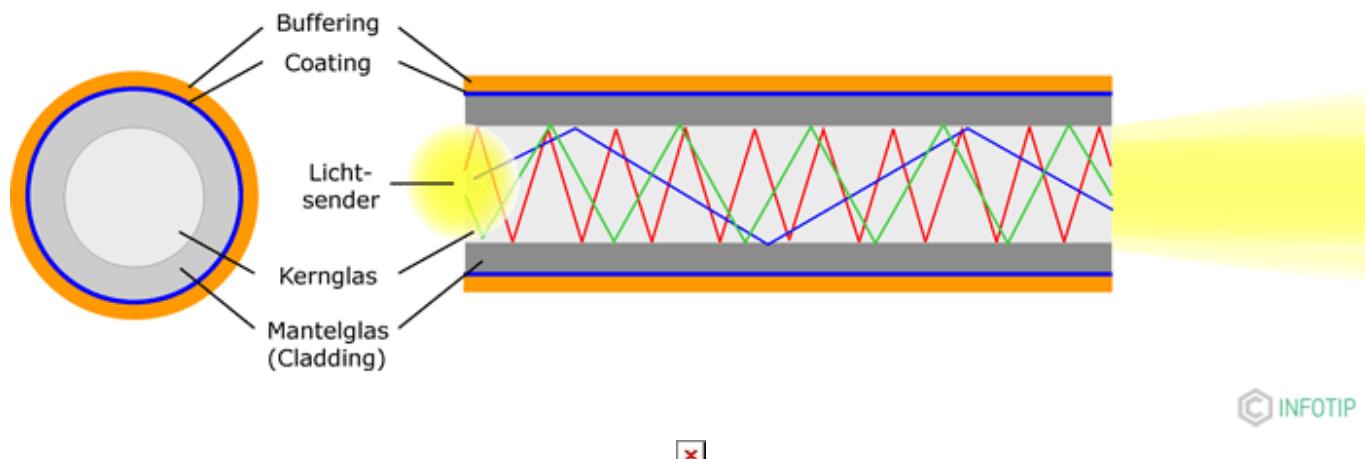
Der eigentliche LWL ist eine Faser aus Glas oder Kunststoff. Jede Faser besteht aus zwei Schichten. Der konzentrische Kern besteht aus einem optischen Material mit einem hohen Brechungsindex, das Mantelglas („Cladding“) aus einem Material mit niedrigem. Licht, das in einem bestimmten Winkelbereich auf den Übergang von Kern zum Mantel trifft wird dort vollständig reflektiert. Über solche fortlaufenden Totalreflexionen pflanzt sich das Licht durch den LWL bis zum Ende der Faser fort.

Je steiler der Einfallswinkel des Lichts bei der Einspeisung in den LWL ist, desto häufiger wird die Lichtwelle reflektiert. Mit jeder Reflektion der Lichtwelle wird der Weg, des sogenannten Modes, länger.

Licht, das wenig häufig reflektiert wird, hat einen kürzeren Weg und durchläuft die Faser schneller. Es ist Licht niedrigen Modes.

Licht, das sehr häufig reflektiert wird, hat eine niedrige Ausbreitungsgeschwindigkeit in der Faser. Es ist Licht hohen Modes.

Erzeugt die Lichtquelle des Senders ein nicht-kohärentes Licht, tritt das Licht mit einer Vielzahl unterschiedlicher Winkel in die Faser ein. Dadurch entstehen natürlich durch die unterschiedlichen Moden Laufzeitunterschiede zwischen den Signalanteilen. Ein Eingangsimpuls mit steilen Flanken wird dadurch verschliffen und in seiner Breite gedehnt. Je länger ein Kabel ist, desto höher wird auch diese sog. Dispersion (Einheit: ns/km). Die Dispersion beeinflusst direkt die Übertragungsbandbreite der Glasfaserverbindung.



INFOTIP



Da die Fasern sehr dünn und empfindlich sind, werden sie zum mechanischen Schutz mit einer Kunststoffbeschichtung („Coating“) und einem Schutzüberzug versehen. In einem LWL-Kabel können mehrere Fasern, sogar in mehreren Bündeln, zusammen gefasst sein.

Verbinde

Die Hersteller von Netzwerkzubehör bieten konfektionierte Verbindungs- und Patchkabel mit einer Vielzahl von verschiedenen Steckerformen an. Meist sind die Kabel paarweise angelegt um beide Datenflussrichtungen (TX und RX) gleichzeitig herstellen zu können.



ST



SC



FC



LC



MTRJ



MTP



INFOTIP

Vorteile

- hohe Reichweite
- hohe Übertragungsbandbreite
- Potentialfrei, daher auch für explosionsgefährdete Bereiche geeignet
- hohe Störfestigkeit, LWL können sogar zu Energieversorgungskabeln parallel verlegt werden
- hohe Abhörsicherheit

Nachteile

- Material für die Verkabelung ist teuer
- teure Verbindungstechnik
- Die Montagekosten sind wegen des höheren technischen Aufwandes höher
- komplexe und teure Messtechnik
- zusätzliche Kosten für Medienkonverter auf Kupfer-Ethernet

Leiterunggebundene Übertragung

Als leiterunggebundene Übertragung bezeichnet man eine Übertragung per

- Funk
- Ultraschall

- Infrarot
- Laser
- Licht

Drahtlose Übertragung (WLAN)

Die Übertragung von Informationen ohne Kabel ist mittlerweile in vielen Lebensbereichen als praktische Alternative eingezogen. Von der Fernbedienung eines Fernsehers über drahtlose Lautsprecher bis zum Smartphone gibt es viele Beispiele für die Umsetzung dieser Technik. Dabei werden Funksignale in frei verfügbaren Frequenzbändern anstelle von Kabeln für die Datenübertragung verwendet.

Vorteile

- Es sind keine baulichen Maßnahmen innerhalb eines Gebäudes nötig.
- Die baulichen Maßnahmen zwischen verschiedenen Gebäuden sind geringer als bei einer Verkabelung.
- Höhere Mobilität, da theoretisch jeder Punkt eines Firmengeländes drahtlos erreichbar ist.

Nachteile

- Oft geringere Datenübertragungsraten als bei Kabeln, die abhängig von Hindernissen sind.
- Anfällig für Störeinflüsse und Abhören durch Unbefugte.
- Probleme mit Ausleuchtung und Reflexionen.
- Bei vielen gleichzeitigen Nutzern an einem WLAN-Zugang bricht die Übertragungsrate ein (Shared Media).

Sicherheit als kritischer Bereich

Gerade im Bereich Sicherheit gibt es bei WLANs einige Punkte zu beachten, die sich auch in einem etwas größeren Konfigurationsaufwand äußern. Die sogenannte **SSID (Service Set Identifier)** kann eine eindeutige Identifikation (Firmenname etc.) enthalten, damit bei Problemen eine Kontaktaufnahme mit dem Betreiber möglich ist. Ein Verbergen bringt nicht viel, da die SSID in jedem Paket mitgeschickt wird und es Programme gibt, die auch verborgene SSIDs auslesen können. Eine versehentliche Verbindung durch Unbefugte ist bei verschlüsselten Zugängen nicht zu erwarten. Es gibt auch Empfehlungen, als SSID eine zufällige Zeichenfolge einzugeben, damit die SSID keine Rückschlüsse auf den Betreiber zulässt.

Letztendlich sollte die Übertragung im WLAN nur **verschlüsselt** erfolgen, wobei die Verschlüsselung mit **WEP (Wired Equivalent Privacy)** unsicher ist. Besser ist der Einsatz von **WPA (Wi-Fi Protected Access)** bzw. der Nachfolgetechnologie **WPA2**, da hier deutlich stärkere Verschlüsselungsmechanismen mit **AES (Advanced Encryption Standard)** verwendet werden. Zusammen mit **TKIP (Temporal Key Integrity Protocol)** sind allerdings nur max. 54 Mbit/s möglich! Höhere Raten erreicht z. B. WPA2 zusammen mit CCMP (Counter-Mode/CBC-Mac Protocol)

Grundlegende Beschreibung

Kommunikation über WLAN erfolgt entweder als Punkt-zu-Punkt- oder als Mehrpunkt-Kommunikation. Die erste Variante dient z. B. der Überwindung größerer Distanzen durch den Einsatz zweier Richtantennen.

Bei der Mehrpunkt-Kommunikation werden ein oder mehrere sogenannte Access Points eingesetzt, die im Prinzip jeweils wie Zentralen (Verteiler) fungieren und die Datenströme mehrerer Clients koordinieren.

Diese Access Points können bei größeren Installationen über Kabel und geeignete Managed Switches eine Verbindung zu einem sogenannten RADIUS (Remote Authentication Dial-In User Service)-Server erhalten, um zwischen berechtigten und nicht berechtigten Sendern zu unterscheiden (Authentifizierung).

Eine Unterscheidung über die MAC-Adresse sollte nur den zum Zugang berechtigten Geräten vorbehalten bleiben, die sich nicht per RADIUS authentifizieren können. Dabei wird in einer Zugangsliste (Access Control Table) vom Managed Switch die MAC-Adresse eingetragen. Auf einem Access-Point bringt dies keine höhere Sicherheit, da per Funk eine MAC-Adresse unverschlüsselt verschickt wird und somit gefälscht werden kann. Die kleinste Einheit ist eine sogenannte Funkzelle, womit der Bereich gemeint ist, der von einem Sender (=Access Point) abgedeckt werden kann. Er umfasst ca. 30m im Gebäude und bis zu 300m im Freien. Mit speziellen Antennen können auch mehrere Kilometer überbrückt werden.

ISM-Frequenzbänder

In den meisten Fällen wird von den Herstellern ein sogenanntes **ISM-Band (Industrial, Scientific and Medical)** verwendet. Manchmal finden Sie auch die Abkürzung ISMO, wobei der letzte Buchstabe für den Begriff „Office“ (Büro) steht. Der Einsatz dieser Frequenzbänder bietet zwei Vorteile. Sie sind

- **gebührenfrei**
- **genehmigungsfrei**

Hierin liegt aber auch gleichzeitig der Nachteil. Sie werden von sehr vielen Herstellern für die unterschiedlichsten Zwecke genutzt, wie z. B. drahtlose Lautsprecher, elektronische Türöffnung bei Autos oder Garagen, und so ist die Gefahr, dass sich Geräte gegenseitig stören, relativ hoch.

Die für WLAN wichtigsten ISM-Bänder sind

- das **2,4-GHz-Band** (2,3995 bis 2,4845 GHz) mit max. **13 überlappenden Kanälen** von 20 MHz Bandbreite; auch 40 MHz Bandbreite ist möglich, dann aber mit weit weniger nutzbaren Kanälen. Es sind Geschwindigkeiten bis zu 300MBit/s möglich.
- das **5-GHz-Band** (5,150 bis 5,350 GHz für Kanalnummer 36-64 und 5,470 bis 5,725 GHz für Kanalnummer 100-140) mit Kanälen von 20, 40, 80 oder 160 MHz Bandbreite, wobei **max. 19 Kanäle** bei 20 MHz Bandbreite nicht überlappend nutzbar sind. Beim Funken mit 40 MHz Bandbreite sind 2 dieser Kanäle gebündelt erforderlich, mit 80 MHz 4 Kanäle usw. Die **Reichweite ist geringer** als im 2,4 GHz-Band. Es sind Geschwindigkeiten bis zu 600MBit/s möglich.
- zukünftig das 60-GHz-Band (57 bis 66 GHz) mit vier 2000 MHz breiten Funkkanälen für kurze Distanzen

From:
<http://elearn.bgamstetten.ac.at/wiki/> - **Wiki**



Permanent link:
http://elearn.bgamstetten.ac.at/wiki/doku.php?id=inf:inf7bi8bi_202122:2:2_02

Last update: **2021/12/14 16:20**