
Layer 1 – Physikalische Schicht

Die physikalische Schicht (Layer 1 des OSI-Modells) ist die unterste Schicht der Netzwerkkommunikation. Sie befasst sich mit der Übertragung von Rohdatenbits (0 und 1) über verschiedene Übertragungsmedien. Diese Schicht definiert die elektrischen, mechanischen und optischen Eigenschaften für die physische Verbindung zwischen Geräten.

Funktionen der Physikalischen Schicht

Die physikalische Schicht übernimmt grundlegende Aufgaben, um die Kommunikation zwischen Geräten aufrechtzuerhalten.

Bitübertragung

- Umwandlung von digitalen Daten in elektrische, optische oder Funk-Signale.
- Übermittlung der Daten über das Übertragungsmedium.
- Sicherstellen, dass der Empfänger die Signale korrekt empfängt und interpretiert.

Physische Verbindung bereitstellen

- Legt fest, wie Geräte physisch verbunden sind (z. B. Kabel, Stecker, Buchsen).
- Definiert Schnittstellen und Standards für Netzwerkhardware (z. B. Ethernet, Wi-Fi, Glasfaser).

Modulation und Codierung

- Festlegung der Signalart (analog/digital).
- Verwendung von Codierungsmethoden wie Manchester-Codierung oder 8B/10B-Codierung.

Signalisierung und Synchronisation

- Bestimmt, wie Signale übertragen werden (z. B. Spannungsschwankungen in Kupferkabeln oder Lichtsignale in Glasfaser).
- Synchronisation der Sender- und Empfängertakte zur Vermeidung von Datenverlust.

Physikalische Übertragungsmedien

Die physikalische Schicht nutzt verschiedene **Medien**, um Daten zu übertragen.

Kabelgebundene Medien

In der Welt der Vernetzung und Konnektivität sind Internetkabel von entscheidender Bedeutung, um Daten in hoher Qualität und Geschwindigkeit zu übertragen. Doch wie wählt man das richtige Kabel für seine Bedürfnisse aus? Ein wichtiger Aspekt, den es zu berücksichtigen gilt, ist die Schirmung des Netzwerkabels. Verschiedene Kabelaufbauvarianten beeinflussen die Leistung und Zuverlässigkeit Ihrer Netzwerkverbindung. In diesem Blogpost werfen wir einen Blick auf die gängigsten Ethernet-Kabelabschirmungen.

Die Kabelkennzeichnung basiert auf Buchstaben, die die Art der Schirmung des Internetkabels beschreiben:

- "U" steht für "Unfoiled=Unfoliert/Ungeschirmt": Dies bedeutet, dass das Kabel keine spezielle Abschirmung besitzt und anfälliger für elektromagnetische Störungen sein kann.
- "F" steht für "Foil=Folie": Bei dieser Art von Kabeln ist jedes Aderpaar mit einer dünnen Aluminiumfolie umhüllt, die vor äußeren Störungen schützt.
- "S" steht für "Shielded=Geflecht": Hier sind die Aderpaare des Kabels durch ein Metallgeflecht geschützt, was eine besonders effektive Abschirmung gegen elektromagnetische Einflüsse bietet.

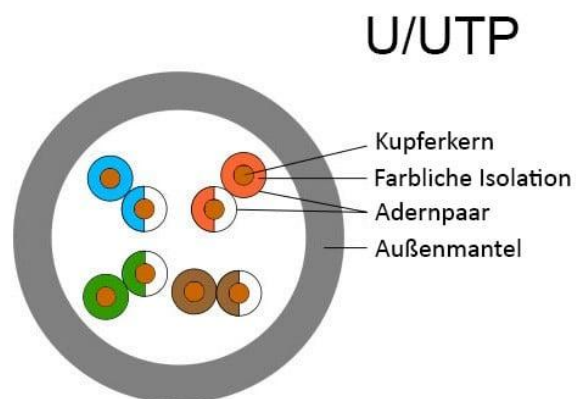
Es gibt zwei grundlegende Varianten von Netzwerkabeln:

- **UTP (Unfoiled Twisted Pair):** Bei UTP-Kabeln sind die Aderpaare nicht einzeln abgeschirmt. Das bedeutet, dass sie keinen individuellen Schutz vor äußeren Störeinflüssen haben.
- **FTP (Foiled Twisted Pair):** Bei FTP-Kabeln sind die Aderpaare einzeln mit einer dünnen Folie abgeschirmt, die sie vor Störungen schützt.

U/UTP (Unshielded Unshielded Twisted Pair):

UTP-Kabel sind die gebräuchlichsten Netzwerkabel und in den meisten Büroumgebungen sowie für den Heimgebrauch weit verbreitet. Diese Kabel bestehen aus vier verdrehten Aderpaaren und sind kostengünstig und einfach zu installieren. UTP-Kabel sind in verschiedenen Kategorien erhältlich, wobei Cat5e und Cat6 die am häufigsten verwendeten für Gigabit-Ethernet-Verbindungen sind.

Ein U/UTP-Kabel hat keine Abschirmung für die Aderpaare und bietet keinen individuellen Schutz pro Aderpaar. Es ist im Wesentlichen ungeschirmt, was bedeutet, dass sie anfälliger für elektromagnetische Störungen und Rauschen in der Umgebung sind. Dennoch bieten sie in den meisten Fällen ausreichende Leistung und sind für den alltäglichen Gebrauch gut geeignet.

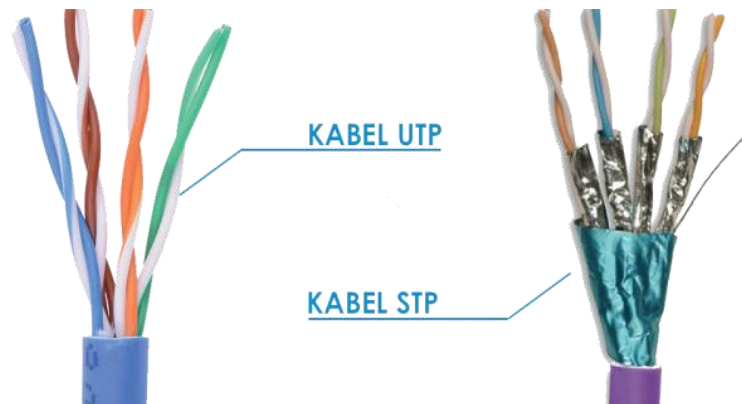


STP (Shielded Twisted Pair)

STP hingegen steht für **Shielded Twisted Pair** - geschirmte Leitungen mit verdrehten Adernpaaren. Die geschirmten Kabel sind mit Drahtgeflechten und Folien vor störenden Einflussfaktoren abgeschirmt.

Es gibt nur wenige spezifische Fälle, in denen ein STP benötigt wird. Das ist in der Regel der **Schutz vor hochgradigen Störungen**, die von elektromagnetischen Feldern, Stromleitungen und sogar Radarsystemen ausgehen können. Dies

sind nicht eine der Standard-Netzwerk-Situationen, daher werden STP-Kabel in der Regel in Netzwerkschränken in den genannten speziellen Situationen verwendet.



UTP vs. STP-Netzwerkkabel: Der Unterschied zwischen ungeschirmten und geschirmten Twisted-Pair-Kabeln

Geschirmte Netzwerkkabel, auch Shielded-Twisted-Pair- oder STP-Kabel genannt, enthalten eine elektrisch leitende Alufolie, eine metallbedampfte Folie oder ein Metallgeflecht. Ungeschirmte Datenkabel, auch Unshielded-Twisted-Pair- oder UTP-Kabel genannt, kommen ohne aus. Die internationale Norm ISO/IEC-11801 (2002)E bezeichnet diese als U/UTP-Komponenten.

Bei UTP-Kabeln schützt allein der Mantel und seine mechanische Ausrüstung die vier verdrehten Leiterpaare (Twisted Pairs) im Inneren vor Einflüssen von außen.

UTP-Kabel bis Kategorie 6 sind vergleichsweise einfach aufgebaut und entsprechend schlank und flexibel. Gerade bei Installationen mit hoher Packungsdichte ist das vorteilhaft. Die spezifizierte Übertragungsfrequenz liegt hier bei 100 MHz. Da spielen die elektromagnetischen Einflüsse zwischen den Kabeln keine gravierende Rolle. Aus diesem Grund **wählen Netzwerkverantwortliche weltweit bei Kategorie-6-Komponenten hauptsächlich ungeschirmte Kupferkabel**. Sie sind preiswerter und einfacher zu handhaben als STP-Kabel.

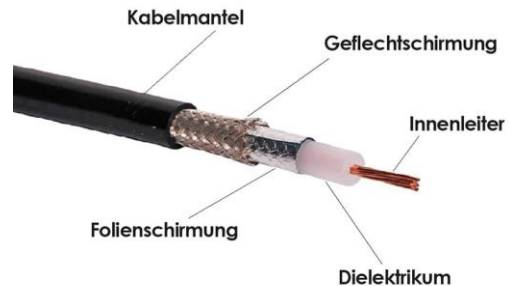
UTP vs. STP: Die Vor- und Nachteile der Schirmung

STP-Kabel enthalten einen metallischen Schirm, der die Signalübertragung im Kabel vor elektromagnetischen Störungen von außen schützt. Zudem lässt die Schirmung keine Signalanteile des Kabels nach außen dringen. Die Signale können so im Kabel ohne Einfluss von außen übertragen werden und stören keine benachbarten Übertragungen. Das **reduziert die Bit-Error-Rate sowie die Anzahl der zurückgewiesenen defekten Ethernet-Pakete und resultiert in hohen Übertragungsraten**.

Nachteile der STP-Technik sind der **höhere Preis sowie der größere Installationsaufwand**. Hier muss der Installateur zum Beispiel die Schirmung im IT-Rack fachgerecht anschließen, um gefährliche Kriechströme zu verhindern. Bei der Feldkonfektionierung von Steckern muss er auf eine durchgängige 360°-Schirmung achten.

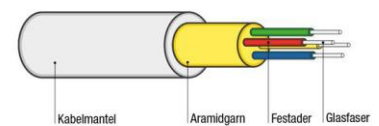
Koaxialkabel

Das **Koaxialkabel** ist ein weit verbreitetes kabelgebundenes Übertragungsmedium, das für die Daten- und Signalübertragung in Netzwerken, Fernsehen und Rundfunk verwendet wird. Es besteht aus einem **Innenleiter**, der das Signal transportiert, einer **dielektrischen Isolierung**, einer **metallischen Abschirmung** zur Reduzierung elektromagnetischer Störungen und einem **Außenmantel** als Schutzschicht. Diese Struktur macht das Koaxialkabel weniger stör anfällig als Twisted-Pair-Kabel und ermöglicht eine **höhere Bandbreite** sowie eine **längere Übertragungreichweite**. Es ist jeweils günstiger und einfach zu verlegen, jedoch ist seine Reichweite begrenzt und stör anfällig.

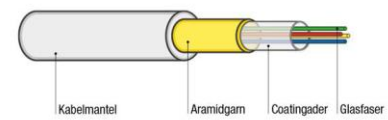


Glasfaser

Glasfaserkabel sind moderne Übertragungsmedien, die Lichtsignale zur Datenübertragung nutzen und dadurch hohe Geschwindigkeiten und Reichweiten ermöglichen. Sie bestehen aus einem Kern aus Quarzglas oder Kunststoff, der das Licht leitet, einer Ummantelung (Cladding) zur Reflexion des Lichts sowie einem Schutzmantel, der das Kabel vor äußeren Einflüssen schützt. Im Vergleich zu Kupferkabeln sind Glasfaserkabel unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen und haben eine geringere Signalverlustrate, wodurch sie ideal für langstreckige und hochleistungsfähige Netzwerke sind. Man unterscheidet zwischen Singlemode-Glasfaser, die für große Entfernungen (bis zu 100 km) geeignet ist, und Multimode-Glasfaser, die für kürzere Distanzen (bis zu 2 km) verwendet wird. Glasfaser wird in Telekommunikationsnetzen, Rechenzentren, Internetanbindungen (FTTH, FTTC, FTTB) und Unterseekabeln zur globalen Datenübertragung eingesetzt. Obwohl die Installation und das Spleißen von Glasfaserkabeln teurer und aufwendiger als bei Kupferkabeln sind, überwiegen ihre Vorteile in Bezug auf Geschwindigkeit, Sicherheit und Zukunftssicherheit.



Aufbau FTTH-Kabel 2.8mm



Aufbau FTTH-Kabel 2.2mm

Lichtwellenleiter- LWL

Die Übertragung der Daten erfolgt bei **Glasfaserverbindungen nicht mittels Stroms**, sondern durch Lichtimpulse. Lichtwellenleiter (LWL) sind aus Lichtleitern bestehende und teilweise mit Steckverbindern konfektionierte Leitungen zur **Übertragung von Licht**. Das Licht wird dabei in Fasern aus Kunststoff (Polymere optische Faser = POF) geführt – Glasfasern. Im Normalfall werden in den Kabeln mehrere Lichtwellenleiter gebündelt.

Vorteile

Glasfaser Verbindungen sind nicht nur schneller, sondern ist auch nachweislich weniger stör anfällig.

Anders als bisher fällt die Kupferleitung auf der „letzten Meile“ weg und wird durch Glasfasern ersetzt. Dann spricht man von der Glasfaser FTTB (Fiber to the Building) – Technik – Jedes Haus erhält eine direkte Glasfaserleitung.

Physikalisch gesehen sind Lichtwellenleiter dielektrische Wellenleiter. Sie sind aus konzentrischen Schichten aufgebaut: Im Zentrum liegt der lichtführende Kern, er ist umgeben von einem Mantel mit einem etwas niedrigeren Brechungsindex sowie von weiteren Schutzschichten aus Kunststoff. Je nach Anwendungsfall hat der Kern einen Durchmesser von einigen Mikrometern bis zu über einem Millimeter.

Bislang wurden LWL als Übertragungsmedium, vor allem in der Nachrichtentechnik, für leitungsgebundene Kommunikationssysteme verwendet. Da Glasfasern die höchsten Reichweiten und Übertragungsraten erreichen, haben sie die elektrische Übertragung auf Kupferkabeln in vielen Bereichen bereits ersetzt.

Drahtlose Medien

Medium	Eigenschaften	Vorteile	Nachteile
Funkwellen (Wi-Fi, Bluetooth, Mobilfunk)	Nutzung elektromagnetischer Wellen	Mobilität, keine Kabel	Anfällig für Störungen, begrenzte Reichweite
Infrarot (z. B. Fernbedienungen, alte Datenübertragungssysteme)	Unsichtbare Lichtsignale	Keine Interferenzen mit Funkwellen	Funktioniert nur auf Sichtlinie, begrenzte Reichweite

Beispiele für Netzwerktechnologien auf der physikalischen Schicht

1. Ethernet (IEEE 802.3)

- Weit verbreitete kabelgebundene Netzwerktechnologie.
- Verschiedene Geschwindigkeiten (Fast Ethernet: 100 Mbps, Gigabit Ethernet: 1 Gbps, 10/100/400 Gbps für Glasfaser).
- Unterstützt Twisted-Pair-Kabel (UTP, STP) und Glasfaser.

2. Wi-Fi (IEEE 802.11)

- Drahtlose Kommunikationstechnologie.
- Unterschiedliche Standards (Wi-Fi 4 - 802.11n, Wi-Fi 5 - 802.11ac, Wi-Fi 6 - 802.11ax).
- Unterstützt 2,4 GHz und 5 GHz Frequenzbänder.

3. Glasfaser-Standards







- **SONET/SDH**: Standards für Glasfaser-Kommunikation in Telekommunikationsnetzen.
- **DDI (Fiber Distributed Data Interface)**: Ehemals für Hochgeschwindigkeitsnetzwerke genutzt.

Praktische Übung – Cisco Packet Tracer

Packet Tracer bietet eine intuitive Benutzeroberfläche zur Auswahl und Verbindung von Geräten mit verschiedenen Kabeltypen.



Kabeltypen

Kabeltypen
Automatisch 
Console 
Kupfer-Straight-Through-Kabel 
Kupfer-Crossover-Kabel (oder gekreuztes Kupferkabel) 
Glasfaser 
Koaxial Kabel 

Sieh dir folgendes Video an und versuche die verschiedene Kabeltypen zu verwenden mit den Netzwerkgeräten Hub, Switch, Router usw.

https://www.youtube.com/watch?v=LTAkRpnUywk&ab_channel=NetworkShip

Lade die Datei auf Moodle hoch.