



# Modul 4: Physische Schicht

Material für Instrukturen

Einführung in die  
Netzwerktechnik v7.0 (ITN)



# Was erwartet Sie in diesem Modul

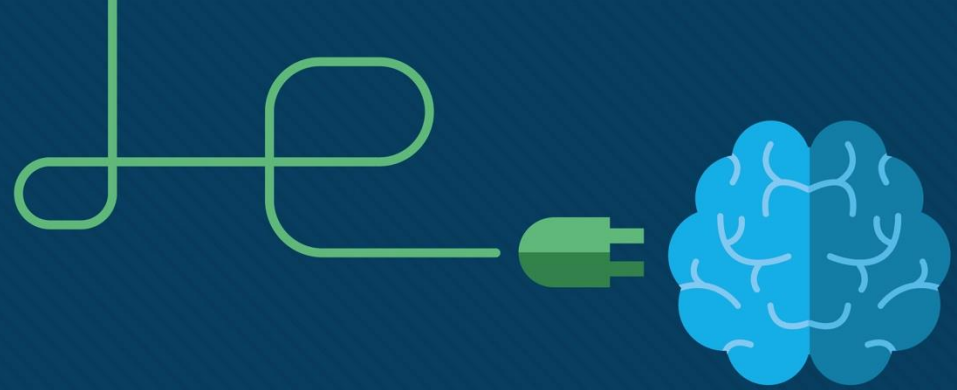
Um das Lernen zu vereinfachen sind folgende Funktionen der grafischen Bedienoberfläche in diesem Modul enthalten:

Funktion	Beschreibung
Animationen	Den Lernenden mit neuen Fertigkeiten und Konzepten in Kontakt zu bringen
Videos	Den Lernenden mit neuen Fertigkeiten und Konzepten in Kontakt zu bringen
Prüfen Sie Ihr Verständnis	Mit Hilfe der interaktiven Quizzes beurteilen die Lernenden Ihr Verständnis des Themas.
Interaktive Aktivitäten	Die Vielfalt an Formaten hilft den Lernenden ihr Verständnis einzuschätzen.
Syntaxprüfer	Über kleinere Simulation wird die Konfiguration über das Cisco command line Interface (CLI) erlernt.
Packet-Tracer (PT) Aktivitäten	Durch Simulations- und Entwurfsaufgaben entdecken und erwerben Sie neue Fähigkeiten, bereits erlernte werden gefestigt und erweitert.

# Was erwartet Sie in diesem Modul (Inhalt)

Um das Lernen zu vereinfachen sind folgende Funktionen der grafischen Bedienoberfläche in diesem Modul enthalten:

Funktion	Beschreibung
Praxisorientierte Übungen	Laborübungen sind für das Arbeiten an den Geräten vorgesehen.
Gruppenaktivitäten	Sie finden diese auf den Seiten mit den Hilfsmitteln für Instruktoren Gruppenaktivitäten sollen das Lernen vereinfachen, Diskussionen fördern und Zusammenarbeit unterstützen.
Modulquizzes	Selbstüberprüfung der erlernten Begrifflichkeiten und Fertigkeiten, die während der vielfältigen Themen innerhalb des Moduls vorgestellt wurden.
Modulzusammenfassung	Kurze Wiederholung des Modulinhalts



# Modul 4: Physische Schicht

Einführung in die  
Netzwerktechnik v7.0 (ITN)



# Modulziele

**Modultitel:** Physische Schicht

**Modulziel:** Erläutern Sie, wie Protokolle, Dienste und Netzwerkmedien die Kommunikation über Datennetzwerke hinweg unterstützen.

Thema	Ziel
Aufgabe der Bitübertragungsschicht	Beschreiben Sie den Zweck und die Funktionen der physischen Schicht im Netzwerk.
Eigenschaften der Bitübertragungsschicht	Beschreiben Sie die Eigenschaften der physikalischen Schicht.
Kupferverkabelung	Identifizieren Sie die grundlegenden Charakteristika der Kupferverkabelung.
UTP-Verkabelung	Erläutern Sie, wie UTP-Kabel in Ethernet-Netzwerken verwendet werden.
Glasfaserverkabelung	Beschreiben Sie die Glasfaserverkabelung und ihre Hauptvorteile gegenüber anderen Medien.
Wireless-Medien	Anschließen von Geräten mit kabelgebundenen und Wireless-Medien

# 4.1 Zweck der physischen Schicht

## Zweck der physischen Schicht

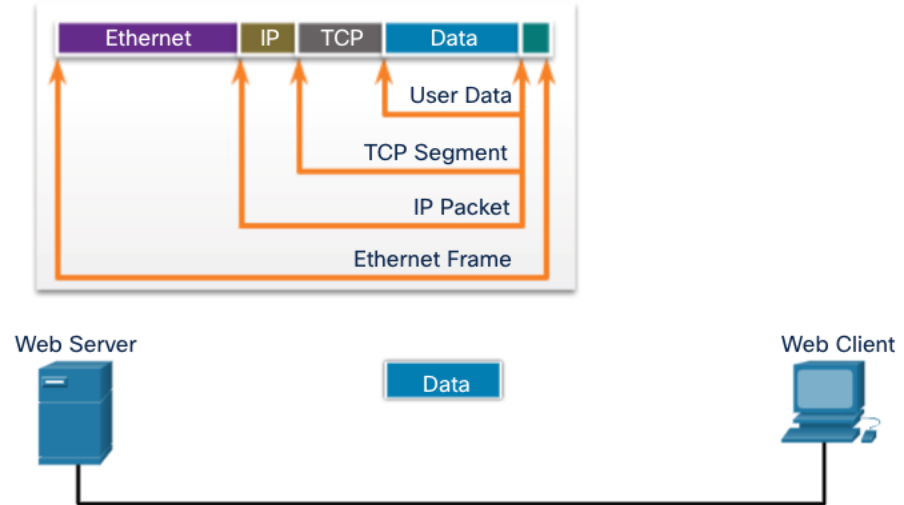
# Die physische Verbindung

- Bevor jegliche Netzwerkkommunikation stattfinden kann, muss eine physische Verbindung zu einem lokalen Netzwerk aufgebaut sein.
- Diese Verbindung kann je nach Einrichtung des Netzwerks verkabelt oder drahtlos sein.
- Dies gilt in der Regel unabhängig davon, ob Sie ein Netzwerk einer Firmenzentrale oder ein Heimnetzwerk in Betracht ziehen.
- Eine Netzwerkschnittstellenkarte (NIC) verbindet ein Gerät zu einem Netzwerk.
- Einige Geräte verfügen möglicherweise nur über eine Netzwerkkarte, während andere über mehrere Netzwerkkarten verfügen (z. B. verkabelt und/oder drahtlos).
- Nicht alle physischen Verbindungen bieten die gleiche Leistung.

## Zweck der physischen Schicht

# Die physische Verbindung

- Transportiert Bits über die Netzwerkmedien
- Diese Schicht übernimmt einen vollständigen Rahmen von der Sicherungsschicht und kodiert ihn als eine Reihe von Signalen, die auf das lokale Datenübertragungsmedium übertragen werden.
- Dies ist der letzte Schritt im Kapselungsprozess.
- Das nächste Gerät im Pfad zum Ziel empfängt die Bits, entkapselt den Rahmen und entscheidet dann, was damit zu tun ist.

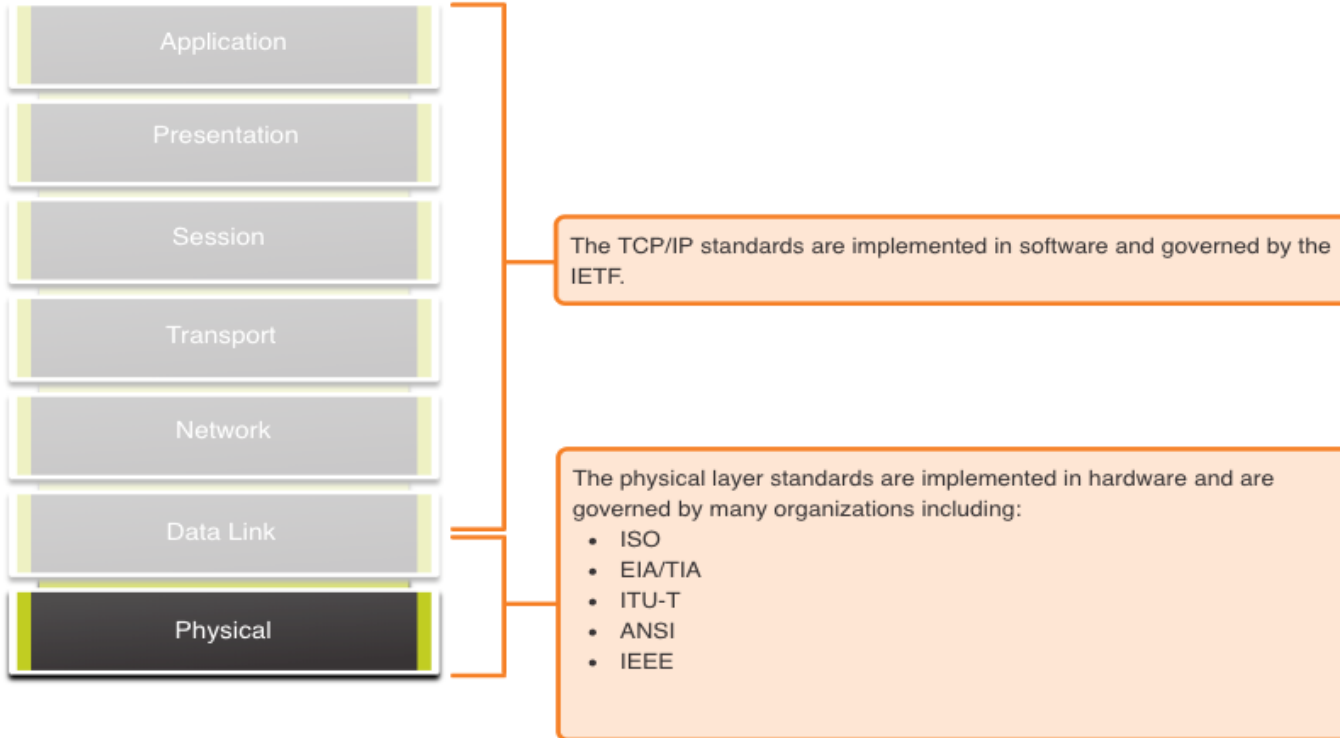




# Eigenschaften der Bitübertragungsschicht

# Physische Schicht-Eigenschaften

## Physische Schicht-Standards



Physische Schicht-Standards betreffen drei Funktionsbereiche:

- Physische Komponenten
- Kodierung
- Signalisierung

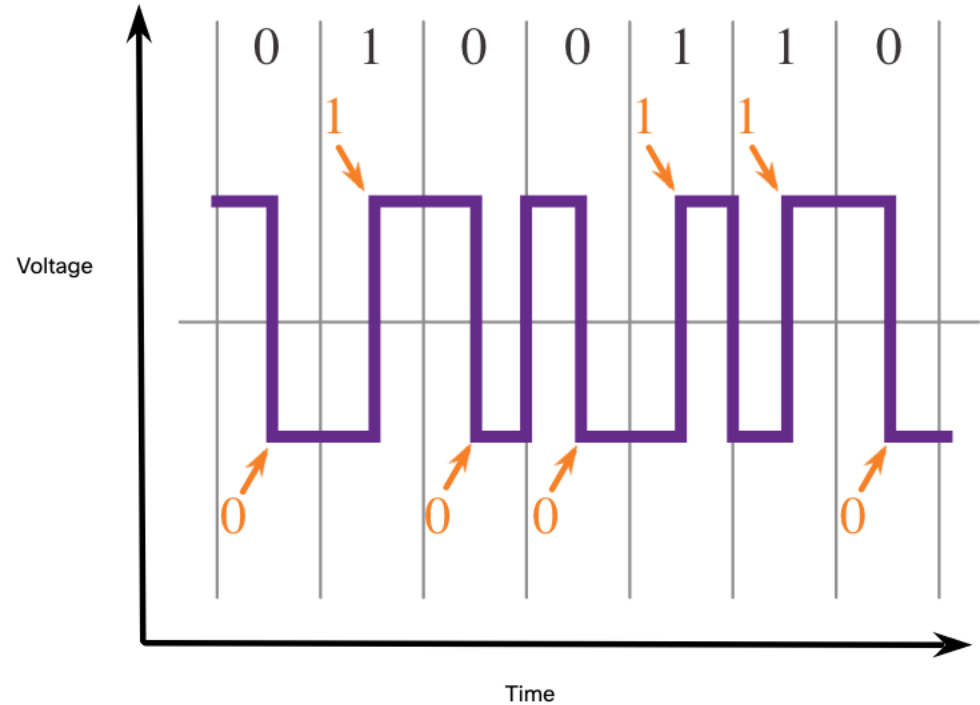
Die physischen Komponenten umfassen die Hardware, Datenübertragungsmedien und andere Verbindungselemente, welche Bits in Form von Signalen übertragen und weiterleiten.

- Hardwarekomponenten wie Netzwerkkarten, Schnittstellen und Steckverbinder, Kabelmaterialien und Kabelkonstruktionen sind alle in Standards der Bitübertragungsschicht festgelegt.

# Eigenschaften der Bitübertragungsschicht

## Enkodierung

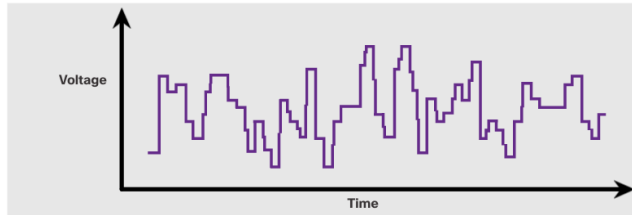
- Die Codierung wandelt den Bitstrom in ein Format um, das vom nächsten Gerät im Netzwerkpfad erkannt werden kann.
- Diese 'Codierung' liefert vorhersehbare Muster, die vom nächsten Gerät erkannt werden können.
- Beispiele für Codierungsmethoden sind Manchester (in der Abbildung gezeigt), 4B/5B und 8B/10B.



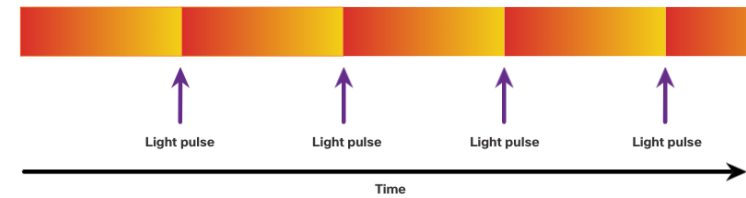
# Eigenschaften der Bitübertragungsschicht

## Signalisierung

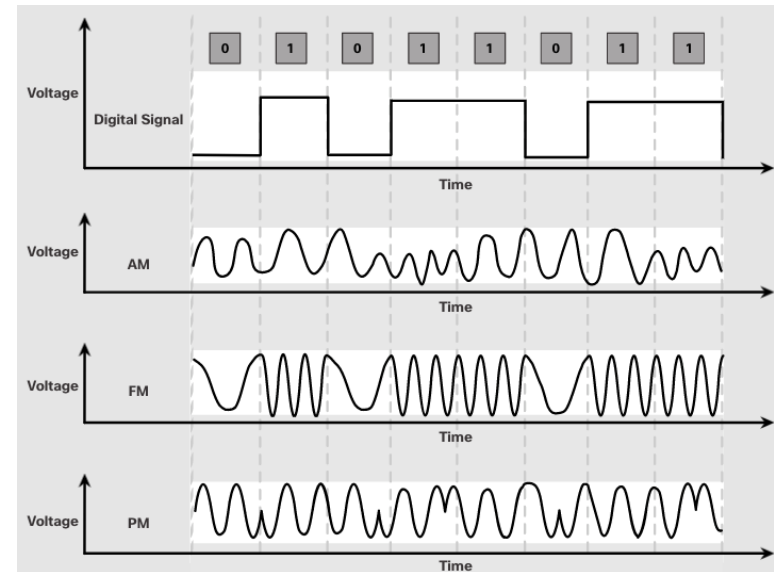
- Die Signalmethode ist, wie die Bitwerte „1“ und „0“ auf dem physischen Medium dargestellt werden.
- Die Signalmethode variiert je nach verwendetem Datenübertragungsmedium.



Elektrische Signale über Kupferkabel



Lichtimpulse über Glasfaserkabel



Mikrowellensignale über Funk

# Eigenschaften der Bitübertragungsschicht

## Datenübertragungsrate

- Die Bandbreite drückt die Kapazität eines Mediums zur Übertragung von Daten aus.
- Die digitale Datenübertragungsrate misst die Größe der Menge an Informationen in einer bestimmten Zeit, die von einem Ort an einen Anderen übertragen werden können.
- Physische Medieneigenschaften, aktuelle Technologien und die Gesetze der Physik spielen bei der Bestimmung der verfügbaren Datenübertragungsrate eine Rolle.

Einheit für die Datenübertragungsraten	Abkürzung	Entsprechung
Bit pro Sekunde	bps	1 Bit/s = Grundeinheit der Datenübertragungsrate
Kilobit pro Sekunde	KBit/s	1 Kbps = 1,000 bps = $10^3$ bps
Megabit pro Sekunde	MBit/s	1 Mbps = 1,000,000 bps = $10^6$ bps
Gigabit pro Sekunde	Gbit/s	1 Gbps = 1,000,000,000 bps = $10^9$ bps
Terabit pro Sekunde	Tbit/s	1 Tbps = 1,000,000,000,000 bps = $10^{12}$ bps

### Latenz

- Die Latenzzeit bezieht sich auf die Zeitdauer, einschließlich Verzögerungen, die für die Übertragung von Daten von einem bestimmten Punkt zu einem anderen benötigt wird.

### Durchsatz

- das Maß für die Datenübertragung in Bits in einer bestimmten Zeitspanne

### Goodput

- ein Maß für nutzbare Daten, die in einen bestimmten Zeitraum übertragen werden
- $\text{Goodput} = \text{Durchsatz} - \text{Traffic-Overhead}$

## 4.3 Kupferverkabelung



# Eigenschaften von Kupferverkabelung

Kupferverkabelung ist die gebräuchlichste Art von Verkabelung, die heute in Netzwerken verwendet wird. Sie sind kostengünstig, leicht zu installieren und haben einen geringen elektrischen Widerstand.

### Einschränkungen:

- Dämpfung — je länger die elektrischen Signale laufen müssen, desto schwächer werden sie.
- Das elektrische Signal ist anfällig für Störungen aus zwei Quellen, die die Datensignale (Elektromagnetische Interferenz (EMI) und Radio Frequency Interference (RFI) und Crosstalk) verzerren und beschädigen können.

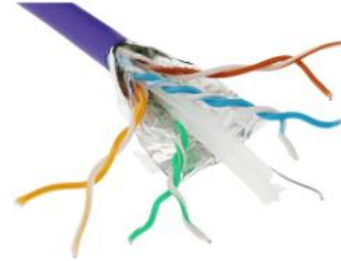
### Eindämmung:

- Die strikte Einhaltung der Kabellängengrenzen mildert die Dämpfung.
- Einige Arten von Kupferkabeln mildern EMI und RFI durch metallische Abschirmung und Erdung.
- Einige Arten von Kupferkabeln mildern Überkreuzungen durch Verdrehen gegenüberliegenden Schaltungspaardrähte zusammen.

# Kupferverkabelungstypen der Kupferverkabelung



Unshielded Twisted-Pair (UTP) Cable

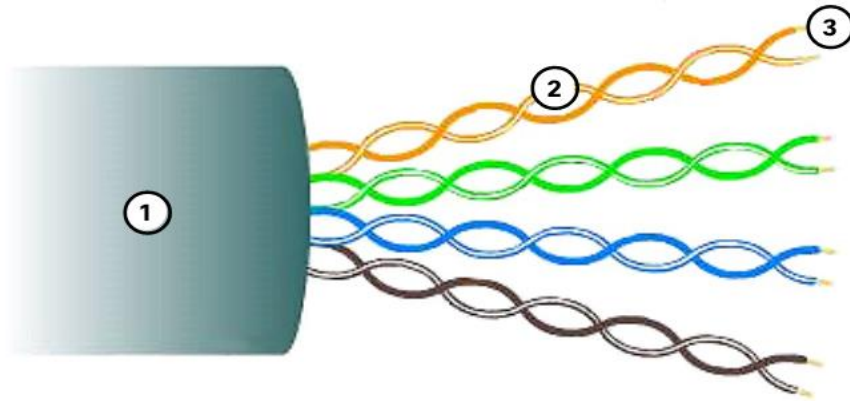


Shielded Twisted-Pair (STP) Cable



Coaxial Cable

# Kupferverkabelung Ungeschirmtes Twisted Pair (UTP)



- UTP ist das gängigste Netzwerkmedium .
- Mit RJ-45-Steckern terminiert
- Verbindet Hosts mit Verbindungsgeräten.

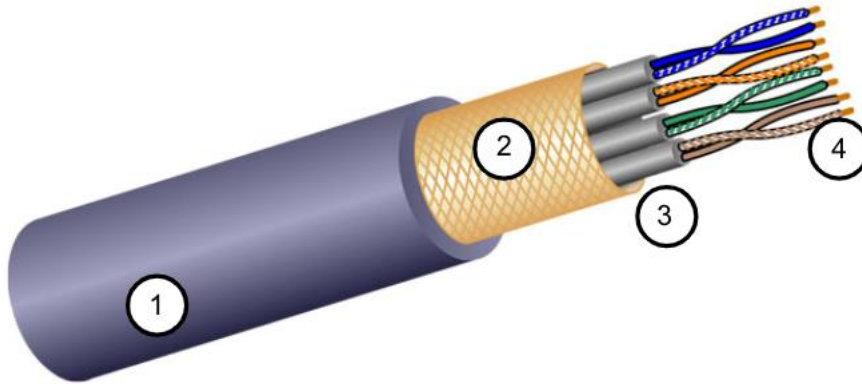
## Wichtige Merkmale von UTP

1. Äußere Ummantelung schützt die Kupferader von physischen Schäden
2. Twisted-Pair Schützt das Signal vor Störungen
3. Farbkodierte Kunststoffisolation isoliert die einzelnen Adern elektrisch voneinander und identifiziert die Aderpaare.

# Kupferverkabelung

## Geschirmtes Twisted Pair (STP)

- Besserer Rauschsignalschutz als UTP
- teurer als UTP
- Schwieriger zu installieren als UTP
- Mit RJ-45-Steckern terminiert
- Verbindet Hosts mit Verbindungsgeräten.



### Wesentliche Merkmale der STP

1. Die äußere Ummantelung schützt die Kupferader von physischen Schäden
2. Geflochtene oder Folienabschirmung bietet EMI/RFI-Schutz
3. Folienabschirmung für jedes Paar von Drähten bietet EMI/RFI-Schutz
4. Farbkodierte Kunststoffisolierung isoliert die einzelnen Adern elektrisch voneinander und identifiziert die Aderpaare.

# Kupferverkabelung Koaxialkabel

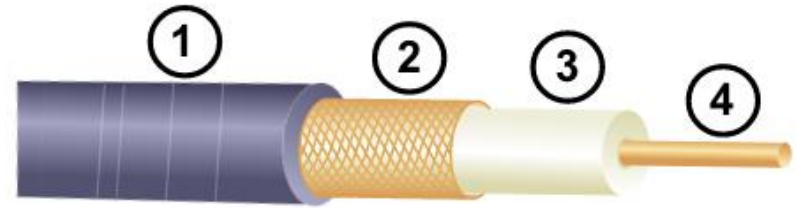
Besteht aus folgendem:

1. Äußerer Kabelmantel zur Vermeidung von leichten physischen Schäden
2. Ein gewebtes Kupfergeflecht oder eine metallische Folie fungiert als zweiter Draht in der Schaltung und als Abschirmung für den Innenleiter.
3. Eine Schicht aus flexibler Kunststoffisolierung
4. Ein Kupferleiter wird verwendet, um die elektronischen Signale zu übertragen.

Es werden verschiedene Arten von Steckverbindern bei Koaxialkabeln verwendet.

Häufig in den folgenden Situationen verwendet:

- Funkverbindungen- Antennen an Geräten die über Funk erreichbar sind anschließen.
- Kabel-Internet-Installationen - Verkabelung des Kundengebäudes

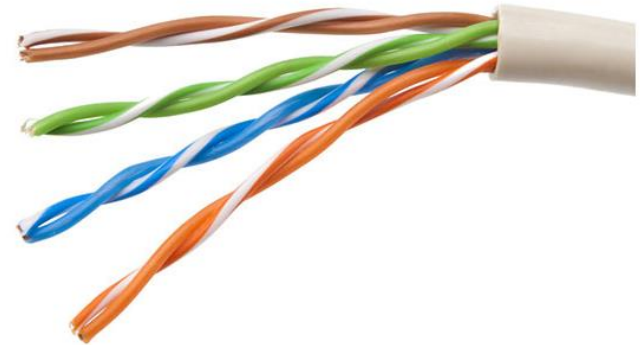


# 4.4 UTP-Verkabelung

# Eigenschaften der UTP-Verkabelung

UTP hat vier Paare farbkodierter Kupferdrähte, die miteinander verdreht und in einem flexiblen Kunststoffmantel eingeschlossen sind. Es wird keine Abschirmung verwendet. UTP stützt sich auf die folgenden Eigenschaften, um Übersprechen (Crosstalk) zu begrenzen:

- Cancellation - Jeder Draht in einem Paar von Drähten verwendet entgegengesetzte Polarität. Ein Draht ist negativ, der andere Draht ist positiv. Sie sind miteinander verdreht und die Magnetfelder heben sich effektiv gegenseitig auf und verhindern EMI/RFI von außen.
- Variation der Verdrillungen pro Fuß in jedem Draht
  - Jeder Draht ist mit einer anderen Anzahl verdrillt, wodurch verhindert wird, dass zwischen den Drähten ein Übersprechen stattfindet.



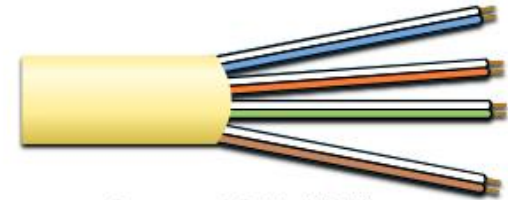
## UTP Verkabelungsstandards und Steckverbinder

Standards für UTP werden von der TIA/EIA festgelegt.  
TIA/EIA-568 standardisiert Elemente wie:

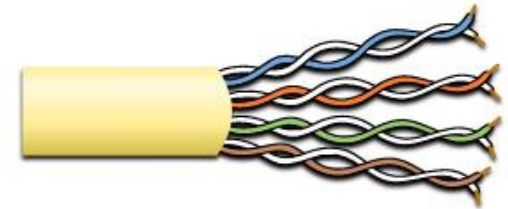
- Kabeltypen
- Kabellängen
- Connectors
- Kabelabschluss
- Prüfmethoden

Elektrische Standards für die Kupferverkabelung werden vom IEEE festgelegt, der Kabel entsprechend ihrer Leistung einstuft. Beispiele:

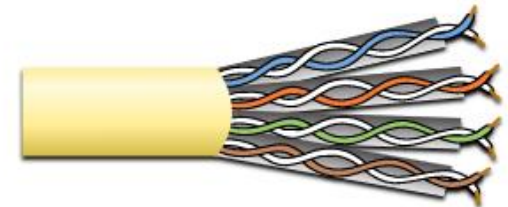
- Kategorie 3
- Kategorie 5 und 5e
- Kategorie 6



Category 3 Cable (UTP)



Category 5 and 5e Cable (UTP)



Category 6 Cable (UTP)



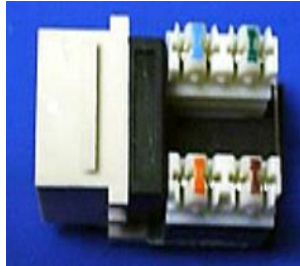
# UTP Verkabelungsstandards und Steckverbinder (Fortsetzung)



RJ-45-Steckverbinder



Schlecht terminiertes UTP-Kabel



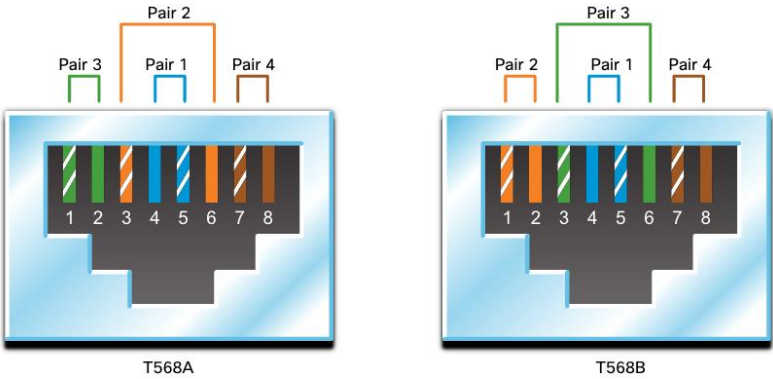
RJ-45-Buchse



Richtig terminiertes UTP-Kabel

# UTP-Verkabelung

## Durchgangs- und Crossover-UTP-Kabel



Kabeltyp	Standard	Anwendung
Ethernet-Patch-Kabel	Beide Enden T568A oder T568B	Host zu Netzwerkgerät
Ethernet Crossover *	An einem Ende T568A, am anderen Ende T568B	Host-zu-Host, Switch-zu-Switch, Router-zu-Router
* Als Legacy aufgrund der meisten Netzwerkkarten, die Auto-MDIX verwenden, um Kabeltyp und vollständige Verbindung zu erkennen		
Rollover-Kabel	Cisco Proprietär	Serieller Port an Router oder Switch Console Port unter Verwendung eines Adapters

# Glasfaserverkabelung

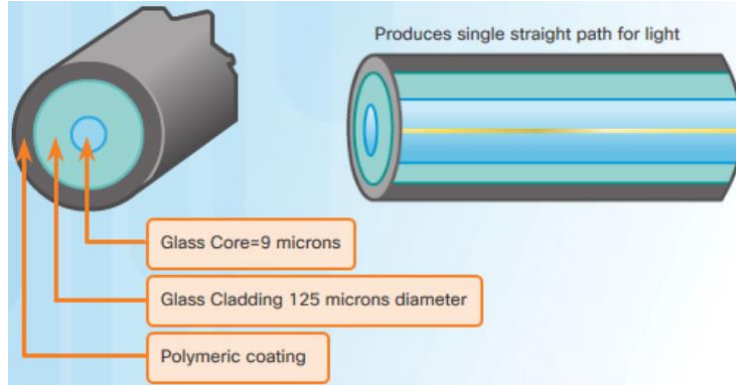
# Eigenschaften der Glasfaserverkabelung

- Nicht so häufig wie UTP wegen der Kosten
- Ideal für einige Netzwerkszenarien
- Es ermöglicht die Übertragung von Daten über größere Entfernungen und mit höherer Datenübertragungsrate (Datenrate) als andere Netzwerkmedien.
- Weniger anfällig für Dämpfung und vollständig immun gegen EMI/RFI
- Hergestellt aus flexiblen, extrem dünnen Strängen von sehr reinem Glas
- Verwendet einen Laser oder LED, um Bits als Lichtimpulse zu kodieren
- Das Glasfaserkabel fungiert als Wellenführung, um Licht zwischen den beiden Enden mit minimalem Signalverlust zu übertragen.

# Faseroptische Verkabelung

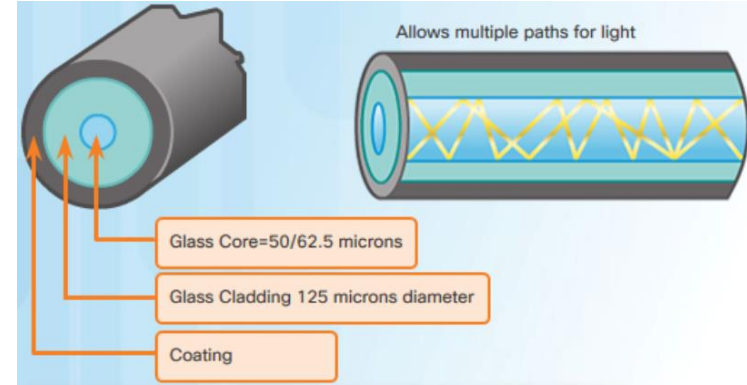
## Verkabelungstypen von Glasfasermedien

### Singlemode-Glasfaser



- Sehr kleiner Kern
- Verwendet teure Laser
- Langstrecken-Anwendungen

### Multimode-Glasfaser



- Größerer Kern
- Verwendet kostengünstigere LEDs
- LEDs übertragen in verschiedenen Winkeln
- Bis zu 10 Gbit/s über 550 Meter

Dispersion beschreibt die zeitliche Ausdehnung eines Lichtimpulses. Erhöhte Dispersion bedeutet einen erhöhten Verlust der Signalstärke. MMF hat eine größere Streuung als SMF, mit einem maximalen Kabelabstand für MMF 550 Meter.

# Glasfaserkabelung

## Verwendung von Glasfaserverkabelungen

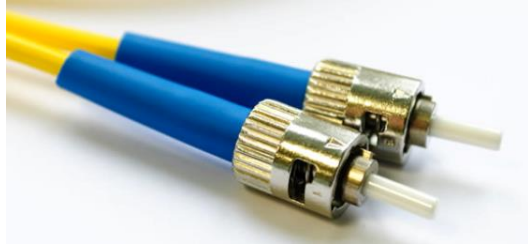
Für Glasfaserverkabelungen gibt es vier Verwendungsarten:

1. **Unternehmensnetzwerke:** Glasfaser wird für die Backbone-Verkabelung eingesetzt und verbindet aktive Netzwerkkomponenten miteinander.
2. **Fiber-to-the-Home (FTTH)** - Wird ausschließlich durch Breitbanddienste für den Heimanschluß und Anschluß kleiner Firmen verwendet.
3. **Langstreckennetze:** Werden von Service-Providern verwendet, um Länder und Städte zu verbinden.
4. **Unterseekabel:** Werden verwendet, um zuverlässige Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungslösungen zu bieten, die raue Unterwasserbedingungen über transozeanische Entfernungen aushalten.

Unser Schwerpunkt dieses Kurses ist die Verwendung von Glasfasern in Unternehmen.

# Glasfaserkabelung

## Verwendung von Glasfaserverkabelungen



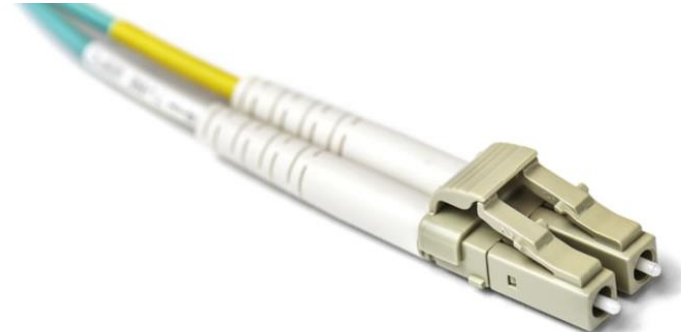
Straight-Tip (ST)-Steckverbinder



Lucent Connector (LC)-Simplex-Steckverbinder



Subscriber Connector (SC)-Steckverbinder



Duplex-Multimode-LC-Steckverbinder

# Glasfaserverkabelung

## Glasfaser-Patchkabel



SC-SC MM Patchkabel



LC-LC SM Patchkabel



SC-SC MM Patchkabel



ST-SC SM Patchkabel

Eine gelbe Ummantelung ist für Single-Mode-Glasfaserkabel und eine orangefarbige (oder blaugrüne) für Multimode-Glasfaserkabel.



# Glasfaserverkabelung im Vergleich zu Kupferverkabelung

Optische Faser wird hauptsächlich als Backbone-Verkabelung für hohe Datenverkehrs-, Punkt-zu-Punkt-Funktion verwendet, Verbindungen zwischen Datenverteilungseinrichtungen und zur Vernetzung von Gebäuden in Mehrgebäude-Campus.

Implementierungsaspekte	UTP-Verkabelung	Glasfaserverkabelung
Unterstützte Datenübertragungsrate	10 Mb/s - 10 Gb/s	10 Mb/s - 100 Gb/s
Abstand	Relativ kurz (1 bis 100 Meter)	Relativ lang (1 bis 100.000 Meter)
Unempfindlich gegenüber EMI und RFI	Niedrig	Hoch (komplett unempfindlich)
Unempfindlich gegen elektrische Gefahren	Niedrig	Hoch (komplett unempfindlich)
Medien- und Steckverbinderkosten	Geringste	Höchste
Erforderliche Installationskenntnisse	Geringste	Höchste
Sicherheitsmaßnahmen	Geringste	Höchste

# 4.6 Kabellose Datenübertragungsmedien

# Eigenschaften von Kabellosen-Datenübertragungsmedien

Es transportiert elektromagnetische Signale, die binäre Ziffern mit Funk- oder Mikrowellenfrequenzen darstellen. Dies bietet die größte Mobilitätsoption. Die Anzahl der drahtlosen Verbindungen steigt weiter.

Einige der Einschränkungen von kabellosen Verbindungen:

- **Abdeckungsbereich** — Die effektive Abdeckung kann durch die physikalischen Eigenschaften des Bereitstellungsortes erheblich beeinträchtigt werden.
- **Interferenz** - kabellose Verbindungen sind anfällig für Störungen und können durch viele gängige Geräte gestört werden.
- Sicherheit: **Kabellose-Kommunikation erfordert keinen Zugriff auf ein physisches Medium.**
- **Gemeinsam genutztes Medium** : WLANs arbeiten im Halbduplex-Modus. Dies bedeutet, dass immer nur ein Gerät senden oder empfangen kann. Viele Benutzer, die gleichzeitig auf das WLAN zugreifen, führen zu einer reduzierten Bandbreite für jeden Benutzer.

# Typen von drahtlosen Medien


Die Standards der IEEE und Telekommunikationsbranche für die drahtlose Datenkommunikation

decken sowohl die Datenverknüpfung als auch die physischen Layer ab. In jedem dieser Standards, physikalische Schicht

Spezifikationen diktieren:

- Daten-zu-Funksignal-Codierungsmethoden
- Frequenz und Sendeleistung der Übertragung
- Signalempfangs- und Dekodierungs-Anforderungen
- Antennendesign und -konstruktion

Kabellose Standards:

- **WLAN (IEEE 802.11)** - Wireless LAN (WLAN) Technologie
- **Bluetooth (IEEE 802.15)** - Wireless Personal Area Network (WPAN) Standard
- **WiMAX (IEEE 802.16)** - Verwendet eine Punkt-zu-Mehrpunkt-Topologie, um Breitband-Wireless-Zugriff bereitzustellen
-  **Zigbee (IEEE 802.15.4)** - Kommunikation mit geringer Datenrate und niedrigem Stromverbrauch, hauptsächlich für IoT-Anwendungen (Internet of Things)

Im Allgemeinen erfordert ein Wireless LAN (WLAN) die folgenden Geräte:

- **Wireless Access Point (AP)** : Nimmt die Wireless-Signale von Endgeräten auf und verbindet diese über ein Kupferkabel mit der bestehenden Netzwerkinfrastruktur, wie z. B. dem Ethernet.
- Wireless-Netzwerkadapter: **Bieten die Möglichkeit der Wireless-Kommunikation für jeden Netzwerk-Host.**

Es gibt eine Reihe von WLAN-Standards. Achten Sie beim Kauf von WLAN-Geräten auf Kompatibilität und Interoperabilität.

Netzwerkadministratoren müssen strenge Sicherheitsrichtlinien und -prozesse entwickeln und anwenden um WLANs vor unbefugtem Zugriff und Beschädigungen zu schützen.

# Packet Tracer – Verbinden eines kabelgebundenen und eines Wireless-LAN

In diesem Paket Tracer werden Sie Folgendes tun:

- Verbindung zur Cloud
- Herstellen einer Verbindung mit einem Router
- Verbinden der übrigen Geräte
- Überprüfen der Verbindungen
- Prüfen der physischen Topologie

# Übung– Anzeigen der Informationen von Wireless- und kabelgebundenen NIC

Diese Übung beinhaltet folgende Lernziele:

- Identifizieren von und Arbeiten mit PC-Netzwerkkarten
- Identifizieren und Verwenden der Netzwerk-Symbole in der Taskleiste

# 4.7 Modul Praxis und Quiz



# Was habe ich in diesem Modul gelernt?

- Bevor eine Netzwerkkommunikation auftreten kann, muss eine physische Verbindung zu einem lokalen Netzwerk (entweder kabelgebunden oder drahtlos) hergestellt werden.
- Die Bitübertragungsschicht besteht aus elektronischen Schaltkreisen, Medien und Anschlüssen, die von Ingenieuren entwickelt wurden.
- Die Bitübertragungsschicht-Standards decken drei Funktionsbereiche ab: physische Komponenten, Frame-Kodierungstechnik und Signalisierungsverfahren.
- Drei Arten von Kupferverkabelungen sind: UTP, STP und Koaxialkabel (Koax).
- Die UTP-Verkabelung entspricht den von der TIA/EIA gemeinsam festgelegten Standards. Die elektrischen Eigenschaften der Kupferkabel definiert das Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).
- Die wichtigsten Kabeltypen, die durch Verwendung spezifischer Verdrahtungskonventionen erhalten werden, sind Ethernet Straight-through und Ethernet Crossover.

## Was habe ich in diesem Modul gelernt? (Forts.)

- Das Glasfasernetz ermöglicht die Übertragung von Daten über größere Entfernungen und mit höherer Datenübertragungsrate als andere Netzwerkmedien.
- Es gibt vier Arten von Glasfaseranschlüssen: ST, SC, LC und Duplex Multimode LC.
- Glasfaser-Patchkabel umfassen SC-SC Multimode, LC-LC Single-Mode, ST-LC Multimode und SC-ST Single-Mode.
- Wireless-Medien übertragen elektromagnetische Signale durch Radio- oder Mikrowellenfrequenzen. Wireless hat einige Einschränkungen, einschließlich Abdeckungsbereich, Interferenzen, Sicherheit und Probleme, die mit einem freigegebenen Medium auftreten.
- Zu den Wireless-Standards gehören: Wi-Fi (IEEE 802.11), Bluetooth (IEEE 802.15), WiMAX (IEEE 802.16) und Zigbee (IEEE 802.15.4).
- Wireless LAN (WLAN) erfordert einen drahtlosen AP und Wireless-NIC-Adapter.

# 4.8 Zusammenfassung

# Packet Tracer — Verbinden Sie die physische Ebene

In dieser Paket Tracer Übung werden Sie Folgendes tun:

- Bestimmen physischer Eigenschaften von Internetworking-Geräten
- Auswahl richtiger Module für Netzwerkverbindungen
- Geräte anschließen
- Überprüfen Sie die Netzwerkverbindung.

