

## LF8: Eine CAT7-Vernetzung eines Klassenzimmers planen und realisieren

Ausbildungsberuf	Informationselektroniker/-in
Fach	IT-Systeme
Lernfeld	LF 8: Vernetzte Systeme installieren, erweitern und administrieren
Lernsituation	Lernsituation 1: Eine CAT7-Vernetzung eines Klassenzimmers planen und realisieren
Zeitraumen	15 Unterrichtsstunden
Benötigtes Material	Meter, digitales Endgerät, Projektionstechnik, Großhandelskatalog, Patchfelder, Datendosen, Werkzeug, Verifizierer für LAN-Kabel
Querverweise	

### Hinweis:

Die Lösungen lassen sich durch Ein- und Ausschalten der Steuerzeichen ein- und ausblenden!!

Drucken der Lösung: Datei -> Optionen -> Anzeige -> Ausgeblendeten Text drucken

## Konzeptionsmatrix für die Lernsituation 1

Konzeptionsmatrix für Lernsituation 1		Für den Neubau einer Schule soll ein Klassenzimmer vernetzt werden. Die SuS werden beauftragt, sich vor Ort mit dem Kunden zu treffen und eine Skizze des Klassenraums zu erstellen. Weiterhin müssen die SuS ein Angebot über die normgerechte LAN-Verkabelung des Klassenraums von der Datendose bis zum Verteilerschrank erstellen. Anschließend werden die SuS beauftragt, die Verkabelung praktisch mit LSA- bzw. Modultechnik durchzuführen und entsprechend nach der Abnahmemessung dem Kunden zu übergeben.						
Zeit	Thema/ Beschreibung	Sachwissen	Prozesswissen	Reflexionswissen	Aufgabe			
					Aktivitäten	Lernprodukte	Medien/ Materialien	Kontroll- und Reflexionselemente
135	Kundenwunsch und Angebot	<u>Kundenberatung:</u> Gesprächsinformationen Vorgehensweise Dienstleistungen & Produkte <u>Netzwerktechnik:</u> Stand der Technik Angebotserstellung Preiseinholung Online/Katalog	<u>Auftragsorganisation:</u> Ermittlung von Kundenanforderungen  Auswahl passender Netzwerkkomponenten  <u>Auftragsorganisation:</u> Festlegung der Projektphasen  <u>Auftragsplanung:</u> Planung eines Netzwerks	<u>Kundenberatung:</u> Verhalten bei Gesprächen	Erstellung eines Angebots für den Kunden			
					Skizze des Raumes mit Dosen anfertigen  Kabellänge berechnen	Installationskizze  Stückliste  Angebot	<u>Meter</u>  <u>Produktkatalog</u>	Präsentation der Angebote



# Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

Berufsschule, Informationselektroniker/-in, 2. Ausbildungsjahr

90 +	Installation und Abnahme	Netzwerktechnik: Netzwerkverkabelung Netzwerkkomponenten Anschluss-technik Werkzeug: Elektroinstallations- Werkzeug LSA-Werkzeug Prüfungen: Sicht- und Funktionsprüfung Prüfprotokoll Werkzeuge und Methoden zur Diagnose und Fehlerbehebung: Netzwerk-Kabel- Tester für LAN-Kabel	Auftragsrealisierung: Installation von vernetzten Systemen Verlegung von Kommunikationsleitungen Montage und Anschluss der Netzwerkkomponenten  Handhabung von geeigneten Werkzeugen	Prüfungen: Bedeutung von Prüfprotokollen Durchgängige Dokumentation von Arbeits- und Prüfergebnissen zu Nachweis- und Reflexionszwecken	Annahme des Angebotes und Installation einer Beispielstrecke mit Abnahmemessung			
					Aufbau eines Links zwischen Datendose und Patchfeld Gruppe A: LSA-Technik Gruppe B: Modultechnik	Permanent Link von Patchfeld zu Patchdose	Präsentation Patchfeld, Datenkabel, Datenmodule Datendose Werkzeug	Abnahmemessung mit Verifizierer
180	Theorieeinheit mit Kontrollfragen,	Medientypen Kategorie vs. Linkklasse Bezeichnungen Netzwerktechnik: Aktive/passive Netzwerkkomponenten 19"-Technik Kabeltypen Kupfer	-	Grenzen von PoE-Patch- und Netzwerkkabeln Bedeutung und Einfluss von elektromagnetischen Störungen	Grundlagen der strukturieren Verkabelung im Terziärbereich (Raumverkabelung)			
					Lernsystematische Einheit		<u>Skript</u>  <a href="#">Hinweis: Anzeigen der Steuerzeichen zeigt die Lösung!</a>	Wiederholungsfragen
45		Normen			Strukturierte / Anwendungsneutrale Verkabelung			
					Lernsystematische Einheit		<u>Skript</u>	



# Unterrichtskonzept mit illustrierenden Aufgaben

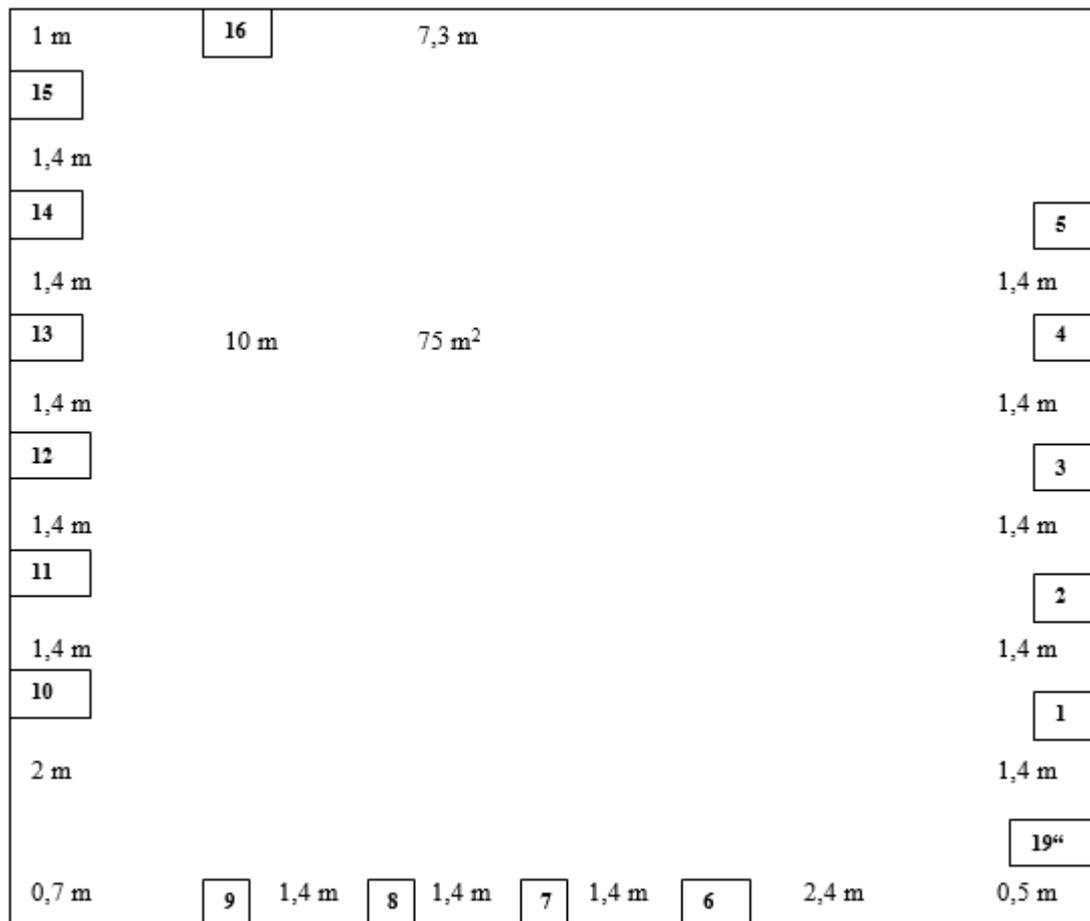
Berufsschule, Informationselektroniker/-in, 2. Ausbildungsjahr

45	Mebis-Übung				Quelle: Staatl. BS 1 Bayreuth – Elektrotechnik – TP-Test			
45	Kurzarbeit				Einschreibeschlüssel: tp			

## Unterlagen, Medien, Materialien

**1. Auftrag:** Für den Neubau einer Schule soll ein Klassenzimmer vernetzt werden. Sie werden von Ihrem Meister beauftragt, sich vor Ort mit dem Kunden zu treffen und eine Skizze des Klassenraums zu erstellen. Der Kunde wünscht ein Angebot über die LAN-Verkabelung des Klassenraums von der Datendose bis zum Verteilerschrank. Die Verkabelung soll für zukünftige Erweiterungen und Technologieänderungen ausgelegt sein.

### 1.b Skizze Raum 123



### 1c) Auftrag: Schätzen und berechnen Sie die Länge des Datenkabels

- Dose 1: 1,4 m
- Dose 2: 1,4 m + 1,4 m = 2,8 m
- Dose 3: 2,8 m + 1,4 m = 4,2 m
- Dose 4: 4,2 m + 1,4 m = 5,6 m
- Dose 5: 5,6 m + 1,4 m = 7,0 m
- Dose 6: 0,5 m + 2,4 m = 2,9 m
- Dose 7: 2,9 m + 1,4 m = 4,3 m

Dose 8:  $4,3\text{ m} + 1,4\text{ m} = 5,7\text{ m}$

Dose 9:  $5,7\text{ m} + 1,4\text{ m} = 7,1\text{ m}$

Dose 10:  $7,1\text{ m} + 0,7\text{ m} + 2\text{ m} = 9,8\text{ m}$

Dose 11:  $9,8\text{ m} + 1,4\text{ m} = 11,2\text{ m}$

Dose 12:  $11,2\text{ m} + 1,4\text{ m} = 12,6\text{ m}$

Dose 13:  $12,6\text{ m} + 1,4\text{ m} = 14\text{ m}$

Dose 14:  $14\text{ m} + 1,4\text{ m} = 15,4\text{ m}$

Dose 15:  $15,4\text{ m} + 1,4\text{ m} = 16,8\text{ m}$

Dose 16:  $16,8\text{ m} + 1\text{ m} = 17,8\text{ m}$

**Summe der Kabellängen:  $138,6\text{ m} + 16\text{ m Verschnitt} = 154,60\text{ m}$  bei Verwendung von Duplexkabel.**

**1d) Auftrag: Erstellen Sie eine Materialliste für das Angebot.**

Pos	Bezeichnung	Stück/ Länge	Einzelpreis	Gesamtpreis	Seite im Katalog
1	Datenkabel, Duplex, Cat 7	200 m			
2	UAE-CAT 6a Anschlussdosen 8/8	16			
3	Brüstungskanal	29 m			
4	Trennsteg	29 m			
5	Geräteeinbaudosen 1-fach	16			
6	Wandgehäuse 19" 6 HE	1			
7	Patchpanel 24 Port, Cat 6a	2			
8	Befestigungsmaterial, pauschal	1			
			<b>Netto:</b>		



## 1e) Angebot an den Kunden

MeinBetrieb  
MeineStraße 123  
97554 MeinOrt

Datum

Staatl. Berufsschule xyz  
Max Mustermann  
Schulstr. 6  
12345 Schulhausen

Angebot Nr. 1234

Sehr geehrter Herr Mustermann,

herzlichen Dank für Ihre Anfrage.  
Gerne unterbreiten wir Ihnen folgendes Angebot:

Pos	Bezeichnung	Menge	Einzel/€	Gesamt/€
1	Verlegeleitung S/STP Duplex, CAT 7			
2	Brüstungskanal			
3	Trennsteg			
4	Geräteeinbaudosen 1-fach			
5	Wandgehäuse 19" 6 HE			
6	Patchfeld, 24 Port, Cat 6A			
7	Datendose 8x8, Cat 6A			
8	Befestigungsmaterial, pauschal			
9	Lohnkosten Azubi			
10	Lohnkosten Geselle			
11	Lohnkosten Meister			
12	Patchkabel 0,25 m Cat6			
13	Switch 24 Port, 1 Gbit/s			
			<b>Netto:</b>	
			<b>Umsatzsteuer 19%</b>	
			<b>Gesamtpreis:</b>	

Wir würden uns sehr freuen, wenn unser Angebot Ihre Zustimmung findet. Das Angebot ist gültig bis zum 20.10.20xx.

Sie haben Fragen oder wünschen weitere Informationen? Rufen Sie uns an – wir sind für Sie da.

Mit freundlichen Grüßen

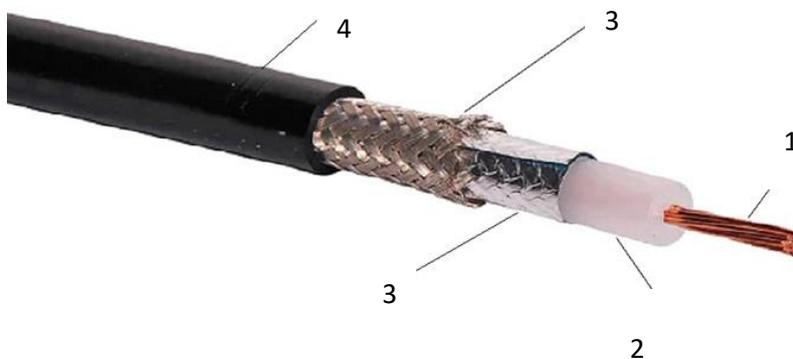
Dein Name

## 1. Koaxialkabel – werden nicht mehr als LAN-Kabel verwendet

Koaxialkabel, kurz: Koaxkabel sind zweipolige Kabel mit konzentrischem Aufbau. Sie bestehen aus einem Innenleiter (auch Seele genannt), der von einem in konstantem Abstand um den Innenleiter angebrachten Außenleiter (auch Schirm, Abschirmung) umgeben ist. Der Zwischenraum besteht aus einem Isolator oder Dielektrikum. Meist ist der Außenleiter durch einen isolierenden, korrosionsfesten und wasserdichten Mantel nach außen hin geschützt.

Übliche Koaxialkabel haben einen Außendurchmesser von 2 bis 15 mm.

### Aufbau



Quelle: de.rs-online.com, 2022

**Auftrag:** Ergänzen Sie die Nummern des Kabels.

1.

---

2.

---

3.

---

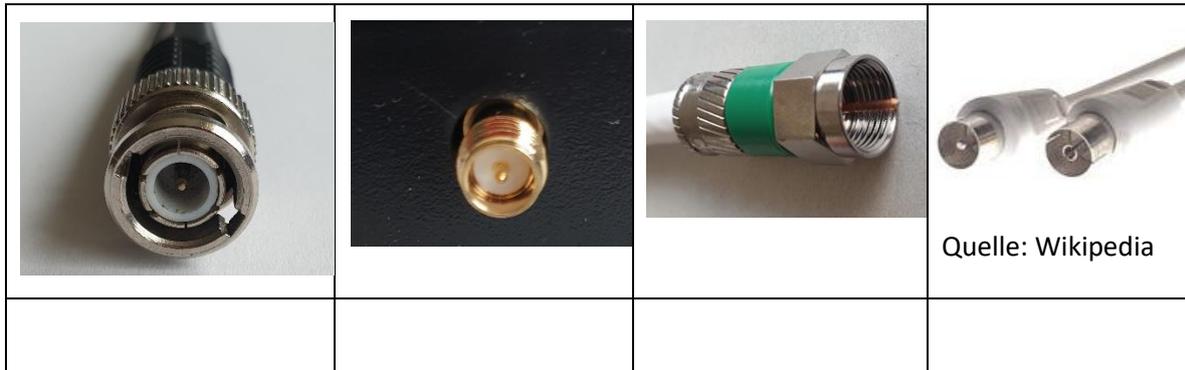
4.

---

### Einsatzgebiete

Kurze Kabel werden für gewöhnlich im Bereich von **Fernseh- und Videoanlagen** genutzt, längere Kabel zum Verbinden von Radio- und Fernseh- und Computernetzen. In der Hochfrequenztechnik werden **Antennen, Sender und Empfangsanlagen** über Koaxialkabel miteinander verbunden.

Koaxialkabel werden verwendet, um hochfrequente, mitunter breitbandige Signale zu übertragen, gewöhnlich mit Frequenzen im Bereich von 100 kHz bis 10 GHz. Teilweise wird eine Gleichspannung mit übertragen, um einen Verbraucher am anderen Ende mit Energie zu versorgen.



Übliche Steckverbinder für Koaxialleitungen sind: Beeling (Kabelfernsehen), BNC, N-Type und F-Stecker. N-Type findet man häufig bei WLAN-Routern.

**Auftrag:** Ordnen Sie die Steckerbezeichnungen oben zu.

**Technische Daten als Übersicht in Tabellenform:**

Bezeichnung	Außen- durch- messer (mm)	min. Biege- radius (mm)	Leitungs- wellen- widerstand	Dämpfung bei 10 MHz (dB/100 m)	Dämpfung bei 145 MHz (dB/100 m)	Dämpfung bei 432 MHz (dB/100 m)	Dämpfung bei 1,3 GHz (dB/100 m)
Aircell 7	7,30	25	50±2 Ω	2,9	7,9	14,1	26,1
Aircom Plus	10,30	55	50±2 Ω	1,2	4,5	8,2	15,2
Ecoflex 10	10,20	44	50±2 Ω	1,2	4,8	8,9	16,5
Ecoflex 15	14,60	150	50±2 Ω	0,86	3,4	6,1	11,4
Ecoflex 15 Plus	14,60	140	50±2 Ω	0,83	3,2	5,8	10,5
H2000 Flex	10,30	75	50±2 Ω	1,2	4,3	9,1	18,3
RG174A/U	2,60	15	50±2 Ω	9,5	38,4	68,5	>104,2

Quelle: [www.darc.de](http://www.darc.de) - Vortrag\_HF-Koaxialkabel

Merke: Je höher die Frequenz \_\_\_\_\_

In Computernetzwerken wurden hier früher die Ethernet-Systeme **10 Base 5** (Thicknet) und **10 Base 2** (Thinnet) verwendet.

10 -> \_\_\_\_\_ Base -> \_\_\_\_\_ 5 -> \_\_\_\_\_ / 2-> \_\_\_\_\_

## 2. Twisted Pair – aktuelle LAN-Verkabelung (im Terziärbereich)

Ethernet Twisted-Pair-Kabel mit RJ-45 Steckern



Als Twisted-Pair-Kabel oder Kabel mit **verdrillten Adernpaaren** bezeichnet man in der Telekommunikations-, Nachrichtenübertragungs- und Computertechnik Kabeltypen, bei denen die beiden Adern eines Adernpaares (pair) miteinander verdrillt (twisted) sind.

Verdrillte Adernpaare bieten Schutz gegen den störenden Einfluss von äußeren magnetischen

Wechselfeldern auf die übertragenen Signale.

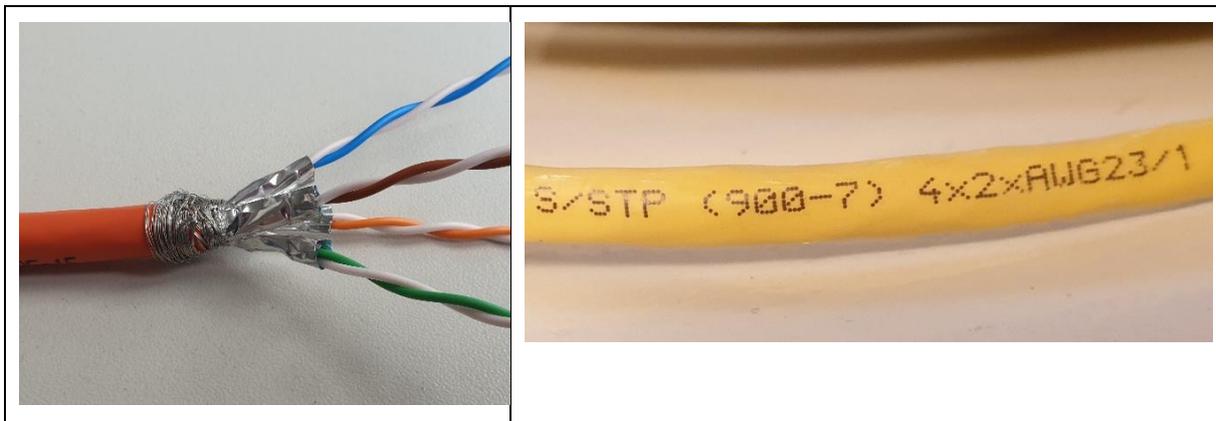
Ein elektrisch leitender Schirm (oft aus Aluminiumfolie und/oder Kupfergeflecht) bietet zusätzlich Schutz gegen störende äußere elektromagnetische Felder.

### Aufbau:

**Ader:** Kunststoffisolierter Kupferleiter. Bei Installations-/Verlegekabeln als **starre Ader** (Draht) mit einem üblichen Durchmesser von 0,4 mm oder 0,6 mm. Die Standardbezeichnung eines typischen Twisted-Pair-Kabels ist dem entsprechend 4x2x0,4 oder 4x2x0,6.

0,6 -> \_\_\_\_\_; 2 -> \_\_\_\_\_; 4 -> \_\_\_\_\_

Häufig wird die Stärke des Kupferleiters auch in **AWG** (American Wire Gauge) angegeben; die üblichen Größen reichen dann von AWG27 bis AWG22 (je kleiner die AWG-Zahl, desto dicker der Leiter).





**Paar:**

---

---

**Leiterbündel oder Seele:**

---

---

---

---

**Schirm:**

---

---

---

---

**Kabelmantel:**

---

---

---

Zusätzlich zu den Adernpaaren können weitere Elemente im Kabel vorhanden sein, wie zum Beispiel:

Beidraht als **elektrische Masseleitung**

Ein **Kunststofffaden** mit dem auf einfache Weise der Kabelmantel entfernt werden kann: den Faden mit einer Zange festhalten und im spitzen Winkel zurückziehen. Der Faden schneidet dabei die Umhüllung auf, diese kann nun einfach entfernt werden.

## Schirmung

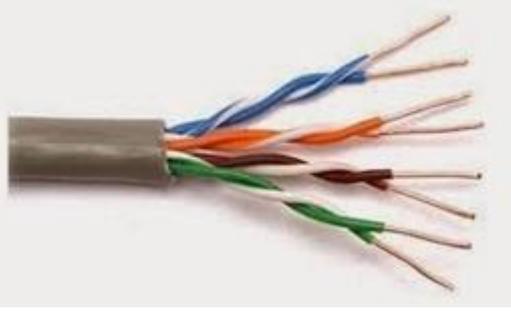
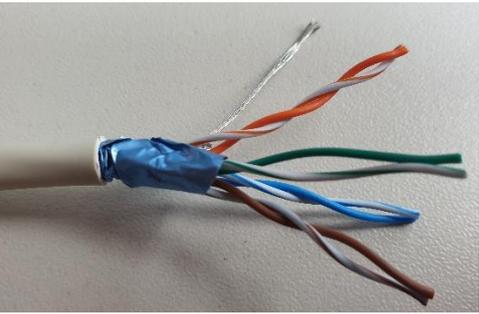
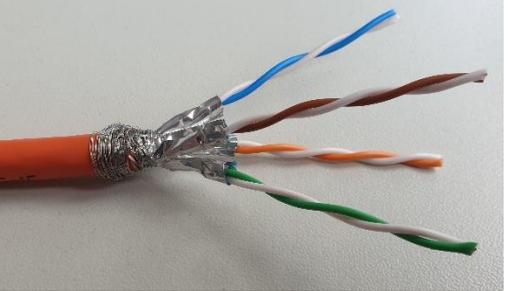
Mit der ISO/IEC-11801 (2002)E wurde ein neues Bezeichnungs-Schema der Form XX/YYYY eingeführt:

XX bedeutet Gesamtschirmung: **U** = Ungeschirmt, **F** = Foliengeschirmt, **S** = Geflechschirm, **SF** = Geflecht- und Folienschirm

Y bedeutet Aderpaarschirmung: **U** = Ungeschirmt, **F** = Foliengeschirmt, **S** = Geflechschirm

ZZ steht immer für TP = Twisted Pair

**Aufgabe:** Bezeichnen Sie die abgebildeten Datenkabel.

	 <p>Quelle: medium.com</p>
	 <p>Quelle: medium.com</p>
	
	

**Aufgabe:** Ergänzen Sie folgende Tabelle (Internetrecherche)

Kategorie TIA/EIA	Grenz- frequenz	Link- Klasse ISO/IEC	Anwendung	Kabeltyp
	16 MHz	C	10 Base T, Telefonkabel	
<b>4</b>	20 MHz		Token Ring (veraltet)	
	100 MHz	D	100 Base TX, Token Ring	
	200 MHz		1000 Base T	
	250 MHz	E	1000 Base T, Sprach-, Datenübertra-gung sowie Multimedia und ATM-Netze	
	500 MHz	E <sub>A</sub>	10G Base T	
	600 MHz	F	10G Base T	
	1000 MHz	F <sub>A</sub>	10G Base T	
	1600- 2000MHz		40G Base T (ab 2015) auf 30 – 100 m	

Beispiele:

100 -> \_\_\_\_\_ Base -> \_\_\_\_\_ TX -> \_\_\_\_\_

1000 -> \_\_\_\_\_ Base -> \_\_\_\_\_ T -> \_\_\_\_\_

## 3. Ethernet

**Ethernet** ist eine kabelgebundene Datennetztechnik für lokale Datennetze (LANs). Sie ermöglicht den Datenaustausch in Form von Datenrahmen zwischen allen (am Switch) angeschlossenen Geräten (Computern, Druckern, Routern, usw.). Ethernet arbeitet mit bis zu 10 Mbit/s.

**Fast Ethernet** ist eine Weiterentwicklung von Ethernet, die bei 100 Mbit/s arbeitet. In seiner traditionellen Ausprägung erstreckt sich das LAN dabei nur über ein Gebäude, heutzutage verbindet Ethernet-Technik per Glasfaser oder Funk aber auch Geräte über weite Entfernungen.

Ethernet umfasst Festlegungen für Kabeltypen und Stecker, beschreibt die Signalisierung für die Bitübertragungsschicht und legt Paketformate und Protokolle fest.

**Gigabit-Ethernet** ist der Standard im LAN von heute. Das **10G-Ethernet** wird derzeit vorwiegend in Rechenzentren verwendet, da sowohl HDD- als auch SSD-Festplatten noch zu langsam sind.

Der **Erfolg** von Ethernet beruht im Wesentlichen auf folgenden Faktoren:

- Einfachheit und leichte Wartung
- Möglichkeit zum Integrieren neuer Technologien
- Zuverlässigkeit
- Niedrige Installations- und Aktualisierungskosten
- PoE (Power over Ethernet) zusätzliche Energieversorgung von Endgeräten

### **CSMA/CD-Zugriffsverfahren (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection)**

Beim CSMA/CD-Zugriffsverfahren hören die Netzwerkgeräte den Übertragungskanal ab, bevor sie ihre Daten übertragen. Wenn ein Knoten Daten senden möchte, muss er also erst überprüfen, ob im Netzmedium gerade eine Übertragung stattfindet. Findet keine Übertragung statt so kann er senden. Senden zwei Stationen zufällig zur gleichen Zeit so entstehen Kollisionen. Werden diese erkannt, so senden alle beteiligten Stationen ein JAM-Signal als Zeichen für den Datenverlust, stoppen die Übertragung und beginnen nach einer gewissen Zufallszeit wieder mit dem Senden.

## Häufig verwendete Ethernet-Varianten und deren Steckeranschlüsse:

Bezeichnung	Übertragungsfrequenz in Mbit/s	Kabellänge in m	Steckertyp / Kabel	Adernpaarzahl
10 BASE5		500	BNC / Koax RG8 (veraltet)	1
10 BASE2		185	BNC / Koax RG58 (veraltet)	1
10 BASE-T			RJ 45 /UTP (veraltet)	
100 BASE-TX				
<b>1000 BASE-T</b>				
10G BASE-T			RJ 45 / S/FTP (Cat 6a / Cat 7)	
40G BASE-T			Nexans GG45, Siemon TERA / S/FTP (Cat 8)	

Koax – Koaxialkabel, T – Twisted Pair-Kabel, Segmentlänge: 100 m

Link: [https://www.youtube.com/watch?v=sQUxnw8PZ\\_Q](https://www.youtube.com/watch?v=sQUxnw8PZ_Q) (Herstellung von Ethernet Kabeln)

**Übung 1:** Zeichnen Sie eine übliche Verkabelung mit Kupfer-Datenkabeln (Horizontale Verkabelung auf und ordnen Sie folgende Begriffe zu: Verlegekabel, Patchkabel, Patchfeld, Datendose, Switch, PC, Channel Link, Permanent Link



Worin besteht der Unterschied zwischen einem Verlegekabel und einem Patchkabel?

**Übung 2:** Zur Abnahme einer neuen Installation gibt es 3 unterschiedliche Gerätetypen. Beschreiben Sie kurz deren Funktion. (Internetrecherche)

**Verifizierer:**

**Qualifizierer** (Übung mit iperf/nmap):

**Zertifizierer:**

**Hinweis:** Für eine LAN-Installation auf dem Stand der Technik benötigen wir Informationen über die Anwendungsneutrale Gebäudeverkabelung und den entsprechenden Normen.

## **Strukturierte / Universelle / Anwendungsneutrale (Gebäude-)Verkabelung /**

Sie stellt einen einheitlichen Aufbauplan für Verkabelungen für unterschiedliche Dienste (Sprache, Daten, TV) dar.

### **Normen für die Verkabelung:**

<b>Global</b>	<b>ISO, IEC</b>	<b>ISO/IEC 11801</b>
<b>Europa</b>	<b>CENELEC</b>	<b>EN 50173</b>
<b>Lokal</b>	<b>DIN VDE 0800-173 Serie</b>	<b>EIA/TIA 568</b>

### **Primärbereich (Campusverkabelung, Geländeverkabelung)**

= Verkabelung von Gebäudeverteiler (GV) zu GV, bzw. GV zu Standortverteiler (StoV)

Merkmale: große Entfernungen, hohe Bandbreite, geringe Anzahl von Anschlusspunkten

Medien:

### **Sekundärbereich = Stockwerkverkabelung / Vertikale Verkabelung**

= Verkabelung von GV zum Etagenverteiler (EV) bzw. Raumverteiler (RV)

Medien:

## **Tertiärbereich, horizontale Stockwerkverkabelung, Etagenverkabelung**

= Verkabelung von EV zum Teilnehmeranschluss (TA) = Datendose (UAE)

Medien:

### **Elemente:**

- Verteilerschränke mit Patchpanels (CAT 6A), Switchen, Medienkonvertern und Servern
- Patch- und Verlegekabel der Kategorien 6, 7 und 8 bzw. LwL
- Anschlussdosen mit RJ45-Buchsen (CAT 6A) bzw. LwL-Kabeln und Buchsen



**Aufgabe: Beantworten Sie folgende Fragen auf einen extra Blatt.**

Warum werden Koaxialkabel heutzutage nicht mehr verwendet?

Nennen Sie 3 Koaxial-Stecker.

Beschreiben Sie die Montage von LAN-Kabeln mit LSA-Tool.

Beschreiben Sie die Montage von LAN-Kabeln mit RJ45-Modulen von Ruthenbeck.

Worauf ist bei der Montage von LAN-Kabeln zu achten?

Worin unterscheidet sich ein Patch-Kabel von einem Verlegekabel?

Ergänzen Sie folgenden Satz für Kupfer-Kabel:

Je \_\_\_\_\_ die Frequenz, desto \_\_\_\_\_ die Dämpfung.

Nennen Sie den Farbcode nach TIA/EIA 568 B.

Warum gibt es zusätzlich den Farbcode TIA/EIA 568 A?

Warum sind die Adernpaare verdreht?

Nennen Sie zwei aktuelle Ethernet-Systeme (=LAN-Systeme).

Was versteht man unter einem S/FTP-Datenkabel?

Welche Unterschiede bestehen zwischen Verifizierer, Qualifizierer und Zertifizierer?

Was versteht man unter 10G Base T? –

Ordnen Sie die Kategorie nach TIA/EIA den Link-Klassen nach ISO/IEC zu. –

Worin besteht der Unterschied zwischen Kategorie und Link-Klasse?

Worin begründet sich der Erfolg von Ethernet.

Beschreiben Sie das CSMA/CD-Zugriffsverfahren.

Nennen Sie die 3 Ebenen der strukturierten Verkabelung mit ihren vorgeschriebenen Medien.

**Abkürzungen:**

LAN-

AWG-

S/FTP

Dämpfung

NEXT

Open

Short

Split-Pair



CSMA/CD

Ethernet

TIA/EIA

ISO/IEC

LSA

Twisted Pair

RJ45

---



## Hinweise zum Unterricht

[https://www.youtube.com/watch?v=sQUxnw8PZ\\_Q](https://www.youtube.com/watch?v=sQUxnw8PZ_Q) (Herstellung von Ethernet Kabeln)

## Quellen- und Literaturangaben

### Fachliteratur

- Fachkundebuch, Europa-Verlag
- Tabellenbuch, Westermann-Verlag

### Quellen

Corning Network IQ Programm 2013

Wikipedia

[Alles über Koaxialkabel | RS Components | RS Components \(rs-online.com\)](#)

[at.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=ideen-und-tipps/koaxialkabel-leitfaden](http://at.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=ideen-und-tipps/koaxialkabel-leitfaden)

Bilder zu UTP und STP-Kabeln:

[Comparison Between UTP And STP. As one type of cable, Twisted Pair \(TP\)... | by Emily Twain | Medium](#)

[medium.com/@bilby\\_yang/comparison-between-utp-and-stp-27f7ac1d61aa](https://medium.com/@bilby_yang/comparison-between-utp-and-stp-27f7ac1d61aa)

Vergleich von Koaxialkabeln:

[DK8AR\\_HF\\_Koaxialkabel.pdf \(darc.de\)](#)

[www.darc.de/fileadmin/filemounts/distrikte/h/ortsverbaende/33/Vorträge/DK8AR\\_HF\\_Koaxialkabel.pdf](http://www.darc.de/fileadmin/filemounts/distrikte/h/ortsverbaende/33/Vorträge/DK8AR_HF_Koaxialkabel.pdf)