## 1. OKTOBER 2019

# INFORMATIONS- UND TELEKOMINIKATI-ONSSYSTEME

VERNETZTE IT-SYSTEME

**OLIVER KRAFCZIK** 

#### INHALT

1.	Grundlagen der Übertragungstechnik	3
	1.1 Physikalische Ausbreitungsformen von Signalen bei der Datenübertragung	3
	1.2 Seriell/ Parallel	4
	1.3 Synchron/ Asynchron	4
	1.4 Duplex-Arten	5
	1.5 Analog / Digital	5
2.	Signalausbreitung und Verlust	6
	2.1 Signaldämpfung/ Leitungswiderstand/ Kabel	6
	2.2 Signalverformung/ Modendispersion	7
3.	Netzwerkaufbau und -verkabelung	8
	3.1 Strukturierte Verkabelung	8
	3.2 Netzwerk-Topologien	9
4.	Netzwerk-Kopplungselemente	13
	4.0 OSI-Modell	13
	4.1 Repeater, Hub (Multiport-Repeater)	14
	4.2 Bridge, Switch (Multiport-Bridge)	14
	4.3 Router, Gateway	15
	4.4 Broadcast-/ Kollisionsdomäne	15
	4.5 CSMA/CD	16
	4.6 MAC-Addresse, IP-Addresse	16
	4.7 Ethernet-Datenframe	16
5.	Netzwerk-Verbindungselemente	17
	5.1 Installationsleitung, Permanent-Link, Channel-Link	17
	5.2 Patchkabel, Cross-over-Kabel, Auto-MDI-X, "1000/100/10" und <b>An</b> zahl belegter Adern	17
	5.3 Patchpanel, "switchen", Rack	18
	5.4 Koax, Twisted-Pair, Breitbandanschluss	19
	5.5 Monomode-Faser, Multimode-Faser (Stufen u. Gradienten-Index), OM4, OS2	19
	5.6 RJ45- u. GG45-Stecker, LC/SC-Stecker	20
	5.7 aDSL, vDSL	20
	5.8 Übertragunsrate, Bandbreite	20
	5.9 Basisband/ Breitband, Modulation und Träger	21
	5.10 Gigabit-LAN, "100-Base-TX"	21
	5.11 Cat6/ Cat7	21
	5.12 FEXT, Crosstalk	21
6.	Drahtlose Verbindung	21
	6.1 WLAN-Kanäle, Trägerfrequenz, Kanalabstand	21

6.2 CSMA/CA	21
6.3 SSID,Adhoc	21
6.4 WEP, WPA 2, AES, TKIP	21
6.5 UMTS, HSDPA, LTE	22
6.6 Bluetooth, RFID	22
7. Netzwerkaufbau in PacketTracer	22
7.1 Auswahl von Kopplungselementen	22
7.2 Verbindung von Kopplungselementen	22

## 1. GRUNDLAGEN DER ÜBERTRAGUNGSTECHNIK

## 1.1 PHYSIKALISCHE AUSBREITUNGSFORMEN VON SIGNALEN BEI DER DATENÜBERTRAGUNG

#### 1.1.1 STROM

Elektrische Signale in Stromkabeln (Ethernet)

#### 1.1.2 LICHT

Lichtwellenleiter (LWL). Es gibt Multimodefaser und Monomodefaser. Sowohl die Länge der Übertragungsstrecke als auch die Übertragungsrate werden durch Eigenschaften des Lichtwellenleiters begrenzt. Die maximale Übertragungsstrecke ist bei digitalen Signalen erreicht, wenn der Empfänger nicht mehr sicher die Flanken des Signals erkennen kann. Dies ist der Fall, wenn das Signal zu schwach oder wenn die Signalform zu stark verzerrt ist. Je geringer die Verluste pro Kilometer ausfallen, desto weiter kann ein Signal übertragen werden, bevor es zu schwach wird. Die Dispersion beeinflusst, wie sehr sich Wellenzüge bei der Übertragung verformen. Das Spektrum eines Signals ist umso breiter, je höher seine Taktrate ist. Bei gegebener Dispersion nehmen daher die Verformungen mit der Taktrate zu.

#### 1.1.3 FUNK

Die Funktechnik basiert auf der Tatsache, dass man ein Trägersignal (elektromagnetische Welle) mittels einer Modulationsart durch ein Nachrichtensignal gezielt verändern kann. Dabei wird beispielsweise die Frequenz oder die Amplitude der Wechselspannung im Rhythmus des Signals geändert. Die modulierte Welle wird über eine Antenne abgestrahlt und auf der Empfängerseite durch eine weitere Antenne empfangen. Durch Demodulation wird die ursprüngliche Nachricht wiedergewonnen und kann dann hörbar oder sichtbar (Fernsehen) gemacht oder anders weiterverarbeitet werden.

Der Vorteil gegenüber konkurrierenden Übertragungsarten ist, dass

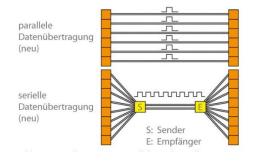
- es sehr viele unterschiedliche Trägerfrequenzen gibt, die sich gegenseitig nicht beeinflussen
- keine elektrischen Kabel verlegt werden müssen
- die Anzahl der Funkempfänger praktisch keinen technischen Einschränkungen unterliegt
- Sender und Empfänger sehr gut getarnt und u. U. kaum entdeckt werden können

## Nachteilig ist, dass

- man die Sendungen abhören kann, ohne entdeckt zu werden. Die Nutzung der übermittelten Daten kann aber durch Verschlüsselung erschwert werden
- die Kommunikation durch Störsender erschwert oder unmöglich gemacht werden kann
- der technische Aufwand erheblich ist, was aber durch Fortschritte der Mikroelektronik immer weniger ins Gewicht fällt
- im gesamten Ausbreitungsbereich des Senders jedes Frequenzband nur von einem einzigen Sender genutzt werden kann, sofern nicht Techniken wie Richtfunk, Gleichwellennetze oder Zeitmultiplexverfahren eingesetzt werden

Beim Hörfunk und Fernsehen sendet ein Teilnehmer, der Radio- oder Fernsehsender, und alle anderen Teilnehmer auf diesem Kanal empfangen nur, ohne selbst zu senden. Die Übertragung ist unidirektional – sie geht nur in eine Richtung.

## 1.2 SERIELL/ PARALLEL



Grundsätzlich unterscheidet man bei der Datenübertragung zwischen dem seriellen und parallelen Prinzip. Seriell heißt, dass Informationen Bit für Bit hintereinander über einen Datenkanal gesendet werden. Parallel bedeutet, dass eine bestimmte Anzahl von Datenkanälen gleichzeitig zur Übertragung genutzt werden.

Wenn Zeichen, z.B. ASCII, übertragen werden, bedeutet eine serielle Übertragung, dass die einzelnen Bits des Zeichens bitseriell über einen Datenkanal gesendet werden. Werden ganze Bytes von

Zeichen parallel über 8 Leitungen übertragen, die Zeichen aber hintereinander gesendet, spricht man von einer byteseriellen Übertragung. Die byteserielle Übertragung ist ein Spezialfall von serieller und paralleler Übertragung

#### 1.2.1 SERIELL

Serielle Datenübertragungen übertragen digitale Daten autonom jeweils auf einer Leitung (bzw. auf einem Leitungspaar). Als Medium der seriellen Datenübertragung wird meist eine elektrische Leitung verwendet, ebenso ist aber auch Glasfaser, drahtlose Verbindung (Funkübertragung) oder ein anderes Medium denkbar.

## 1.2.2 PARALLEL

Parallele Datenübertragungen übertragen digitale Daten über mehrere Leitungen gleichzeitig. Die Übertragung erfolgt dabei auf mehreren physischen Leitungen nebeneinander oder über mehrere Kanäle zur gleichen Zeit im "Gleichschritt". Werden nur binäre Symbole mit zwei möglichen Zuständen eingesetzt, entspricht ein Symbol einem Bit, welches pro Datenpfad übertragen werden kann. Bei n parallelen Datenpfaden können n Bits in einem Schritt parallel übertragen werden.

Die parallele Übertragung über mehrere serielle Datenkanäle unterscheidet sich grundlegend von einer parallelen Datenübertragung in der Weise, dass dort auf der unteren Hardwareebene alle Kanäle unabhängig voneinander übertragen und Laufzeitunterschiede irrelevant sind. Bei parallelen Übertragungen arbeiten alle Datenkanäle streng mit einem gemeinsamen Taktregime und sind dadurch sehr empfindlich auf Laufzeitunterschiede der Kanäle.

## 1.3 SYNCHRON/ ASYNCHRON

#### 1.3.1 SYNCHRON

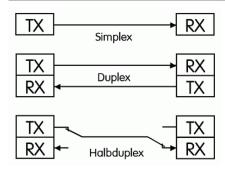
Bei der synchronen Datenübertragung werden die Daten in Blocks zusammengefasst und zusammen übertragen. Bei der synchronen Übertragung sind nicht mehr für jedes Datenbyte jeweils einzelne Start-Bits nötig. Die Nutzdaten werden paketorientiert in größeren Blöcken zusammengefasst oder als ein kontinuierlicher Datenstrom übertragen. Die Übertragung wird damit effizienter.

## 1.3.2 ASYNCHRON

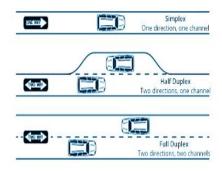
Asynchronen Datenübertragungen übertragen einzelne Datenworte (5 bis 16 Bit) jeweils einzeln und unabhängig voneinander. Daraus folgt, dass alle gesendeten Daten Synchronisationsinformationen benötigen (z. B. Start-Bit, Stop-Bit). Durch das Startbit wird eine Synchronisation von Sender und Empfänger für ein übertragenes Datenwort erzeugt. Werden mehrere Datenworte nacheinander übertragen, wird jedes Datenwort mit einer eigenen Synchronisationsinformation in Form von Start- und Stop-Bit versehen.

## 1.4 DUPLEX-ARTEN

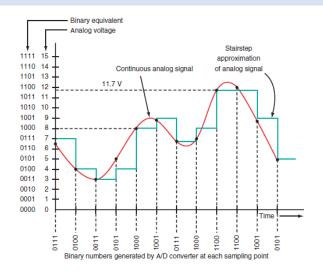
Bezeichnung	Beschreibung	Anwendungsbeispiele
Simplex	Daten können in nur eine Richtung übertragen werden, diese Technik ermöglicht keine Antwort	Rundfunk, Pager
Halbduplex	Daten können abwechselnd, aber nicht gleichzeitig, in beide Richtungen fließen	Türsprechanlagen, Walkie- Talkie
Vollduplex	Daten können in beide Richtungen gleichzeitig übertragen werden.	POTS, GSM, 1000BASE-T
Dual-Simplex	Ähnlich Vollduplex, aber getrennte Sende- und Empfangswege	PCI Express, 100BASE-TX, Serial ATA



TX: Transmission (Senden) RX: Read (Empfangen)



## 1.5 ANALOG / DIGITAL



Analoge Signale sind stufenlos und liefern theoretisch unendlich genaue Informationen.

Digitale Signale sind mehr oder weniger ausgewählt und / oder abhängig von der Betrachtungsart "verlustbehaftet".

## 2. SIGNALAUSBREITUNG UND VERLUST

## 2.1 SIGNALDÄMPFUNG/ LEITUNGSWIDERSTAND/ KABEL

Das "Schwächerwerden" eines Signals verursacht durch den Leitungswiderstand und äußere Einflüsse.



#### 2.1.1 SIGNALDÄMPFUNG

Dämpfung ist ein allgemeiner Begriff für die Verringerung der Stärke eines Signals. Dämpfung tritt bei jeder Art von Signal auf, ob digital oder analog. Manchmal auch Verlust (engl.: loss) genannt, ist Dämpfung eine natürliche Folge der Signalübertragung über große Entfernungen. Das Ausmaß der Dämpfung wird normalerweise in der Einheit Dezibel (dB) ausgedrückt.

Bei konventionellen und Glasfaserkabeln wird die Dämpfung in Dezibel pro Fuß, 1000 Fuß, Kilometer oder pro Meile angegeben. Je geringer die Dämpfung pro Distanz-Einheit, desto effizienter das Kabel. Sind Signale per Kabel über große Entfernungen zu übertragen, können ein oder mehrere Repeater entlang des Wegs eingesetzt werden. Die Repeater erhöhen die Signalstärke, um die Dämpfung zu überwinden. Dies erhöht die maximale Reichweite erheblich.

## 2.1.2 LEITUNGSWIDERSTAND

Der Leitungswiderstand von Kabelleitungen hängt von der Leitungslänge, der elektrischen Leitfähigkeit bzw. dem elektrischen Widerstand von Kupfer und dem Querschnitt der Leitung ab. Zu beachten ist, dass bei einem größeren Leitungsquerschnitt der Leitungswiderstand geringer wird.

## 2.1.3 KABEL

XX steht für die Gesamtschirmung

- U = ohne Schirm (ungeschirmt)
- F = Folienschirm (beschichtete Kunststofffolie)
- S = Geflechtschirm (Drahtgeflecht)
- SF = Geflecht- und Folienschirm

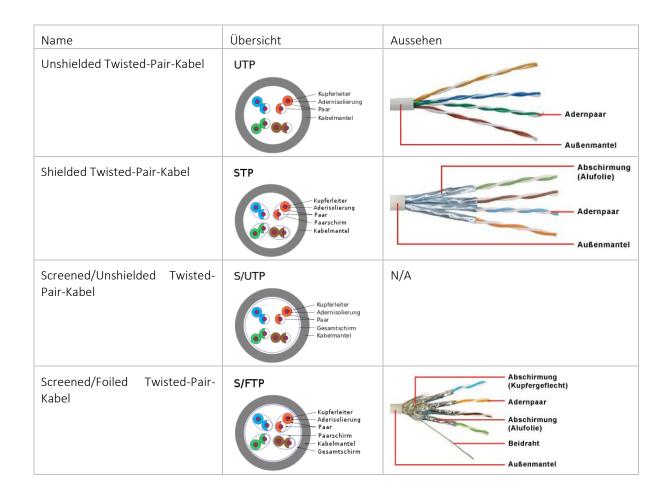
Y steht für die Aderpaarschirmung

- U = ohne Schirm (ungeschirmt)
- F = Folienschirm (beschichtete Kunststofffolie)
- S = Geflechtschirm (Drahtgeflecht)

ZZ steht für die Verseilungsart

- TP = Twisted Pair (in der Regel)
- QP = Quad Pair



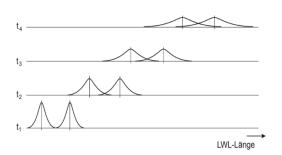


## 2.2 SIGNALVERFORMUNG/ MODENDISPERSION

## 2.2.1 SIGNALVERFORMUNG

## 2.2.2 MODENDISPERSION

Unter Dispersion versteht man alle Effekte, die zu einer Verbreiterung und Abflachung der Impulse während der Ausbreitung entlang des Lichtwellenleiters führen. Das kann dazu führen, dass sich benachbarte Impulse zunehmend überlappen. Der Empfänger kann die einzelnen Impulse nicht mehr trennen. Es kommt zu Übertragungsfehlern.



## 3. NETZWERKAUFBAU UND -VERKABELUNG

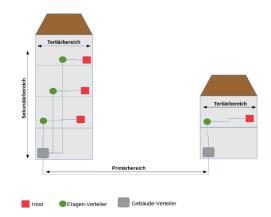
#### 3.1 STRUKTURIERTE VERKABELUNG

Die Strukturierte Verkabelung, auch als Universelle Gebäudeverkabelung (UGV) oder Universelle Kommunikationsverkabelung (UKV) bezeichnet, ist ein Konzept für die Verkabelung mit anwendungsneutralen Kommunikationskabeln in und zwischen Gebäuden. Die Strukturierte Verkabelung ist ein Teil der Infrastruktur der Immobilien und wird in Primär-, Sekundär- und Tertiärbereich eingeteilt. Für die Strukturierte Verkabelung gibt es von dem Europäischen Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) die Europäische Norm EN 50173.

#### Primärbereich (Standortverteiler)

Der Primärbereich ist die Verkabelung der Gebäude eines Standortes untereinander und wird auch als Campusverkabelung oder Geländeverkabelung bezeichnet. Der Primärbereich umfasst das Kabel von dem Standortverteiler zu einem Gebäudeverteiler, die Gebäudeverteiler und die Kabel zwischen den Gebäudeverteilern.

In dem Primärbereich sind große Kabellängen notwendig. Deshalb ist das Glasfaserkabel wegen der kleinen Dämpfung bei einer großen Datenübertragungsrate besonders geeignet. Außerdem bietet es eine galvanische Trennung, weshalb ein



Potenzialausgleich zwischen den Gebäuden nicht unbedingt notwendig ist.

Preisgünstiger, aber langsamer und störempfindlicher ist eine Verbindung mit einem Kabel mit einer verseilten Zweidrahtleitung (Twisted-Pair-Kabel) mit VDSL-Modems.

Verwendete Kabelarten: Glasfaserkabel, Twisted-Pair-Kabel.

## Sekundärbereich (Gebäudeverteiler)

Der Sekundärbereich ist die vertikale Stockwerkverkabelung, also die Verkabelung der Stockwerke eines Gebäudes untereinander und wird auch als Steigbereichverkabelung oder Gebäudeverkabelung bezeichnet. Der Sekundärbereich umfasst die Kabel von dem Gebäudeverteiler zu den Stockwerkverteilern.

Verwendete Kabelarten: Glasfaserkabel, Twisted-Pair-Kabel.

#### Tertiärbereich (Etagenverteiler)

Der Tertiärbereich ist die horizontale Stockwerkverkabelung, also die Verkabelung innerhalb der Stockwerke eines Gebäudes und wird auch als Etagenverkabelung bezeichnet. Der Tertiärbereich umfasst die Kabel von dem Stockwerkverteiler zu den Anschlussdosen.

Verwendete Kabelarten: Glasfaserkabel, Twisted-Pair-Kabel.

## 3.2 NETZWERK-TOPOLOGIEN

## 3.2.1 LINIEN-TOPOLOGIE

Alle Teilnehmer sind nacheinander in Reihe geschaltet.

Es gibt einen Anfangs- und einen End-Teilnehmer.

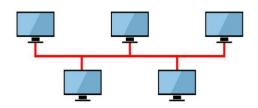


Teilnehmer können auf die übertragenen Informationen zugreifen, wenn sie diese durchlaufen.

Leicht umsetz- und erweiterbar (Skalierung)	JA
Relativ geringe Leitungsanzahl (Kosten)	JA
Keine aktiven Netzwerk-Komponenten nötig (Passiv)	JA (Protokoll)
Funktioniert weiterhin bei Teilnehmer-Ausfall (Redundanz)	NEIN
Funktioniert weiterhin bei Erweiterung/Reduzierung der Teilnehmer (Einfache Wartung)	NEIN
Daten sind relativ abhörsicher (Sicherheit)	NEIN
Dauer der Nachrichtenübertragung	Kurz bis lang

Beispiele: Kleine Netzwerke wie etwa ein Schulungsraum.

## 3.2.2 BUS-TOPOLOGIE



Nur geringer Unterschied zur Linien-Topologie:

Alle Teilnehmer sind über die gleiche Leitung (Bus) miteinander verbunden.

Alle Teilnehmer können auf das Übertragungsmedium und die übertragenen Informationen zugreifen.

Leicht umsetz- und erweiterbar (Skalierung)	JA
Relativ geringe Leitungsanzahl (Kosten)	JA
Keine aktiven Netzwerk-Komponenten nötig (Passiv)	JA (Protokoll)
Funktioniert weiterhin bei Teilnehmer-Ausfall (Redundanz)	NEIN (Maßnahmen erforderlich)
Funktioniert weiterhin bei Erweiterung/Reduzierung der Teilnehmer	NEIN
Daten sind relativ abhörsicher (Sicherheit)	NEIN
Dauer der Nachrichtenübertragung	Kurz bis lang

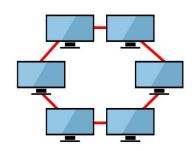
## 3.2.3 RING-TOPOLOGIE

Rechner werden zu einem Ring zusammengeschlossen.

Die zu übertragende Information wird bis zu ihrem Bestimmungsort durch die anderen Teilnehmer durchgereicht.

Durch Protection-Umschaltung kann der Ausfall des ganzen Rings bei Ausfall eines Teilnehmers verhindert werden.

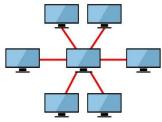
Kann etwa in einen Bus-Betrieb umgeschaltet werden.



Leicht umsetz- und erweiterbar (Skalierung)	JA
Relativ geringe Leitungsanzahl (Kosten)	JA
Keine aktiven Netzwerk-Komponenten nötig (Passiv)	JA (Protokoll)
Funktioniert weiterhin bei Teilnehmer-Ausfall (Redundanz)	NEIN (Maßnahmen erforder- lich)
Funktioniert weiterhin bei Erweiterung/Reduzierung der Teilnehmer (Einfache Wartung)	NEIN
Daten sind relativ abhörsicher (Sicherheit)	NEIN
Dauer der Nachrichtenübertragung	Mittel

Beispiel: Wird oft in großen Gebäuden eingesetzt.

## 3.2.4 STERN-TOPOLOGIE

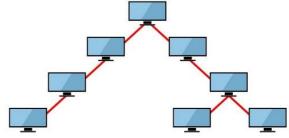


Alle Teilnehmer sind über einen zentralen Teilnehmer miteinander verbunden (Switch, Hub).

Leicht umsetzbar- und erweiterbar (Skalierung)	JA
Relativ geringe Leitungsanzahl (Kosten)	Mittel
Keine aktiven Netzwerk-Komponenten nötig (Passiv)	JA
Funktioniert weiterhin bei Teilnehmer-Ausfall (Redundanz)	JA, es sei denn der Zentral- Teilnehmer fällt aus.
Funktioniert weiterhin bei Erweiterung/Reduzierung der Teilnehmer (Einfache Wartung)	JA
Daten sind relativ abhörsicher (Sicherheit)	JA
Dauer der Nachrichtenübertragung	Kurz (bei Switch-Nutzung)

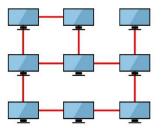
Ein Teilnehmer ist die Wurzel, von der aus sich andere Teilnehmer weiter "verzweigen" können.

Es ergibt sich eine Hierarchie.



Leicht umsetz- und erweiterbar (Skalierung)	JA
Relativ geringe Leitungsanzahl (Kosten)	Mittel
Keine aktiven Netzwerk-Komponenten nötig (Passiv)	Kombination aus Aktiv und Passiv
Funktioniert weiterhin bei Teilnehmer-Ausfall (Redundanz)	Variabel (je näher der Ausfall an der Wurzel, desto schlimmer)
Funktioniert weiterhin bei Erweiterung/Reduzierung der Teilnehmer (Einfache Wartung)	Variabel (kommt drauf an, ob ein Teilnehmer "dazwischen geschaltet" oder nur angehängt/entfernt wird).
Daten sind relativ abhörsicher (Sicherheit)	NEIN
Dauer der Nachrichtenübertragung	Kurz bis sehr lang

## 3.2.6 VERMASCHTE-TOPOLOGIE



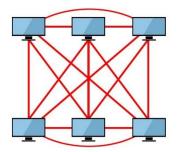
Jeder Teilnehmer ist mit einem oder mehreren Teilnehmern verbunden.

Komplexes Routing nötig.

Leicht umsetzbar- und erweiterbar (Skalierung)	NEIN
Relativ geringe Leitungsanzahl (Kosten)	NEIN (hoch)
Keine aktiven Netzwerk-Komponenten nötig (Passiv)	NEIN
Funktioniert weiterhin bei Teilnehmer-Ausfall (Redundanz)	JA (meistens)
Funktioniert weiterhin bei Erweiterung/Reduzierung der Teilnehmer	JA
Einfache Wartung	NEIN
Daten sind relativ abhörsicher (Sicherheit)	JA
Dauer der Nachrichtenübertragung	Kurz (meistens)

Beispiel: Das Internet

#### 3.2.7 VOLLVERMASCHTE-TOPOLOGIE



Jeder Teilnehmer ist mit jedem anderen Teilnehmer verbunden.

Benötigt kein Routing, da es nur Direktverbindungen gibt.

Leicht umsetzbar- und erweiterbar (Skalierung)	NEIN
Relativ geringe Leitungsanzahl (Kosten)	NEIN (sehr hoch)
Keine aktiven Netzwerk-Komponenten nötig (Passiv)	JA
Funktioniert weiterhin bei Teilnehmer-Ausfall (Redundanz)	JA
Funktioniert weiterhin bei Erweiterung/Reduzierung der Teilnehmer	JA
Einfache Wartung	NEIN
Daten sind relativ abhörsicher (Sicherheit)	JA (am sichersten)
Dauer der Nachrichtenübertragung	Am kürzesten

#### 3.2.8 WELCHE NETZWERKTOPOLOGIE SOLLTE MAN EINSETZEN?

Das kommt auf den Einsatzzweck an:

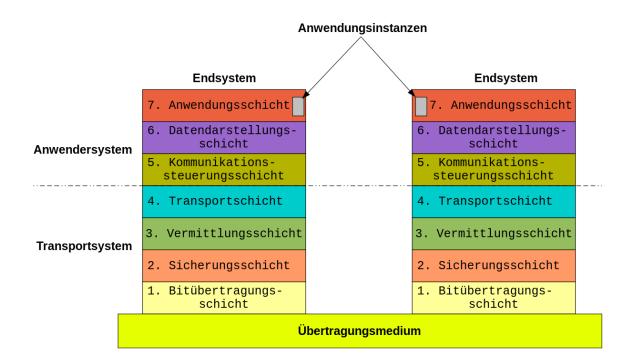
- Eine Linien- oder Bus-Topologie eignet sich für kleine Netzwerke wie in einem Schulungsraum.
- Wer maximale Sicherheit (aber auch großen Wartungsaufwand) benötigt, nimmt eine vollvermaschte Topologie.
- Jedes Unternehmen muss unter einer Aufwand-Nutzen-Kosten-Abwägung die richtige Topologie für seinen Einsatzbereich finden.

## 4. NETZWERK-KOPPLUNGSELEMENTE

#### 4.0 OSI-MODELL

Das OSI-Modell (englisch Open Systems Interconnection Modell) ist ein Referenzmodell für Netzwerkprotokolle als Schichtenarchitektur.

Zweck des OSI-Modells ist, Kommunikation über unterschiedlichste technische Systeme hinweg zu ermöglichen und die Weiterentwicklung zu begünstigen. Dazu definiert dieses Modell sieben aufeinander folgende Schichten (engl. layers) mit jeweils eng begrenzten Aufgaben. In der gleichen Schicht mit klaren Schnittstellen definierte Netzwerkprotokolle sind einfach untereinander austauschbar, selbst wenn sie wie das Internet Protocol eine zentrale Funktion haben.



- 7. Schicht / Anwendung: Funktionen für Anwendungen sowie die Dateneingabe und -ausgabe.
- 6. Schicht / Darstellung: Umwandlung der systemabhängigen Daten in ein unabhängiges Format.
- 5. Schicht / **Sitzung**: Steuerung der Verbindungen und des Datenaustauschs.
- 4. Schicht / **Transport**: Zuordnung der Datenpakete zu einer Anwendung.
- 3. Schicht / Vermittlung: Routing der Datenpakete zum nächsten Knoten.
- 2. Schicht / **Sicherung**: Segmentierung der Pakete in Frames und Hinzufügen von Prüfsummen.
- 1. Schicht / **Bitübertragung**: Umwandlung der Bits in ein zum Medium passendes Signal und physikalische Übertragung.

## 4.1 REPEATER, HUB (MULTIPORT-REPEATER)

#### 4.1.1 REPEATER

Wenn ein Signal einen Kommunikationskanal durchläuft, wird es aufgrund von Leistungsverlusten nach und nach abgebaut. Wenn beispielsweise ein Telefonat über eine Telefonleitung geführt wird, wird ein Teil der Leistung als Wärme abgeführt. Je länger der Draht ist, desto mehr Leistung geht verloren und desto kleiner ist die Amplitude des Signals am anderen Ende. Bei einer ausreichend langen Leitung ist der Anruf am anderen Ende also nicht hörbar. Je weiter von einem Radiosender entfernt ein Empfänger ist, desto schwächer ist das Radiosignal und desto schlechter ist der Empfang. Ein Repeater ist eine elektronische Vorrichtung in einem Kommunikationskanal, die die Leistung eines Signals erhöht und es erneut überträgt, so dass es weiterreisen kann. Da es das Signal verstärkt, benötigt es eine elektrische Energiequelle. Außerdem erhöht sich die Latenz, weil eine Datenverarbeitung stattfindet.

#### 4.1.2 HUB

Ein Repeating-Hub arbeitet genauso wie ein Repeater und wird deswegen auch Multiport-Repeater genannt. Das Signal eines Netzteilnehmers wird nicht analysiert, sondern nur die übertragene Bit- bzw. Symbolebene wird regeneriert. Zur Kollisionserkennung trägt ein Hub allerdings meistens bei. Im Gegensatz zum Switch, der sich zielgerichtet Ports des Empfängers sucht, werden Bits/Symbole an alle anderen Netzteilnehmer weitergeleitet (vergleiche Broadcast). Aus diesem Grund kann man an jedem Anschluss eines Hubs (im Gegensatz zu denen eines Switches) auch den Datenverkehr zwischen Netzwerkteilnehmern mit Netzwerksniffern analysieren oder mitschneiden.

Ein Hub besitzt nur Anschlüsse (auch Ports genannt) mit gleicher Geschwindigkeit (mit gleichem MII, aber durchaus unterschiedlichem MDI). Besitzt ein Hub beispielsweise eine BNC-Kupplung und RJ45-Anschlüsse, so beträgt seine Geschwindigkeit 10Mbit/s halbduplex. Zum Anschluss weiteren Repeating-Hubs oder Switches wird entweder ein spezieller Uplink-Port (auch X-Port oder MDI), umschaltbar oder derselbe Port sowohl als MDI-X- als auch als MDI-Ausführung benutzt. Für normale Ports wird ein Crossoverkabel oder auf der anderen Seite ein Auto MDI-X-Port benötigt.

#### 4.2 BRIDGE, SWITCH (MULTIPORT-BRIDGE)

## 4.2.1 BRIDGE

Eine Bridge (auf Deutsch: Brücke) verbindet zwei Teile eines Netzwerks. Bridges arbeiten wie Switches auf der Schicht 2 des OSI-Modells und dort entweder auf der MAC- oder der LLC-Unterschicht (LLC = Logical Link Control). Dementsprechend spricht man von MAC- oder LLC-Bridges. MAC-Bridges nutzt man vor allem, um die Last in großen Netzen zu mindern, denn jeder Strang erhält nur die Pakete, die für ihn bestimmt sind. Mit LLC-Bridges verbindet man Teilnetze mit unterschiedlichen Zugriffsverfahren. In einer LLC-Bridge werden die Parameter zwischen den Netzwerksträngen angepasst und übersetzt.

#### 4.2.2 SWITCH

Switch bezeichnet ein Kopplungselement in Rechnernetzen, das Netzwerksegmente miteinander verbindet. Es sorgt innerhalb eines Segments (Broadcast-Domain) dafür, dass die Datenpakete, sogenannte "Frames", an ihr Ziel kommen. Im Unterschied zu einem auf den ersten Blick sehr ähnlichen Repeater-Hub werden Frames aber nicht einfach an alle anderen Ports weitergeleitet, sondern nur an den, an dem das Zielgerät angeschlossen ist – ein Switch trifft eine Weiterleitungsentscheidung anhand der selbsttätig gelernten Hardware-Adressen der angeschlossenen Geräte. Der Begriff Switch bezieht sich allgemein auf eine Multiport-Bridge – ein aktives Netzwerkgerät, das Frames anhand von Informationen aus dem Data Link Layer (Layer 2) des OSI-Modells weiterleitet.

#### 4.3 ROUTER, GATEWAY

#### 4.3.1 ROUTER

Router oder Netzwerkrouter sind Netzwerkgeräte, die Netzwerkpakete zwischen mehreren Rechnernetzen weiterleiten können. Sie werden am häufigsten eingesetzt zur Internetanbindung, zur sicheren Kopplung mehrerer Standorte (Virtual Private Network) oder zur direkten Kopplung mehrerer lokaler Netzwerksegmente, gegebenenfalls mit Anpassung an unterschiedliche Netzwerktechniken (Ethernet, DSL, PPPoE, ISDN, ATM etc.).

Router treffen ihre Weiterleitungsentscheidung anhand von Informationen aus der Netzwerk-Schicht 3 (für das IP-Protokoll ist das der Netzwerkanteil in der IP-Adresse). Viele Router übersetzen zudem zwischen privaten und öffentlichen IP-Adressen (Network Address Translation, Port Address Translation, NAT/PAT) oder bilden Firewall-Funktionen durch ein Regelwerk ab.

Die für die Kopplung von Heimnetzwerken ans Internet ausgelegten Router nennt man auch Internetrouter.

Router dienen zum Verbinden von verschiedenen Netzwerken.

#### 4.3.2 GATEWAY

Das Wort Gateway bezeichnet in der Informatik eine Komponente (Hard- und/oder Software), welche zwischen zwei Systemen eine Verbindung herstellt. Die Bezeichnung Gateway impliziert, dass die weitergeleiteten Daten bearbeitet werden. Dabei kann es sich um Daten in allen Schichten des OSI-Modells handeln. Je nach Schicht, auf der die Bearbeitung stattfindet, existieren spezifischere Begriffe für entsprechende Systeme.

Gateways dienen zum Verlassen und Eintreten in Netzwerke.

#### 4.4 BROADCAST-/ KOLLISIONSDOMÄNE

#### 4.4.1 BROADCASTDOMÄNE

Eine Broadcast-Domäne ist ein logischer Verbund von Netzwerkgeräten in einem lokalen Netzwerk, der sich dadurch auszeichnet, dass ein Broadcast alle Domänenteilnehmer erreicht.

Ein lokales Netzwerk auf der zweiten Schicht des OSI-Modells (Sicherungsschicht) besteht durch seinen Hub, Switches und/oder Bridges aus einer Broadcast-Domäne. Erst durch die Unterteilung in VLANs oder durch den Einsatz von Routern, die auf Schicht 3 arbeiten, wird die Broadcast-Domäne aufgeteilt.

Eine Broadcast-Domäne besteht aus einer oder mehreren Kollisionsdomänen.

## 4.4.2 KOLLISIONDOMÄNE

Mit dem Begriff Kollisionsdomäne wird in einem Computernetz ein Teilbereich aus Teilnehmerstationen in derselben OSI-Modell-Schicht 1 bezeichnet. Eine Kollisionsdomäne umfasst alle Netzwerkgeräte, die um den Zugriff auf ein gemeinsames Übertragungsmedium konkurrieren. Das Übertragungsmedium ist daher eine zwischen allen Netzstationen geteilte Ressource. Grundlegende Vorstellung dabei ist, dass alle Netzwerkteilnehmer die Chance zur gleichberechtigten Nutzung des Netzwerkes besitzen.

Bei einem gemeinsamen Medium kann zu einer bestimmten Zeit nur jeweils eine Station Informationen übertragen, die an alle anderen Stationen übertragen bzw. von diesen empfangen wird. Fangen in einem derartigen gemeinsamen Schicht-1-Segment zwei Stationen gleichzeitig an zu senden, kommt es zu Kollisionen. Sie entstehen, da beide Stationen auf dem gemeinsamen physikalischen Medium (Kabel oder auch Funkfrequenz) arbeiten. Die Signale (Spannungsimpulse) werden im Medium vermischt/überlagert und die Information wird dadurch zerstört.

#### 4.5 CSMA/CD

Der englische Begriff Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection (CSMA/CD) (zu Deutsch: "Mehrfachzugriff mit Trägerprüfung und Kollisionserkennung") bezeichnet ein asynchrones Medienzugriffsverfahren (Protokoll), das den Zugriff verschiedener Stationen (beispielsweise Computer samt ihren Netzwerkanschlüssen) auf ein gemeinsames Übertragungsmedium regelt. Auf dem gemeinsamen Übertragungsmedium muss gleichzeitiges Senden und "Lauschen" möglich sein, wie z. B. im Stromnetz oder bei Ethernet über Koaxialkabel. CSMA/CD ist eine Erweiterung von CSMA. Verwendung findet CSMA/CD beispielsweise im Bereich der Computernetze beim Power-LAN. Bei Wireless LANs wird ein deutlich anderer Mechanismus namens Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA) benutzt.

Der englische Begriff Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance (CSMA/CA) (Mehrfachzugriff mit Trägerprüfung und Kollisionsvermeidung) bezeichnet ein Prinzip für die Kollisionsvermeidung bei Zugriff mehrerer Netzwerkstationen auf denselben Übertragungskanal. Es wird häufig unter anderem bei drahtlosen Netzwerken (Wireless LANs) eingesetzt, findet aber abgewandelt auch bei Kommunikationsverfahren wie ISDN Anwendung, oder in vielen Kommunikationsnetzen, bei denen mehrere Clients Daten auf einen Bus legen und es nicht zu Kollisionen kommen darf. In zentral koordinierten Kommunikationsnetzen tritt das Problem nicht auf.

## 4.6 MAC-ADDRESSE, IP-ADDRESSE

#### 4.6.1 MAC-ADDRESSE

Die MAC-Adresse (Media-Access-Control-Adresse) ist die Hardware-Adresse jedes einzelnen Netzwerkadapters, die als eindeutiger Identifikator des Geräts in einem Rechnernetz dient. Man spricht auch von Physische Adresse oder Geräteadresse. Bei Apple wird sie auch Ethernet-ID, Airport-ID oder Wi-Fi-Adresse genannt, bei Microsoft Physikalische Adresse.

## 4.6.2 IP-ADDRESSE

Eine IP-Adresse ist eine Adresse in Computernetzen, die – wie das Internet – auf dem Internetprotokoll (IP) basiert. Sie wird Geräten zugewiesen, die an das Netz angebunden sind, und macht die Geräte so adressierbar und damit erreichbar. Die IP-Adresse kann einen einzelnen Empfänger oder eine Gruppe von Empfängern bezeichnen (Multicast, Broadcast). Umgekehrt können einem Computer mehrere IP-Adressen zugeordnet sein.

Die IP-Adresse wird vor allem verwendet, um Daten von ihrem Absender zum vorgesehenen Empfänger transportieren zu können. Ähnlich der Postanschrift auf einem Briefumschlag werden Datenpakete mit einer IP-Adresse versehen, die den Empfänger eindeutig identifiziert. Aufgrund dieser Adresse können die "Poststellen", die Router, entscheiden, in welche Richtung das Paket weitertransportiert werden soll. Im Gegensatz zu Postadressen sind IP-Adressen nicht an einen bestimmten Ort gebunden.

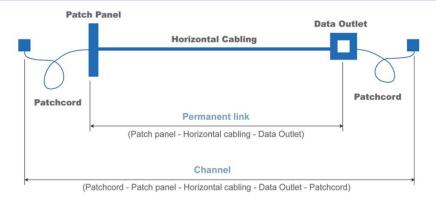
Die bekannteste Notation der heute geläufigen IPv4-Adressen besteht aus vier Zahlen, die Werte von 0 bis 255 annehmen können und mit einem Punkt getrennt werden, beispielsweise 192.0.2.42. Technisch gesehen ist die Adresse eine 32-stellige (IPv4) oder 128-stellige (IPv6) Binärzahl.

## 4.7 ETHERNET-DATENFRAME

Noch nicht behandelt

## 5. NETZWERK-VERBINDUNGSELEMENTE

#### 5.1 INSTALLATIONSLEITUNG, PERMANENT-LINK, CHANNEL-LINK



#### 5.1.1 INSTALLATIONSLEITUNG

#### 5.1.2 PERMANENT-LINK

Permanent-Link bezeichnet die "permanenten" oder fixen Teile eines Netzwerks (wie zum Beispiel ein LAN-Kabel in der Wand), die immer an Ort und Stelle sein werden.

#### 5.1.3 CHANNEL-LINK

Channel-Link bezieht sich auf die ganze Verbindung von elektronischen Teilen (wie einem PC und einen Switch)

## 5.2 PATCHKABEL, CROSS-OVER-KABEL, AUTO-MDI-X, "1000/100/10" UND ANZAHL BELEGTER ADERN

## 5.2.1 PATCHKABEL

Ein Patchkabel (engl. to patch – zusammenschalten), auch Rangierkabel ist ein Kabeltyp der Netztechnik und der Telekommunikation. Patchkabel sind meist vorkonfektioniert. Der Begriff Patchkabel bezieht sich ursprünglich auf kurze Kabellängen (z. B. 50 cm oder 1 m), jedoch existiert keine bestimmte Kabelnormung, daher werden häufig jegliche variable, nicht fest verlegte Kabelverbindungen auch als Patchkabel bezeichnet. Patchkabel oder Anschlusskabel gibt es sowohl in Glasfaser- als auch in Kupfer-Ausführung (zum Beispiel Twisted-Pair- oder Twinax- (Koaxial)-Patchkabel für Ethernet oder InfiniBand).

Bei Kupfer-Patchkabeln bestehen die Adern im Kabel aus flexiblen Kupferlitzen im Gegensatz zu fest verlegten Kabeln, die aus massiven Drähten bestehen. Bei Glasfaser-Patchkabeln wird auf einen komplexen Kabelaufbau verzichtet und in der Regel bei Duplex auf flexiblere Zipcord-Varianten zurückgegriffen (zwei leicht trennbare separierte Lichtwellenleiter). Die Länge von Patchkabeln ist gewöhnlich etwa 0,3 bis 25 m, für längere Strecken werden meist fest installierte Verbindungen genutzt.

Kupferpatchkabel sind entweder eins zu eins verdrahtet (gleiche Positionen beider Stecker sind miteinander verbunden) oder bestimmte Adernpaare sind gekreuzt (Crosskabel).

#### Das Patchkabel dient

- zur Verbindung von Anschlüssen (Ports) eines Patchpanels (auch Rangierfeld genannt) mit Ports eines anderen Patchfeldes; diese Verbindung nennt man Patch oder Rangierung
- zur Verbindung von Anschlüssen (Ports) eines Patchfelds mit einem Netzwerkverteilergerät (zum Beispiel Switch, Hub oder Router)
- der Anbindung von Endgeräten (zum Beispiel PC mit Netzwerkkarte) an eine Netzanschlussdose.

#### 5.2.2 CROSS-OVER-KABEL

Als Crosskabel, Crossover-Kabel, Crosslinked-Kabel oder Überkreuzkabel bezeichnet man in der Computernetz-Technik (LAN-Technik) ein vier- oder achtadriges Twisted-Pair-Kabel, bei dem in einem der beiden RJ45-Stecker gewisse Kabeladern vertauscht sind (engl. to cross: kreuzen). Während ein nicht gekreuztes (straight through) Netzwerkkabel Computer zu Switches verbindet, kann man mit einem Crossoverkabel zwei Computer (oder zwei Switches) direkt miteinander verbinden. Mit der Verbreitung von Auto-MDI-X sind Crossoverkabel nicht mehr notwendig, da Netzwerkgeräte mit diesem Standard das Sende- und Empfangsleitungspaar erkennen und automatisch intern richtig aufschalten. Bei 1000BASE-T-Verbindungen sind Crossover-Kabel unnötig, da dort jedes Paar identifiziert wird und beliebige Zuordnungen funktionieren.

#### 5.2.3 AUTO-MDI-X

Die Mediumabhängige Schnittstelle (englisch Medium Dependent Interface, Abk. MDI) ist in der Informationstechnik ein Teil der Sende/Empfangseinheit (Transceiver) eines Netzwerkgerätes. Sie bildet die mechanische Verbindung der physikalischen Schnittstelle (PHY) mit dem Transportmedium (Kabel).

Im Allgemeinen wird mit dem Begriff der Anschluss einer Netzwerkkarte für das Netzwerkkabel bezeichnet – also die Netzwerksteckdose. Besonders bei Verteilergeräten (Hubs, Switches) hat sich die Bezeichnung für die einzelnen Anschlüsse (Ports) durchgesetzt.

## Auto MDI-X

Neuere 100-Mbit/s-Switches und -Netzwerkkarten sowie praktisch alle Gigabit-Geräte (1000BASE-T) beherrschen die Fähigkeit, selbstständig die Sende- und Empfangsleitungen des angeschlossenen Geräts zu erkennen und sich darauf einzustellen. Dies bezeichnet man als Auto MDI-X. Hierbei ist die Verwendung des Kabeltyps (gekreuzt oder ungekreuzt) egal.

## 5.2.4 "1000/100/10" UND ANZAHL BELEGTER ADERN

## 5.3 PATCHPANEL, "SWITCHEN", RACK

#### 5.3.1 PATCHPANEL

Ein Rangierfeld, auch Patchpanel oder Patchfeld genannt, ist ein Verbindungselement für Kabel, das für Rangierung, d. h. für den Aufbau komplexer Kabelstrukturen in Gebäuden, eingesetzt wird. Gängig sind Rangierfelder zur Verteilung von Netzwerkkabeln, Telefonkabeln oder Glasfaserkabeln, insbesondere bei strukturierten Verkabelungen. Es zählt in der Regel zu den passiven Komponenten eines Netzwerkes (siehe Entwicklung); aktive Komponenten sind zum Beispiel Switches oder Router. Es dient vor allem als 1-zu-1-Verbindung von komplexen Kabelsystemen, um aus mehreren Kabeln eine durchgehende Verbindung zwischen zwei Punkten zu schaffen.

Ein Rangierfeld stellt eine Reihe von durchnummerierten Buchsen (auch Ports genannt), Klemmen oder Lötleisten bereit, in die Kabel gesteckt, geklemmt oder angelötet werden können. An der Rückwand sind die Buchsen mit Kabeln versehen, die Verbindungen zu anderen Rangierfeldern oder fest installierten Anschlussdosen im Gebäude herstellen. (Die wesentliche Aufgabe von Patchpanels besteht darin, eine Verbindung zwischen den starren Kabeln, die fest in Wänden verlegt werden, und den flexiblen Patchkabeln herzustellen.) Im Fall von Netzwerkkabeln kommen in der Regel Modularbuchsen zum Einsatz. Ein Patchpanel ist dabei im Allgemeinen eine rein passive Komponente und enthält keinerlei aktive Elektronik, es stellt lediglich Ports bereit.

#### 5.3.2 SWITCHEN

## 5.3.3 RACK

Der Begriff Rack (vom Englischen für "Gestell", "Regal" oder "Ständer") ist eine aus dem Englischen entlehnte Bezeichnung für eine Haltevorrichtung, die typischerweise eine Menge kleinerer Elemente zu einer Einheit zusammenfasst – wie z. B. ein Ständer oder ein Gestell.

19"-Rack mit Einbauten



## 5.4 KOAX, TWISTED-PAIR, BREITBANDANSCHLUSS

#### 5.4.1 KOAX

## 5.4.2 TWISTED-PAIR

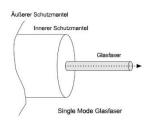
Als Twisted-Pair-Kabel oder Kabel mit verdrillten Adernpaaren bezeichnet man in der Telekommunikations-, Nachrichtenübertragungs- und Computertechnik Kabeltypen, in denen die Adern paarweise miteinander verdrillt sind. Adernpaare können mit unterschiedlicher Schlaglänge und unterschiedlichem Drehsinn in einem Kabel verseilt werden, um das Übersprechen zwischen den Adernpaaren zu minimieren. Verdrillte Adernpaare bieten gegenüber parallel geführten Adern einen besseren Schutz gegenüber elektrischen und magnetischen Störfeldern. Durch das Verdrillen der Adernpaare heben sich Beeinflussungen durch äußere Felder größtenteils gegenseitig auf.

## 5.4.3 BREITBANDANSCHLUSS

## 5.5 MONOMODE-FASER, MULTIMODE-FASER (STUFEN U. GRADIENTEN-INDEX), OM4, OS2

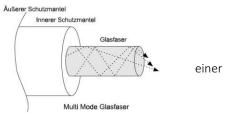
#### 5.5.1 MONOMODE-FASER

Die Monomodefaser, auch Einmodenfaser genannt, ist ein Lichtwellenleiter mit Stufenindex-Profil, bei dem durch ein sehr kleines Kernglas mit einem Durchmesser von 9  $\mu$ m (8,3  $\mu$ m) das Licht praktisch nur in einer Mode, die quasi parallel zur Achse liegt, übertragen wird.



## 5.5.2 MULTIMODE-FASER (STUFEN U. GRADIENTEN-INDEX)

Multimodefasern sind Lichtwellenleiter. Wie die Bezeichnung Multimode Fiber (MMF) hervorgeht, tragen bei diesem Lichtwellenleiter mehrere Moden zur Signalübertragung bei. Anders ist es bei Monomodefasern, in denen nur ein Lichtstrahl in Mode übertragen wird. Was die Moden von Multimodefasern betrifft, so geht es um die Lichtstrahlen an der Grenzschicht



zwischen Kernglas und Mantelglas. Bei diesen Glasfasern werden sie häufig und unterschiedlich reflektiert, wodurch die Lichtstrahlen unterschiedliche Laufzeiten haben.

Die Multimodefaser gibt es in zwei Ausführungen: als Stufenfaser und als Gradientenfaser. Bei den Stufenfasern unterschieden sich die Brechungsindizes von Kernglas und Mantelglas. Der vom Kernglas kommende Lichtstrahl wird immer Einfallswinkel vom Mantelglas reflektiert. Die unterschiedlichen Moden hängen mit den Einspeisungswinkeln der Lichtquelle zusammen. Stufenfasern haben einem typischen Kerndurchmesser von 100  $\mu$ m, 120  $\mu$ m oder 400  $\mu$ m, mit einem Bandbreitenlängenprodukt von weniger als 100 MHz x km und einer Dämpfung von ca. 6 dB/km.

5.5.3 OM4

5.5.4 OS2

## 5.6 RJ45- U. GG45-STECKER, LC/SC-STECKER

5.6.1 RJ45-STECKER

5.6.2 GG45-STECKER

5.6.3 LC/SC-STECKER

## 5.7 ADSL, SDSL, VDSL

5.7.1 ADSL

5.7.2 SDSL

5.7.3 VDSL

## 5.8 ÜBERTRAGUNSRATE, BANDBREITE

5.8.1 ÜBERTRAGUNSRATE

5.8.2 BANDBREITE

5.9 BASISBAND/ BREITBAND, MODULATION UND TRÄGER
5.9.1 BASISBAND/BREITBAND
5.9.2 MODULATION UND TRÄGER
5.10 GIGABIT-LAN, "100-BASE-TX"
5.10.1 GIGABIT-LAN
5.10.2 "100-BASE-TX"
J.10.2 "100-DA3L-1A
5.11 CAT6/ CAT7
J.II CATO, CATA
5.11.1 CAT6
5.11.2 CAT7
5.12 FEXT, CROSSTALK
5.12.1 FEXT
5.12.2 CROSSTALK
6. DRAHTLOSE VERBINDUNG
6.1 WLAN-KANÄLE, TRÄGERFREQUENZ, KANALABSTAND
6.1.1 WLAN-KANÄLE
6.1.2 TRÄGERFREQUENZ
6.1.3 KANALABSTAND
6.2 CSMA/CA
6.3 SSID,ADHOC
6.3.1 SSID
6.3.2 ADHOC
6.4 WEP, WPA 2, AES, TKIP
O.T WELL, WITH 2, MES, INTI
6.4.1 WEP

- 6.4.2 WPA 2
- 6.4.3 AES
- 6.4.4 TKIP
- 6.5 UMTS, HSDPA, LTE
- 6.5.1 UMTS
- 6.5.2 HSDPA
- 6.5.3 LTE
- 6.6 BLUETOOTH, RFID
- 6.6.1 BLUETOOTH
- 6.6.2 RFID
- 7. NETZWERKAUFBAU IN PACKETTRACER
- 7.1 AUSWAHL VON KOPPLUNGSELEMENTEN
- 7.2 VERBINDUNG VON KOPPLUNGSELEMENTEN