

## Themengebiet 4: Verkabelung in einem Netzwerk

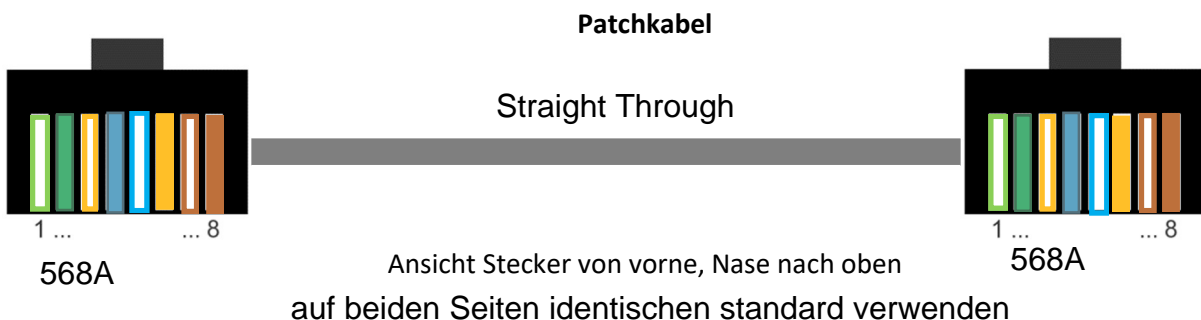
### Anschluss eines PCs an eine Netzwerkdose

Für den kabelgebundenen Anschluss eines PCs werden in der Regel Kupfer-Patchkabel verwendet. Glasfaser hat sich für den direkten Anschluss von Arbeitsplatz-PCs (Fibre-to-the-desk, FTTD) bisher nicht durchsetzen können, da Netzwerkkarten für Kupferkabel sehr weit verbreitet sind und da mit Kupferkabel nicht ganz so vorsichtig umgegangen werden muss wie mit Glasfaser-Kabel.

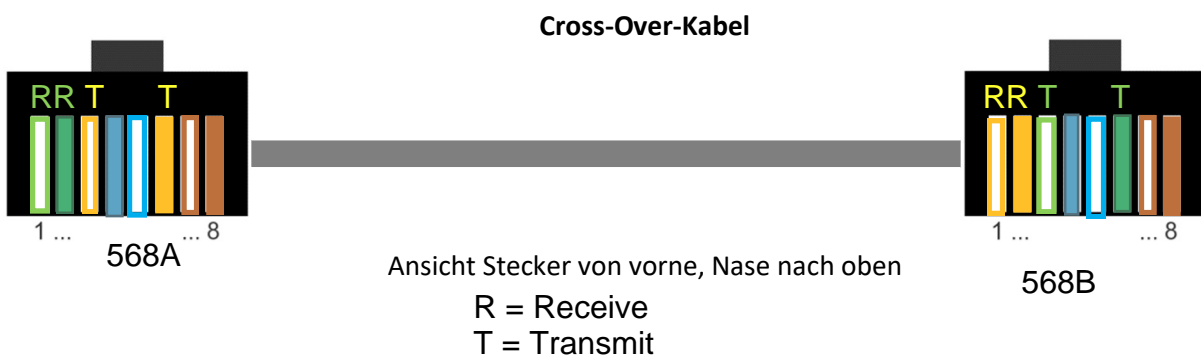
Bei Kupfer-Patchkabeln bestehen die Adern im Kabel aus flexiblen Kupferlitzen im Gegensatz zu fest verlegten Kabeln, die aus massiven Drähten bestehen. Früher wurden Patchkabel häufig selbst hergestellt, was sich aber aufgrund gesunkener Preise für professionell hergestellte Kabel normalerweise nicht mehr lohnt. Auch die Qualität der Verbindung, vor allem an den Steckverbindungen kann dann nicht gewährleistet werden. Es empfiehlt sich daher, durchgängig zertifizierte und geprüfte fertig konfektionierte Patchkabel einzusetzen.

### Steckverbindung

Heute wird im Ethernetbereich vorwiegend der RJ-45-Stecker verwendet. Die Belegung des Steckers erfolgt dabei, je nach Verwendungszweck des Kabels nach dem TIA-568A oder TIA-568B Standard. Die beiden Standards unterscheiden sich nur in der Reihenfolge der Farben der einzelnen Adern. Bei einem „normalem“ Patch-Kabel wird auf beiden Seiten der gleiche Standard verwendet.



Ein Kabel, das auf beiden Seiten unterschiedliche Standards verwendet, nennt man „Cross-Over-Kabel“. Diese Art von Kabeln wurden früher verwendet, wenn man zwei gleichwertige Geräte verbinden wollte (PC an PC, Router an Router, Switch an Switch) oder wenn man zwei einen PC mit einem Router verbinden wollte, ohne einen Switch dazwischen.

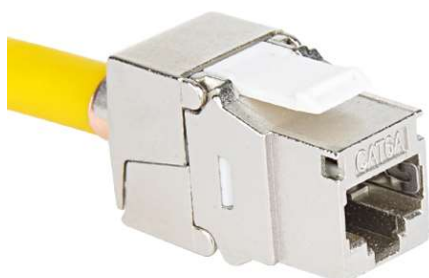
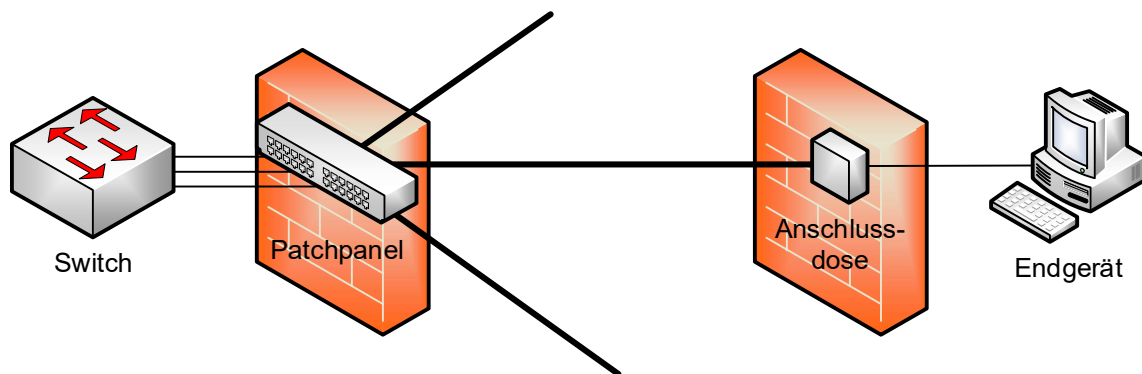


Inzwischen sind Cross-Over-Kabel nicht mehr gebräuchlich, da die meisten Netzwerkkarten automatisch erkennen, ob ein Cross-Over-Kabel nötig wäre und dann intern die Pin-Belegung ändern können. Seit Gigabit-Geschwindigkeit ist diese Funktion sogar im Standard vorgeschrieben.

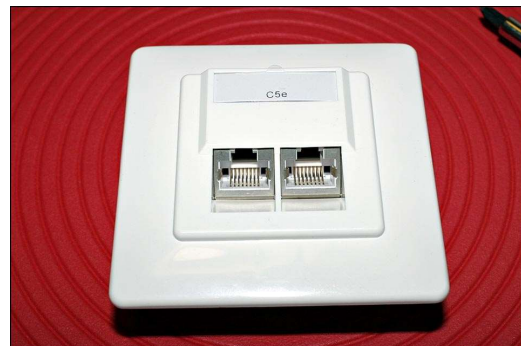
## Von der Patchdose bis zum Etagen-Switch

Häufig befindet sich der Switch nicht in dem Raum, in dem auch die Anschlüsse für die PCs zu finden sind. Die Kabel zwischen PC und Switch führen häufig durch das Mauerwerk und dürfen beim aktuellen Gigabit-Standard insgesamt bis zu 100 Meter lang sein.

Diese 100 Meter teilen sich grob auf in 5 Meter Patchkabel, 90 Meter Verlegekabel und nochmal 5 Meter Patchkabel: Das Verlegekabel wird, wie der Name schon sagt, fest in der Wand, der Decke oder dem Boden verlegt, das Patchkabel ist für den Anschluss von Switch bzw. Endgerät auf beiden Seiten zuständig.

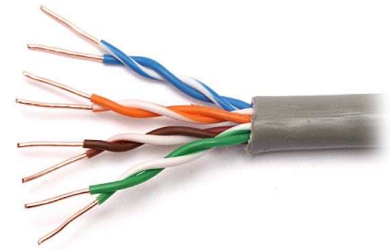


Auf der anderen Seite des Verlegekabels kommen dann Anschlussdosen zum Einsatz, die auch mit Schneideklemmen ausgestattet sind oder Modulen bestückt werden.



## Twisted-Pair-Verkabelung

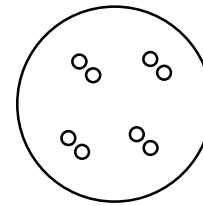
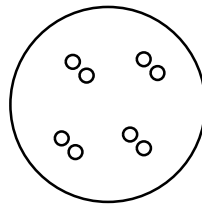
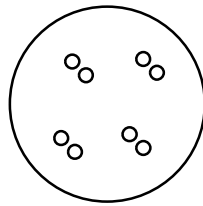
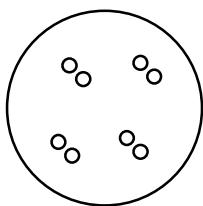
Für die Verkabelung mit Kupferkabeln wird heutzutage im Netzbereich immer sog. Twisted-Pair-Kabel verwendet. Dabei handelt es sich um Kabel mit verdrehten Adernpaaren. Verdrehte Adernpaare bieten gegenüber parallel geführten Adern einen besseren Schutz gegenüber elektrischen und magnetischen Störfeldern. Durch das Verdrehen der Adernpaare heben sich Beeinflussungen durch äußere Felder größtenteils gegenseitig auf.



Um die Qualität der Kabel darüber hinaus zu verbessern, können verschiedenen Arten von Abschirmungen in Form von Folie oder Metallgeflecht mit in die Kabel eingebaut werden: um das gesamte Kabel kann eine komplette Abschirmung in Form gelegt werden und um jedes Adernpaar kann nochmals ein Schirm gelegt werden.

Anhand der Bezeichnung (2. Zeile) eines Kabels kann man ablesen, welche Abschirmung enthalten ist:

Übersicht der Schirmungsarten							
Twisted-Pair-Kabel (TP)		U/UTP	S/UTP	U/FTP	S/FTP	F/FTP	SF/FTP
Gesamtschirm	Drahtgeflecht (S)		X		X		X
	Folie (F)					X	X
Adernpaarschirm	Drahtgeflecht (S)						
	Folie (F)			X	X	X	X



u/u  
kein Gesamtschirm  
kein Adernpaarschirm

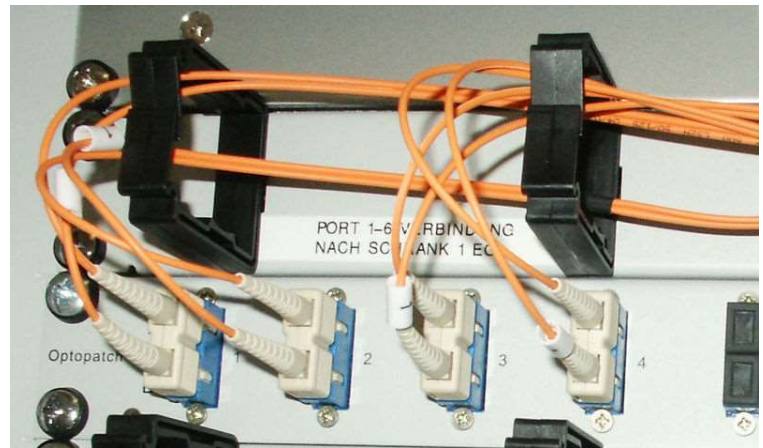
Neben der Bezeichnung der Schirmung gibt es auch noch eine Kategorisierung der Kabel. Die Kategorien reichen aktuell von 1 bis 8, je höher desto besser. Im Netzbereich sind heute allerdings typischerweise nur die Kategorien 5 bis 7 anzutreffen.

Name	Typischer Aufbau	Bandbreite	Übertragungsstandard
Cat 5	UTP	100 MHz	100BASE-TX / 1000BASE-T
Cat 5e	UTP, F/UTP, U/FTP	100 MHz	1000BASE-T / 2.5GBASE-T
Cat 6	UTP, F/UTP, U/FTP	250 MHz	5GBASE-T / 10GBASE-T
Cat 6A	UTP, F/UTP, U/FTP, S/FTP	500 MHz	5GBASE-T / 10GBASE-T
Cat 7	S/FTP, F/FTP	600 MHz	5GBASE-T / 10GBASE-T
Cat 7A	S/FTP, F/FTP	1000 MHz	5GBASE-T / 10GBASE-T
Cat 8/8.1	F/UTP, U/FTP	2000 MHz	25GBASE-T / 40GBASE-T
Cat 8.2	S/FTP, F/FTP	2000 MHz	25GBASE-T / 40GBASE-T

Bei Neuinstallationen wird heute üblicherweise Kategorie 7 oder 7A Kabel verlegt, auf die dann ein Kategorie 6 Patchpanel und Kategorie 6 Dosen montiert werden. Die Gesamtkategorie der Strecke ist dann Kategorie 6. Dies liegt daran, dass für Anschlussdosen der Kategorie 7 neuartige Stecker nötig wären und nichtmehr der bekannte RJ45-Stecker verwendet werden kann.

Man legt daher moderneres Kabel in die Wand, so dass man in der Zukunft evtl. nur die Anschlussdosen und Patchfelder gegen neue austauschen muss, wenn sich ein neuer Standard etabliert hat.

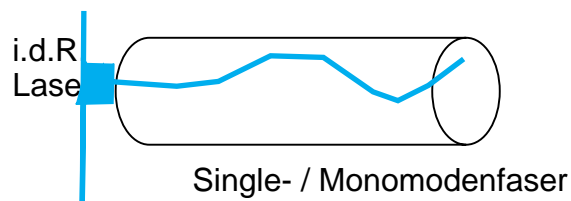
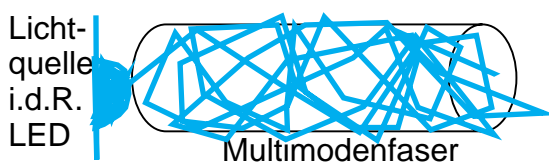
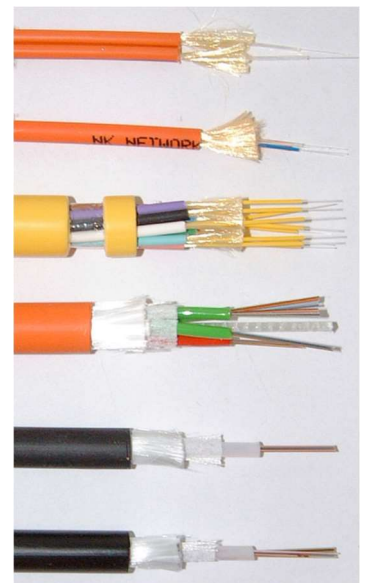
## Glasfaser-Verkabelung



Die Lichtleitertechnik ist ein altbewährtes Prinzip, bei der elektrische Signale in Lichtsignale umgewandelt werden. Mit Hilfe von Glas-, Quarz- oder Kunststofffasern kann das Licht über lange Strecken transportiert werden. Am Ende der Übertragung werden die Lichtimpulse wieder in elektrische Signale umgewandelt.

Während die elektrischen Signale in Kupferleitungen als Elektronen von einem zum anderen Ende wandern, übernehmen in Glasfaserkabeln Photonen (Lichtteilchen) diese Aufgabe. Licht kommt in beliebig vielen spektralen Farben vor, die sich gegenseitig nicht stören. Was in der Luft funktioniert, ist auch im Lichtwellenleiter möglich. Das macht die Lichtwellenleiter zum Übertragungsmedium der Gegenwart und Zukunft.

Lichtwellenleiter aus Kunststoff haben einen Durchmesser von etwa 0,1 mm und sind äußerst flexibel. Der Kern ist der zentrale Bereich eines LWL, der zur Wellenführung des Lichts dient. Der Mantel ist das optisch transparente Material eines LWL an dem die Reflexion stattfindet. Der Kern besteht aus einem Material mit einem höheren Brechungsindex als der darüberliegende Mantel. An den Wänden im Innern des Lichtwellenleiters findet eine Reflexion statt, so dass der Lichtstrahl nahezu verlustfrei um jede Ecke geleitet wird. Um eine Verbindung zwischen zwei Lichtwellenleitern herzustellen, müssen die beiden Enden verschmolzt (Schmelzspleiß) oder verklebt (Klebespleiß) werden.

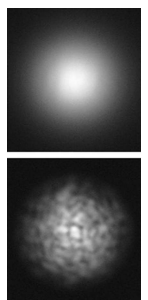


### Single-modenfaser

Singlemodenfasern haben einen Durchmesser von 9,6 µm. Durch sie werden die Lichtwellen gerade hindurchgeleitet. Sie werden für weite Strecken, z. B. bei Telefongesellschaften aber auch im LAN eingesetzt.

### Multi-modenfaser

Multimodenfasern mit Gradientenprofil haben einen Durchmesser von 50 µm. Durch sie werden mehrere Lichtwellen gleichzeitig geschickt. An den Wänden der Faser wird das Signal weich reflektiert. Das Ausgangssignal ist noch sehr gut. Sie werden für Verbindungen von Gebäuden oder Etagen eingesetzt.





Lichtwellenleiter bieten gegenüber dem Kupferkabel einige Vorteile:

- höhere Datenübertragungsraten möglich (mehrere Gigabit/s)
- weitere Strecken sind möglich (bis mehrere Kilometer)
- für gefährliche (Brandgefahr/ explosionsgefahr) Umgebungen geeignet
- problemlos parallel zu Stromleitungen verlegbar

Nachteile?

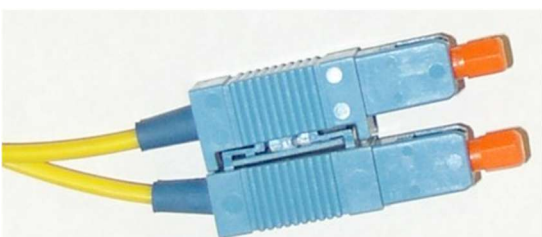
- teurer( Material, Hardware)
- keine Verkabelung bis zum Endgerät möglich, da direkte Glasfaseranschlüsse am PC noch sehr selten sind
- empfindlicher als Kupferkabel (biegeradius beachten!)
- evtl. gefährlicher(Laserlicht → Auge, Fasermaterial unter der Haut)
- kein PowerOverEthernet möglich

### Gängige Steckerarten

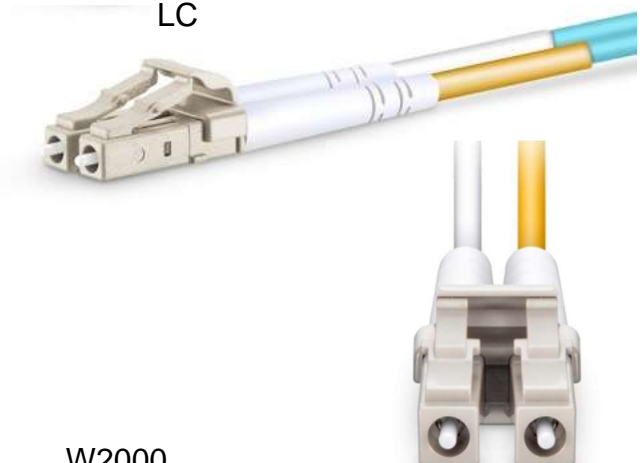
ST-Stecker (alt!)



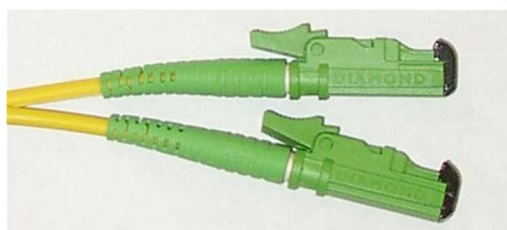
SC



LC



W2000



**Small Form-Factor Pluggable (Plus)**

Zum Anschluss von Glasfaser an einen Switch oder Router wird häufig ein SFP+ Anschluss (Small Form-Factor Pluggable) verwendet, der im Ethernet-Bereich sehr hohe Geschwindigkeiten (mehrere Gbit/s) bietet. Der Vorgänger SFP konnte Datenraten bis 1 Gbit/s verarbeiten.

In den SFP+ Port wird dann ein passender Transceiver gesteckt, der den richtigen Anschluss für die Glasfaser zur Verfügung stellt. Eine andere Bezeichnung für die SFP(+) Ports und Transceiver ist „Mini-GBIC“ was im allgemeinen Sprachgebrauch aber auch gerne mal zu „GBIC“ gekürzt wird, obwohl dies eigentlich ein anderes Format ist.

Am gängigsten sind die folgenden Modul-Geschwindigkeiten:

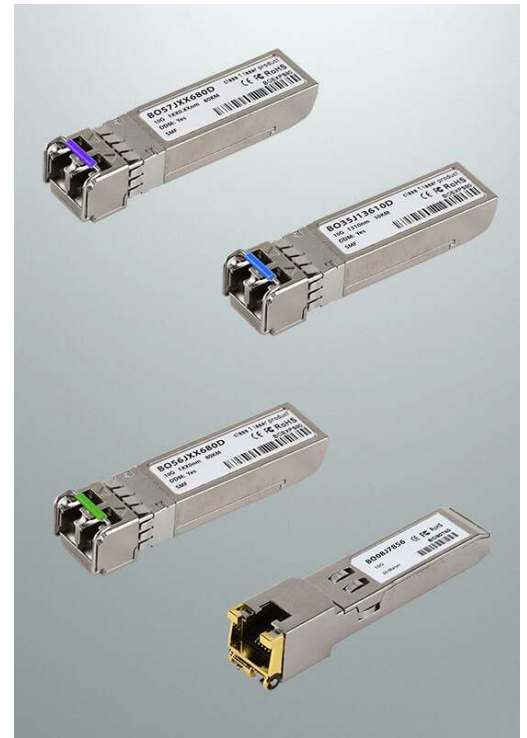
SFP: 1 Gbit/s

SFP+: 10 Gbit/s

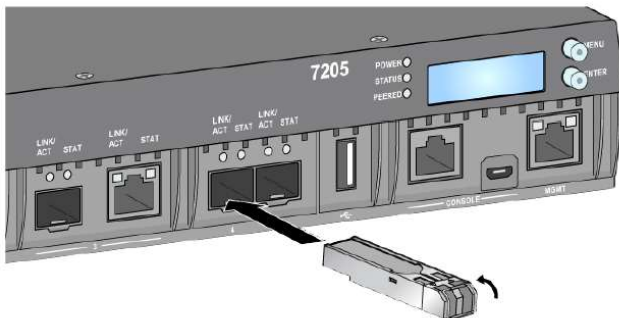
SFP28: 25 Gbit/s

QSFP28: 100 Gbit/s

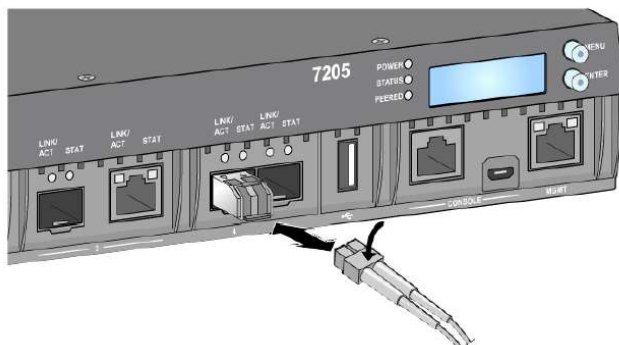
QSFP28-DD: bis zu 800 Gbit/s

**Einsetzen des SFP+ Transceivers:**

Achtung: der Port ist kein RJ45-Port!



Anschluss des Glasfaser-Kabels:



## Auswahl der Verkabelung

Um die für einen Standort am besten geeignete Verkabelung auswählen zu können, müssen die folgenden Fragen beantwortet werden:

- Welche Strecke (länge/ Weg) muss verkabelt werden?
- Welche Übertragungsleistung ist erforderlich?
- Welche Anforderungen werden an das Kabel gestellt ( abschirmung, Schutz vor Tieren/ Wasser)
- Welches Budget ist verfügbar / wieviel kostet das Kabel

Einige Überlegungen, die Preis- und Leistungsfähigkeit der Verkabelung umfassen sind:

### ☛ Installation

Wie einfach lässt sich das Kabel installieren und bearbeiten? Bei einer kleinen Installation mit kurzen Entfernungen und geringen Sicherheitsanforderungen macht es wenig Sinn, ein dickes, unhandliches und teures Kabel einzusetzen.

### ☛ Übertragungsgeschwindigkeit (Bandbreite)

Übertragungsraten werden in Gigabit oder Megabit pro Sekunden (G bzw. Mbps) gemessen. Einem Endgerät sollte heute 1 Gbit/s zur Verfügung stehen, im Backbone-Bereich sind deutlich höhere Geschwindigkeiten üblich.

### ☛ Kosten

Vergleichsweise besseres Kabel für die sichere Übertragung über große Entfernungen ist teurer als dünnes Kabel, das einfach zu installieren und zu handhaben ist. Dennoch sollten bei der Installation nicht die reinen Kabelkosten, sondern vor allem der Installationsaufwand betrachtet werden. Dieser übersteigt die Materialkosten in der Regel um ein Vielfaches.

### ☛ Abschirmung

Der Grad der benötigten Abschirmung hat direkten Einfluss auf die Kosten. In fast jedem Netzwerk wird ein abgeschirmtes Kabel verwendet. Wachsendes Rauschen durch die Umgebung im Verlegebereich des Kabels erfordert einen höheren Grad der Abschirmung.

### ☛ Übersprechen

Übersprechen und Rauschen können in weiträumigen Netzwerkinstallation mit hohen Sicherheitsanforderungen große Probleme hervorrufen. Eine billige Verkabelung bietet äußeren, elektrischen Feldern von Stromversorgungsleitungen, Motoren, Relais und Rundfunksendern nur geringen Widerstand. Sie ist daher gegen Rauschen und Übersprechen sehr empfindlich.

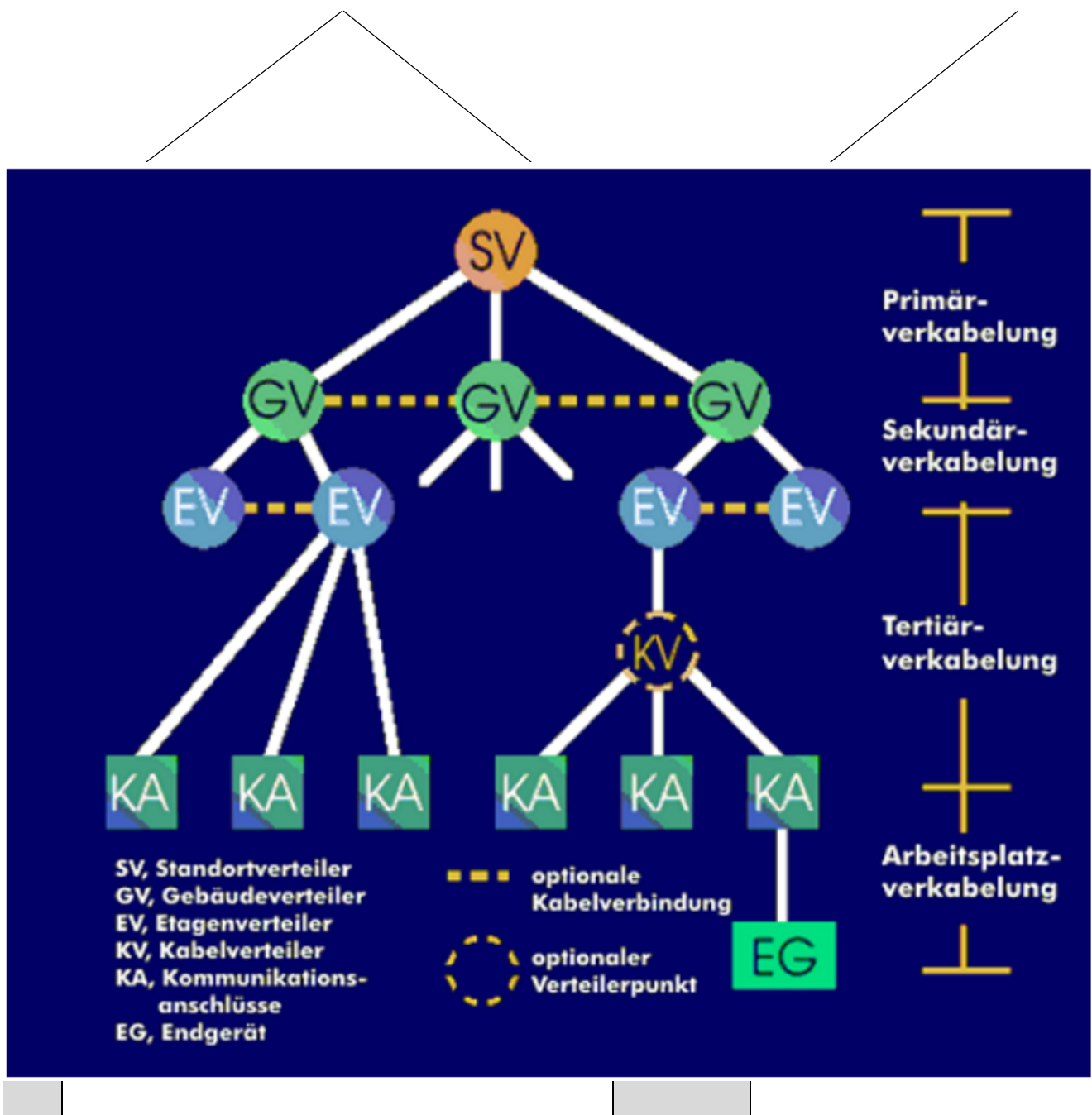
### ☛ Dämpfung

Die Ursache für Kabelspezifikationen, die für die verschiedenen Verkabelungsarten unterschiedliche, zulässige Längen empfehlen, liegt in der Dämpfung der Signale. Wenn ein Signal eine zu große Dämpfung besitzt, kann es von dem empfangenden Computer nicht mehr als solches erkannt werden. Die meisten Netzwerke verfügen über einen Mechanismus zur Fehlerüberwachung, der im Fall von schwachen, nicht erkennbaren Signalen eine Neuübertragung vornimmt. Die erneute Übertragung kostet allerdings Zeit und verringert den Datendurchsatz.

## Planung der Verkabelung

Es sind folgende Grundsätze zu beachten:

- Zukunftsorientiert planen und langfristige Nutzung ermöglichen (ungefähr 15 Jahre)
- Dienstneutrale Verkabeln (prinzipiell können alle Arten von Daten über das Kabel übertragen werden)
- Strukturierte Verkabelung verwenden (DIN EN50173)





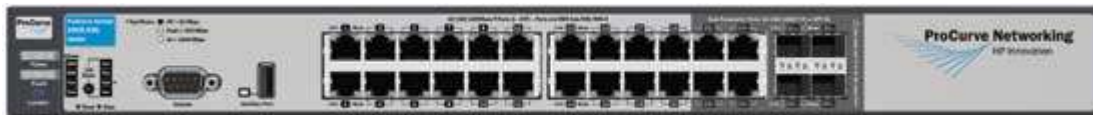
## Strukturierte Verkabelung

	Primär	Sekundär	Tertiär
Erklärung	<p>Verkabelung der Gebäude eines Standortest/eines Grundstücks</p> <p>→ Standortverteiler → Gebäudeverteiler → Verkabelung dazwischen</p>	<p>Verkabelung vom jeweiligen Gebäudeverteiler bis zu den Etagenverteilern =&gt; Etagenverteiler=&gt; Kabel dorthin</p> <p>VERTIKALE VERKABELUNG, STEIGBEREICH VERKABELUNG</p>	<p>Verkabelung auf den einzelnen Etagen: vom Etagenverteiler zu den Anschlussdosen bzw. bis zum Endgerät</p> <p>Horizontale Verkabelung</p>
Kabelart	<p>Glasfaser</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monomode</li> <li>- Multimode</li> </ul> <p>je nach Strecke und Geschwindigkeit</p>	<p>Glasfaser bevorzugen</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Multimode aber auch Kupferleitung denkbar</li> </ul>	<p>heutzutage Kupferkabel üblich, da Endgeräte (noch) nicht direkt an Glasfaser angeschlossen werden und wg. PoE</p>
Reichweite	<p>Monomode: bis 30km</p> <p>Multimode: bis 1,5km</p>	<p>reichweite:</p> <p>Multimode: bis 1,5Km</p> <p>Kupferkabel: bis 100m</p>	<p>Kupfer 100 Meter ( 5m + 90m + 5m)</p>
Daten-durchsatz	<p>Gigabit - bis Terabit - Bereich</p>	<p>bis 10Gbit/s</p>	<p>1Gbit/s</p>
Anforderungen	<p>Sicherheit gg.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Wetterbedingungen</li> <li>- Nagetiere</li> </ul> <p>Ausfallsicherheit (redundante Verkabelung über verschiedene Wege)</p> <p>Dokumentation der Verkabelung und Trassenführung</p>	<p>Ausfallsicherheit (redundante Verkabelung, wenn möglich über verschiedene Wege)</p> <p>Dokumentation der Verkabelung und Trassenführung</p> <p>Erweiterbarkeit</p>	<p>leichte Erweiterbarkeit</p> <p>leichte Versetzbarkeit von Arbeitsplätzen</p> <p>Universelle Anschlüsse (Dosen mit RJ45 Buchsen)</p> <p>ausreichende Anzahl</p> <p>ordentliche Pflege</p>
Störungen	<p>äußeren Einflüsse</p>	<p>elektromagnetische Störungen</p>	<p>Mikrowelle etc.</p>
Erweiterbarkeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ausreichend große und leistungsfähige Switches verwenden</li> <li>- Kabel im Kabelkanal oder Leerrohr verlegen</li> <li>- genügend (ungenutzte) Dosen und Ports einplanen</li> </ul>		

## Übungsaufgaben Verkabelung

### Aufgabe 1

Sie werden beauftragt, Verkabelungskomponenten in für einen Kunden auszuwählen. Dabei soll jeweils der folgende Switch eingesetzt werden:



- Ideal for small to large companies looking for high performance gigabit switches
- Cost-effective and easy-to-deploy high bandwidth stacking and uplinks with 4 integrated GbE ports
- Scalable performance and robust security, management, and control features

20 RJ-45 10/100/1000 ports (IEEE 802.3 Type 10Base-T, IEEE 802.3u Type 100Base-T, IEEE 802.3ab Type 1000Base-T) 4 GbE fibre optic ports

Mit welchem Kabel verbinden Sie einen PC mit dem Switch? normales patch-kabel

Mit welchem Kabel nehmen Sie die Grundkonfiguration des Switches vor? roll-over-kabel / konsolenkabel

Welche beiden Einstellungen sollten Sie mindestens vornehmen? Begründen Sie Ihre Aussage!

benennen und zugriffspasswörter für konsolen-port, verschiedene modi, ssh- verbindungen erstellen

Bestimmen Sie anhand der Datenblätter, welche Komponente, welches Kabel und welchen Stecker Sie für die folgenden Gigabit-Verbindungen einsetzen:

Anbinden eines Servers über eine Länge von 3 Metern Gigabit-Patchkabel

Anbindung eines entfernten Stockwerks über eine Entfernung von 300 Metern Karte 1 oder 2

Anbindung eines entfernten Gebäudes über eine Entfernung von 700 Metern Karte 1

#### Modul 1:

**Ports:** 1 1000Base-LX port (IEEE 802.3z Type 1000Base-LX) Duplex: full

**Connector:** LC

**Cabling Type:**

Either single mode or multimode

62.5/125 µm or 50/125 µm (core/cladding) diameter, graded-index, low metal

content, multimode fiber optic, complying with ITU-T G.651 and ISO/IEC 793-2 Type A1b or A1a, respectively

Low metal content, single-mode fiber-optic, complying with ITU-T G.652 and ISO/IEC 793-2 Type B1

**Maximum distance:** 10 km (single mode) or 550 m (multimode)



#### Modul 2:

**Ports:** 1 1000Base-SX port (IEEE 802.3z Type 1000Base-SX)

**Duplex:** full

**Connector:** LC

**Cabling Type:**

62.5/125 µm or 50/125 µm (core/cladding) diameter, graded-index, low metal content, multimode fiber optic, complying with ITU-T G.651 and ISO/IEC 793-2 Type A1b or A1a



**Maximum distance:**

220 m (62.5 µm core diameter, 160 MHz/km bandwidth)

275 m (62.5 µm core diameter, 200 MHz/km bandwidth)

500 m (50 µm core diameter, 400 MHz/km bandwidth)

550 m (50 µm core diameter, 500 MHz/km bandwidth)

## Aufgabe 2

Wodurch unterscheiden sich Monomode- und Multimode-Glasfaserkabel?

Single-Monomode : teurer aber Leistungsstärke Variante ( Entfernung und Durchsatz)

Multimode: günstige aber nicht so leistungsstark

## Aufgabe 3

Obwohl die zu verbindende Strecke zwischen zwei Geräten nur 80 Meter beträgt, wird ein Glasfaserkabel eingesetzt.

Warum hat man sich zu dieser Maßnahme entschlossen?

man braucht die Geschwindigkeit

es besteht Brandgefahr

Störungen durch Elektromagnetismus

Nennen Sie drei weitere Gründe, warum Glasfaserkabel in der Vernetzung eingesetzt werden!

kann neben Stromkabeln eingesetzt werden

hohe Reichweite

Abhörsicherheit

höhere Geschwindigkeit

leichter als Kupfer

keine Gefahr bei Verbindung mehrerer Gebäude bzw. verschiedener Stromkreise

## Aufgabe 4

Für die Anbindung von AccessPoints soll ein PoE-Switch angeschafft werden.

Was versteht man unter PoE?

Power over Ethernet überträgt neben den Daten auch eine gewisse Menge Strom, damit die Geräte keinen extra Strom

Anschluss brauchen

Welche Leistung wird bei PoE einem Endgerät zur Verfügung gestellt?

Zwischen 44 und 57 Volt, normalerweise 48 Volt

Sollen nur wenige AccessPoints betrieben werden, kann man PoE auch mit Hilfe eines sog. „Injektors“ realisieren. Was versteht man darunter?

verbindet ein Netzwerk, welches PoE unterstützt mit einem nicht PoE fähigen LAN-Switch-Port

Was sind weitere Geräte, die mit PoE mit Strom versorgt werden können?

IP-Camera, ältere Netz-Telefone, Netzwerk-Router, Uhren

## Aufgabe 5

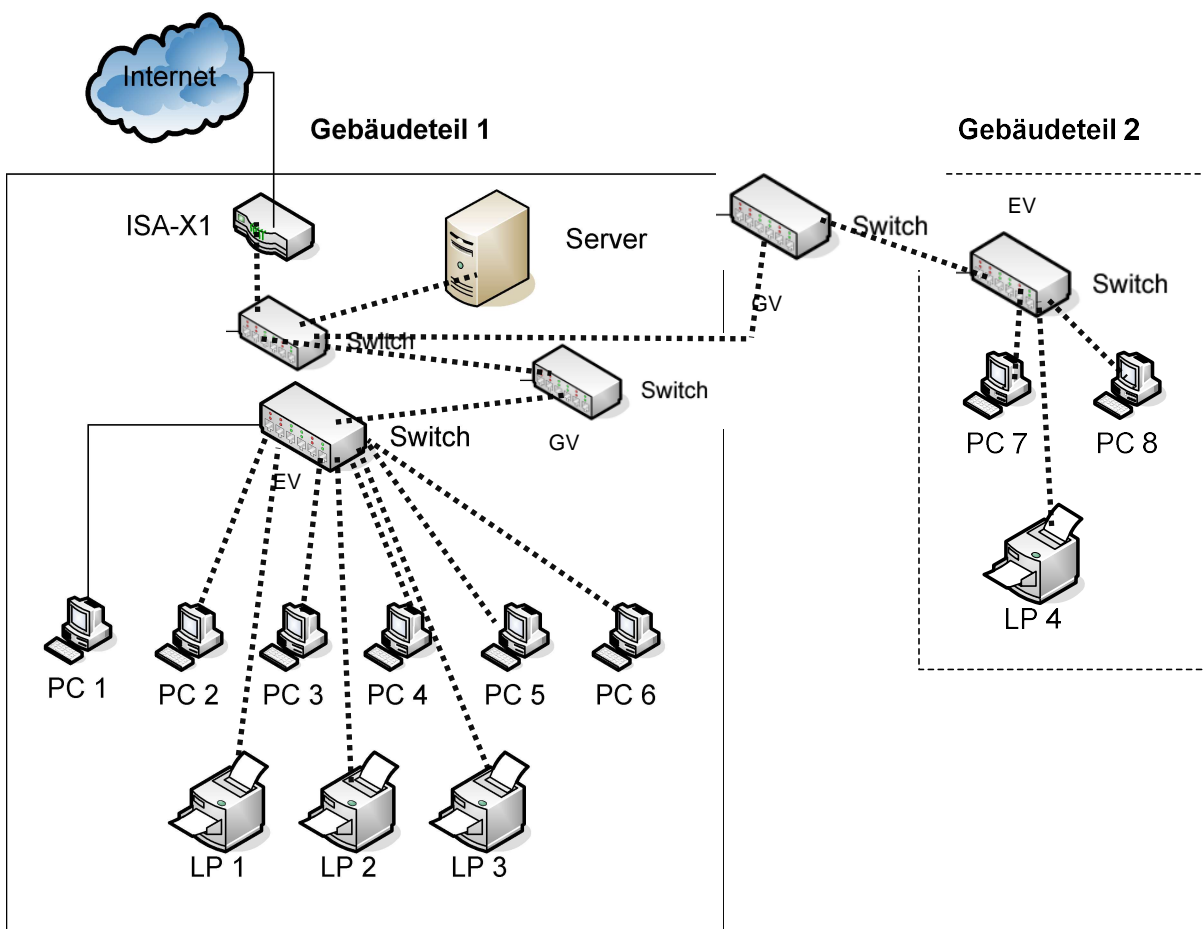
### GA II Sommer - Handlungsschritt 2 (20 Punkte)

Die IT-System GmbH plant das Netzwerk des Autohauses. Dazu sollen in einem vereinfachten Netzwerkplan alle PCs und Netzwerkkomponenten dargestellt werden. Das Ethernetnetz soll eine Sterntopologie haben und für eine Bandbreite von 1 Gbit/s ausgelegt sein. Die Verkabelung erfolgt strukturiert nach EN 50173-1.

a) Sie sollen folgenden Netzwerkplan vervollständigen. Ergänzen Sie dazu die fehlenden Netzwerkkomponenten und beschriften Sie diese. (10 Punkte)

Hinweis Patchfelder und RJ-45-Dosen sollen nicht eingezeichnet werden. Die Drucker LP 1 – 4 sind Netzwerkdrucker.

Vereinfachter Netzwerkplan: Die Gebäude teile haben einen Abstand von ca. 30 m.



b) Nennen Sie den Übertragungsstandard (Verkabelungsstandard) der strukturierten Verkabelung im

ba) Primärbereich (LWL-Kabel) (1 Punkt) 1000 BaseFx

bb) Sekundärbereich (TP-Kabel) (1 Punkt)

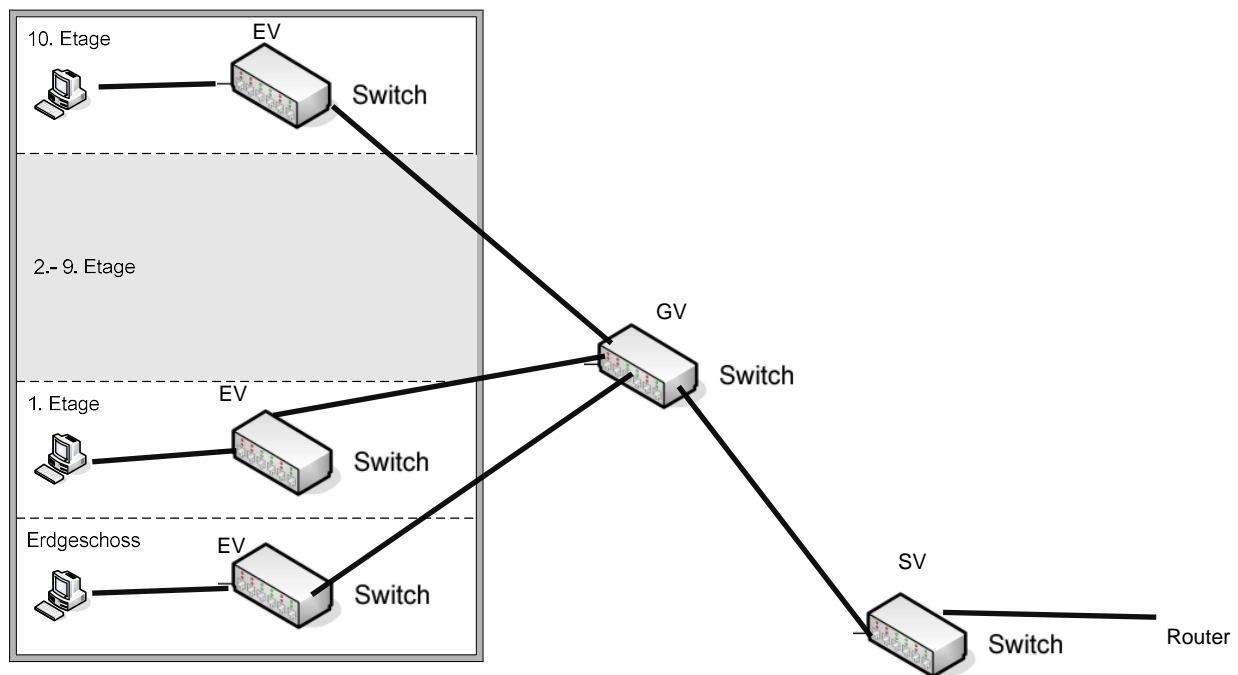
## Aufgabe 6

### GA II Winter 2007/08: 2. Handlungsschritt (20 Punkte)

Die IT-GmbH plant das neue Netzwerk für das Hotelgebäude der Grandhotel GmbH. Das Hotelgebäude hat zehn Etagen. Zu vernetzen sind u. a. Hotelrezeption, Hotelzimmer und Tagungsräume.

a) Das Netzwerk soll nach DIN EN 50173 strukturiert verkabelt werden. Vervollständigen Sie folgende Skizze, indem Sie die strukturierte Verkabelung exemplarisch für das Erdgeschoss sowie die 1. und 10. Etage einzeichnen. Beschriften Sie alle Netzwerkkomponenten und kennzeichnen Sie die Bereiche der strukturierten Verkabelung. 7 Punkte

#### Strukturierte Verkabelung des Grandhotels



b) Geben Sie an, welche von den aufgeführten Netzkabeln in den strukturierten Bereichen aus technischen und wirtschaftlichen Gründen eingesetzt werden könnten. Ordnen Sie die Kabel den Bereichen zu. (3 Punkte)

- 100BaseTx veraltet
- 1000BaseSX Sekundär
- 10Base5 ungeeignet
- 1000BaseT Teriär
- 10GBaseT Direktanschluss server → Standortverteiler



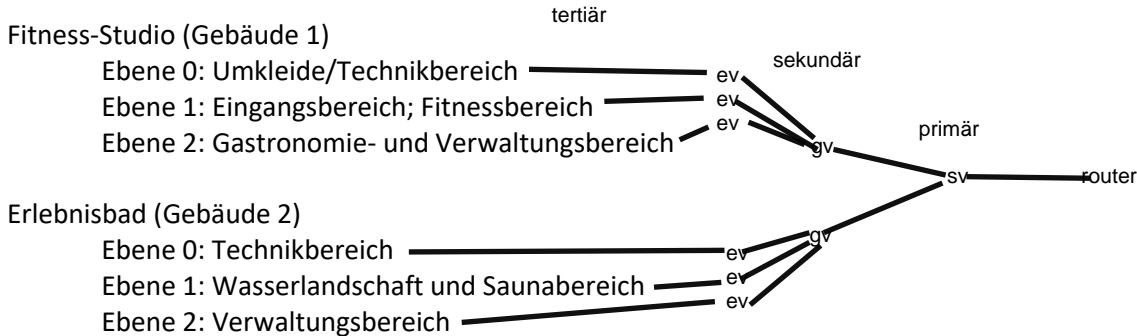
## Aufgabe 7

### Aus einer Abschlussprüfung der IHK

#### Situation:

In Bad Stadtheim wird unter der Firma Köln-Fit GmbH ein Erlebnisbad mit angeschlossenen Fitnessstudio eröffnet. Als Mitarbeiter/in des Systemhauses Brück & Saar erhalten Sie die Aufgabe, umfassende Hard- und Softwarelösungen zu erarbeiten.

Die Einrichtung der Köln-Fit GmbH besteht aus:



Die Gebäude und die einzelnen Ebenen sind für die Informationstechnische Installation mit Brüstungswandkanälen für die verschiedenen Bereiche vorbereitet. Die Ebenen und die Gebäudeteile sind mittels Steigschacht (Vertikalschacht) und Verbindungsschacht verbunden. Für alle Bereiche ist eine anwendungsneutrale Gebäudeverkabelung nach der Norm DIN EN 50173 zu planen. Alle Netzwerksegmente sind miteinander zu verbinden.

Netzwerk: Ethernet, LAN, 100Base-T  
 Tertiärverkabelung: STP, Kat. 6  
 Sekundärverkabelung: STP, Kat. 6  
 Primärverkabelung: LWL-Kabel (G50/125)  
 Kabelverlegung: Brüstungskanal, Brüstungswandkanal  
 Anschlüsse: RJ-45 Modular-Doppeldosen für Ethernet 100BaseT;  
 Für jeden Anschlusspunkt ist ein Switchport vorzusehen

#### Anschlusspunkte Fitnessstudio (Gebäude 1)

##### Ebene 0

5 Räume mit je 2 Modular-Doppeldosen  
 IT-Raum mit Geräteschrank für SV, GV und EV einschließlich aller aktiven und passiven Gebäudeverkabelungskomponenten, Server und USV

##### Ebene 1:

2 Räume mit je 3 Modular-Doppeldosen und 2 Räume mit je 8 Modular-Doppeldosen  
 IT-Raum mit Geräteschrank für EV einschließlich aller aktiven und passiven Gebäudeverkabelungskomponenten

##### Ebene 2:

3 Räume mit je 3 Modular-Doppeldosen  
 IT-Raum mit Geräteschrank für EV einschließlich aller aktiven und passiven Gebäudeverkabelungskomponenten

**Anschlusspunkte Erlebnisbad (Gebäude 2)**

## Ebene 0

5 Räume mit je 2 Modular-Doppeldosen

IT-Raum mit Geräteschrank für GV und EV einschließlich aller aktiven und passiven

Gebäudeverkabelungskomponenten

## Ebene 1:

3 Räume mit je 4 Modular-Doppeldosen

IT-Raum mit Geräteschrank für EV einschließlich aller aktiven und passiven

Gebäudeverkabelungskomponenten

## Ebene 2:

4 Räume mit je 3 Modular-Doppeldosen

IT-Raum mit Geräteschrank für EV einschließlich aller aktiven und passiven

Gebäudeverkabelungskomponenten

Planen Sie die komplette Verkabelungsstruktur für die Köln-Fit GmbH auf dem beiliegenden Grundrissplan.

Endgeräte (PCs) müssen nicht eingezeichnet werden!

Achten Sie auf eine klare Gliederung und eine übersichtliche Darstellung!

Gebäudeschema von Köln-Fit

Gebäude 1 (Fitnessstudio)	Gebäude 2 (Erlebnisbad)	Ebene 2	
		Ebene 1	
		Ebene 0	

## Themengebiet 5: Grundlagen Internet Protocol Version 4 (IPv4)

### Die IPv4-Adresse

Eine IP-Adresse ist eine Adresse für einen Host in einem Computernetz, das auf dem Internetprotokoll basiert. Über die Adresse ist das jeweilige Gerät im Netz erreichbar, sie wird beim Transport von Datenpaketen verwendet, um Absender und Empfänger der Daten eindeutig zu identifizieren.

Eine IP-Adresse kann in zwei Formaten, in der binären Schreibweise oder in der Punkt-Dezimalschreibweise, verfasst werden. Jede IP-Adresse ist 32-Bit lang und setzt sich aus vier 8-Bit-Feldern, den sogenannten Oktetten, zusammen. Somit kann jedes dieser Oktette Werte zwischen 0 und 255 annehmen.

Prinzipiell wären also  $2^{32} \sim 4,3$  Mrd Hosts adressierbar.

**Beispiel:** 11.89.5.103

	1. Byte	2. Byte	3. Byte	4. Byte
Dezimal	11	89	5	103
Binär	0 0 0 0 1 0 1 1	0 1 0 1 1 0 0 1	0 0 0 0 0 1 0 1	0 1 1 0 0 1 1 1

Jede IP-Adresse besteht aus zwei Teilen. Der Netzwerk-ID und der Host-ID.

- Die Netzwerk-ID bezieht sich auf ein physisches Netzwerk. Sämtliche Hosts in demselben Netzwerk müssen über die gleiche Netzwerk-ID verfügen, die innerhalb des Netzwerkverbundes eindeutig sein muss (vgl. Telefon-Ortsvorwahl).
- Die Host-ID bezieht sich auf eine Arbeitsstation, einen Server, einen Router oder einen anderen TCP/IP-Host innerhalb eines Netzwerks. Die Host-ID muss innerhalb der Netzwerk-ID eindeutig sein. Jeder Host kann anhand einer logischen IP-Adresse identifiziert werden (vgl. Telefon-Anschlussnummer).

IP-Adressen wurden früher in Klassen eingeteilt, über die festgelegt wurde, wie lange der Netzwerk-Teil und der Host-Teil einer IP-Adresse sind:

**Klasse A:** 72.105.83.253

bei 0 1	Netzwerk-ID	Host-ID	Host-ID	Host-ID
Dezimal	72	105	83	253
Binär	0 1 0 0 1 0 0 0	0 1 1 0 1 0 0 1	0 1 0 1 0 0 1 1	1 1 1 1 1 1 0 1

**Klasse B:** 165.4.131.192

bei 1 0	Netzwerk-ID	Netzwerk-ID	Host-ID	Host-ID
Dezimal	165	4	131	192
Binär	1 0 1 0 0 1 0 1	0 0 0 0 0 1 0 0	1 0 0 0 0 0 1 1	1 1 0 0 0 0 0 0

**Klasse C:** 211.43.243.12

bei 1 1	Netzwerk-ID	Netzwerk-ID	Netzwerk-ID	Host-ID
Dezimal	211	43	243	12
Binär	1 1 0 1 0 0 1 1	0 0 1 0 1 0 1 1	1 1 1 1 0 0 1 1	0 0 0 0 1 1 0 0

## Grenzen der Adressklassen

	Netz ID	Anzahl der Netze	Host pro Netz
A	1.0.0.0 126.0.0.0	$2^{7-2} =$ 126	$2^{24-2} =$ 16 777 214
B	128.0.0.0 191.255.0.0	$2^{14} =$ 16 384	$2^{16-2} =$ 65 534
C	192.0.0.0 223.255.255.0	$2^{21} =$ 2 097 152	$2^{8-2} =$ 254

Hinweis: Die weiteren Netzklassen (D und E) sind für besondere Zwecke reserviert und werden nicht für „normale“ Adressierung im Internet genutzt.

D	224.0.0.0 239.255.255.255	Multicast anwendungen
E	240.0.0.0 255.255.255.255	Forschung und Entwicklung

## Netzadresse und Broadcastadresse

Bei der IP-Adressierung sind einige Ausnahme- und Sonderregelungen zu berücksichtigen: Die niedrigste und höchste zugehörige Adresse in einem Netz spielen jeweils eine besondere Rolle:

### Netzadresse

Alle Host-Bits sind 0, d.h. dies ist die kleinstmögliche Adresse in einem Netz. Durch diese Adresse kann das Netz von außerhalb gekennzeichnet werden.

Beispiel für ein Klasse A Netz:	1.   0. 0. 0
Beispiel für ein Klasse B Netz:	128. 0.   0. 0
Beispiel für ein Klasse C Netz:	200. 0. 0.   0

### Broadcastadresse

Alle Host-Bits sind 1, d.h. dies ist die größtmögliche Adresse in einem Netz. Jeder Host ist über seine eigene IP-Adresse sowie über die Broadcastadresse ansprechbar: über diese Adresse können also alle Hosts eines Netzes angesprochen werden.

Beispiel für ein Klasse A Netz:	1.   255. 255. 255
Beispiel für ein Klasse B Netz:	128. 0.   255. 255
Beispiel für ein Klasse C Netz:	200. 0. 0.   255



## Private Host-Adressen

Private Host-Adressen gehören zu bestimmten IP-Adressbereichen, die im Internet nicht geroutet werden. Sie können von Firmen und Privatleuten für den Aufbau von privaten Netzen auf TCP/IP-Basis verwendet werden, ohne dass diese Netze mit öffentlichen Netzen in Konflikt treten. In der folgenden Tabelle sind die privaten IP-Adressen in den einzelnen Adressklassen aufgeführt:

Adressklassen	Anfangsbereich	Endbereich
A	10.0.0.0	10.255.255.255
B	172.16.0.0	172.31.255.255
C	192.168.0.0	192.168.255.255

Wie viele private Netze gibt es? Die einfache Antwort ist „unendlich viele“:

Fast jeder verwendet zu Hause das gleiche private Netz:

Aber wie viele verschiedene private Netze gibt es eigentlich, die dann u.U. auch mehrfach verwendet werden können?

Adressklassen	Anzahl Netze	Anzahl Hosts pro Netz
A	1	~16 Mio
B	16	65 534
C	256	254

## Besondere Adressen

- 0 . x . x . x      Das erste Byte darf nie 0 sein (0.0.0.0 wird für Routing benötigt)
- 127 . x . x . x      Adresse des eigenen Rechners („localhost“, normalerweise 127 . 0 . 0 . 1)
- 169 . 254 . x . x      Autokonfiguration von Hosts

## ARP-Protokoll

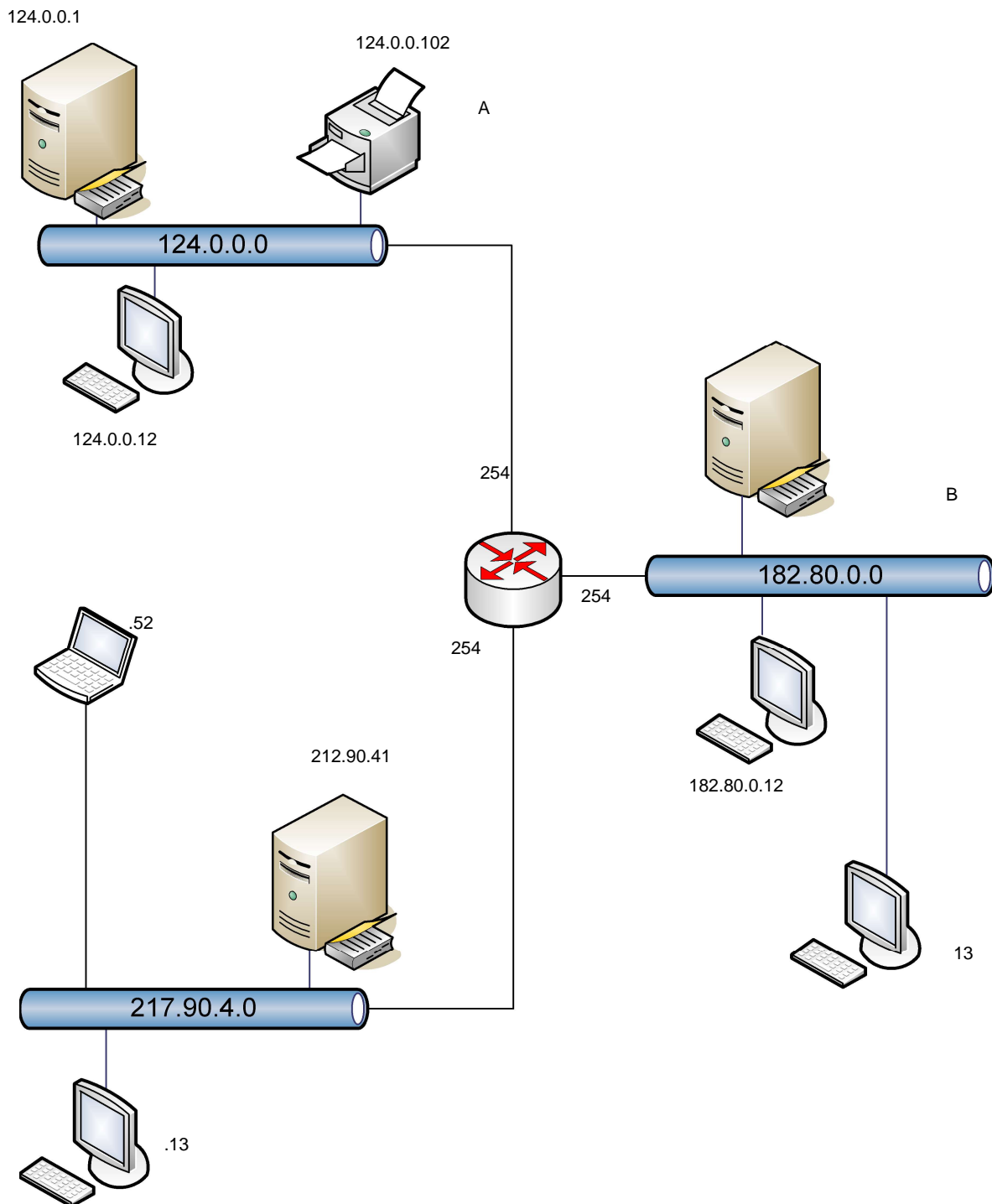
Das Address Resolution Protocol (ARP) ist ein Netzwerkprotokoll, das zu einer Netzwerkadresse der Internetschicht (d.h. zu einer IP-Adresse) die physikalische Adresse (d.h. die MAC-Adresse) der Netzzugangsschicht ermittelt und diese Zuordnung gegebenenfalls in den so genannten ARP-Tabellen der beteiligten Rechner hinterlegt. Die MAC-Adresse wird benötigt, damit der Rechner einen Daten-Frame an die nächste Station (i.d.R. der Router oder der Ziel-PC) weitersenden kann.

```
Windows PowerShell
Copyright (C) Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.

PS C:\Users\mario> arp -a

Schnittstelle: 192.168.11.78 --- 0x1c
 Internetadresse      Physische Adresse      Typ
 192.168.11.1         9c-c7-a6-f8-e8-ed      dynamisch
 192.168.11.2         00-0c-29-1d-89-ff      dynamisch
 192.168.11.3         00-11-32-62-ce-95      dynamisch
```

## Ein erstes Beispiel für IP-Adressierung



Vergeben Sie in den drei Netzen die IP-Adressen nach dem folgenden Schema:

- Überlegen Sie zunächst, zu welcher Klasse das jeweilige Netz gehört.
- Der Server erhält in jedem Netz die erste verfügbare IP-Adresse
- Stationäre Rechner erhalten aufsteigende IP-Adressen, beginnend mit der elften verfügbaren Adresse, mobile Geräte beginnen ab der 51. Adresse und Drucker ab der 101. Adresse.
- Der Router erhält in jedem Netz die letzte verfügbare IP-Adresse

**Übungen:**

1. Geben Sie zu jeder IP-Adresse die jeweilige Adressklasse an. Begründen Sie Ihre Meinung, indem Sie das erste Byte in eine Binärzahl umwandeln!

Adresse	Klasse	Begründung (erste vier Bit)
131.107.2.29	B	10
3.3.57.0	A	0
200.200.5.2	C	110
191.107.2.10	B	10
192.168.4.1	C	110

2. Bei welcher/welchen Adressklasse(n) können mehr als 1.000 Hosts pro Netzwerk adressiert werden? Begründen Sie Ihre Meinung!

A hat ca 16 Millionen Adressen

B hat 65 Tausend Adressen

3. Warum können in einem Klasse-C-Netz nur maximal 254 Hosts adressiert werden?

weil nur die letzten 8 bits frei sind (256) und 2 Adressen müssen abgezogen werden (Netzadresse/Broadcastadresse)

4. Im Folgenden finden Sie eine Aufstellung von IP-Adressen. Welche dieser Adressen können einem Host nicht zugewiesen werden? Begründen Sie Ihre Meinung!

131.107.256.80	<u>265 nicht erlaubt</u>
222.222.255.222	
231.200.1.1	<u>Multicast Bereich (D)</u>
126.1.0.0	
0.127.4.100	<u>0 ist reserviert</u>
190.7.2.0	
127.1.1.1	<u>127 ist reserviert für localhost</u>
198.121.254.255	<u>Broadcastadresse Klasse C</u>
255.255.255.0	<u>Subnetzmaske Klasse C</u>
192.168.1.0	<u>Netzadresse C-Netz</u>
131.107.10.12	
141.98.255.255	<u>ist die Broadcastadresse Klasse B</u>
17.0.0.0	<u>ist die Netzadresse Klasse A</u>
255.0.0.0	<u>Subnetzmaske Klasse A</u>

## Subnetzmaske und IP-Adressen (IPv4)

In einem TCP/IP-Netzwerk benötigt jeder Host eine Subnetzmaske. Eine Subnetzmaske ist eine 32-Bit-Adresse, die zum Abdecken oder „Maskieren“ eines Teils der IP-Adresse verwendet wird, um so die Netzwerk-ID von der Host-ID zu unterscheiden. Dies ist notwendig, damit mit Hilfe von TCP/IP bestimmt werden kann, ob sich eine Ziel-IP-Adresse im gleichen Netzwerk (Subnetz) oder einem entfernten Netzwerk befindet.

Bei der Subnetzmaske kann es sich entweder um eine Standard-Subnetzmaske handeln, die verwendet wird, wenn ein Netzwerk nicht in Subnetzen unterteilt ist oder um eine benutzerdefinierte Subnetzmaske, die bei einem in Subnetzen unterteilten Netzwerk eingesetzt wird.

### Standard-Subnetzmaske

Die Subnetzmaske wird von allen TCP/IP-Hosts benötigt, selbst bei einem Netzwerk mit nur einem Segment. Eine Standard-Subnetzmaske wird bei nicht in Subnetzen unterteilten TCP/IP-Netzwerken verwendet. Welche Standard-Subnetzmaske verwendet werden muss, hängt von der verwendeten Adressklasse ab.

In der Subnetzmaske sind alle der Netzwerk-ID entsprechenden Bits auf 1 eingestellt. Der Dezimalwert beträgt in jedem Oktett 255. Sämtliche der Host-ID entsprechenden Bits sind auf 0 gestellt.

Adressklasse	Für die Subnetzmaske verwendete Bits																Punkt-Dezimalschreibweise	Bit-count
	1. Byte				2. Byte				3. Byte				4. Byte					
A	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	255.0.0.0	/8
B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	255.255.0.0	/ 16
C	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	255.255.255.0	/24

### Beispiele:



Klasse A  
/8

84.112.200.7



Klasse B  
/16

172.16.27.13



Klasse C  
/24

217.94.15.65

**Berechnen der Netz-ID:**

IP verwendet als internen Prozess einen AND-Vergleich, um zu bestimmen, ob ein Paket an einen Host im gleichen oder in einem entfernten Netzwerk gesendet werden soll.

Der AND-Vergleich verwendet folgende Kombinationen und Ergebnisse:

Bit-Kombination	Ergebnis
1 AND 1	1
1 AND 0	0
0 AND 0	0
0 AND 1	0

	159	224	7	129
IP-Adresse	1 0 0 1 1 1 1 1	1 1 1 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 1 1 1	1 0 0 0 0 0 0 1
Subnetzmaske	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Ergebnis	1 0 0 1 1 1 0 0	1 1 1 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0

**Übung 1:**

In dieser Übung sollen Sie den AND-Vergleich anwenden, um zu ermitteln, ob die Ziel-IP-Adresse zu einem Host in gleichen oder in einem entfernten Netzwerk gehört:

	153	170	37	163
Quell-IP	1 0 0 1 1 0 0 1	1 0 1 0 1 0 1 0	0 0 1 0 0 1 0 1	1 0 1 0 0 0 1 1
Subnetzmaske	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Ergebnis	1 0 0 1 1 0 0 1	1 0 1 0 1 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0

meine ip  
meine SNM

	217	170	172	233
Ziel-IP	1 1 0 1 1 0 0 1	1 0 1 0 1 0 1 0	1 0 1 0 1 1 0 0	1 1 1 0 1 0 0 1
Subnetzmaske	1 1 1 1 1 1 1 1	1 1 1 1 1 1 1 1	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0
Ergebnis	1 1 0 1 1 0 0 1	1 0 1 0 1 0 1 0	0 0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0 0

andere ip  
meine SNM

1. Stimmen die beiden Ergebnisse überein?

nein

2. Befindet sich die Ziel-IP-Adresse in einem lokalen oder in einem Remote-Netzwerk?

das Ziel ist in einem anderem Netzerk

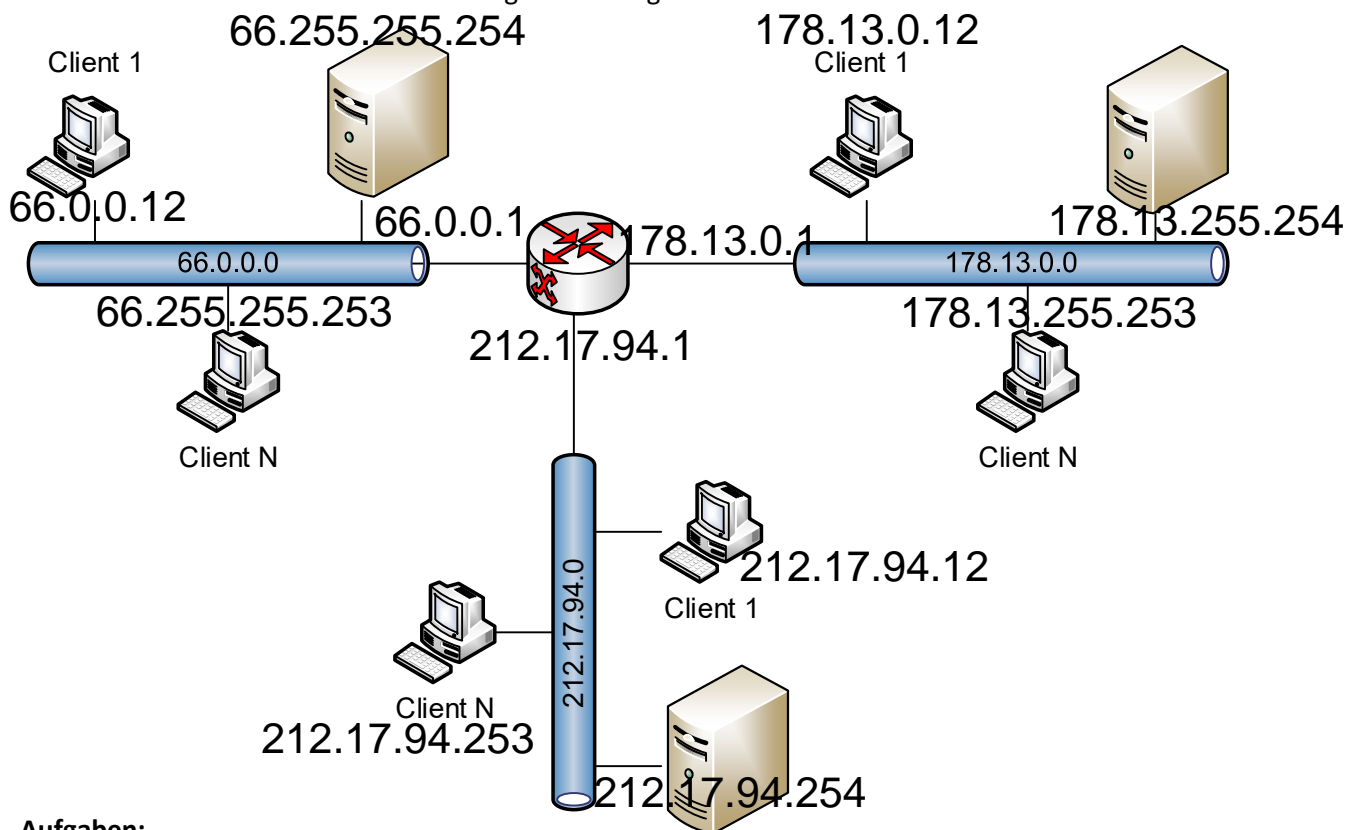
3. Erläutern Sie, wie mit dem Datenpaket verfahren wird.

Das Paket wird an das Standardgateway geschickt ( der nächste Router), dieses kümmert sich um die korrekte weiterleitung

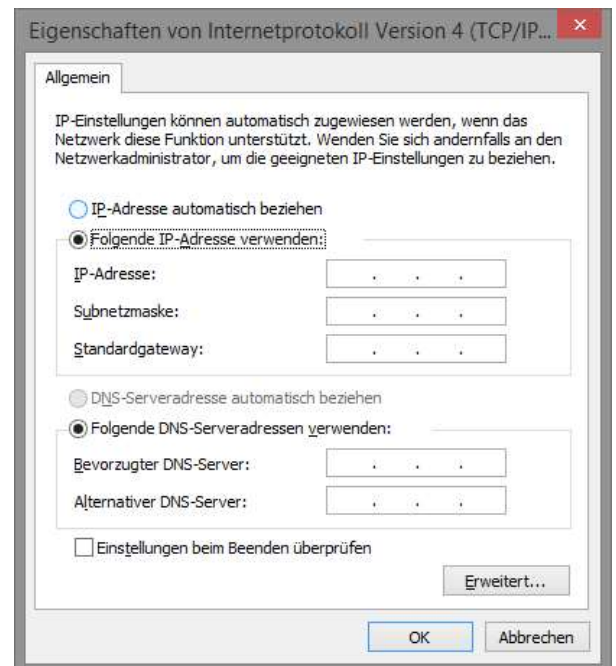


**Übung 2:**

In einem Unternehmen finden Sie die folgende Konfiguration vor:

**Aufgaben:**

- Vergeben Sie in den drei Netzen die IP-Adressen nach folgendem Schema: Der Server erhält immer die erste IP-Adresse, der Router die letzte IP-Adresse im Netz, Client 1 die elfte Adresse, Client N die vorletzte Adresse. Verwenden Sie in allen drei Netzen die Standardsubnetzmaske!
- Vervollständigen Sie die IP-Konfiguration bei den Clients und beim Server um Subnetzmaske und Standardgateway.
- Client 1 im Netz 66.0.0.0 will Daten an Client N im Netz 212.17.94.0 schicken. Beschreiben Sie in eigenen Worten den vollständigen Ablauf, wie die Daten vom Sender zum Empfänger gelangen!
- Die Daten müssen mit einer physikalischen und mit einer logischen Adresse versehen werden, um ihr Ziel zu erreichen. Vervollständigen Sie dazu die folgende Tabelle:



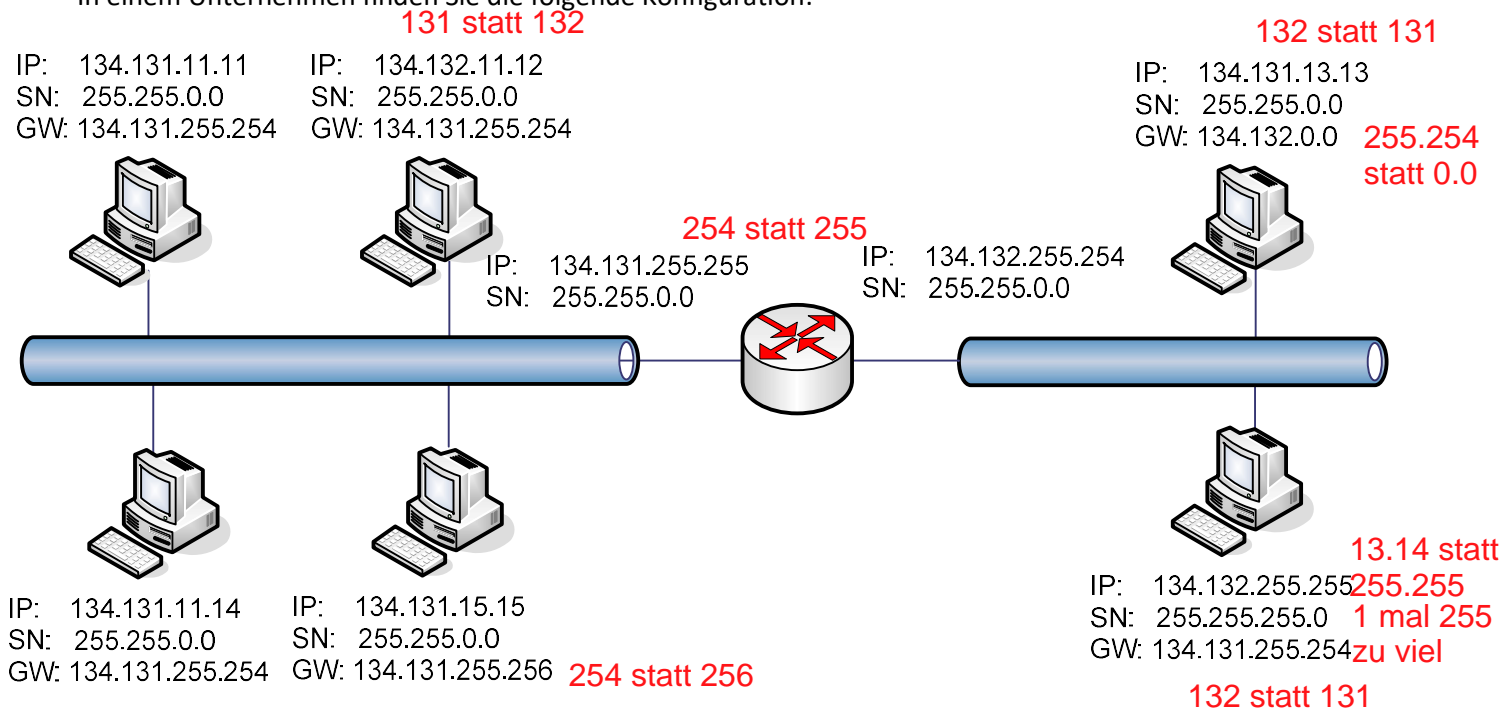
Quell-MAC	Ziel-MAC	Quell-IP	Ziel-IP
0001.9757.5826	00E0.A39D.33DD	66.0.0.11	212.17.94.253

- Bilden Sie die obige Konfiguration im Packet Tracer von Cisco ab! Pingen Sie von Client 1 im Netz 66.0.0.0 auf Client N im Netz 217.17.94.0! Welchen Aufbau haben die Datenpakete, welchen Weg nehmen die Pakete?

## Übungsaufgaben zur Subnetzmaske

### Aufgabe 1:

In einem Unternehmen finden Sie die folgende Konfiguration:



- ☞ Welche Fehler können Sie in dieser Konfiguration feststellen?
- ☞ Welche Auswirkungen haben diese Fehler auf die Kommunikation in diesem Netzwerk?
- ☞ Bilden Sie die korrekte Konfiguration im PaketTracer ab!

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Aufgabe 2:

Mit welchen Programmen können Sie die Konfiguration eines TCP/IP-Hosts überprüfen?

Windows: ipconfig /all → Anzeige der Ip-Konfiguration netsh (oder Powershell)

Linux: ifconfig → Anzeige und Ändern der Konfiguration

---

---