

3.8 Einfache Regel für die Verkabelung

Bei der Auswahl eines Übertragungsmediums ist die Entfernung ein sehr wichtiger Faktor.

Für die Praxis kann man sich eine einfache Grundregel merken:

kurze Strecken:

Twisted-Pair-Kupfer

mittlere Strecken:

Multimode-LWL

lange Strecken:

Singlemode-LWL

Diese Regel hilft bei der schnellen Einordnung, welches Medium für welche Strecke sinnvoll ist.

Warum braucht man eine Verkabelungsregel?

Nicht jedes Kabel ist für jede Entfernung geeignet.

Die Wahl des Übertragungsmediums hängt unter anderem ab von:

- Entfernung
- gewünschter Datenrate
- Störanfälligkeit der Umgebung
- Kosten
- vorhandener Infrastruktur
- benötigter Stromversorgung
- aktiver Netzwerktechnik
- Zukunftssicherheit

In der Prüfung geht es oft nicht darum, jedes Detail einer Norm auswendig zu kennen.

Wichtig ist:

Du sollst erkennen,
welches Medium für welchen Einsatzzweck sinnvoll ist.

Grundregel

Als einfache Orientierung gilt:

Entfernung / Einsatz	sinnvolles Medium
bis ca. 100 m	Twisted-Pair-Kupfer
mittlere Strecken	Multimode-LWL
lange Strecken	Singlemode-LWL

Vereinfacht gesagt:

Kupfer für kurze LAN-Strecken.

Multimode für kürzere bis mittlere Glasfaserstrecken.

Singlemode für lange Glasfaserstrecken.

Merksatz:

kurz = Kupfer

mittel = Multimode

lang = Singlemode

Twisted Pair bis ca. 100 m

Twisted-Pair-Kabel sind typische Kupferkabel im LAN.

Sie werden häufig für Arbeitsplatzverkabelung verwendet.

Beispiele:

PC → Netzwerkdose

Netzwerkdose → Patchfeld

Patchfeld → Switch

Access Point → Netzwerkdose

Drucker → Netzwerkdose

Als wichtige Orientierung gilt:

Twisted-Pair-Ethernet häufig bis 100 m

Diese Strecke umfasst die gesamte Verbindung.

Beispiel:

Patchkabel
+ Verlegekabel
+ Patchkabel
= gesamte Übertragungsstrecke

Merksatz:

Twisted Pair ist typisch für Arbeitsplatzverkabelung bis ca. 100 m.

Warum ist Kupfer für kurze Strecken praktisch?

Twisted-Pair-Kupfer hat mehrere Vorteile.

Typische Vorteile:

- günstig
- weit verbreitet
- einfach zu installieren
- RJ45-Anschlüsse sind üblich
- Endgeräte haben häufig Kupferanschlüsse
- PoE ist möglich
- ideal für Arbeitsplatzverkabelung

PoE steht für:

Power over Ethernet

Das bedeutet:

Stromversorgung über das Netzkabel

Typische PoE-Geräte:

- Access Points
- IP-Kameras
- VoIP-Telefone

Merksatz:

Kupfer ist praktisch, günstig und PoE-fähig.

Grenzen von Kupfer

Kupferkabel haben auch Grenzen.

Typische Einschränkungen:

- begrenzte Reichweite
- anfällig für elektromagnetische Störungen
- höhere Datenraten stellen höhere Anforderungen an Kabel und Installation
- Potentialunterschiede zwischen Gebäuden können problematisch sein
- bei langen Strecken ungeeignet

Wichtig:

Kupfer ist nicht die beste Wahl für lange Gebäudeverbindungen.

Merksatz:

Kupfer ist gut für kurze Strecken,
aber nicht ideal für lange Verbindungen.

Multimode-LWL für mittlere Strecken

Multimode-LWL ist eine Glasfaserart für eher kürzere bis mittlere Strecken.

Multimode bedeutet:

mehrere Lichtwege

Fachlich werden diese Lichtwege auch Moden genannt.

Typische Einsatzbereiche:

- innerhalb eines Gebäudes
- zwischen Etagenverteilern
- im Serverraum
- im Rechenzentrum
- Campusverbindungen mit überschaubarer Entfernung

Multimode wird häufig eingesetzt, wenn Kupfer nicht mehr ausreicht, aber Singlemode nicht zwingend erforderlich ist.

Merksatz:

Multimode = Glasfaser für kürzere bis mittlere Strecken.

Warum Multimode?

Multimode-LWL hat mehrere Vorteile.

Typische Vorteile:

- höhere Reichweite als Kupfer
- hohe Datenraten möglich
- unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen
- gut für Gebäudebereiche und Serverräume
- aktive Technik kann günstiger sein als bei Singlemode

Wichtig:

Multimode ist nicht für beliebig lange Strecken gedacht.
Die mögliche Entfernung hängt von Faserklasse, Datenrate und Modul ab.

Merksatz:

Multimode ist ein guter Mittelweg zwischen Kupfer und Singlemode.

Singlemode-LWL für lange Strecken

Singlemode-LWL ist eine Glasfaserart für lange Strecken.

Singlemode bedeutet:

ein Lichtweg

Singlemode wird auch genannt:

Monomode

Typische Einsatzbereiche:

- Gebäudeverbindungen
- Providerstrecken
- WAN-Verbindungen
- Backbone-Strecken
- lange Campusverbindungen
- Verbindungen zwischen Rechenzentren

Singlemode eignet sich besonders, wenn große Entfernungen oder hohe Anforderungen an Reichweite und Übertragungsqualität bestehen.

Merksatz:

Singlemode = Glasfaser für lange Strecken.

Warum Singlemode für lange Strecken?

Bei Singlemode gibt es im Wesentlichen nur einen hauptsächlichen Lichtweg.

Dadurch entstehen weniger Laufzeitunterschiede zwischen verschiedenen Lichtwegen.

Das Signal bleibt über längere Strecken besser nutzbar.

Vereinfacht gesagt:

Singlemode führt das Licht besonders präzise
und ist deshalb für große Entfernungen geeignet.

Merksatz:

Weniger Lichtwege bedeuten bessere Eignung für lange Strecken.

Vergleich der Medien

Medium	Signalart	typischer Einsatz	Merksatz
Twisted Pair	elektrisch	Arbeitsplatz, kurze LAN-Strecken	kurz und praktisch
Multimode-LWL	optisch	mittlere Glasfaserstrecken	mittlere Entfernung
Singlemode-LWL	optisch	lange Strecken, Backbone, Provider	große Entfernung

Wichtig:

Die tatsächliche Reichweite hängt immer von Standard,
Datenrate,
Kabelqualität,
Modulen
und Installation ab.

Beispiel 1: Arbeitsplatz im Büro

Ein PC steht in einem Büro und soll mit dem Netzwerk verbunden werden.

Typischer Aufbau:

PC
→ Patchkabel
→ Netzwerkdose
→ Verlegekabel
→ Patchfeld
→ Patchkabel
→ Switch

Sinnvolles Medium:

Twisted-Pair-Kupfer

Warum?

- kurze Strecke
- RJ45 üblich
- kostengünstig
- einfach zu warten
- PoE wäre bei passenden Geräten möglich

Merksatz:

Arbeitsplatzverkabelung meist über Twisted Pair.

Beispiel 2: Etagenverteiler zum Hauptverteiler

Ein Etagenverteiler soll mit dem Hauptverteiler verbunden werden.

Typischer Aufbau:

Etagenverteiler
→ Glasfaser
→ Hauptverteiler

Sinnvolles Medium:

häufig Lichtwellenleiter

Je nach Strecke:

Multimode bei kürzeren bis mittleren Strecken
Singlemode bei längeren Strecken

Warum?

- höhere Reichweite
- hohe Datenraten
- störungsarm
- gut für zentrale Verbindungen

Merksatz:

Verteilerverbindungen häufig über Glasfaser.

Beispiel 3: Verbindung zwischen Gebäuden

Zwei Gebäude sollen miteinander verbunden werden.

Sinnvolles Medium:

meist Singlemode-LWL

Warum?

- längere Entfernung
- elektrische Trennung zwischen Gebäuden
- hohe Datenraten
- unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen
- gut für Backbone-Strecken

Kupfer wäre hier oft ungünstig oder nicht zulässig beziehungsweise technisch problematisch.

Merksatz:

Gebäudeverbindungen besser mit Glasfaser,
oft mit Singlemode.

Begriff: elektrische Trennung

Elektrische Trennung bedeutet, dass zwischen zwei Geräten keine leitende elektrische Verbindung besteht.

Bei Glasfaser ist das der Fall, weil Licht statt Strom übertragen wird.

Das ist besonders nützlich zwischen Gebäuden.

Vorteile:

- keine Ausgleichsströme über Netzwirkkabel
- weniger Probleme durch Potentialunterschiede
- keine direkte elektrische Verbindung
- unempfindlich gegen viele elektromagnetische Einflüsse

Merksatz:

Glasfaser verbindet optisch,
aber nicht elektrisch leitend.

Begriff: Backbone

Ein Backbone ist ein leistungsfähiger Hauptübertragungsweg in einem Netzwerk.

Er verbindet wichtige Netzbereiche miteinander.

Beispiele:

- Hauptverteiler mit Etagenverteilern
- zentrale Switches miteinander
- Gebäude miteinander
- Rechenzentrumsbereiche miteinander

Für Backbone-Verbindungen wird häufig LWL eingesetzt.

Merksatz:

Backbone = Rückgrat des Netzwerks.

Begriff: Campusverkabelung

Campusverkabelung bezeichnet die Vernetzung mehrerer Gebäude oder Gebäudeteile an einem Standort.

Beispiel:

Gebäude A
Gebäude B

Werkstatt
Verwaltung
Schulungsgebäude

Für solche Verbindungen wird häufig Glasfaser verwendet.

Merksatz:

Campusverkabelung verbindet mehrere Gebäudebereiche an einem Standort.

Entscheidungskriterien

Bei der Wahl des Mediums sollte man mehrere Kriterien betrachten.

Kriterium	Bedeutung
Entfernung	Wie weit ist die Strecke?
Datenrate	Welche Geschwindigkeit wird benötigt?
Störungen	Gibt es elektromagnetische Störquellen?
Kosten	Welche Lösung ist wirtschaftlich?
PoE	Muss Strom über das Kabel übertragen werden?
Zukunftssicherheit	Soll die Strecke später höhere Datenraten unterstützen?
vorhandene Technik	Welche Ports und Module sind vorhanden?
Installationsumgebung	Büro, Industrie, Rechenzentrum, Außenbereich

Wichtig:

Die beste Lösung ist nicht immer die technisch stärkste,
sondern die passende Lösung für den Einsatzfall.

Merksatz:

Medium nach Strecke, Datenrate und Umgebung auswählen.

Kupfer oder Glasfaser?

Frage	eher Kupfer	eher Glasfaser
kurze Arbeitsplatzstrecke?	ja	eher nicht nötig

Frage	eher Kupfer	eher Glasfaser
PoE benötigt?	ja	nein
lange Strecke?	eher nein	ja
starke elektromagnetische Störungen?	eher nein	ja
Gebäudeverbindung?	eher nein	ja
Backbone-Verbindung?	selten	häufig
günstige Standardverkabelung im Büro?	ja	nicht immer nötig

Merksatz:

Kupfer für Endgeräte.

Glasfaser für lange und zentrale Strecken.

Multimode oder Singlemode?

Frage	eher Multimode	eher Singlemode
kürzere Glasfaserstrecke?	ja	möglich, aber nicht immer nötig
lange Glasfaserstrecke?	eher nein	ja
Provider- oder WAN-Strecke?	eher nein	ja
Gebäudeverbindung mit großer Entfernung?	möglich, aber abhängig	oft sinnvoll
Rechenzentrum / kurze Glasfaserstrecke?	häufig	auch möglich
maximale Zukunftssicherheit bei Reichweite?	begrenzt	hoch

Merksatz:

Multimode für kürzer.

Singlemode für länger.

Wichtig: Standards und reale Reichweiten

Die einfache Regel hilft beim Lernen, ersetzt aber keine technische Prüfung.

Die echte Reichweite hängt ab von:

- Ethernet-Standard
- Datenrate
- Kabeltyp
- Faserart
- SFP-Modul
- Wellenlänge
- Dämpfung
- Steckverbindungen
- Spleißen
- Installationsqualität

Beispiel:

1 Gbit/s, 10 Gbit/s, 25 Gbit/s oder 40 Gbit/s
können unterschiedliche Anforderungen an Kabel und Strecke stellen.

Merksatz:

Die Faustregel hilft,
aber die konkrete Technik muss passen.

PoE als Entscheidungspunkt

PoE steht für:

Power over Ethernet

PoE funktioniert über Twisted-Pair-Kupfer.

Typische PoE-Geräte:

- Access Points
- IP-Kameras
- VoIP-Telefone

Über Glasfaser funktioniert PoE nicht direkt.

Wenn ein entferntes Gerät über Glasfaser angebunden wird, braucht es:

- eigene Stromversorgung
- oder zusätzliche Technik am Zielort

Merksatz:

PoE spricht für Kupfer,
lange Strecken sprechen für Glasfaser.

Störungen als Entscheidungspunkt

Kupferkabel übertragen elektrisch.

Darum können elektromagnetische Störungen eine Rolle spielen.

Glasfaser überträgt optisch.

Darum ist Glasfaser unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen.

Beispiele für störungsreiche Umgebungen:

- Industriehallen
- Maschinen
- Motoren
- starke Stromleitungen
- Aufzüge
- Produktionsanlagen

Merksatz:

Bei starken Störungen ist Glasfaser oft die bessere Wahl.

Außenbereich und Gebäudeverbindung

Zwischen Gebäuden ist Glasfaser häufig sinnvoll.

Gründe:

- längere Strecken möglich
- elektrische Trennung

- keine Ausgleichsströme über Kupfer
- weniger Probleme durch Blitz- oder Potentialunterschiede
- hohe Datenraten möglich

Kupfer zwischen Gebäuden kann problematisch sein.

Merksatz:

Zwischen Gebäuden möglichst Glasfaser einplanen.

Typische Fehlentscheidungen

Fehlerhafte Planung kann später Probleme verursachen.

Beispiele:

- Kupferstrecke länger als sinnvoll
- falsche Kabelkategorie
- Multimode für zu lange Strecke gewählt
- Singlemode-Modul mit Multimode-Faser kombiniert
- PoE benötigt, aber Glasfaser ohne Stromversorgung geplant
- SFP-Modul passt nicht zur Faser
- Datenrate später höher als ursprünglich geplant
- keine Reserven im Backbone

Merksatz:

Verkabelung immer mit Reserve und passend zum Einsatz planen.

Fehlersuche bei falscher Medienwahl

Typische Hinweise auf ungeeignete oder fehlerhafte Verkabelung:

- kein Link
- instabiler Link
- niedrige ausgehandelte Geschwindigkeit
- Paketverluste
- hoher Fehlerzähler am Switch-Port

- Verbindung funktioniert nur zeitweise
- hohe Latenz
- niedriger Durchsatz

Mögliche Ursachen:

- Strecke zu lang
- falsches Medium
- falsches Modul
- zu hohe Dämpfung
- schlechte Steckverbindung
- Störungen
- falsche Portgeschwindigkeit

Merksatz:

Schlechte Medienwahl zeigt sich oft als instabile Verbindung.

Einordnung in das Schichtenmodell

Die Auswahl des Übertragungsmediums betrifft vor allem die unteren Schichten.

Thema	Einordnung
Kabelart	Schicht 0 / Schicht 1
Glasfaserart	Schicht 0 / Schicht 1
elektrische Signalübertragung	Schicht 1
optische Signalübertragung	Schicht 1
Funkübertragung	Schicht 1
Ethernet-Frame	Schicht 2
IP-Adresse	Schicht 3

Wichtig:

Das Medium entscheidet nicht über IP oder Port, sondern über den physischen Übertragungsweg.

Merksatz:

Medium = physischer Weg,
IP und Ports = höhere Schichten.

Typische IHK-Fragen

In AP1 und AP2 kann zum Beispiel gefragt werden:

- Welches Medium eignet sich für kurze LAN-Strecken?
- Wann verwendet man Twisted-Pair-Kupfer?
- Wann verwendet man Multimode-LWL?
- Wann verwendet man Singlemode-LWL?
- Warum ist Glasfaser für Gebäudeverbindungen geeignet?
- Warum ist Kupfer für PoE wichtig?
- Warum ist Glasfaser unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen?
- Welche Faktoren beeinflussen die Auswahl eines Übertragungsmediums?
- Warum ist die Kabelkategorie allein nicht ausreichend?
- Warum muss das SFP-Modul zur Faser passen?

Typische Prüfungsfallen

Kupfer ist nicht für beliebig lange Strecken geeignet.

Die 100-m-Regel bei Twisted Pair bezieht sich auf die gesamte Verbindung.

Glasfaser überträgt kein PoE.

Multimode und Singlemode sind nicht beliebig austauschbar.

Singlemode ist typischer für lange Strecken.

Multimode ist typischer für kürzere Glasfaserstrecken.

SFP-Modul, Faserart und Wellenlänge müssen zusammenpassen.

Die einfache Regel ersetzt keine technische Detailprüfung.

Höhere Datenraten stellen höhere Anforderungen an die Strecke.

Medium und IP-Adresse sind unterschiedliche Ebenen.

Wichtige Begriffe kurz erklärt

Begriff	Kurze Erklärung
Übertragungsmedium	physischer Weg der Datenübertragung
Twisted Pair	Kupferkabel mit verdrehten Adernpaaren
Multimode-LWL	Glasfaser mit mehreren Lichtwegen, eher kürzere Strecken
Singlemode-LWL	Glasfaser mit einem Lichtweg, eher lange Strecken
Monomode	andere Bezeichnung für Singlemode
Backbone	leistungsfähiger Hauptübertragungsweg im Netzwerk
Campusverkabelung	Vernetzung mehrerer Gebäude oder Gebäudeteile
elektrische Trennung	keine leitende elektrische Verbindung zwischen Geräten
PoE	Stromversorgung über Netzkabel
SFP	steckbares Netzwerkmodul
Dämpfung	Abschwächung eines Signals
Datenrate	Geschwindigkeit der Datenübertragung
Durchsatz	tatsächlich erreichte Datenmenge pro Zeit
Link	aktive physische Verbindung

IHK-sichere Kurzformulierung

Für die Verkabelung gilt als einfache Orientierung: Twisted-Pair-Kupfer wird typischerweise für kurze LAN-Strecken bis etwa 100 m eingesetzt. Multimode-Lichtwellenleiter eignen sich eher für kürzere bis mittlere Glasfaserstrecken, zum Beispiel innerhalb von Gebäuden oder Rechenzentren. Singlemode-Lichtwellenleiter eignen sich eher für lange Strecken, Gebäudeverbindungen, Backbone- und Providerstrecken. Die konkrete Auswahl hängt von Entfernung, Datenrate, Störeinflüssen, Kosten, vorhandener Technik und benötigter Stromversorgung ab.

Merksätze

Kurz = Twisted-Pair-Kupfer.

Mittel = Multimode-LWL.

Lang = Singlemode-LWL.

Kupfer überträgt elektrisch.

Glasfaser überträgt optisch.

Kupfer ist typisch für Arbeitsplatzverkabelung.

Glasfaser ist typisch für Backbone und Gebäudeverbindungen.

Multimode = eher kürzere Glasfaserstrecken.

Singlemode = eher lange Glasfaserstrecken.

PoE funktioniert über Kupfer,
nicht direkt über Glasfaser.

Glasfaser ist unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen.

Zwischen Gebäuden ist Glasfaser oft sinnvoller als Kupfer.

Die gesamte Strecke muss zur gewünschten Datenrate passen.

Die Faustregel hilft,
aber Modul, Kabel, Standard und Strecke müssen technisch zusammenpassen.
