

3.7 Bindeglied zwischen Kupfer und LWL

In Netzwerken werden oft unterschiedliche Übertragungsmedien miteinander verbunden.

Beispiele:

Kupferkabel
Lichtwellenleiter
WLAN-Funkstrecken

Besonders häufig ist die Verbindung zwischen:

Twisted-Pair-Kupfer
und
Lichtwellenleiter

Dafür benötigt man passende Komponenten.

Typische Komponenten sind:

- Medienkonverter
- SFP-Module
- Switches mit SFP-Ports
- Glasfaser-Patchkabel
- Kupfer-Patchkabel

Warum braucht man ein Bindeglied?

Kupfer und Glasfaser übertragen Daten auf unterschiedliche Weise.

Medium	Signalart
Twisted-Pair-Kupfer	elektrische Signale
Lichtwellenleiter	optische Signale

Ein normales RJ45-Kupferkabel kann nicht direkt mit einer Glasfaserstrecke verbunden werden.

Der Grund:

Kupfer arbeitet elektrisch.

Glasfaser arbeitet optisch.

Deshalb braucht man eine Komponente, die zwischen elektrischer und optischer Übertragung vermittelt.

Merksatz:

Kupfer und LWL brauchen passende Übergangstechnik.

Begriff: Medienkonverter

Ein Medienkonverter verbindet unterschiedliche Übertragungsmedien miteinander.

Typisches Beispiel:

Kupfer Ethernet ↔ Glasfaser Ethernet

Ein Medienkonverter nimmt auf der einen Seite ein elektrisches Signal entgegen und gibt auf der anderen Seite ein optisches Signal aus.

Oder umgekehrt:

optisch → elektrisch

Typischer Aufbau:

Switch mit RJ45-Port
→ Kupfer-Patchkabel
→ Medienkonverter
→ Glasfaser
→ Medienkonverter
→ Kupfer-Patchkabel
→ Endgerät oder Switch

Merksatz:

Medienkonverter = Übergang zwischen Kupfer und Glasfaser.

Was macht ein Medienkonverter genau?

Ein Medienkonverter wandelt das Übertragungsmedium.

Er verbindet zum Beispiel:

RJ45-Kupferanschluss
mit
Glasfaseranschluss

Wichtig:

Ein Medienkonverter ist normalerweise kein Router.
Ein Medienkonverter ist normalerweise kein Layer-3-Gerät.
Ein Medienkonverter ändert nicht die IP-Adresse.
Ein Medienkonverter ändert nicht den TCP-Port.

Er sorgt nur dafür, dass die Daten über ein anderes physisches Medium weiter übertragen werden können.

Merksatz:

Medienkonverter wandeln das Medium,
nicht die logische Netzwerkadresse.

Einordnung in das Schichtenmodell

Medienkonverter gehören hauptsächlich in den Bereich der physischen Übertragung.

Thema	Einordnung
Kupferkabel	Schicht 0 / Schicht 1
Lichtwellenleiter	Schicht 0 / Schicht 1
elektrische Signalübertragung	OSI-Schicht 1
optische Signalübertragung	OSI-Schicht 1
Ethernet-Frame	OSI-Schicht 2
IP-Adresse	OSI-Schicht 3
TCP / UDP	OSI-Schicht 4

Wichtig:

Der Medienkonverter ermöglicht die Weiterleitung über ein anderes Medium.
Die höheren Schichten bleiben dabei grundsätzlich unverändert.

Merksatz:

Medienkonverter arbeiten im Bereich der physischen Übertragung.

Begriff: SFP

SFP steht für:

Small Form-factor Pluggable

Ein SFP ist ein kleines steckbares Modul für Netzwerkgeräte.

Es wird zum Beispiel eingesetzt in:

- Switches
- Routern
- Firewalls
- Medienkonvertern
- Netzwerkkarten

Ein SFP-Modul stellt die passende physische Schnittstelle bereit.

Beispiele:

- Glasfaser über Multimode
- Glasfaser über Singlemode
- Kupfer über RJ45

Merksatz:

SFP = steckbares Netzwerkmodul für unterschiedliche Verbindungstypen.

Begriff: Mini-GBIC

Mini-GBIC ist eine ältere Bezeichnung für SFP.

GBIC steht für:

Gigabit Interface Converter

Mini-GBIC meint in der Praxis meist ein SFP-Modul.

Wichtig:

SFP und Mini-GBIC werden oft im gleichen Zusammenhang verwendet.

Merksatz:

Mini-GBIC = ältere Bezeichnung für SFP.

Begriff: Transceiver

Ein Transceiver ist eine Kombination aus Sender und Empfänger.

Das Wort setzt sich zusammen aus:

Transmitter = Sender
Receiver = Empfänger

Ein SFP-Modul ist ein Transceiver-Modul.

Es kann Daten senden und empfangen.

Merksatz:

Transceiver = Sender und Empfänger in einem Modul.

SFP-Port

Ein SFP-Port ist ein Steckplatz für ein SFP-Modul.

Ohne SFP-Modul ist der Port noch keine vollständige Netzwerkverbindung.

Beispiel:

Switch besitzt SFP-Port
→ SFP-Modul wird eingesteckt
→ Glasfaser-Patchkabel wird angeschlossen

Wichtig:

Der SFP-Port allein reicht nicht.
Das passende Modul wird benötigt.

Merksatz:

SFP-Port = Steckplatz.
SFP-Modul = eigentliche Schnittstelle.

SFP und SFP+

Es gibt verschiedene Modularten für unterschiedliche Datenraten.

Modulart	typische Datenrate
SFP	1 Gbit/s
SFP+	10 Gbit/s
SFP28	25 Gbit/s
QSFP+	40 Gbit/s
QSFP28	100 Gbit/s

Für viele IHK-Grundlagen ist vor allem wichtig:

SFP = häufig 1 Gbit/s
SFP+ = häufig 10 Gbit/s

Merksatz:

Das Plus bei SFP+ steht in der Praxis häufig für 10-Gigabit-Verbindungen.

Glasfaser-SFP

Ein Glasfaser-SFP stellt eine optische Verbindung bereit.

Es sendet und empfängt Lichtsignale.

Dabei muss das Modul zur Glasfaser passen.

Wichtig sind:

- Multimode oder Singlemode
- Wellenlänge
- Reichweite
- Steckertyp
- Datenrate
- Kompatibilität zum Gerät

Beispiele:

SFP SX für Multimode
SFP LX für Singlemode oder bestimmte längere Strecken
SFP ZX für sehr lange Strecken

Merksatz:

Glasfaser-SFP muss zur Faser und Strecke passen.

Kupfer-SFP

Es gibt auch SFP-Module mit RJ45-Anschluss.

Diese ermöglichen Kupfer-Ethernet über einen SFP-Port.

Typisches Beispiel:

Switch hat nur SFP-Port frei.
Man steckt ein RJ45-SFP-Modul ein.
Danach kann ein normales Twisted-Pair-Kabel angeschlossen werden.

Wichtig:

RJ45-SFP-Module können wärmer werden
und sind nicht in jedem Gerät oder jeder Geschwindigkeit problemlos einsetzbar.

Merksatz:

Kupfer-SFP = RJ45-Anschluss über SFP-Steckplatz.

SX, LX und ZX

Bei Glasfaser-Modulen tauchen häufig Bezeichnungen wie SX, LX und ZX auf.

Sie beschreiben vereinfacht unterschiedliche optische Varianten und Reichweitenbereiche.

Bezeichnung	typische Einordnung
SX	kurze Strecken, häufig Multimode
LX	längere Strecken, häufig Singlemode
ZX	sehr lange Strecken, häufig Singlemode

Wichtig:

Diese Begriffe müssen immer zusammen mit Modul,
Faserart,
Wellenlänge
und Reichweite betrachtet werden.

Merksatz:

SX kurz,
LX länger,
ZX sehr lang.

Multimode-SFP

Ein Multimode-SFP ist für Multimode-Glasfaser vorgesehen.

Typische Merkmale:

- eher kürzere Strecken
- häufig 850 nm
- oft Bezeichnung SX
- häufig in Gebäuden oder Rechenzentren

Wichtig:

Multimode-SFP und Multimode-Faser müssen zusammenpassen.

Merksatz:

Multimode-SFP = eher kurze Glasfaserstrecken.

Singlemode-SFP

Ein Singlemode-SFP ist für Singlemode-Glasfaser vorgesehen.

Typische Merkmale:

- längere Strecken
- häufig 1310 nm oder 1550 nm
- oft Bezeichnung LX, EX oder ZX
- häufig bei Gebäudeverbindungen, WAN- oder Providerstrecken

Wichtig:

Singlemode-SFP und Singlemode-Faser müssen zusammenpassen.

Merksatz:

Singlemode-SFP = eher lange Glasfaserstrecken.

LC-Stecker

LC ist ein sehr häufiger Glasfasterstecker bei SFP-Modulen.

Viele moderne SFP-Module verwenden LC-Duplex-Anschlüsse.

Typischer Aufbau:

zwei kleine LC-Stecker
einer für Senden
einer für Empfangen

Wichtig:

Der Steckertyp des Patchkabels muss zum Modul passen.

Merksatz:

LC ist ein häufiger Stecker bei SFP-Glasfaserverbindungen.

TX und RX

Bei Glasfaserverbindungen sind TX und RX wichtig.

TX steht für:

Transmit

Das bedeutet:

Senden

RX steht für:

Receive

Das bedeutet:

Empfangen

Bei einer Verbindung muss gelten:

TX der einen Seite → RX der anderen Seite

RX der einen Seite ← TX der anderen Seite

Wenn TX und RX vertauscht sind, kommt meistens kein Link zustande.

Merksatz:

TX muss auf RX der Gegenstelle treffen.

Duplex-LWL

Viele Glasfaserverbindungen nutzen zwei Fasern.

Eine Faser ist für das Senden.

Die andere Faser ist für das Empfangen.

Vereinfacht:

Faser 1: Gerät A sendet zu Gerät B

Faser 2: Gerät B sendet zu Gerät A

Das nennt man häufig Duplex-Verbindung.

Merksatz:

Duplex-LWL nutzt häufig zwei Fasern:

eine zum Senden,

eine zum Empfangen.

BiDi-SFP

BiDi steht für:

Bidirectional

Ein BiDi-SFP kann Senden und Empfangen über eine einzige Glasfaser ermöglichen.

Dabei werden unterschiedliche Wellenlängen für Senden und Empfangen verwendet.

Wichtig:

BiDi-Module müssen als passendes Paar eingesetzt werden.

Beispiel:

Seite A sendet mit Wellenlänge 1310 nm und empfängt 1550 nm.

Seite B sendet mit Wellenlänge 1550 nm und empfängt 1310 nm.

Merksatz:

BiDi = bidirektionale Übertragung über eine einzelne Faser.

DAC-Kabel

DAC steht für:

Direct Attach Copper

Ein DAC-Kabel ist ein direktes Kupferkabel mit fest verbundenen Steckmodulen.

Es wird häufig für kurze Verbindungen im Serverschrank verwendet.

Typische Einsatzbereiche:

- Switch zu Switch
- Server zu Switch
- kurze 10G-Verbindungen
- Rechenzentrum
- Rack-interne Verbindungen

Wichtig:

DAC ist kein Glasfaser-Patchkabel,
sondern eine Kupfer-Direktverbindung.

Merksatz:

DAC = kurze direkte Kupferverbindung zwischen SFP-/SFP+-Ports.

AOC-Kabel

AOC steht für:

Active Optical Cable

Ein AOC-Kabel ist ein aktives optisches Kabel mit fest verbundenen Transceiver-Enden.

Es wird ähnlich wie DAC eingesetzt, aber optisch übertragen.

Typische Einsatzbereiche:

- kurze bis mittlere Verbindungen im Rechenzentrum
- Switch zu Switch
- Server zu Switch

Merksatz:

AOC = aktives optisches Kabel mit festen Modulen.

Medienkonverter oder Switch mit SFP-Port?

Es gibt zwei typische Möglichkeiten, Kupfer und Glasfaser zu verbinden.

Variante 1:

Medienkonverter verwenden

Variante 2:

Switch mit SFP-Port verwenden

Vergleich:

Lösung	Vorteil	Nachteil
Medienkonverter	einfach nachrüstbar	zusätzliches Gerät und Netzteil

Lösung	Vorteil	Nachteil
Switch mit SFP-Port	sauberer und zentraler	Gerät muss passende Ports haben

In professionellen Netzwerken ist ein Switch mit SFP- oder SFP+-Port oft die sauberere Lösung.

Ein Medienkonverter ist praktisch, wenn vorhandene Geräte keine Glasfaseranschlüsse besitzen.

Merksatz:

Medienkonverter sind praktisch.
SFP-Ports im Switch sind oft sauberer.

Typischer Einsatz: Gebäudeverbindung

Ein häufiger Einsatz für LWL-Übergangstechnik ist die Verbindung zwischen Gebäuden.

Beispiel:

Gebäude A:
Switch mit SFP-Modul

Glasfaserstrecke:
Singlemode oder Multimode

Gebäude B:
Switch mit SFP-Modul

Vorteile von Glasfaser zwischen Gebäuden:

- größere Reichweite
- hohe Datenrate
- unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen
- elektrische Trennung zwischen Gebäuden

Merksatz:

Für Gebäudeverbindungen ist Glasfaser oft sinnvoller als Kupfer.

Typischer Einsatz: Etagenverteiler

Auch zwischen Hauptverteiler und Etagenverteiler wird häufig Glasfaser verwendet.

Beispiel:

Hauptverteiler
→ Glasfaser
→ Etagenverteiler

Dort werden dann Endgeräte meist wieder über Kupfer angebunden.

Typisch:

Backbone über LWL
Arbeitsplatz über Twisted Pair

Merksatz:

Glasfaser für zentrale Strecken,
Kupfer für Arbeitsplätze.

Kompatibilität

Bei SFP- und LWL-Verbindungen müssen mehrere Dinge zusammenpassen.

Wichtige Punkte:

- Datenrate
- SFP-Typ
- Multimode oder Singlemode
- Wellenlänge
- Reichweite
- Steckertyp
- Gegenstelle
- Herstellerkompatibilität
- Switch-Unterstützung

Wenn eine dieser Eigenschaften nicht passt, kommt eventuell kein Link zustande.

Merksatz:

Bei SFP-Verbindungen muss die gesamte Strecke zusammenpassen.

Typische Fehler

Häufige Fehler bei Kupfer-LWL-Übergängen:

- falsches SFP-Modul
- falsche Faserart
- Multimode und Singlemode verwechselt
- falsche Wellenlänge
- TX und RX vertauscht
- SFP vom Switch nicht unterstützt
- Stecker verschmutzt
- Glasfaser beschädigt
- Medienkonverter ohne Strom
- falsche Geschwindigkeit
- falscher Port verwendet
- DAC/AOC mit Gerät nicht kompatibel

Merksatz:

Kein Link bei LWL heißt oft:
Modul, Faser, TX/RX und Kompatibilität prüfen.

Fehlersuche

Bei Problemen mit Medienkonvertern oder SFP-Verbindungen prüft man systematisch:

1. Ist das richtige Modul eingesetzt?
2. Passt die Datenrate?
3. Passt Multimode oder Singlemode?
4. Passt die Wellenlänge?
5. Passt der Steckertyp?
6. Sind TX und RX richtig gesteckt?
7. Sind die Stecker sauber?
8. Unterstützt der Switch das Modul?

- 9. Hat der Medienkonverter Strom?
- 10. Zeigt der Switch einen Link?
- 11. Wird die richtige Geschwindigkeit ausgehandelt?

Wichtig:

Niemals direkt in Glasfaser oder optische Ports schauen.

Merksatz:

Bei LWL-Fehlern immer zuerst Modul, Faser und Link prüfen.

Einordnung: Medienkonverter, SFP und OSI

Komponente	typische Einordnung	Begründung
Medienkonverter	Schicht 1	wandelt elektrische und optische Übertragung
SFP-Modul	Schicht 1	stellt physische Schnittstelle bereit
Glasfaser-Patchkabel	Schicht 0 / 1	physisches Medium
Kupfer-Patchkabel	Schicht 0 / 1	physisches Medium
Switch mit SFP-Port	Schicht 2	leitet Frames anhand von MAC-Adressen weiter
Router mit SFP-Port	Schicht 3	leitet Pakete anhand von IP-Adressen weiter

Wichtig:

Ein SFP-Port macht einen Switch nicht automatisch zum Router.
Die Funktion des Gerätes entscheidet über die höhere Schicht.

Merksatz:

Modul = physische Schnittstelle.
Gerät = bestimmt die logische Funktion.

Typische IHK-Fragen

In AP1 und AP2 kann zum Beispiel gefragt werden:

- Was macht ein Medienkonverter?
- Wofür wird ein SFP-Modul verwendet?
- Was bedeutet SFP?
- Was bedeutet Mini-GBIC?
- Was ist ein Transceiver?
- Warum braucht man bei Kupfer und LWL eine Übergangstechnik?
- Was ist der Unterschied zwischen Multimode- und Singlemode-SFP?
- Warum müssen TX und RX richtig verbunden sein?
- Welche Ursachen kann ein fehlender LWL-Link haben?
- Was ist der Unterschied zwischen Medienkonverter und Switch mit SFP-Port?
- Warum eignet sich Glasfaser für Gebäudeverbindungen?

Typische Prüfungsfallen

Ein Medienkonverter ist normalerweise kein Router.

Ein Medienkonverter ändert nicht die IP-Adresse.

SFP-Port und SFP-Modul sind nicht dasselbe.

Mini-GBIC ist eine ältere Bezeichnung für SFP.

SFP-Module müssen zur Faserart passen.

Multimode und Singlemode dürfen nicht beliebig gemischt werden.

TX muss auf RX der Gegenstelle treffen.

Glasfaser überträgt optisch,
Kupfer überträgt elektrisch.

RJ45-SFP ist Kupfer,
nicht Glasfaser.

DAC ist Kupfer,
AOC ist optisch.

Niemals direkt in Glasfaser oder optische Ports schauen.

Wichtige Begriffe kurz erklärt

Begriff	Kurze Erklärung
Medienkonverter	verbindet unterschiedliche Übertragungsmedien, z. B. Kupfer und LWL
SFP	Small Form-factor Pluggable, steckbares Netzwerkmodul
Mini-GBIC	ältere Bezeichnung für SFP
Transceiver	Sender und Empfänger in einem Modul
SFP-Port	Steckplatz für ein SFP-Modul
SFP+	SFP-Variante für häufig 10 Gbit/s
Multimode-SFP	Modul für Multimode-Glasfaser
Singlemode-SFP	Modul für Singlemode-Glasfaser
LC-Stecker	häufiger Glasfaserstecker bei SFP-Modulen
TX	Transmit, Senden
RX	Receive, Empfangen
Duplex-LWL	Glasfaserverbindung mit Senden und Empfangen
BiDi	bidirektionale Übertragung über eine einzelne Faser
DAC	Direct Attach Copper, direktes Kupferkabel für SFP-Ports
AOC	Active Optical Cable, aktives optisches Kabel
SX	kurze optische Strecke, häufig Multimode
LX	längere optische Strecke
ZX	sehr lange optische Strecke

IHK-sichere Kurzformulierung

Ein Medienkonverter verbindet unterschiedliche Übertragungsmedien, zum Beispiel Twisted-Pair-Kupfer und Lichtwellenleiter. Dabei wird die elektrische Übertragung auf Kupfer in eine optische Übertragung über Glasfaser umgesetzt oder umgekehrt. SFP-Module sind steckbare Transceiver-Module, die in Switches, Routern, Firewalls, Netzwerkkarten oder Medienkonvertern eingesetzt werden. Sie müssen zur Datenrate, Faserart, Wellenlänge, Reichweite und Gegenstelle passen. Ein Medienkonverter arbeitet hauptsächlich im Bereich der physischen Übertragung und ändert normalerweise keine IP-Adressen oder Ports.

Merksätze

Kupfer überträgt elektrisch.

Glasfaser überträgt optisch.

Medienkonverter verbindet unterschiedliche Medien.

Medienkonverter ist normalerweise kein Router.

Medienkonverter ändert nicht die IP-Adresse.

SFP = steckbares Netzwerkmodul.

Mini-GBIC = ältere Bezeichnung für SFP.

Transceiver = Sender und Empfänger.

SFP-Port = Steckplatz.

SFP-Modul = physische Schnittstelle.

SFP häufig 1 Gbit/s.

SFP+ häufig 10 Gbit/s.

Multimode = eher kurze Strecken.

Singlemode = eher lange Strecken.

TX muss auf RX.

LC ist ein häufiger Stecker bei SFP-Modulen.

DAC = direkte Kupferverbindung.

AOC = aktives optisches Kabel.

Bei SFP-Verbindungen muss die gesamte Strecke zusammenpassen.

Niemals in Glasfaser oder optische Ports schauen.
