

## 3.4 Lichtwellenleiter LWL

Lichtwellenleiter werden in der Netzwerktechnik häufig mit **LWL** abgekürzt.

Andere Bezeichnungen sind:

Glasfaser  
Glasfaserkabel  
Fiber

Lichtwellenleiter übertragen Daten nicht elektrisch, sondern optisch.

Das bedeutet:

Die Daten werden mit Licht übertragen.

LWL wird besonders dort eingesetzt, wo hohe Datenraten, große Entfernungen oder eine störungsarme Übertragung wichtig sind.

---

### **Begriff: Lichtwellenleiter**

Ein Lichtwellenleiter ist ein Übertragungsmedium, das Licht zur Datenübertragung verwendet.

Fachlich vereinfacht:

Ein Lichtwellenleiter führt Lichtsignale durch eine Faser.

Die Lichtsignale stehen dabei für digitale Informationen.

Wichtig:

LWL überträgt keine elektrischen Signale,  
sondern optische Signale.

Merksatz:

LWL = Datenübertragung mit Licht.

---

## Einordnung in das Schichtenmodell

Lichtwellenleiter gehören zur physischen Übertragung.

| Thema          | Einordnung            |
|----------------|-----------------------|
| LWL-Kabel      | Schicht 0 / Schicht 1 |
| Lichtsignal    | OSI-Schicht 1         |
| Ethernet-Frame | OSI-Schicht 2         |
| IP-Adresse     | OSI-Schicht 3         |
| TCP / UDP      | OSI-Schicht 4         |

Wichtig:

Das Glasfaserkabel selbst verarbeitet keine IP-Adressen,  
keine MAC-Adressen  
und keine Ports.

Es stellt den physischen Übertragungsweg bereit.

Merksatz:

LWL gehört zur physischen Datenübertragung.

---

## Warum verwendet man LWL?

Lichtwellenleiter haben gegenüber Kupferkabeln mehrere Vorteile.

Typische Vorteile:

- hohe Datenraten
- große Entfernungen
- geringe elektromagnetische Stömpfindlichkeit
- keine elektrische Verbindung zwischen den Geräten
- gut geeignet für Backbone-Verbindungen
- gut geeignet für Gebäudeverbindungen
- gut geeignet für Provider- und WAN-Strecken

Besonders wichtig:

LWL ist unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen.

Das ist ein großer Vorteil gegenüber Kupferleitungen in störungsreichen Umgebungen.

Merksatz:

Glasfaser ist schnell, weitreichend und störungsarm.

## Elektrisch versus optisch

Kupferkabel und LWL unterscheiden sich grundsätzlich in der Signalübertragung.

| Medium             | Signalart           |
|--------------------|---------------------|
| Twisted-Pair-Kabel | elektrische Signale |
| Koaxialkabel       | elektrische Signale |
| Lichtwellenleiter  | Lichtsignale        |
| WLAN               | Funkwellen          |

Wichtig:

Kupfer = elektrisch

LWL = optisch

WLAN = Funk

Merksatz:

Kupfer sendet Stromsignale.

Glasfaser sendet Lichtsignale.

## Aufbau eines Lichtwellenleiters

Ein Lichtwellenleiter besteht vereinfacht aus mehreren Bereichen.

Typischer Aufbau:

Kern

Mantel

Schutzschichten

Außenmantel

Der Kern führt das Licht.

Der Mantel sorgt dafür, dass das Licht in der Faser geführt wird.

Die Schutzschichten schützen die empfindliche Faser mechanisch.

Merksatz:

Der Kern führt das Licht.

Der Mantel hilft, das Licht in der Faser zu halten.

---

### Begriff: Kern

Der Kern ist der innere Bereich der Glasfaser.

In diesem Bereich wird das Licht geführt.

Je nach Fasertyp ist der Kern unterschiedlich groß.

Typische Einordnung:

| Fasertyp   | Kerndurchmesser |
|------------|-----------------|
| Multimode  | größerer Kern   |
| Singlemode | kleinerer Kern  |

Merksatz:

Der Kern ist der Lichtweg in der Glasfaser.

---

### Begriff: Mantel

Der Mantel umgibt den Kern.

Er sorgt durch seine optischen Eigenschaften dafür, dass das Licht im Kern geführt wird.

Vereinfacht gesagt:

Der Mantel verhindert,  
dass das Licht einfach aus der Faser austritt.

Merksatz:

Der Mantel hält das Licht im Kern.

---

## Multimode-LWL

Multimode-LWL ist ein Lichtwellenleiter mit größerem Kerndurchmesser.

Multimode bedeutet:

mehrere Lichtwege

Fachlich spricht man auch von:

Moden

Bei Multimode können sich mehrere Lichtwege gleichzeitig in der Faser ausbreiten.

Typische Eigenschaften:

- größerer Kerndurchmesser
- für kürzere bis mittlere Strecken
- häufig innerhalb von Gebäuden
- häufig im Campus- oder Rechenzentrumsumfeld
- aktive Technik oft günstiger als bei Singlemode

Merksatz:

Multimode = mehrere Lichtwege, eher kürzere Strecken.

---

## Singlemode-LWL

Singlemode-LWL ist ein Lichtwellenleiter mit kleinerem Kerndurchmesser.

Singlemode bedeutet:

ein Lichtweg

Singlemode wird auch genannt:

Monomode

Typische Eigenschaften:

- kleinerer Kerndurchmesser
- für lange Strecken geeignet
- hohe Reichweiten möglich
- häufig bei Providerstrecken
- häufig bei WAN- und Backbone-Verbindungen
- sehr gute Übertragungseigenschaften über große Entfernungen

Merksatz:

Singlemode = ein Lichtweg, eher lange Strecken.

## Multimode und Singlemode im Vergleich

| Merkmal            | Multimode                      | Singlemode                           |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Lichtwege          | mehrere Moden                  | eine Mode                            |
| Kerndurchmesser    | größer                         | kleiner                              |
| typische Strecke   | kürzer bis mittel              | lang                                 |
| Einsatz            | Gebäude, Campus, Rechenzentrum | Provider, WAN, Backbone              |
| aktive Technik     | oft günstiger                  | oft teurer, aber sehr leistungsfähig |
| andere Bezeichnung | Mehrmodenfaser                 | Einmodenfaser / Monomode             |

IHK-tauglich vereinfacht:

Multimode wird eher für kürzere Strecken verwendet.  
Singlemode wird eher für längere Strecken verwendet.

## Begriff: Mode

Eine Mode beschreibt vereinfacht einen möglichen Lichtweg in der Glasfaser.

Bei Multimode gibt es mehrere Lichtwege.

Bei Singlemode gibt es im Idealfall nur einen hauptsächlichen Lichtweg.

Merksatz:

Mode = Lichtweg in der Glasfaser.

---

### **Warum ist Singlemode für längere Strecken geeignet?**

Bei Multimode laufen mehrere Lichtwege durch die Faser.

Diese Lichtwege können unterschiedlich lange Wege nehmen.

Dadurch können Signale über längere Strecken stärker auseinanderlaufen.

Bei Singlemode gibt es im Wesentlichen nur einen Lichtweg.

Dadurch bleibt das Signal über größere Entfernungen besser erhalten.

Vereinfacht gesagt:

Weniger unterschiedliche Lichtwege bedeuten weniger Signalverzerrung.

Merksatz:

Singlemode ist für lange Strecken besser geeignet.

---

### **Begriff: Dämpfung**

Dämpfung bedeutet, dass ein Signal auf dem Weg schwächer wird.

Bei LWL bedeutet das:

Das Lichtsignal wird über die Strecke schwächer.

Ursachen können sein:

- Länge der Glasfaser
- Steckverbindungen
- Spleiße
- Verschmutzung
- Biegeradius unterschritten
- falsche Faser
- falsches Modul
- beschädigte Faser

Merksatz:

Dämpfung = Signal wird schwächer.

---

## Dämpfung bei LWL

Bei Lichtwellenleitern ist Dämpfung besonders wichtig, weil optische Signale eine bestimmte Mindeststärke haben müssen.

Wenn das Signal zu stark gedämpft wird, kann die Gegenstelle es nicht mehr sauber auswerten.

Typische Folgen:

- keine Verbindung
- instabile Verbindung
- Paketverluste
- niedriger Durchsatz
- Verbindungsabbrüche

Wichtig:

Auch Glasfaser ist nicht unbegrenzt lang nutzbar.

Die zulässige Strecke hängt von Faser, Modul, Wellenlänge und Dämpfungsbudget ab.

Merksatz:

Auch Licht wird auf dem Weg schwächer.

---

## Begriff: Wellenlänge

Licht hat eine Wellenlänge.

In der Netzwerktechnik werden bei LWL bestimmte Wellenlängen verwendet.

Typische Bereiche sind zum Beispiel:

850 nm  
1310 nm  
1550 nm

nm steht für:

Nanometer

Diese Wellenlängen liegen im nicht sichtbaren Bereich.

Wichtig:

Man kann gefährliches Laserlicht nicht unbedingt sehen.

Merksatz:

LWL arbeitet mit bestimmten Lichtwellenlängen.

---

## **Sicherheitsregel bei LWL**

Bei Glasfaser gilt eine sehr wichtige Sicherheitsregel:

Niemals direkt in eine Glasfaser oder in einen optischen Port schauen.

Grund:

Es kann unsichtbares Laserlicht austreten.

Auch wenn man kein Licht sieht, kann es gefährlich für die Augen sein.

Merksatz:

Niemals in Glasfaser oder optische Ports schauen.

## Begriff: SX, LX und ZX

Bei Glasfaserverbindungen tauchen häufig Bezeichnungen wie SX, LX und ZX auf.

Sie stehen vereinfacht für unterschiedliche optische Varianten beziehungsweise Reichweitenbereiche.

Typische Zuordnung:

| Bezeichnung | typischer Bezug                        |
|-------------|----------------------------------------|
| SX          | eher kurze Strecken, häufig 850 nm     |
| LX          | längere Strecken, häufig um 1310 nm    |
| ZX          | sehr lange Strecken, häufig um 1550 nm |

Wichtig:

Modul, Faserart und Gegenstelle müssen zusammenpassen.

Merksatz:

SX, LX und ZX beschreiben typische optische Varianten und Reichweitenbereiche.

## SFP-Module bei LWL

Für Glasfaserverbindungen werden häufig SFP-Module verwendet.

SFP steht für:

Small Form-factor Pluggable

Ein SFP-Modul ist ein steckbares Transceiver-Modul.

Transceiver bedeutet:

Sender und Empfänger in einem Modul

Typische Varianten:

- SFP für 1 Gbit/s
- SFP+ für 10 Gbit/s
- SFP28 für 25 Gbit/s
- QSFP-Varianten für noch höhere Datenraten

Wichtig:

Das SFP-Modul muss zur Glasfaserstrecke passen.

Merksatz:

SFP = steckbares Modul für Netzwerkverbindungen.

---

## LWL-Steckertypen

Bei Lichtwellenleitern gibt es verschiedene Steckertypen.

Häufige Beispiele:

- LC
- SC
- ST

In modernen Netzwerken ist LC sehr häufig, besonders bei SFP-Modulen.

Wichtig:

Stecker und Modul müssen zusammenpassen.  
Verschmutzte Glasfaserstecker können starke Probleme verursachen.

Merksatz:

Glasfaserstecker müssen sauber und passend sein.

---

## Begriff: Duplex bei LWL

Viele Glasfaserverbindungen verwenden zwei Fasern.

Eine Faser sendet in eine Richtung.

Die andere Faser sendet in die Gegenrichtung.

Das nennt man häufig Duplex-Verbindung.

Vereinfacht:

Faser 1: Senden  
Faser 2: Empfangen

Wichtig:

TX und RX müssen richtig verbunden sein.

TX bedeutet:

Transmit

Also:

Senden

RX bedeutet:

Receive

Also:

Empfangen

Merksatz:

TX muss auf RX der Gegenstelle treffen.

---

## Simplex und Duplex

Bei Glasfaser können die Begriffe Simplex und Duplex vorkommen.

| Begriff | Bedeutung                                            |
|---------|------------------------------------------------------|
| Simplex | eine Faser oder eine Richtung                        |
| Duplex  | zwei Richtungen beziehungsweise Senden und Empfangen |

In der Praxis meint Duplex bei Glasfaser häufig:

zwei Fasern für eine Verbindung

Merksatz:

Duplex-LWL nutzt häufig zwei Fasern.

---

## Medienkonverter

Ein Medienkonverter verbindet unterschiedliche Übertragungsmedien.

Typisches Beispiel:

Kupfer Ethernet ↔ Glasfaser

Einsatz:

Wenn ein Gerät nur RJ45-Kupfer hat,  
die Strecke aber über LWL geführt werden soll.

Wichtig:

Der Medienkonverter ersetzt nicht IP, TCP oder Ethernet als Protokollstruktur.  
Er wandelt das Übertragungsmedium.

Merksatz:

Medienkonverter = Übergang zwischen Kupfer und Glasfaser.

---

## LWL im Vergleich zu Twisted Pair

| Merkmal              | Twisted Pair                              | LWL                                                   |
|----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| Signalart            | elektrisch                                | optisch                                               |
| Medium               | Kupfer                                    | Glasfaser                                             |
| typische LAN-Strecke | häufig bis 100 m                          | deutlich längere Strecken möglich                     |
| Störempfindlichkeit  | anfällig für elektromagnetische Störungen | sehr unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen |
| Stromübertragung     | PoE möglich                               | keine Stromversorgung über die Faser                  |
| Installation         | einfacher                                 | empfindlicher und aufwendiger                         |
| Einsatz              | Arbeitsplatzverkabelung                   | Backbone, Gebäudeverbindung, lange Strecken           |

Merksatz:

Kupfer ist einfach und praktisch.  
Glasfaser ist schnell, weitreichend und störungsarm.

## Wann nimmt man LWL statt Kupfer?

LWL ist besonders sinnvoll, wenn:

- die Strecke länger als typische Kupfergrenzen ist
- hohe Datenraten benötigt werden
- starke elektromagnetische Störungen auftreten können
- Gebäude miteinander verbunden werden
- ein Backbone aufgebaut wird
- elektrische Trennung gewünscht ist
- viele Daten über zentrale Strecken laufen

Typische Beispiele:

Serverraum ↔ Etagenverteiler  
Gebäude A ↔ Gebäude B  
Core-Switch ↔ Distribution-Switch  
Provider ↔ Kundenanschluss  
Rechenzentrum ↔ Rechenzentrum

Merksatz:

LWL wird oft für Backbone und längere Strecken eingesetzt.

### **Begriff: Backbone**

Ein Backbone ist ein leistungsfähiger Hauptübertragungsweg in einem Netzwerk.

Er verbindet wichtige Netzbereiche miteinander.

Beispiele:

- mehrere Etagenverteiler
- mehrere Gebäude
- zentrale Switches
- Rechenzentrumsbereiche

Backbone-Verbindungen müssen oft besonders leistungsfähig und zuverlässig sein.

Merksatz:

Backbone = leistungsfähiges Rückgrat des Netzwerks.

### **Begriff: Biegeradius**

Der Biegeradius beschreibt, wie stark ein Kabel gebogen werden darf.

Bei LWL ist das besonders wichtig.

Wenn Glasfaser zu stark gebogen wird, kann das Licht schlechter geführt werden.

Folgen:

- höhere Dämpfung
- instabile Verbindung
- Signalverlust
- beschädigte Faser

Merksatz:

Glasfaser nicht zu stark knicken oder biegen.

---

## Begriff: Spleiß

Ein Spleiß ist eine dauerhafte Verbindung von zwei Glasfasern.

Spleiße werden häufig mit speziellen Geräten hergestellt.

Ziel:

zwei Faserenden möglichst verlustarm verbinden

Wichtig:

Ein schlechter Spleiß kann zusätzliche Dämpfung verursachen.

Merksatz:

Spleiß = feste Verbindung zweier Glasfasern.

---

## Typische Fehler bei LWL-Verbindungen

Mögliche Fehler:

- falsches SFP-Modul
- falscher Fasertyp
- Multimode und Singlemode verwechselt
- TX und RX vertauscht
- verschmutzte Stecker
- beschädigte Faser
- zu enger Biegeradius
- zu hohe Dämpfung
- falsche Wellenlänge
- Gegenstelle unterstützt Modul nicht

Wichtig:

Bei LWL-Problemen müssen Modul, Faser, Stecker, Dämpfung und Gegenstelle zusammen betrachtet werden.

Merksatz:

Bei Glasfaser muss die gesamte optische Strecke zusammenpassen.

## Fehlersuche bei LWL

Bei Problemen mit LWL-Verbindungen prüft man zum Beispiel:

- Ist das richtige Modul eingesetzt?
- Passen Multimode oder Singlemode?
- Passen Wellenlänge und Reichweite?
- Sind TX und RX richtig gesteckt?
- Sind die Stecker sauber?
- Ist der Biegeradius eingehalten?
- Ist die Strecke zu lang?
- Wird am Switch ein Link angezeigt?
- Unterstützt die Gegenstelle das Modul?

Mögliche Werkzeuge:

- optischer Leistungsmesser
- LWL-Tester
- Sichtprüfung der Patchung
- Switch-Status
- Dokumentation der Strecke

Wichtig:

Nicht mit dem Auge prüfen, ob Licht aus der Faser kommt.

Merksatz:

LWL prüfen ja,  
aber niemals in die Faser schauen.

## LWL und PoE

Über Glasfaser wird kein Strom für Endgeräte übertragen.

Das bedeutet:

PoE funktioniert über LWL nicht direkt.

PoE steht für:

Power over Ethernet

PoE ist typisch bei Twisted-Pair-Kupferverkabelung.

Wenn ein Gerät über Glasfaser angebunden wird, braucht es eine eigene Stromversorgung oder zusätzliche Technik.

Merksatz:

Glasfaser überträgt Licht,  
aber keinen PoE-Strom.

---

## Typische IHK-Fragen

In AP1 und AP2 kann zum Beispiel gefragt werden:

- Was bedeutet LWL?
- Welche Signalart nutzt LWL?
- Was ist der Unterschied zwischen Multimode und Singlemode?
- Wann verwendet man Singlemode?
- Wann verwendet man Multimode?
- Warum ist LWL unempfindlich gegen elektromagnetische Störungen?
- Was bedeutet Dämpfung?
- Warum darf man nicht in eine Glasfaser schauen?
- Was ist ein SFP-Modul?
- Was macht ein Medienkonverter?
- Warum ist LWL für lange Strecken geeignet?
- Warum funktioniert PoE nicht direkt über Glasfaser?

---

## Typische Prüfungsfallen

LWL überträgt optisch,  
nicht elektrisch.

LWL ist Glasfaser,  
nicht Kupfer.

Multimode und Singlemode sind nicht beliebig austauschbar.

Multimode ist eher für kürzere Strecken.

Singlemode ist eher für längere Strecken.

SFP-Modul, Faserart und Gegenstelle müssen zusammenpassen.

Über Glasfaser funktioniert PoE nicht direkt.

Niemals direkt in Glasfaser oder optische Ports schauen.

Ein Link-Problem bei LWL kann durch TX/RX-Vertauschung entstehen.

Verschmutzte Stecker können starke Dämpfung verursachen.

Wichtige Begriffe kurz erklärt

| Begriff          | Kurze Erklärung                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------|
| LWL              | Lichtwellenleiter, optische Datenübertragung                  |
| Glasfaser        | Übertragungsmedium aus lichtleitender Faser                   |
| optisches Signal | Signalübertragung mit Licht                                   |
| Multimode        | Glasfaser mit mehreren Lichtwegen, eher kürzere Strecken      |
| Singlemode       | Glasfaser mit einem Lichtweg, eher lange Strecken             |
| Monomode         | andere Bezeichnung für Singlemode                             |
| Mode             | Lichtweg in einer Glasfaser                                   |
| Dämpfung         | Abschwächung eines Signals                                    |
| Wellenlänge      | Eigenschaft des verwendeten Lichts, z. B. 850 nm oder 1310 nm |
| SFP              | steckbares Transceiver-Modul                                  |
| Transceiver      | Sender und Empfänger in einem Gerät oder Modul                |
| Medienkonverter  | verbindet unterschiedliche Übertragungsmedien                 |
| TX               | Senden                                                        |

| Begriff     | Kurze Erklärung                                    |
|-------------|----------------------------------------------------|
| RX          | Empfangen                                          |
| Duplex      | Senden und Empfangen, bei LWL oft über zwei Fasern |
| Backbone    | leistungsfähiger Hauptübertragungsweg im Netzwerk  |
| Biegeradius | zulässige Biegung eines Kabels                     |
| Spleiß      | feste Verbindung zweier Glasfasern                 |

## IHK-sichere Kurzformulierung

Lichtwellenleiter, kurz LWL, übertragen Daten optisch mit Licht. Sie werden besonders für hohe Datenraten, lange Strecken und störungsarme Verbindungen eingesetzt. Man unterscheidet vor allem Multimode- und Singlemode-Fasern. Multimode-Fasern werden eher für kürzere Strecken eingesetzt, Singlemode-Fasern eher für längere Strecken. LWL ist unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen, erfordert aber passende Module, passende Faserarten und saubere Steckverbindungen. Bei Glasfaser darf niemals direkt in die Faser oder in optische Ports geschaut werden.

## Merksätze

LWL = Lichtwellenleiter.

Glasfaser überträgt optisch.

Kupfer überträgt elektrisch.

WLAN überträgt per Funk.

Multimode = mehrere Lichtwege.

Singlemode = ein Lichtweg.

Multimode = eher kürzere Strecken.

Singlemode = eher lange Strecken.

Monomode = andere Bezeichnung für Singlemode.

Dämpfung = Signal wird schwächer.

SFP = steckbares Transceiver-Modul.

TX = Senden.

RX = Empfangen.

TX muss auf RX der Gegenstelle treffen.

Medienkonverter = Übergang zwischen Kupfer und Glasfaser.

LWL ist gut für Backbone und Gebäudeverbindungen.

PoE funktioniert nicht direkt über Glasfaser.

Niemals in Glasfaser oder optische Ports schauen.

Bei LWL muss die gesamte optische Strecke zusammenpassen.

---