

3.5 Dämpfung und Signalqualität

Dämpfung beschreibt die Abschwächung eines Signals auf dem Übertragungsweg.

Fachlich gesagt:

Dämpfung bedeutet,
dass die Signalstärke zwischen Sender und Empfänger abnimmt.

Vereinfacht gesagt:

Das Signal wird auf dem Weg schwächer.

Dämpfung gibt es bei verschiedenen Übertragungsmedien:

- Kupferkabel
- Lichtwellenleiter
- WLAN-Funkstrecken

Besonders wichtig ist der Begriff bei Lichtwellenleitern, weil dort das Lichtsignal über die Strecke schwächer wird.

Begriff: Dämpfung

Dämpfung ist das Gegenteil von Verstärkung.

Verstärkung bedeutet:

Ein Signal wird stärker.

Dämpfung bedeutet:

Ein Signal wird schwächer.

Je stärker die Dämpfung ist, desto schwächer kommt das Signal beim Empfänger an.

Merksatz:

Dämpfung = Signalverlust auf dem Übertragungsweg.

Warum ist Dämpfung wichtig?

Ein Empfänger kann ein Signal nur korrekt auswerten, wenn es stark genug und sauber genug ankommt.

Wenn die Dämpfung zu hoch ist, kann es zu Problemen kommen.

Typische Folgen:

- keine Verbindung
- instabile Verbindung
- Paketverluste
- Verbindungsabbrüche
- niedriger Durchsatz
- häufige Wiederholungen
- Fehler bei der Datenübertragung

Wichtig:

Eine Verbindung kann physisch vorhanden sein,
aber trotzdem schlecht funktionieren,
wenn die Signalqualität nicht ausreicht.

Merksatz:

Link vorhanden bedeutet nicht automatisch gute Signalqualität.

Signalqualität

Signalqualität beschreibt, wie gut ein Signal beim Empfänger ankommt.

Dabei geht es nicht nur darum, ob überhaupt ein Signal vorhanden ist.

Wichtig sind auch:

- Signalstärke
- Störungen
- Dämpfung
- Rauschen
- Reflexionen
- saubere Steckverbindungen
- passende Übertragungsstrecke

Eine schlechte Signalqualität kann dazu führen, dass Daten erneut übertragen werden müssen oder Verbindungen abbrechen.

Merksatz:

Signalqualität = wie sauber und nutzbar ein Signal ankommt.

Dämpfung bei Kupferkabeln

Bei Kupferkabeln werden Daten elektrisch übertragen.

Das elektrische Signal wird mit zunehmender Kabellänge schwächer.

Typische Ursachen für Dämpfung oder schlechte Signalqualität bei Kupfer:

- zu lange Kabelstrecke
- schlechte Kabelqualität
- falsche Kabelkategorie
- beschädigte Adern
- schlechte Steckverbindungen
- schlechte Crimpung
- elektromagnetische Störungen
- zu enge Biegeradien
- falsche oder beschädigte Netzwerkdosen

Wichtig:

Bei Twisted-Pair-Ethernet ist die typische maximale Streckenlänge häufig 100 m.

Merksatz:

Bei Kupfer wird das elektrische Signal über die Strecke schwächer.

Dämpfung bei Lichtwellenleitern

Bei Lichtwellenleitern werden Daten optisch übertragen.

Das Lichtsignal wird auf dem Weg durch die Faser schwächer.

Typische Ursachen für Dämpfung bei LWL:

- Länge der Glasfaser
- Steckverbindungen
- Spleiße
- verschmutzte Stecker
- beschädigte Faser
- zu enger Biegeradius
- falsche Faserart
- falsches SFP-Modul
- falsche Wellenlänge

Wichtig:

Glasfaser ist sehr leistungsfähig,
aber empfindlich gegenüber Verschmutzung,
Knicken und falscher Komponentenwahl.

Merksatz:

Bei LWL wird das Lichtsignal über die Strecke schwächer.

Dämpfung bei WLAN

Bei WLAN werden Daten per Funk übertragen.

Das Funksignal wird durch Entfernung, Hindernisse und Störungen schwächer.

Typische Ursachen für schlechte WLAN-Signalqualität:

- große Entfernung zum Access Point
- Wände und Decken
- Metallflächen
- andere WLAN-Netze
- Bluetooth-Geräte
- Mikrowellen
- ungünstige Antennenposition
- zu viele Clients
- falsche Kanalwahl

Wichtig:

WLAN ist flexibler als Kabel,
aber stärker von der Umgebung abhängig.

Merksatz:

WLAN-Signalqualität hängt stark von Umgebung und Entfernung ab.

Begriff: Störung

Eine Störung ist eine unerwünschte Beeinflussung eines Signals.

Störungen können dazu führen, dass Daten fehlerhaft oder unvollständig übertragen werden.

Beispiele für Störquellen:

- Stromleitungen
- Motoren
- Netzteile
- Maschinen
- Funkquellen
- andere Netzkabel
- defekte Komponenten
- schlechte Abschirmung

Merksatz:

Störungen verschlechtern die Signalqualität.

Begriff: Rauschen

Rauschen ist ein unerwünschtes Signal, das die eigentliche Datenübertragung überlagern kann.

Vereinfacht gesagt:

Das Nutzsignal wird durch unerwünschte Signale gestört.

Je stärker das Rauschen im Verhältnis zum Nutzsignal ist, desto schwieriger ist die Auswertung.

Merksatz:

Rauschen macht das Nutzsignal schwerer erkennbar.

Begriff: Reflexion

Reflexion bedeutet, dass ein Teil des Signals zurückgeworfen wird.

Reflexionen können bei elektrischen, optischen und Funk-Signalen auftreten.

Mögliche Ursachen:

- schlechte Steckverbindungen
- beschädigte Kabel
- falsche Abschlussbedingungen
- Knicke oder Fehler in der Glasfaser
- Hindernisse bei Funkverbindungen

Reflexionen können die Signalqualität verschlechtern.

Merksatz:

Reflexion = Signalanteile werden zurückgeworfen.

Begriff: Biegeradius

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

Besonders wichtig ist das bei Lichtwellenleitern.

Wenn ein Kabel zu stark gebogen wird, kann das Signal schlechter übertragen werden.

Folgen:

- höhere Dämpfung
- instabile Verbindung
- Signalverlust
- beschädigtes Kabel

Merksatz:

Kabel nicht zu stark knicken oder biegen.

Begriff: Spleiß

Ein Spleiß ist eine feste Verbindung zwischen zwei Glasfasern.

Spleiße werden verwendet, um Glasfaserstrecken dauerhaft miteinander zu verbinden.

Ein schlechter Spleiß kann zusätzliche Dämpfung verursachen.

Merksatz:

Spleiß = feste Verbindung zweier Glasfasern.

Begriff: Steckverbindung

Eine Steckverbindung verbindet zwei Netzwerkkomponenten oder Kabelabschnitte miteinander.

Beispiele:

- RJ45-Stecker
- Netzwerkdose
- Patchfeld
- LC-Stecker
- SC-Stecker
- SFP-Modul

Schlechte oder verschmutzte Steckverbindungen können die Signalqualität verschlechtern.

Besonders bei LWL gilt:

Glasfaserstecker müssen sauber sein.

Merksatz:

Schlechte Steckverbindungen verursachen oft Signalprobleme.

Dämpfung und Dezibel

Dämpfung wird häufig in Dezibel angegeben.

Die Abkürzung lautet:

dB

Dezibel beschreibt ein Verhältnis.

Im Netzwerkbereich wird dB zum Beispiel verwendet, um Signalverluste oder Signalverhältnisse zu beschreiben.

Wichtig:

Ein höherer Dämpfungswert bedeutet mehr Signalverlust.

Merksatz:

dB beschreibt ein Verhältnis,
nicht einfach eine normale Längeneinheit.

Dämpfung bei LWL und Wellenlänge

Bei Lichtwellenleitern hängt die Dämpfung auch von der verwendeten Wellenlänge ab.

Typische Wellenlängenbereiche in der Netzwerktechnik sind:

850 nm
1310 nm
1550 nm

nm steht für:

Nanometer

Wichtig:

Die passende Wellenlänge hängt von Modul,
Faserart
und Strecke ab.

Merksatz:

LWL-Komponenten müssen zur Wellenlänge und Faserart passen.

Begriff: Dämpfungsbudget

Das Dämpfungsbudget beschreibt, wie viel Signalverlust eine optische Verbindung insgesamt maximal verträgt.

Dabei werden alle Verluste zusammengerechnet.

Dazu gehören zum Beispiel:

- Faserlänge
- Steckverbindungen
- Spleiße
- Patchkabel
- Verschmutzung
- Sicherheitsreserve

Wenn die tatsächliche Dämpfung größer ist als erlaubt, funktioniert die Verbindung nicht zuverlässig.

Merksatz:

Dämpfungsbudget = maximal zulässiger Signalverlust einer Strecke.

Begriff: Signalstärke

Signalstärke beschreibt, wie stark ein Signal beim Empfänger ankommt.

Bei guter Signalstärke kann der Empfänger die Daten sauber erkennen.

Bei zu geringer Signalstärke entstehen Fehler.

Merksatz:

Signalstärke = wie kräftig das Signal ankommt.

Begriff: Signal-Rausch-Abstand

Der Signal-Rausch-Abstand beschreibt das Verhältnis zwischen Nutzsignal und Störsignal.

Fachlich wird häufig auch die Abkürzung verwendet:

SNR

SNR steht für:

Signal-to-Noise Ratio

Je größer der Abstand zwischen Nutzsignal und Rauschen ist, desto besser kann der Empfänger das Signal auswerten.

Merksatz:

Hoher Signal-Rausch-Abstand = bessere Signalqualität.

Dämpfung und Datenrate

Hohe Datenraten stellen höhere Anforderungen an die Übertragungsstrecke.

Beispiel:

1 Gbit/s ist oft weniger anspruchsvoll als 10 Gbit/s.

Je höher die Datenrate, desto wichtiger werden:

- Kabelqualität
- Kategorie
- Schirmung
- Länge
- Steckverbindungen
- saubere Installation

Wichtig:

Eine Strecke kann für 1 Gbit/s funktionieren,
aber für 10 Gbit/s ungeeignet sein.

Merksatz:

Höhere Datenrate = höhere Anforderungen an die Strecke.

Dämpfung und Kabellänge

Je länger eine Übertragungsstrecke ist, desto stärker kann die Dämpfung werden.

Das gilt für:

- Kupferkabel
- Glasfaser
- Funkstrecken

Beispiele:

Bei Kupfer-Ethernet ist häufig 100 m eine wichtige Orientierung.
Bei LWL hängt die Reichweite stark von Faserart und Modul ab.
Bei WLAN nimmt die Signalqualität mit Entfernung und Hindernissen ab.

Merksatz:

Länge erhöht meist die Dämpfung.

Dämpfung und Fehlersuche

Dämpfungsprobleme erkennt man nicht immer sofort.

Manchmal ist ein Link vorhanden, aber die Verbindung ist instabil.

Typische Hinweise:

- Verbindung bricht ab
- Geschwindigkeit wird niedriger ausgehandelt
- viele Fehler am Switch-Port
- Paketverluste
- hohe Latenz
- schlechter Durchsatz
- nur 100 Mbit/s statt 1 Gbit/s
- kein Link bei LWL
- Link nur auf einer Seite sichtbar

Merksatz:

Instabile Verbindung kann ein Hinweis auf schlechte Signalqualität sein.

Fehlersuche bei Kupfer

Bei Kupferverbindungen prüft man zum Beispiel:

- Kabel richtig gesteckt?
- Link-LED vorhanden?
- richtige Geschwindigkeit ausgehandelt?
- Kabel beschädigt?
- richtige Kabelkategorie?
- Kabellänge eingehalten?
- Dose korrekt aufgelegt?
- Patchfeld korrekt verbunden?
- Switch-Port in Ordnung?
- starke Störquellen in der Nähe?

Mögliche Werkzeuge:

- Kabeltester
- Netzwerktester
- Switch-Port-Statistik
- Betriebssystemanzeige der Link-Geschwindigkeit

Merksatz:

Bei Kupfer zuerst Kabel, Dose, Patchfeld und Port prüfen.

Fehlersuche bei LWL

Bei Glasfaserverbindungen prüft man zum Beispiel:

- richtiges SFP-Modul?
- richtige Faserart?
- Multimode oder Singlemode passend?
- TX und RX richtig gesteckt?
- Stecker sauber?
- Biegeradius eingehalten?
- Strecke zu lang?
- Dämpfungsbudget eingehalten?
- Gegenstelle kompatibel?
- Link am Switch sichtbar?

Wichtig:

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

Merksatz:

Bei LWL müssen Modul, Faser, Stecker und Strecke zusammenpassen.

Fehlersuche bei WLAN

Bei WLAN-Problemen prüft man zum Beispiel:

- Signalstärke ausreichend?
- Entfernung zum Access Point zu groß?
- Hindernisse vorhanden?
- richtiger WLAN-Standard?
- richtiger Frequenzbereich?
- Kanal überlastet?
- zu viele Clients?
- Störungen durch andere Geräte?
- Access Point richtig positioniert?

Mögliche Werkzeuge:

- WLAN-Analyse-App
- Controller-Ansicht
- Access-Point-Statistik
- Speedtest im lokalen Netzwerk
- Ping und Paketverlustmessung

Merksatz:

WLAN-Probleme sind oft Umgebungsprobleme.

Signalqualität und Fehlereingrenzung nach Schichten

Dämpfung und Signalqualität betreffen vor allem die unteren Schichten.

Problem	typische Einordnung
Kabel defekt	Schicht 0 / 1
schlechte Steckverbindung	Schicht 0 / 1
Glasfaser verschmutzt	Schicht 0 / 1
WLAN-Signal zu schwach	Schicht 1 / 2
Link vorhanden, aber viele Fehler	Schicht 1 / 2
IP-Adresse falsch	Schicht 3
Port blockiert	Schicht 4
Anwendung antwortet nicht	Schicht 7

Wichtig:

Fehler auf den unteren Schichten können alle oberen Schichten beeinflussen.

Merksatz:

Bei Signalproblemen zuerst unten im Schichtenmodell suchen.

Typische IHK-Fragen

In AP1 und AP2 kann zum Beispiel gefragt werden:

- Was bedeutet Dämpfung?
- Warum ist Dämpfung bei LWL wichtig?
- Was bedeutet dB?
- Welche Ursachen kann schlechte Signalqualität haben?
- Warum darf eine Glasfaser nicht zu stark gebogen werden?
- Was ist ein Dämpfungsbudget?
- Warum können verschmutzte LWL-Stecker Probleme verursachen?
- Warum ist WLAN stärker von der Umgebung abhängig?
- Warum ist Bandbreite nicht dasselbe wie Durchsatz?
- Wie kann man eine instabile Verbindung systematisch prüfen?

Typische Prüfungsfallen

Dämpfung bedeutet nicht Verstärkung,
sondern Abschwächung.

Ein vorhandener Link bedeutet nicht automatisch gute Signalqualität.

Dämpfung gibt es nicht nur bei LWL,
sondern auch bei Kupfer und Funk.

Bei LWL können verschmutzte Stecker starke Probleme verursachen.

Bei Glasfaser niemals direkt in die Faser oder in optische Ports schauen.

Höhere Datenraten stellen höhere Anforderungen an die Strecke.

Eine Verbindung kann für 1 Gbit/s funktionieren,
aber für 10 Gbit/s ungeeignet sein.

WLAN-Probleme liegen oft an Umgebung,
Entfernung,
Störungen
oder Auslastung.

Wichtige Begriffe kurz erklärt

Begriff	Kurze Erklärung
Dämpfung	Abschwächung eines Signals
Verstärkung	Erhöhung der Signalstärke
Signalqualität	Güte eines empfangenen Signals
Signalstärke	Stärke des Signals beim Empfänger
Störung	unerwünschte Beeinflussung eines Signals
Rauschen	unerwünschtes Signal, das das Nutzsignal überlagert
Reflexion	Zurückwerfen von Signalanteilen
dB	Dezibel, Angabe eines Verhältnisses
Wellenlänge	Eigenschaft des verwendeten Lichts bei LWL
Dämpfungsbudget	maximal zulässiger Signalverlust einer Strecke
Biegeradius	zulässige Biegung eines Kabels
Spleiß	feste Verbindung zweier Glasfasern
SNR	Signal-Rausch-Abstand
Link	aktive physische Verbindung
Durchsatz	tatsächlich erreichte Datenrate

IHK-sichere Kurzformulierung

Dämpfung bezeichnet die Abschwächung eines Signals auf dem Übertragungsweg. Sie kann bei Kupferkabeln, Lichtwellenleitern und Funkverbindungen auftreten. Bei Lichtwellenleitern bedeutet Dämpfung, dass das Lichtsignal über die Strecke schwächer wird. Ursachen können zum Beispiel Leitungslänge, Steckverbindungen, Spleiße, Verschmutzung oder ein zu enger Biegeradius sein. Eine zu hohe Dämpfung oder schlechte Signalqualität kann zu Verbindungsabbrüchen, Paketverlusten oder geringem Durchsatz führen.

Merksätze

Dämpfung = Signal wird schwächer.

Verstärkung = Signal wird stärker.

Signalqualität = wie gut das Signal ankommt.

Link vorhanden bedeutet nicht automatisch gute Signalqualität.

Dämpfung gibt es bei Kupfer, Glasfaser und Funk.

Bei LWL wird das Lichtsignal schwächer.

Bei Kupfer wird das elektrische Signal schwächer.

Bei WLAN wird das Funksignal schwächer.

dB beschreibt ein Verhältnis.

Dämpfungsbudget = maximal zulässiger Signalverlust.

Schlechte Steckverbindungen verursachen oft Signalprobleme.

Verschmutzte LWL-Stecker können starke Dämpfung verursachen.

Glasfaser nicht knicken.

Niemals in Glasfaser oder optische Ports schauen.

Höhere Datenraten brauchen bessere Strecken.

Bei Signalproblemen zuerst die unteren Schichten prüfen.