

3.3 Twisted-Pair-Kabel

Twisted-Pair-Kabel

Twisted-Pair-Kabel sind heute die typische Kupferverkabelung in lokalen Netzwerken.

Sie werden häufig für Ethernet-Verbindungen im LAN eingesetzt.

Typische Beispiele:

PC → Netzwerkdose
Netzwerkdose → Patchfeld
Patchfeld → Switch
Server → Switch
Access Point → Switch

Twisted Pair bedeutet:

verdrilltes Adernpaar

Die Adern sind paarweise miteinander verdrillt, um Störungen zu verringern.

Begriff: Twisted Pair

Twisted Pair bedeutet auf Deutsch:

verdrilltes Adernpaar

Bei einem Twisted-Pair-Kabel sind jeweils zwei Adern miteinander verdrillt.

Ein typisches Netzkabel besitzt:

8 Adern
4 Adernpaare

Diese verdrillten Adernpaare helfen dabei, elektromagnetische Störungen zu reduzieren.

Merksatz:

Twisted Pair = verdrehte Adernpaare zur störungsärmeren Datenübertragung.

Warum werden die Adern verdreht?

Bei elektrischer Datenübertragung können Störungen entstehen.

Beispiele für Störquellen:

- Stromleitungen
- Netzteile
- Leuchtstofflampen
- Motoren
- andere Datenleitungen
- elektromagnetische Felder

Durch die Verdrehung der Adern wirken Störungen auf beide Adern eines Paares ähnlich ein.

Dadurch können Störeinflüsse besser unterdrückt werden.

Vereinfacht gesagt:

Die Verdrehung macht das Signal unempfindlicher gegen äußere Störungen.

Merksatz:

Verdrehung reduziert elektromagnetische Störeinflüsse.

Einsatz im LAN

Twisted-Pair-Kabel werden in modernen Ethernet-Netzwerken sehr häufig eingesetzt.

Typische Verwendung:

- Büroarbeitsplätze
- Schulungsräume
- Serverräume
- Netzwerkschränke
- Patchfelder

- Access Points
- Drucker
- VoIP-Telefone
- Kameras
- Heimnetzwerke

In der Praxis ist Twisted Pair die Standardverkabelung für viele kabelgebundene LAN-Verbindungen.

LAN steht für:

Local Area Network

Auf Deutsch:

lokales Netzwerk

Merksatz:

Twisted Pair ist die typische Kupferverkabelung im LAN.

Begriff: Ethernet über Twisted Pair

Ethernet ist eine weit verbreitete Netzwerktechnik für lokale Netzwerke.

Bei Ethernet über Twisted Pair werden Daten elektrisch über Kupferadern übertragen.

Typische Ethernet-Bezeichnungen:

Bezeichnung	Bedeutung
10BASE-T	10 Mbit/s über Twisted Pair
100BASE-TX	100 Mbit/s über Twisted Pair
1000BASE-T	1 Gbit/s über Twisted Pair
2.5GBASE-T	2,5 Gbit/s über Twisted Pair
5GBASE-T	5 Gbit/s über Twisted Pair
10GBASE-T	10 Gbit/s über Twisted Pair

Merksatz:

BASE-T steht bei Ethernet für Basisbandübertragung über Twisted Pair.

Aufbau eines typischen Netzkabels

Ein typisches Twisted-Pair-Netzkabel besteht aus:

- Außenmantel
- 4 verdrehten Adernpaaren
- insgesamt 8 Adern
- je nach Kabeltyp zusätzlicher Schirmung
- Stecker oder Anschlussmodul

Die 8 Adern werden je nach Ethernet-Standard unterschiedlich genutzt.

Wichtig:

Für moderne Gigabit-Verbindungen werden normalerweise alle 8 Adern genutzt.

Adernpaare

Ein Twisted-Pair-Kabel besitzt typischerweise vier Adernpaare.

Vereinfacht:

Adernpaar	Bedeutung
Paar 1	Datenübertragung
Paar 2	Datenübertragung
Paar 3	Datenübertragung
Paar 4	Datenübertragung

Bei älteren Ethernet-Varianten wurden nicht immer alle Adern genutzt.

Beispiel:

10BASE-T und 100BASE-TX nutzen typischerweise nur 4 Adern.

Bei 1000BASE-T werden alle 8 Adern verwendet.

Merksatz:

Gigabit-Ethernet über Kupfer nutzt alle 8 Adern.

Kabelkategorien

Twisted-Pair-Kabel werden in Kategorien eingeteilt.

Die Kategorie beschreibt die Leistungsfähigkeit des Kabels.

Typische Kategorien:

Kategorie	typische Einordnung
CAT 3	ältere Technik, zum Beispiel 10 Mbit/s
CAT 5	ältere Fast-Ethernet-Verkabelung
CAT 5e	Gigabit-Ethernet möglich
CAT 6	Gigabit-Ethernet und teilweise höhere Datenraten
CAT 6A	10-Gigabit-Ethernet bis 100 m
CAT 7	hochwertige geschirmte Verkabelung, häufig für 10-Gigabit-Umgebungen
CAT 8	sehr hohe Datenraten auf kurzen Strecken

Wichtig:

Die Kabelkategorie allein garantiert nicht automatisch die tatsächliche Verbindungsgeschwindigkeit.

Auch diese Komponenten müssen passen:

- Netzwerkkarte
- Switch-Port
- Patchkabel
- Verlegekabel
- Anschlussdose
- Patchfeld
- Kabellänge
- Qualität der Installation

Merksatz:

Die Verbindung ist nur so gut wie die gesamte Übertragungsstrecke.

CAT 3

CAT 3 ist eine ältere Kabelkategorie.

Typischer Bezug:

10BASE-T

Das bedeutet:

10 Mbit/s
Basisbandübertragung
Twisted Pair

Bei 10BASE-T werden typischerweise die Adern 1, 2, 3 und 6 genutzt.

Wichtig:

CAT 3 ist für moderne LAN-Installationen nicht mehr zeitgemäß.

Merksatz:

CAT 3 = alte Twisted-Pair-Verkabelung für niedrige Datenraten.

CAT 5

CAT 5 wurde häufig für Fast Ethernet eingesetzt.

Typischer Bezug:

100BASE-TX

Das bedeutet:

100 Mbit/s
Basisbandübertragung
Twisted Pair

Bei 100BASE-TX werden typischerweise die Adern 1, 2, 3 und 6 genutzt.

Wichtig:

CAT 5 ist heute weitgehend durch CAT 5e, CAT 6 oder höher ersetzt.

Merksatz:

CAT 5 = ältere Verkabelung für 100 Mbit/s.

CAT 5e

CAT 5e ist eine verbesserte Variante von CAT 5.

Das e steht für:

enhanced

Also:

verbessert

Typischer Bezug:

1000BASE-T

Das bedeutet:

1000 Mbit/s
1 Gbit/s
Basisbandübertragung
Twisted Pair

Bei 1000BASE-T werden alle 8 Adern genutzt.

Merksatz:

CAT 5e = Gigabit-Ethernet über Kupfer möglich.

CAT 6

CAT 6 ist eine häufige Kabelkategorie für moderne LAN-Verkabelung.

Typische Einsatzbereiche:

- 1 Gbit/s
- 2,5 Gbit/s
- 5 Gbit/s
- je nach Strecke und Installation auch höhere Anforderungen

CAT 6 bietet bessere Übertragungseigenschaften als CAT 5e.

Wichtig:

Die tatsächlich erreichbare Geschwindigkeit hängt von der gesamten Strecke und den eingesetzten Geräten ab.

Merksatz:

CAT 6 = moderne Kupferverkabelung mit Reserven gegenüber CAT 5e.

CAT 6A

CAT 6A ist für 10-Gigabit-Ethernet über Kupfer besonders wichtig.

Das A steht für:

augmented

Also:

erweitert

Typischer Bezug:

10GBASE-T

Das bedeutet:

10 Gbit/s

Basisbandübertragung

Twisted Pair

CAT 6A ist für 10GBASE-T bis 100 m vorgesehen, wenn die gesamte Strecke entsprechend ausgelegt ist.

Merksatz:

CAT 6A = wichtige Kategorie für 10-Gigabit-Ethernet bis 100 m.

CAT 7 und CAT 8

CAT 7 und CAT 8 sind Kategorien mit hohen Anforderungen an Schirmung und Übertragungseigenschaften.

CAT 7 wird in der Praxis häufig in hochwertiger Gebäudeverkabelung eingesetzt.

CAT 8 ist für sehr hohe Datenraten auf kurzen Strecken vorgesehen.

Wichtig fachlich:

Für die tatsächliche Nutzung hoher Datenraten müssen Kabel,
Stecker,
Patchfeld,
Dosen,
Switches
und Netzwerkkarten zusammenpassen.

Bei sehr hohen Datenraten wie 25 Gbit/s oder 40 Gbit/s über Kupfer sind die Strecken deutlich kürzer als bei klassischem 1-Gbit/s- oder 10-Gbit/s-Ethernet.

Merksatz:

CAT 7 / CAT 8 = hohe Anforderungen, aber die gesamte Strecke entscheidet.

RJ45-Stecker

RJ45 wird im Alltag häufig als Bezeichnung für den typischen Netzwerkstecker verwendet.

Typischer Einsatz:

- Patchkabel
- Netzwerkdosen
- Switch-Ports
- Netzwerkkarten

Wichtig:

Im Alltag sagt man meistens RJ45,
wenn der typische Ethernet-Stecker gemeint ist.

Für die Prüfung reicht in der Regel:

RJ45 = typischer Stecker für Ethernet über Twisted Pair

Merksatz:

RJ45 = typischer Netzwerkstecker im LAN.

Patchkabel

Ein Patchkabel ist ein flexibles Netzkabel.

Es wird für kurze Verbindungen eingesetzt.

Beispiele:

PC → Netzwerkdose
Patchfeld → Switch
Server → Switch

Patchkabel sind beweglich und für häufigeres Umstecken geeignet.

Merksatz:

Patchkabel = flexible Netzwerkverbindung.

Verlegekabel

Ein Verlegekabel ist für die feste Installation vorgesehen.

Es liegt zum Beispiel:

- in Wänden
- in Decken
- in Kabelkanälen
- zwischen Netzwerkdose und Patchfeld

Verlegekabel sind normalerweise nicht dafür gedacht, ständig bewegt oder umgesteckt zu werden.

Merksatz:

Verlegekabel = fest installierte Gebäudeverkabelung.

Patchkabel und Verlegekabel im Vergleich

Kabelart	Aufgabe
Patchkabel	flexible Verbindung zwischen Gerät und Anschluss
Verlegekabel	feste Verbindung innerhalb der Gebäudeverkabelung

Typischer Datenweg im Büro:

PC
→ Patchkabel
→ Netzwerkdose
→ Verlegekabel
→ Patchfeld

→ Patchkabel

→ Switch

Merksatz:

Patchkabel verbindet flexibel.

Verlegekabel verbindet dauerhaft.

Schirmung bei Twisted-Pair-Kabeln

Twisted-Pair-Kabel können unterschiedlich geschirmt sein.

Schirmung schützt vor elektromagnetischen Störungen.

Typische Bezeichnungen:

Bezeichnung	Bedeutung
U/UTP	keine Gesamtschirmung, keine Paarschirmung
F/UTP	Folienschirm um alle Paare
U/FTP	Folienschirm um die einzelnen Paare
S/FTP	Geflechtschirm außen und Folienschirm um die Paare

Wichtig:

Je nach Umgebung kann geschirmtes Kabel sinnvoll oder notwendig sein.

Beispiele für störanfällige Umgebungen:

- Industrie
- Nähe zu starken Stromleitungen
- Maschinen
- lange Kabelwege
- viele parallel verlegte Leitungen

Merksatz:

Schirmung schützt vor elektromagnetischen Störungen.

Begriff: elektromagnetische Störung

Eine elektromagnetische Störung ist eine Beeinflussung eines Signals durch elektrische oder magnetische Felder.

Mögliche Ursachen:

- Stromkabel
- Motoren
- Netzteile
- Funkquellen
- Maschinen
- schlechte Abschirmung

Folge:

Das Signal kann gestört werden.
Es kann zu Fehlern, Wiederholungen oder schlechter Datenrate kommen.

Merksatz:

Störungen können den Durchsatz und die Stabilität verschlechtern.

Maximale Länge bei Kupfer-Ethernet

Für klassische Ethernet-Verbindungen über Twisted Pair gilt häufig als Orientierung:

maximal 100 m

Diese 100 m beziehen sich typischerweise auf die gesamte Strecke.

Beispiel:

Patchkabel
+ Verlegekabel
+ Patchkabel
= gesamte Verbindung

Wichtig:

Zu lange Kabelstrecken können zu Signalproblemen führen.

Merksatz:

Twisted Pair im LAN: häufig maximal 100 m.

Auto-Negotiation

Auto-Negotiation bedeutet, dass zwei Netzwerkgeräte automatisch aushandeln, mit welcher Geschwindigkeit und welchem Duplexmodus sie arbeiten.

Dabei können zum Beispiel ausgehandelt werden:

- 100 Mbit/s
- 1 Gbit/s
- 2,5 Gbit/s
- 5 Gbit/s
- 10 Gbit/s
- Halbduplex oder Vollduplex

Wichtig:

Wenn Kabel, Port oder Gegenstelle eine Geschwindigkeit nicht unterstützen, wird eine niedrigere Geschwindigkeit ausgehandelt oder es kommt keine stabile Verbindung zustande.

Merksatz:

Auto-Negotiation = automatische Aushandlung der Verbindungseigenschaften.

Duplexmodus

Der Duplexmodus beschreibt, in welche Richtung gleichzeitig übertragen werden kann.

Modus	Bedeutung
Halbduplex	Senden oder Empfangen, aber nicht gleichzeitig
Vollduplex	Senden und Empfangen gleichzeitig

Moderne geschaltete Ethernet-Verbindungen arbeiten normalerweise mit Vollduplex.

Merksatz:

Vollduplex = gleichzeitig senden und empfangen.

PoE über Twisted Pair

PoE steht für:

Power over Ethernet

PoE bedeutet, dass über ein Netzkabel nicht nur Daten, sondern auch Strom übertragen werden.

Typische Geräte mit PoE:

- Access Points
- IP-Kameras
- VoIP-Telefone
- kleine Switches
- Sensoren

Wichtig:

Switch oder PoE-Injektor muss PoE unterstützen.
Das Endgerät muss PoE unterstützen.
Die Leistung muss zur Anforderung des Geräts passen.

Merksatz:

PoE = Stromversorgung über Netzkabel.

Typische Fehler bei Twisted-Pair-Verbindungen

Mögliche Fehler:

- Kabel defekt
- falsche oder schlechte Crimpung
- Ader vertauscht
- zu lange Strecke
- falsche Kabelkategorie
- beschädigte Netzwerkdose
- defektes Patchfeld
- defekter Switch-Port
- schlechte Schirmung
- elektromagnetische Störungen
- nur 100 Mbit/s statt 1 Gbit/s wegen Aderproblem

Wichtig:

Wenn bei einer Verbindung nur 100 Mbit/s statt 1 Gbit/s ausgehandelt werden, kann ein Problem mit einzelnen Adern oder der Verkabelung vorliegen.

Merksatz:

Gigabit benötigt alle 8 Adern.

Twisted Pair und Fehlersuche

Bei Problemen mit Twisted-Pair-Verkabelung prüft man zuerst die physische Verbindung.

Typische Fragen:

- Leuchtet die Link-LED?
- Wird die richtige Geschwindigkeit angezeigt?
- Ist das Kabel richtig gesteckt?
- Ist das Kabel beschädigt?
- Ist die Netzwerkdose korrekt aufgelegt?
- Ist das Patchfeld korrekt verbunden?
- Ist der richtige Switch-Port gepatcht?
- Unterstützen beide Geräte die gewünschte Geschwindigkeit?

Mögliche Werkzeuge:

- Kabeltester
- Netzwerktester
- Switch-Port-Anzeige
- Betriebssystemanzeige der Link-Geschwindigkeit
- Dokumentation der Patchfelder

Merksatz:

Bei Verkabelungsproblemen zuerst Link, Kabel, Dose, Patchfeld und Port prüfen.

Einordnung in das Schichtenmodell

Twisted-Pair-Kabel gehört zur physischen Infrastruktur.

Thema	Einordnung
Twisted-Pair-Kabel	Schicht 0 / Schicht 1
elektrische Signalübertragung	OSI-Schicht 1
Ethernet-Frame	OSI-Schicht 2
IP-Adresse	OSI-Schicht 3
TCP / UDP	OSI-Schicht 4

Wichtig:

Das Kabel selbst verarbeitet keine MAC-Adressen, IP-Adressen oder Ports.

Es stellt nur den physischen Übertragungsweg bereit.

Merksatz:

Twisted Pair transportiert elektrische Signale.

Typische IHK-Fragen

In AP1 und AP2 kann zum Beispiel gefragt werden:

- Was bedeutet Twisted Pair?
- Warum sind die Adern verdreht?
- Wie viele Adern hat ein typisches Netzkabel?
- Welche Kabelkategorien gibt es?
- Welche Kategorie eignet sich für 10GBASE-T?
- Warum garantiert die Kabelkategorie allein nicht die Geschwindigkeit?
- Was ist der Unterschied zwischen Patchkabel und Verlegekabel?
- Was bedeutet RJ45?
- Welche maximale Länge ist bei Twisted Pair im LAN typisch?
- Was bedeutet PoE?
- Warum kann eine Verbindung nur mit 100 Mbit/s statt 1 Gbit/s laufen?

Typische Prüfungsfragen

Twisted Pair bedeutet verdrehtes Adernpaar,
nicht einfach nur Netzkabel.

Ein typisches Ethernet-Kupferkabel hat 8 Adern.

10BASE-T und 100BASE-TX nutzen typischerweise 4 Adern.

1000BASE-T nutzt alle 8 Adern.

CAT 6A ist wichtig für 10GBASE-T bis 100 m.

Die Kabelkategorie allein garantiert nicht die Geschwindigkeit.

Patchkabel und Verlegekabel sind nicht dasselbe.

RJ45 bezeichnet im Alltag den typischen Ethernet-Stecker.

Twisted Pair gehört zur physischen Übertragung,
nicht zu IP oder TCP.

PoE bedeutet Stromversorgung über das Netzkabel.

Wichtige Begriffe kurz erklärt

Begriff	Kurze Erklärung
Twisted Pair	verdrilltes Adernpaar
Adernpaar	zwei miteinander verdrillte Adern
CAT	Kategorie eines Netzkabels
CAT 5e	Kategorie, die Gigabit-Ethernet ermöglicht
CAT 6	moderne LAN-Verkabelung mit besseren Eigenschaften als CAT 5e
CAT 6A	Kategorie für 10GBASE-T bis 100 m
RJ45	typischer Stecker für Ethernet über Twisted Pair
Patchkabel	flexibles Verbindungskabel
Verlegekabel	fest installiertes Kabel
Schirmung	Schutz gegen elektromagnetische Störungen
UTP	ungeschirmtes Twisted-Pair-Kabel
S/FTP	geschirmtes Kabel mit Geflecht- und Paarschirmung
Auto-Negotiation	automatische Aushandlung von Geschwindigkeit und Duplexmodus
Duplex	Übertragungsrichtung einer Verbindung
Vollduplex	gleichzeitiges Senden und Empfangen
PoE	Power over Ethernet, Stromversorgung über Netzkabel

IHK-sichere Kurzformulierung

Twisted-Pair-Kabel sind Kupferkabel mit paarweise verdrillten Adern. Sie werden in modernen lokalen Netzwerken häufig für Ethernet-Verbindungen eingesetzt. Ein typisches Netzkabel besitzt acht Adern beziehungsweise vier Adernpaare. Die Verdrillung reduziert elektromagnetische Störeinflüsse. Die Leistungsfähigkeit wird unter anderem durch die Kabelkategorie bestimmt, zum Beispiel CAT 5e, CAT 6 oder CAT 6A. Für Gigabit-Ethernet werden alle acht Adern genutzt. Für 10GBASE-T bis 100 m ist CAT 6A eine wichtige Kategorie. Die tatsächliche Verbindungsgeschwindigkeit hängt jedoch von der gesamten Übertragungsstrecke und den eingesetzten Geräten ab.

Merksätze

Twisted Pair = verdrillte Adernpaare.

Typisches Netzkabel = 8 Adern = 4 Adernpaare.

Verdrillung reduziert elektromagnetische Störungen.

Twisted Pair überträgt elektrisch.

Twisted Pair ist die typische Kupferverkabelung im LAN.

10BASE-T = 10 Mbit/s über Twisted Pair.

100BASE-TX = 100 Mbit/s über Twisted Pair.

1000BASE-T = 1 Gbit/s über Twisted Pair.

10GBASE-T = 10 Gbit/s über Twisted Pair.

Gigabit-Ethernet nutzt alle 8 Adern.

CAT 5e = Gigabit möglich.

CAT 6 = moderne LAN-Verkabelung.

CAT 6A = wichtig für 10GBASE-T bis 100 m.

Patchkabel = flexibel.

Verlegekabel = fest installiert.

RJ45 = typischer Ethernet-Stecker.

PoE = Strom über Netzwurkkabel.

Die gesamte Strecke entscheidet über die erreichbare Verbindung.
