

Die Architekten der Konnektivität

TELEGÄRTNER KARL GÄRTNER GMBH

DATENNETZE MIT TWISTED-PAIR-KABEL

UND LWL 2026

PLANET WISSEN

IHR REFERENT



FALK KLAUS KRÜGER

Elektroinstallateur, Dipl.-Ing. (FH) Elektrotechnik

Telegärtner Karl Gärtner GmbH
Systemberater Data Voice Deutschland

Mitarbeit im DIN Ausschuss Elektrotechnik / Bauwesen
GAEB AK LB 061 und AK LB 062
VdS Sachkundiger für Gebäude-Infrastruktur-Verkabelung
Lehrauftrag Hochschule Meißen (FH)

falk.krueger@telegaertner.com
+49 160 9077 2774

Anerkennung

als

Sachkundiger für Gebäude-Infrastruktur-Verkabelung (GIV-Sachkundiger)

Inhaber der Anerkennung:

Falk Krüger
Wiesenweg 9
DE-01968 Kleinkoschen

Anerkennungs-Nr.:	Anzahl der Seiten:	Gültig von:	Gültig bis:
GIV 15016	1	21.09.2023	20.09.2027

Geltungsbereich:

Planung, Errichtung und Prüfung von Kommunikationskabelanlagen

Anerkennungsgrundlagen:

Richtlinien für die Anerkennung von Sachkundigen für
Planung, Errichtung und Prüfung
von Kommunikationskabelanlagen (GIV-Sachkundige)
VdS 3117:2020-09

Köln, den 14.10.2024

Lihera

Geschäftsführer

First - C

i.V. Fritz-Lafrenz

Leiter der Zertifizierungsstelle



Die Anerkennung umfasst die im Geltungsbereich genannten Tätigkeiten.

Die Anerkennung erlischt, wenn die Voraussetzungen zur Anerkennung nicht mehr gegeben sind.

Das Zertifikat darf nur unverändert
vervielfältigt werden.

Alle Änderungen der Voraussetzungen für die Anerkennung sind der VdS-Zertifizierungsstelle – mitsamt den erforderlichen Unterlagen – unverzüglich zu übermitteln.

Eine Werbung mit der VdS-Anerkennung als Sachkundiger für Gebäudeinfrastruktur-Verkabelung (GV-Sachkundiger) muss den Inhalt des Zertifikates korrekt wiedergeben und darf nicht auf wettbewerbsrechtswidrige Art und Weise erfolgen.

VdS Schadenverhütung GmbH
Zertifizierungsstelle
Amsterdamer Str. 174
D-50775 Köln

Ein Unternehmen des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e. V. (GDV)

HOCHSCHULE MEISSEN (FH)
UND FORTBILDUNGSZENTRUM



Freistaat
SACHSEN

Rektor

Lehrauftrag

Herrn Falk Krüger

wird im Studienjahr 2024/2025

an der

Hochschule Meißen (FH) und Fortbildungszentrum

für das Modul

BaDV-28 „IT-Infrastrukturmanagement“

ein Lehrauftrag erteilt.

Meißen, den 5. März 2025

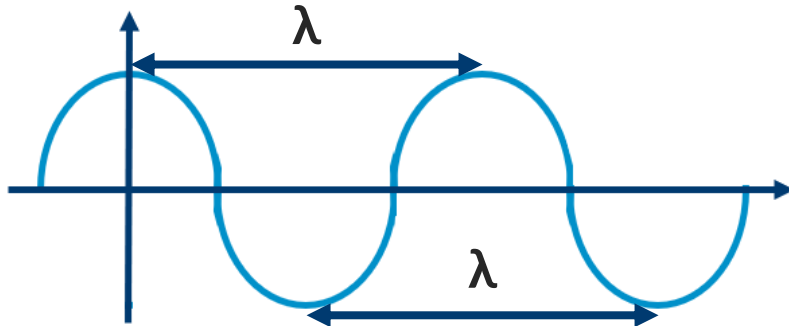
i.V. *Frank Nolden*
Prof. Dr. Frank Nolden



Grundlagen Daten, Übertragung.....



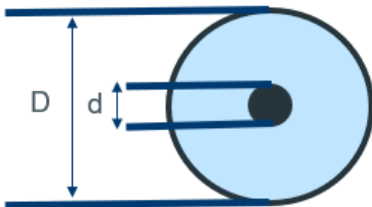
- Die **Datenübertragung** bezeichnet das Übertragen der Daten von einem **Sender** zu einem **Empfänger**.
- Die Übertragung funktioniert dabei über ein **Netzwerk** und kann drahtlos oder über ein Kabel erfolgen.
- Für die Übertragung nutzt man **Wellen**.



- Unter einer **Wellenlänge** (λ) versteht man den Abstand zwischen zwei Gipfel der Welle.
- Die **Frequenz** ist die Anzahl der Zyklen. ($50\text{Hz} = 50 \times \lambda \text{ pro s}$)

- Der **Leitungswellenwiderstand** (Ω) wird aus der Geometrie des Leiters und der Dielektrizitätskonstante (ist abhängig vom Material und Frequenz) seiner Isolierung ermittelt.
- Bei der symmetrischen Leitung kommt noch der Abstand (a) der Leiter dazu.

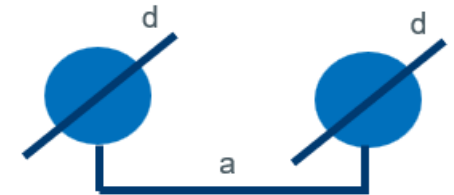
Asymmetrische Leitung (50Ω , 75Ω)



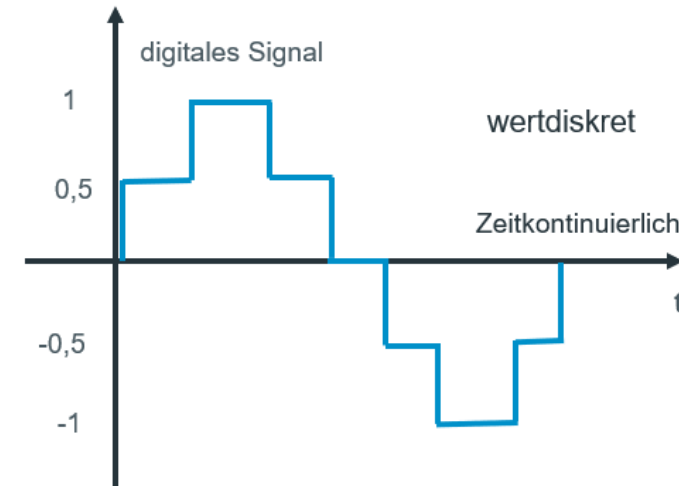
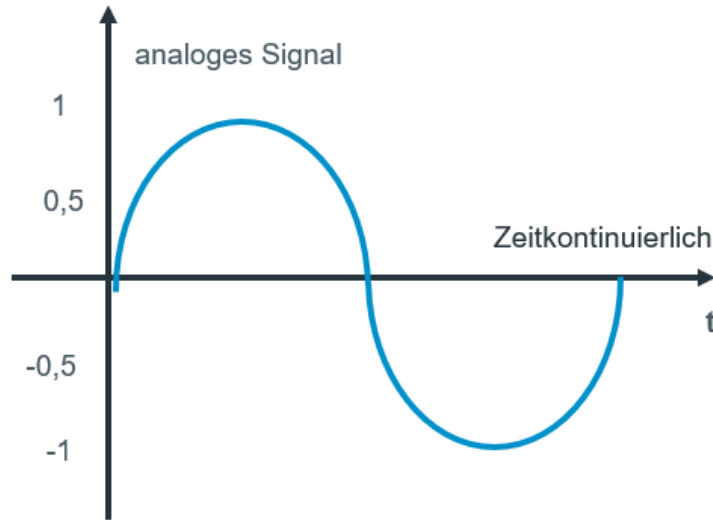
Ändert sich die Symmetrie, ändert sich die Form der Welle und die Datenübertragung wird gestört.



Symmetrische Leitung (100Ω)



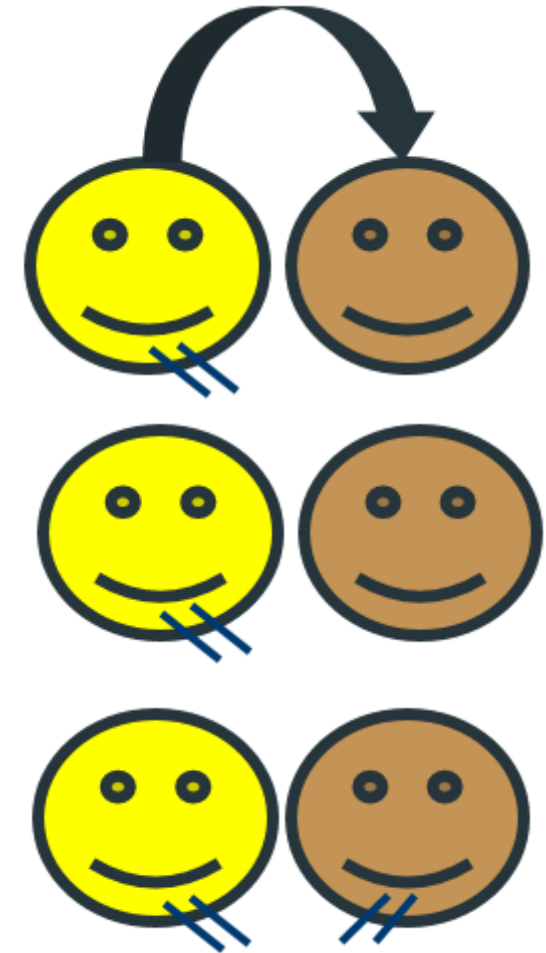
- Generell werden **Daten** immer in Form von **Signalen** weitergegeben.
- Auf technischer Ebene wird das Signal dabei als physikalische Größe gesendet, welche dann vom Empfänger gemessen und ausgewertet wird.



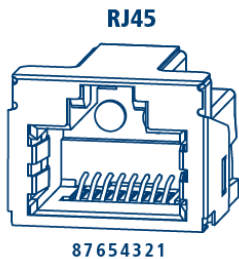
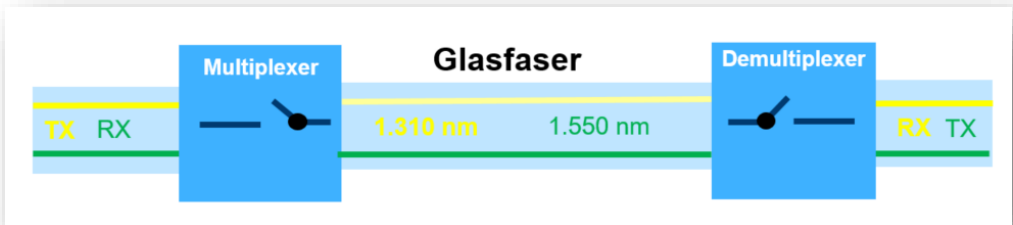
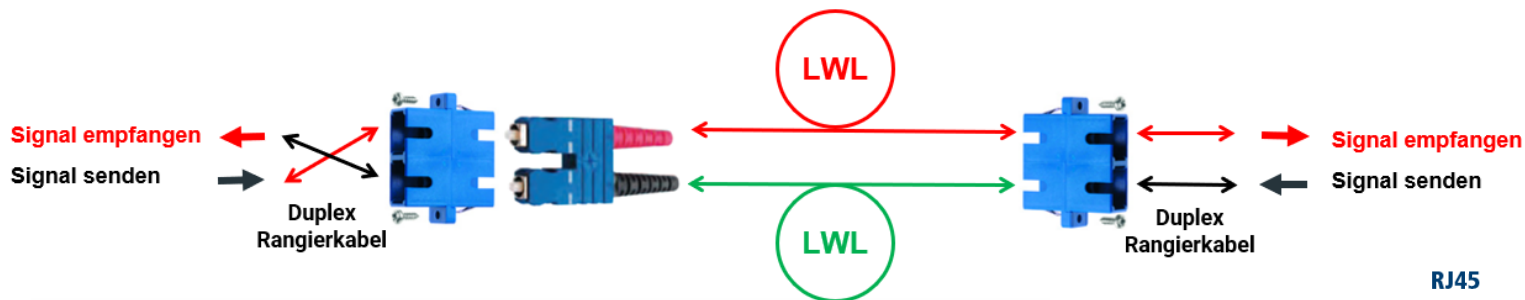
- **Signalarten:**
- **elektrisches Signal:** elektrische Spannung oder elektrischer Strom (z.B. bei Mikrofon und Lautsprecher)
- **optisches Signal:** Licht in seinen verschiedenen Wellenlängen (z.B. Glasfaseranschluss)
- **elektromagnetische Wellen:** gekoppelte elektrische und magnetische Wellen (z.B. Radiowellen)

Übertragungsarten:

- **Simplex** z.B. Hörfunk/Fernsehen
(nur in einer Richtung)
- **Halbduplex** z.B. Sprechfunk
(in zwei Richtungen wechselseitig)
- **Vollduplex** z.B. Telefon
(in zwei Richtungen gleichzeitig)



Arten der Kommunikation in der Ethernet-Verkabelung



Pin	10BaseT	100BaseT
1	senden	senden
2	senden	senden
3	empfangen	empfangen
6	empfangen	empfangen

T568B	Pin	1 Gigabit-Ethernet	10 Gigabit-Ethernet	25 Gigabit-Ethernet	40 Gigabit-Ethernet
orange	1	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen
orange	2	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen
grün	3	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen
blau	4	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen
blau	5	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen
grün	6	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen
braun	7	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen
braun	8	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen	Signal senden und empfangen

DIN EN 50173-1 (VDE 0800-173-1):2018-10

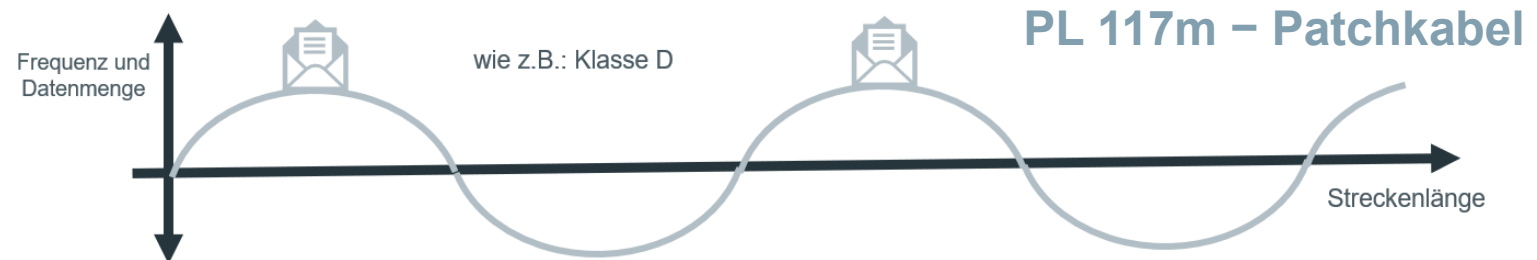
- Der Bandbreitenbedarf steigt von Jahr zu Jahr immer weiter an.
- 2025-2026 um 40 000 000 000 000 000 000 000 Byte
- Bandbreiten werden durch Netzanwendungen definiert
- Netzanwendungen sind an Frequenzen gebunden
- Frequenzen/Wellenlängen/Bandbreite bestimmen die Übertragungstreckenlängen
- Die Linkklassen sind abwärtskompatibel (2000MHz auf 500MHz auf 100MHz)

Netzanwendung für aktive Komponenten (Bandbreite für die Datenmenge)	Kategorie der Komponente (Dose, Modul, Stecker)	Linkklasse und gemessene Frequenz (besteht aus Kabel, Dose, Patchfeld)
40GBase-T (2000MHz)	8.1 (RJ45, 2000MHz)	Klasse I RJ45 (2000 MHz)
25GBase-T (1250MHz)	8.1 (RJ45, 2000MHz)	Klasse I RJ45 (2000MHz)
10GBase-T (500MHz) 5GBase-T (500MHz) 2,5GBase-T (500MHz)	6 _A (RJ 45, 500MHz)	Klasse E _A (500MHz)
1000Base-T (vollduplex 100MHz) 100Base-TX (halbduplex 100MHz)	5 (RJ45, 100MHz)	Klasse D (100MHz)

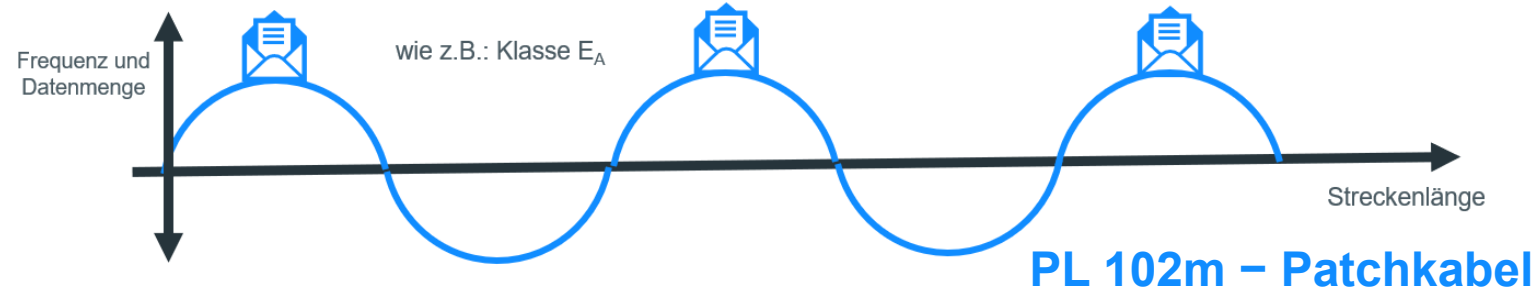
Wie kann man sich das vorstellen, Frequenz, Wellenlänge, Übertragungsstrecke/Linkklasse

Die Wellenlänge wird mit
zunehmender Frequenz kürzer.

z.B.: 100MHz



z.B.: 500MHz



z.B.: 2000MHz



Normen sind keine Gesetze, sondern lediglich **definierte Mindestanforderungen** um Produkte oder Prozesse kompatibel zu machen.
Im Vertrag sind sie rechtlich bindend.



IEEE 802 – LAN/MAN

Lokale-Netzwerke (LAN) werden mit dem Länder- und Orts-Netzwerken (MAN) verbunden.

IEEE 802.11 – Wireless LAN

IEEE 802.3 – Ethernet

IEEE 802.3bq erschien **2016** ein neuer Ethernet-Standard für die Anwendungen **25GBase-T** und **40GBase-T**, der nunmehr Übertragungsraten von 25 GBit/s beziehungsweise 40 GBit/s über eine vierpaarige symmetrische Kupferverkabelung der Klasse I ermöglicht.

- **Klasse I ist der Verkabelungsstandard für die neuen und alten Ethernet Anwendungen.**
- **Die neue Produktqualität ist für alle Installationslängen mit RJ45 geeignet.**
- **Eine LAN-Struktur soll min. für die nächsten 10-Jahre alle Anwendungen garantieren.**

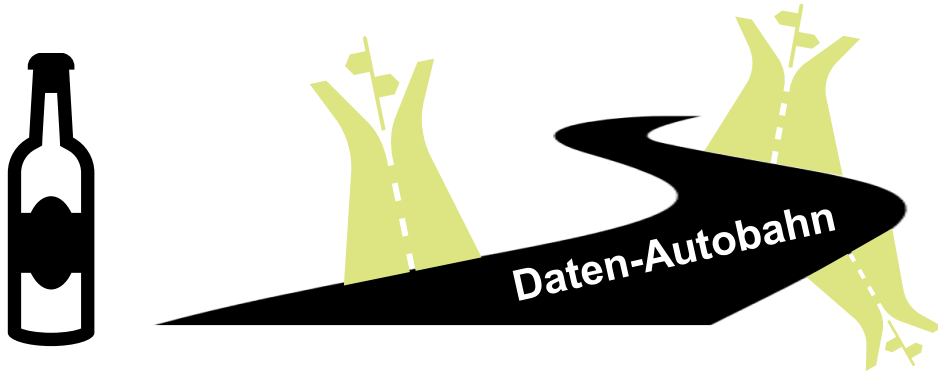
Verkabelungsnormen für die Installationsstrecke und Übertragungsstrecke

- ISO
- IEC
- **DIN EN 50173-1: 2018-10**

Symmetrische Verkabelung mit Twisted-Pair Kabel

- Klasse D (100MHz) für 1 GBit/s
 - Klasse E_A (500MHz) für 1 GBit/s, 10 GBit/s
 - **Klasse I (2000MHz) für 1 GBit/s, 10 GBit/s, 25 GBit/s und 40 GBit/s**
-
- **Die neue Qualität der Klasse I Produkte garantiert den IEEE 802.3bq Standard.**
 - **Klasse I, hat die beste Symmetrie/RL und diese garantiert Übertragungsqualität der Ethernet-Signale.**
 - **Diese Qualität/Symmetrie verhindert das Einkoppeln von Störungen und garantiert Vollduplex-Ethernet.**
 - **Es garantiert die Signalqualität bei PoE Anwendung.**

IEEE 802.3 – Ethernet LWL und CU



IEEE 802.3bq für 25 GBit/s und 40 GBit/s über symmetrische Kupferverkabelung der Klasse I (mit RJ45) abwärtskompatibel

- Klasse I für 1 GBit/s, 10 GBit/s, 25 GBit/s, 40 GBit/s

PoE	Norm	Eingespeiste Leistung typ.	DIN EN 50173-1:2018-10
PoE	IEEE 802.3af	15,4 W	Typ 1, 4-15 W, 2 Paare
PoE+	IEEE 802.3at	30,0 W	Typ 2, 4-30 W, 2 Paare
4PPoE	IEEE 802.3bt	60,0 W 90,0 W	Typ 3, 4-60 W, 4 Paare Typ 4, 4-90 W, 4 Paare



- Medienwandler haben externe Energieversorgung
- Prüfung der LWL-Anwendung bis zum Medienwandler

Netzanwendung	Λ/nm	OM4 CIL ^a /dB	OM4 L ^b /m
IEEE 802.3-2015, 10GBASE-SR/SW	850	2,90	400
IEEE 802.3-2015, 40GBASE-SR4	850	1,50	150
IEEE 802.3-2015, 10GBASE-LRM	1300	1,90	220
IEEE 802.3-2015, 10GBASE-LX4	1300	2,00	300

Netzanwendung	Λ/nm	OS2 CIL ^a /dB	OS2 L ^b /m
ISO/IEC/IEEE 802-3; 10GBASE-LR/LW c	1310	6,20	10.000
ISO/IEC/IEEE 802-3:2017, 40GBASE-LR4	1310	6,70	10.000
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, :10GBASE-ER C	1550	10,9	22.250
ISO/IEC/IEEE 8802-3:2017, 40GBASE-FR	1550	10,9	2000

INFORMATIONEN STRUKTURIERTE VERKABELUNG

Verkabelungsnormen z.B. Installationsstrecke

Quelle: DIN

DEUTSCHE NORM		Oktober 2018	
	DIN EN 50173-1 (VDE 0800-173-1)	DIN	
Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung zur Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk „Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.		DEUTSCHE NORM	
		Oktober 2013	
	DIN EN 50174-2 (VDE 0800-174-2)	DIN	
Vervielfältigung		DEUTSCHE NORM	
ICS 35.110		Juni 2020	
	DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310)	DIN	
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE	
Informationstechnik Anwendungsneutral Teil 1: Allgemeine Deutsche Fassung		Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet. ICS 29.120.50; 91.140.50 Ersatz für DIN EN 50310 (VDE 0800-2-310):2017-02 Siehe Anwendungsbeginn	
		Vorgaben Funktion	
		Telekommunikationstechnische Potentialausgleichsanlagen für Gebäude und andere Strukturen; Deutsche Fassung EN 50310:2016 + A1:2020	
DEUTSCHE NORM		März 2023	
	DIN EN IEC 61918 (VDE 0800-500)	DIN	
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE	
Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet. ICS 25.040.40; 33.180.01; 35.110 Ersatz für DIN EN IEC 61918 (VDE 0800-500):2019-12 Siehe Anwendungsbeginn			
		Technische Vorgaben	
		Industrielle Kommunikationsnetze – Installation von Kommunikationsnetzen in Industrieanlagen (IEC 61918:2018, modifiziert + AMD1:2022); Deutsche Fassung EN IEC 61918:2018 + AC:2019 + A11:2019 + A1:2022	

DIE STRUKTURIERTE VERKABELUNG

Ziel der strukturierten Verkabelung:

- Verbindung von zwei Rechnern
- Funktionssicherheit
bei ständig zunehmenden Störungen
- eine Lebenserwartung nach DIN EN 50173 von mehr als 10 Jahren

Tertiärbereich = Etagenverkabelung

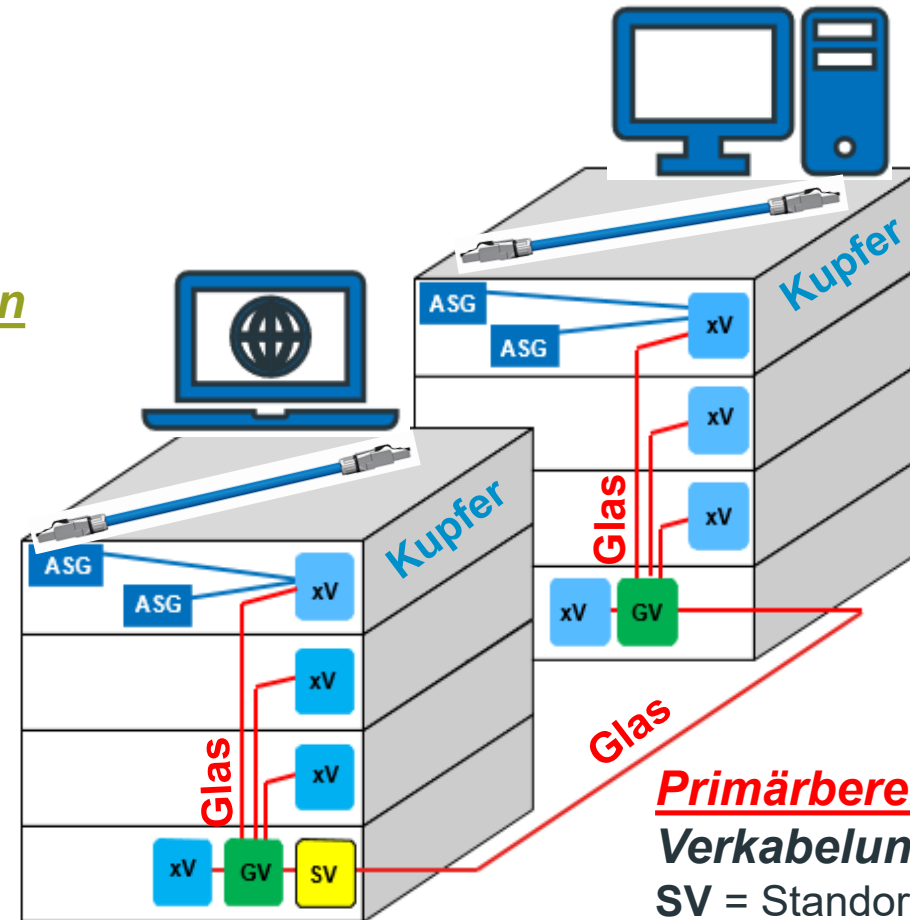
xV = Standort-spezifisches Teilsystem

ASG = Anwendungsspezifische Übertragungseinrichtung

Sekundärbereich = Gebäude Backbone = Steigbereich = Vertikal-Verkabelung

GV = Gebäudeverteiler

xV = Standort-spezifisches Teilsystem



Quelle: DIN EN 50173-1 (VDE 0800173-1):2018-10

Primärbereich = Campus Backbone
Verkabelung zwischen den Gebäuden

SV = Standortverteiler

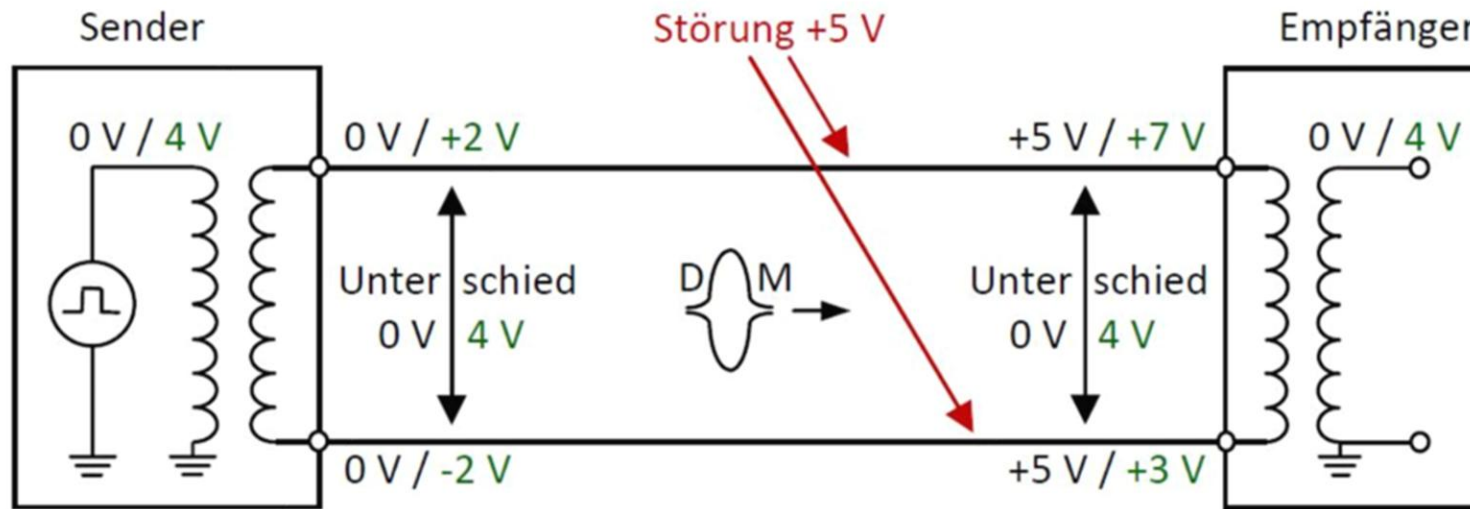
GV = Gebäudeverteiler

Grundlagen, Herleitungen, Sichtweisen Ethernet-Signal Netzstrukturen



GEGENTAKTÜBERTRAGUNG ETHERNET-SIGNALE (VOLLDUPLEX)

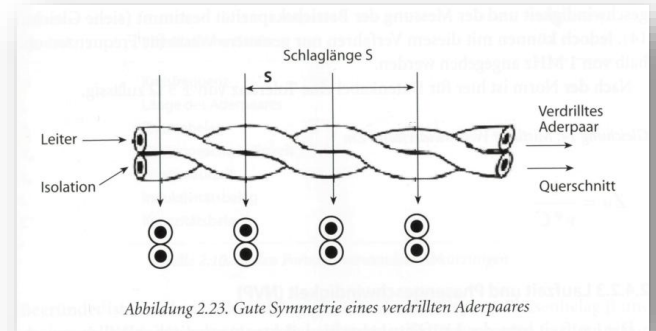
**Bei guter
Symmetrie
(sehr hohes RL)**



„0“ = 0 V Differenz zwischen den Adern

„1“ = 4 V Differenz zwischen den Adern

Bild 2.2: Beispiel für Gegentaktübertragung (Differential Mode, DM).
(Stark vereinfachte Prinzipskizze, Spannungswerte willkürlich).



**kann das Signal
eigentlich nicht
gestört werden.**

ETHERNET-SIGNAL MIT TWISTED-PAIR-KABEL

Halbduplex

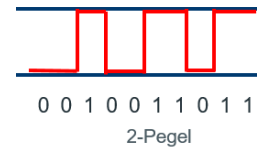
Benötigt zwei Adern Paare des Datenkabels.
Ein Paar sendet und ein Paar empfängt Daten.

Manchestercodierung

logische Zustände (0 und 1)

MLT-3

logische Zustände (-1V, 0V, +1V)

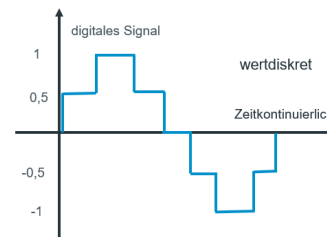


Vollduplex

Benötigt vier Adern Paare des Datenkabels.
Alle Paare senden und empfangen zeitgleich.

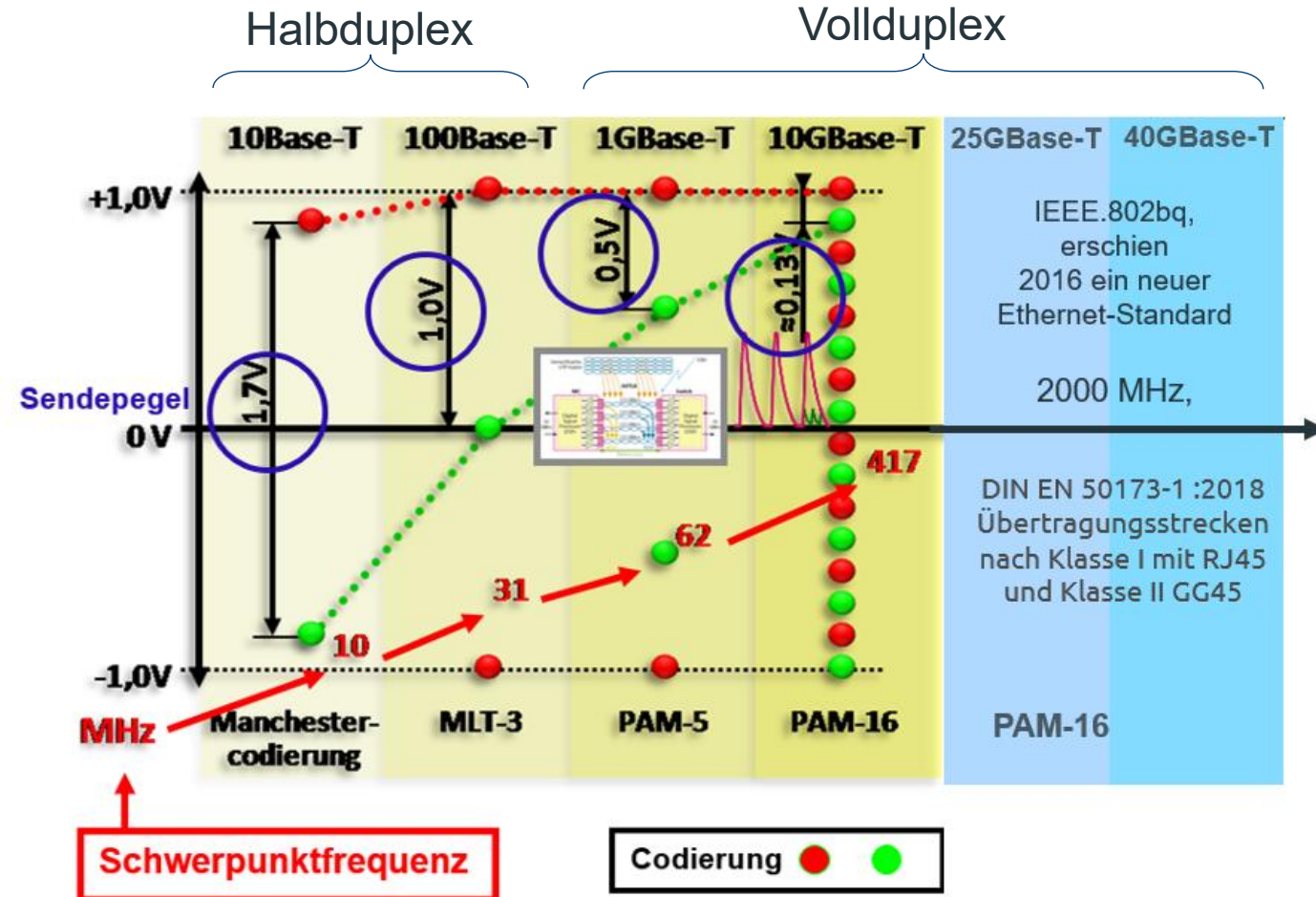
PAM 5 (Pulsamplitudenmodulation)

5 logische Zustände
(-1V, -0,5V, 0V, +0,5V, +1V)



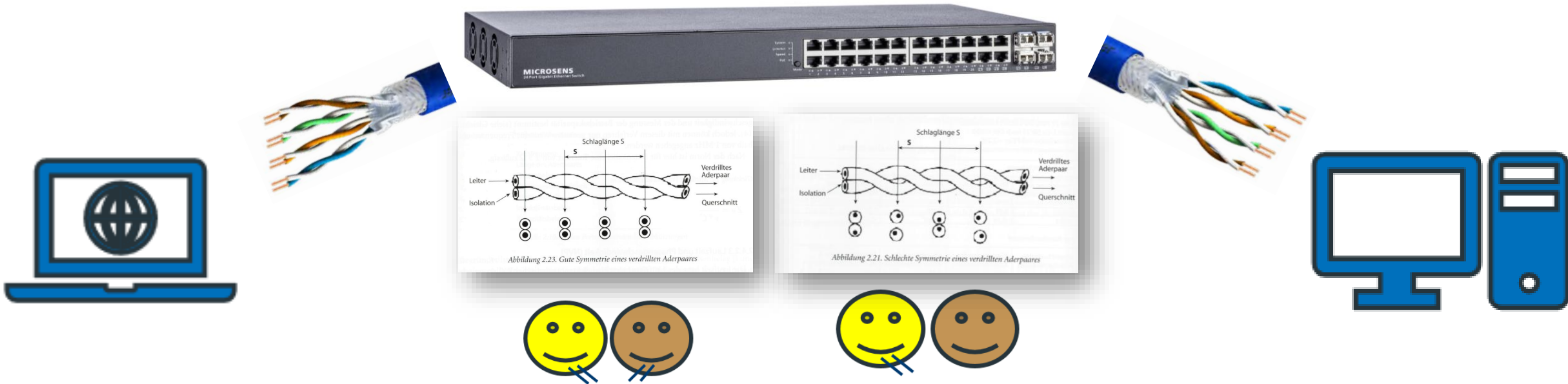
PAM 16

16 logische Zustände



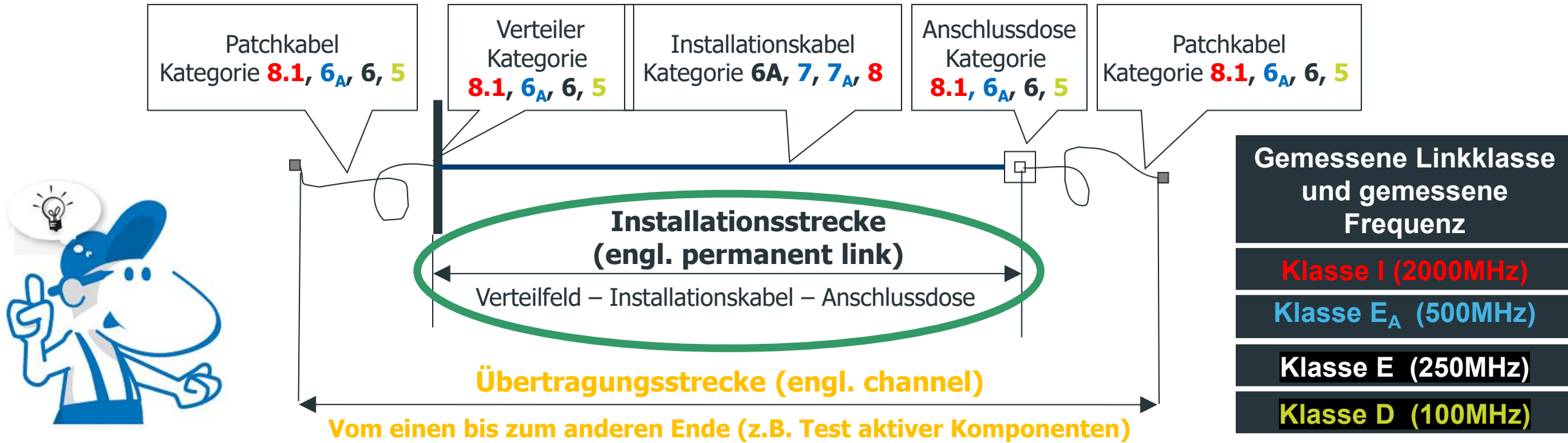
AUTOMATISCHE AUSHANDLUNG DES SIGNALISIERUNGSMECHANISMUS IEEE 802.3

- **Autonegotiation bezeichnet ein Verfahren**, das es zwei miteinander verbundenen Ethernet-Netzwerkports erlaubt, **selbständig die maximal mögliche Übertragungsgeschwindigkeit** und **das Duplex-Verfahren** miteinander **auszuhandeln** sowie zu konfigurieren.



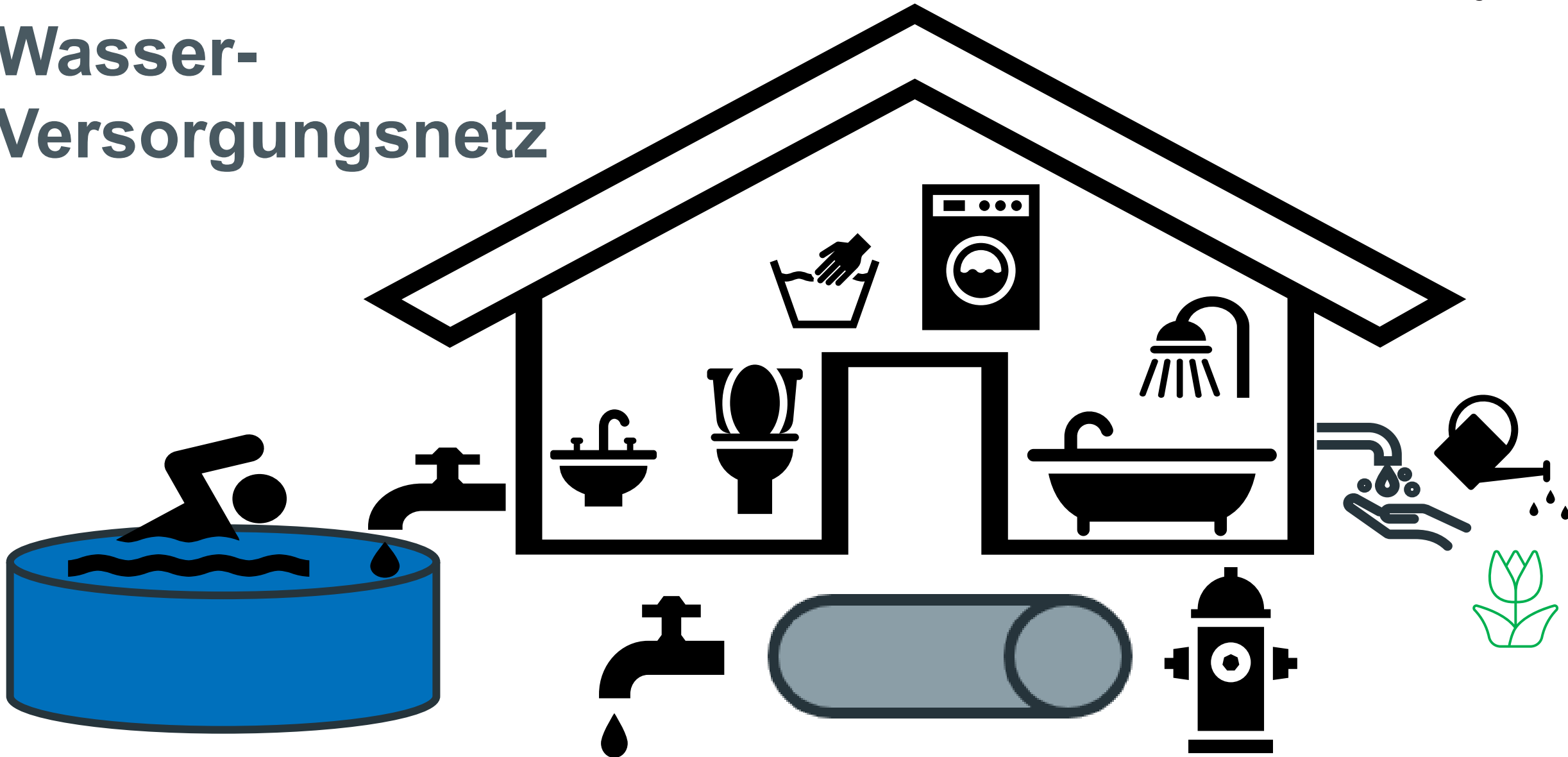
- Ab Gigabit-Ethernet (1GBASE-T bis 40GBASE-T) ist die Implementierung der **Autonegotiation verpflichtend**.

TERTIÄRVERKABLUNG UND MESSUNGEN



Einzelne Produkte der Kategorie...werden immer nach Linkklasse...gemessen.

Wasser- Versorgungsnetz



1GBase-T, 10GBase-T, 25GBase-T, 40GBase-T

NETZANWENDUNG MIT RJ45 DIN EN 50173-1

Zukünftige
Ethernet-Anwendungen
funktionieren über hohe
Frequenzen z.B.
1250MHz oder 2000MHz



Optimales Rohr
für Ethernet-
Anwendungen

Klasse D (100MHz)

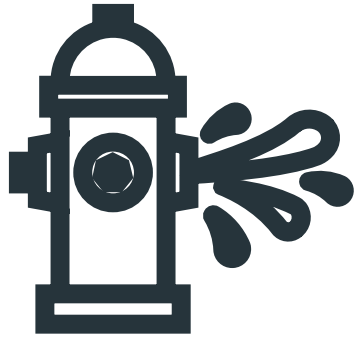
Klasse E_A (500MHz)

Klasse I (2000MHz)

Abwärtskompatibel, Klasse D

Abwärtskompatibel, Klasse E_A und Klasse D

LINKKLASSEN, ANWENDUNG UND STECKVERBINDER DIN EN 50173-1



**Ethernet-
Anwendungen**



Zu einer Linkklassen gehören alle Steckverbinder und Kabel.
Die technischen Parameter der Übertragungsstecke sind auf die Anwendung abgestimmt.



Klasse D, RJ45 (100MHz)

Klasse E_A, RJ45 (500MHz)

Abwärtskompatibel, Klasse D



Keine
Ethernet-
Anwendung



Klasse F, Modul GG45, TERA (600MHz) Datenkabel von 600-1000MHz

Klasse F_A, Modul GG45, TERA (1000MHz) Datenkabel von 1250-1600MHz

Klasse I, RJ45 (2000MHz)

Abwärtskompatibel, Klasse E_A und Klasse D

LINKKLASSEN FÜR ANWENDUNG DIN EN 50173-1



- Wir wollten immer bessere Produkte, mit mehr Reserve für die Zukunft.
- DIN EN 50173-1:2010 definiert Anwendung für 10GBase-T
 - 10GBase-T funktioniert mit **Klasse F** / Cat.7 Datenkabel und **Klasse E** / RJ45
- **Warum nicht das Beste aus beiden Klassen verwenden???**
- Heute wird oft in der Praxis Kabel Cat.7/7_A und Modul 6_A verwendet.
- Das ist **Mix and Match** und bedeutet:
 - Produkte, Frequenzbereiche, Linkklassen werden willkürlich miteinander kombiniert.
- **IEEE definiert Linkklassen für die Funktion aller Komponenten** (aktiv/passiv).

DIN EN 50173-1
„Stand der Technik“
definiert Linkklassen



diese Linkklassen
definieren Anwendungen

Klasse D, **RJ45** (100MHz)

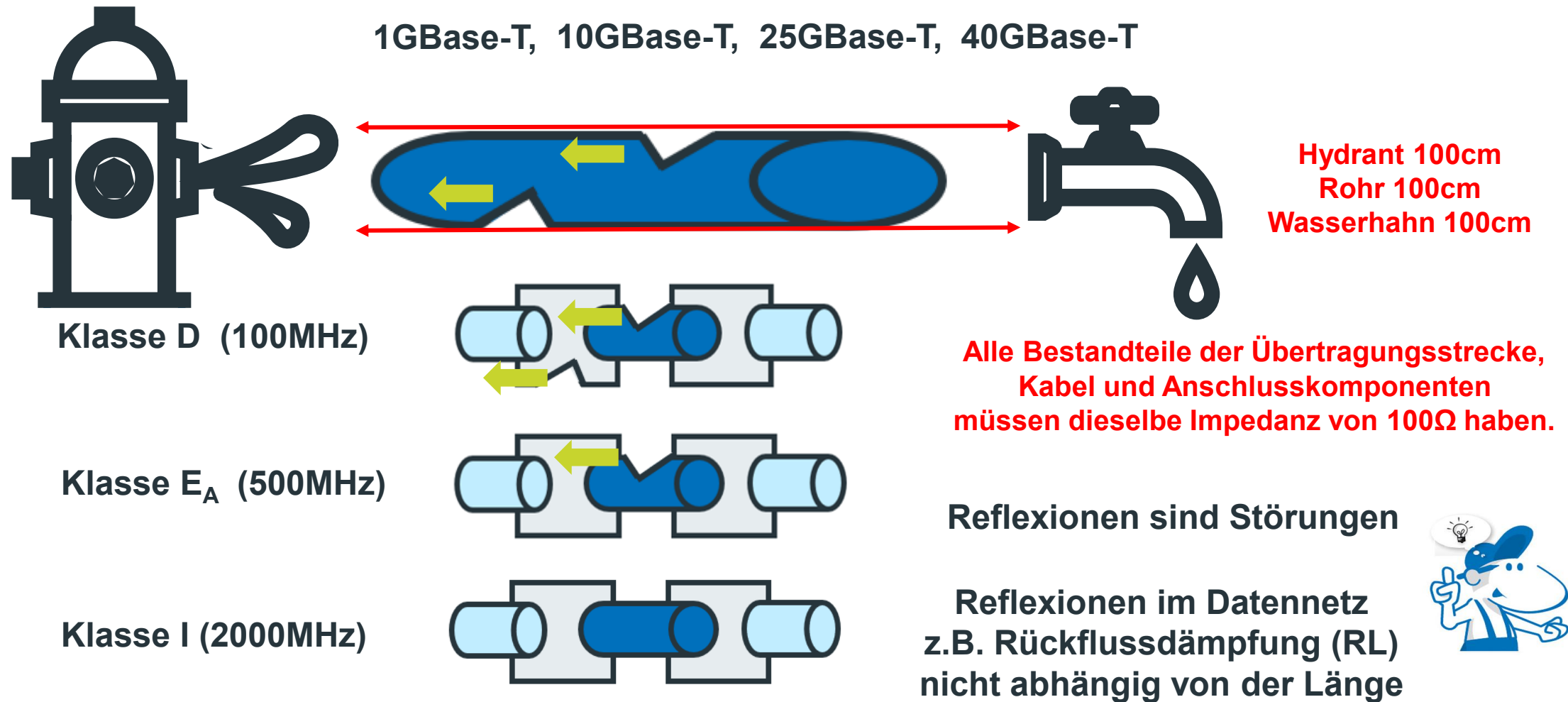
Klasse E_A, **RJ45** (500MHz) Abwärtskompatibel, Klasse D

Klasse F, Modul GG45, TERA (600MHz) Datenkabel von 600-1000MHz

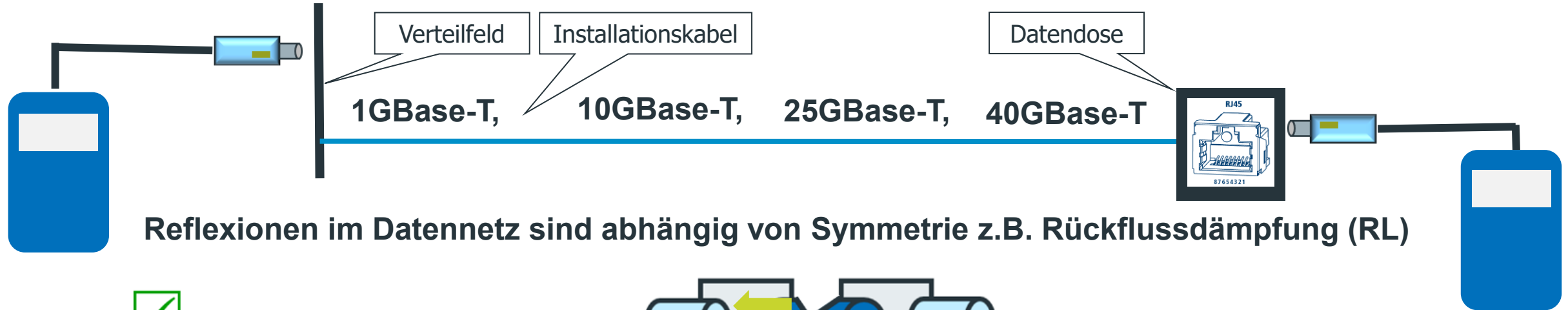
Klasse F_A, Modul GG45, TERA (1000MHz) Datenkabel von 1250-1600MHz

Klasse I, **RJ45** (2000MHz) Abwärtskompatibel, Klasse E_A und Klasse D

Symmetrie z.B. RL als Garantie für Vollduplex 😊😬 Ethernet



PL-Messung als Nachweis für Vollduplex Ethernet



Reflexionen im Datennetz sind abhängig von Symmetrie z.B. Rückflusdämpfung (RL)



PL- Klasse D (100MHz)



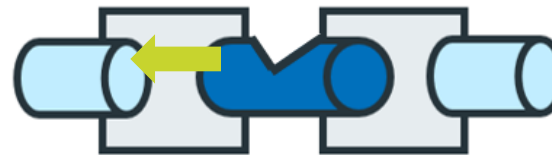
Bei 100Mhz, RL 10dB



PL- Klasse E_A (500MHz)



PoE und Ethernet

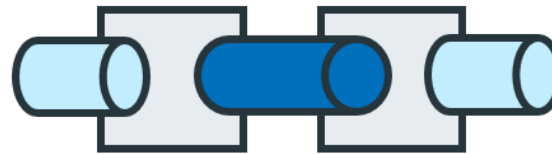


Bei 100MHz, RL 12dB, +2dB $\triangleq$ **+58%**
2018 Funktionen PoE mit Ethernet
das erfordert +2dB zusätzlich beim RL

Testzusammenfassung: FAIL

PL-Klasse E_A (+POE)
Optional-Einstellungen

PL- Klasse I (2000MHz)



Bei 100MHz, RL +6dB $\triangleq$ **+ 300%**
 Bei 500MHz, RL + 4,7dB $\triangleq$ **+ 200%**

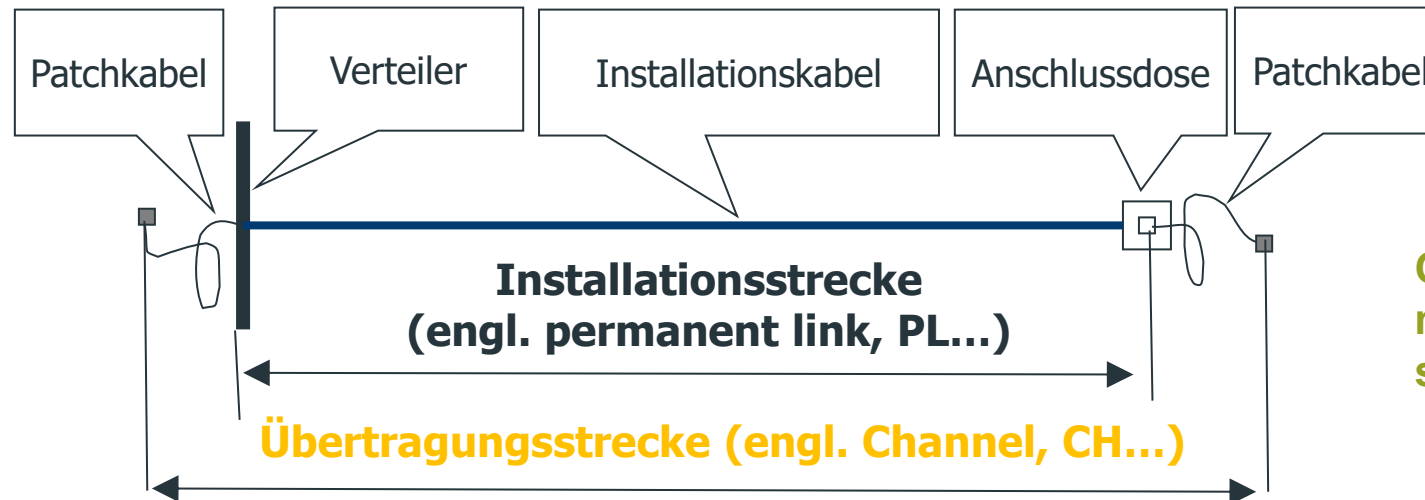
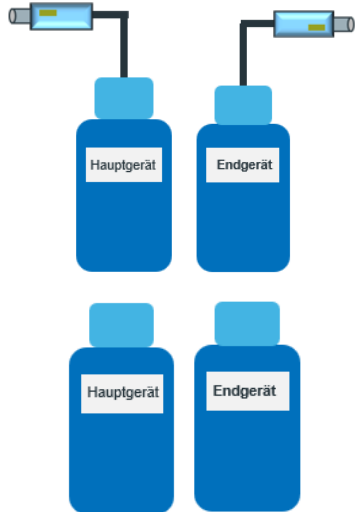
Qualität der Zukunft
für störungsfreie Ethernet-Signale

KUPFER VERKABELUNG MIT RJ45

MESSEN, PRÜFEN DER VERKABELUNG

- Messtechnische Überprüfung der Grenzwerte **DIN EN 50173-1:2018-10** für den Nachweis der Funktion.

RJ45 / Twisted-Pair Verkabelung



Glasfaser Verkabelung

Qualität der Patchkabel und messtechnische Angaben sind entscheidend.



Der PL hat hohe Anforderungen an die Messwerte.

CIL^a ist die größte Einfügedämpfung der Übertragungsstrecke

Quelle: DIN EN 50173-1 :2018-10

Netzanwendung	λ /nm	OM3 CIL^a /dB	OM3 L^b /m	OM4 CIL^a /dB	OM4 L^b /m	OM5 CIL^a /dB	OM5 L^b /m
IEEE 802.3-2015, 10GBASE-SR/SW	850	2,60	300	2,90	400	2,90	400

Netzanwendung und Verkabelungsklasse	10 Base-T 2017	1 GBase-T 2017	Fibre Channel 1 Gbit/s 2007	2,5 GBase-T 2017	5 GBase-T 2017	10 GBase-T 2017	HDBase-T IEEE 1911.2 zurückgezogen 2015	FC-100-DF-EL-S	25 GBase-T 2017	40 GBase-T 2017
DIN EN 50173-1:2018-10										
Klasse C RJ45 (16MHz)	✓									
Klasse D RJ45 (100MHz)	✓	✓	✓							
Klasse E RJ45 (250MHz)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
Klasse E _A RJ45 (500MHz)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗			
Klasse I RJ45 (2000MHz)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓	✓
Klasse F GG45, TERA (600MHz)								✓		
Klasse F _A GG45, TERA (1000MHz)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Es wird erwartet, dass die anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlage nach DIN EN 50173 eine Lebenserwartung von mehr als 10 Jahren hat.

Netzanwendung und Verkabelungsklasse DIN EN 50173-1:2018-10	10/100 Base-T Halbduplex 2017	1 GBase-T Vollduplex 2017	10 GBase-T Vollduplex 2017	HDBase-T IEEE 1911.2 zurückgezogen 2015	25 GBase-T Vollduplex 2017	40 GBase-T Vollduplex 2017
Klasse E _A 500MHz mitRJ45	✓	✓	✓	✗	Quelle: DIN EN 50173-1 (VDE 0800173-1):2018-10 vodafone	
Klasse I 2000MHz mit RJ45	✓	✓	✓	✓	✓	✓

HDBaseT-ist eine Technologie für:

- 100-Mbit/s-Ethernet
- USB 2.0
- Steuersignale
- bis zu 100 W Stromversorgung (DIN EN 50174-2 2018, PoE)
- Hinweis Ethernet und PoE :
 - Bei 10 GBase-T und PoE muss die Klasse E_A um 58% besser sein damit beide Anwendungen des IEEE funktionieren.
- Übertragung von unkomprimiertem ultra-HD Digital-Video und -Audio (2K/4K/3D)



UHD/UltraHD 4K, 3840 x 2160 Bildpunkten möglich

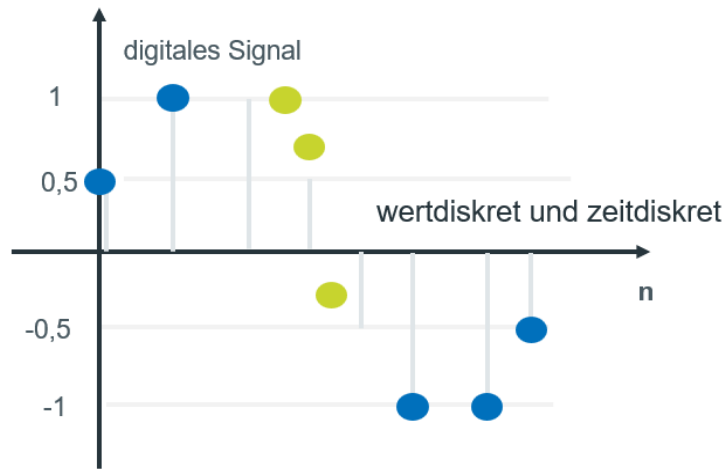
UHD/UltraHD 8K: 7680 x 4320 Bildpunkte darstellen

Diese Auflösung kann ich heute kaufen.

Das entspricht der vierfachen Bildauflösung von UHD 4K.

Das Bild benötigt 24 Gigabit pro Sekunde.

KOPPLUNGSMECHANISMEN FÜR GEBRÄUCHLICHE STÖRQUELLEN DIN EN 50173-1:10-2018



Ein digitales Signal ist wertdiskret z.B. 1 und zeitdiskret also konstante zeitliche Abstände.

- Unsymmetrie, z.B. geringes RL,
- Störungen können einkoppeln
- Verschieben der Signale-Werte
- **Ethernet-Signal ist zerstört**



Störer	Störung	Koppelmechanismus
Elektromotoren	Stoßspannung und schnelle elektrische Transienten	Örtliche Erde, leitungsgeführt
Antriebsregelung	Leitungsgeführt und Stoßspannung (Teilentladung z.B. Frequenzumrichter)	Örtliche Erde, leitungsgeführt
Relais und Schütze	Schnelle elektrische Transienten	Abgestrahlt, leitungsgeführt
Schweißen	Induktion, Schnelle elektrische Transienten (Einschwingvorgang)	Abgestrahlt, magnetisch
Hochfrequentes Induktionsschweißen	Hochfrequenz	Abgestrahlt, leitungsgeführt
Förderzeug (Papier/Textilien)	Elektrostatische Entladung	Abgestrahlt
Elektroheizung	Schnelle elektrische Transienten	Örtliche Erde, leitungsgeführt, abgestrahlt
Induktionsheizung	Schnelle elektrische Transienten , magnetisch	Örtliche Erde, leitungsgeführt, abgestrahlt
Funkkommunikation	Hochfrequenz	abgestrahlt

NETZANWENDUNG / LINK-KLASSE / STRECKEN-LÄNGE

Die Netzanwendung der **aktiven Komponenten Ethernet IEEE-Norm 802.3..** und die dazugehörige Linkklasse oder Anwendungsbericht.

10 Base-T <i>halbduplex</i> (1996)	Klasse C
100 Base-T <i>halbduplex</i> (1997)	Klasse D
1 GBase-T vollduplex (1999)	Klasse D
10 GBase-T vollduplex (2006)	Klasse E _A
25 GBase-T, TR , vollduplex (2016)	Class I
25-40 GBase-T vollduplex (2016) Abwärtskompatibel alle Klassen	Klasse I

Die **Linkklasse (DIN EN 50173-1: 2018-10)** und die **Länge/Ausdehnung** ist immer von der Frequenz abhängig die genutzt wird.

Klasse C, 16MHz	PL 188m – Länge Patchkabel
Klasse D, 100MHz	PL 117m – Länge Patchkabel
Klasse D, 100MHz	PL 117m – Länge Patchkabel
Klasse E _A , 500MHz	PL 102m – Länge Patchkabel
Class I, 1250MHz	CH 30m incl. Patchkabel
Klasse I, 2000MHz 2018	PL 32m – Länge Patchkabel Abwärtskompatibel alle Längen

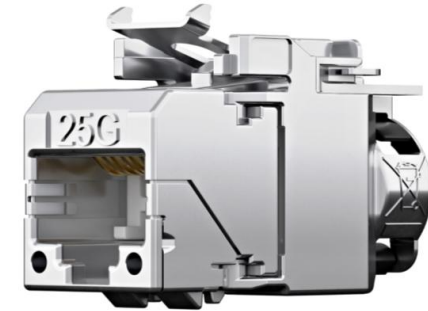
- **TR**, beschreibt eine **Anwendung 25GBase-T** nach IEEE 802.3bq mit aktiven Komponenten bei 1250MHz.
- So ein Anwendungstest beinhaltet die komplette Übertragungsstrecke (engl. **ch**annel) **incl. Patchkabel**.
- **Class I, 1250MHz** ist nicht als Verkabelungsnorm in der **DIN EN 50173-1: 2018-10** enthalten.



ISO/IEC Technische Reports

LEONI

➤ ISO/IEC TR 11801-xy: Guidance for balanced cabling in support of 25 Gbit/s data transmission over min. 50m“: in Planung: siehe IEEE 802.3bq

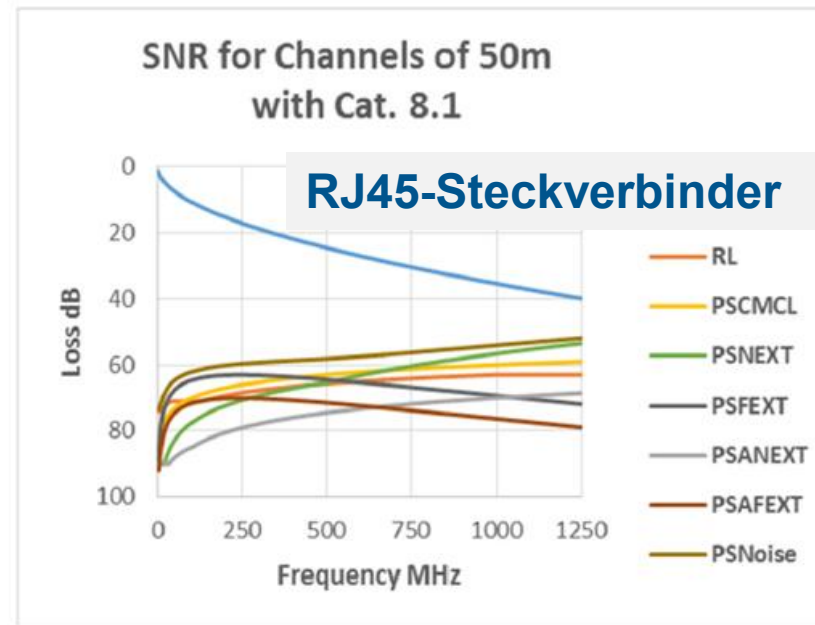
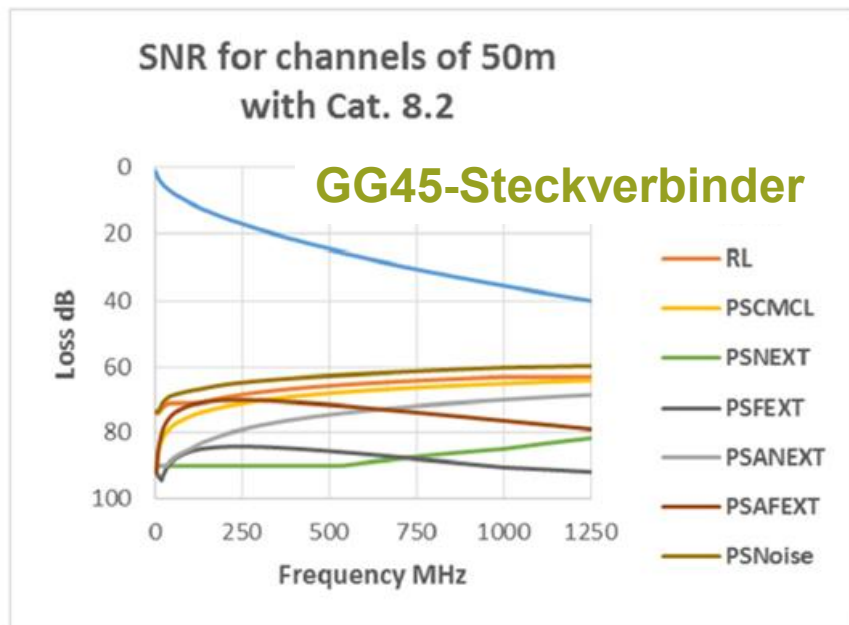


**Verkabelungsnorm DIN
Klasse I (Level VI)**
(bis zu 2000 MHz definiert)

**1BASE-T bis 40GBASE-T,
DIN EN 50173 :2018**

mit Kat.8.2 Kabel
Kat.8.1 RJ45 Komponenten
Abwärtskompatibel für alle
Netzanwendungen und Längen

**Messung bei 2000MHz
PL 32m – Patchkabel**



Reichweiten von min. 50m verbessern den Marktzugang für Rechenzentren, Büro- und Gebäudeanwendungen. Die erhöhte Attraktivität führt zu einer Win-Win Situation für alle Marktteilnehmer...

ZEITSTRAHL AB 2010 DER LINK-KLASSEN FÜR 10GBASE-T

Die Netzanwendung der **aktiven Komponenten Ethernet IEEE-Norm 802.3..** und die dazugehörige Linkklasse.

Die **Linkklasse (DIN EN 50173-1)** und die **Übertragungsstrecke** ist immer von der Frequenz abhängig die genutzt wird.

DIN EN 50173-1:2010-06

10 GBase-T vollduplex IEEE 802.3an von 2006	Klasse E RJ45	Klasse E, 250MHz	PL 105m - 3 ^b m – Patchkabel (3 ^b =zugeteilte Reserve)
10 GBase-T vollduplex IEEE 802.3an von 2006	Klasse F GG45, TERA	Klasse F, 600MHz Cat.7- Datenkabel	PL 107m - 3 ^b m – Patchkabel (3 ^b =zugeteilte Reserve)

DIN EN 50173-1:2011-09

10 GBase-T vollduplex IEEE 802.3an von 2006	Klasse E _A RJ45	Klasse E _A , 500MHz	PL 105m - 3 ^b m – Patchkabel (3 ^b =zugeteilte Reserve)
--	--------------------------------------	--------------------------------	--

DIN EN 50173-1 2018:10

10 GBase-T vollduplex IEEE 802.3an von 2006	Klasse E _A RJ45	Klasse E _A , 500MHz	PL 102m – Patchkabel Länge der Übertragungsstrecke mit PoE 100-76m
--	--------------------------------------	--------------------------------	--

DIN EN 50173 UND GRENZWERTE/ MESSUNG RL 10GBASE-T

DIN EN 50173-1:2011-09

10 GBase-T vollduplex IEEE 802.3an von 2006	Klasse E _A RJ45	Klasse E _A , 500MHz	Übertragungsstrecke (engl. channel) 105m - 3 ^b m (3 ^b =zugeteilte Reserve)
Grenzwerte der Rückflusddämpfung für eine Übertragungsstrecke bei charakteristischen Frequenzen			kleinste Rückflusddämpfung 6dB , Frequenz < 398,1 f ≤ 500 MHz

DIN EN 50173-1 2018:10

PoE Funktion, Sondereinstellung am Messgerät, für die Klasse E_A,

DIN EN 50174-2 2018:10 DC-Widerstand-Unsymmetrie, RL 8dB, Symmetrie muss um 2dB = 58% besser sein

10 GBase-T vollduplex IEEE 802.3an von 2006	Klasse E _A RJ45	Klasse E _A , 500MHz	Übertragungsstrecke = 102m – Patchkabel, Länge der Übertragungsstrecke mit PoE 100-76m
Grenzwerte der Rückflusddämpfung für eine Übertragungsstrecke bei charakteristischen Frequenzen			kleinste Rückflusddämpfung 6dB , Frequenz < 398,1 f ≤ 500 MHz
10 GBase-T vollduplex IEEE 802.3an von 2006	Klasse I, (Komponenten mit RJ45)	Klasse I, 2000MHz	kleinste Rückflusddämpfung <u>10.7dB bei 500MHz</u> , Frequenz 500 MHz Übertragungsstrecke = 102m – Patchkabel, <u>+200% mehr Garantie für Gegentakt-Ethernet-Signal</u>

abwärtskompatibel Klasse E_A

LINKLÄNGEN FÜR DIE PLANUNG Z.B. KLASSE E_A BIS KLASSE I



Installationskabel (m) Betriebstemperatur bei 20°C	Patchkabel Cat.6 _A (m) Betriebstemperatur bei 20°C
85,5m	2 x 5,5m = 11m
84m	2 x 6m = 12m
82,5m	2 x 6,5m = 13m
81m	2 x 7m = 14m
79,5m	2 x 7,5m = 15m
78m	2 x 8m = 16m
76,5m	2 x 8,5m = 17m
75m	2 x 9m = 18m
73,5m	2 x 9,5m = 19m

IEEE 802.3bq erschien 2016, Ethernet-Standard für die Anwendungen 25GBase-T, Zertifikat GHMT 30m

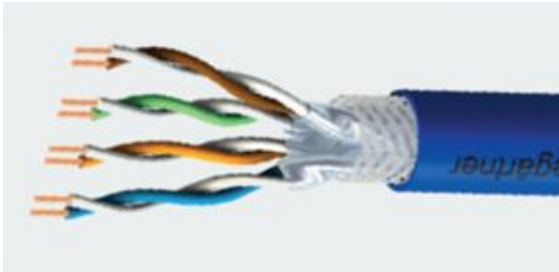
Bei einer Frequenz von 1250MHz kann die Anwendungen 25GBase-T, bis ca. 50m funktionieren.

DIN EN 50173-1 Klasse I, 25-40 GBase-T, 32m (abwärtskompatibel Klasse E_A)

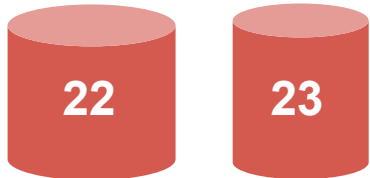
die Komponente Kabel



TWISTED-PAIR-KABEL DIN EN 50173-1



- Das Kabel der Kategorie 5, 6, 6A, 7, 7_A und 8.2 ist ein **S/FTP**
- S = Gemeinsamer Geflechtschirm
- FTP = einzelne Paare jeweils von einem Folienschirm umgeben
- Es gibt Leitungen in massiver, eindrätiger Ausführung. (Installationskabel)
- Es gibt Leitungen in flexibler, mehrdrätiger Ausführung. (Rangierschnüre)



AWG .../1	Durchmesser mm (ca.)	Querschnitt mm ² (ca.)
22 (solid)	0,64	0,33
23 (solid)	0,57	0,26
27 (solid)	0,36	0,10

Qualität:

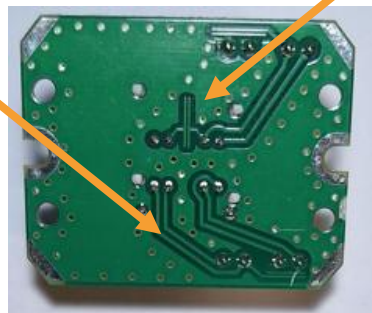
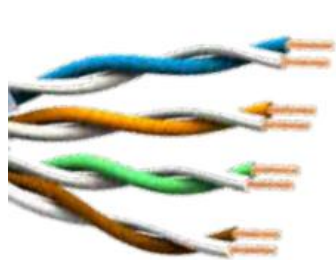
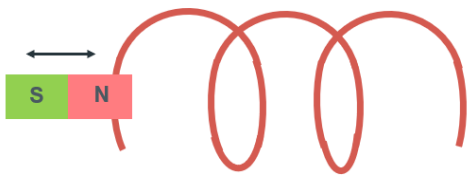
- **Wellenwiderstandsverlauf**
- **Rückflusdämpfung (RL)**

WELLENWIDERSTANDSBETRACHTUNG

Der Wellenwiderstand beschreibt das Verhältnis zwischen dem Strom und der Spannung in einer Welle, die sich durch das Medium/Kabelstrecke ausbreitet.

- ab 1MHz wird der Wellenwiderstand Z (Ω) bestimmt
- von L = Induktivität
- und C = Kapazität
- abhängig ist Z (Ω) von Konstruktion, Qualität und Installation

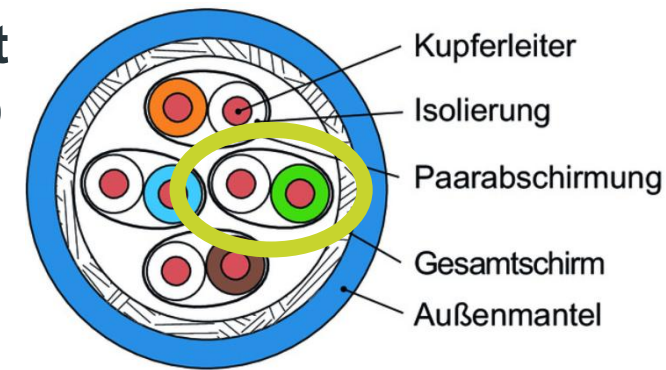
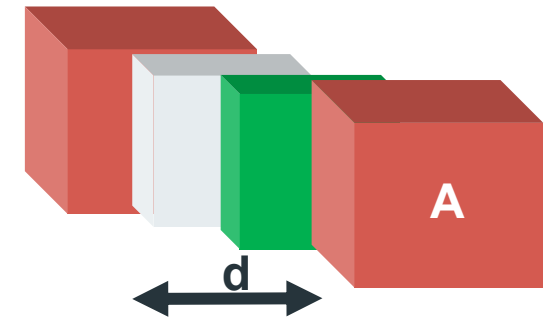
Quelle: Fachbuch IT-Verkabelungssysteme Kiery, Köhler, Wilhelm



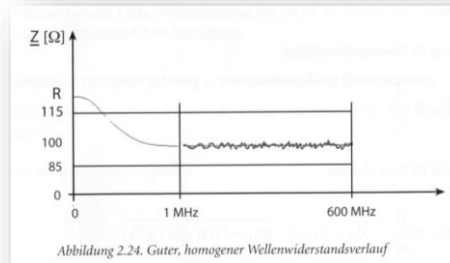
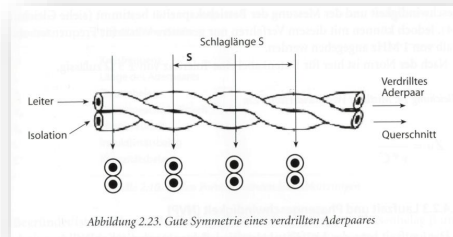
Rückseite
AMJ45 Datendose
Cat6_A , mit LSA+

$$C \text{ (Kapazität)} = \epsilon \frac{A}{d}$$

ϵ = dielektrische Leitfähigkeit
(Eigenschaft vom Kunststoff)



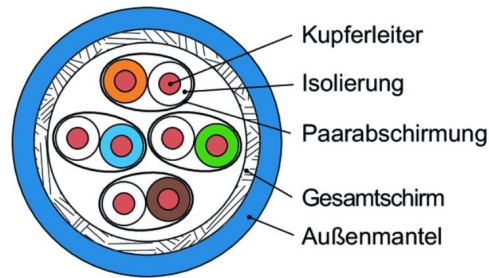
WELLENWIDERSTANDSVERLAUF UND RL



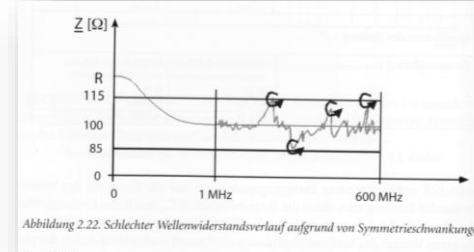
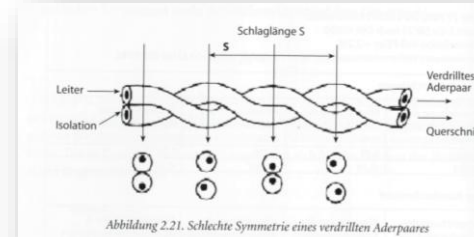
$$Z=100\Omega\pm5\Omega$$

Gute Symmetrie

- Wenig Reflexionen $\triangleq$ wenig Störungen
- RL großer Wert in dB



Quelle: Fachbuch IT-Verkabelungssysteme
Kiery, Köhler, Wilhelm



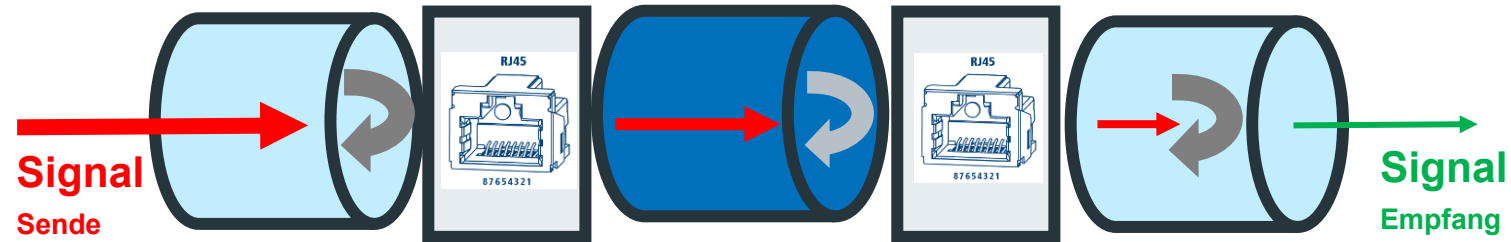
$$Z=100\Omega\pm15\Omega$$

Schlechte Symmetrie

- Viel Reflexionen $\triangleq$ viel Störungen
- RL kleiner Wert in dB

RÜCKFLUSS- DÄMPFUNG (RL)

- Ist ein Maß für **Reflexionen** auf Datenstrecken und damit ein Maß für die **Übertragungsqualität**.



Z = Wellenwiderstand
Datenkabel

$$Z_{\text{Kabel}} = 100\Omega \pm 5\Omega$$

$$Z_1 = 105\Omega$$

$$Z_2 = 95\Omega$$

$$RL(\text{dB}) = 20 \log_{10} \frac{|Z_1 - Z_2|}{|Z_1 + Z_2|}$$

RL nicht abhängig von der Länge

DATENBLATT UND RL- ANGABE

Frequenz	1*	4	10	16	31,2	62,5	100	250	500	600	1000*	1200*	1300*	MHz
Dämpfung	1,9	3,5	5,6	7,1	10,0	14,1	18,0	28,9	41,3	46,6	60,2	66,6	69,6	dB/100m
NEXT	110	105	104	103	102	101	100	98	96	94	92	90	88	dB/100m
PS NEXT	108	103	102	101	100	99	98	96	94	92	90	88	86	dB/100m
ACR	108	101	98	96	92	87	82	69	54	48	32	23	18	dB/100m
PS ACR	106	99	96	94	90	85	80	67	52	46	30	21	16	dB/100m
ACR-F	95	94	93	91	90	89	88	80	65	60	40	38	37	dB/100m
PS ACR-F	93	92	91	89	88	87	86	78	63	58	38	36	35	dB/100m
Return Loss	30	30	32	32	32	33	32	29	25	24	21	19	18	dB/100m

Z = 100Ω±15Ω, AMJ 1300 S/FTP

AWG23/1 Cat.7_A

Verkabelung der Klasse F_A 1000MHz

Frequenz	1*	4	10	100	250	500	600	1000	1600	2000	MHz
Dämpfung	0,54	0,95	1,5	5,0	8,0	11,3	12,5	16,3	21,0	23,5	dB/30m
NEXT	103	103	103	103	97	95	94	90	85	80	dB/30m
PS NEXT	100	100	100	100	94	92	91	77	82	77	dB/30m
ACR	102	102	101	98	89	84	80	74	64	56	dB/30m
PS ACR	99	99	99	95	86	81	77	71	61	53	dB/30m
ACR-F	100	100	100	95	92	89	87	78	72	70	dB/30m
PS ACR-F	97	97	97	91	86	84	81	75	69	67	dB/30m
Return Loss	28	30	30	30	28	26	25	23	20	18	dB/30m

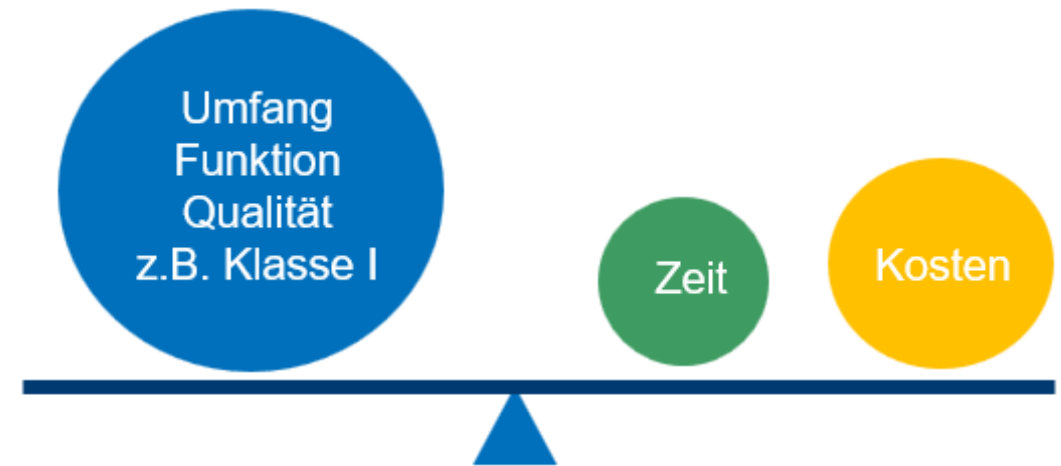
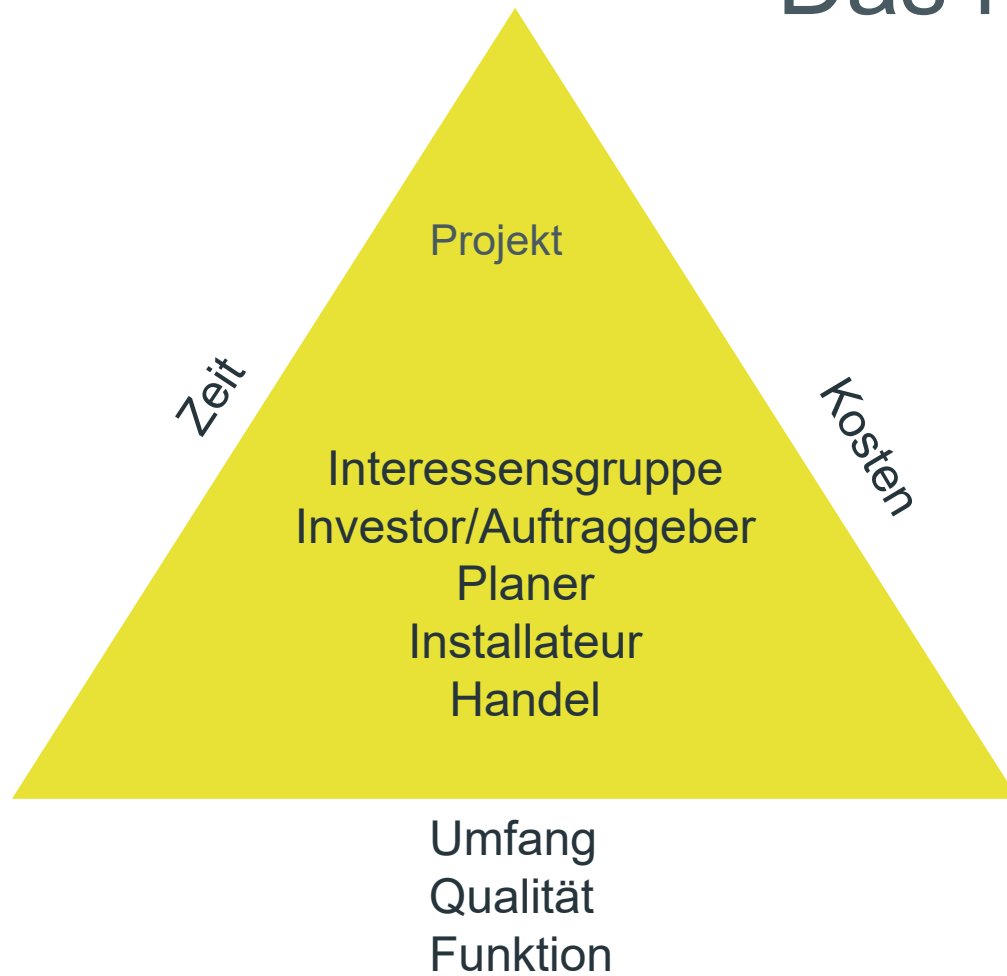
Z = 100Ω±5Ω, AMJ 2000 S/FTP

AWG23/1 Cat.8.2

Klasse F_A und Klasse I (2000MHz)

+dB, Leistung/Intensität Verstärkungsfaktor	1 Basis 100%	1.58 +58%
Erhöhung in dB	0	2

Das magische Dreieck



Eine Linkklasse besteht aus Steckverbinder und Kabel. Alles abgestimmt auf ein Frequenzbereich.

PL und Klasse	Kabel nach DIN EN 50173	Kabel Mix and Match (Produkte der Klassen werden kombiniert)	Qualität (RL) für Funktionsgarantie	Bewertung RL/dB in %	Preise in Prozent
Klasse D (100MHz)	100028088 Cat.5 AWG24				
Klasse E _A (500MHz)	AMJ500 U/FTP AWG23/1 Cat.6A	Wir wollten bessere Produkte. DIN EN 50173-1:2010 Cat.7	23dB bei 500MHz 21dB bei 625MHz		AMJ500 Plus +11%
		AMJ1000 S/FTP AWG23/1 Cat.7	23dB bei 600MHz 21dB bei 1000MHz	AMJ1000 +1dB = +26%	AMJ1000 Plus +24%
		AMJ1300 S/FTP AWG23/1 Cat.7 _A	24dB bei 600MHz 21dB bei 1000MHz	----- = ----- AMJ1300	AMJ1300 Plus +26%
		AMJ1400 S/FTP AWG22/1 Cat.7 _A	23dB bei 600MHz 19dB bei 1000MHz	-1dB = -21% -2dB = -37%	AMJ1400 Plus +26%
		AMJ1600 S/FTP AWG22/1 Cat.7 _A	24dB bei 600MHz 21dB bei 1000MHz	AMJ1400 +1dB = +26% +2dB = +58%	AMJ1400 Plus -7%
Klasse I (2000MHz)	AMJ2000 S/FTP AWG23/1 Cat.8.2	Bestes Produkt für die Zukunft. DIN EN 50173-1:2018	25dB bei 600MHz 23dB bei 1000MHz 18dB bei 2000MHz	25 GBase-T bei 1250MHz ca. +100%	AMJ1400 Plus +40%

listando**Umzug****Haus****Bau****Hochzeit****Gesundheit**

NRW

Baden-
Württemberg

Bayern



Berlin



Brandenburg



Hessen



Hamburg



Niedersachsen

Schleswig-
Holstein

Sachsen



Bremen



Thüringen

Kostenlose Preiseinschätzung
Wir analysieren tausende Angebote von Dienstleistern und erstellen daraus detaillierte Preisübersichten. Finde ganz einfach heraus, was andere Kunden durchschnittlich bezahlt haben.

INTERNET & DATEN

Was kostet es, ein LAN-Kabel verlegen zu lassen?

Quelle: kontakt@listando.de



Möchtest du ein LAN-Kabel verlegen lassen?
Dann lies hier alles über Preise, Tipps und Tricks.

Ein LAN-Kabel verlegen zu lassen kostet dich ungefähr 1,20 €/m - 1,75 €/m Materialkosten zzgl. 50 € - 100 €/Stunde Kosten für den Elektriker.

Beispielrechnung zusammengestellt, wenn du ca. 25 m LAN-Kabel fachgerecht von einem Elektriker verlegen lassen möchtest:

Kostenpunkt	Preis
2 Anschlussdosen	ca. 30 €
Kleinteile	ca. 8 €
25 m LAN-Kabel	ca. 12 €
Summe Materialkosten	ca. 50 €
25 m Leerrohrverlegen (6 Stunden)	ca. 300 €
25 m Kabel einziehen (2 Stunden)	ca. 60 €
2 Dosen setzen	ca. 60 €
2 Eingangsanschlüsse	ca. 60 €
Summe Gesamtkosten	<u>530,-€</u>

KUPFER VERKABELUNG MIT RJ45

**Nicht vergessen bei der Produktwahl:
Störer verdoppeln sich ca. alle 2 Jahre**

hier entsteht der Kostenunterschied
Cat.6_A - 8.1 RJ45, ca. doppelter Preis

hier entsteht der Kostenunterschied
Cat.7 - 8.2 2000MHz, ca. doppelter Preis

viel RL (Wellenwiderstand) = viel Qualität
Vergleich Klasse I mit Klasse E_A

Installationsstrecke bei 500MHz ist ca. 90m

Klasse I, +4,7dB bei 500MHz

+200% Funktionssicherheit

für Vollduplex-Ethernet-Signal (1-40 GBase-T)

572,-€

+8% Materialkosten

POE IEEE 802.3AF-BT

Endspan: Switch speist Strom ein

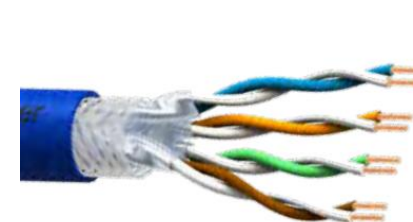


**Midspan: Switch sendet nur Daten,
Strom von Midspan-Gerät eingespeist
(zwei zusätzliche Steckverbindungen!)**



PoE	Norm	Eingespeiste Leistung typ.	DIN EN 50173-1:2018-10
PoE	IEEE 802.3af	15,4 W	Typ 1, 4-15 W, 2 Paare
PoE+	IEEE 802.3at	30,0 W	Typ 2, 4-30 W, 2 Paare
4PPoE	IEEE 802.3bt	60,0 W 90,0 W	Typ 3, 4-60 W, 4 Paare Typ 4, 4-90 W, 4 Paare

Drahtwiderstand nach DIN EN 50174-2:2018-10



0,095 Ω/m



0,075 Ω/m



0,065 Ω/m



POE PARAMETER BEI DER INSTALLATION

In der DIN EN 50173-1:2018-10 sind die Netzanwendungen für PoE Typ 1-4 und die Kabelbewertung beschrieben

- PoE Typ 1 = 4-15 W, **2 Paare**, Klasse D
- PoE Typ 2 = 4-30 W, **2 Paare**, Klasse D
- PoE Typ 3 = 4-60 W, **4 Paare**, Klasse D
- PoE Typ 4 = 4-90 W, **4 Paare**, Klasse D

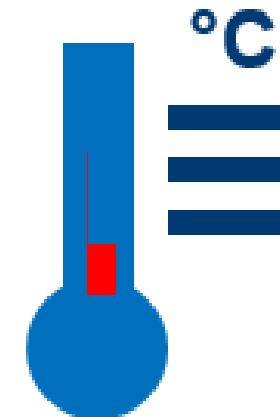
Anforderung für Planung

In der DIN EN 50174-2:2018-10 wird der Drahtwiderstand im Verhältnis mit dem Kabeldurchmesser für PoE Anwendungen definiert.

0,095 Ω /m / Ø Kabel 5mm

0,075 Ω /m / Ø Kabel 7mm

0,065 Ω /m / Ø Kabel 7mm
Anforderung für Planung



AWG	Ω /m
22	0,055
22,7 ($\approx$ 23)	0,063 AMJ2000
23	0,068
24	0.086
26	0.143
27	0.172

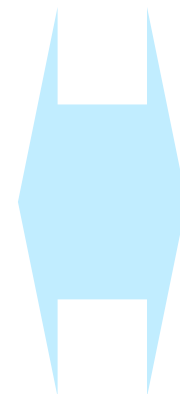
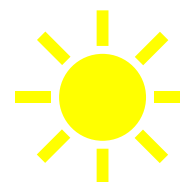
Planung und Installation
soll nach
„Stand der Technik“ erfolgen.
Vor dem Einsatz von
AWG22, wird ein technischer
Nachweis empfohlen.



Quelle : DIN EN 50174-2 und
50173-1 2018:10

BERECHNUNGSBEISPIELE $\Delta T^{\circ}\text{C}$ NACH KABELANZAHL/LÄNGE DIN EN 50174-2 2018:10

Kleinsten Widerstand 0,065 Ω /m Größter Kabeldurchmesser 0,007 m DIN EN 50174-2:2018-10	6 Kabel	12 Kabel	24 Kabel
Installationsbedingung - mit Belüftung	$\Delta T = 1,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 2,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 4,0^{\circ}\text{C}$
Installationsbedingung - Kabelrinne mit ungelochtem Boden	$\Delta T = 2,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 3,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 4,5^{\circ}\text{C}$
Installationsbedingung – Elektroinstallationskanal / Elektroinstallationsrohr	$\Delta T = 2,8^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 4,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 6,0^{\circ}\text{C}$
Installationsbedingung – mit Isolierung	$\Delta T = 6,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 8,5$	$\Delta T = 12,5^{\circ}\text{C}$



Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Länge der Übertragungsstrecke (m) (Gesamtlänge der Schnüre 10m)
20 $^{\circ}\text{C}$	100 m
25 $^{\circ}\text{C}$	98 m
30 $^{\circ}\text{C}$	97 m
35 $^{\circ}\text{C}$	95 m
40 $^{\circ}\text{C}$	93 m
45 $^{\circ}\text{C}$	90 m
50 $^{\circ}\text{C}$	86 m
55 $^{\circ}\text{C}$	83 m
60 $^{\circ}\text{C}$	80 m

Quelle : DIN EN 50174-2 2018:10

KABELWERTE $\Delta T^{\circ}\text{C}$ UND BEWERTUNG AWG 22/23

Widerstand und Kabeldurchmesser im Vergleich zu den Vorgaben DIN EN 50174-2:2018-10	6 Kabel	12 Kabel	24 Kabel	48 Kabel	72 Kabel
<u>0,075 Ω/m</u> und $\varnothing$ 0,007m Elektroinstallationskanal / Elektroinstallationsrohr	$\Delta T = 3,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 5,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 7,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 12,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 15,0^{\circ}\text{C}$
<u>0,065 Ω/m</u> und $\varnothing$ 0,007m Elektroinstallationskanal / Elektroinstallationsrohr	$\Delta T = 2,8^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 4,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 6,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 9,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 12,5^{\circ}\text{C}$
0,01 Ω/m Unterschied zwischen den Widerständen	$\Delta T = 0,7^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 1,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 1,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 2,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 2,5^{\circ}\text{C}$

Quelle : DIN EN 50174-2 2018:10

$$0,075\Omega/\text{m} - 0,065\Omega/\text{m} = \underline{\underline{0,01\Omega/\text{m}}}$$

AMJ 1600 MHz, Cat.7_A, AWG 22, R = 0,055 Ω/m $\approx$ 0,01 Ω/m
 AMJ 2000 MHz, Cat.8.2, AWG 23, R = 0,063 Ω/m Unterschied

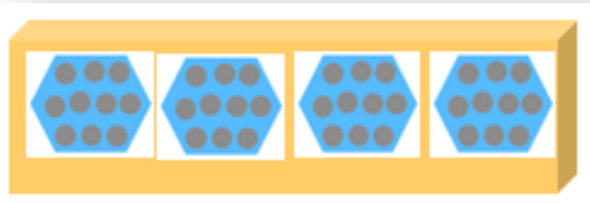
2,5 $^{\circ}\text{C} \triangleq$ 1 Meter

Kabeldurchmesser AMJ 2000 ca.8mm

RECHTECKIGE KABELGRUPPEN UND POE

DIN EN 50174-2: 2018-10

Quelle: DIN EN 50174-2 Ausgabe:10-2018



Verhältnis von Breite zu Höhe der Kabelgruppe	1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1
Reduktionsfaktoren für rechteckige Kabelgruppen / Multiplikator für ΔT_n	0,89	0,84	0,77	0,71	0,66	0,62

Widerstand und Kabeldurchmesser im Vergleich zu den Vorgaben DIN EN 50174-2:2018	24 Kabel	48 Kabel	72 Kabel
<u>0,065 Ω/m</u> und $\varnothing$ 0,007m Elektroinstallationskanal / Elektroinstallationsrohr	$\Delta T = 6,0^\circ\text{C}$	$\Delta T = 9,5^\circ\text{C}$	$\Delta T = 12,5^\circ\text{C}$

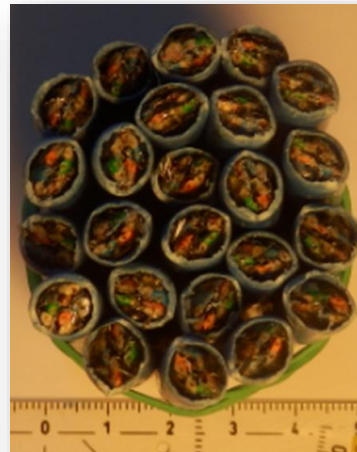
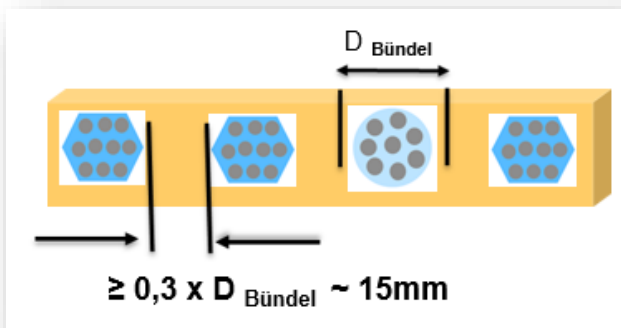
Verhältnis von Breite zu Höhe der Kabelgruppe	1:1	2:1	3:1	4:1	5:1	6:1
Reduktionsfaktoren für rechteckige Kabelgruppen / Multiplikator für ΔT_n	0,89	0,84	0,77	0,71	0,66	0,62
$\Delta T = 6,0^\circ\text{C}$	5,34°C	5,04°C	4,62°C	4,26°C	3,96°C	3,72°C
$\Delta T = 9,5^\circ\text{C}$	8,45°C	7,98°C	7,31°C	6,74°C	6,27°C	5,89°C
$\Delta T = 12,5^\circ\text{C}$	11,12°C	10,5°C	9,62°C	8,87°C	8,25°C	7,75°C

TRENNUNG VON KABELBÜNDELN

DIN EN 50174-2: 2018-10

Quelle: DIN EN 50174-2 Ausgabe:10-2018

- Bei Gruppen von Kabelbündeln mit Fernspeisung, treten stärkere Temperaturanstiege auf, da die Kabel in der Mitte im Wesentlichen nicht belüftet werden.
- Bei Gruppen, einzelner Reihen von Bündel, aus bis zu 24 symmetrischen Kabeln, sollen die Kabelbündel durch vertikale „Wärmeabzüge“ getrennt werden.
 - Mittels Konvektion-Kühlung erreichen



Bsp. 24 Datenkabel AMJ 1300

Berechnungsbeispiele $\Delta T^{\circ}\text{C}$ wird vorausgesetzt, dass die Kabelbündel im Wesentlichen rund sind und aus 24 Stück Kabeln bestehen.

ca. 55 mm Durchmesser Bündel = ca. 16 mm Abstand

PLATZBEDARF BEI NEUINSTALLATION

Quelle : DIN EN 50174-2 2018:10

Gesamter Platzbedarf für Kabel (mm²)	Kabeldurchmesser 7 mm		Kabeldurchmesser 8 mm		Kabeldurchmesser 9 mm
	AMJ 1300	AMJ 1000	AMJ 2000	AMJ 1400	AMJ 1600
6 Kabel	2,94 cm²		3,84 cm²		4,86 cm²
12 Kabel	5,88 cm²		7,68 cm²		9,72 cm²
24 Kabel	11,76 cm²		15,36 cm²		19,44 cm²
48 Kabel	23,52 cm²		30,72 cm²		38,88 cm²
72 Kabel	35,28 cm²		46,08 cm²		58,32 cm²
96 Kabel	47,04 cm²		61,44 cm²		77,76 cm²

Hinweis: DIN EN 50174-2 :2018-10

In der Anfangsphase der Planung:

- sollen Kabelwegsysteme als **voll belegt** angesehen werden, wenn die Querschnittsfläche der Kabel **40% der Querschnittsfläche des Kabelwegsystems** beträgt, so dass noch ausreichend Platz für spätere Verkabelung zur Verfügung steht.
- Bei der **weiteren Planung** sollen **offene oder zu öffnende Kabelwegsysteme** als **voll belegt** angesehen werden, wenn die Querschnittsfläche der Kabel **50% der Querschnittsfläche des Kabelwegsystems** beträgt.



Steckverbinder, Datendose und Patchfeld

TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN RJ45

Anforderung an die Verbindungstechnik, für die Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlage werden in DIN EN 50173-1 beschrieben.

- Anschlussmöglichkeiten, um Verkabelung und aktive Geräte zu überwachen und zu prüfen (**Dokumentation**)



- Steckbare Potentialanschlussmöglichkeit



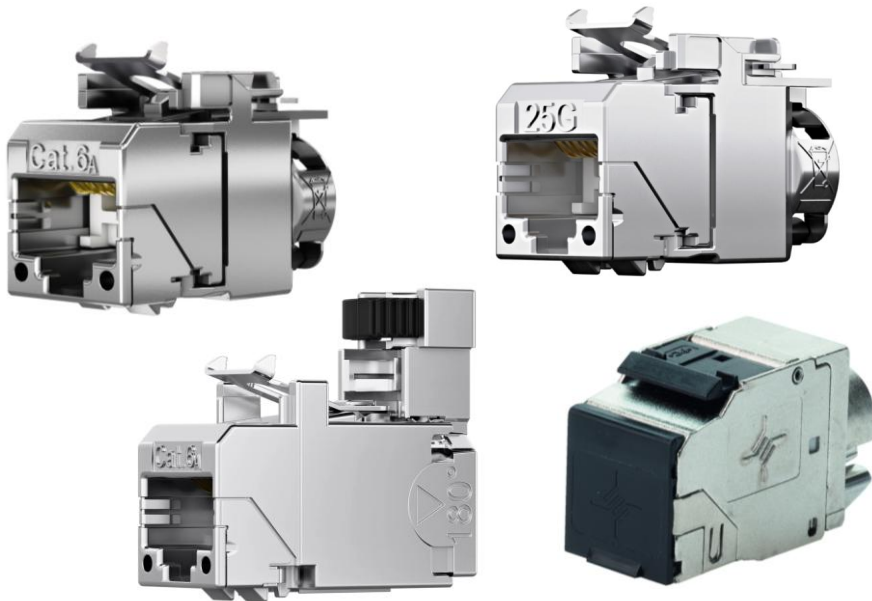
- **Schutz vor Beschädigung** und Verschmutzung

- **Optimiertes Kontaktdesign** zur Vermeidung von Abreißfunken im Kontaktruhebereich (**PoE Typ 4, 90W**)



- Durch **Überbiegeschutz**, Kompatibilität: zu RJ45-/12-/11-Steckern

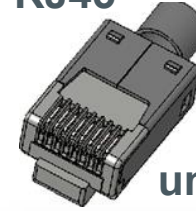
- Kabelschirme dürfen nicht als Zugentlastung genutzt werden wie in DIN EN 50174-2 :2018-10 beschrieben



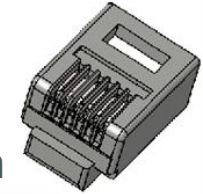
OPTIMIERTES KONTAKT- DESIGN

Durch **Überbiegeschutz**,
Kompatibilität: zu RJ45-

RJ45

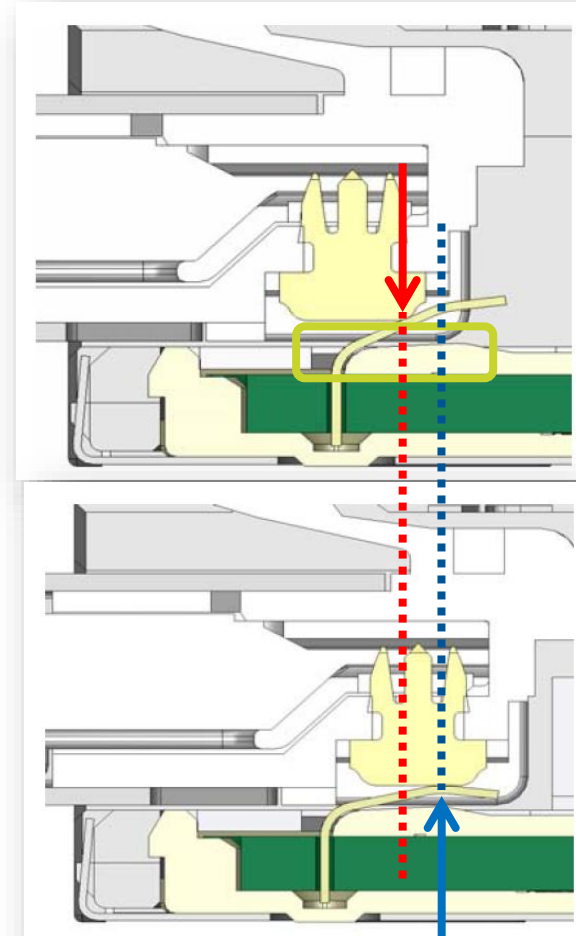


und 12-/11-Steckern



RJ11,
RJ12

Anwendung:
PoE, PoE+ und 4PPoE

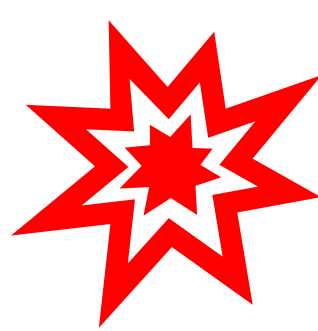


Berührungsstelle
Abreißfunken

≠

Berührungsstelle
Datenübertragung

FUNKTION POE AF-BT



Wo ist der Brandpunkt im Steckverbinder?

PoE	Norm	Erscheinungsjahr	Eingespeiste Leistung typ.	Leistung am Endgerät typ.	Stromstärke pro Ader Paar typ. bis zu	DIN EN 50173-1:2018-10
PoE	IEEE 802.3af	2003	15,4 W	13,0 W (ursprünglich 12,95 W)	350 mA	Typ 1, 4-15 W, 2 Paare
PoE+	IEEE 802.3at	2009	30,0 W	25,5 W	600 mA	Typ 2, 4-30 W, 2 Paare
4PPoE	IEEE 802.3bt	2019	60,0 W 90,0 W	51,0 W 71,3 W	600 mA 960 mA	Typ 3, 4-60 W, 4 Paare Typ 4, 4-90 W, 4 Paare

FORDERN SIE TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN BEI POE

- Kontaktfeder Bronze, vergoldet
- Wenn Gold abgenutzt ist, die Kontaktfläche dann Bronze wird verringert sich die Leitfähigkeit um das 5 fache.
- Bei einer Verrußung und Aufschäumung um ein vielfaches mehr.

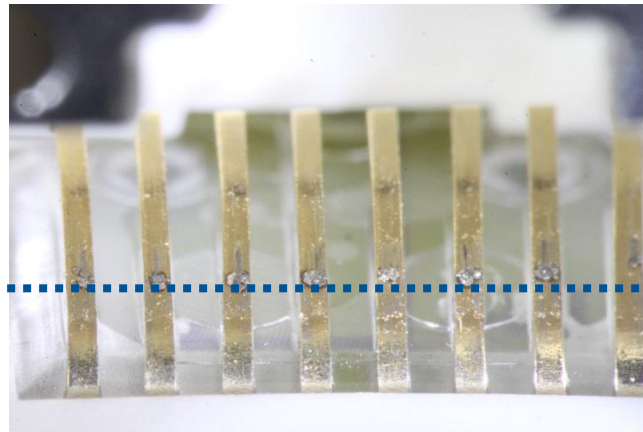
Durch **Überbiegeschutz** entwickelten wir optimale Kontaktform im RJ45.

Eine Übertragungsstrecke von **90 Metern**, kann zusätzlich um etwa 40 dB gedämpft werden. Wir planen immer mit ***Vollduplex senden und empfangen über alle vier Paare.***

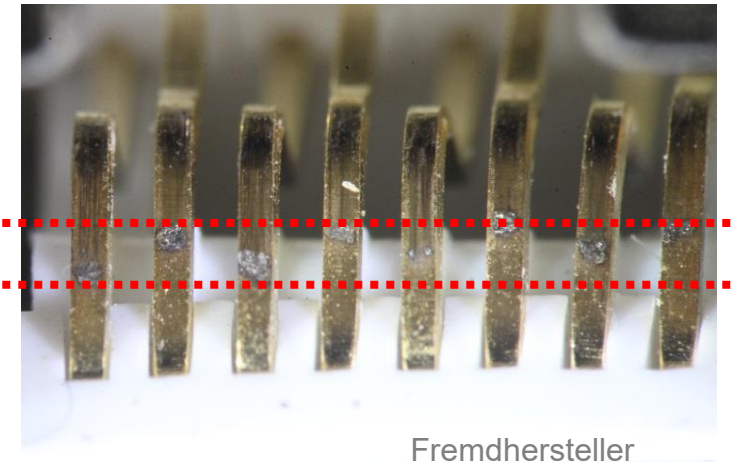
Was bedeutet das für die Ethernet-Signale?

- **10GBase-T**
- $U_{\text{Sendepegel}}$ 0,13V, $U_{\text{Empfangspegel}}$ ca. 0,001V (PAM-16 Ethernet Signal)

Optimiertes Kontaktdesign zur Vermeidung von Abreißfunken im Kontaktruhebereich (**PoE Typ 4, 90W**)



Telegärtner



Fremdhersteller

BESTE VERBINDUNGEN FÜR IHREN EINZELN


Telegärtner
schalt, steuert, verbindet

DataVoice
PLUS 25
 25 JAHRE SYSTEMGARANTIE

GARANTIE URKUNDE

25 Jahre erweiterte Garantie Permanent Link Klasse E₄

nach EN 50173-4
 Grundlage dieser Urkunde ist das Garantiegebot vom Oktober 2018

Endabnehmer (Installationsort)

Name _____

Ansprechpartner _____

Strasse _____

PLZ/Stadt _____

Telefax _____

Planungseinrichtungen

Name _____

Ansprechpartner _____

Strasse _____

PLZ/Stadt _____

Telefax _____

Isolierte Komponenten

Anschlussschienen/Module

Art Nr. _____

Stückzahl _____

Funktkabel

Art Nr. _____

Stückzahl _____

Netzwerkbetreiber

Name _____

Ansprechpartner _____

Strasse _____

PLZ/Stadt _____

Telefax _____

Netzwerkzentraler (Isoliertbau)

Name _____

Ansprechpartner _____

Strasse _____

PLZ/Stadt _____

Telefax _____

Funk Panel

Art Nr. _____

Stückzahl _____

Isoliertschleuse

Isoliertbau

Art Nr. _____

Gesamt Länge _____

 **Telegärtner**
schalt, steuert, verbindet

Offizial: _____

Stempelraum, Ort _____

Unterzeichnet (Netzwerkbetreiber (Isoliertbau))

Unterzeichnet (Telegärtner)

Telegärtner Kraft-Götting GmbH | Lärchenstr. 35 | D-71141 Sigmaringen

Tele: +49 7337 126-4 | Fax: +49 7337 126-411 | www.telegaertner.com

Telegärtner

[illegible]

- Projekt
- Installateur
- Planer
- Produkte

- Gegenstand des Garantieangebotes
- Angebotsempfänger
- Dauer des Garantieangebotes
- Voraussetzungen des Garantieangebotes
- Gewährleistungsansprüche

GHMT®

Zertifikat

Nr. z8788a-24

Auftraggeber:

Telegärtner Karl Gärtner GmbH
Lerchenstraße 35
71144 Steinenbronn, Deutschland

Prüfung(e):

Symmetrisches Kupferkabel:
Telegärtner AMJ1400 S/FTP AWG23/1 Cat.7a LSZH
Art.-Nr.: 100028020

Symmetrische Kupferschnur:
Telegärtner Patchkabel PC RJ45(V1)-RJ45(V1) SFTP C6a LSZH
Art.-Nr.: 10000xyzzzz; T3AAAxxxxxx, (xxxxxx = Länge in mm); T300Exxxxxx, (xxxxxx = Länge in mm)

Steckverbinder:
Telegärtner AMJ-SL Modul 25G
Art.-Nr.: 100128120, 100128124, 100128125, 100128126 Type A/B zwei Verpackungsgrößen

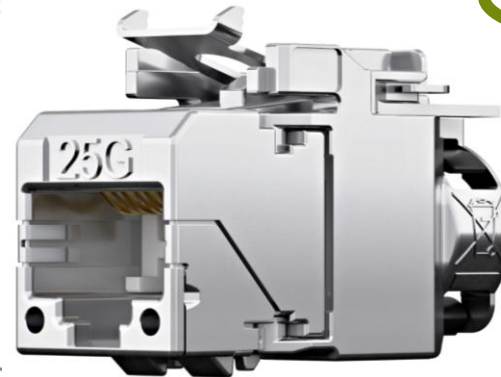
Bewertungsstandard(s):

ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0 (2017-11)
DIN EN 50173-1 (2018-10)

Resultat:

Der Prüfling hält bei den im Prüfbericht genannten Prüfparametern die Grenzwerte der besagten Bewertungsstandards ein.

Klasse I



2 Connector Channel Kupfer, Klasse I bis 1,25 GHz (30m)

GHMT Type Approval

Die bei der Prüfung ermittelten Ergebnisse beziehen sich auf den beschriebenen und vom Auftraggeber vorgelegten Prüfling. Zukünftige technische Änderungen der geprüften Produkte unterliegen dem Verantwortungsbereich der Hersteller.

Dieses Zertifikat verweist auf den ausführlichen Prüfbericht Nr. R8788a-24 und ist nur in Verbindung mit diesem gültig. Dieses Zertifikat ist nach Prüfdatum 24 Monate gültig.

Bexbach, 30.07.2024



Dipl.-Ing. Dirk Wilhelm
(Vorstandsvorsitzender)



Durch die DAAS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditierten Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde (D-PL-17559-01-00) aufgeführten Prüfverfahren.

GHMT AG
In der Kolling 320
D-66450 Bexbach

Postfach 11 16
D-66442 Bexbach

T: +49 6826 92 28-0
F: +49 6826 92 28-290

info@ghmt.de
www.ghmt.de

HOCHVERFÜGBARKEIT IM GANZEN
BEDINGT PRÄZISION IM DETAIL.

GHMT®

Zertifikat

Nr. z8789a-24

Auftraggeber:

Telegärtner Karl Gärtner GmbH
Lerchenstraße 35
71144 Steinenbronn, Deutschland

Klasse I

Prüfung(e):

Symmetrisches Kupferkabel:
Telegärtner AMJ2000 S/FTP 4x2xAWG23/1 Cat.8.2 LSZH blue, Dca-s2,d1,a1
Art.-Nr.: 100013194

Symmetrische Kupferschnur:
Telegärtner Patchkabel PC RJ45(V1)-RJ45(V1) SFTP C6a LSZH
Art.-Nr.: 10000xyzzzz; T3AAAxxxxxx, (xxxxxx = Länge in mm); T300Exxxxxx, (xxxxxx = Länge in mm)

Steckverbinder:
Telegärtner AMJ-SL Modul 25G
Art.-Nr.: 100128120, 100128124, 100128125, 100128126 Type A/B zwei Verpackungsgrößen

Bewertungsstandard(s):

ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0 (2017-11)
DIN EN 50173-1 (2018-10)

Resultat:

Der Prüfling hält bei den im Prüfbericht genannten Prüfparametern die Grenzwerte der besagten Bewertungsstandards ein.



2 Connector Channel Kupfer, Klasse I bis 1,25 GHz (30m)

GHMT Type Approval

Die bei der Prüfung ermittelten Ergebnisse beziehen sich auf den beschriebenen und vom Auftraggeber vorgelegten Prüfling. Zukünftige technische Änderungen der geprüften Produkte unterliegen dem Verantwortungsbereich der Hersteller.

Dieses Zertifikat verweist auf den ausführlichen Prüfbericht Nr. R8789a-24 und ist nur in Verbindung mit diesem gültig. Dieses Zertifikat ist nach Prüfdatum 24 Monate gültig.

Bexbach, 30.07.2024



Dipl.-Ing. Dirk Wilhelm
(Vorstandsvorsitzender)



Durch die DAAS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditierten Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde (D-PL-17559-01-00) aufgeführten Prüfverfahren.

GHMT AG
In der Kolling 320
D-66450 Bexbach

Postfach 11 16
D-66442 Bexbach

T: +49 6826 92 28-0
F: +49 6826 92 28-290

info@ghmt.de
www.ghmt.de

HOCHVERFÜGBARKEIT IM GANZEN
BEDINGT PRÄZISION IM DETAIL.

Zertifikat

Nr. z8057a-23

Auftraggeber:

Telegärtner Karl Gärtner GmbH
 Lerchenstraße 35
 71144 Steinenbronn, Deutschland

Prüfung(e):

Symmetrisches Kupferkabel:
Telegärtner AMJ2000 S/FTP 4x2xAWG23/1 Cat.8.2 LSZH
 Art.-Nr.: 100013194

Symmetrische Kupferschnur:
PC MFP8 C8.1 MFP8C8 SFTP C8.1 LSZH 3m
 Art.-Nr.: 100042320

Steckverbinder:
Telegärtner AMJ-Modul Cat.8.1
 Art.-Nr.: 100023211

Bewertungsstandard(s):

ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0 (2017-11)
 DIN EN 50173-1 (2018-10)

Resultat:

Der Prüfling hält bei den im Prüfbericht genannten Prüfparametern die Grenzwerte der besagten Bewertungsstandards ein.

2 Connector Channel (30m), Kupfer, Klasse I bis 2GHz

GHMT Type Approval

Die bei der Prüfung ermittelten Ergebnisse beziehen sich auf den beschriebenen und vom Auftraggeber vorgelegten Prüfling. Zukünftige technische Änderungen der geprüften Produkte unterliegen dem Verantwortungsbereich der Hersteller.

Dieses Zertifikat verweist auf den ausführlichen Prüfbericht Nr. **R8057a-23** und ist nur in Verbindung mit diesem gültig. Dieses Zertifikat ist nach Prüfdatum 24 Monate gültig.

Bexbach, 20. Juli 2023



Dipl.-Ing. Dirk Wilhelm
 (Vorstandsvorsitzender)



Durch die DAKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium.
 Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde (D-PL-27558-01-00) aufgeführten Prüfverfahren.

Zertifikat

Nr. z8056a-23

Auftraggeber:

Telegärtner Karl Gärtner GmbH
 Lerchenstraße 35
 71144 Steinenbronn, Deutschland

Prüfung(e):

Symmetrisches Kupferkabel:
Telegärtner AMJ2000 S/FTP 4x2xAWG23/1 Cat.8.2 LSZH
 Art.-Nr.: 100013194

Steckverbinder:
Telegärtner AMJ-Modul Cat.8.1
 Art.-Nr.: 100023211

Bewertungsstandard(s):

ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0 (2017-11)
 DIN EN 50173-1 (2018-10)

Resultat:

Der Prüfling hält bei den im Prüfbericht genannten Prüfparametern die Grenzwerte der besagten Bewertungsstandards ein.

2 Connector Permanent Link (24m), Kupfer, Klasse I bis 2GHz

GHMT Type Approval

Die bei der Prüfung ermittelten Ergebnisse beziehen sich auf den beschriebenen und vom Auftraggeber vorgelegten Prüfling. Zukünftige technische Änderungen der geprüften Produkte unterliegen dem Verantwortungsbereich der Hersteller.

Dieses Zertifikat verweist auf den ausführlichen Prüfbericht Nr. **R8056a-23** und ist nur in Verbindung mit diesem gültig. Dieses Zertifikat ist nach Prüfdatum 24 Monate gültig.

Bexbach, 20. Juli 2023



Dipl.-Ing. Dirk Wilhelm
 (Vorstandsvorsitzender)



Durch die DAKS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2018 akkreditiertes Prüflaboratorium.
 Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde (D-PL-27558-01-00) aufgeführten Prüfverfahren.

Klasse I

Symmetrisches Kupferkabel:

Telegärtner AMJ2000 S/FTP 4x2xAWG23/1 Cat.8.2 LSZH

Art.-Nr.: 100013194

Symmetrische Kupferschnur:

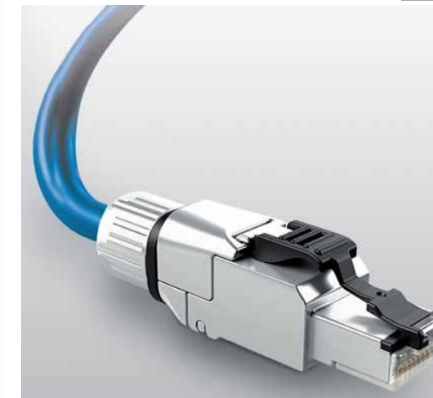
PC MFP8 C8.1 MFP8C8 SFTP C8.1 LSZH 3m

Art.-Nr.: 100042320

Steckverbinder:

Telegärtner AMJ-Modul Cat.8.1

Art.-Nr.: 100023211



Bewertungsstandard(s):

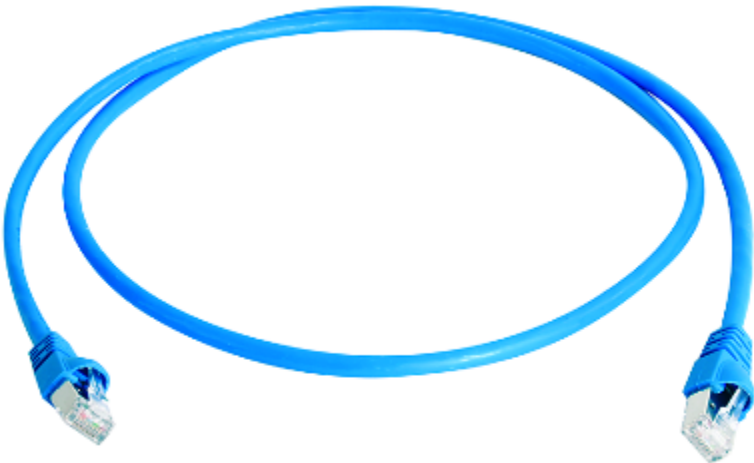
ISO/IEC 11801-1 Ed.1.0 (2017-11)

DIN EN 50173-1 (2018-10)

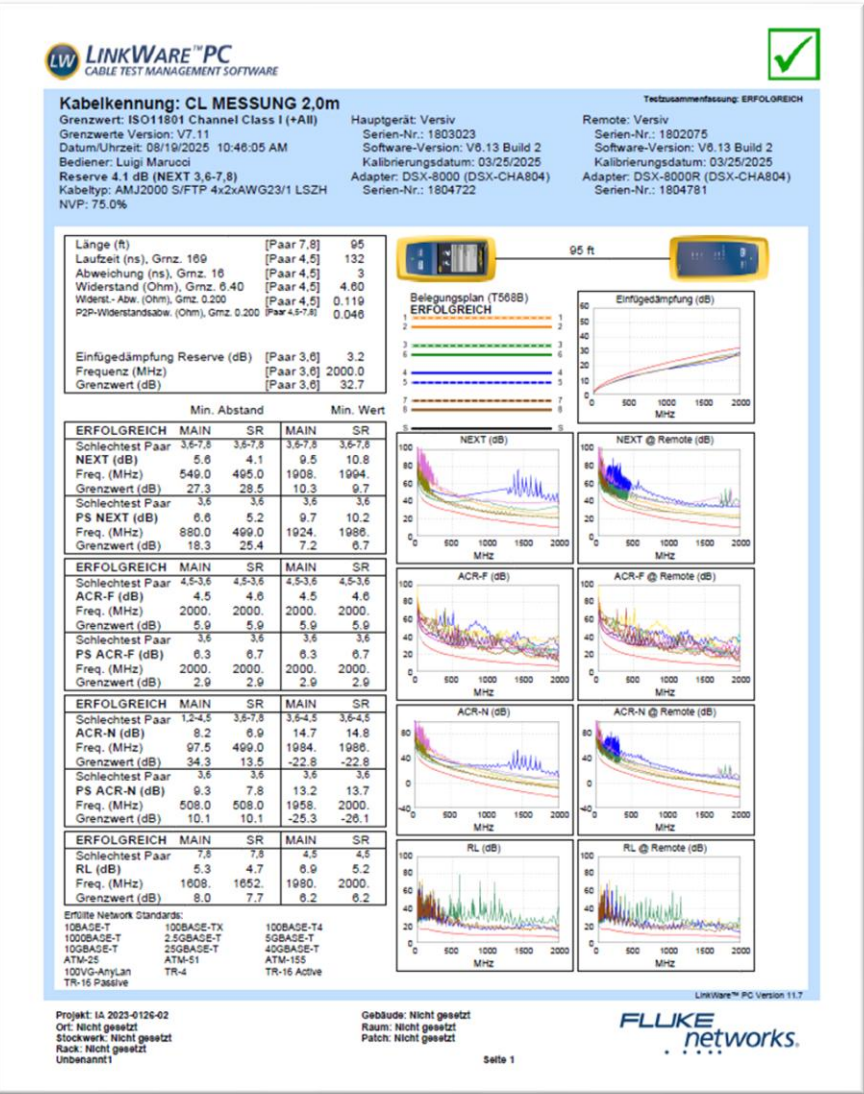
LEISTUNGS- MERKMALE

Patchcord Cat.8.1

- Komponente der Kategorie 8.1 ISO/IEC 11801; DIN EN 50173-1
- Gigabit Ethernet gemäß IEEE 802.3, geeignet für 40 Gbit/s
- Geeignet für PoE++ gemäß IEEE 802.3bt
- Mindestens 750 Steckzyklen
- IP20
- Knickschutztülle gespritzt mit integriertem Rasthebelschutz
- Flammwidrig gemäß IEC 60332-1-2 (Einzelkabel)
- Umgebungstemperatur: -20 °C bis +60 °C

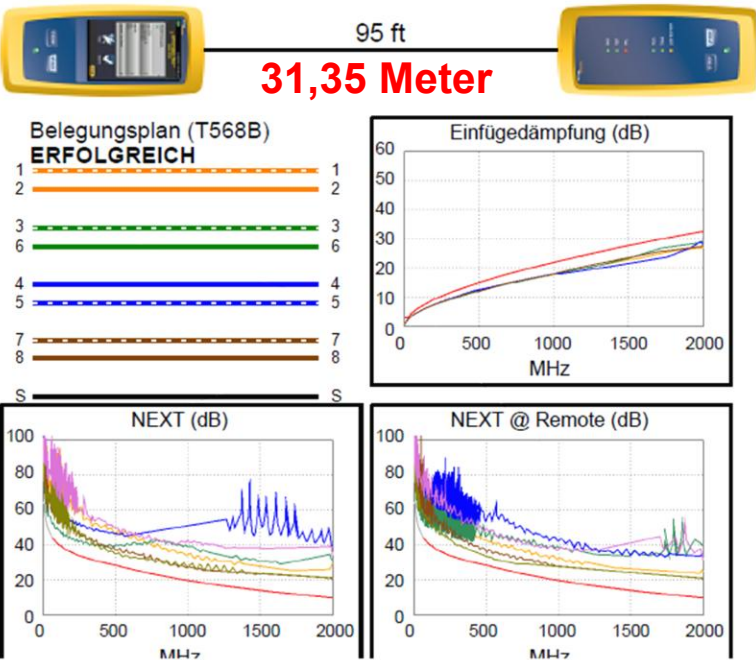


2 x 2,0m Patchkabel und Installationsstrecke - Channel Klasse I



Länge (ft)	[Paar 7,8]	95
Laufzeit (ns), Grnz. 169	[Paar 4,5]	132
Abweichung (ns), Grnz. 16	[Paar 4,5]	3
Widerstand (Ohm), Grnz. 6.40	[Paar 4,5]	4.60
Widerst.- Abw. (Ohm), Grnz. 0.200	[Paar 4,5]	0.119
P2P-Widerstandsabw. (Ohm), Grnz. 0.200	[Paar 4,5-7,8]	0.046

Einfügedämpfung Reserve (dB)	[Paar 3,6]	3.2
Frequenz (MHz)	[Paar 3,6]	2000.0
Grenzwert (dB)	[Paar 3,6]	32.7



	Min. Abstand	Min. Wert	Min. Abstand	Min. Wert
ERFOLGREICH	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar	3,6-7,8	3,6-7,8	3,6-7,8	3,6-7,8
NEXT (dB)	5.6	4.1	9.5	10.8
Freq. (MHz)	549.0	495.0	1908.	1994.
Grenzwert (dB)	27.3	28.5	10.3	9.7
Schlechtest Paar	3,6	3,6	3,6	3,6
PS NEXT (dB)	6.6	5.2	9.7	10.2
Freq. (MHz)	880.0	499.0	1924.	1986.
Grenzwert (dB)	18.3	25.4	7.2	6.7

+dB, Leistung/Intensität Verstärkungsfaktor und %	2.51 +151%	3.16 +216	10 +900%
Erhöhung in dB	4	5	10

Nahnebensprechdämpfung in dB	500MHz	2000MHz
Grenzwerte einer	Klasse E _A 27,9	Klasse E _A N/A
Übertragungsstrecke DIN EN 50173	Klasse I 28,4	Klasse I 9,6



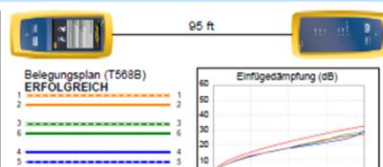
Kabelkennung: CL MESSUNG 2,0m

Grenzwert: ISO11801 Channel Class I (+AII)
 Grenzwerte Version: V7.11
 Datum/Uhrzeit: 08/19/2025 10:46:05 AM
 Bediener: Luigi Marucci
 Reserve 4.1 dB (NEXT 3,6-7,8)
 Kabeltyp: AMJ2000 S/FTP 4x2xAWG23/1 LSZH
 NVP: 75.0%

Hauptgerät: Versiv
 Serien-Nr.: 1803023
 Software-Version: V6.13 Build 2
 Kalibrierungsdatum: 03/25/2025
 Adapter: DSX-8000 (DSX-CHA804)
 Serien-Nr.: 1804722

Remote: Versiv
 Serien-Nr.: 1802075
 Software-Version: V6.13 Build 2
 Kalibrierungsdatum: 03/25/2025
 Adapter: DSX-8000R (DSX-CHA804)
 Serien-Nr.: 1804781

Länge (ft)	[Paar 7,8]	95
Laufzeit (ns), Grnz. 109	[Paar 4,5]	132
Abweichung (ns), Grnz. 16	[Paar 4,5]	3
Widerstand (Ohm), Grnz. 6.40	[Paar 4,5]	4.00
Widerst. - Abw. (Ohm), Grnz. 0.200	[Paar 4,5]	0.119
P2P-Widerstandsabw. (Ohm), Grnz. 0.200	[Paar 4,5-7,8]	0.046
Einfügedämpfung Reserve (dB)	[Paar 3,6]	3.2
Frequenz (MHz)	[Paar 3,6]	2000.0
Grenzwert (dB)	[Paar 3,6]	32.7



	Min. Abstand	Min. Wert		
ERFOLGREICH	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar	3,6-7,8	3,6-7,8	3,6-7,8	3,6-7,8
NEXT (dB)	5,6	4,1	9,5	10,8
Freq. (MHz)	540.0	465.0	1908.	1994.
Grenzwert (dB)	27,3	28,5	10,3	9,7
Schlechtest Paar	3,6	3,6	3,6	3,6
PS NEXT (dB)	0,6	5,2	9,7	10,2
Freq. (MHz)	880.0	469.0	1924.	1986.
Grenzwert (dB)	18,3	25,4	7,2	6,7
ERFOLGREICH	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar	4,5-3,6	4,5-3,6	4,5-3,6	4,5-3,6
ACR-F (dB)	4,5	4,6	4,5	4,6
Freq. (MHz)	2000.	2000.	2000.	2000.
Grenzwert (dB)	5,9	5,9	5,9	5,9
Schlechtest Paar	3,6	3,6	3,6	3,6
PS ACR-F (dB)	6,3	6,7	6,3	6,7
Freq. (MHz)	2000.	2000.	2000.	2000.
Grenzwert (dB)	2,9	2,9	2,9	2,9
ERFOLGREICH	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar	1,2-4,5	3,6-7,8	3,6-4,5	3,6-4,5
ACR-N (dB)	8,2	6,9	14,7	14,8
Freq. (MHz)	97,5	469.0	1984.	1986.
Grenzwert (dB)	34,3	13,5	-22,8	-22,8
Schlechtest Paar	3,6	3,6	3,6	3,6
PS ACR-N (dB)	9,3	7,8	13,2	13,7
Freq. (MHz)	508.0	508.0	1958.	2000.
Grenzwert (dB)	10,1	10,1	-25,3	-26,1
ERFOLGREICH	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar	7,8	7,8	4,5	4,5
RL (dB)	6,3	4,7	6,9	5,2
Freq. (MHz)	1608.	1652.	1980.	2000.
Grenzwert (dB)	8,0	7,7	6,2	6,2

Erfüllte Network Standards:
 10BASE-T 100BASE-TX 100BASE-T4
 1000BASE-T 2.5GBASE-T 5GBASE-T
 10GBASE-T 25GBASE-T 40GBASE-T
 ATM-25 ATM-51 ATM-155
 100VG-AnyLan TR-4 TR-16 Active
 TR-16 Passive

Projekt: IA 2023-0126-02
 Ort: Nicht gesetzt
 Stockwerk: Nicht gesetzt
 Rack: Nicht gesetzt
 Unbenannt1

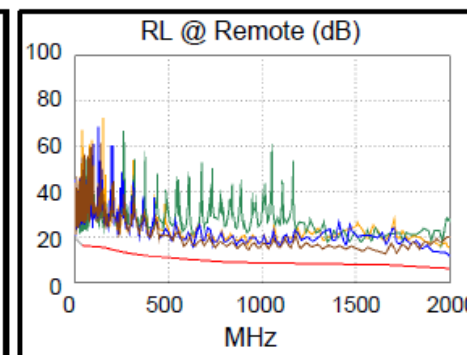
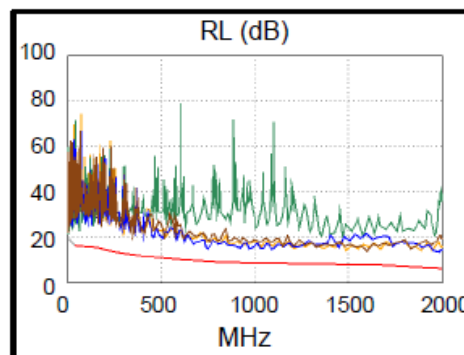
Gebäude: Nicht gesetzt
 Raum: Nicht gesetzt
 Patch: Nicht gesetzt

FLUKE networks

Seite 1

ERFOLGREICH	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar	7,8	7,8	4,5	4,5
RL (dB)	5.3	4.7	6.9	5.2
Freq. (MHz)	1608.	1652.	1980.	2000.
Grenzwert (dB)	8.0	7.7	6.2	6.2

- **MAIN** = Master = **Hauptgerät**
- **SR** = Remote = **Endgerät**
- **Grenzwert (dB)** = rote Linie bezogen auf die Frequenz = **Minimalwert**
- **RL – Angabe (dB)** = + **Reserve zur Norm**
- **Gesamtwert = Grenzwert plus Messwert = Bsp. 5,2 + 6,2 = 11,4dB**



+dB, Leistung/Intensität
 Verstärkungsfaktor
 und % Angabe

3.16
 +216

dB Wert Betrachtung

5

Erfüllte Network Standards:

10BASE-T
 1000BASE-T
 10GBASE-T
 ATM-25
 100VG-AnyLan
 TR-16 Passive

100BASE-TX
 2.5GBASE-T
 25GBASE-T
 ATM-51
 TR-4

100BASE-T4
 5GBASE-T
 40GBASE-T
 ATM-155
 TR-16 Active



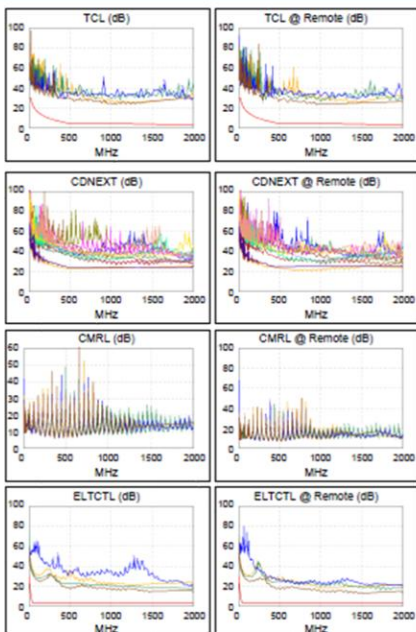
Kabelkennung: CL MESSUNG 2.0m

Grenzwert: ISO11801 Channel Class I (+All)
Grenzwerte Version: V7.11
Datum/Uhrzeit: 08/19/2025 10:46:05 AM
Bediener: Luigi Marucci
Reserve: 4.1 dB (NEXT 3,6-7,8)
Kabeltyp: AMJ2000 S/FTP 4x2xAWG23/1 LSZH
NVP: 75.0%

Hauptgerät: Versiv
Serien-Nr.: 1803023
Software-Version: V8.13 Build 2
Kalibrierungsdatum: 03/25/2025
Adapter: DSX-8000 (DSX-CHA804)
Serien-Nr.: 1804722

Remote: Versiv
Serien-Nr.: 1802075
Software-Version: V8.13 Build 2
Kalibrierungsdatum: 03/25/2025
Adapter: DSX-8000R (DSX-CHA804)
Serien-Nr.: 1804781

	Min. Abstand		Min. Wert	
ERFOLGREICH	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar	3,6	7,8	1,2	7,8
TCL (dB)	16,1	14,6	19,6	20,4
Freq. (MHz)	16,8	15,0	1340.	940,0
Grenzwert (dB)	29,2	30,0	3,0	3,0
N.A.	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar			7,8-3,6	1,2-3,6
CDNEXT (dB)			20,0	20,4
Freq. (MHz)			1001.	894,0
Grenzwert (dB)				
N.A.	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar			1,2	1,2
CMRL (dB)			5,8	6,4
Freq. (MHz)			412,0	516,0
Grenzwert (dB)				
ERFOLGREICH	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar	7,8	7,8	7,8	7,8
ELTCTL (dB)	10,2	8,2	10,2	8,2
Freq. (MHz)	2000.	1730.	2000.	1730.
Grenzwert (dB)	3,0	3,0	3,0	3,0



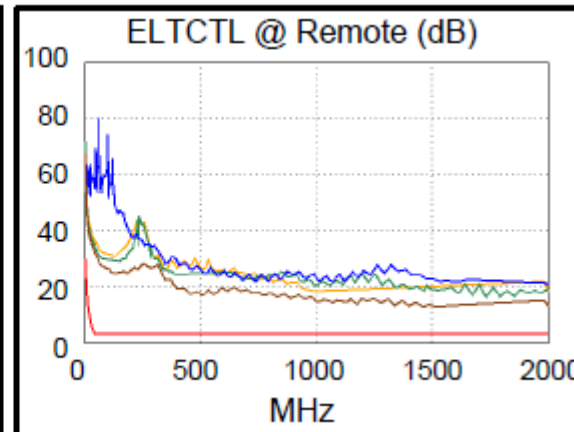
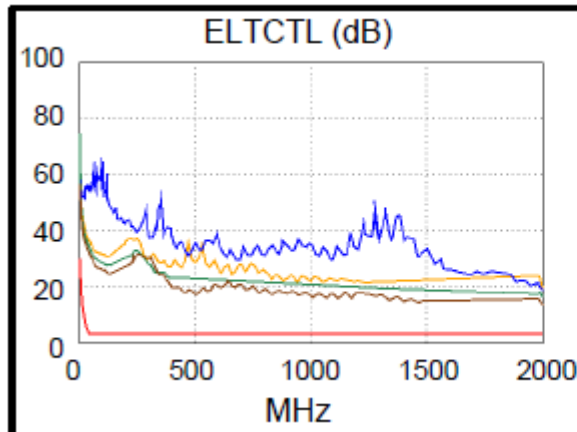
Projekt: IA 2023-0126-02
Ort: Nicht gesetzt
Stockwerk: Nicht gesetzt
Rack: Nicht gesetzt
Unbenannt 1

Gebäude: Nicht gesetzt
Raum: Nicht gesetzt
Patch: Nicht gesetzt

Seite 2

FLUKE
networks

LinkWare™ PC Version 11.7



ERFOLGREICH	MAIN	SR	MAIN	SR
Schlechtest Paar	7,8	7,8	7,8	7,8
ELTCTL (dB)	10,2	8,2	10,2	8,2
Freq. (MHz)	2000.	1730.	2000.	1730.
Grenzwert (dB)	3,0	3,0	3,0	3,0

+dB, Leistung/Intensität
Verstärkungsfaktor
und %

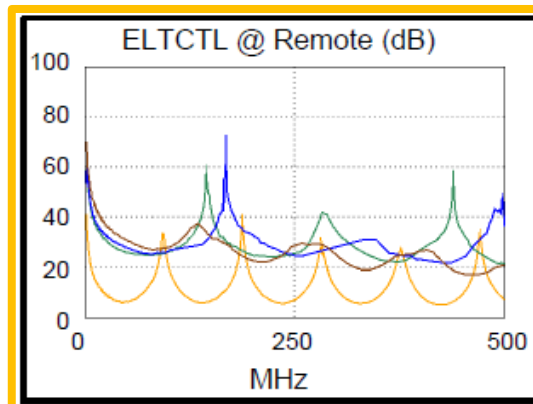
10
+900%

Erhöhung in dB

10

-dB, Dämpfung
Dämpfungsfaktor
und %

0,1
-90%



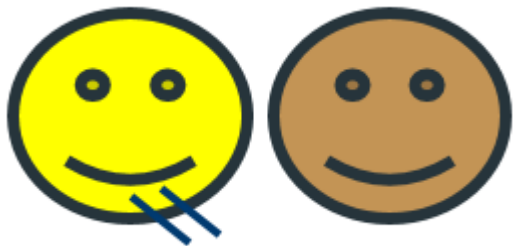
ISO11801 PL2 Class Ea (+All)

- **Stabile Netzwerkverbindung 100Mbit Halbduplex**
- **Kein Vollduplex möglich**

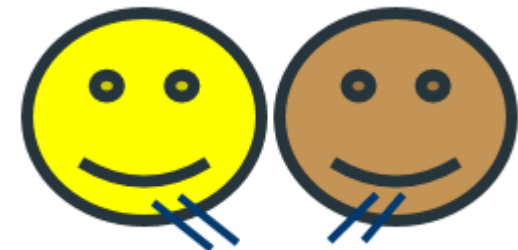
SIGNALÜBERTRAGUNG ZWISCHEN RECHNERN



Bild: MICROSENS



**Entscheidend für das Ethernet Signal ist,
Wellenwiderstand/Rückflusdämpfung,
Störer/Störeinkopplungen,
Konstruktion der Komponenten bei PoE,
und Frequenz für die Bandbreite/Länge.**

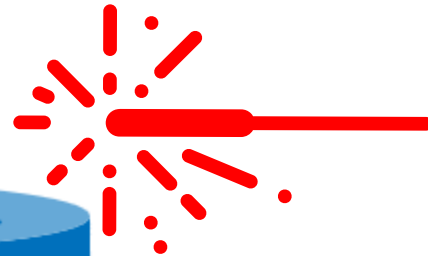


GLASFASER

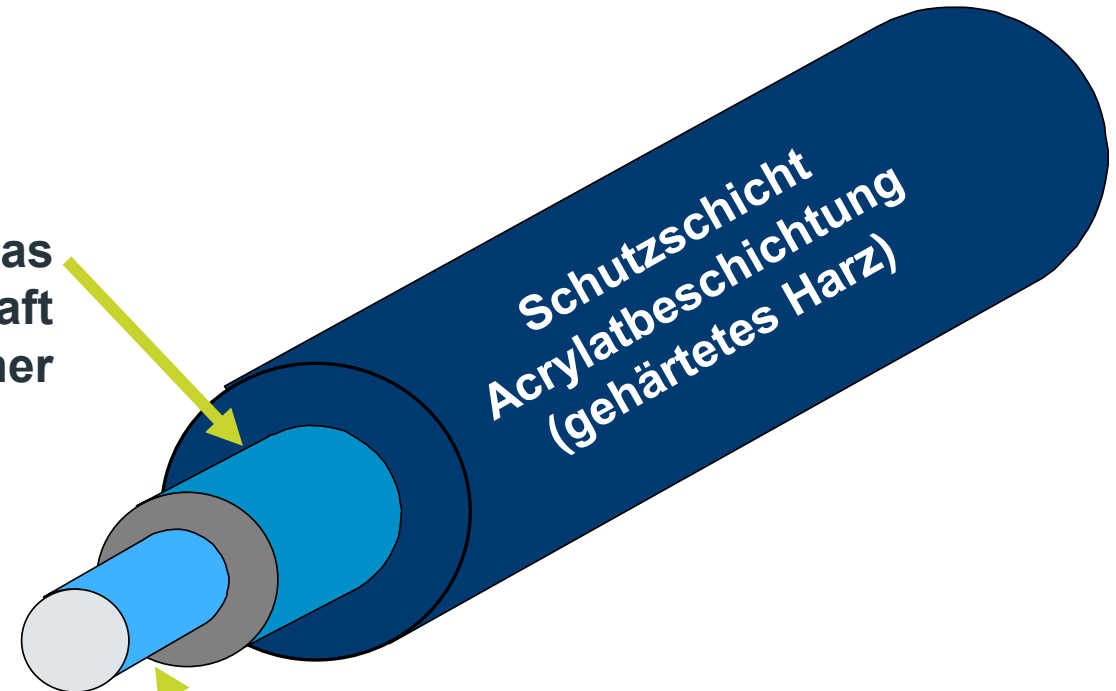
Herstellung

Kern-Glas
mechanisch
weich

Mantel-Glas
mechanisch hart



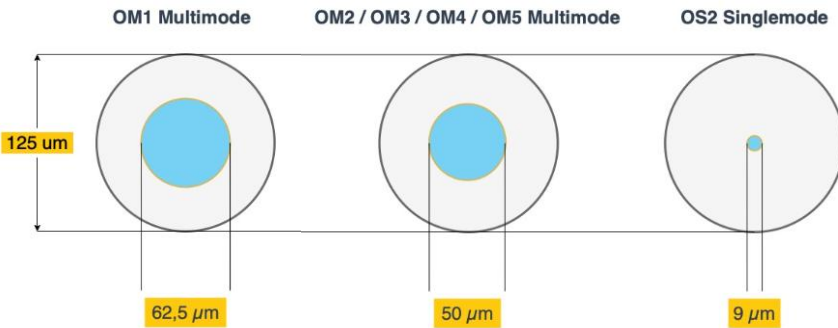
Mantel-Glas
Glaseigenschaft
optisch dünner



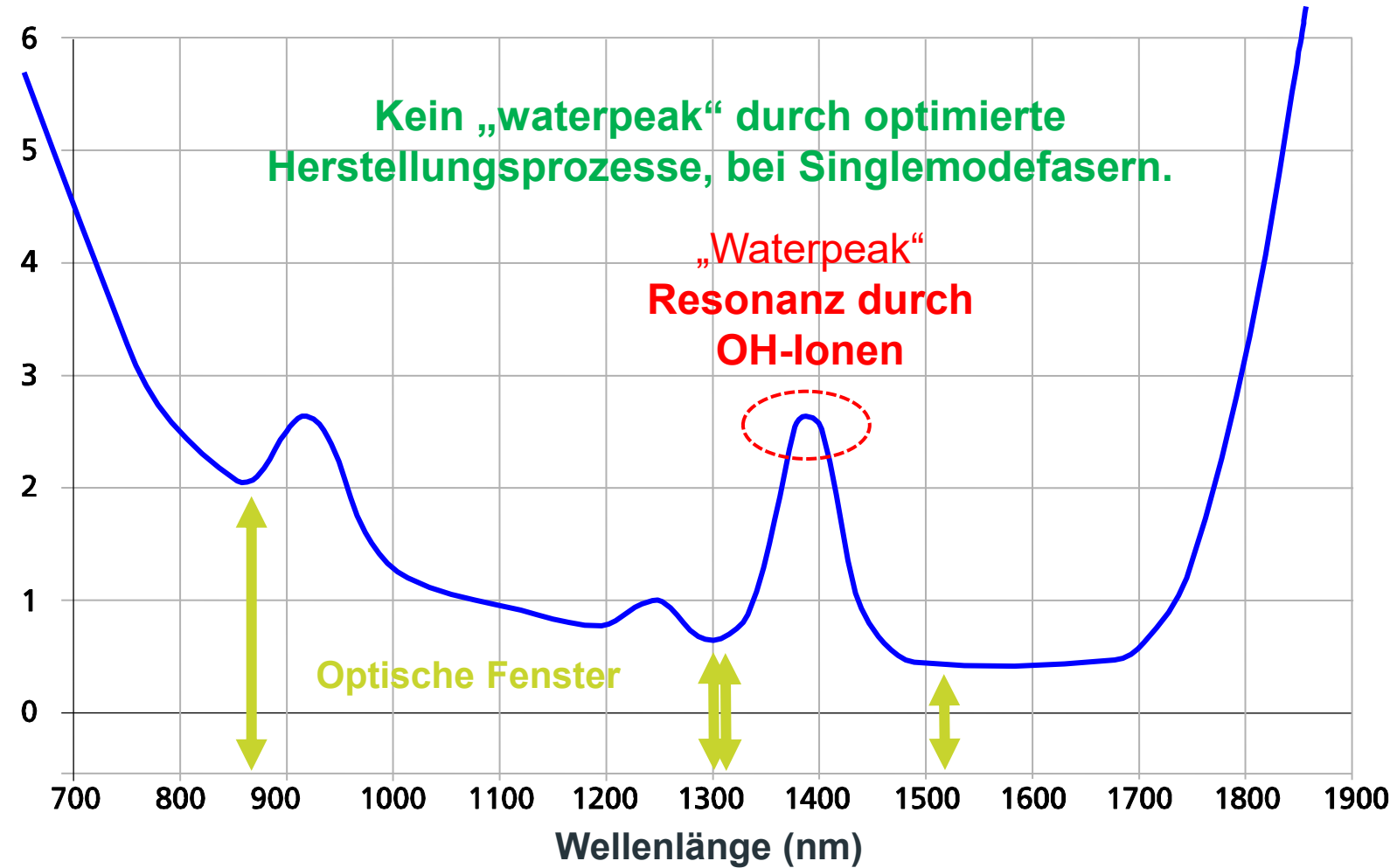
Kern-Glas
Glaseigenschaft
optisch dichter

OPTISCHE FENSTER

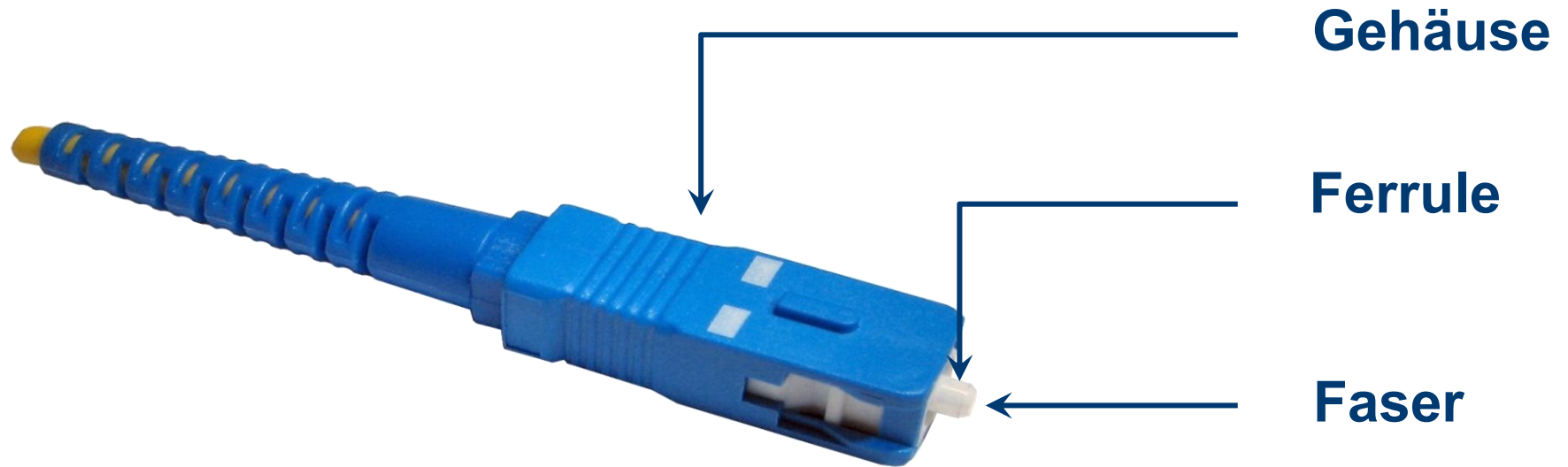
Dämpfung
(dB/km)



MM 850nm	SM 1310nm
MM 1300nm	SM 1550nm



STECKER



Grundstruktur und Eigenschaften einen Lichtwellenleiters

Fasermantel (en. cladding)
Faserkern (en. core)

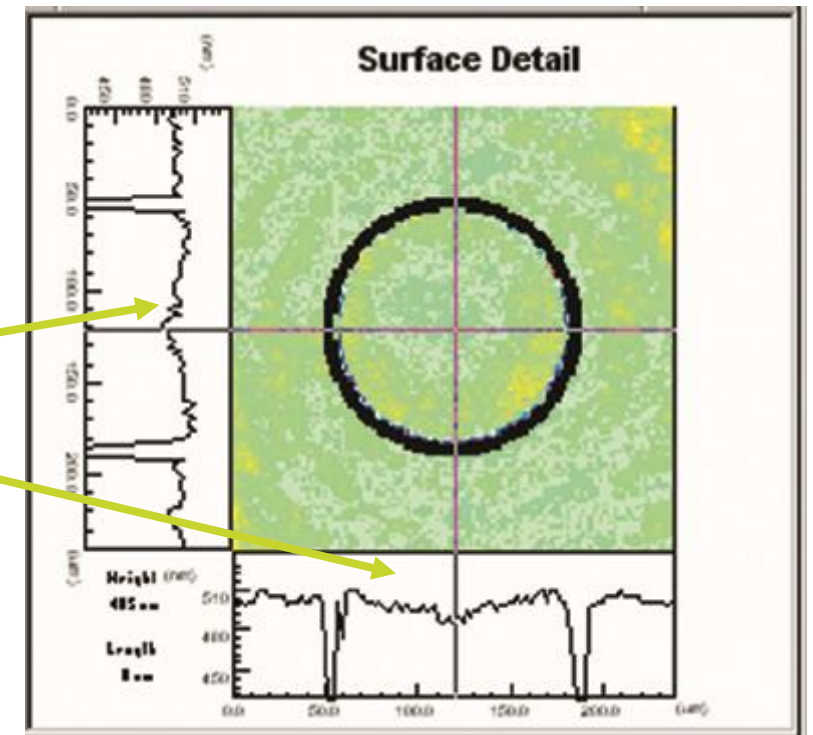


mechanisch hart, optisch dünner

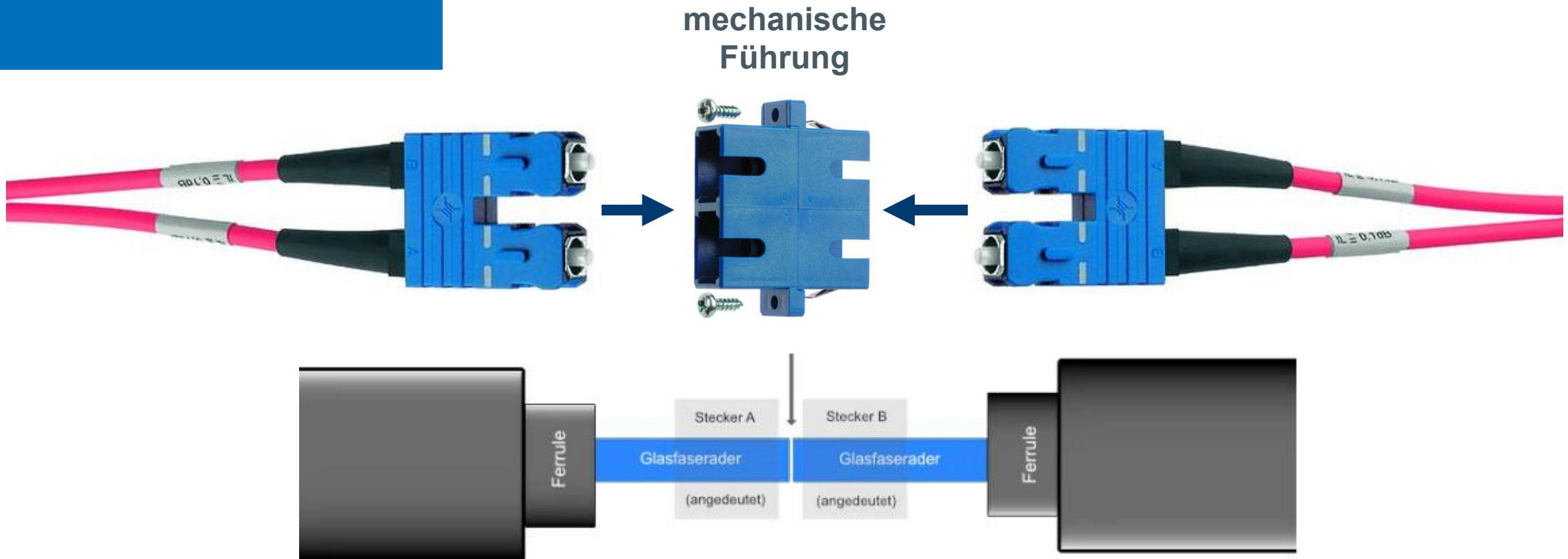
mechanisch weich, optisch dichter



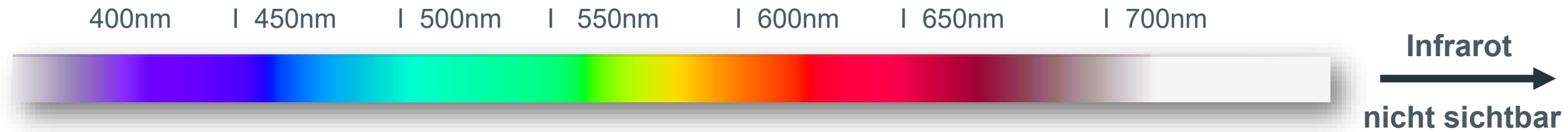
- Beim Schleifen/polieren des Steckverbinders wird **immer Kernmaterial ausgespült**.
- Die **Qualität** des Steckverbinders basiert auf der **Menge/Grad der Ausspülung**.
- Nachweis erfolgt z.B. über eine Interferometer Messung.



KUPPLUNG



Licht, Wellenlänge, Übertragung, Einfügedämpfung

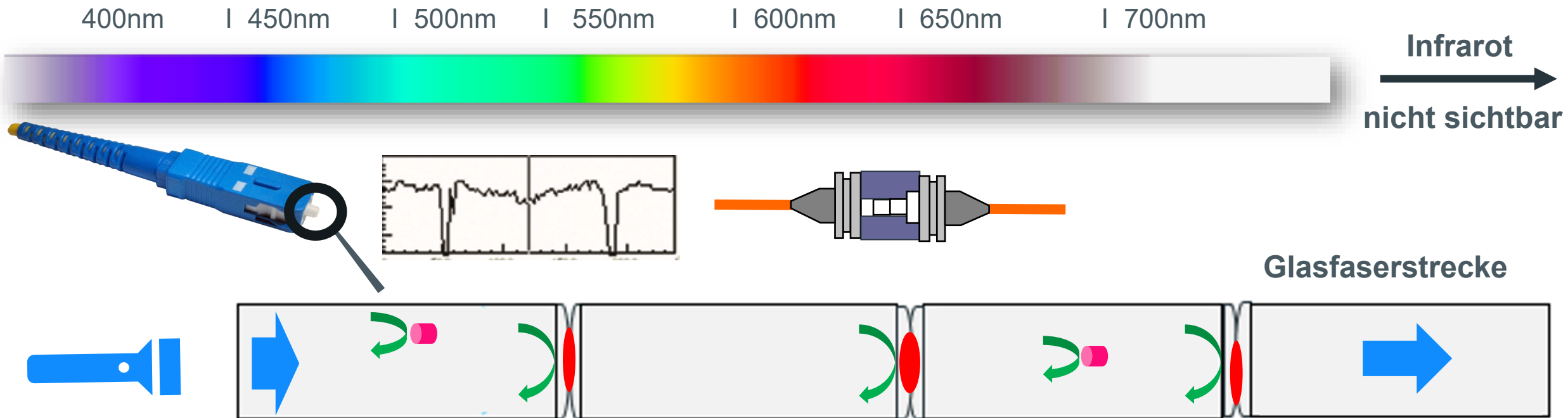


Glasfaserstrecke



Das Licht wird gedämpft man spricht von Dämpfung/Einfügedämpfung. (engl. Insertion Loss, IL)

Licht, Wellenlänge, Übertragung, Rückflusdämpfung



Licht wird reflektiert man spricht von Dämpfung/Rückflusdämpfung. (engl. Return Loss, RL)

Unterschied Rückflusssdämpfung und Einfügedämpfung

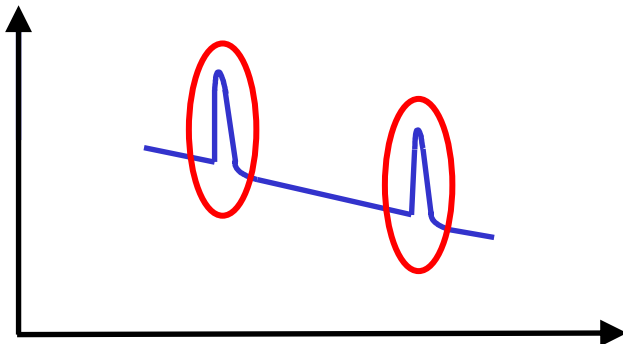
Dämpfung bedeutet Abschwächung, Milderung

Rückflusssdämpfung

Bewertung von Ereignissen

- abhängig von Qualität
- technischen Eigenschaften der Komponenten
- fachgerechte Installation

nicht abhängig von der Länge
keine Funktionsanforderung



Einfügedämpfung

Signalabschwächung auf der Strecke, durch ein Bauteil, das in einen Signalweg eingefügt wird.

abhängig z.B. von Faserqualität, Länge, Qualität der Steckverbinder und Wellenlänge



Funktionsanforderung

Netzanwendung	Λ/n m	OM3 CIL ^a /dB	OM3 L ^b /m	OM4 CIL ^a /dB	OM4 L ^b /m	OM5 CIL ^a /dB	OM5 L ^b /m
IEEE 802.3-2015, 10GBASE-SR/SW	850	2,60	300	2,90	400	2,90	400
IEEE 802.3-2015, 40GBASE-SR4	850	1,90	100	1,50	150	1,50	150

Die Qualität/Konstruktion setzt Maßstäbe für die LAN-Struktur der nächsten 10-Jahre.

Planer, Installateur, Handel tragen Verantwortung....



IEEE 802 – LAN/MAN

LAN = Lokale Netzwerke (eng. Local Area Network) werden mit **MAN = Länder und Ortsnetzwerke** (eng. Metropolitan Area Network) **verbunden**.

IEEE 802.3 – Ethernet

Netzanwendung	Λ/nm
IEEE 802.3-2015, 10GBASE-SR/SW	850
IEEE 802.3-2015, 40GBASE-SR4	850
IEEE 802.3-2015, 100GBASE-SR10	850
IEEE 802.3-2015, 10GBASE-LRM	1300
IEEE 802.3-2015, 100GBASE-LR4	1300

Verkabelungsnormen für die Übertragungsstrecke

- ISO
- IEC
- DIN EN 50173-1: 2018-10

Netzanwendung	Λ/nm	OM4 CIL ^a /dB	OM4 L ^b /m
IEEE 802.3-2015, 10GBASE-SR/SW	850	2,90	400
IEEE 802.3-2015, 40GBASE-SR4	850	1,50	150
IEEE 802.3-2015, 100GBASE-SR10	850	1,50	150
IEEE 802.3-2015, 10GBASE-LRM	1300	1,90	220
IEEE 802.3-2015, 100GBASE-LR4	1300	6,30	2000

- Neue Qualitätsmerkmale für Steckverbinder
- DIN EN IEC 61753-1:2019-10

DIN EN IEC 61753-1:2019-10	Anforderung Dämpfungsklassen	Anforderung Dämpfung bei 850nm
Prüfung der Dämpfung wahlfrei zusammengefügtter Steckverbinder IEC 61300-3-45 für Mehrfasersteckverbinder ^a	Klasse B _m	≤ 0,3 dB Mittelwert
	Klasse C _m	≤ 0,5 dB Mittelwert

NETZANWENDUNG / FASER / LÄNGE / IL / IEEE

Verkabelung: ISO, EN, DIN

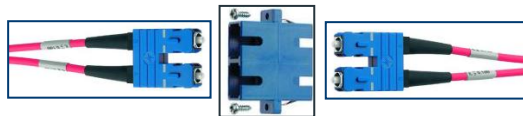
Quelle: DIN EN 50173-1, 10 2018,

Netzanwendung	λ nm	OM3 CIL / dB	OM3 L / m	OM4 CIL / dB	OM4 L / m	OM5 CIL / dB	OM5 L / m
IEEE 802.3-2015, Abschnitt 52: 10GBASE-SR/SW	850	2,60	300	2,90	400	2,90	400

- CIL / Maximalwert der Einfügedämpfung der Übertragungsstrecke



- Größte Dämpfung gesteckte Steckverbinder 0,75 dB



- Größte Dämpfung Spleiß 0,3 dB



Crimpspleißschutz Abb.

IEEE

Bild: MICROSENS



Patchfelder DIN EN IEC 61753-1:2019-10 GHMT PVP

ALTE → NEUE GENERATION

Der Einsteiger



Der Durchstarter



Das Multitalent



Der Komfortable



Basis-eco

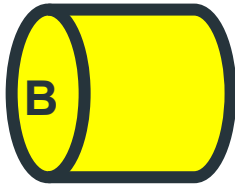
Basis-V

Profi-V

Profi-T

- FO-PP Econ
- FO-PP BAS-Eco
- FO-PP BAS
- FO-PP BAS-V
- FO-PP PRO-V
- FO-PP PRO-T
- FO-PP PRO-E
- FO-PP PRO-Plus

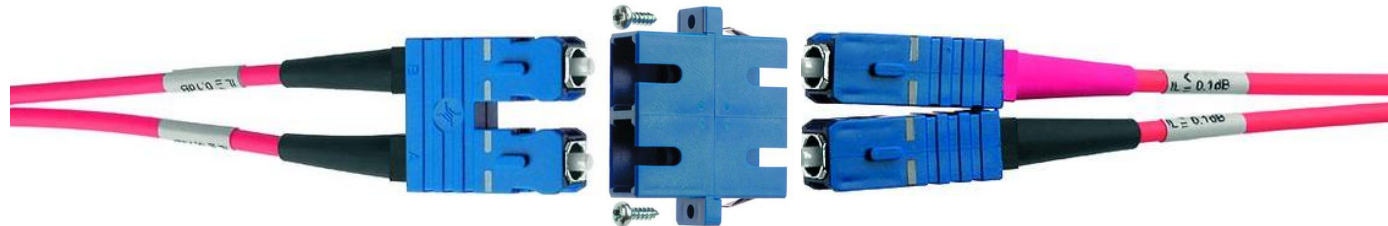
GRADE



		Basis-eco	Basis-V	Profi-V	Profi-T
Varianten mit Pigtails eingelegt und spleißfertig abgesetzt		✓	✓	✓	✓
Farbcode gemäß VDE 0888		✓	✓	✓	✓
GHMT PVP Level 2 Pigtail-Qualität bei LC, SC, E2000 in OS2/OM4			✓	✓	✓
DIN EN IEC 61753-1:2019-10 Steckergrade SM/MM		C/C _m	B/B _m	B/B _m	B/B _m
Spleißkassette	Typ	Telegärtner	Telegärtner	Telegärtner	Telegärtner
Kupplungen	1: STD, SCD, LCD 2: LCQ, E2000, E2000C, MDCQ, MPO	1	1&2	1&2	1&2
	Faser-/Politurklasse OS2/(A)PC, OM1/2/3/4/5/PC	✓	✓	✓	✓
Gehäuse	Höhe	1 HE	1+2 HE	1 HE	1+2 HE
	Tiefe	265 mm	265 mm	300 mm	265 mm
	Material Korpus	Stahl	Stahl	Stahl	Stahl
	Material Front	Stahl	Stahl	Stahl	Stahl
	Portnummerierung	✓	✓	✓	✓
	Kevlarzugentlastung	-	✓	✓	✓
	ausziehbar	-	-	✓	✓
	aushängbar	-	-	✓	-
	19° Hilfswinkel rückversetzbar	-	5-stufig	5-stufig	-
	Logo (Brandlabel-fähig)	✓	✓	✓	✓
	Aufnahmen für Kabelb./Klett	✓	✓	✓	✓
	Aussparungen M20/M25	2x	2x	2x	2x
	Deckel abnehmbar	ja	ja	integriert	integriert

Höchstzulässige Einfügedämpfung(Funktionsanforderung) der Verbindung

Steckverbinder <u>Auswahlmöglichkeit der Qualität</u>	Mehrmoden Einfügedämpfung Mittelwert (z.B. Duplex- Steckverbinder, Dämpfungsmessung)	Einmoden Einfügedämpfung Mittelwert (z.B. Duplex- Steckverbinder, Dämpfungsmessung)	Mehrmoden Einfügedämpfung Höchstwert für $\geq 97\%$ der Verbindungen (z.B. Pigtails, OTDR-Messung)	Einmoden Einfügedämpfung Höchstwert für $\geq 97\%$ der Verbindungen (z.B. Pigtails, OTDR-Messung)
DIN EN IEC 61753-1:2019-10 Klasse B	$\leq 0,3 \text{ dB}$	$\leq 0,12 \text{ dB}$	$\leq 0,6 \text{ dB}$	$\leq 0,25 \text{ dB}$
DIN EN IEC 61753-1:2019-10 Klasse C	$\leq 0,5 \text{ dB}$	$\leq 0,25$	$\leq 1,0 \text{ dB}$	$\leq 0,50 \text{ dB}$
ISO/IEC 11801-1 Identisch mit DIN EN 50173 Stand der Technik	0,75 dB max. – 100%	0.75 dB max. – 100 %	0,75 dB max. – 100%	0,75 dB max. – 100%
GHMT PVP Dämpfung zufällig gesteckt	Level 2 $\leq 0,25 \text{ dB}$	Level 2 $\leq 0,25 \text{ dB}$	Level 2 $\leq 0,25 \text{ dB}$	Level 2 $\leq 0,25 \text{ dB}$

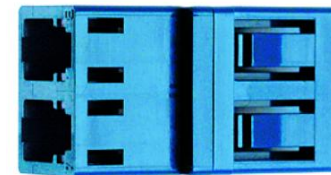
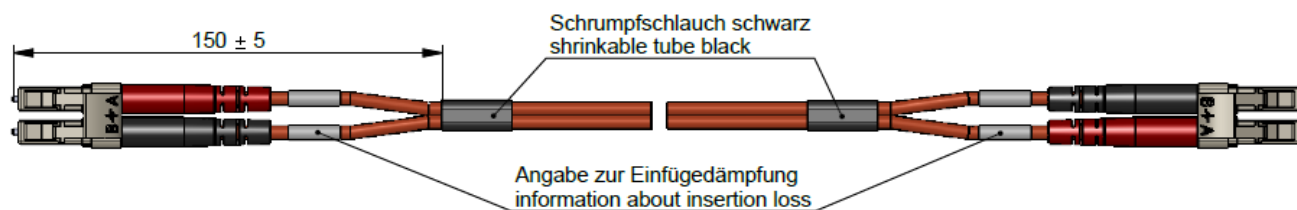


Vorteil von TICNET-Telegärtner Produkten:

Nachweis der „echten“ Einfügedämpfung, pro Stecker, pro Seite, für professionelle Bewertung der Messung.

Höchstzulässige Einfügedämpfung(Funktionsanforderung) der Verbindung

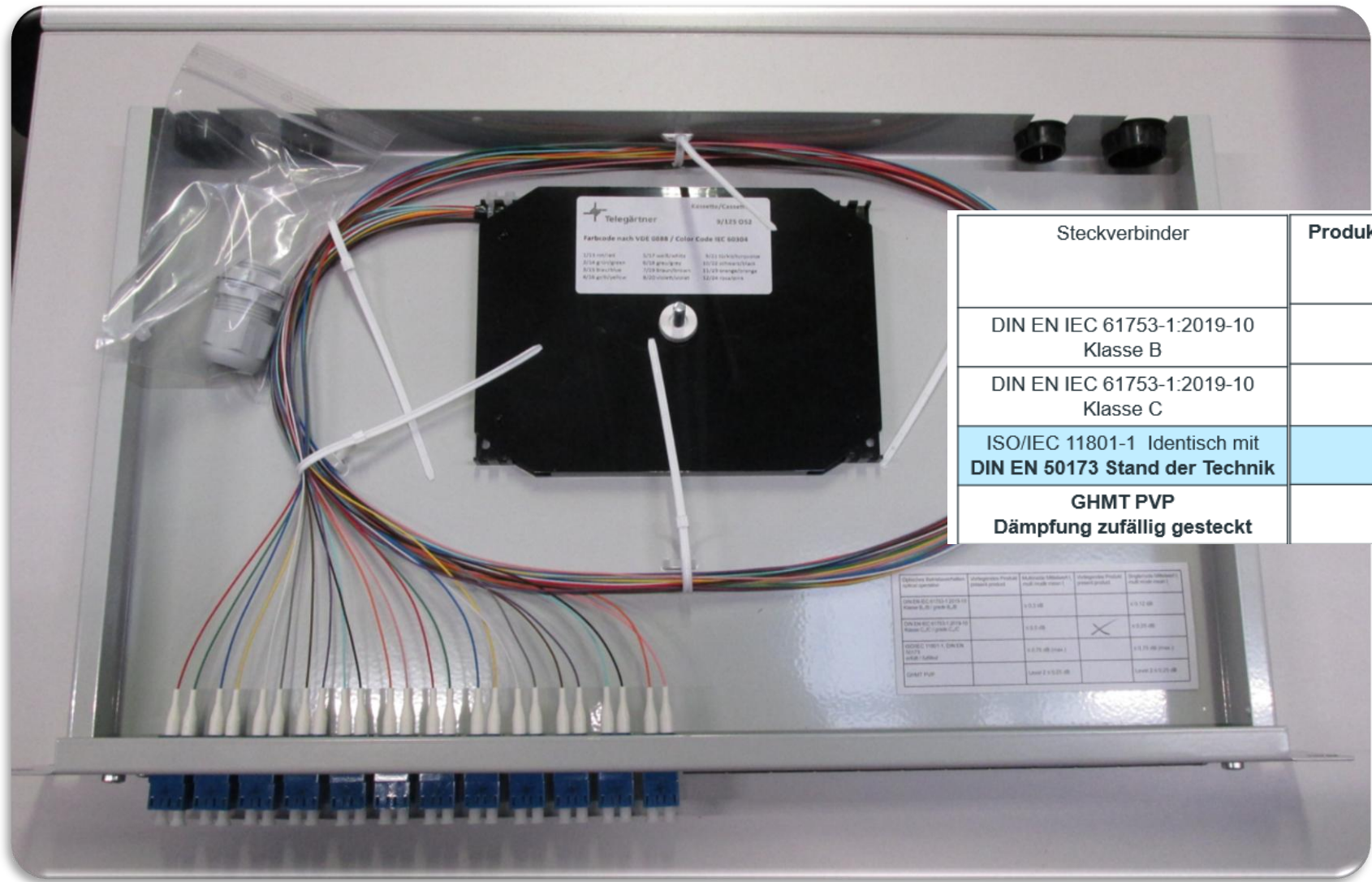
Steckverbinder <u>Auswahlmöglichkeit der Qualität</u>	Mehrmoden Einfügedämpfung Mittelwert (z.B. Dämpfungsmessung)	Einmoden Einfügedämpfung Mittelwert (z.B. Dämpfungsmessung)
DIN EN IEC 61753-1:2019-10 Klasse B	Dämpfungsmessung = Nachweis der Netzanwendungen der Übertragungsstrecke $\leq 0,3 \text{ dB}$	$\leq 0,12 \text{ dB}$
DIN EN IEC 61753-1:2019-10 Klasse C	$\leq 0,5 \text{ dB}$	$\leq 0,25$
ISO/IEC 11801-1 Identisch mit DIN EN 50173 Stand der Technik	0,75 dB max. – 100%	0.75 dB max. – 100 %
GHMT PVP Dämpfung zufällig gesteckt	Level 2 $\leq 0,25 \text{ dB}$	Level 2 $\leq 0,25 \text{ dB}$



Dämpfungsbudget:

Setzt sich aus Faser-Dämpfung und Steckverbinder-Dämpfung zusammen.

- 2xPatchkabel + 2xSteckverbinder + 1xInstallationsstrecke



Steckverbinder	Produkt	Mehrmoden Einfügedämpfung Mittelwert	Produkt	Einmoden Einfügedämpfung Mittelwert
DIN EN IEC 61753-1:2019-10 Klasse B		≤ 0,3 dB		≤ 0,12 dB
DIN EN IEC 61753-1:2019-10 Klasse C		≤ 0,5 dB		≤ 0,25
ISO/IEC 11801-1 Identisch mit DIN EN 50173 Stand der Technik		0,75 dB max. – 100%		0.75 dB max. – 100 %
GHMT PVP Dämpfung zufällig gesteckt		Level 2 ≤ 0,25 dB		Level 2 ≤ 0,25 dB

ZUSAMMEN- FASSUNG

**Muss es Störungsfrei
funktionieren?
Reicht 100 Base-T
halbduplex (1997)
ohne PoE aus?**



- **Menschen wollen und brauchen Sicherheit.**
- Die Bandbreite steigt ständig weiter an.
- Störungen verdoppeln sich ca. alle 2 Jahre.
- Die Linkklassen nach DIN EN 50173-1 garantieren Anwendungen.
- Mix and Match bedeutet das kombinieren von Produkten.
- Man will immer das Beste, mit wenig Kosten, in der Hoffnung das es in den nächsten 10-Jahren Bandbreitentechnisch funktioniert.
- Neue Anwendung IEEE seit 2018 ist z.B. 25GBase-T.
- Neue Anwendung IEEE seit 2018 ist PoE, 4PPoE.
- Neue Anwendungen vom IEEE benötigen neue Planungsvorgaben, Installationsvorgaben und Produkteigenschaften.
- Wir haben nicht nur Ethernet sondern auch Multimediale Anwendungen.
- Um die Anforderungen des IEEE für mehr als 10 Jahre umsetzen zu können, gibt es eine neue abwärtskompatible **Link-Klasse I**.
- Diese Klasse I garantiert das Voll-Duplexsignal von 1- 40GBase-T.
- Das Modul AMJ Cat.8.1 RJ45 sowie das Kabel AMJ2000 Cat.8.2 funktioniert bei allen Linkklassen und allen Längen von 1-117m.
- Damit hat man eine **Planungssicherheit und Funktionsgarantie**.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



Falk Klaus Krüger

- Elektroinstallateur
- Dipl.-Ing. (FH) Elektrotechnik
- VdS Sachkundiger für Gebäude-Infrastruktur-Verkabelung
- Mitarbeit im DIN Ausschuss Elektrotechnik / Bauwesen GAEB AK LB 061 und AK LB 062
- Lehrauftrag Hochschule Meißen (FH)

Systemberater Data Voice Deutschland
Technisches Büro Telegärtner
Wiesenweg 9, 01968 Kleinkoschen

Tel.: +49 (0) 7157-125-5212
Mobil: +49 (0) 160 - 90772774
E-Mail: falk.krueger@telegaertner.com
web: www.telegaertner.com

