

Die Architekten der Konnektivität

TELEGÄRTNER KARL GÄRTNER GMBH

DATENNETZE MIT TWISTED-PAIR-KABEL 2025

PlanetWissen

05. und 06. Februar 2025,
Elbcampus Hamburg-Harburg

 **zajadacz**
Ideen gehören zum Sortiment.

Einladung zur PlanetWissen/z



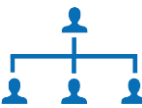
Zukunftssichere Datennetze:

- Anforderungen an Ethernet-Signale und Twisted-Pair-Kabel
- Grundlagen (passiv und aktiv)
- Normung DIN EN 50173 Netzanwendung, Frequenz und Länge
- Umsetzung der Normung für eine Lebenserwartung von mehr als 10 Jahren
- Lösungen von Telegärtner: AMJ2000, AMJ-SL, AMJ-4x90

... aus Steinenbronn.



Gründung 1945 

Familienunternehmen 

 560 Mitarbeiter

Zentrale in Steinenbronn 



Telegärtner Karl Gärtner GmbH Steinlenbronn

Das Entwicklungs- und Vertriebszentrum der Telegärtner Gruppe.

Entwicklung & Fertigung von Koax, Kupfer – und Industrial-Ethernetkomponenten



Telegärtner Gerätebau Höckendorf

Entwicklung und Fertigung von LWL - Produkten und LWL- Kabelkonfektionierung

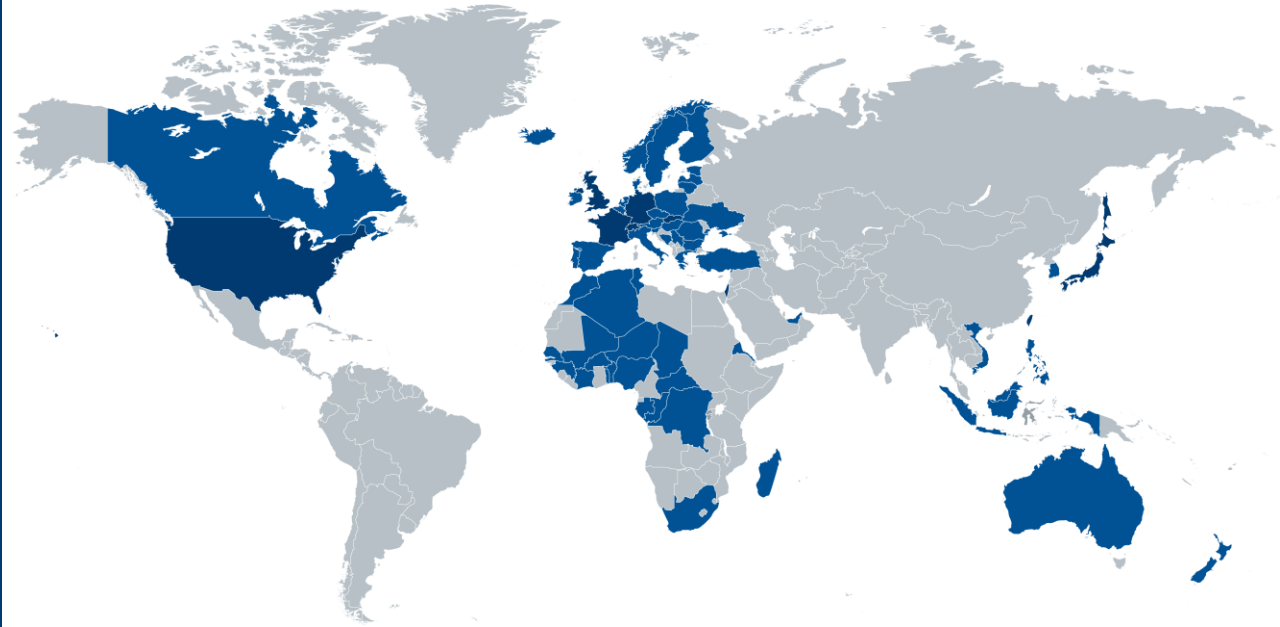


Telegärtner Kunststofftechnik Steinlenbronn

Kunststofflösungen für Pharmaindustrie, Automotive, Elektroindustrie

Wir verbinden die Welt:
Ob Tokio, Chicago, Paris oder Steinenbronn
– wir sind dort, wo Sie uns brauchen.

Mit unseren Tochterunternehmen und 58 Distributoren sind wir in über 70 Ländern weltweit vertreten.



Ein Familienunternehmen in der dritten Generation!

MÄRKTE



Automotive



Broadcast



Erneuerbare Energien



Glasfaserverkabelung



Industrie & Outdoor



Medizintechnik



Messen & Prüfen



Mobilfunk &
Telekommunikation



Radar & Satellite



Rechenzentren



Strukturierte Verkabelung



Transportwesen

WAS BRAUCHEN WIR?



ZUVERLÄSSIGE DATENAUTOBAHNEN

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

Zertifikat Certificate

Anerkennung



als

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

Inhaber der Anerkennung:

Falk Krüger
Wiesenweg 9
DE-01968 Kleinkoschen

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.

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

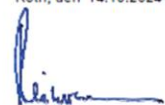
Alle Änderungen der Voraussetzungen für die Anerkennung sind der VdS-Zertifizierungsstelle - mit sämtlichen erforderlichen Unterlagen - unverzüglich zu übermitteln.

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

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


Dr. Reiner Mann

Geschäftsführer



i.V. Fritz-Lafrenz

Leiter der Zertifizierungsstelle

VdS Schadenverhütung GmbH
Zertifizierungsstelle
Amsterdamer Str. 174
D-50725 Köln

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

HOCHSCHULE MEISSEN (FH)
UND FORTBILDUNGSZENTRUM



Rektor

Lehrauftrag

Herrn Falk Krüger

wird im Studienjahr 2023/2024

an der

Hochschule Meißen (FH) und Fortbildungszentrum

für das Modul

BaDV-28 „IT-Infrastrukturmanagement“

ein Lehrauftrag erteilt.

Meißen, den 9. April 2024




Prof. Dr. Frank Nolden

die strukturierte Verkabelung allgemein



DIE STRUKTURIERTE VERKABELUNG

Ziel:

- Verbindung von zwei Rechnern und Funktionssicherheit in der Bandbreite.

Tertiärbereich = Etagenverkabelung

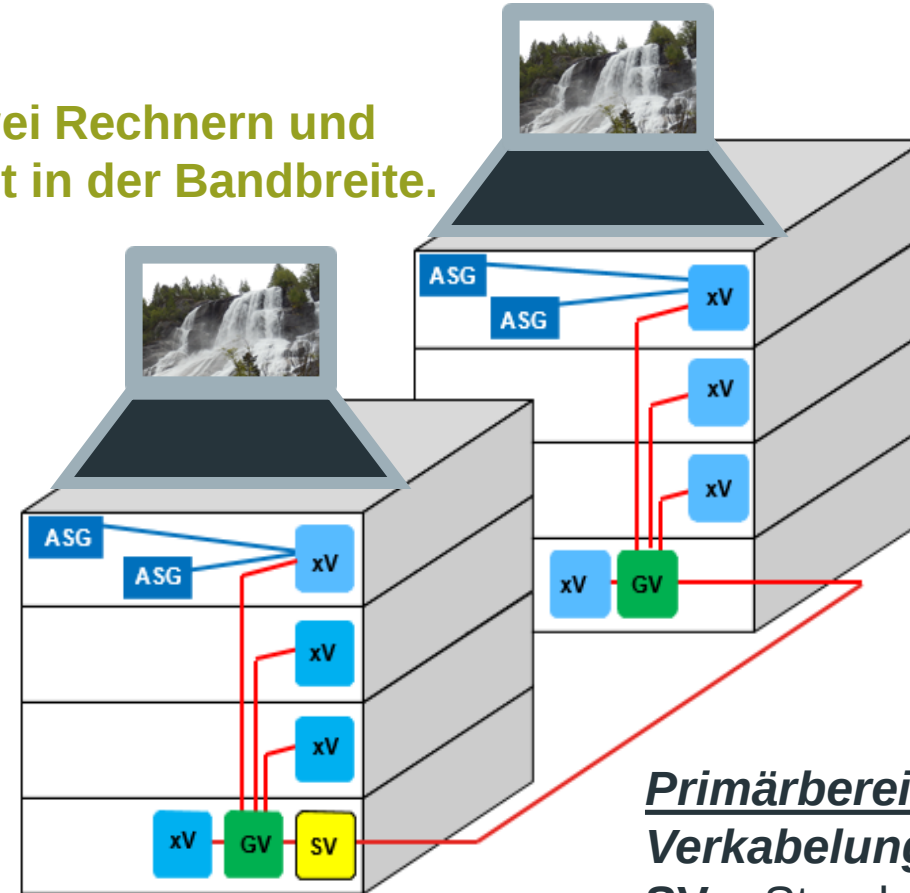
xV = Standort-spezifisches Teilsystem

ASG = Anwendungsspezifische Übertragungseinrichtung

Sekundärbereich = Gebäude Backbone = Steigbereich = Vertikal-Verkabelung

GV = Gebäudeverteiler

xV = Standort-spezifisches Teilsystem



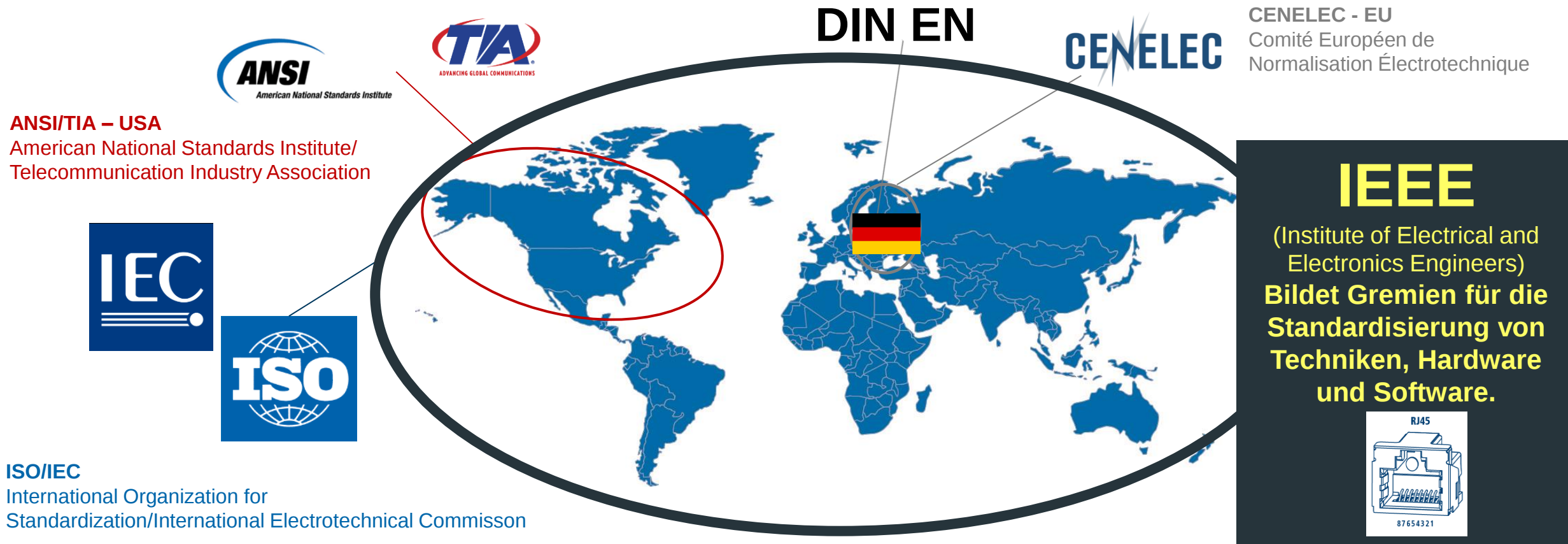
Quelle: DIN EN 50173-1 (VDE 0800173-1):2018-10

Primärbereich = Campus Backbone Verkabelung zwischen den Gebäuden

SV = Standortverteiler

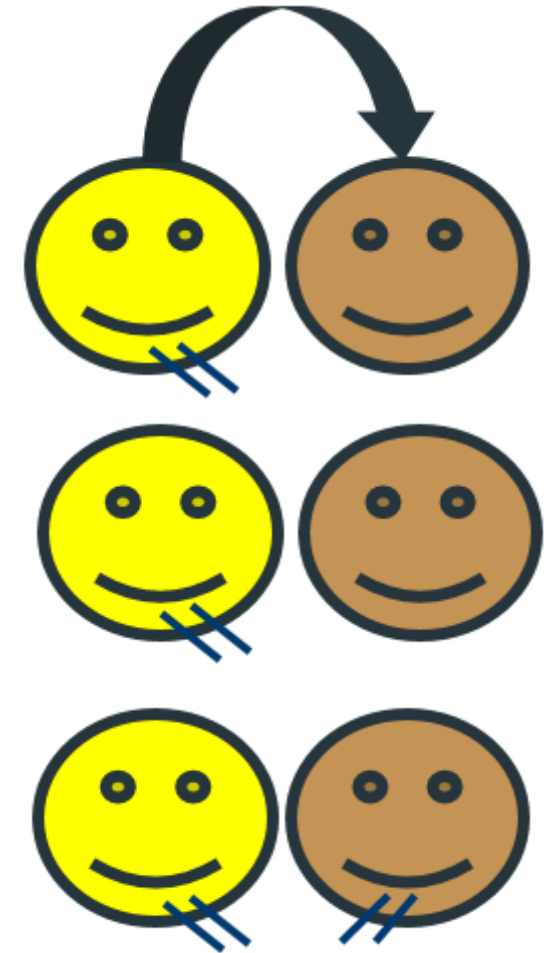
GV = Gebäudeverteiler

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



Arten der Kommunikation

- **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)



INFORMATIONEN STRUKTURIERTE VERKABELUNG

Verkabelungsnormen z.B. Installationsstrecke

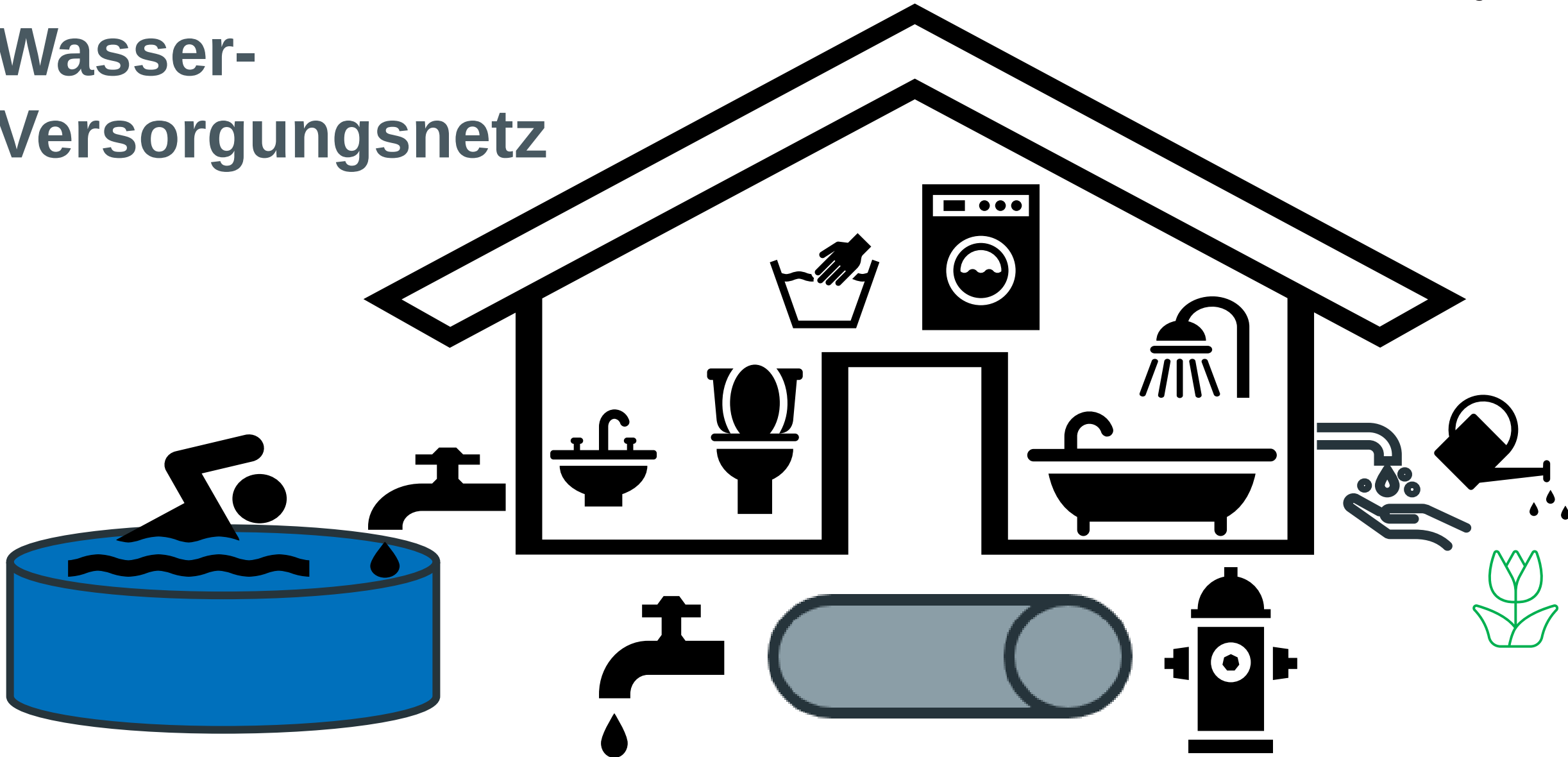
Quelle: DIN

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	

Grundlagen, Herleitungen, Sichtweisen



Wasser- Versorgungsnetz



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

NETZANWENDUNG MIT RJ45 DIN EN 50173-1

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



Optimales Rohr

Klasse D (100MHz)

Klasse E_A (500MHz)

Klasse I (2000MHz)

Abwärtskompatibel, Klasse D

Abwärtskompatibel, Klasse E_A und Klasse D

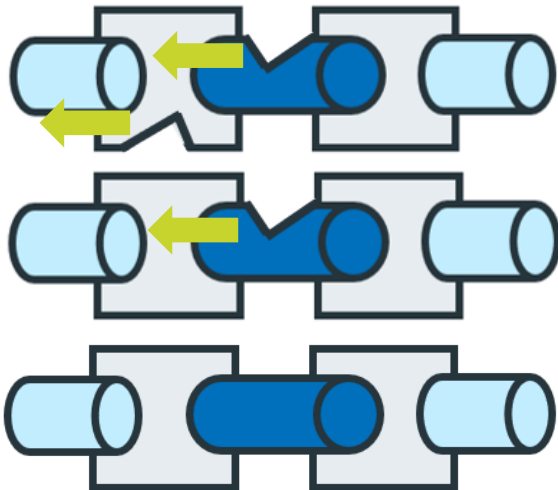
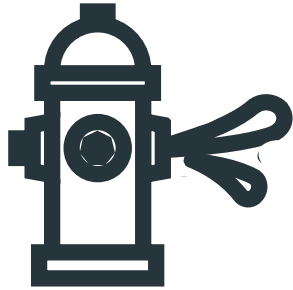
Symmetrie z.B. RL als Garantie für Vollduplex Ethernet

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



Reflexionen
sind Störungen

im Datennetz z.B.
Rückflusdämpfung (RL)



Klasse D (100MHz)

Klasse E_A (500MHz)

Klasse I (2000MHz)

Die Rückflusdämpfung der Klasse E_A ist ca.40%
besser wie die der Klasse D bei 100MHz

Die Rückflusdämpfung der Klasse I ist ca.80%
besser wie die der Klasse E_A bei 500MHz

ETHERNET-SIGNAL MIT TWISTED-PAIR-KABEL

Halbduplex

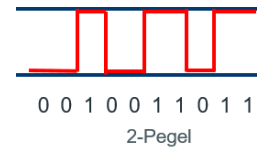
Benötigt zwei Adern Paare des Datenkabels.
Ein Paar sendet und ein Paar empfängt Daten.

Manchestercodierung

logische Zustände (0 und 1)

MLT-3

logische Zustände (-1V, 0V, +1V)

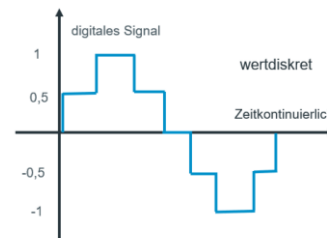


Vollduplex

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

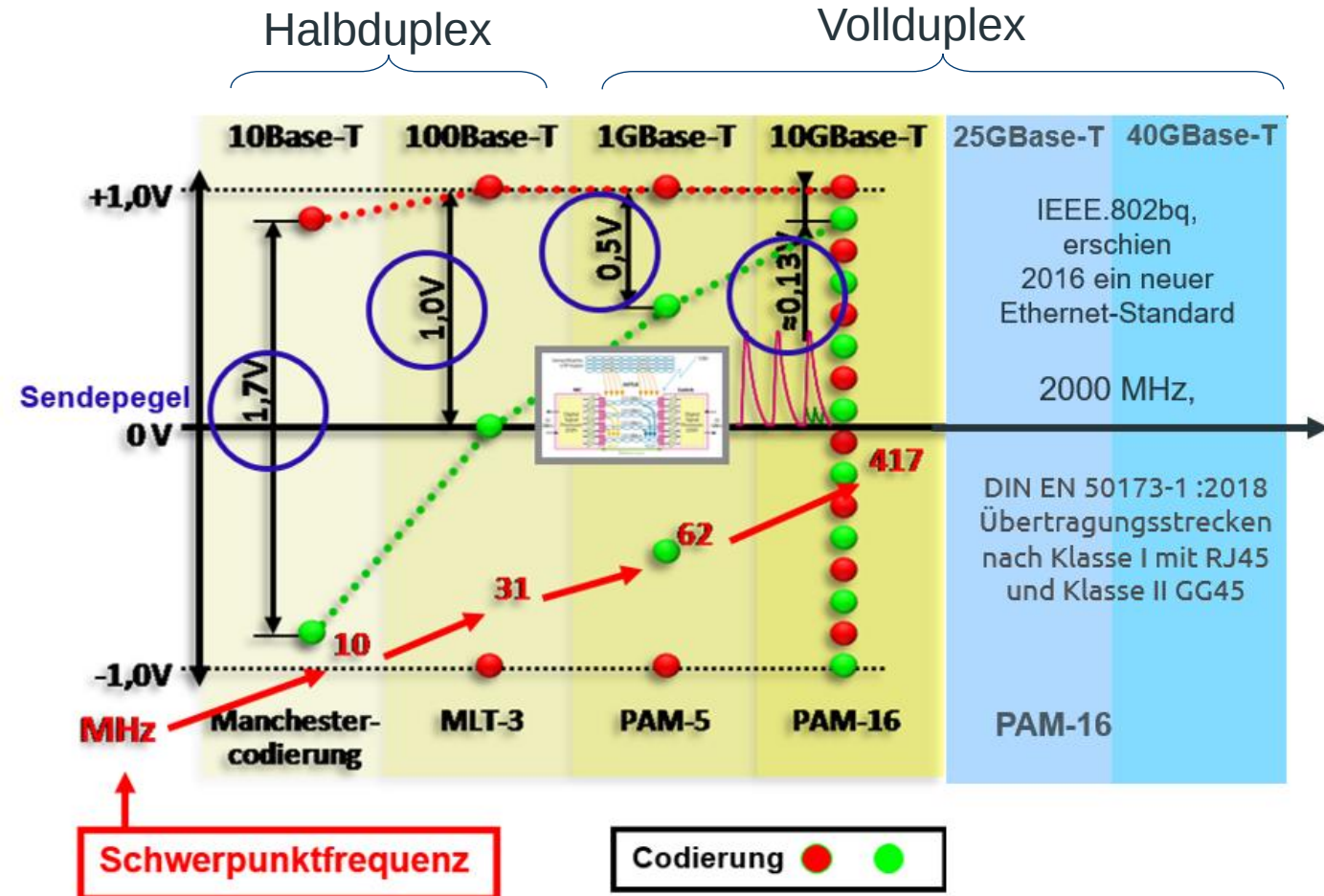
PAM 5 (Pulsamplitudenmodulation)

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



PAM 16

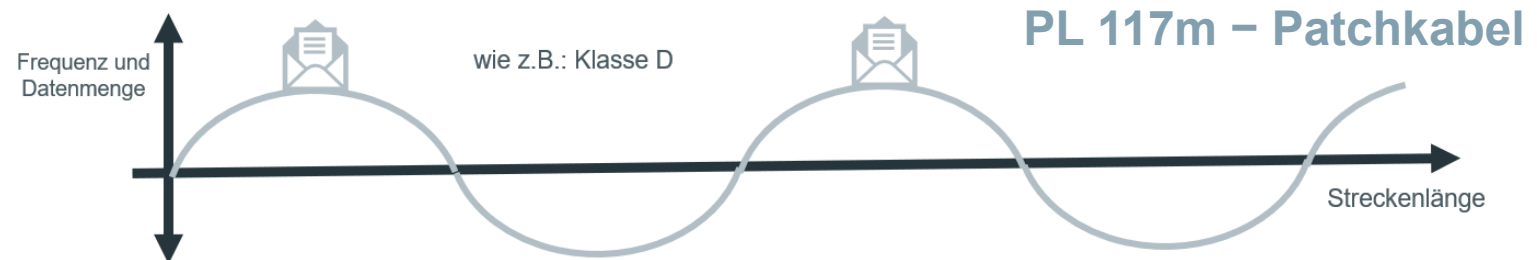
16 logische Zustände



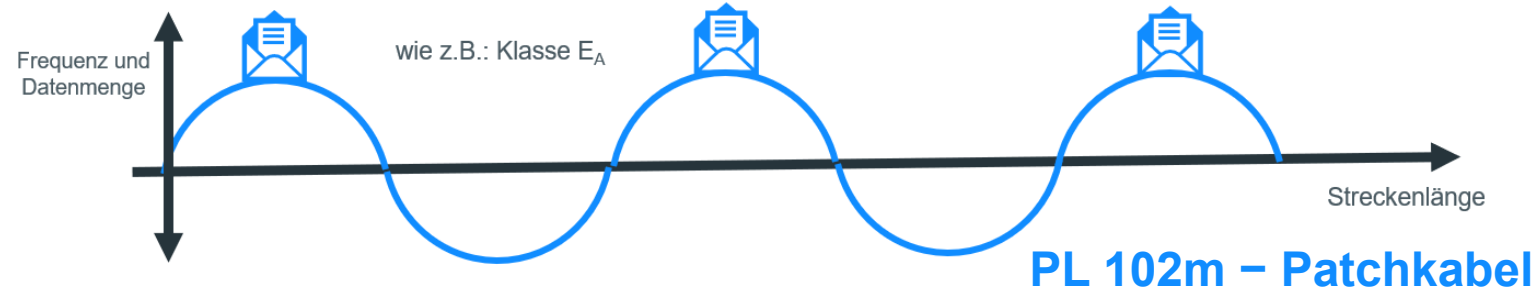
Wie kann man sich das vorstellen, Frequenz, Wellenlänge, Übertragungsstrecke/Linkklasse

Die Wellenlänge wird mit
zunehmender Frequenz kürzer.

z.B.: 100MHz



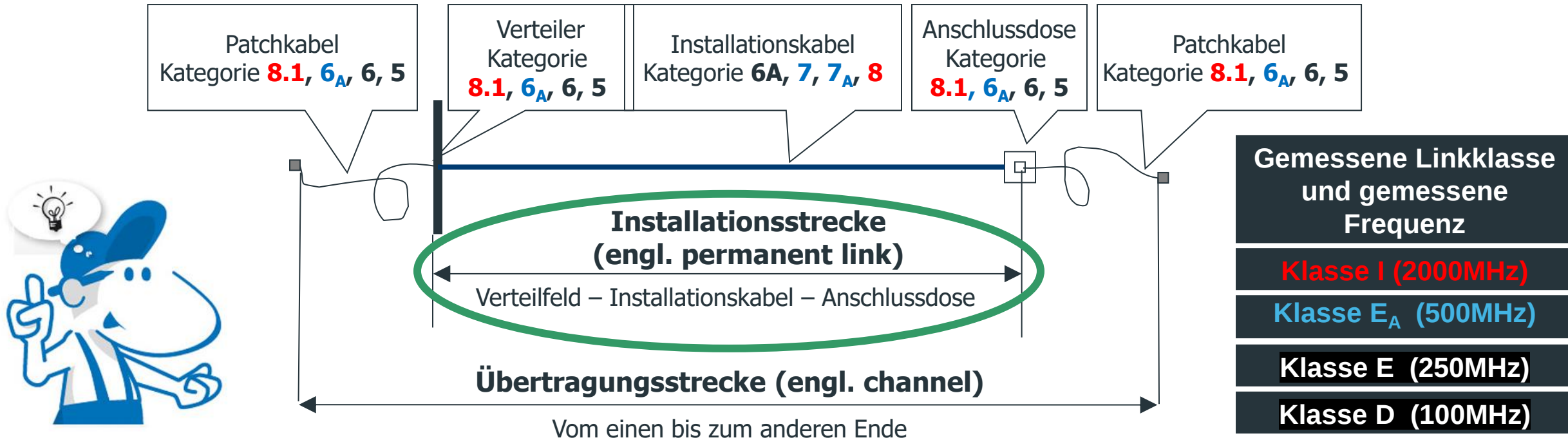
z.B.: 500MHz



z.B.: 2000MHz



TERTIÄRVERKABLUNG UND MESSUNGEN



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

NETZANWENDUNG / LINK-KLASSE / STRECKEN-LÄNGE

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

Die Linkklasse und die **Länge/Ausdehnung** ist immer von der Frequenz abhängig die genutzt wird.

10 Base-T halbduplex	Klasse C
100 Base-T halbduplex	Klasse D
1 GBase-T vollduplex	Klasse D
2,5-10 GBase-T vollduplex	Klasse E _A
<i>25 GBase-T, TR</i> , vollduplex	Class I
25-40 GBase-T vollduplex	Klasse I

Temperaturerhöhung
führt zur
Vergrößerung der
Dämpfung und damit
zur Verkürzung der
Übertragungsstrecke



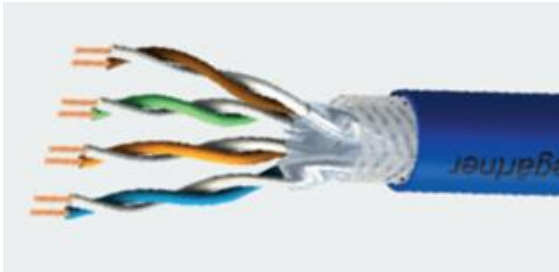
Klasse C, 16MHz	188m – Patchkabel
Klasse D, 100MHz	PL 117m – Patchkabel
Klasse D, 100MHz	PL 117m – Patchkabel
Klasse E _A , 500MHz	PL 102m – Patchkabel
Class I, 1250MHz	CH ca.32m incl. Patchkabel
Klasse I, 2000MHz	PL 32m - Patchkabel

- Die gemessene Übertragungsstrecke (engl. **ch**annel) ist incl. Patchkabel.
- Diese müssen immer nach der Messung gesteckt bleiben.
- Wenn man sie entfernt und neue Patchkabel verwendet muss immer neu gemessen werden.
- Diese erneute Messung wird zum Nachweisen der Funktion benötigt.
- In der Praxis meist nicht anwendbar.

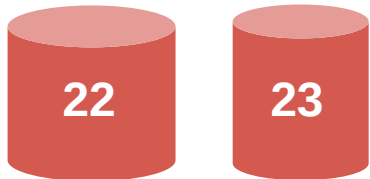
die Komponente Kabel



TWISTED-PAIR-KABEL DIN EN 50173-1



- Das Kabel der Kategorie **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:

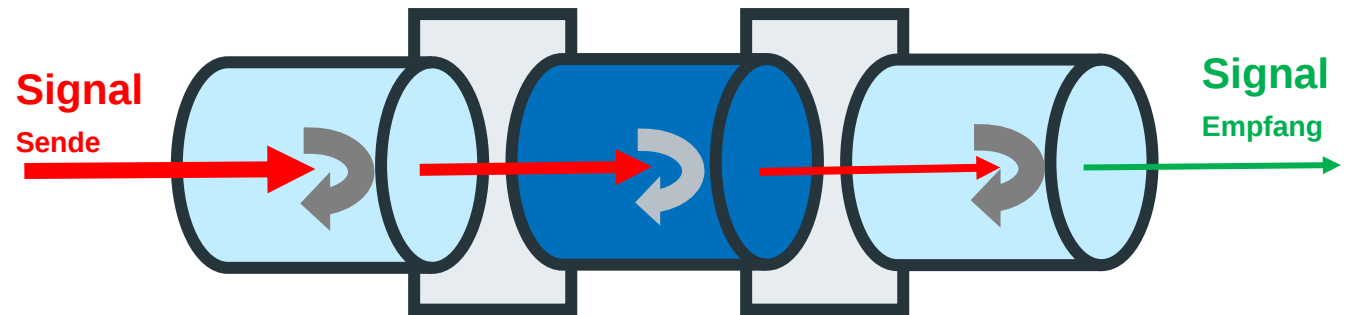
- Wellenwiderstandsverlauf
- Rückflusdämpfung (RL)

BEWERTUNG ÜBERTRAGUNGS- STRECKE

Rückflussdämpfung

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

Übertragungsstrecke



Z = Wellenwiderstand
Datenkabel

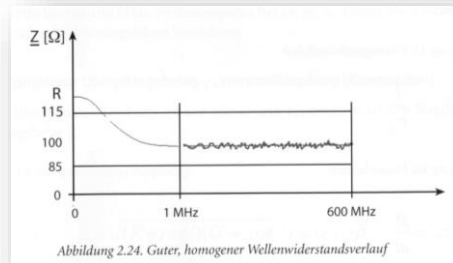
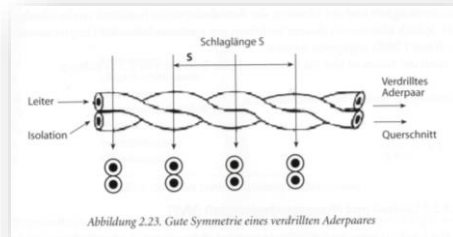
$Z_{\text{Kabel}} = 100\Omega \pm 5\Omega$

$Z_1 = 105\Omega$

$Z_2 = 95\Omega$

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

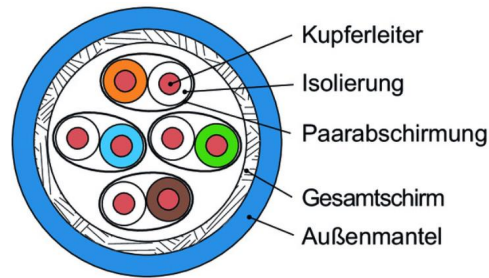
WELLENWIDERSTANDSVERLAUF UND RL



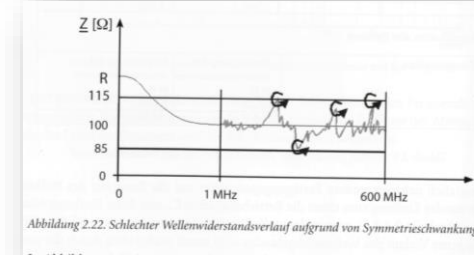
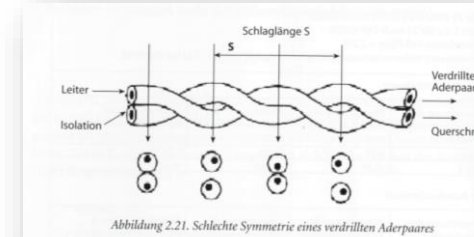
$$Z=100\Omega\pm5\Omega$$

Gute Symmetrie

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



Quelle: Fachbuch IT-Verkabelungssysteme
Kiery, Köhler, Wilhelm



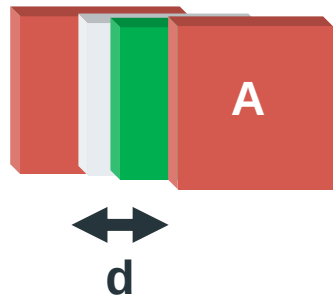
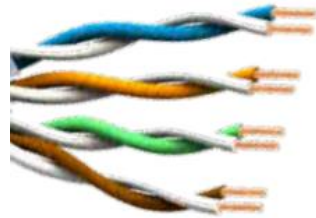
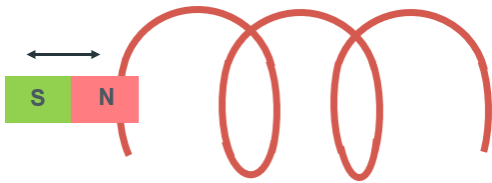
$$Z=100\Omega\pm15\Omega$$

Schlechte Symmetrie

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

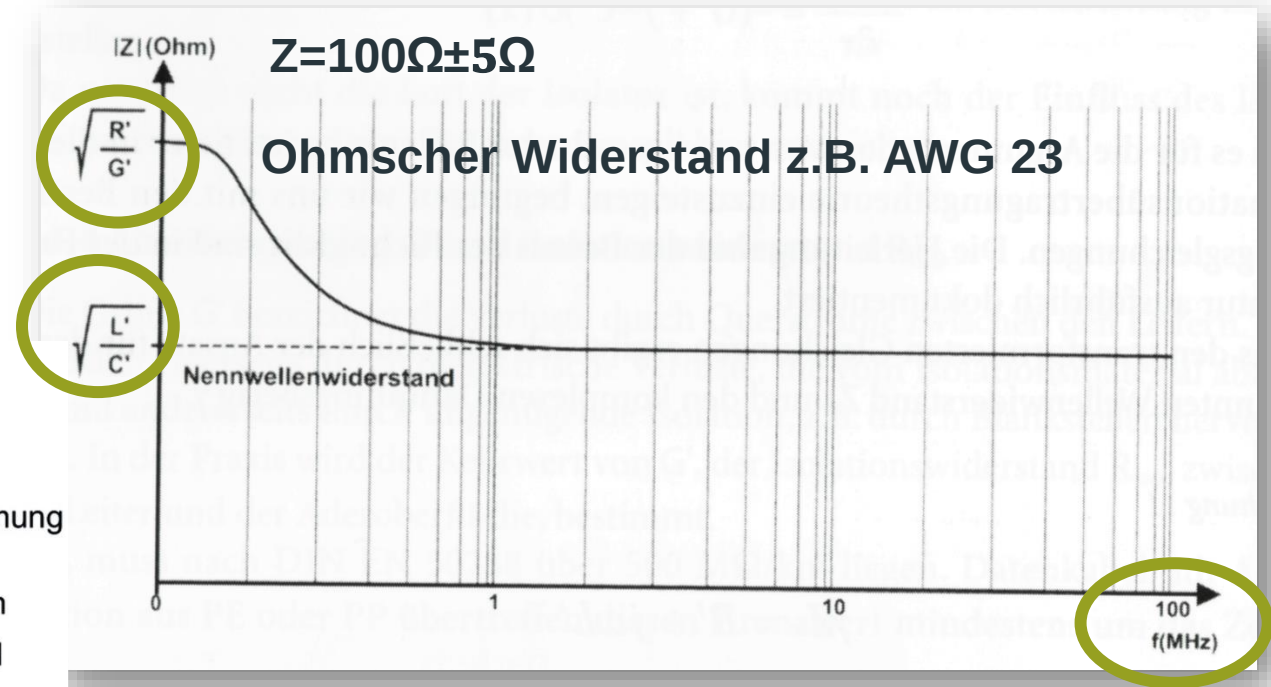
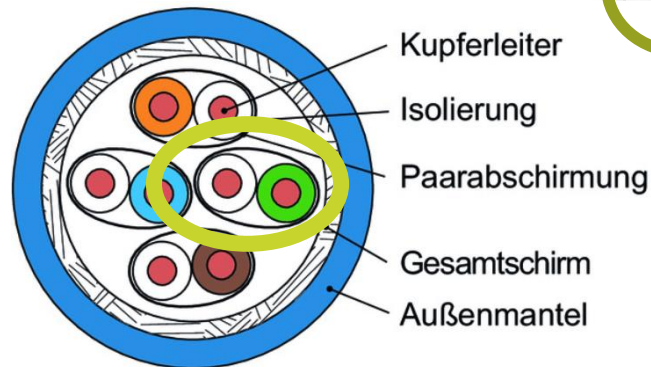
WELLENWIDERSTANDSVERLAUF UND FREQUENZ

Quelle: Fachbuch IT-Verkabelungssysteme Kiery, Köhler, Wilhelm



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

ϵ = dielektrische Leitfähigkeit
(Eigenschaft vom **Kunststoff**)



ab 1MHz von L = Induktivität bestimmt
und von C = Kapazität bestimmt

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

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	89	86	84	75	69	67	dB/30m
Return Loss	28	30	30	30	28	26	25	23	20	18	dB/30m

Zukünftige Anwendung und Verkabelung mit RJ45:

- ISO/IEC TR 11801-9905:2018 für 25GBASE-T (1250MHz)
- Verkabelung Klasse I (2018) für 25/40 GBASE-T (2000MHz)

Z = $100\Omega \pm 15\Omega$, AMJ 1300 S/FTP

AWG23/1 Cat.7_A

Verkabelung der Klasse F_A 1000MHz

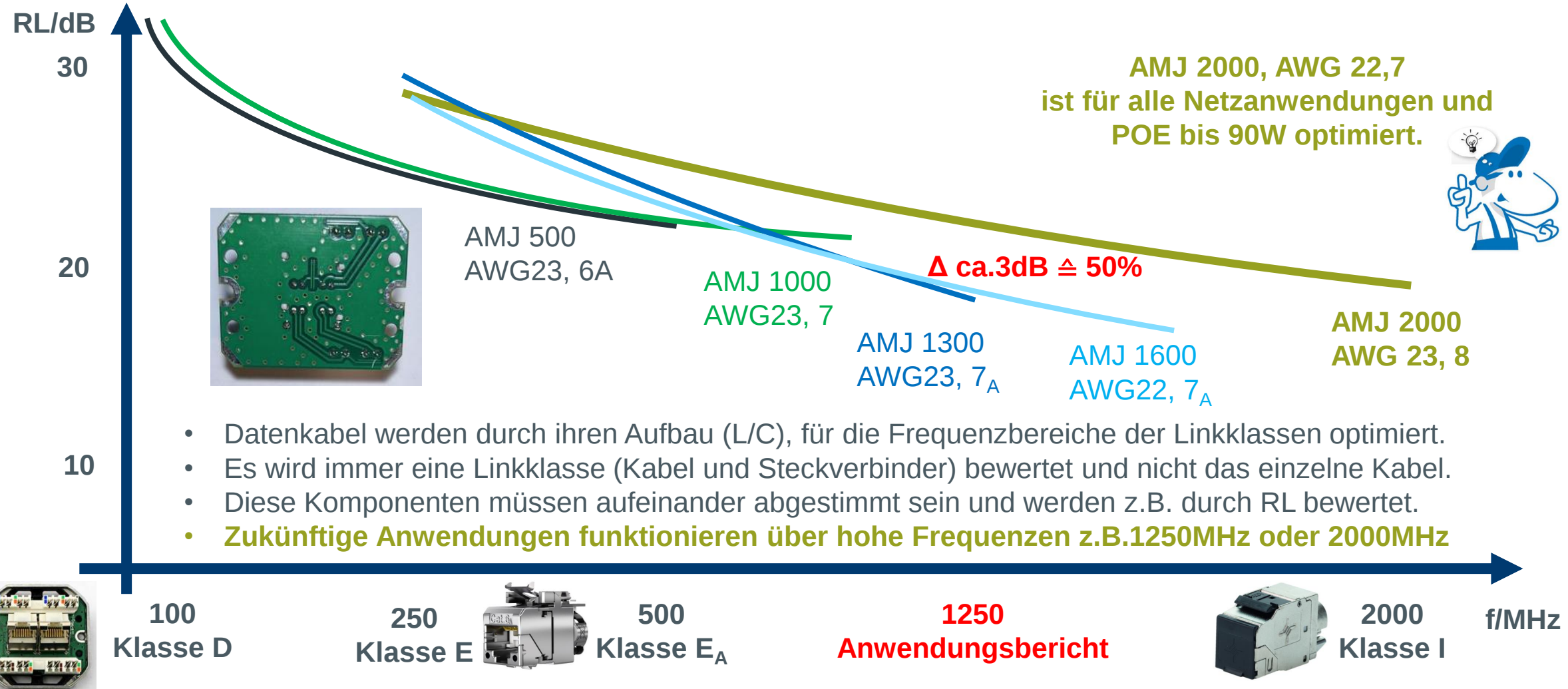
Z = $100\Omega \pm 5\Omega$, AMJ 2000 S/FTP

AWG23/1 Cat.8.2

Klasse F_A und Klasse I (2000MHz)

- +2 dB Rückflusdämpfung
- ca.40% weniger Störungen

DATENKABEL IM VERGLEICH ZUR LINKKLASSE



Investition in die Zukunft nach Verkabelungsnorm DIN EN 50173



Certificate

No. c6590b-21

Customer:
Telegärtner Karl Gärtner GmbH
Lerchenstraße 35
71144 Steinbrunn, Germany

Class Ea

„Standard“

Verkabelungsnorm Klasse E_A (bis zu 500 MHz definiert) 10GBASE-T (IEEE 802.3an) 2006 mit Kat.6A Kabel

This certificate refers to the comprehensive test report no. c6590b-21 and shall only be applicable in conjunction with the test report. This certificate is valid 24 months after date of testing.

Bexbach, 14. May 2021

Dirk Wilhelm, engineer
(Chairman of the Managing Board)



Test laboratory accredited by DIN EN 15189 in accordance with DIN EN ISO 9001:2015 and DIN EN ISO 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate 0-PN-27000-02-00.

RELIABILITY IN TOTAL
REQUIRES ACCURACY IN DETAIL.



Certificate

No. c6576b-21

Customer:
Telegärtner Karl Gärtner GmbH
Lerchenstraße 35
71144 Steinbrunn, Germany

Class Ea

„Bastellösung“

Verkabelungsnorm Klasse E_A (bis zu 500 MHz definiert) 10GBASE-T (IEEE 802.3an) 2006 mit Kat.7_A Kabel Kat.7_A Komponenten = Klasse F_A Klasse F_A hat keine Netzanwendung

This certificate refers to the comprehensive test report no. c6576b-21 and shall only be applicable in conjunction with the test report. This certificate is valid 24 months after date of testing.

Bexbach, 14. May 2021

Dirk Wilhelm, engineer
(Chairman of the Managing Board)



Test laboratory accredited by DIN EN 15189 in accordance with DIN EN ISO 9001:2015 and DIN EN ISO 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate 0-PN-27000-02-00.

RELIABILITY IN TOTAL
REQUIRES ACCURACY IN DETAIL.



Certificate

No. c6028a-20

Customer:
Telegärtner Karl Gärtner GmbH
Lerchenstraße 35
71144 Steinbrunn, Germany

Class I

„Standard“

Verkabelungsnorm Klasse I (bis zu 2000 MHz definiert) 10BASE-T bis 40GBASE-T, 2018 mit Kat.8.2 Kabel Kat.8.1 RJ45 Komponenten Abwärtskompatibel für alle Netzanwendungen und Längen

This certificate refers to the comprehensive test report no. c6028a-20 and shall only be applicable in conjunction with the test report. This certificate is valid 24 months after date of testing.

Bexbach, 14. May 2021

Dirk Wilhelm, engineer
(Chairman of the Managing Board)



Test laboratory accredited by DIN EN 15189 in accordance with DIN EN ISO 9001:2015 and DIN EN ISO 17025:2018. The accreditation is valid for the test methods listed in certificate 0-PN-27000-02-00.

RELIABILITY IN TOTAL
REQUIRES ACCURACY IN DETAIL.

FUNKTION POE

Endspan: Switch speist Strom ein

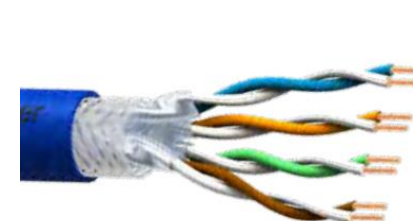


**Midspan: Switch sendet nur Daten,
Strom von Midspan-Gerät eingespeist
(zwei zusätzliche Steckverbindungen!)**



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



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

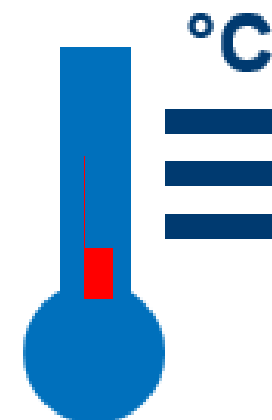
Anforderung für Planung

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

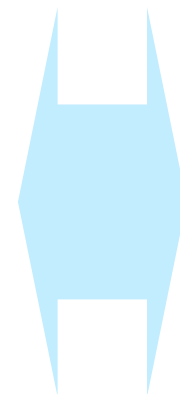
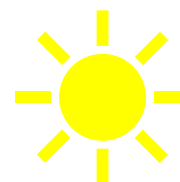
0,065 Ω /m / Ø Kabel 7mm
Anforderung für Planung



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

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

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

Temperatur (°C)	Länge der Übertragungsstrecke (m) (Gesamtlänge der Schnüre 10m)	Länge der Übertragungsstrecke (m) (Gesamtlänge der Schnüre 15m)	Länge der Übertragungsstrecke (m) (Gesamtlänge der Schnüre 20m)
20°C	100 m	98 m	95 m
25°C	98 m	96 m	93 m
30°C	97 m	94 m	91 m
35°C	95 m	92 m	89 m
40°C	93 m	90 m	87 m
45°C	90 m	87 m	85 m
50°C	86 m	84 m	82 m
55°C	83 m	81 m	79 m
60°C	80 m	78 m	76 m

Quelle : DIN EN 50174-2 2018:10

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

Widerstand und Kabeldurchmesser im Vergleich zu den Vorgaben DIN EN 50174-2:2018-10	6 Kabel	12 Kabel	24 Kabel	48 Kabel	72 Kabel	96 Kabel	144 Kabel	216 Kabel
0,095 Ω/m und 0,005m Installationsbedingung – Elektroinstallationskanal / Elektroinstallationsrohr	$\Delta T = 6,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 9,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 13,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 19,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 25,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 29,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 38^{\circ}\text{C}$	*****
0,075 Ω/m und 0,007m Installationsbedingung – Elektroinstallationskanal / Elektroinstallationsrohr	$\Delta T = 3,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 5,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 7,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 12,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 15,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 18,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 24^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 32^{\circ}\text{C}$
0,065 Ω/m und 0,007m Installationsbedingung – Elektroinstallationskanal / Elektroinstallationsrohr	$\Delta T = 2,8^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 4,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 6,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 9,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 12,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 15,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 19,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 26^{\circ}\text{C}$

Quelle : DIN EN 50174-2 2018:10

KABELWERTE $\Delta T^{\circ}\text{C}$, DIN EN 50174-2 2018:10

Quelle : DIN EN 50174-2 2018:10

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	$\Delta T = 0,7^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 1,0^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 1,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 2,5^{\circ}\text{C}$	$\Delta T = 2,5^{\circ}\text{C}$

Wir bewerten AMJ 1600 MHz, Cat.7_A, AWG 22, R = 0,055 Ω/m und AMJ 2000 MHz, AWG 23, R = 0,063 Ω/m für alle Anwendungen.

$\approx 0,01 \Omega/\text{m}$
Unterschied

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

Wir bewerten AMJ 1300 MHz, Cat.7_A, AWG 23, R = 0,067 Ω/m und AMJ 2000 MHz, AWG 23, R = 0,063 Ω/m für alle Anwendungen.

0,004 Ω/m
Unterschied

1 $^{\circ}\text{C} \triangleq$ 0,4 Meter

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.

DIN EN 50173-6 FUNKNETZ ODER WI-FI??

Unterstützte Funknetzanwendungen

Quelle DIN EN 50173-6: 2018-10

Anwendung	Beschreibung des Standards	Typische Reichweite in Innenräumen (Radius)
IEEE 802.11a	Lokale Funknetze (54 Mbit/s bei 5 GHz)	12 m
IEEE 802.11b	Lokale Funknetze (11 Mbit/s bei 2,4 GHz)	30 m
IEEE 802.11g	Lokale Funknetze (54 Mbit/s bei 2,4 GHz)	12 m
IEEE 802.11n	Lokale Funknetze (600 Mbit/s bei 2,4 und/oder 5 GHz)	12 m
IEEE 802.11ac	Lokale Funknetze (7 Gbit/s bei 5 GHz)	12 m

WLAN ist ein Funknetzwerk auf Basis des Standards IEEE 802.11...

Wi-Fi ist ein Kunstbegriff und eine Handelsmarke.

Hier werden verschiedene Hersteller zertifiziert durch die Wi-Fi Alliance.

WI-FI STANDARD

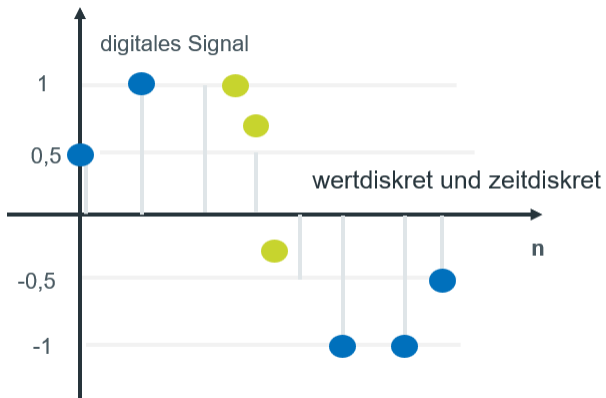
	 Wi-Fi 5	 Wi-Fi 6	 Wi-Fi 6E	 Wi-Fi 7
Standard Hinweis: 1 Byte = 8 Bit	IEEE 802.11ac	IEEE802.11ax	IEEE802.11ax	IEEE802.be (in Ausarbeitung)
Sendefrequenz	nur 5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz	2,4 GHz, 5 GHz, 6GHz	2,4 GHz, 5 GHz, 6 GHz
Maximale Anzahl der Datenströme/Kanäle	8	8	8	16
Maximale Datenrate pro Datenstrom/Kanal	866 Mb/s	1,2 Gb/s	1,2 Gb/s	2,9 Gb/s
Maximale theoretische Datenrate	6,93 Gb/s	9,61 Gb/s	9,61 Gb/s	46,1 Gb/s
Typische Geschwindigkeit	1,3 Gb/s	5 Gb/s	5 Gb/s	18 Gb/s (in Vorbereitung)

Seit 2024 wird an dem neuen WLAN-Standard IEEE 802.11bn, auch bekannt als **Wi-Fi 8**, gearbeitet. Ab 2029 können wir mit maximal acht Antennen einem Summendurchsatz von etwa **23 GBit/s** erreichen.



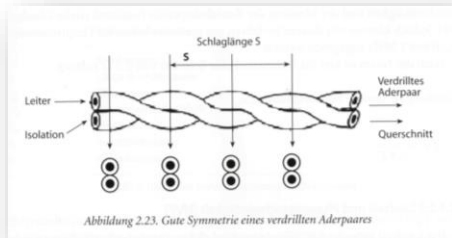
POE- ERFORDERNISSE, WIDERSTANDS SYMMETRIE, FÜR DIE GARANTIE DER FUNKTION

- Die Bereitstellung von PoE über eine Klasse E_A, Klasse I Verkabelung mit Kategorie 6A/7/7_A/8 Datenkabel erfordert einen niedrigen Gleichstromwiderstand der Verkabelung z.B. **0,065 Ω /m (DIN 50174-2)**.



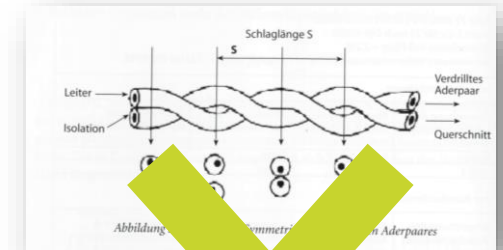
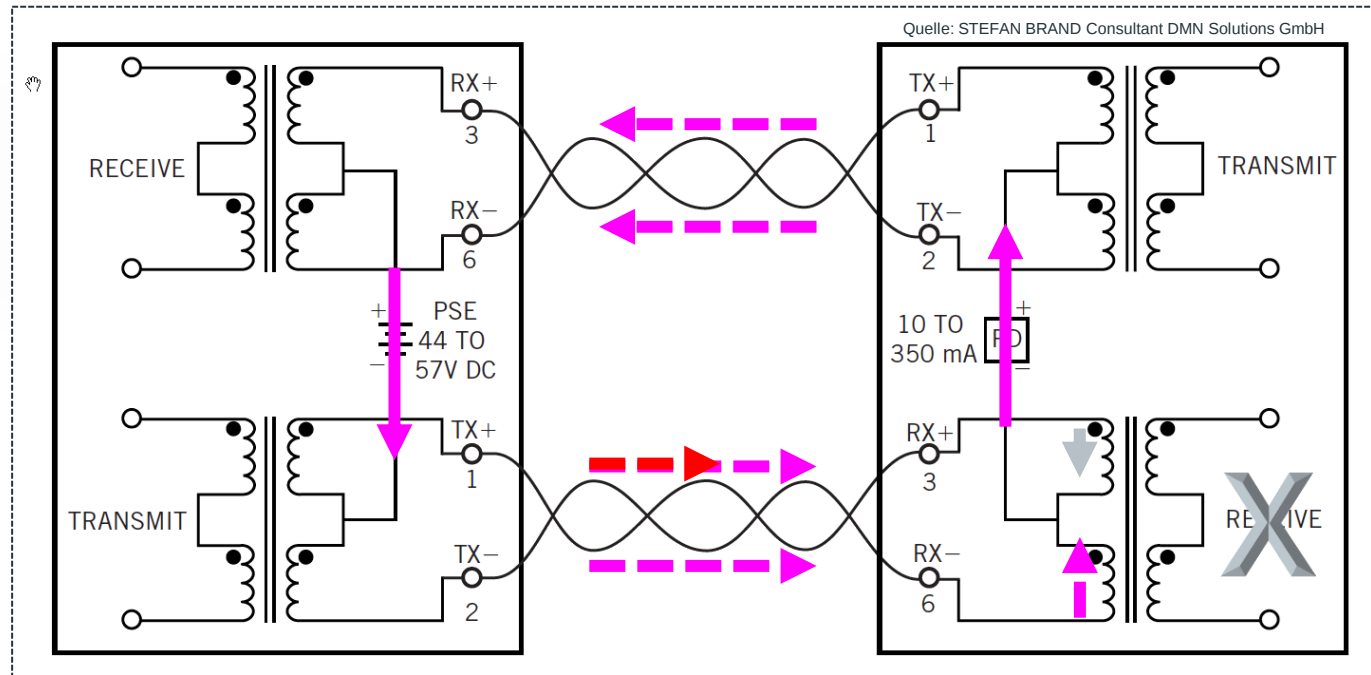
- Die Kabelgeometrie (**Wellenwiderstand/Rückflusdämpfung**) muss den Gleichstromwiderstand ausgleichen.
- Wenn ein Paar zu sehr **aus dem Gleichgewicht ist**, sättigt die Leistung, die Transformatoren des Empfängers (Wireless Access Point, Router) und **stört die Datenübertragung**.
- Die Störung** der Datenübertragung wird durch Verformung, **der Wellenform, des Ethernet Signals** hervorgerufen.
- Diese Verformung des Signals führt zu Bitübertragungsfehler.**
- Neue zusätzliche **Messparameter** seit **2018** nach ISO/IEC/DIN definiert.
- DC-Widerstand-Usymmetrie (+POE) Usymmetriedämpfung (TCL/ELTCTL)**

POE BEI FUNKNETZEN BENÖTIGT SYMMETRIE



Gute Symmetrie

- Wenig Reflexionen
- Wenig Störungen
- RL großer Wert in dB



Schlechte Symmetrie

- Viel Reflexionen
- Viel Störungen
- RL kleiner Wert in dB

Klasse I
RL

100% besser wie Klasse D und ca. 80% besser wie Klasse E_A, bei Ethernet-Signals vollduplex
Abwärtskompatibel für alle Längen und Linkklassen, beste Qualität nach ISO, EN, DIN

TELEGÄRTNER SYSTEMKABEL

Telegärtner-Systemkabel sind wichtiger Bestandteil des Verkabelungssystems.

- Erfüllen oder übertreffen geltende Normen und Standards.
- Sind exakt auf die anderen Systemkomponenten abgestimmt.
- Bieten anerkannt hohe Performance und Zuverlässigkeit in der Übertragungsstrecke.
- Sind für die jeweilige Anwendung optimiert.
- Sind mit einer 25-jährigen Systemgarantie ausgestattet.

BESTE VERBINDUNGEN FÜR IHREN EINFLUSS


Telegärtner
KLIMA · ELEKTRO · SONNEN

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 Garantiengebot vom Oktober 2018

Endabnehmer (Installationsort)

Name _____

Angebotspartner _____

Strasse _____

PLZ/Stadt _____

Telefon _____

Planungsebene/Personen

Name _____

Angebotspartner _____

Strasse _____

PLZ/Stadt _____

Telefon _____

Installierte Komponenten

Anschlussschienen/Module _____

Akt-Net _____

Stromkabel _____

Funkkabel _____

Akt-Net _____

Stromkabel _____

Netzwerkbetreiber

Name _____

Angebotspartner _____

Strasse _____

PLZ/Stadt _____

Telefon _____

Netzwerkbenutzer (Endnutzer)

Name _____

Angebotspartner _____

Strasse _____

PLZ/Stadt _____

Telefon _____

Funk-Panel

Akt-Net _____

Stromkabel _____

Installationskabel _____

Netzkabel _____

Akt-Net _____

Gesamt-Länge _____

 **Telegärtner**
Klima · Elektro · Sonnen

Offizial: _____

Stempelname, Ort: _____

Unterstützt Netzwerkbetreiber (Endnutzer)

Unterstützt Telegärtner

Telegärtner Kraft GmbH & Co. KG | Lärchenstr. 32 | 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

die Komponente Dose, Patchfeld, Modul und Stecker



NETZANWENDUNG MIT TWISTED-PAIR-KABEL /RJ45 DIN EN 50173-1 (VDE 0800-173-1):2018-10

Netzanwendung für aktive Komponenten	Kategorie der Komponente Dose Patchfeld Modul	Gemessene Linkklasse und gemessene Frequenz
40GBase-T	8.1	Klasse I (2000 MHz)
25GBase-T	8.1	Klasse I (2000MHz)
10GBase-T, 5GBase-T, 2,5GBase-T	6 _A	Klasse E _A (500MHz)
-----	6	Klasse E (250MHz)
1000Base-T 100Base-TX	5	Klasse D (100MHz)

FORDERN SIE TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN

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

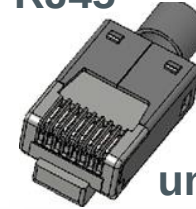
- Kabelschirme dürfen nicht als Zugentlastung genutzt werden wie in DIN EN 50174-2 :2018-10 beschrieben



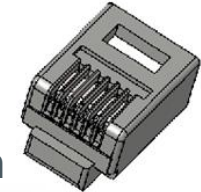
FORDERN SIE TECHNISCHE EIGENSCHAFTEN

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

RJ45

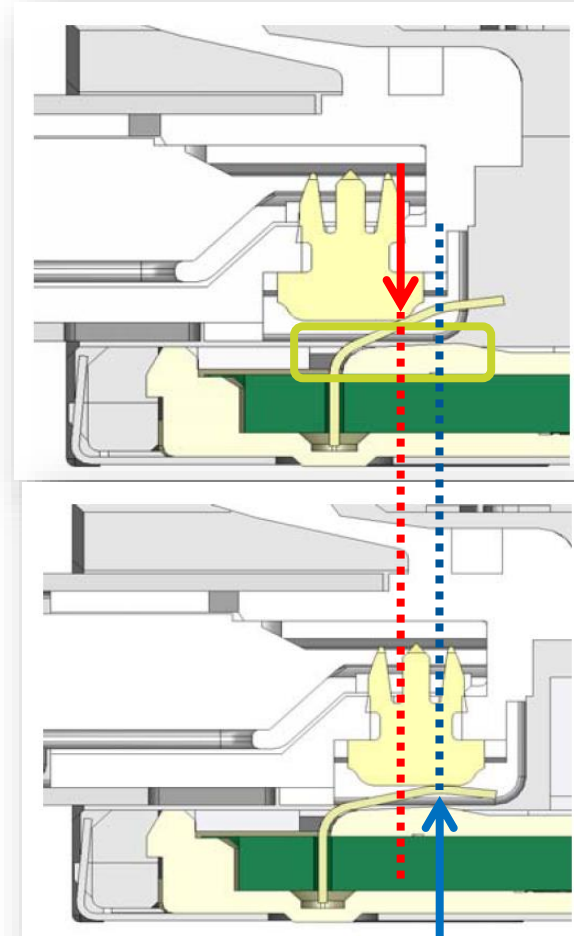


und 12-/11-Steckern



RJ11,
RJ12

Anwendung:
PoE, PoE+ und 4PPoE

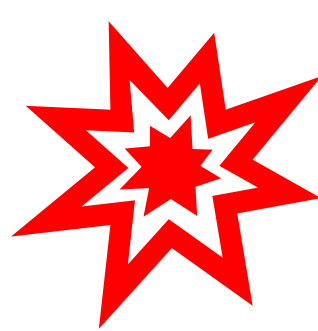


Berührungsstelle
Abreißfunken

≠

Berührungsstelle
Datenübertragung

FUNKTION POE



Wo ist der Brandpunkt im Steckverbinder?

PoE	Norm	Erscheinungsjahr	Eingespeiste Leistung typ.	Leistung am Endgerät typ.	Stromstärke pro Aderpaar 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

- 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.

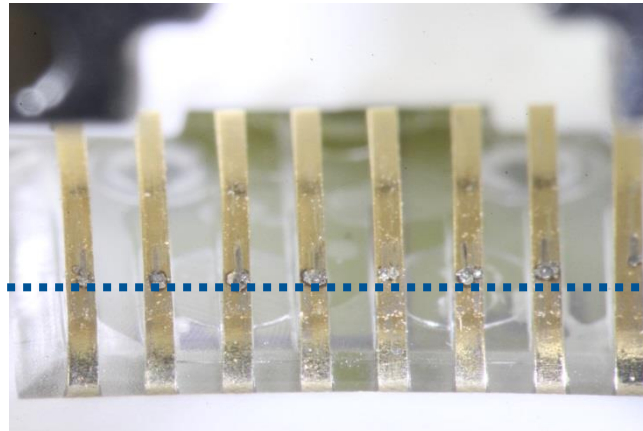
Durch **Überbiegeschutz** entwickelten wir optimale Kontaktform im RJ45.

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.**

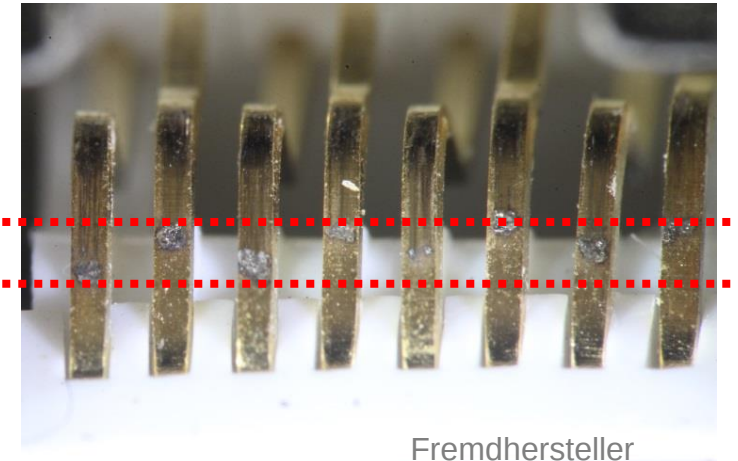
Was bedeutet das für die Ethernet-Signale?

- **1GBase-T**
- $U_{\text{Sendepiegel}}$ 0,5V, $U_{\text{Empfangspegel}}$ ca. 0,005V (PAM-5 Ethernet Signal)
- **10GBase-T**
- $U_{\text{Sendepiegel}}$ 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

NETZANWENDUNG MIT TWISTED-PAIR-KABEL /RJ45 DIN EN 50173-1

Netzanwendung für aktive Komponenten	Kategorie der Komponente	Dose (MHz)
10GBase-T, 5GBase-T, 2,5GBase-T	6 _A	Modul AMJ-K, AMJ-S, AMJ-SL, AMJ-SL 25G (500)

Nicht Design fähig

Design fähig

Verwendung der Dose:

- Brüstungskanal
- Bodentankeinbau
- Unter Putz
- Auf Putz

Anwendbare Kabel:

- AMJ 2000,
- AMJ 1600, AMJ 1400, AMJ 1300
- AMJ 1000



KUPFER VERKABELUNG MIT RJ45

[Produkte](#)
[Konfiguratoren](#)
[Media Center](#)
[Kontakt](#)
[Jobs](#)

Design fähig


Produktanfrage

 / [Suchergebnisse](#)

Ihr Suchergebnis für "Design fähig"

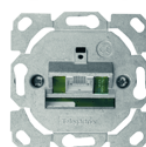
Designfähige Anschlussdosen und Modulaufnahmen von Telegärtner können mit Zentralplatten verschiedener Schalterprogramme kombiniert werden

Version 1.1

20.01.2023

Hersteller

Serie/Programm

**Telegärtner-Anschlussdose,
designfähig, einfach (1 x RJ45)**

Artikel-Nr. (alte Nr. in Klammern)

100022946 (J00020A0420)

100022960 (J00020A0506)

passt zu folgenden Zentralplatten
der Schalterprogramm-Hersteller:

**Telegärtner-Anschlussdose,
designfähig, zweifach (2 x RJ45)**

Artikel-Nr. (alte Nr. in Klammern)

100022939 (J00020A0388)

100022944 (J00020A0395)

100022956 (J00020A0502)

passt zu folgenden Zentralplatten
der Schalterprogramm-Hersteller:

**Telegärtner-Modulaufnahme,
designfähig, einfach (1 x RJ45)**

Artikel-Nr. (alte Nr. in Klammern)

100021426 (H02010B0085)

100022968 (J00020A0514)

100022969 (J00020A0515)

100022978 (J00020A0524)

100022979 (J00020A0525)

100022984 (J00020A0530)

100022985 (J00020A0531)

passt zu folgenden Zentralplatten der
Schalterprogramm-Hersteller:

**Telegärtner-Modulaufnahme,
designfähig, zweifach (2 x RJ45)**

Artikel-Nr. (alte Nr. in Klammern)

100021426 (H02010B0085)

100022964 (J00020A0510)

100022965 (J00020A0511)

100022980 (J00020A0526)

100022981 (J00020A0527)

100022982 (J00020A0528)

100022983 (J00020A0529)

passt zu folgenden Zentralplatten der
Schalterprogramm-Hersteller:

Busch-Jaeger

Allwetter 44

keine Zentralplatte im Programm

keine Zentralplatte im Programm

keine Zentralplatte im Programm

keine Zentralplatte im Programm

alpha

1803-20 / 2CKA001753A8410

1803-21 / 2CKA001753A8428

1803-22G / 2CKA001710A2603

1803-02-20 / 2CKA001753A8485

1803-02-21 / 2CKA001753A8493

1803-02-22G / 2CKA001710A2611

1803-20 / 2CKA001753A8410

1803-21 / 2CKA001753A8428

1803-22G / 2CKA001710A2603

1803-02-20 / 2CKA001753A8485

1803-02-21 / 2CKA001753A8493

1803-02-22G / 2CKA001710A2611

Designfähige Anschlussdosen und
Modulaufnahmen für
Schalterprogramme

i Weitere Informationen

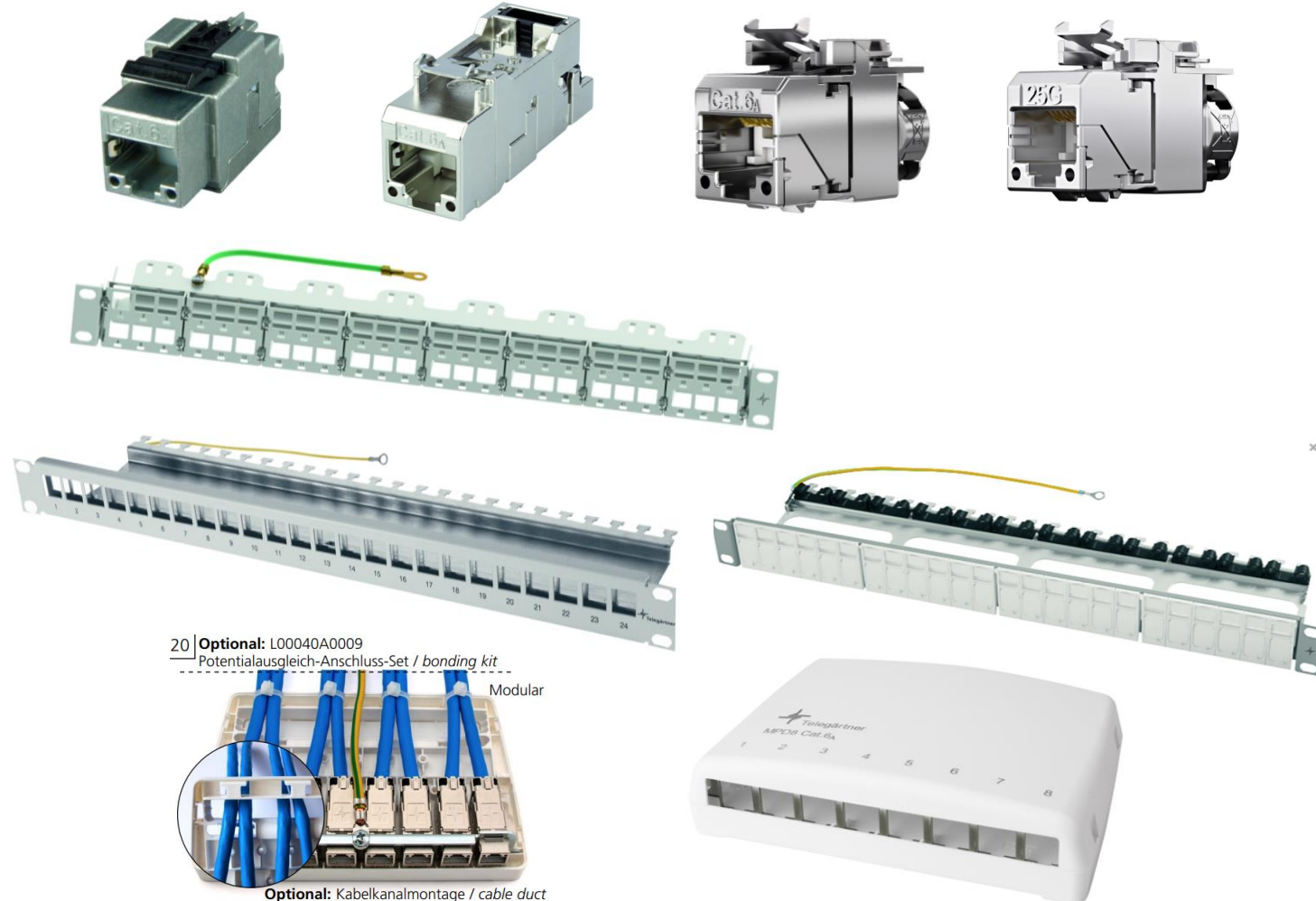
 Herunterladen

NETZANWENDUNG MIT TWISTED-PAIR-KABEL /RJ45 UND MODUL

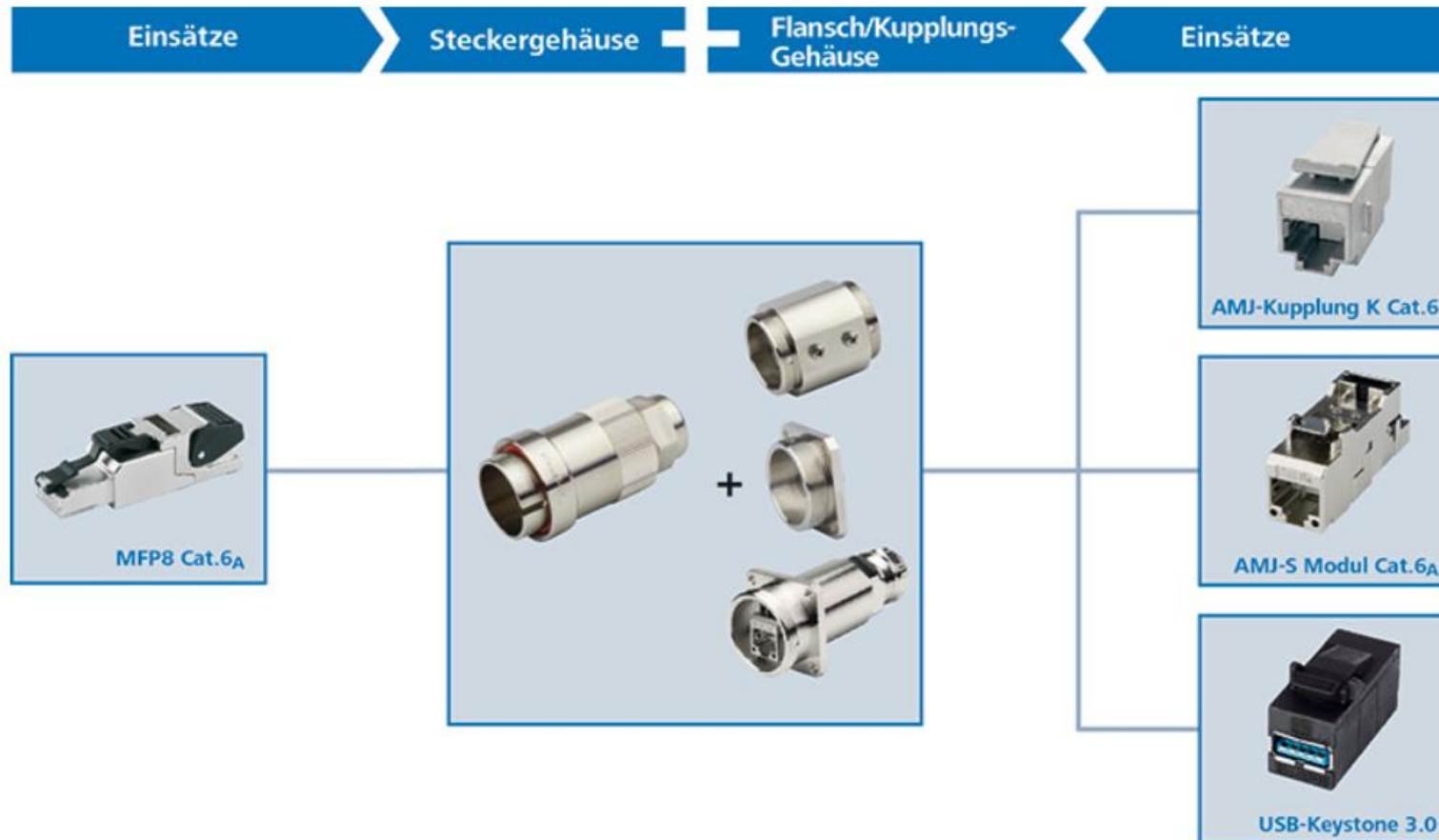
Netzanwendung für aktive Komponenten	Kategorie der Komponente	Patchfeld (MHz)
10GBase-T, 5GBase-T, 2,5GBase-T	6 _A	Modul AMJ-K, AMJ-S, AMJ-SL, AMJ-SL 25G (500)

Verwendung der Module in Patchfeldern:

- Einbaulänge nicht relevant
- Design fähig nicht relevant
- z.B. 1 HE, 48 Module
- Standard bei 1HE, 24 Module
- z.B. bei Nachinstallationen von vorn montierbar
- Wandverteiler für 6-,8-,12 bis 24 Module
- Potentialausgleich



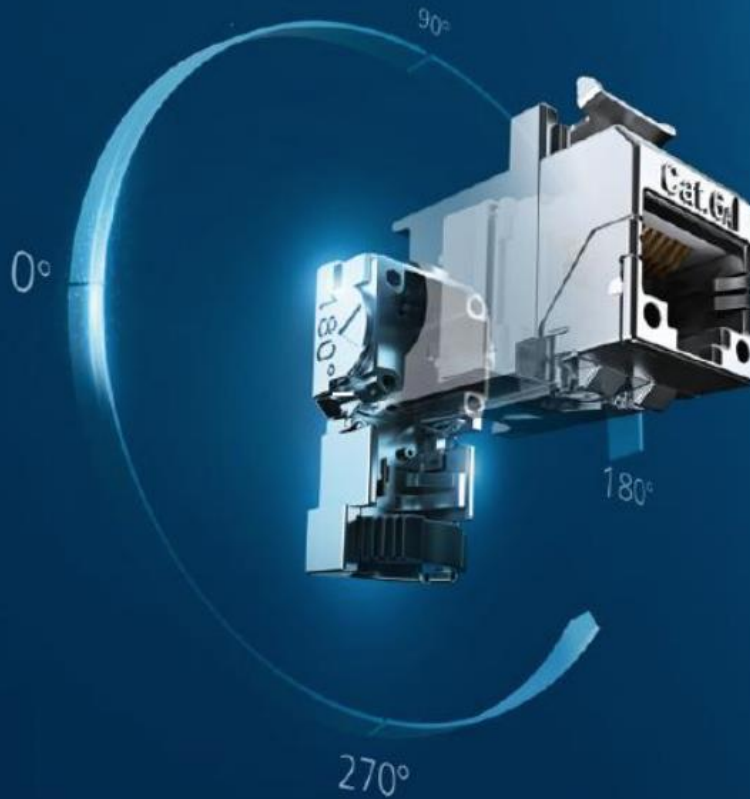
TOC – BESONDERS ROBUST UND FÜR DEN AUßENBEREICH GEEIGNET



NEU AB ENDE JANUAR

Das Modul, das in
alle vier Richtungen
einsetzbar ist:

AMJ-SL 4x90 Modul



AMJ-SL 4x90 Modul



NETZANWENDUNG MIT TWISTED-PAIR-KABEL /RJ45

Netzanwendung für aktive Komponenten	Kategorie der Komponente	Dose (MHz)
40GBase-T	8.1	AMJ Modul 8.1 (2000)
25GBase-T	8.1	AMJ Modul 8.1 (2000)
10GBase-T, 5GBase-T, 2,5GBase-T		

Verwendung der Dose:

- Brüstungskanal
- Bodentankeinbau
- Unter Putz
- Auf Putz

Anwendbare Kabel:

- AMJ 2000



Design
fähig



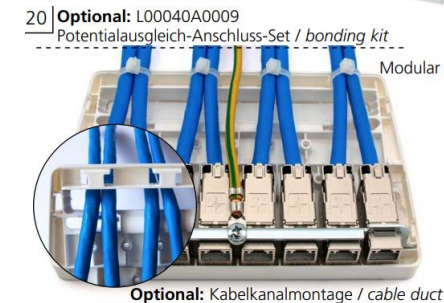
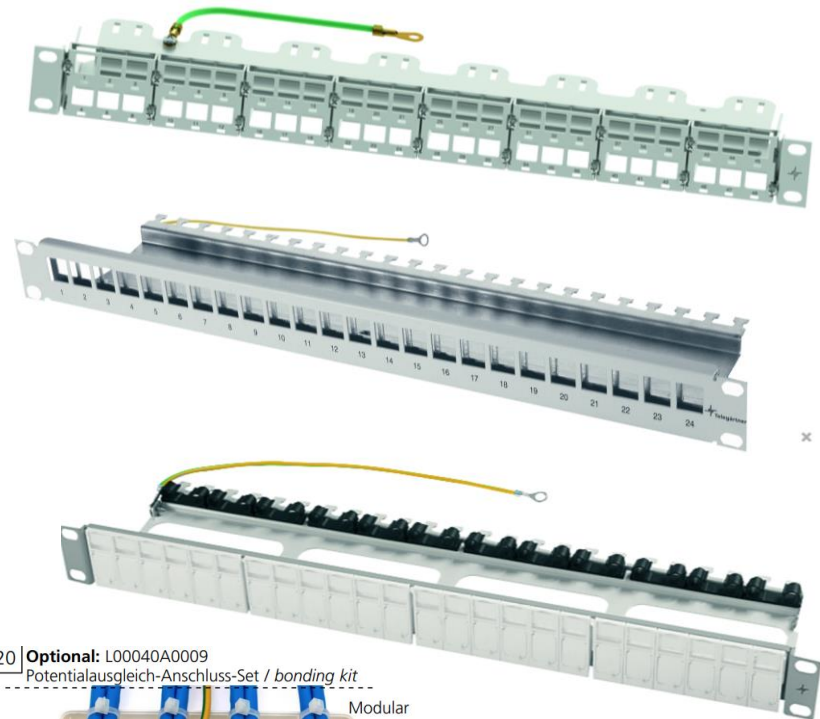
NETZANWENDUNG MIT TWISTED-PAIR-KABEL /RJ45 MIT MODUL

Netzanwendung für aktive Komponenten	Kategorie der Komponente	Patchfeld (MHz)
40GBase-T	8.1	AMJ Modul 8.1 (2000)
25GBase-T	8.1	AMJ Modul 8.1 (2000)

10GBase-T,
5GBase-T,
2,5GBase-T

Verwendung der Module in Patchfeldern:

- Einbaulänge nicht relevant
- z.B. 1 HE, 48 Module
- Standard bei 1HE, 24 Module
- z.B. bei Nachinstallation von vorn montierbar
- Wandverteiler für 6-,8-,12 bis 24 Module
- Potentialausgleich



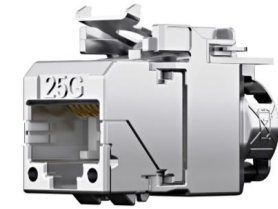
Optional: Kabelkanalmontage / cable duct

EIGENSCHAFTEN MODULE



AMJ Modul Cat.8.1, RJ45

- In Verbindung mit AMJ 2000 Datenkabel
- Messung nach DIN EN und ISO-Verkabelungsnorm der **Klasse I**, Installationsstrecke (engl. permanent link)
- bei **2000MHz**, alle Komponenten auf 25GBase-T sowie 40GBase-T
- **Die Klasse I**, bewertet durch Messung, die Unsymmetriedämpfung
- Messung nach ISO/IEC TR (Anwendungsbericht) 11801-9905, bei **1250 MHz** auf 25GBase-T, channel
- Messung **Verkabelungsnorm Klasse E_A**
- 4PPoE bis 90W (die Funktion/Übertragung)
- Länge 34mm
- Design fähig
- Potentialanschluss: 2,8mm gem. DIN 46342-1 für Querschnitt Kupferdraht 1,5 mm²
- Leiterdimension: massiv: AWG23/1-22/1
- **Vorteil: Nachweis aller Verkabelungsklassen nach ISO/EN/DIN abwärtskompatibel**



AMJ-SL/25G Modul Cat.6_A, RJ45

- In Verbindung mit AMJ 2000 Datenkabel
- Messung nach ISO/IEC TR (Anwendungsbericht) 11801-9905, bei **1250 MHz** auf 25GBase-T, Übertragungsstrecke (engl. channel)
- Messung **Verkabelungsnorm Klasse E_A**
- 4PPoE bis 90W (die Funktion/Übertragung)
- Optimiertes Kontaktdesign zur Vermeidung von Abreißfunken im Kontaktruhebereich
- Kompatibilität: zu RJ45-Steckern und 12-/11-Steckern
- Länge 32mm
- Design fähig
- Potentialanschluss: 2,8mm gem. DIN 46342-1 für Querschnitt Kupferdraht 1,5 mm²
- Leiterdimension: massiv: AWG26/1-22/1 und Litze: AWG27/7-22/7
- **Vorteil: Zusätzliche mechanische Ausfallsicherheit nur Nachweis Verkabelungsklasse E_A, D**

die Netzanwendung und aktive Komponenten



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.**

IEEE 802.3BQ

- Unter dem Label **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 ermöglicht.
- Für diesen neuen Ethernet-Standard gibt es **neue Übertragungsstrecken** nach **Klasse I** (mit Kategorie-8.1-Komponenten **RJ45**) und Klasse II (mit Kategorie-8.2-Komponenten GG45).
- Nach ISO/IEC 11801, DIN EN 50173-1: 2018-10 sind diese mit einem Frequenzbereich von 2000 MHz ausgestattet und standardmäßig auf „**größte Länge (m) = 32m - gesamte Länge Rangierschnüre (m) × Verhältnis Einfügedämpfung**“ begrenzt.
- Die Übertragungsstrecken sind als Übertragungsstrecke (engl. channel) incl. Patchkabel und als **Installationsstrecke (engl. permanent link)** definiert. **Die Installationsstrecke wird in Projekten als messtechnischer Nachweis gefordert.**
- Allerdings kommt die Anwendung 25GBase-T mit einem Frequenzbereich von lediglich 1,25 GHz aus. Deshalb verfügen die Übertragungsstrecken nach Klasse I und II, bezogen auf die Anwendung 25GBase-T, größere Leistungsreserven. Quelle: Leoni
- Der Anwendungsbericht ISO/IEC TR 11801-9905:2018, ISO/IEC TR 11801-9909:2020 ist ein Technischer Bericht, er behandelt die Bewertung und Empfehlungen zur Erreichung einer erweiterten Reichweite von mehr als 30 m für 25 Gbit/s-Anwendungen über symmetrische Verkabelungskanäle bei 1250MHz, **als Übertragungsstrecke (Channel).**

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.: 10000xyzzzzz; 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

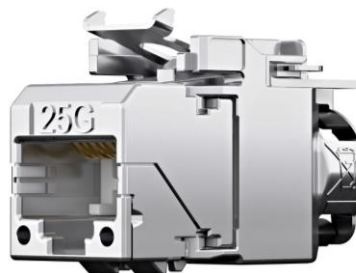
Bewertungsstandard(s):

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 W.
(Vorstandsvorsitz)

GHMT AG
In der Kolling 320
D-56450 Bexbach

Postfach 11 16
D-56442 Bexbach



Zertifikat

Nr. z8789a-24

Auftraggeber:

Telegärtner Karl Gärtner GmbH
Lerchenstraße 35
71144 Steinenbronn, Deutschland

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.: 10000xyzzzzz; 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. R8789a-24 und ist nur in Verbindung mit diesem gültig. Dieses Zertifikat ist nach Prüfdatum 24 Monate gültig.

GHMT AG
In der Kolling 320
D-56450 Bexbach

Postfach 11 16
D-56442 Bexbach

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

info@ghmt.de
www.ghmt.de

HOCHVERPÜGBARKEIT IM GANZEN
BEDINGT PRÄZISION IM DETAIL.



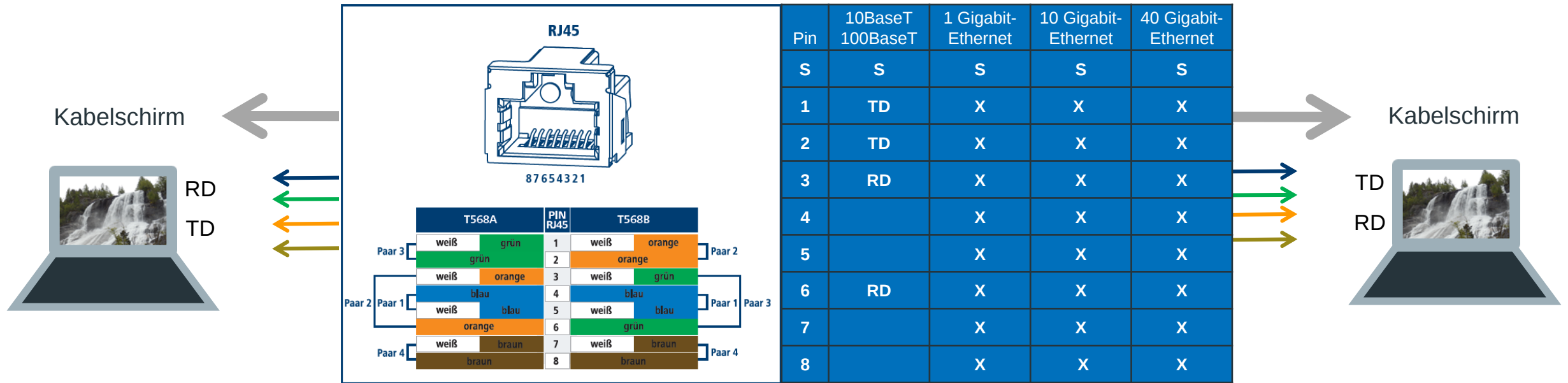
Prüfungsinstitut
Gültiges Prüfverfahren.

Die Anwendung IEEE 802.3bq 25GBase-T kommt mit einem Frequenzbereich von lediglich 1,25 GHz aus. Deshalb verfügen die Übertragungsstrecken nach Klasse I und II, bezogen auf die Anwendung 25GBase-T, größere Leistungsreserven.

SIGNALÜBERTRAGUNG MIT TWISTED-PAIR-KABEL

Verkabelung: ISO, EN, **DIN**

IEEE



- **TD** = Transmitted Data (Sendedaten),
- **RD** = Received Data (Empfangsdaten),
- **X** = TD und RD (Senden und Empfangen)



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 kein RJ45 (600MHz)								✓		
Klasse F _A kein RJ45 (1000MHz)	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

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

LINK KLASSE UND RL DIN EN 50173-1

Quelle DIN EN 50173-1: 2018-10

Komponentenkategorie	Klasse D (100MHz)	Klasse E _A (500MHz)	Klasse I (2000MHz)
Kleinste Rückflusdämpfung bei einer Frequenz von 100MHz	10 dB	12 dB ca.40% besser wie Klasse D	16 dB 100% besser wie Klasse D
Kleinste Rückflusdämpfung bei einer Frequenz von 500MHz	----- -----	6 dB	10,7 dB ca.80% besser wie Klasse E _A

Dämpfung: 1,5dB = 35% bei 3,0dB = 50% bei 5,0dB = 80%

- Klasse I, garantiert mehr Sicherheit in der Funktion für alle abwärts kompatiblen Anwendungen
- Durch den Nachweis der *Klasse I* (alle Komponenten bei 2000MHz) wird RL und z.B. zusätzlich die *Unsymmetriedämpfung mit bewertet*.

LINK-KLASSE / STÖR-SICHERHEIT (RL) / STRECKEN-LÄNGE

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

Die Linkklasse und die **Länge/Ausdehnung** ist immer von der Frequenz abhängig die genutzt wird.

10 Base-T halbduplex	Klasse C
100 Base-T halbduplex	Klasse D
1 GBase-T vollduplex	Klasse D
2,5-10 GBase-T vollduplex	Klasse E _A
<i>25 GBase-T, TR</i> , vollduplex	Class I
25-40 GBase-T vollduplex	Klasse I

Temperaturerhöhung und PoE verkürzt die Längen, siehe DIN EN 50174-2 2018



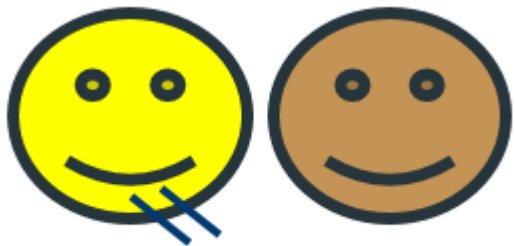
Klasse C, 16MHz	188m – Patchkabel
Klasse D, 100MHz	PL 117m – Patchkabel
Klasse D, 100MHz	PL 117m – Patchkabel
Klasse E _A , 500MHz	PL 102m – Patchkabel
Class I, 1250MHz	CH ca.32m incl. Patchkabel
Klasse I, 2000MHz	PL 32m - Patchkabel

Klasse D	Qualität in Bezug auf RL 10dB, Sicherheit in der Übertragung des Ethernet-Signals vollduplex
Klasse E _A	40% mehr Sicherheit wie Klasse D, in der Übertragung des Ethernet-Signals vollduplex
Klasse I	100% besser wie Klasse D und ca. 80% besser wie Klasse E _A , bei Ethernet-Signals vollduplex Abwärtskompatibel für alle Längen und Linkklassen, beste Qualität nach ISO, EN, DIN

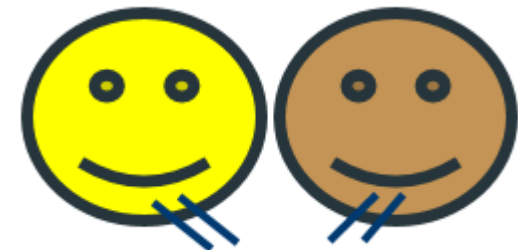
SIGNALÜBERTRAGUNG ZWISCHEN RECHNERN



Bild: MICROSENS

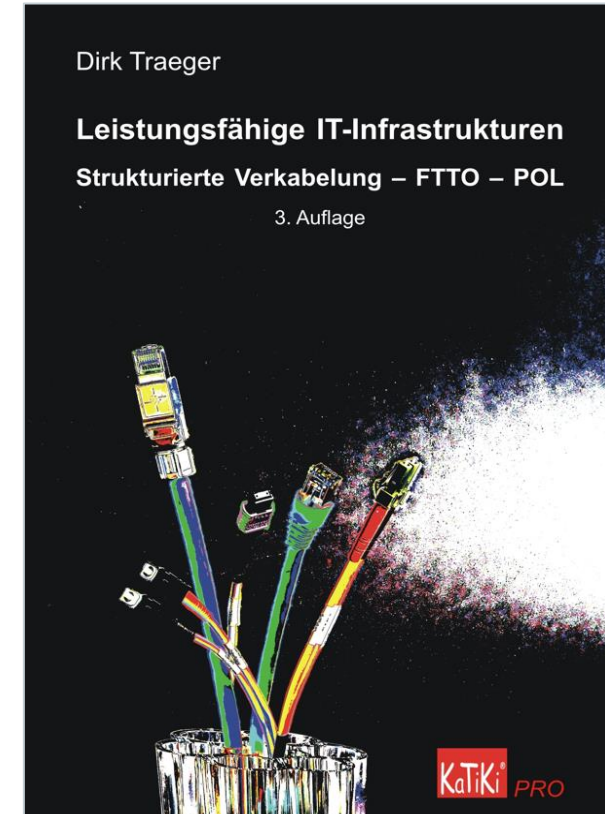
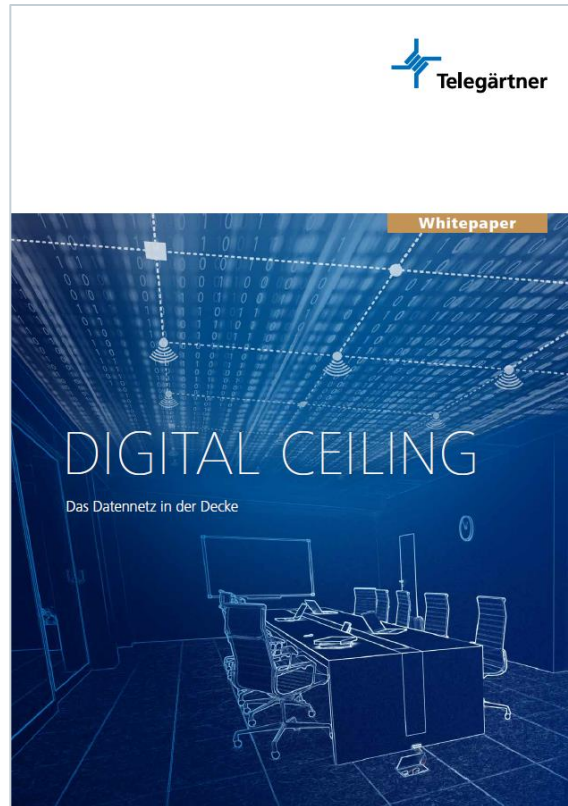


Entscheidend für das Ethernet Signal ist,
Wellenwiderstand/Rückflussdämpfung,
Störer,
Konstruktion der Komponenten bei POE,
und Frequenz für die Bandbreite/Länge.

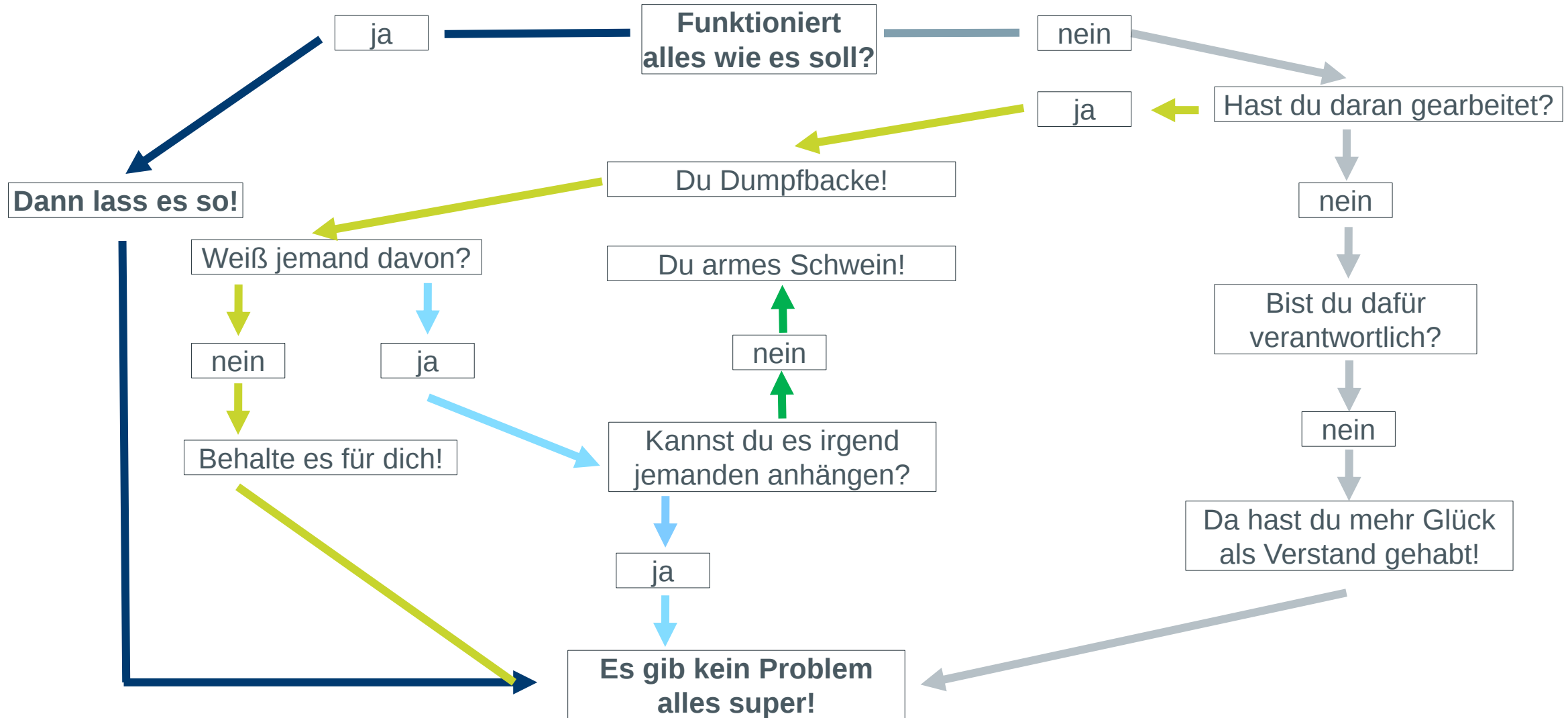


WIR HALTEN SIE AUF DEM LAUFENDEN

Mit Whitepaper, Standpunktpapieren, Themenspecials und natürlich gerne persönlich.



Problemlösung einfach erklärt



ZUSAMMEN- FASSUNG

**Billig,
muss man sich
leisten können.**



- **IEEE**, Vorgaben Standardisierung von **aktiven Komponenten** und Software
- Ab 1GBase-T bis 40GBase-T, Voll-Duplex
- **zukünftige Bandbreiten** werden nicht bei 500MHz realisiert
- Netzanwendung 25GBASE-T, IEEE.802bq, 2000 MHz, PAM16
- Ethernet überträgt ein symmetrisches Signal und das ist abhängig von der Symmetrie der Verkabelung
- **IEEE** braucht eine sehr gute Signalqualität deshalb neue Produktqualität
- Netzanwendungen und Verkabelungsklassen sind in der DIN EN 50173-1
- **Die beste Symmetrie garantiert die Signalqualität bei Vollduplex**
- Die Rückflusdämpfung (Symmetrie der Verkabelung) der **Klasse I** ist **ca. 80% besser** wie **Klasse E_A** und **100% besser** wie **Klasse D**
- Das Modul AMJ Cat.8.1 RJ45 sowie das Kabel AMJ2000 Cat.8.2 funktioniert bei allen Installationsstrecken, und Längen (**abwärtskompatibel**)
- „**Störer**“ **nehmen zu** z.B. Funkkommunikation, Induktionsheizung usw.
- **POE** benötigt ein **optimiertes Kontaktdesign** und **Kabelsymmetrie (RL)**
- Fachgerechte Installation und Nachweis dieser durch Systemgarantie

**„Störungen gehören zum Alltag,
die Qualität (Z/RL/MHz) der „Datenstraße“ kann man auswählen,
mit dem **Ziel, Störsicherheit für zukünftige Datennetze**“**

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

