

- Beginn der strukturierten Verkabelung 90er Jahre
- seitdem mehrere Weiterentwicklungsphasen
- Frequenzen **bis 10 GHz** können heute über symmetrische Verkabelungssysteme übertragen werden
- **Hersteller und Installateure** geben heute eine **SYSTEMGARANTIE von 25 JAHREN!!!**

- die „Welt“ ist dreigeteilt:
 - ISO / IEC 11801 Weltnorm
International Standardization Organisation
International Electrotechnical Commission
 - ANSI / TIA / EIA 568 Nordamerika
American National Standard Institute
Telecommunication Industry Association
Electronic Industries Alliance
 - EN 50173 Europa
Europäische Norm

Datenkabel TP -Normen und Standards-



	100 MHz	250 MHz	500 MHz	600 MHz	1000 MHz
	TIA/EIA 568-B Cat. 5e	TIA/EIA 568-B Cat. 6	TIA/EIA 568-B Cat. 6A		
	ISO/IEC 11801 Class D	ISO/IEC 11801 Class E	ISO/IEC 11801 Class E _A	ISO/IEC 11801 Class F	ISO/IEC 11801 Class F _A
	CENELEC EN 50173-1 Class D	CENELEC EN 50173-1 Class E	CENELEC EN 50173-1 Class E _A	CENELEC EN 50173-1 Class F	CENELEC EN 50173-1 Class F _A
	DKE DIN EN 50173-1 Klasse D	DKE DIN EN 50173-1 Klasse E	DKE DIN EN 50173-1 Klasse E _A	DKE DIN EN 50173-1 Klasse F	DKE DIN EN 50173-1 Klasse F _A

- **EN 50173**

Anwendungsneutrale Verkabelungssysteme

- EN 50173-1 Allgemeine Anforderungen
- EN 50173-2 Bürogebäude
- EN 50173-3 Industrielle Gebäude
- EN 50173-4 Heimvernetzung
- EN 50173-5 Rechenzentren

- CEN / CENELEC

European Committee for Standardization

European Committee for Electrotechnical Standardization

- EN 61935-1 Spezifikation zur Prüfung symmetrischer Kommunikationsverkabelung
- EN 50310 Potentialausgleich und Erdung
- EN 50288-x Kabelnormen
- EN 60603-7-x Steckverbinder RJ 45, GG 45
- EN 61076-3-x Steckverbinder Tera, Cat. 7
- EN 50174-x Installation Kommunikationsanlagen
- EN 50346 Prüfen installierter Kommunikationsverkabelung

- IT Gebäude EN 50310
Planungsphase
- Infrastruktur EN 50173-1; 50288-x; 60607-7-x
Entwurfsphase
- Planungsphase EN 50174-x, 50310
- Realisierungsphase EN 50174-x; 50310, 50346
- Betriebsphase EN 50174-x; 50346

- ab 01.07.2017 gilt neue Bauprodukte VO
- nur für öffentliche Gebäude!
- Thema: Brandlast!!!
- neue Verlegekabel MÜSSEN CE Kennzeichen und ZERTIFIZIERUNG besitzen
- Aber: Patchkabel bleiben OHNE Zertifizierung wegen verschiedener Produzenten (Stecker, Kabel)
- Brandschutz
 - Flammenausbreitung, Wärme, Rauch
 - Säure, Tropfenbildung
- IDEAL wäre: Rauchfrei, Halogenfrei und Säurefrei

Die Bauproduktenverordnung dient zur Festlegung harmonisierter Regeln und Normen für das Inverkehrbringen von Bauprodukten.

Jedes Produkt, ganz gleich ob Energie-, Steuer- und Kommunikationskabel, welches dauerhaft in einem Bauwerk verlegt wird, fällt unter diese Verordnung.

Das Ziel der Bauproduktenverordnung ist es, einen europaweiten, einheitlichen Standard in Bauwerken zu schaffen, um die Flammenausbreitung, Wärmeentwicklung, Rauchentwicklung und Säurebildung im Brandfall so gering wie möglich zu halten.

Euroklassen	Zusätzliche Klassen				Sicherheitsbedarf im Gebäude
	Flammausbreitung Wärmeentwicklung	Rauchentwicklung/-dichte	Säureentwicklung/ Korrosivität	Brennende Tropfen	
A _{ca}					Sehr hoch
B1 _{ca}					Sehr hoch
B2 _{ca}	s1	a1	d1		Sehr hoch
C _{ca}	s1	a1	d1		Hoch
D _{ca}	s2	a1	d2		Mittel
E _{ca}					Gering
F _{ca}					Kein

- Europäische Kategorien:

ca = cabel (Kabel)

- Aca höchster Brandschutz
- B1ca
- **B2ca** **wird wahrscheinlich Mindeststandard EU**
- Cca
- Dca Datenkabel alter Standard
- Eca
- Fca geringster BS

Planungsphase: EN 50174-1 bis 3

**REALITÄT 2022 : die Verordnung ist noch nicht als Gesetz in Deutschland umgesetzt
da in öffentlichen Gebäuden defacto Brandmeldeanlagen gefordert sind, werden diese neuen Kabel selten eingesetzt**

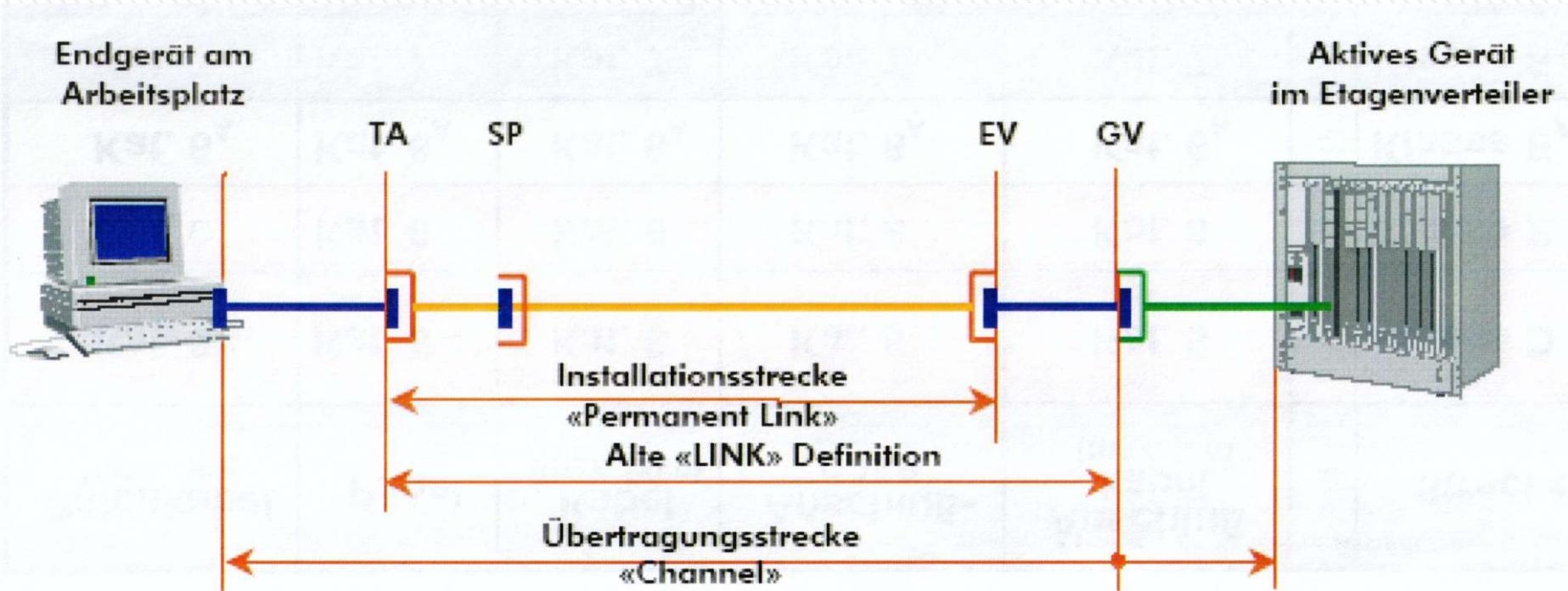
Preis für neue Kabel: ca 30% Mehrkosten

- **TOPOLOGIE**

- Primär: MM/SM- LWL (KOAX, Cat. 3)
- Sekundär: Datenkabel TP Cu, MM/SM- LWL
- Tertiär: Datenkabel TP Cu (LWL)

- **Kategorie und Klassen**

- Einzelkomponenten
(Datenkabel, Patchkabel, Stecker, Datendosen)
werden nach Kategorien spezifiziert
- Installationsstrecken
(Permanent Link, Channel Link)
werden nach Klassen spezifiziert



TA = Informationstechnischer Anschluss

EV = Etagenverteiler

GV = Geräteverbindung (wahlweise)

SP = Sammelpunkt – "Consolidation Point"

- **Permanent LINK**

- sind die Installationsstrecken
- **Gesamtlänge maximal 90m**
- diese bestehen üblicherweise aus den Einzelkomponenten:
 - Verteilerfeld (EV)
 - Installationskabel
 - Anschlussdose (TA)
 - wird planerisch mit max. 90m konzipiert
- bei Ausstattung größerer Flächen kann ein Sammelpunkt (Consolidation Point) zum Einsatz kommen

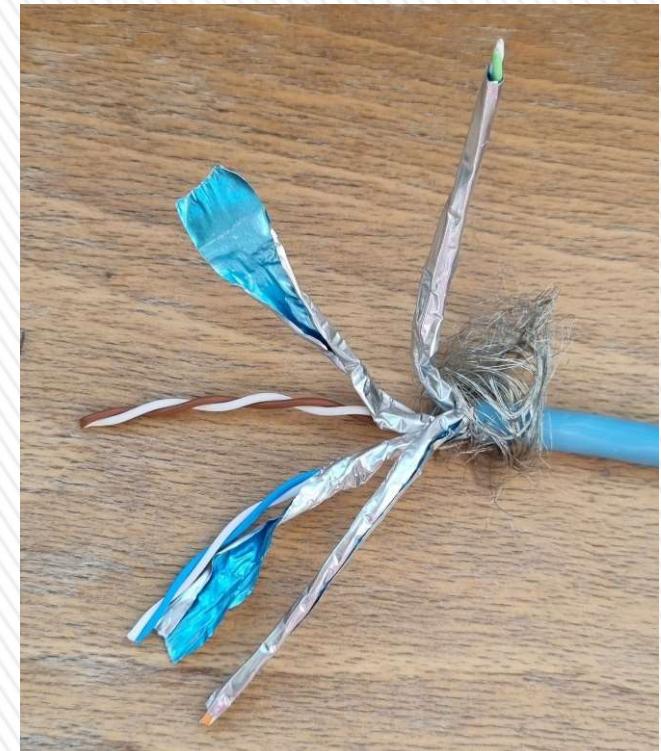
- **neue Entwicklung - Long Reach Kabel -**

- sind Cat 7/7A Kabel
- mit AWG 22

- **Gesamtlänge maximal 105 m**
- **Channel LINK 120 m**

- außerhalb Normativ
- kein Fehler

- Absprache mit Auftraggeber



Rückgrat zukunftsweisender und ausfallsicherer Smart-Building- und Smart-Home-Lösungen sind qualitativ hochwertige Kabelprodukte

In Zweckgebäuden versorgt Long-Reach-Kupferkabel S/FTP AWG22 bis zu 180 Meter verteilte Gebäudedienste mit Ethernet

Für die Installation in Wohngebäuden das platzoptimierte 10-GBase-T-Home Cat.7 AWG26 an

Für die smarte Vernetzung von Zweckgebäuden das reichweitenoptimierte Long-Reach-Kupferkabel Draka UC LR22 10Gbit S/FTP LSHF-FR

Das mechanisch robuste AWG22-Kabel mit einem Aderdurchmesser von 1,6 mm ist a mit der standardkonformen Anschlusstechnik voll kompatibel.

Es verfügt über eine maximale Reichweite von 180 Metern in Abhängigkeit der Übertragungsleistung, bei gleichzeitiger Fernspeisung der Netzwerkgeräte mittels Power over Ethernet (PoE) gemäß IEEE 802.3bt.

Durch den halogenfreien und flammwidrigen Schutzmantel erfülle das Kabel zudem die höchsten Brandschutz-Richtlinien gemäß EU-Bauproduktverordnung mit B2ca s1a d1 a1.



• neue Entwicklungen -

Im Heimbereich sind die Anforderungen an die IP-Infrastruktur besonders vielfältig. Für die "unsichtbare" Installation der Kabel größtenteils in Leerrohren und im Unterputz steht nur wenig Platz zur Verfügung.

Außerdem erwarten Anwender zukunftssichere, störfreie Lösungen, die eine flexible Nutzung der Räume ermöglichen, keine Adapter erfordern und eine hohe Leistung (PoE) gewährleisten.

Diesen hohen Ansprüchen begegnet Prysmian Draka Bekunden mit dem platzoptimierten Draka UCHome Cat.7 SS26 S/FTP LSHF mit einer Übertragungsgeschwindigkeit von 10 GBit/s.

Gegenüber Standardkabeln bietet es im Leerohr Platz für ein Kabel mehr und hat einen um 30 Prozent kleineren Biegeradius.

Die maximale Installationslänge des leichten und packungsdichten Kupferkabels beträgt 60 Meter.

- **Consolidation Point**

- ist ein stationärer Punkt in der Etagenverkabelung
- Einsatz bei Büroverkabelungen
- Kernelement stationärer Kabelsysteme zur Verbindung der Anschlussdosen
- CP ist ein zusätzlicher Steckverbinder zwischen Etagenverteiler und Anschlussdose
- dient dem Administrator zur flexibleren Verwaltung der Etagenverkabelung
- Ein CP kann mehrere Anschlussdosen versorgen

- **Channel LINK**

- sind die Übertragungsstrecken
- **maximale Länge 100m (Achtung LONG REACH)**
 - **(90m Verlegekabel+10m Patchkabel)**
- sind aufgebaut wie die Installationsstrecken
- Weiterhin kommen BEIDSEITIG die Patchkabel zur Verbindung PC bzw. Switch dazu
- sind daher alle Komponenten bis zur aktiven Seite
- die Installationsstrecke wird planerisch mit einer Gesamtlänge von 100m konzipiert

Patchkabel (max. 5m)	Panel	Kabel (max. 90m)	Anschluß- dose	Anschluß- kabel (max. 5m)	\approx	Strecke
Kat. 5	Kat. 5	Kat. 5	Kat. 5	Kat. 5	\approx	Klasse D
Kat. 6	Kat. 6	Kat. 6	Kat. 6	Kat. 6	\approx	Klasse E
Kat. 6 _A	Kat. 6 _A	Kat. 6 _A	Kat. 6 _A	Kat. 6 _A	\approx	Klasse E _A
Kat. 7	Kat. 7	Kat. 7	Kat. 7	Kat. 7	\approx	Klasse F
Kat. 7 _A	Kat. 7 _A	Kat. 7 _A	Kat. 7 _A	Kat. 7 _A	\approx	Klasse F _A

Kat. 8.1	Kat. 6A/8	Kat. 8(24m)	Kat 6A/8	Kat. 8	Klasse EA (GI)
Kat. 8.2	Kat. 6A/8	Kat. 8(24m)	Kat 6A/8	Kat. 8	Klasse FA (GII)

Datenkabel TP -Kategorien-



19

Kategorie	Version	Klasse	Max. Frequenz	Schirmungsart	Steckverbinder	Verwendung	Anmerkung	Normen
Cat. 5	Cat. 5e	D	100 MHz	F/UTP U/UTP	RJ45	1000BASE-T 2.5GBASE-T (< 75m) 5GBASE-T (< 75m)	In LANs noch weit verbreitet Ausreichend für Standard-Netzwerkanwendungen	ISO/IEC 11801 EN 50173
Cat. 6	Cat. 6	E	250 MHz	S/FTP F/UTP U/UTP	RJ45	5GBASE-T 10GBASE-T (< 55m)	Derzeit am weitesten verbreitet	EN 50288 EN 50173-1
	Cat. 6A	E _A	500 MHz	S/FTP	RJ45	10GBASE-T	Offizielles Minimum für 10GbE	ISO/IEC 11801.2002 Anhang 2
Cat. 7	Cat 7	F	600 MHz	S/FTP	GG45, TERA	CCTV	Im LAN oder WAN als Verlegekabel verwendet	ISO/IEC 11801 2. Ausgabe
	Cat 7A	F _A	1000 MHz	S/FTP	GG45, TERA	CCTV	Im Netzwerk kaum verbreitet	ISO/IEC 11801 2. Ausgabe, Anhang 2
Cat. 8	Cat 8.1	G (I)	2000 MHz	S/FTP	RJ45	25GBASE-T (bis 50m) 40GBASE-T (bis 30m)	Schnelle Server Interconnection-Verbindungen Verbindungen in Rechenzentren	ISO/IEC TR 11801-99-1
	Cat 8.2	G (II)	2000 MHz	S/FTP	GG45, TERA	25GBASE-T (bis 50m) 40GBASE-T (bis 30m)	Noch kaum verwendet	ISO/IEC TR 11801-99-1

Ethernet über Cu Cat. 6A

- **2,5Gbit/s oder 5Gbit/s**
auf Standard Cat. 6A

Bei Einsatz von Cat. 6A Komponenten können

auch geringere Datenraten vereinbart werden

Datenkabel Cat 7 und 7A immer noch verfügbar

- **beim Aufbau von Cat 6A Netzwerken**
- **dadurch entsprechende Systemreserve**
- **Einsatz bei PoE, wegen AWG!!!**

neuer Standard Cat. 8 (8.1 oder 8.2):

- **25 / 40 Gbit/s**
- **bis 30m Channel LINK**
 - **24m Permanent LINK**
 - Patchkabel AWG 22 und 23: 7,2m (Ausnahme)
 - Patchkabel AWG 24: 6,0m
 - Patchkabel AWG 26: 4,8m
 - insbesondere in Rechenzentren
 - in Serverbereichen
 - auch Homebereich
 - bis 2000 MHz
 - in der ISO 11801 zertifiziert



- **Stecker:**

- **RJ 45 Cat. 6A, RJ 45 25G; RJ 45 40G**
- Tera
- GG 45 (Verfügbarkeit ???)
- ARJ45 Cat. 6A (wie GG45 ohne Kurzschlusskontakte)

- **Buchsen:**

- UAE Cat. xx
- **Keystone Cat. 6A, 25G und 40 G (Cat.8)**
- Patchfelder Cat.xx mit Keystone

- **Normen:**

- 8.1 EA
 - mit RJ 45 Cat. 6A (Cat. 8.1)
- 8.2 FA
 - mit GG45, Tera, ARJ45

Einfügedämpfung (Insertion Loss, IL)

gibt die Abschwächung eines Signals durch ein Bauteil an, das in einen Signalweg eingefügt wird

wird auch als die Summe aus Kopplungsverlust und Zusatzdämpfung umschrieben

dabei kann es sich um passive Filter oder eine Steckverbindung handeln

bei guten Steckverbindungen z. B. bei einem Steckverbinder stellt diese Größe ein wichtiges Kriterium da

elektrisches Übersprechen ist ein physikalischer Vorgang:

ein Adernpaar stellt einen elektrischen Schwingkreis dar und kann sowohl als Sender als auch als Empfänger elektrischer Felder dienen

Wird ein elektrisches Signal, über ein Adernpaar übertragen, das gemeinsam mit mehreren anderen Adernpaaren in einem Kabel geführt ist, so wird dieses Signal auf andere Adernpaare eingekoppelt

Die Einkopplung erfolgt induktiv, kapazitiv oder galvanisch

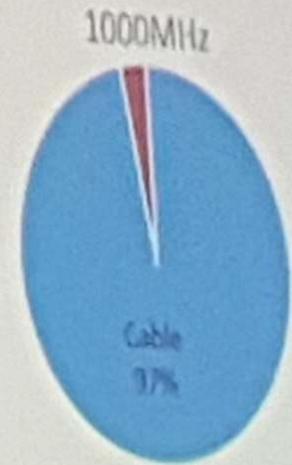
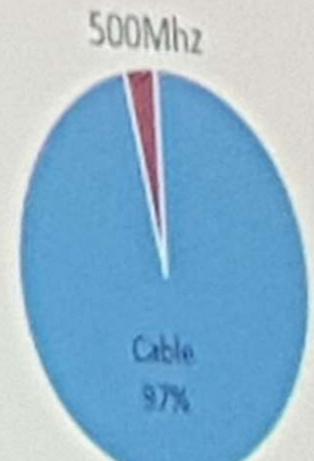
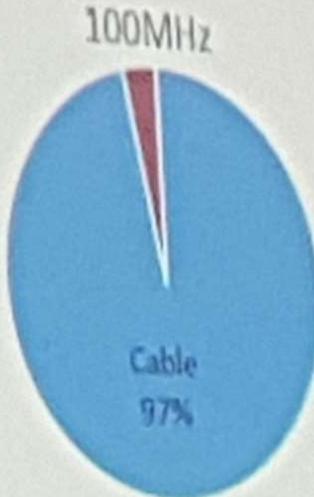
Bei Vollduplex-Datenübertragung unterscheidet man zwei Arten von unerwünschten Störungen: *Nahübersprechen (NEXT)* und *Fernübersprechen (FEXT)*

Fernübersprechen (far end crosstalk, FEXT)

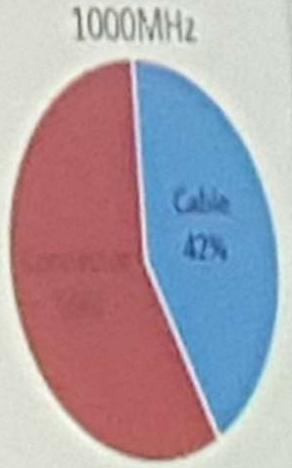
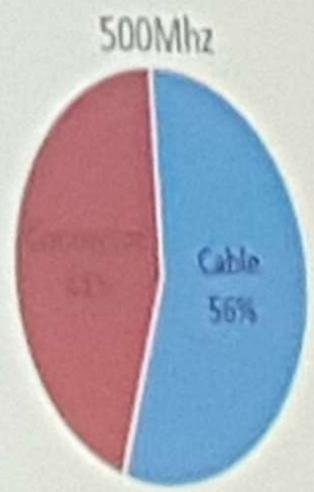
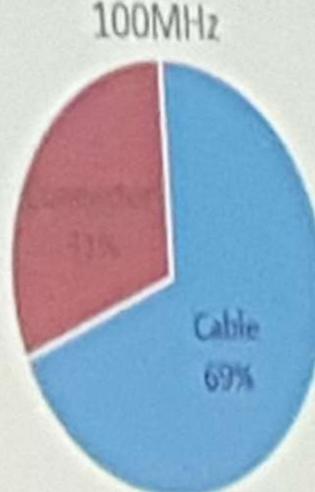
ist die Einkopplung durch einen störenden Sender „am vom Opfer-Empfänger fernen Ende“ bzw. „auf der Seite des zu empfangenden Senders“
Störer und Opfer befinden sich an unterschiedlichen und damit fernen Enden des Kabels

Beispiel: 30m Link

- Einfügedämpfung (IL)

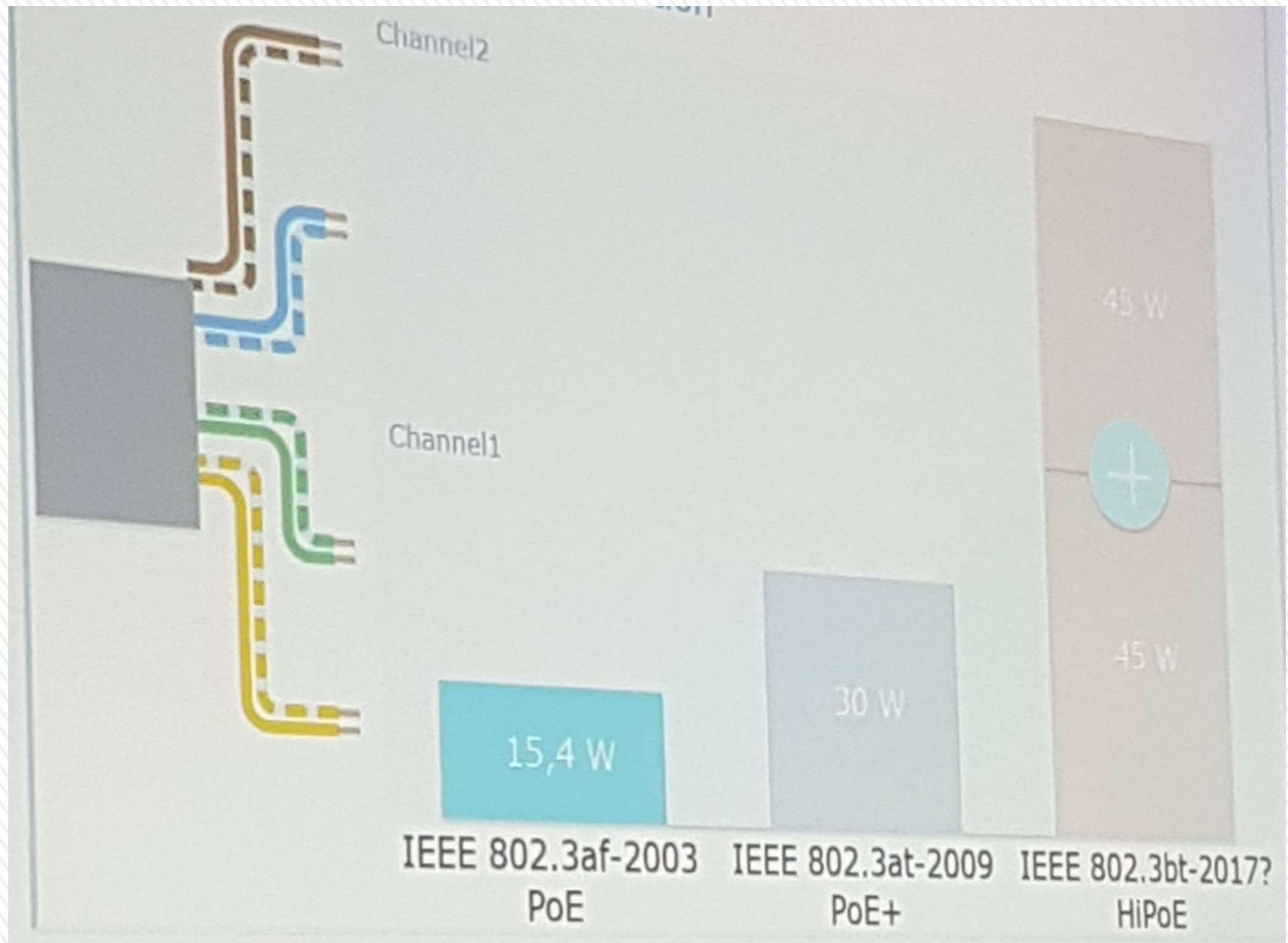


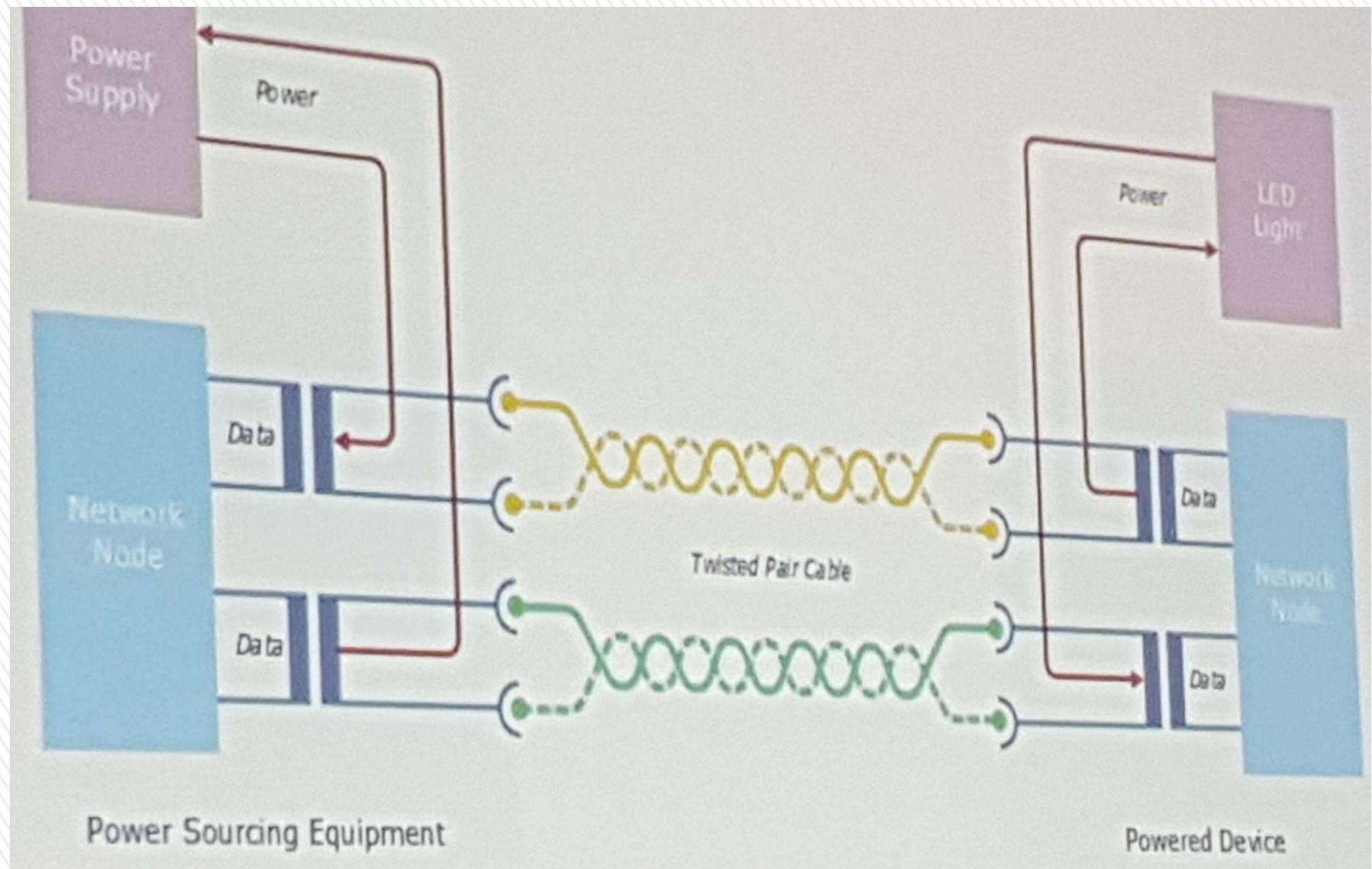
- Nahnebensprechen (NEXT)





- UB: 48 V Betriebsspannung
 - I: bis 600mA pro DA Stromfluss
 - P: 96 W Leistung
 - PoE: 15,4W PoE+: 30 W HiPoE: 2*45W
 - Gefahr:
 - Funkenbildung
 - Funkenabriss
 - Wärmeentwicklung zwischen den Kabeln
 - **keine komplette BÜNDELVERLEGUNG mehr**
 - **nur noch „Klein Bündel“ mit 24 Kabeln (Patchfeld)**
 - **Klein Bündel übereinander**
 - **Flächenverlegung**



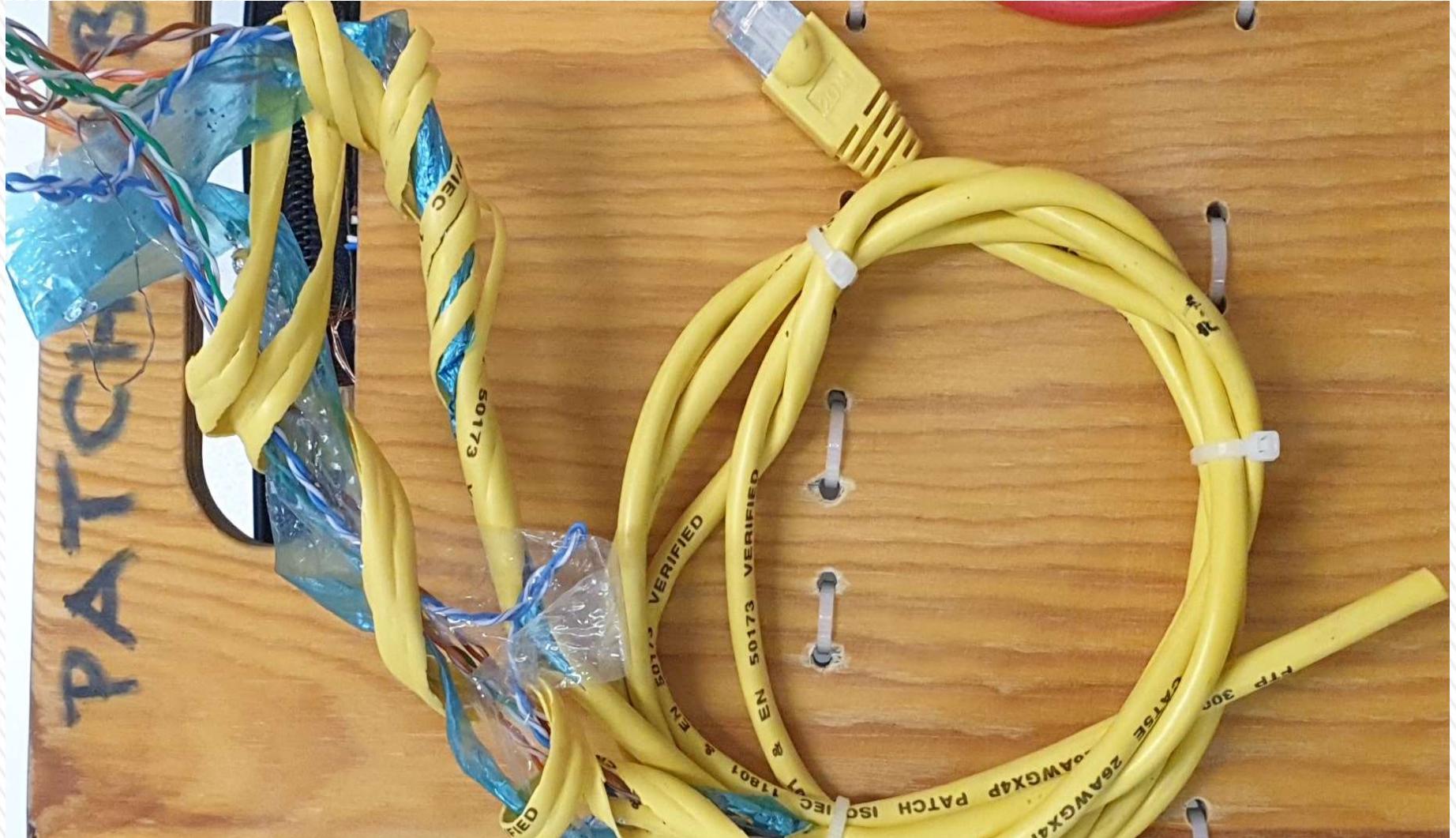


Neue Anwendungsbereiche für PoE...



Quel

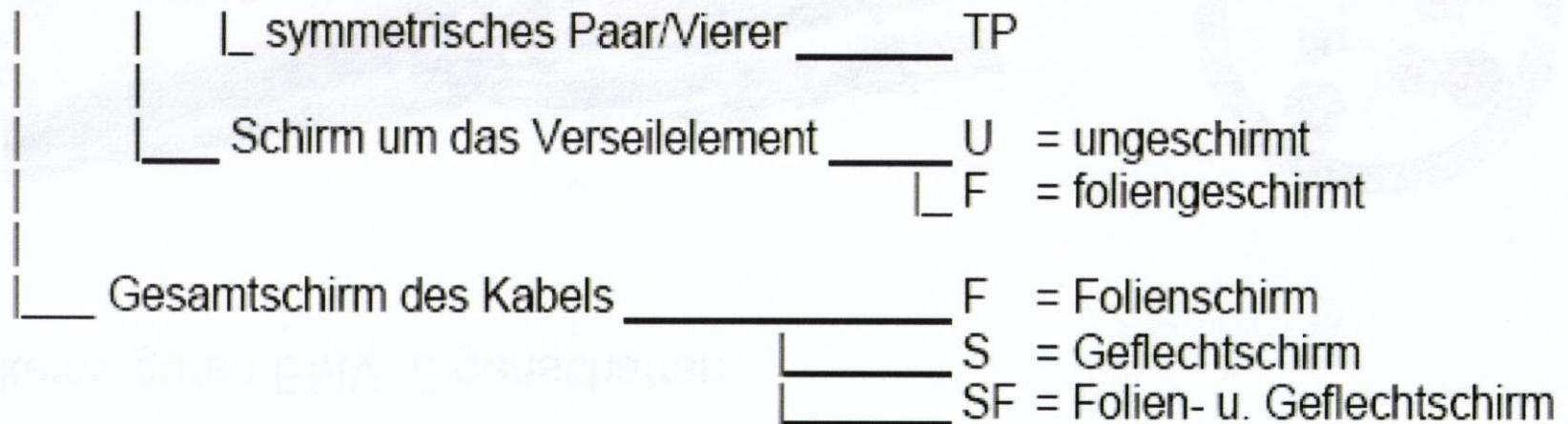
So nicht... ☺ Patchkabel „Verlegung“ unter Teppich



Achtung...



X X / X X X



Zum Beispiel:

SF/UTP = gesamt geflecht- und foliengeschirmtes Kabel
mit ungeschirmten Verseilelementen

S/FTP = gesamt geflechtgeschirmtes Kabel
mit foliengeschirmten Verseilelementen

S = Geflecht

F = Folie

ACHTUNG: aktuelle Veränderungen!!!

AWG-Wert	Drahtdurchmesser in mm	Querschnitt in mm	Ohm pro km bei 20° C
16	1,290	1,000	13,6
18	1,024	0,824	21,6
20	0,813	0,519	33,2
21	0,724	0,411	41,9
22	0,643	0,324	53,2
23	0,575	0,259	66,6
24	0,511	0,205	84,2
25	0,455	0,162	106
26	0,404	0,128	135
27	0,361	0,102	169
28	0,320	0,081	221
30	0,254	0,051	357
32	0,203	0,033	559
34	0,160	0,0201	857

Installationskabel

Um so größer die Zahl, desto kleiner der Durchmesser der Ader. Kupferkabel haben üblicherweise Werte von AWG18 – AWG26

Patch- und Anschlusskabel

Table 1: American Wire Gauge (AWG) Cable / Conductor Sizes and Properties

AWG	Diameter [inches]	Diameter [mm]	Area [mm²]	Resistance [Ohms / 1000 ft]	Resistance [Ohms / km]	Max Current [Amperes]	Max Frequency for 100% skin depth
0000 (4/0)	0.46	11.684	107	0.049	0.16072	302	125 Hz
000 (3/0)	0.4096	10.40384	85	0.0618	0.202704	239	160 Hz
00 (2/0)	0.3648	9.26592	67.4	0.0779	0.255512	190	200 Hz
0 (1/0)	0.3249	8.25246	53.5	0.0983	0.322424	150	250 Hz
1	0.2893	7.34822	42.4	0.1239	0.406392	119	325 Hz
2	0.2576	6.54304	33.6	0.1563	0.512664	94	410 Hz
3	0.2294	5.82676	26.7	0.197	0.64616	75	500 Hz
4	0.2043	5.18922	21.2	0.2485	0.81508	60	650 Hz
5	0.1819	4.62026	16.8	0.3133	1.027624	47	810 Hz
6	0.162	4.1148	13.3	0.3951	1.295928	37	1100 Hz
7	0.1443	3.66522	10.5	0.4982	1.634096	30	1300 Hz
8	0.1285	3.2639	8.37	0.6282	2.060496	24	1650 Hz
9	0.1144	2.90576	6.63	0.7921	2.598088	19	2050 Hz
10	0.1019	2.58826	5.26	0.9989	3.276392	15	2600 Hz
11	0.0907	2.30378	4.17	1.26	4.1328	12	3200 Hz
12	0.0808	2.05232	3.31	1.588	5.20864	9.3	4150 Hz
13	0.072	1.8288	2.62	2.003	6.56984	7.4	5300 Hz
14	0.0641	1.62814	2.08	2.525	8.282	5.9	6700 Hz
15	0.0571	1.45034	1.65	3.184	10.44352	4.7	8250 Hz
16	0.0508	1.29032	1.31	4.016	13.17248	3.7	11 k Hz
17	0.0453	1.15062	1.04	5.064	16.60992	2.9	13 k Hz
18	0.0403	1.02362	0.823	6.385	20.9428	2.3	17 kHz
19	0.0359	0.91186	0.653	8.051	26.40728	1.8	21 kHz
20	0.032	0.8128	0.518	10.15	33.292	1.5	27 kHz
21	0.0285	0.7239	0.41	12.8	41.984	1.2	33 kHz
22	0.0254	0.64516	0.326	16.14	52.9392	0.92	42 kHz
23	0.0226	0.57404	0.258	20.36	66.7808	0.729	53 kHz
24	0.0201	0.51054	0.205	25.67	84.1976	0.577	68 kHz
25	0.0179	0.45466	0.162	32.37	106.1736	0.457	85 kHz
26	0.0159	0.40386	0.129	40.81	133.8568	0.361	107 kHz
27	0.0142	0.36068	0.102	51.47	168.8216	0.288	130 kHz
28	0.0126	0.32004	0.081	64.9	212.872	0.226	170 kHz
29	0.0113	0.28702	0.0642	81.83	268.4024	0.182	210 kHz
30	0.01	0.254	0.0509	103.2	338.496	0.142	270 kHz
31	0.0089	0.22606	0.0404	130.1	426.728	0.113	340 kHz
32	0.008	0.2032	0.032	164.1	538.248	0.091	430 kHz
33	0.0071	0.18034	0.0254	206.9	678.632	0.072	540 kHz
34	0.0063	0.16002	0.0201	260.9	855.752	0.056	690 kHz
35	0.0056	0.14224	0.016	329	1079.12	0.044	870 kHz
36	0.005	0.127	0.0127	414.8	1360	0.035	1100 kHz
37	0.0045	0.1143	0.01	523.1	1715	0.0289	1350 kHz
38	0.004	0.1016	0.00797	659.6	2163	0.0228	1750 kHz
39	0.0035	0.0889	0.00632	831.8	2728	0.0175	2250 kHz
40	0.0031	0.07874	0.00501	1049	3440	0.0137	2900 kHz

Datenkabel TP -Kabelbezeichnungen-



37

Kupfer-Datenkabel | Copper Data Cable

Installationskabel | Installation cable
GC1500 pro22 Cat.7_A S/FTP 4P LSHF-FR

Installationskabel | Installation cable
GC1200 HS22 Cat.7_A S/FTP 4P LSHF-FR

Installationskabel | Installation cable
GC1200 HS22 Cat.7_A S/FTP 2x4P LSHF-FR

Installationskabel | Installation cable
GC1000 pro23 Cat.7 S/FTP 4P LSHF-FR

Installationskabel | Installation cable
GC1000 HS23 Cat.7 S/FTP 4P LSHF

Installationskabel | Installation cable
GC1000 HS23 Cat.7 S/FTP 2x4P LSHF

Installationskabel | Installation cable
GC600 F1 23 Cat.6_A U/FTP 4P LSHF

Installationskabel | Installation cable
DCCS 26/1 Cat.7 S/FTP 24P LSHF-FR

Installationskabel | Installation cable
DCCS 23/1 Cat.7 S/FTP 24P LSHF-FR

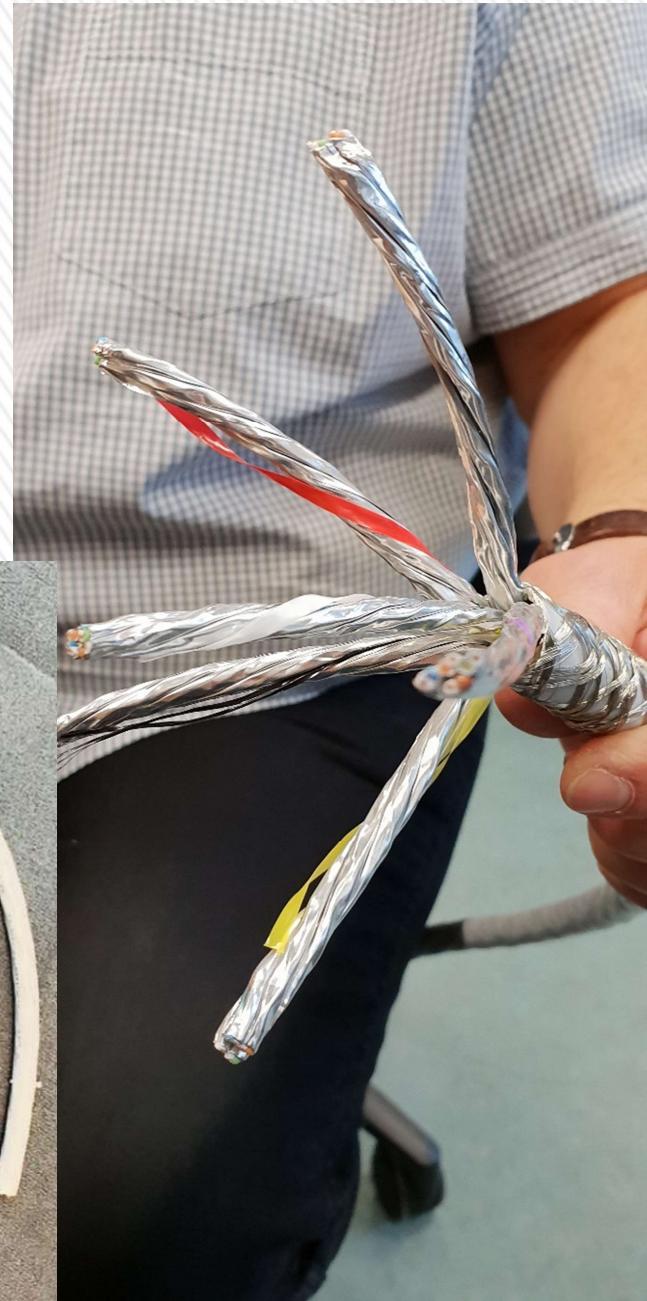
Patchkabel | Patch cable
Cat.6_A AWG26

Patchkabel mit | Patch cable with
E-DAT Industry IP20 RJ45 field plug black

Datenkabel TP -Kabelbezeichnungen-



38



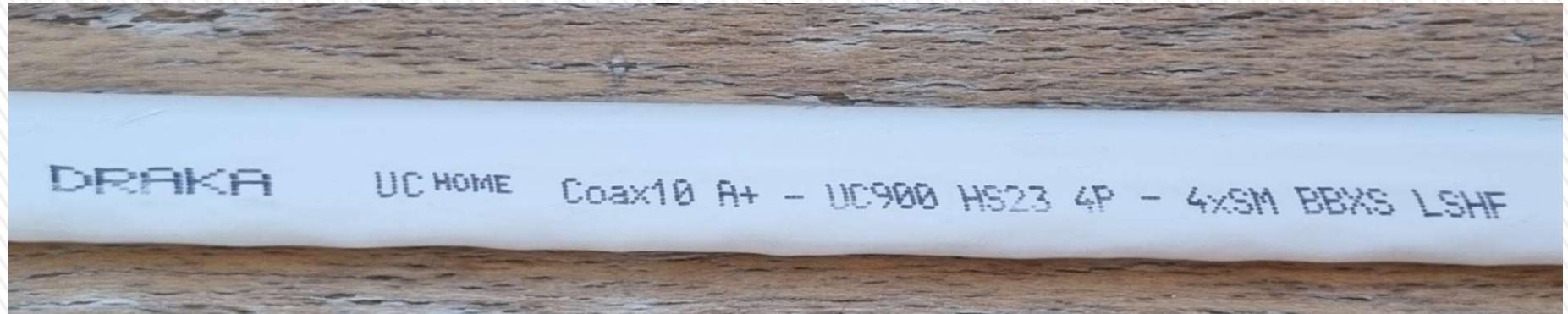
Datenkabel TP -Kabelbezeichnungen-



39







S/FTP Cat 6A AWG 23

S/FTP: Gesamtschirm und Schirm um die Paare

Cat 6A: Qualitätsstufe

AWG 23: amerikanisches Kabelmaß, mit Tabelle Durchmesser

ACHTUNG BESONDERHEIT:

AWG 26/1 oder AWG 26/7

/1: Adern sind eindrähtig = Verlegekabel

/7: Adern sind feindrähtig = Patchkabel

**U/UTP: überhaupt KEINE Schirmung
noch im Einsatz in USA und außerhalb EU
(Großbritannien, Schweiz)**

Datenkabel TP -Besonderheit bei der Bezeichnung-

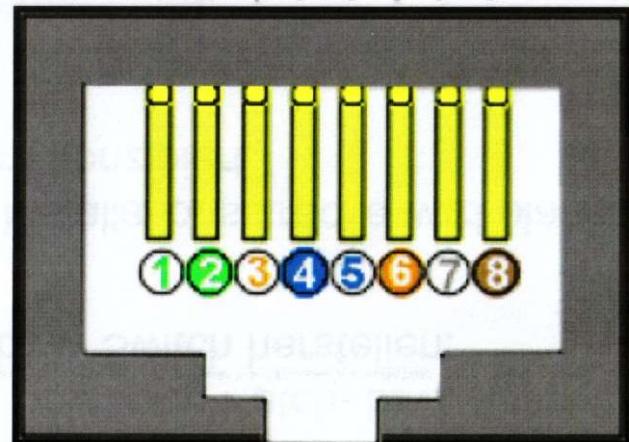
- der Unterschied zwischen den Normen
Cat. 6A und Cat. 6_A wirkt im Bereich ab 500 MHz
- die Grenzwerte von NEXT (Nahnebensprechdämpfung) sind bei der ISO/IEC 11801 bzw. EN 50173 höher
- **dadurch Systemreserve von ca. 30%!!!**
- **Cat. 6A vs. Cat. 6_A „tiefgestellt“**
 - Cat. 6_A = ISO/IEC 11801 (EN 50173)
 - Cat. 6A = TIA/EIA 568

Kategorie	Kat = EU
Category	Cat = USA

- Entwicklung des Standards TIA/EIA 568
- **bis 2002 genügten für die Anforderungen 2 Paare**
- bei TIA/EIA 568 A (Amerika)
 - 1 ws/gn (Tx+) 2 gn (Tx-) Transmit
 - 3 ws/or (Rx+) 6 or (Rx-) Receive
- in Europa wurde TIA/EIA B (Bundesrepublik ☺)
 - entwickelt mit Veränderung der Sende-/ Empfangsrichtung
 - 1 ws/or (Tx+) 2 or (Tx-) Transmit
 - 3 ws/gn (Rx+) 6 gn (Rx-) Receive
 -
- **heute werden alle 4 Paare benötigt**
- 4 bl 5 ws/bl 7 ws/br 8 br
- **diese sind bei beiden Standards identisch (grüne Orange ☺)**

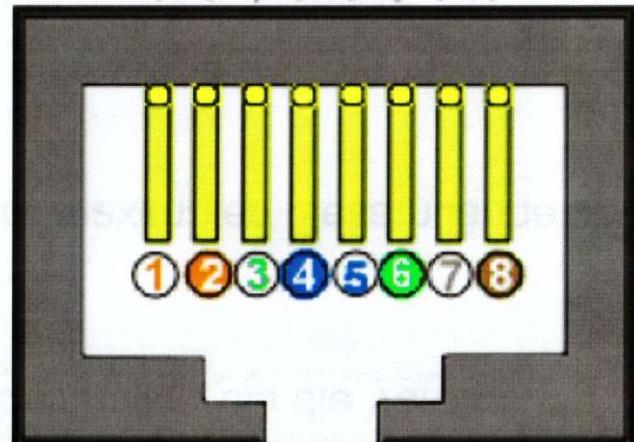
Buchsenbeschaltung

Orange
Pair 2
Green
Pair 3
Blue
Pair 1
Brown
Pair 4



TIA/EIA 568 A

Green
Pair 3
Orange
Pair 2
Blue
Pair 1
Brown
Pair 4



TIA/EIA 568 B

GRÜN: 1 2

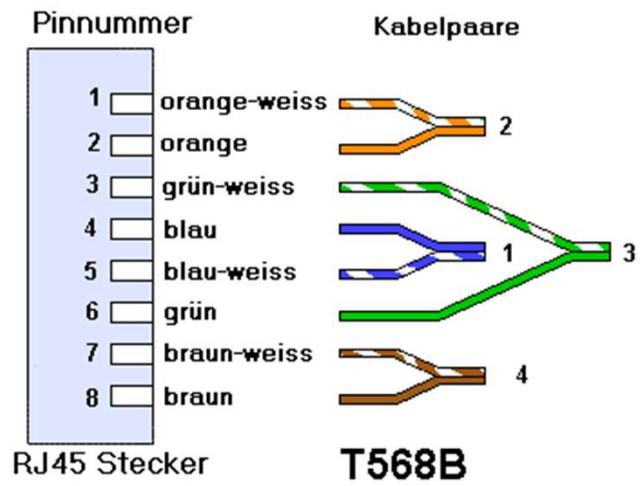
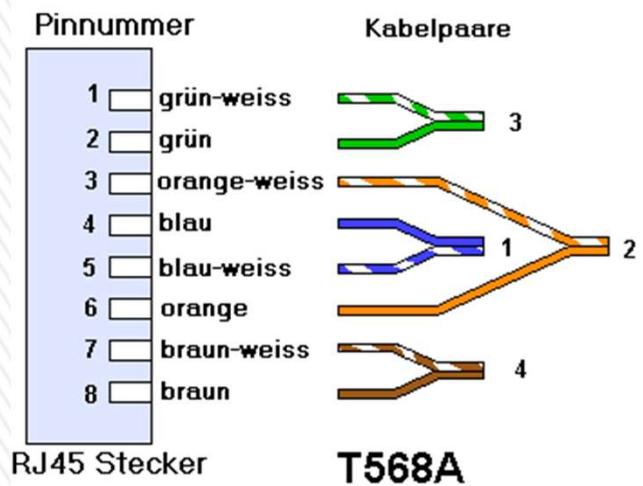
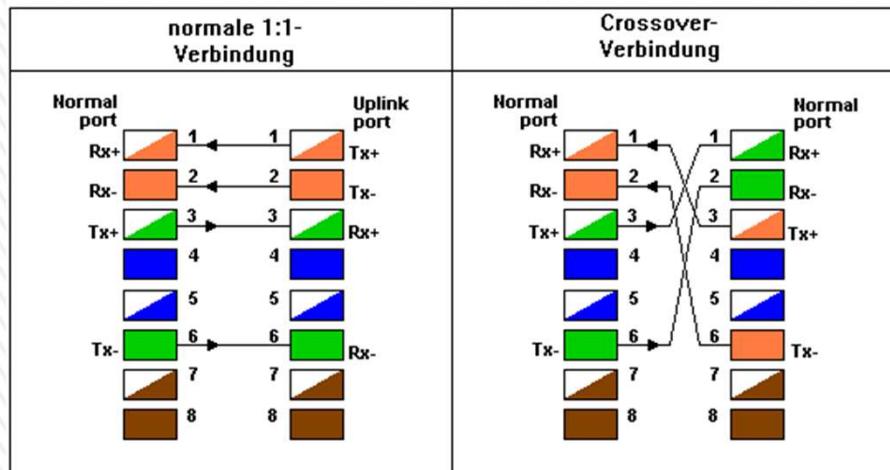
ORANGE: 3 6

GRÜN: 3 6

ORANGE: 1 2

Datenkabel TP -Besonderheit TIA/EIA 568 A/B

46



TIA/EIA 568 A

GRÜN: 1 2

ORANGE: 3 6

TIA/EIA 568 B

GRÜN: 3 6

ORANGE: 1 2

- **Komponentengedanke**

- „MIX and Match“
- Verschiedene Komponenten von unterschiedlichen Herstellern mit gleicher Kategorie werden verbaut

Nur in der Theorie möglich, Verluste sind unvermeidlich!

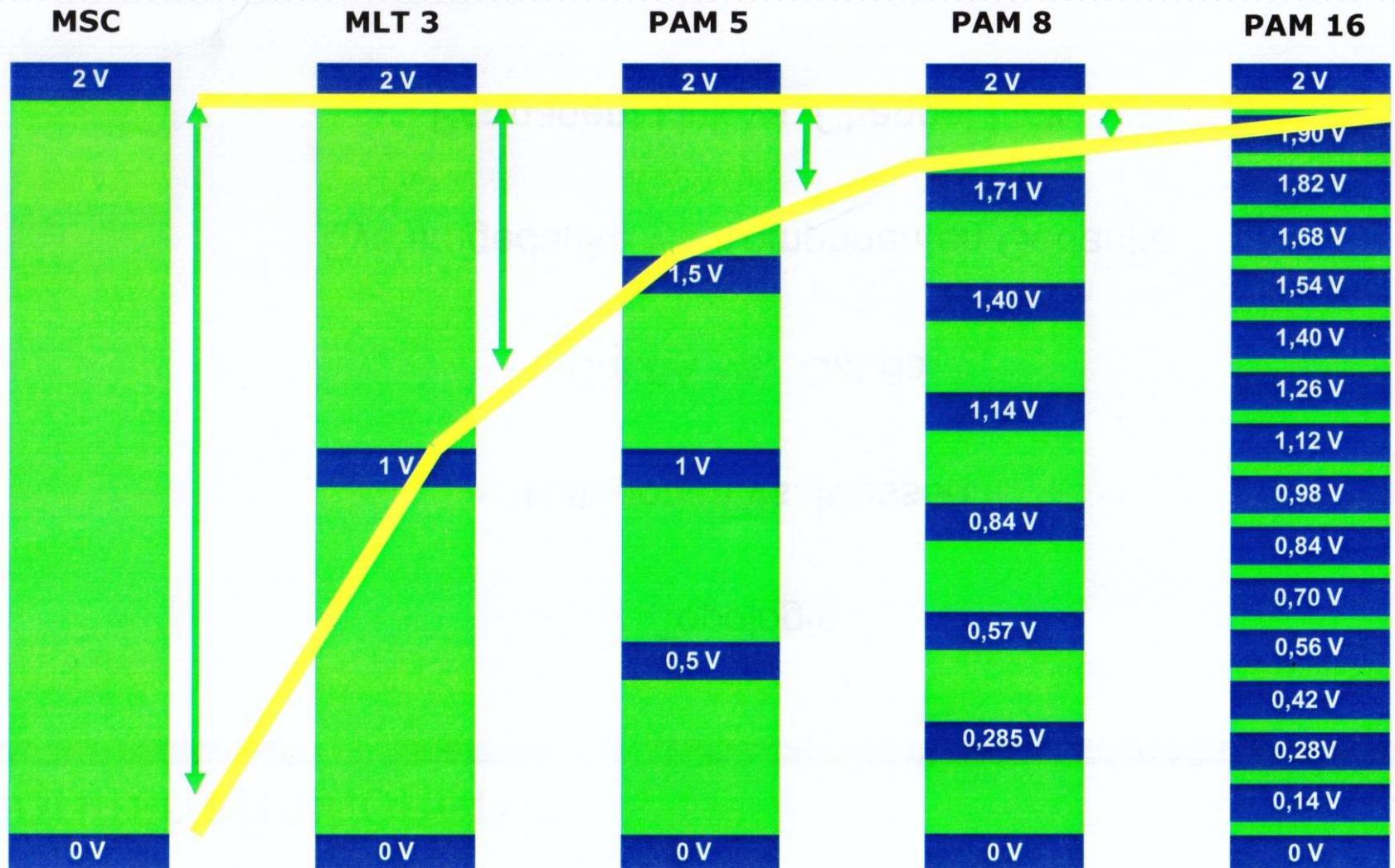
- **Systemgedanke**

- Aufeinander abgestimmte Komponenten von gleichen Herstellern mit gleicher Kategorie werden verbaut
- Garantie bestmöglicher Werte durch den Hersteller!

= SYSTEMGARANTIE

- **Herstellung Datendosen**
 - Aufwendige Entwicklung und Testung
 - Wirkung aller 8 Anschlüsse untereinander
 - Einbau von Kompensationsflächen usw.
 - Betriebsgeheimnis!!
- **LAN Längen Zertifizierung**
 - Zertifiziert nur bei Längen:
 - 90 m Installationskabellänge (**24 m bei Cat. 8!**)
 - und 10 m Patchkabellänge **MAXIMAL (Achtung Cat. 8)**
 - werden längere Verlege oder Patchkabel eingesetzt außerhalb NORMATIV!!!

= keine SYSTEMGARANTIE mehr

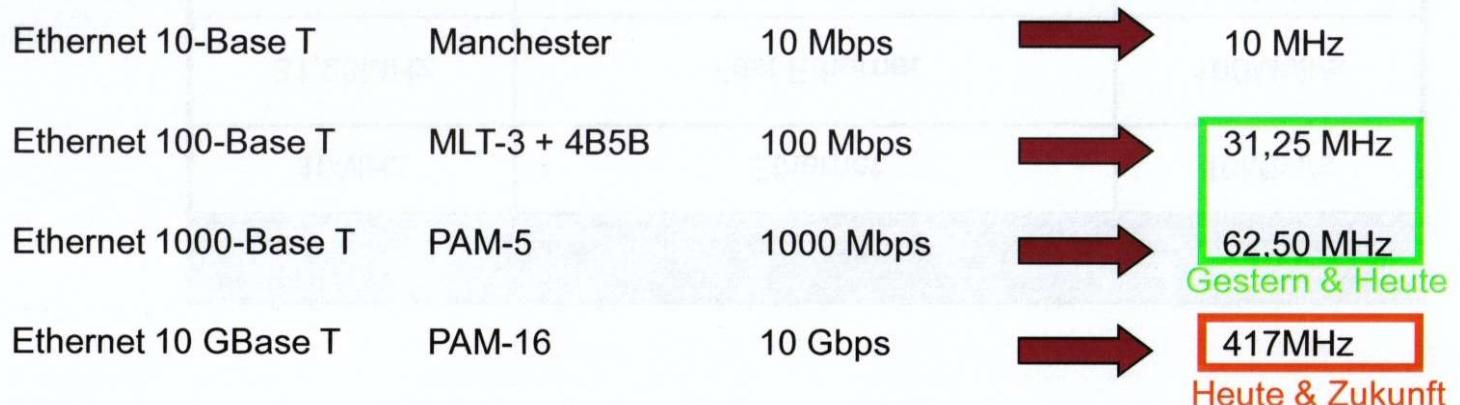


Immer geringere Systemreserve bedeutet immer höhere Störanfälligkeit

Megabit und Megahertz-

Bandbreite	Datenrate pro Aderpaar im Service	Geschwindigkeit
10MHz	Ethernet	10Mbit/s
31,25MHz	Fast Ethernet	100Mbit/s
83MHz 83.333.333 Hertz	Gigabit Ethernet 4 Paare a 250.000.000 bit/s	1.000Mbit/s 1Gbit/s
417MHz	10Gigabit Ethernet	10.000Mbit/s

Frequenzkomprimierung durch Kodierungsverfahren



Abstände

Installationsart	ohne Trennsteg	Alutrennsteg	Metalltrennsteg
ungeschirmte Energie- und IT Kabel	200 mm	100 mm	50 mm
ungeschirmte Energiekabel geschirmte IT Kabel	50 mm	20 mm	5 mm
geschirmte Energiekabel ungeschirmte IT Kabel	30 mm	10 mm	2 mm
geschirmte Energiekabel geschirmte IT Kabel	0 mm	0 mm	0 mm

Biegeradien bei Unterputz Installationen...



Erdung:

Schützt Mensch und Tier vor tödlichen Überspannungen

Massung:

Zusätzlich zur Personensicherheit, Anlageninstallation frei von systemfremden Störgrößen zu halten, bzw. nicht vermeidbare, systemfremde und systeminterne Störgrößen geeignet abzuleiten

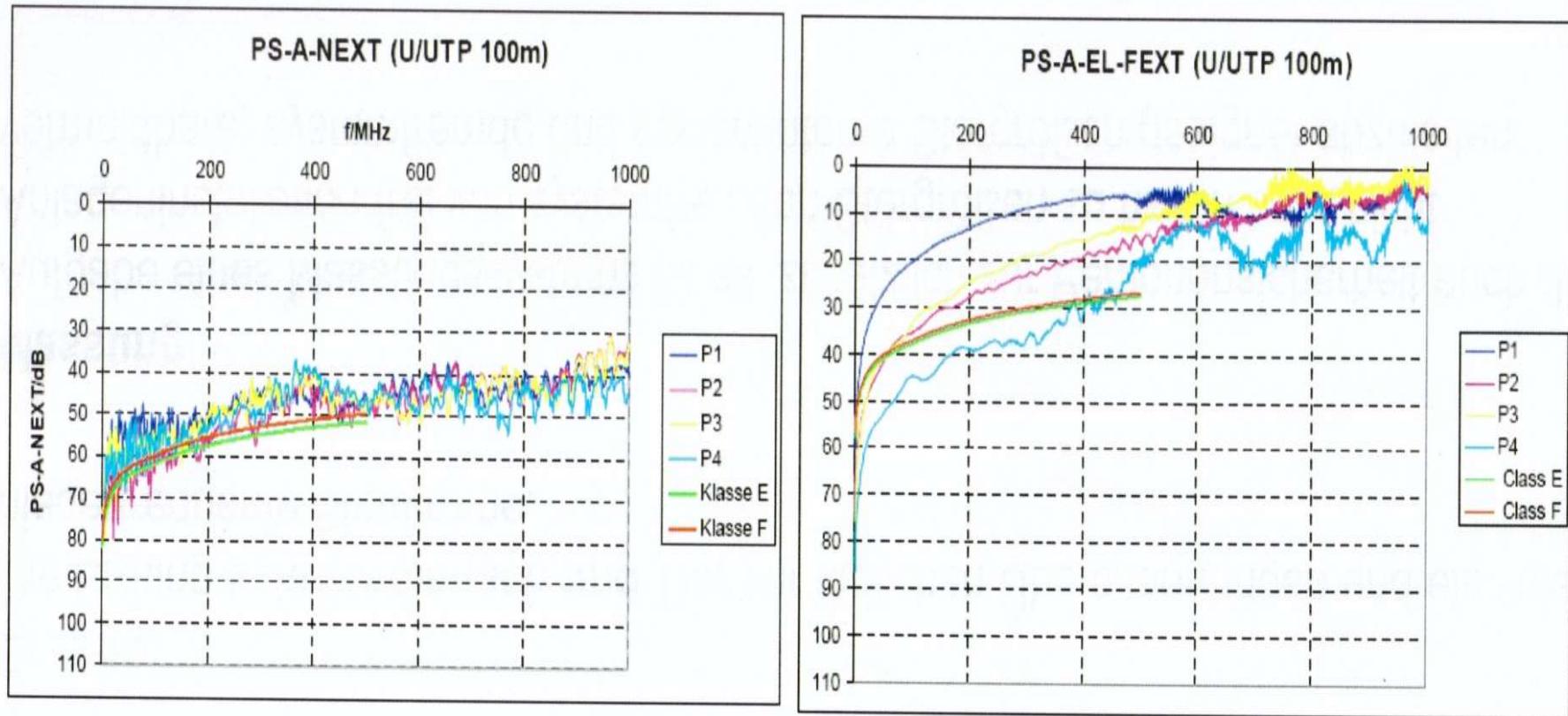
Schirmung:

Systemmaßnahme zur Entkopplung von Anlagenteilen gegenüber äußeren Störeinflüssen

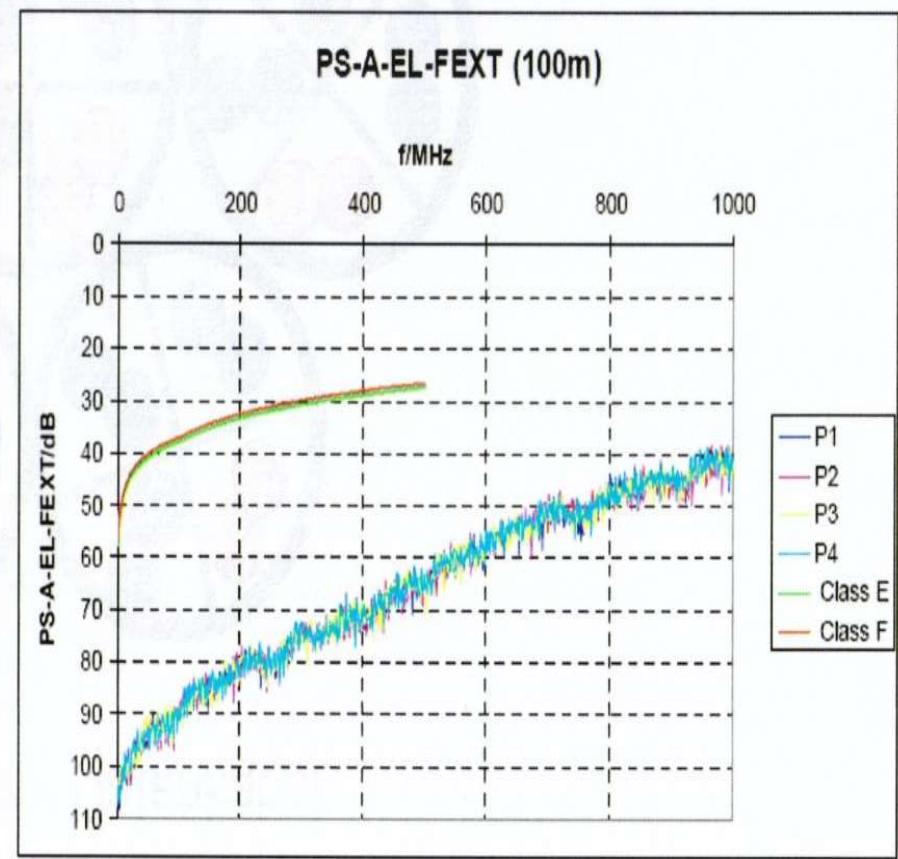
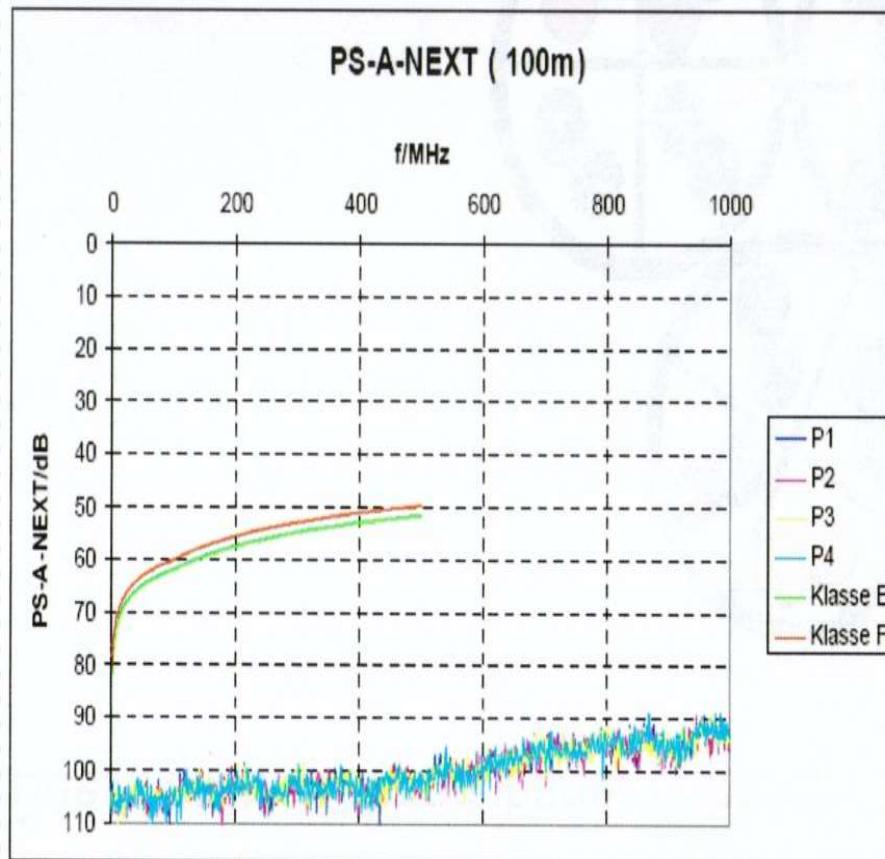
Ist in Erdungs- bzw. Massungskonzept mit einzubeziehen

Schützt passive und aktive Komponenten vor Beeinflussung äußerer Störgrößen

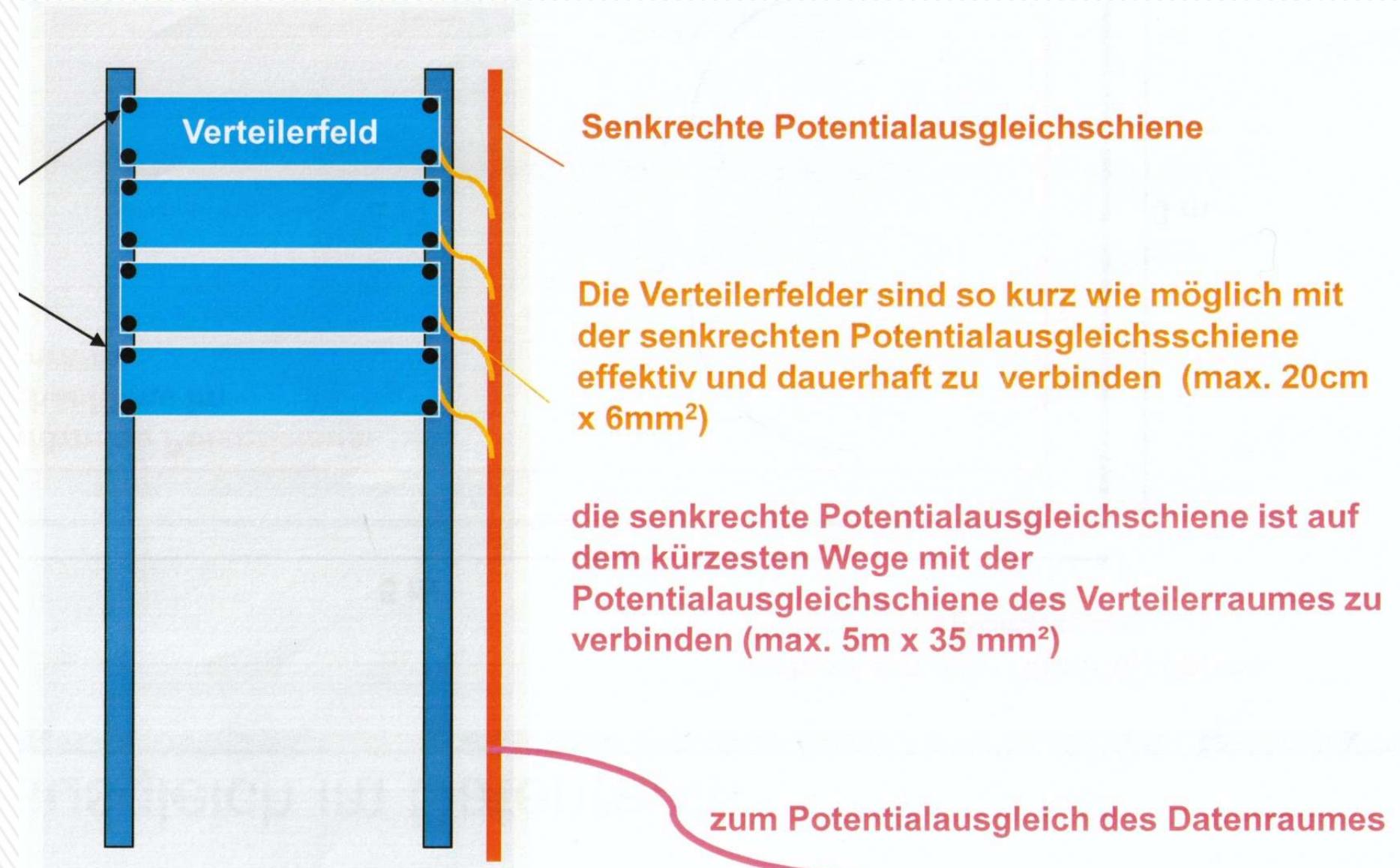
Beeinflussung benachbarter ungeschirmter Datenkabel



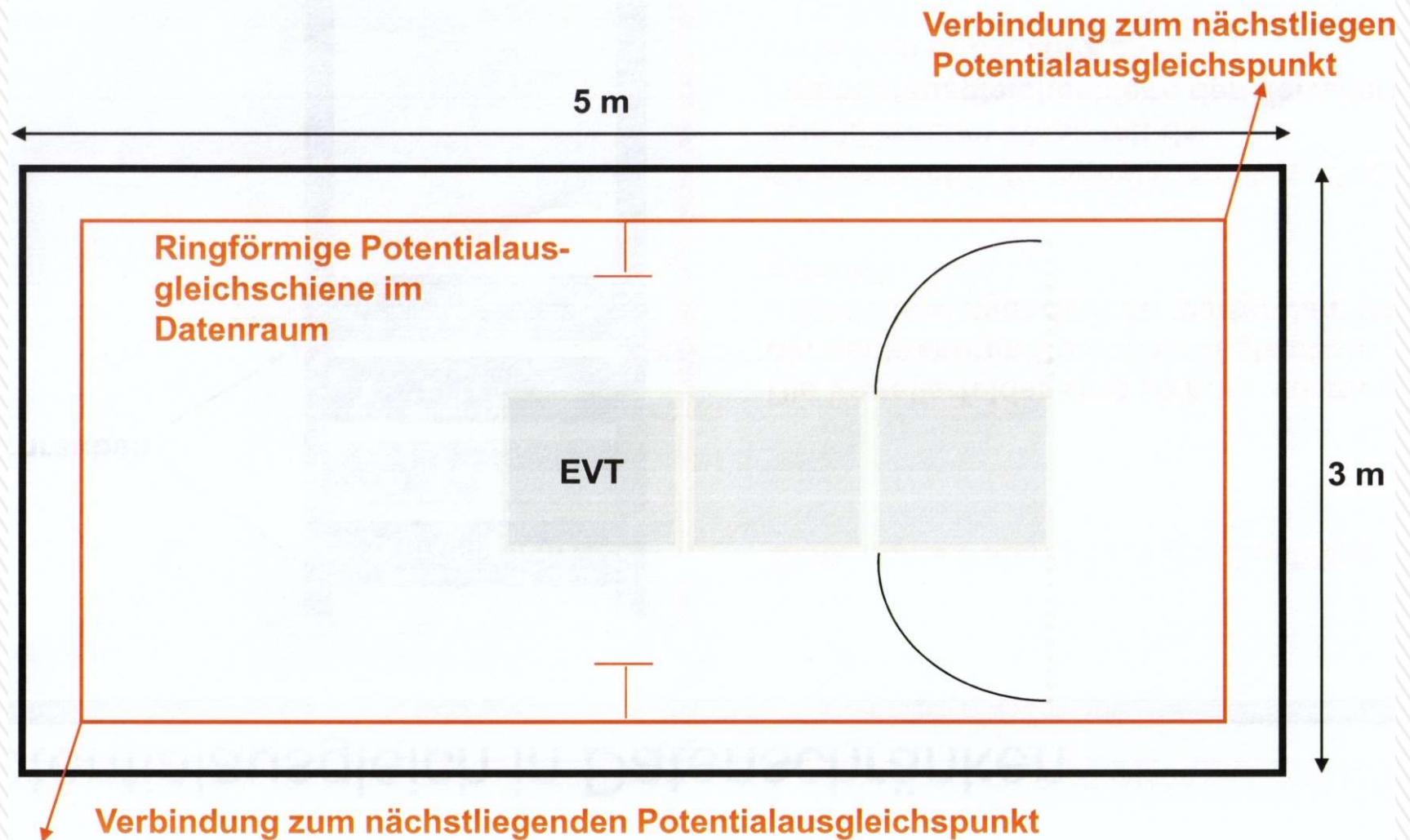
Beeinflussung benachbarter geschirmter Datenkabel

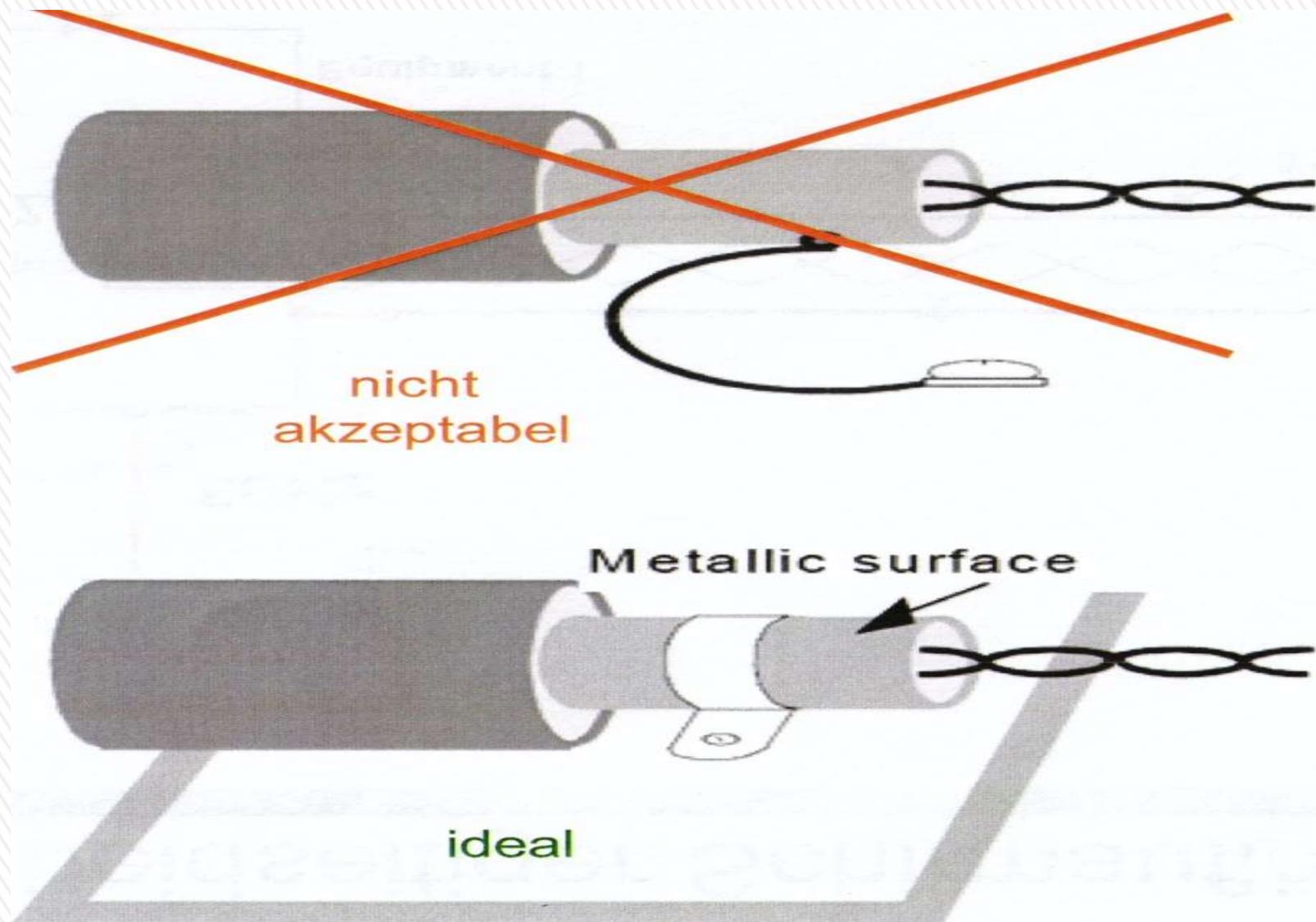


Potentialausgleich in Datenschränken



Potentialausgleich im Datenraum





Ideal ist 360° Schirmung!!!

Die verPENnte Installation – Eine tickende Zeitbombe durch „neue“ Lasten

ZÜLOW Elektronik

EMV-ungünstig: Wirkung auf Bildschirmflimmern, Elektronik, Korrosion, Lebewesen

TN-C-System (4-Leiternetz)

Früher: Sinusförmige Stromverbraucher
Glühlampen, Transformatoren, Drehstrommotoren

Heute: Schaltnetzteile mit nicht-linearen Stromverbrauchern
5-12 V DC, Antriebstechnik, Computer, Beleuchtung

Folge: Werden viele Schaltnetzteile in ein Dreiphasen-Wechselstromsystem eingesetzt, so heben sich die Rückströme nicht mehr auf, sondern addieren sich.

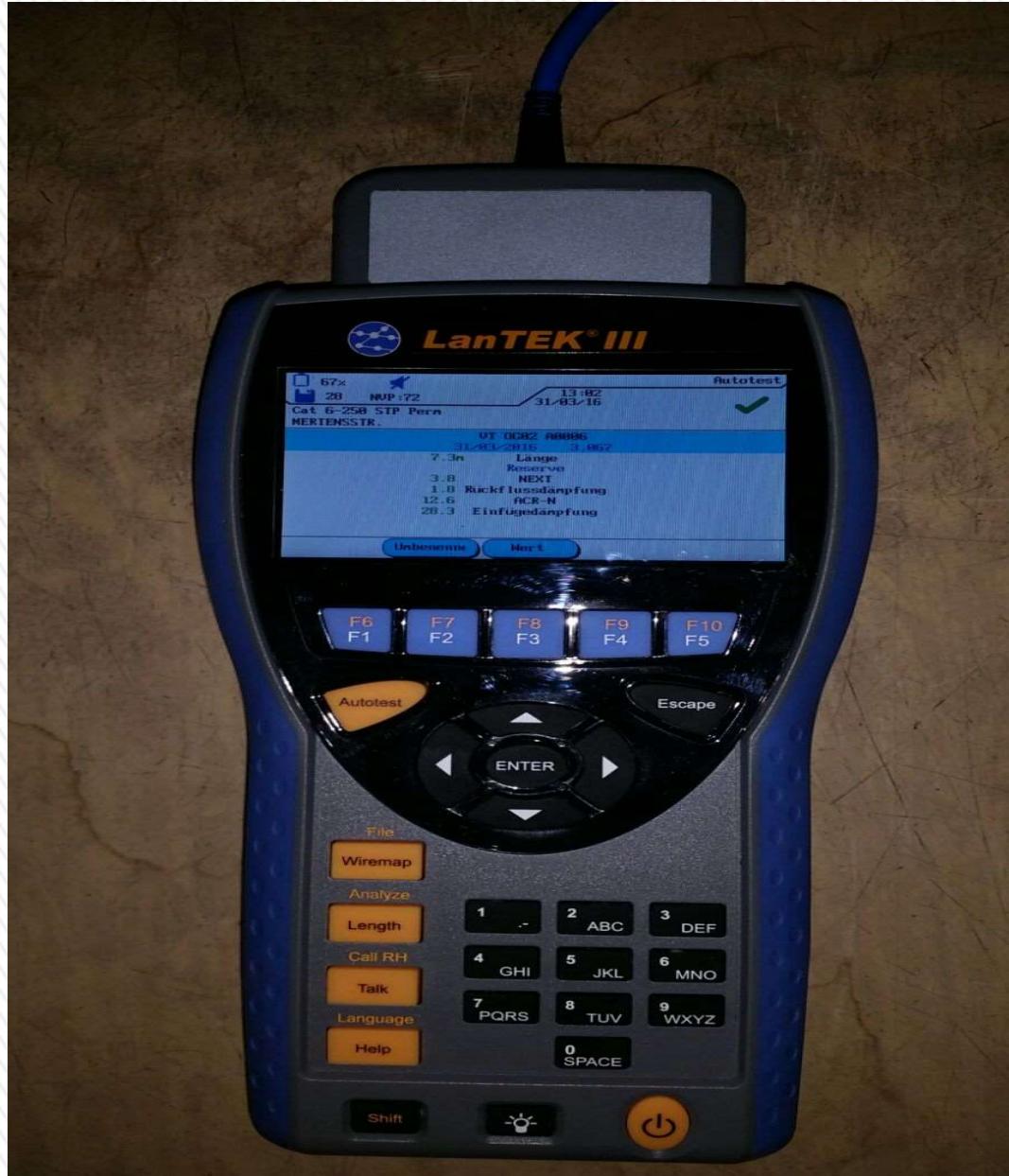
EMV-günstig: Grundvoraussetzung für sicheren EDV-Betrieb

TN-S-System (5-Leiternetz)

- Messgeräte können diese Geschwindigkeiten messen
- EA Klassifikation wir gemessen
- **Geräte müssen zertifiziert sein!!!**
- **Personen müssen nicht zertifiziert sein**
- **außer AG macht Vorgabe**

Preis: ca. 12 - 15.000 €

- **Channel Link Messung**
 - mit Patchkabeln
- **Permanent Link Messung**
 - mit Permanent Link Adapter (**blau/grün/rot**)
 - hohe Anforderung an den Messstecker
(ca. 1000 Messungen)
 - Mittenzentriert





- **7 Sekunden Testdauer (Cat 6A):** Eine der weltweit kürzesten Testzeiten.
- **Patentierter VisiLINQ™ für mehr Produktivität:** Alles was Sie benötigen, um den Zertifizierer zu bedienen und die Ergebnisse abzulesen, stets griffbereit in der Hand.
- **Zukunftssichere Investition:** Zertifizierung von Übertragungsstrecken bis Cat 8.1 und Cat 8.2.*
- **Zertifizierung bis 3000 MHz:** Tests bis 3000 MHz mit ausreichend Reserve für zukünftige ISO/TIA-Testnormen.*

Datenkabel TP -reale Entwicklung Cat. 8-



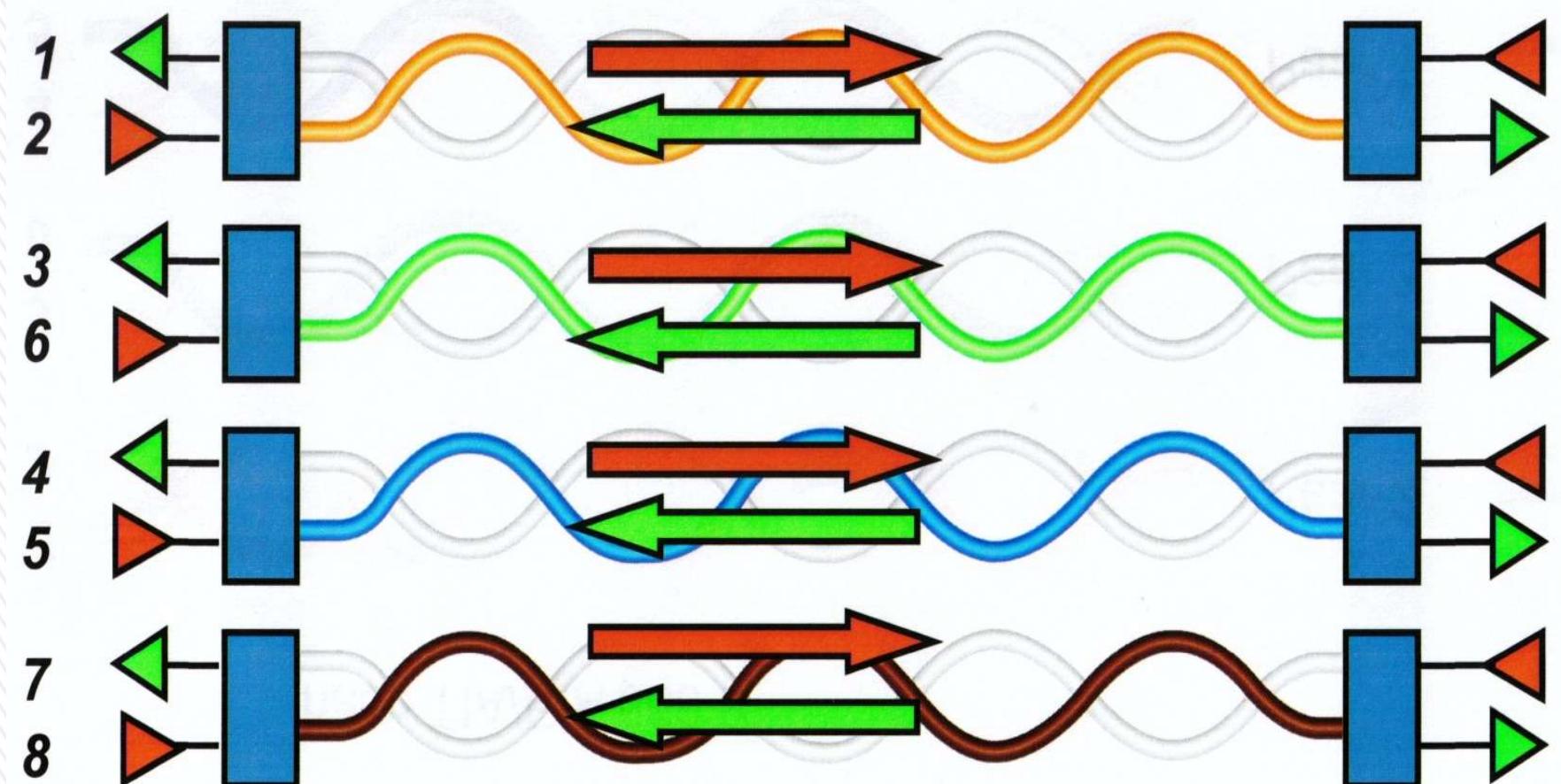
63



Messgerät und Messkabel...



Warum müssen so viele Parameter gemessen werden?



4x 250 MBit/s

- **Messung Channel oder Permanent Link**
- Zur Messung Permanent Link benötigt man
PERMANENT LINK Adapter (sehr teuer)
- Bei Messung Channel Link werden Stichproben (Patchkabel)
gesichert weggepackt

Datenkabel Messtechnik in der Gebäudeverkabelung

- **Verdrahtung**
- **Widerstand**
- **Dämpfung**
- **Return Loss / Packet Loss / Bit Loss**
- **Geschwindigkeit/ Delay / Deley SKEW**
- **PS und PS Next**
- **ACR / PSACR**
- **Schirmung!!!**

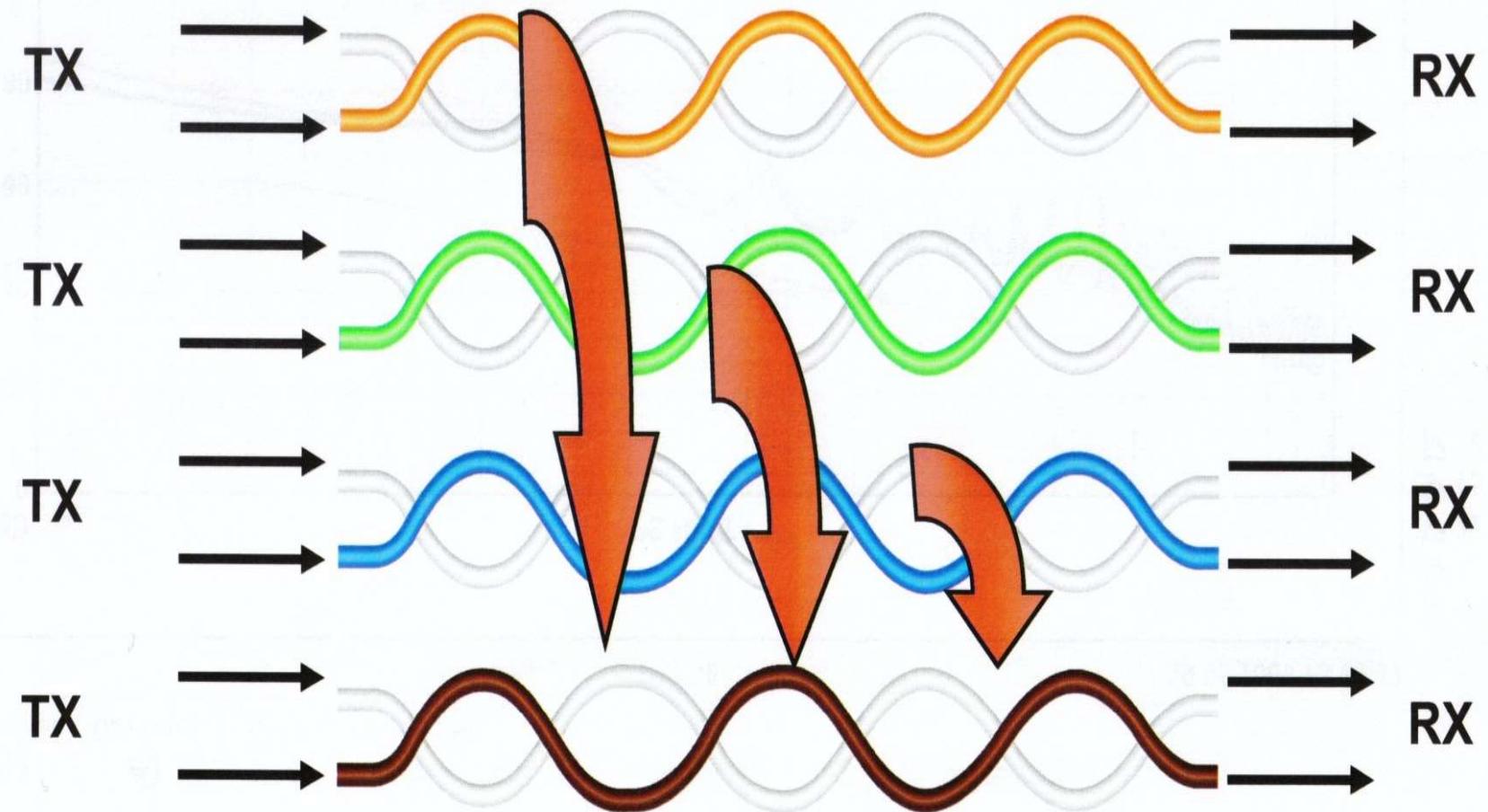
NVP Wert (Nominal Velocity of Propagation)

Geschwindigkeit mit der sich Signale im Kupferkabel
im Verhältnis zur
Lichtgeschwindigkeit im Vakuum ausbreiten

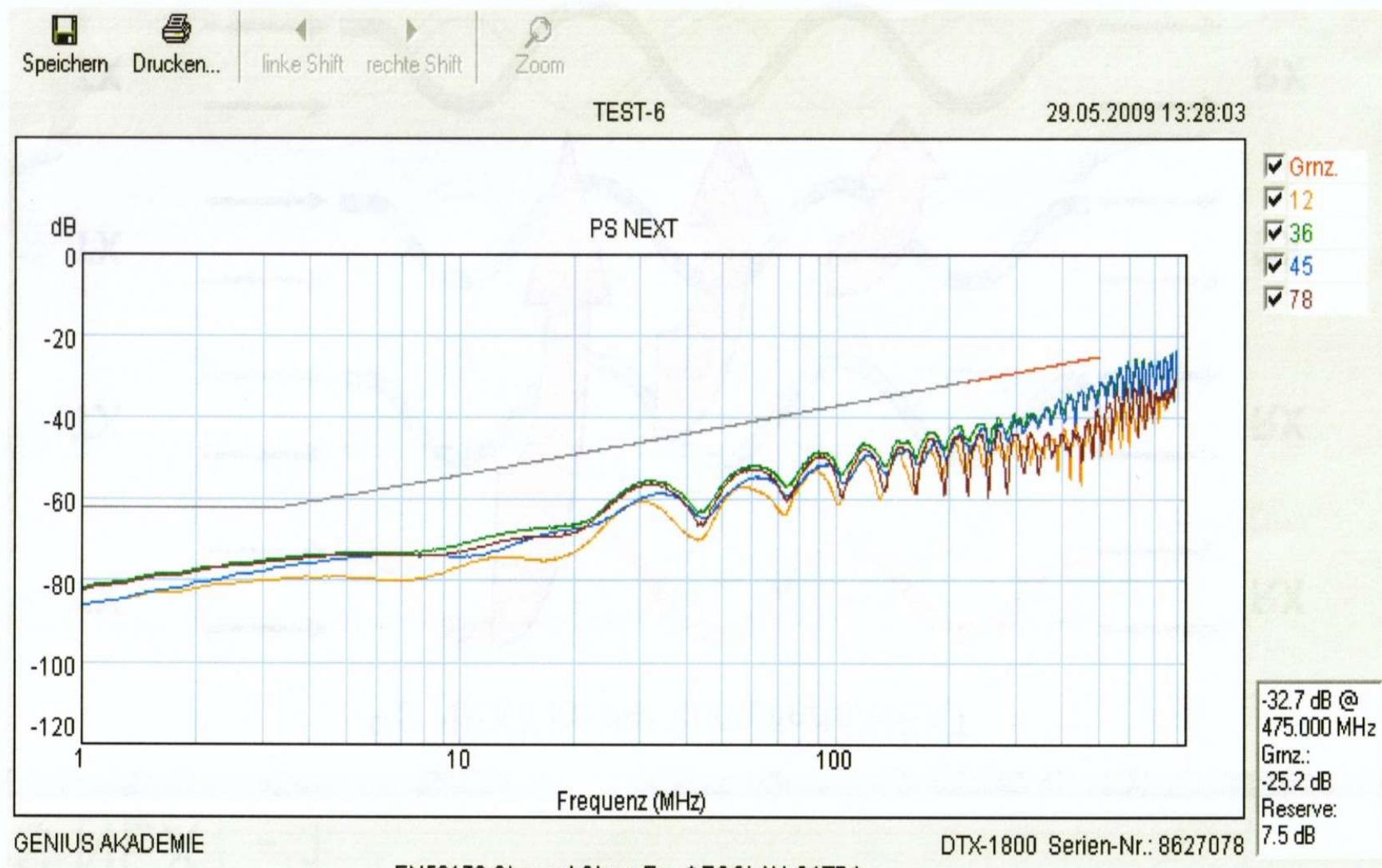
Wichtig für Längenermittlung und Fehlerlokalisierung

$$\text{NVP} = \frac{\text{Pulsausbreitungsgeschwindigkeit}}{\text{Lichtgeschwindigkeit } (300.000\text{km/s})}$$

PS Next (Power Summ NEXT)



Datenkabel Messtechnik in der Gebäudeverkabelung

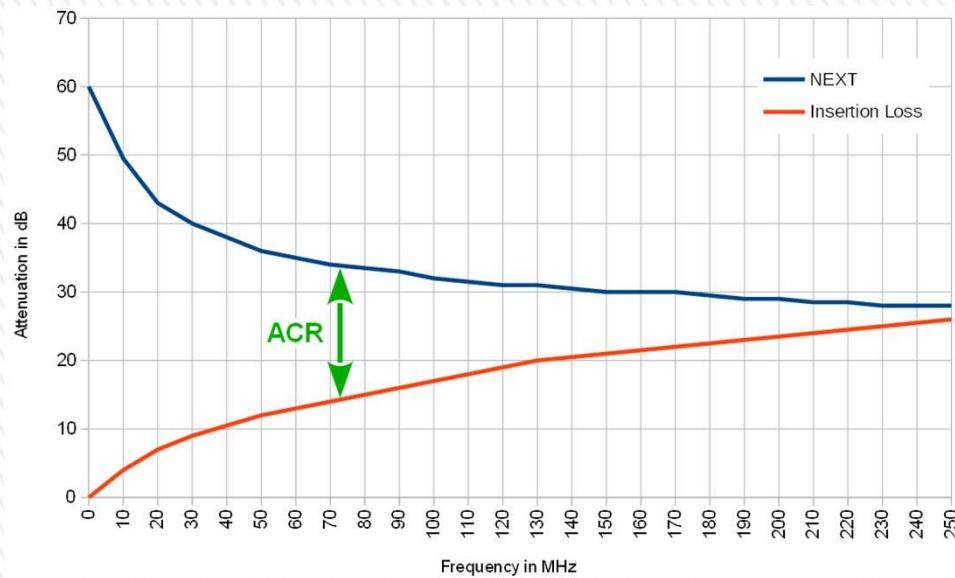


Datenkabel Messtechnik in der Gebäudeverkabelung

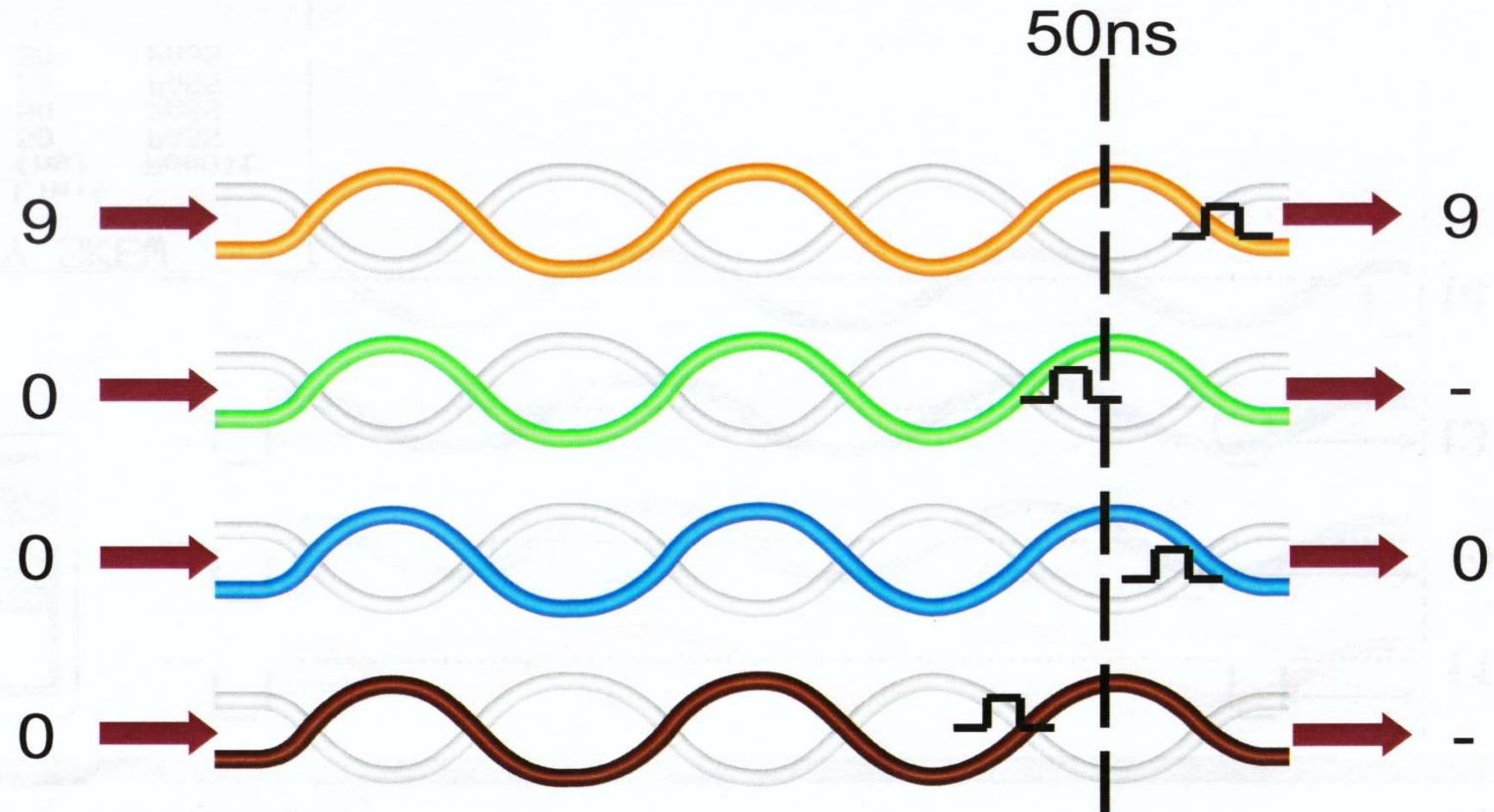
ACR / PSACR

Attenuation To Crosstalk Ratio (Power summ)

Dämpfungs-Nebensprechdämpfungs-Verhältnis / Übersprechdämpfung
Verhältnis von Einfügedämpfung (Insertion Loss) zu Übersprechen (NEXT)



Delay (Laufzeit) / Delay Skew (Laufzeitunterschied)





73

Datenkabel Messtechnik in der Gebäudeverkabelung

3 Messergebnisse:

GRÜNER HAKEN

ROTES KREUZ

I für INFORMATIV