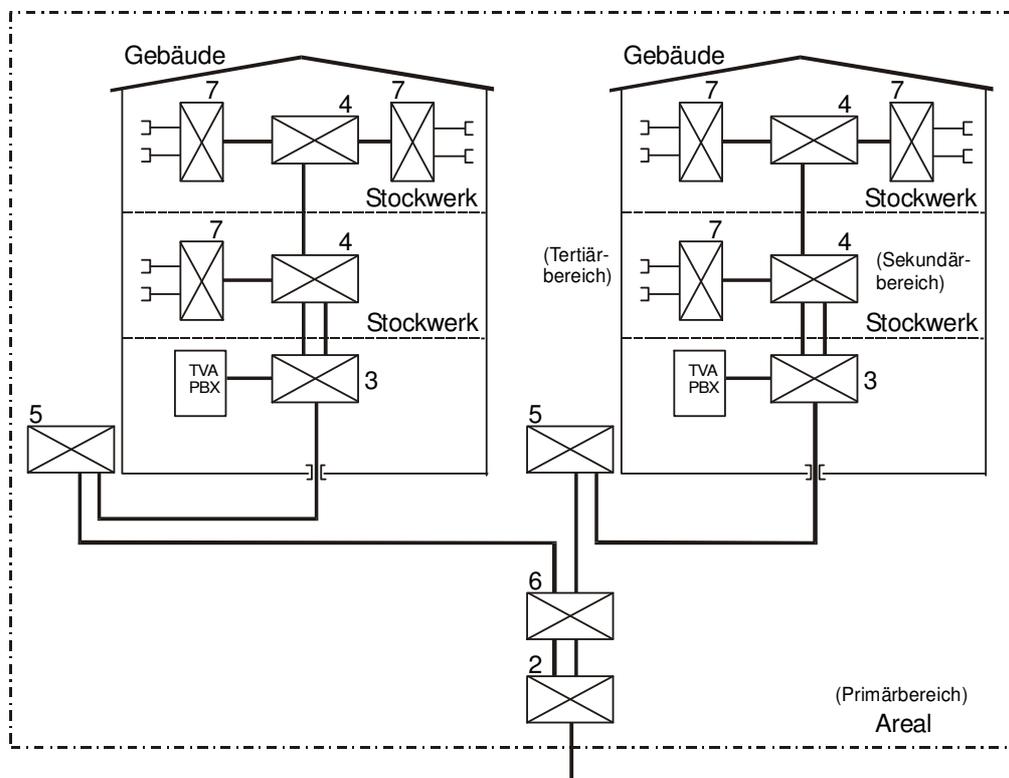
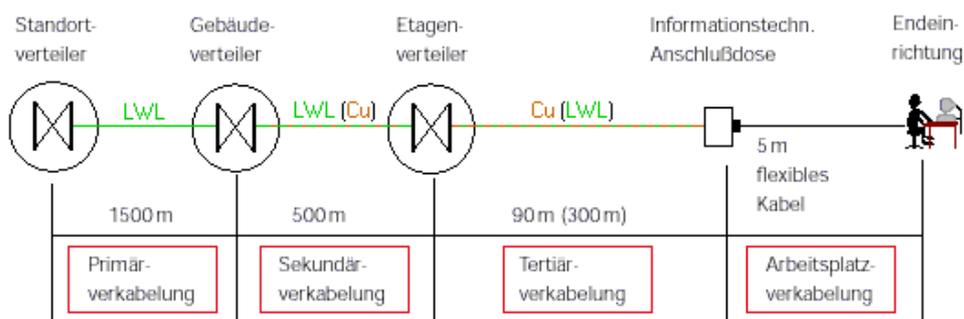


24.7 Installationsmaterial



Struktur der anwendungsneutralen Verkabelung



24.7.1 Übertragungsklassen

① Die Kategorien 6 und 7 sowie die Klassen E und F sind derzeit noch nicht endgültig in der Norm spezifiziert.

Kategorie	Klasse	Bandbreite	Anwendung
1	A	100 kHz	Übertragungsprotokolle mit niedriger Bitrate, z. B. Leittechniksignale, Sprachübertragung. Die Übertragungsstrecke wird bis 100 kHz spezifiziert. „Klingeldraht“
2	B	1,5 MHz	Übertragungsprotokolle mit mittlerer Bitrate, z. B. ISDN-Basisanschluss, Leittechniksignale. Die Übertragungsstrecke wird bis 1 MHz spezifiziert.
3	C	16 MHz	Übertragungsprotokolle mit hoher Bitrate, z. B. ISDN-Primärmultiplex, Ethernet, Token Ring. Die Übertragungsstrecke wird bis 16 MHz spezifiziert. 10BaseT und Telefonie
4	C	20 MHz	Selten im Einsatz
5	D	100 MHz	Übertragungsprotokolle mit sehr hoher Bitrate, z. B. FDDI, ATM, Ethernet 100Base-Tx. Die Übertragungsstrecke wird bis 100 MHz spezifiziert.
5e	D	100 MHz	1000BaseT, Kabel bis 350 MHz verfügbar
6 6a	E ①	250 MHz 500 MHz	Übertragungsprotokolle mit sehr hoher Bitrate. Die Übertragungsstrecke wird bis 250 MHz spezifiziert. Kabel bis 450 MHz verfügbar.
7 7a	F ①	600 MHz 1200 MHz	Übertragungsprotokolle für spezielle Netzanwendungen. Die Übertragungsstrecke wird bis 600 MHz spezifiziert. PiMf (Paar in Metallfolie)
8	G		PiMf (Paar in Metallfolie)
	LWL	>600 MHz	Lichtwellenleiter werden durch Lichtwellenleiterstrecken unterstützt, deren Bandbreite im Allgemeinen kein begrenzender Faktor ist.

24.7.2 Übertragungskategorien

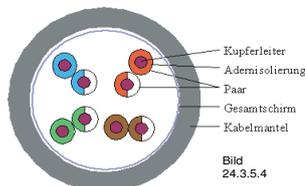


S/FTP, F/FTP oder SF/FTP (Screened Foiled Twisted Pair)

Neue Bezeichnung nach ISO/IEC-11801 (2002)E: S/FTP (Geflecht), F/FTP (Folie), SF/FTP (Geflecht+Folie)



S/UTP



Grundsätzlicher Aufbau eines S/UTP-Kabels

S/UTP (Screened Unshielded Twisted Pair)

Aufbau wie bei UTP, jedoch mit zusätzlichem metallischen Schirm um die Leiterbündel.



ITP (Industrial Twisted Pair)
Besonders gut geschirmtes Twisted Pair Kabel für industrielle Zwecke.



Kategorie 7

- Norm IEC 60603-7-7 (STP,2006)
- Norm IEC 60603-7-71 (STP,2009)
- Vier einzeln abgeschirmte Adernpaare (Screened/Shielded Twisted Pair S/STP) innerhalb eines gesamten Schirms
- Bandbreite bzw. Betriebsfrequenzen <1000 MHz
- Norm IEEE 802.3an
- 10-Gigabit-Ethernet geeignet
- Keine Anschlussdosen und Panel mit RJ-45 Steckern verfügbar
- Standard für Neuverlegung
- Stecker nur Cat-6 tauglich

Kategorie 7a

Norm IEC 60603-7-71 (STP,2009)

Kategorien

Kategorie 1

- Cat-1-Kabel 100 kHz, <1MBit/s
- Für die Datenübertragung ungeeignet
- Verlegelänge
- Sprachübertragung, Telefonanwendungen, Fernmeldekabel
- Nur UTP-Kabel (unverdrilltes Kabel)

Kategorie 2

- Cat-2-Kabel bis 1,5 MHz, <4MBit/s
- Verlegelänge
- Hausverkabelung ISDN-Primärmultiplexanschluss
- Verbessertes Fernmeldekabel

Kategorie 3

- Bandbreite <16 MHz, Cat-3-Kabel, USA
- Übertragungskapazitäten von bis zu 10 Mbit/s
- Verlegelänge bis 100 Meter
- Kunststoff (Perfluor, FEP) isoliert, niedrige Streuung
- Cat-3 für Telefonkabel gegenüber Cat-5 bevorzugt
- ISDN-tauglich
- 10-MBit-Ethernet (10BaseT) problemlos
- 100BaseT4 Standard, 100 Mbit/s auf bestehenden Installationen
- Cat-3-Kabel kaum noch im Verkauf angeboten. Meist werden Cat-5-Kabel verwendet.

Kategorie 4

- Bandbreite <20MHz, Cat-4-Kabel häufig in den USA verlegt
- Verlegelänge
- Nur kleiner Fortschritt in der Geschwindigkeit
- <20 MBit/s

Kategorie 5 / 5e

- Norm IEC 60603-7-2 (UTP,2007)
- Norm IEC 60603-7-3 (STP,2008)
- Basis für Signalübertragung
- Hohen Datenübertragungsraten (EIA/TIA-568)
- Verlegelänge bis 100 Meter
- Bandbreite bzw. Betriebsfrequenz <100 MHz, 100 MBit/s
- Fast- oder Gigabit-Ethernet
- 1000Base-T (Gigabit-Ethernet) tauglich
- Langstrecken-100Base-T-Netzverbindungen
- Cat-5e tauglich

Kategorie 6

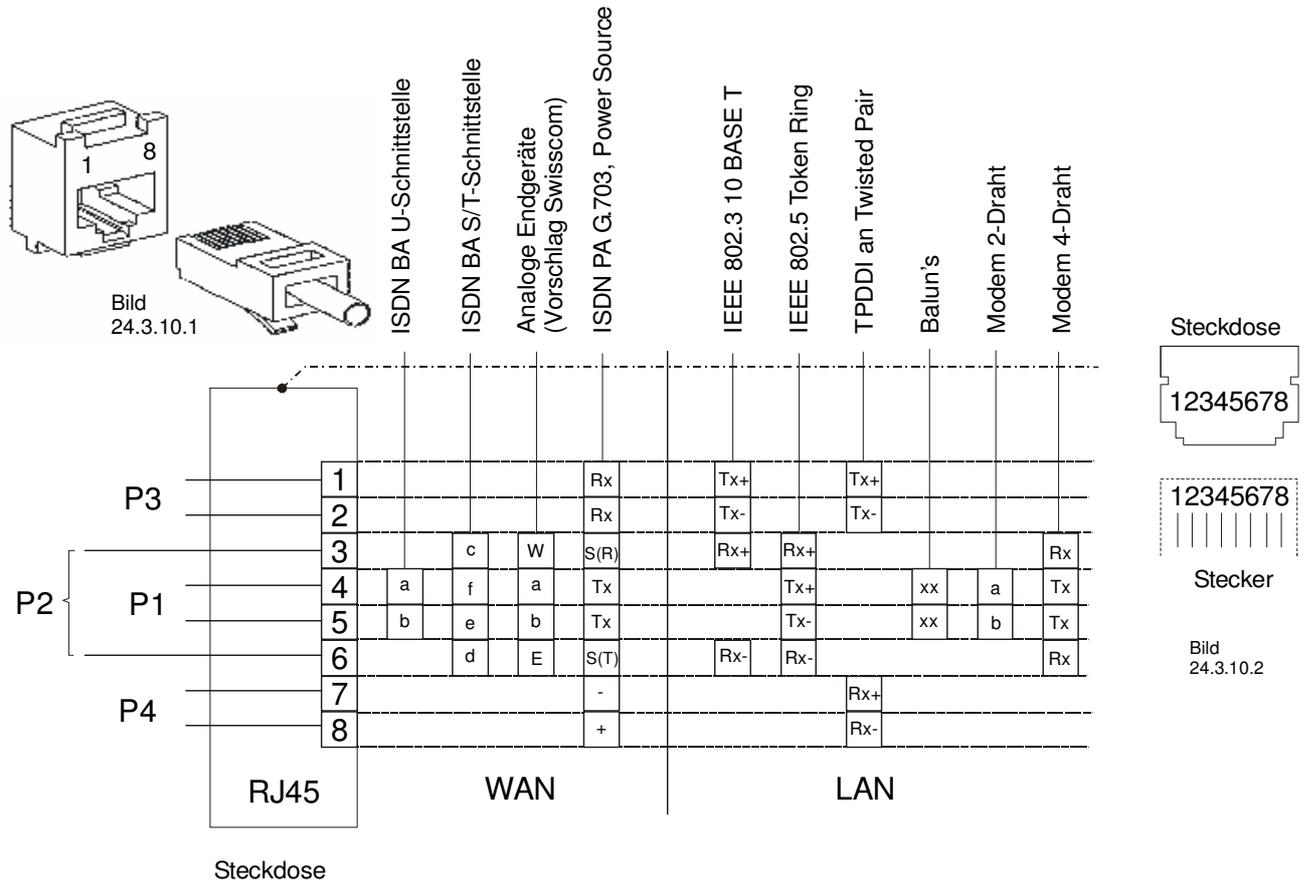
- Norm IEC 60603-7-4 (UTP,2005)
- Norm IEC 60603-7-5 (STP,2007)
- Norm EN 50288
- Bandbreite bzw. Betriebsfrequenzen <300 MHz, GBit/s
- Verlegelänge
- Grenzwerte EN50173-1, IS 11801 bzw. EIA/TIA 568B2.1
- Sprach- und Datenübertragung
- Multimedia und ATM-Netze.

Kategorie 6a

- Norm IEC 60603-7-41 (UTP,2009)
- Norm IEC 60603-7-51 (STP,2009)
- Bandbreite bzw. Betriebsfrequenzen <600 MHz
- Verlegelänge

24.7.3 Steckerbelegungen

24.7.3.1 Grundlagen zu Steckerbelegung RJ45



Die normierten Kontaktbelegungen referenzieren sich aus der Sicht des TE's

S-Schnittstellen auf Stecker und Steckdosen nach I.430

TE (Stecker)	Kontakt	NT (Steckdose)	Polarität des Signals	Kabeladern nach I.430 ⁽¹⁾	Kabeladern nach EIA/TIA 568A ⁽¹⁾
	Schirm			Schirm	Schirm
Power source 3	1*a	Power source 3	+	3a	3a
Power source 3	2*b	Power source 3	-	3b	3b
Transmit	3*c	Receive	+	2a (tü)	2a (tü)
Receive	4*f	Transmit	+	1a (ws)	1b (bl)
Reseive	5*e	Transmit	-	1b (bl)	1a (ws)
Transmit	6*d	Reseive	-	2b (vi)	2b (vi)
Power source 2	7*g	Power source 2	-	4b	4a
Power source 2	8*h	Power source 2	+	4a	4b

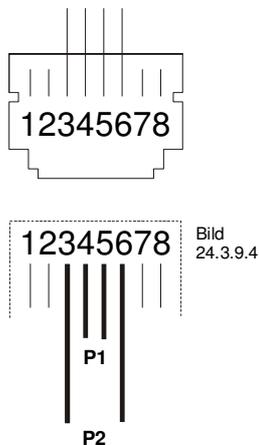
Für neue Installationen wird die Aufschaltung der Kabeladern nach EIA/TIA 568A empfohlen.

Transmit = Senden
 Receive = Empfangen
 Power source 2 = Speisequelle 2
 Power source 3 = Speisequelle 3

* a...* h = Referenzpunkte nach I.430

⁽¹⁾ Drahrfarben z.B. U72M

24.7.3.2 Steckerbelegung RJ45 zwei Paare



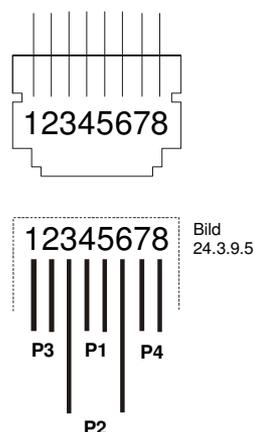
Paar PIN	P1		P2	
	4	5	6	3
U72, G87, Uninet 1x4	bl	ws	vi	tü
G51 2x2	bl	ws	ge	ws
IEC 708, EIA/TIA 568A	bl	ws	or	ws
U72M* (1a, 1b, 2b, 2a)	ws	bl	vi	tü

Farbencode und Abkürzungen der wichtigsten Farben

ws	weiss
rt	rot
sw	schwarz
ge	gelb
bl	blau
gn	grün
bn	braun
gu	grau
tü	türkis
vi	violett
or	orange
gr	grau

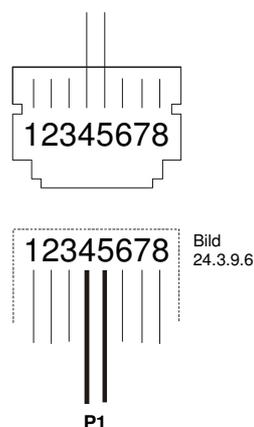
* T+T Handbuch SwissNet-Installationstechnik

24.7.3.3 Steckerbelegung RJ45 vier Paare



Paar PIN	P4		P1		P2		P3	
	8	7	4	5	6	3	2	1
U72, Uninet 2x4	vi2	tü2	bl1	ws1	or2	ws2	vi1	tü1
G87 4x2	br	ge	bl	ws	or	rt	gn	sw
G51 4x2	br	ws	bl	ws	ge	ws	gn	ws
IEC 708, EIA/TIA 568A	br	ws	bl	ws	or	ws	gn	ws

24.7.3.4 Steckerbelegung RJ45 ISDN und Analog



Paar PIN	P4		P1		P2		P3	
	8	7	4	5	6	3	2	1
U-Schnittstelle			a	b				
S-Schnittstelle			f	e	d	c		
S-Bus+a/b1 a/b2	b2	a2	f	e	d	c	b1	a1
Telefon analog			a	b	E	W		

E = Erde W = Wecker

U-Schnittstelle

24.7.3.5 Steckerbelegung Analogstecker TT83

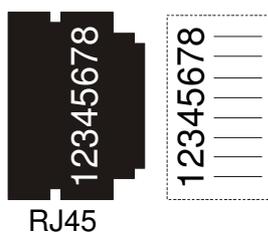
Telefon Analog

Gebührenmelder 12kHz

Telefaxgerät Analog

Zwischenstecker

Übergang RJ45 auf TT83

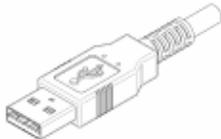


U-Schnittstelle

S-Schnittstelle

24.7.3.6 USB-Stecker

Der Universal Serial Bus (USB) ist ein serielles Bussystem zur Verbindung eines Computers mit externen Geräten. Mit USB ausgestattete Geräte oder Speichermedien können im laufenden Betrieb miteinander verbunden (Hot-Plugging) und angeschlossene Geräte und deren Eigenschaften automatisch erkannt werden.



USB-Stecker Typ A.



USB-Stecker Typ A. Deutlich zu erkennen sind die voreilenden äußeren Pins für die Versorgungsspannung.



USB-Stecker mit Ferritkern-drossel als Mantelwellenfilter



Verschiedene USB-Stecker. Von links nach rechts: Typ A, Typ B, Typ Mini-B 5-polig (Standard), Typ Mini-B 4-polig (Mitsumi), Typ Mini-B 4-polig (Aiptek).

24.7.3.7 GG45-Stecker

Das von Nexan entwickelte Steckersystem GG-45, bestehend aus dem GG-45-Stecker und der GG-45-Buchse, wurde vom IEC und von der ISO für Verkabelungen nach Kategorie 7 standardisiert. Das GG-45-Steckersystem ist abwärtskompatibel zum RJ-45-Stecker. GG-45 werden auch als Gigagate bezeichnet und erfüllen als Steckersystem bei einem Kategorie-7-Kabel die Link-Klasse F bis mindestens 600 MHz.



GG45-Stecker

24.7.4 Kabel und Drähte

24.7.4.1 Drähte

J83	Zweiadrigter Einzugsdraht
T	Termoplastdraht einadrig

24.7.4.2 G51-Kabel

Aderpaar	Draht	
	a	b
1	ws	bl
2	ws	ge
3	ws	gn
4	ws	bn
5	ws	gu
6	ws	bl - ws
7	ws	bl - ge
8	ws	bl - gn
9	ws	bl - bn
10	ws	bl - gu
11	ws	ge - ws
12	ws	ge - gn

Farbencode und Abkürzungen der wichtigsten Farben

ws	weiss
rt	rot
sw	schwarz
ge	gelb
bl	blau
gn	grün
bn	braun
gu	grau
tü	türkis
vi	violett
or	orange
gr	grau

24.7.4.3 G87-Kabel

24.7.4.4 U72-Kabel

Das Kabel U72 wird vorwiegend in Gebäuden als Telefon und Schwachstromleitung eingesetzt. Wobei die Bezeichnung folgendes bedeutet; U (=Universalkabel) und 72 das Herstelljahr 1972 ist. Das Kabel wird heute mit halogenfreier Isolation hergestellt, der Aufbau ist eine Viererverseilung. Jeweils fünf Sternvierer zusammengefasst bilden ein Bündel mit insgesamt 20 Adern.

vierer	Draht			
	a	b	c	d
1	ws	bl	tü	vi
2	ws	or	tü	vi
3	ws	gn	tü	vi
4	ws	bn	tü	vi
5	ws	gu	tü	vi

6-10	rot
11-15	schwarz
16-20	Gelb

Bei den nächsten Fünfer-Bündel wechselt jeweils der a-Draht die Farbe

Farbencode und Abkürzungen der wichtigsten Farben

ws	weiss
rt	rot
sw	schwarz
ge	gelb
bl	blau
gn	grün
bn	braun
gu	grau
tü	türkis
vi	violett
or	orange
gr	grau

21-25	weiss-blau
26-30	rot-blau
31-35	schwarz-blau
36-40	gelb-blau
41-45	weiss-orange
46-50	rot-orange
51-55	schwarz-orange
56-60	gelb-orange

24.7.4.5 Twisted-Pair-Kabel

Als Twisted-Pair-Kabel bzw. Kabel mit verdrehten Adernpaaren bezeichnet man in der Telekommunikations-, Nachrichtenübertragungs- und Computertechnik Kabeltypen, bei denen die beiden Adern eines Adernpaares miteinander verdreht sind und unterschiedliche Adernpaare mit verschieden starker Verdrehung, der sogenannten Schlaglänge, in einem Kabel verseilt sind.

Verdrehte Adernpaare bieten Schutz gegen den störenden Einfluss von äußeren magnetischen Wechselfeldern auf die übertragenen Signale.

Unterschiedliche Schlaglängen der Adernpaare reduzieren dabei ein Übersprechen zwischen benachbarten Adernpaaren im Kabel.

Ein elektrisch leitender Schirm (z.B. aus Aluminiumfolie, Kupfergeflecht) bietet zusätzlich Schutz gegen störende äußere elektromagnetische Felder.

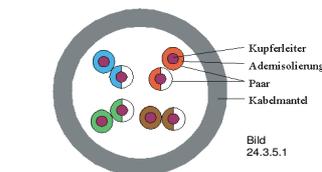
Verdrehte Adernpaare werden mit symmetrischen Signalen beaufschlagt, um am fernen Ende einer (längeren) Kabelstrecke die Differenz zwischen den Signalen der beiden Adern – mittels Transformator oder Differenzverstärker – bilden zu können und um damit das sendeseitige Signal bestmöglich am Empfangsort rekonstruieren zu können.

Kabel mit verdrehten Adernpaaren werden schon sehr lange zur Signal- und Datenübertragung eingesetzt. In der Computertechnik anfangs für den Parallelanschluss des Druckers (die so genannte Centronics-Schnittstelle). Heute werden entsprechende Kabel für alle Arten der Signalübertragung, u. a. in der Netztechnik eingesetzt, zum Beispiel bei Ethernet-Kabeln, strukturierten Verkabelungen oder in der Feldbustechnik.

Schirm oder nicht Schirm?

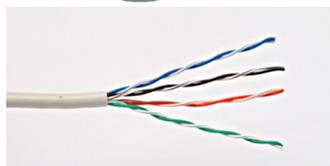
Die Schirmung dient dazu, die Immunität zu verbessern und die Störaussendung zu unterdrücken. Bei einer Verkabelungsstrecke wird der Schirm auf beiden Seiten an den jeweiligen Komponenten aufgelegt. Die entstehenden Ausgleichsströme wirken nach dem Prinzip der Lenzschen Regel dem magnetischen Feldanteil einer elektromagnetischen Welle entgegen. Ideal sind 360° Kontaktierungen. Die Schirmwirkung einer Leitung wird als Transferimpedanz gemessen.

U/UTP



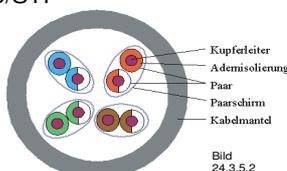
Weltweit das verbreitetste Ethernet-Kabel

Für Übertragungsverfahren bis Gigabit-Ethernet reicht ein UTP-Kabel der Kategorie 5e aus



UTP-Kabel

U/STP



Grundsätzlicher Aufbau eines U/FTP-, U/STP-Kabels

Alt FTP (Foiled Twisted Pair)



Ethernet Twisted-Pair Kabel mit RJ45-Steckern

Leitungsaufbau verseilte Adernpaare mit Farbcodes



Twisted-Pair-Kabel enthalten Adernpaare aus je zwei miteinander verdrehten (engl. twisted) Paaren (engl. pair) von Einzeladern.

Nach der Norm ISO/IEC-11801 (2002)E gilt (Allgemeine Form XX / YZZ)

XX = Gesamtschirmung

Y = Paarschirmung

U = Ungeschirmt

U = Ungeschirmt

F = Foliengeschirmt

F = Foliengeschirmt

S = Geflechschirm

S = Geflechschirm

SF = Geflecht- und Folienschirm

ZZ = TP Twisted Pair

Für zukünftige Techniken werden geschirmte Kabel benötigt (10-Gigabit-Ethernet), aber auch hier wird es einen Standard geben, der mit UTP-Kabeln funktioniert – allerdings mit der Einschränkung, dass nur geringere Reichweiten möglich sein werden. Im Gespräch sind bis zu 50 m auf UTP-Kabeln gegenüber 90 m auf STP-Kabeln.

Ein UTP-Kabel ist wegen seines geringen Außendurchmessers und der fehlenden Schirme einfach zu verarbeiten und in der Regel preisgünstiger als STP-Kabeltypen.

Die Adernpaare sind mit einem metallischen Schirm (meist eine aluminiumkaschierte Kunststoffolie) umgeben. Bei Schirmung jeweils eines Paares spricht man auch von PiMF (Paar in Metallfolie), umfasst der Schirm zwei Paare wird dies auch als ViMF (Vierer in Metallfolie) bezeichnet.

Das Übersprechen zwischen den einzelnen Adernpaaren kann jedoch durch die Schirmung verringert werden (siehe auch Elektromagnetische Verträglichkeit).