



DIGITUS[®]

BASISWISSEN

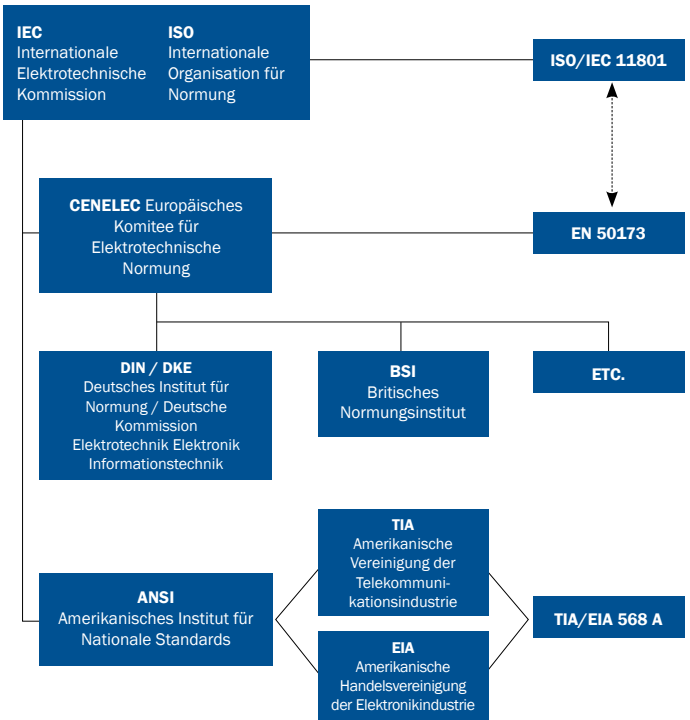
Kupfer & Glasfasertechnik



Inhaltsverzeichnis

Struktur der Standardisierungsorganisation	3
Strukturierte Verkabelung	4 - 9
Umrechnung	10
Biegeradius für Installationskabel	11
Kategorie 6 _A ist nicht Kategorie 6A	12 - 13
Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO)	14 - 17
Langzeit-/ Systemgarantie	18
PoE - Power over Ethernet	19 - 22
Aufbau Glasfaser	23
Kodierung für Lichtwellenleiterkabel gemäß VDE DIN 0888	24 - 26
Leistung für Ethernet	27
Neue Klassifizierung für Lichtwellenleiterkabel	28 - 29
OM5	30
Optische Übertragungsfenster	31 - 28
FTTx (Fiber to the x)	32 - 33
Glasfaser-Steckverbinder	34
MPO/MTP	35 - 37
IP-Schutzklassen	38 - 39

Struktur der Standardisierungsorganisation



Normen der strukturierten Verkabelung

ISO/IEC International Standards

ISO/IEC 11801:2017	Informationstechnologie generische Verkabelungssysteme
ISO/IEC 11801-1:2017	Part 1: Allgemeine Anforderungen
ISO/IEC 11801-2: 2017	Part 2: Bürogebäude
ISO/IEC 11801-3: 2017	Part 3: Industrielle Gebäude
ISO/IEC 11801-4: 2017	Part 4: Wohnungen
ISO/IEC 11801-5: 2017	Part 5: Rechenzentren
ISO/IEC 11801-6: 2017	Part 6: Dezentrale Gebäudetechnik

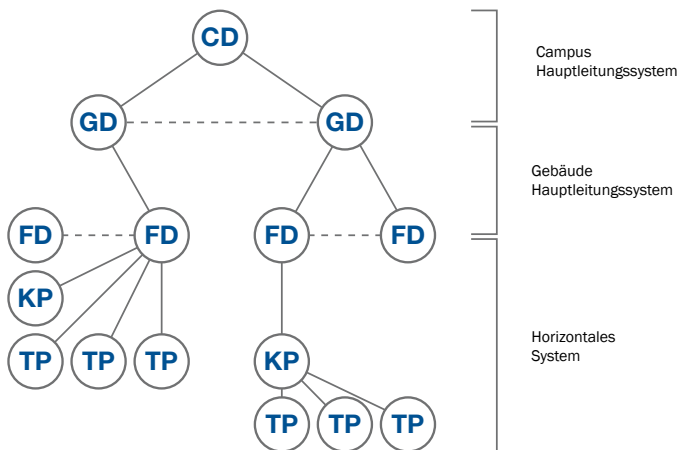
ANSI/TIA/EIA Standards

ANSI/TIA/EIA-568-C.0-2009	Generische Telekommunikationsverkabelung für Kunden
ANSI/TIA/EIA-568-C.1-2009	Telekommunikationsverkabelungs-Standard für Geschäftsgebäude
ANSI/TIA/EIA-568-C.2-2009	Telekommunikationsverkabelungs- und Komponenten-Standard

CENELEC EN Standards

EN 50173-1:2013	Informationstechnologie	Allgemeine Anforderungen
EN 50173-2:2008	Informationstechnologie	Bürogebäude
EN 50173-3:2009	Informationstechnologie	Industrielle Gebäude
EN 50173-4:2008	Informationstechnologie	Wohnungen
EN 50173-5:2009	Informationstechnologie	Rechenzentren
EN 50174-2:2010	Informationstechnologie	Spezifikation eines Systems und Qualitätssicherung
EN 50174-3:2009	Informationstechnologie	Planung und Durchführung von Installationen im Außenbereich
EN 50600-1:2013	Informationstechnologie	Allgemeine Konzepte (DC)
EN 50600-2-1:2014	Informationstechnologie	Gebäudestruktur (DC)
EN 50346:2004	Informationstechnologie	Testen von installierten Kabeln

Aufbau der strukturierten Verkabelung



CD Campus Distribution

GD Gebäude Distribution

FD Flur Distribution

KP Konsolidierungs-Punkt

TP Telekommunikations-Punkt

Übersicht geltender Normen der strukturierten Verkabelung

Die strukturierte Verkabelung (horizontale Verkabelung) ist detailliert in folgenden Normen beschrieben:

Organization	Bürogebäude	Rechenzentren	Industrie- gebäude	Wohnungen
 International Organization for Standardization	ISO/IEC 11801-2:2017	ISO/IEC 11801-5:2017	ISO/IEC 11801-3:2017	ISO/IEC 11801-4:2017
	EN 50173-2: 2007/ A1:2011	EN 50173-5 2007/ A1:2010	EN 50173- 3:20077/ A1:2010	EN 50173-4/ A1:2010
 ADVANCING GLOBAL COMMUNICATIONS	ANSI/TIA-568-C.1 2012	TIA/EIA-942	TIA/EIA-1005	TIA/EIA-570-B

Kategorien und Klassen der strukturierten Verkabelung:

	100 MHz	250 MHz	500 MHz	600 MHz	1.000 MHz	2.000 MHz
 USA	TIA/EIA 568-C.1/2 CAT 5e	TIA/EIA 568-C.2/1 CAT 6	TIA/EIA 568-C.2-10 CAT 6 _A		TIA/EIA 568-C.2-1 CAT 8	
 International	ISO/ IEC11801: 3rd Edition Klasse D	ISO/ IEC11801: 3rd Edition Klasse E	ISO/ IEC11801: 3rd Edition Klasse E _A	SO/ IEC11801: 3rd Edition Klasse F	ISO/ IEC11801: 3rd Edition Klasse I/II	ISO/ IEC11801: 3rd Edition Klasse F _A
 Europa	CENELEC EN50173-1 Klasse D	CENELEC EN50173-1 Klasse E	CENELEC EN50173-1 Klasse E _A	CENELEC EN50173-1 Klasse F	CENELEC EN50173-1 Klasse I/II	CENELEC EN50173-1 Klasse F _A
 Deutschland	DKE DIN EN5017-1 Klasse D	DKE DIN EN5017-1 Klasse E		DKE DIN EN5017-1 Klasse F	DKE DIN EN5017-1 Klasse I/II	

Kapazität/Übertragungseigenschaften nach Kategorien

Kapazität/Übertragungseigenschaft nach Kategorie:

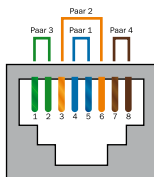
Klasse	Übertragungsrate	Kategorie	Transferrate
Klasse A	100 KHz	CAT 1	Telefonie
Klasse B	1 MHz	CAT 2	128 Kbps
Klasse C	16 MHz	CAT 3	10 Mbps
Klasse D	100 MHz	CAT 5e	100 Mbps
Klasse E	250 MHz	CAT 6	1 Gbps
Klasse E _A	500 MHz	CAT 6 _A	10 Gbps
Klasse F	600 MHz	CAT 7	10 Gbps
Klasse F _A	1000 MHz	CAT 7 _A	10 Gbps
Klasse I/II	1600/2000 MHz	CAT 8.1 / CAT 8.2	25/40 Gbps

RJ45 Steckgesicht

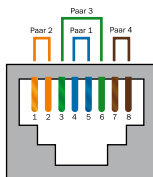
Telekommunikations- bzw. Multimediabuchsen für Kupferanschlussssysteme sind für die Klassen D, E, E_A und Kategorie 8.1 als RJ45-Anschluss konzipiert.

Es gibt zwei unterschiedliche Belegungsmöglichkeiten:

T568A



T568B

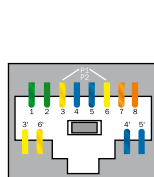


alternatives Steckgesicht

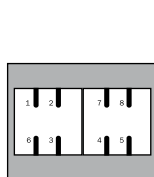
Die maximalen Übertragungseigenschaften der Klasse F, F_A und Kategorie 8.2 können lediglich mit dem TERA®, GG45® und alternative Steckgesichter wie BKS MMCpro erreicht werden.

Die Steckgesichter sind nicht mit dem RJ45-Stecker kompatibel. Zur Integration werden Adapterkabel benötigt.

GG45®



TERA®



Typenbeschreibung Twisted-Pair Kabel

4-paarige Twisted-Pair Kabel werden in folgende Typen unterteilt:

Typ	Beschreibung
U/UTP	Ungeschirmtes Twisted-Pair Kabel
F/UTP	Geschirmtes Twisted-Pair Kabel Folienschirm um alle Paare
SF/UTP	Geschirmtes Twisted-Pair Kabel Folien- und Geflechtschirm um alle Paare
U/FTP	Geschirmtes Twisted-Pair Kabel Folienschirm um jedes Paar mit Schutzleiter
F/FTP	Geschirmtes Twisted-Pair Kabel Folienschirm um alle Paare und Folienschirm um jedes Paar
S/FTP	Geschirmtes Twisted-Pair Kabel Geflechtschirm um alle Paare und Folienschirm um jedes Paar

Kabelaufbau des Twisted-Pair Kabels

Gemäß der EN 50173-1:2011 sind die Twisted-Pair Kabel folgender Vorlage spezifiziert:

XX/YTA	XX steht für Außenschirm, Schirmung des Kabels U: kein Schirm; F: Folienschirm; S: Geflechtschirm; SF: Folien- und Geflechtschirm
Y	Ein Schirm für 2 Adernpaare (4 Adern) U: kein Schirm; F: Folienschirm; T: gedreht (Twisted); A: Leiterzahl; P: Paar (2 Adern); Q: Vierling (4 Adern)

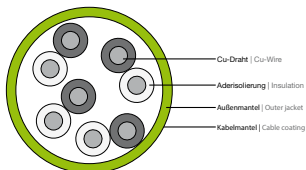
Aufbau Twisted-Pair Kabel

Geschirmte Kabel verfügen über einen Gesamtschirm und/oder einen Paarschirm.

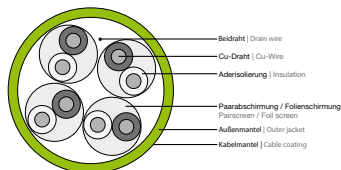
Die zusätzliche Schirmung verringert Störimpedanzen, die sich auf die Übertragungseigenschaften des Kabels auswirken. Kabel der

Kategorie 7 und höher erreichen die Leistungs- und Übertragungseigenschaften lediglich im geschirmten Aufbau.

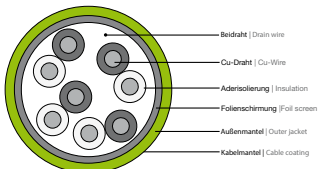
U/UTP



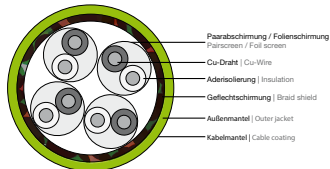
U/FTP



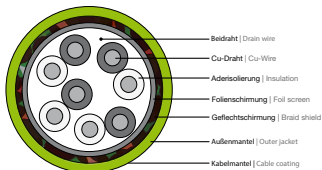
F/UTP



S/FTP



SF/UTP



Umrechnung der amerikanischen Norm für Drahtquerschnitte auf das metrische System

AWG	Drahtdurchschnitt (mm)	Drahtquerschnitt (mm ²)
18	1,0237	0,8230
19	0,9116	0,6527
20	0,8118	0,5176
21	0,7229	0,4105
22	0,6438	0,3255
23	0,5733	0,2582
24	0,5106	0,2047
25	0,4547	0,1624
26	0,4049	0,1288
27	0,3606	0,1021
28	0,3211	0,0810

Biegeradius für Installationskabel

Referenzangaben Biegeradius für Installationskabel

	Flexibles, mehradriges Kabel	
Durchmesser	Frei beweglich	Installiert
Ø 8 ... 12 mm	4 x Ø	3 x Ø
Ø 12 ... 20 mm	5 x Ø	4 x Ø
Kupferkabel gemäß EN 50173		
Während der Installation	5 x Ø	
Nach der Installation	4 x Ø	
Lichtwellenleiter		
Einzelner Kern	min. 30 mm	
Mehradrig	15 ... 20 x Ø	

Kategorie 6_A ist nicht Kategorie 6A

Kanal

- Klasse E_A gemäß ISO/IEC 11801 und EN 50173 Änderung 1
- Kategorie 6A gemäß IEA/TIA 568C.2-10

Permanenter Link

- Klasse E_A gemäß ISO/IEC 11801 und EN 50173 Änderung 2
- Kategorie 6A gemäß IEA/TIA 568C.2-10

Steckverbinder & Kabel

- Kategorie 6_A gemäß ISO/IEC 11801 und EN 50173 Änderung 2
- Kategorie 6A gemäß IEA/TIA 568C.2-10

Frequenz	NEXT / dB Kanal (Channel)	
	ISO/IEC 11801 AM1	EIA/TIA 568C.2-10
MHz	Klasse E _A	Kategorie 6A
1	65	65
100	39,9	39,9
250	33,1	33,1
500	27,9	26,1

Kategorie 6_A ist nicht Kategorie 6A

Frequenz	NEXT / dB Installationsstrecke (Permanenter Link)	
MHz	ISO/IEC 11801 AM2	EIA/TIA 568C.2-10
	Klasse E_A	Kategorie 6A
1	65	65
100	41,8	41,8
250	35,3	35,3
500	29,2	26,7

Frequenz	NEXT / dB Steckverbinder	
MHz	ISO/IEC 11801 AM2	EIA/TIA 568C.2-10
	Kategorie 6_A	Kategorie 6A
1	75	75
100	54	54
250	46	46
500	37	34



"Kabel und Leitungen für allgemeine Anwendungen in Bauwerken in Bezug auf die Anforderungen an das Brandverhalten EN 50575"

Diese Regelung existiert seit über 15 Jahren, hat aber bisher keine Anforderungen an Kupfer- und Glasfaserkabel gestellt. Selbstverständlich sind wir mit der CE-Kennzeichnung vertraut, die für aktive Geräte und Komponenten angewendet wird wie zum Beispiel für Steckdosenleisten, Kameras und Ethernet-Switches.

Die Prüfnormen für alle EU Mitgliedsstaaten wurden nun im Amtsblatt der EU (305/2011) im Februar 2016 ratifiziert und angekündigt. Die Verordnung selbst trat am 1. Juli 2016 in Kraft,

Die große Veränderung in den Spezifikationen ist der Ersatz der Brandschutzklasse IEC 60332 durch eine Reihe von Euro Klassen (A_{ca} – F_{ca}). Wobei A_{ca} am stärksten und F_{ca} am schwächsten flammhemmend ist.

Die Klassen E_{ca} und $B2_{ca}$ sind in den Fokus gerückt, da sie die meisten Änderungen in der Terminologie und den Spezifikationsanforderungen beinhalten.

Klasse	A_{ca}	$B1_{ca}$	$B2_{ca}$	C_{ca}	D_{ca}	E_{ca}	F_{ca}
EN ISO 1716 Verbrennungswärme							
EN 50399 Wärmefreisetzung & Rauchentwicklung							
EN 60332-1-2 vertikale Flammausbreitung							
EN 61034-2 Rauchdichte							
EN 60754-2 Säuregehalt							

doch es wird eine Koexistenz bis zum 1. Juli 2017 gewährt. In dieser Periode können weiterhin nicht getestete Produkte verkauft und installiert werden – währenddessen sind die Hersteller dazu verpflichtet, die Kabel zu testen und gemäß der neuen Norm zu klassifizieren.

Bis zum 1. Juli 2017 müssen dann alle Produkte, die von der neuen Regelung betroffen sind, geprüft und entsprechend gekennzeichnet werden.

Die Klasse E_{ca} entspricht der bestehenden IEC 60332-1. Die Klasse mit den derzeit höheren Anforderungen an das Brandverhalten IEC 60332-3 liegt zwischen den neuen Euro Klassen $B2$ und C_{ca} . Sie tendiert allerdings eher zur Klasse C_{ca} . Die Aufgabe der Kabelindustrie liegt jetzt in der Überarbeitung der jeweiligen Kabel und hat das Ziel die Anforderungen dieser neuen Klassen zu erreichen.





Die Bauproduktenverordnung bezieht sich nur auf die „fest verlegte/installierte Infrastruktur“, enthält also keine Anschlusskomponenten oder Rangierkabel und auch keine Kompaktmodule.

Es werden jedoch alle vorkonfektionierten Lösungen wie zum Beispiel Glasfaser-/Kupfer-Trunkkabel die als „fest installiert“ gelten abgedeckt, wobei diese jedoch auf die Massenkabel-Zertifizierung angewiesen sind, auf welcher die Baugruppe aufgebaut wurde.

Eine Anforderung der Euro-Klassen:

Herstellern von Verkabelungssystemen obliegt die Entscheidung, ob Sie die Kabel selbst testen oder ein externes Unternehmen beauftragen, um die Einhaltung der Standards zu prüfen.

Dies ist in der EN 50575 detailliert aufgelistet. Abschließend muss eine „benannte Stelle“ zur Genehmigung von Testergebnissen beauftragt werden. Produkte können nicht gemäß der Euro Klasse gekennzeichnet werden, oder als konform angesehen werden ohne die Bestätigung durch die Zertifizierungsstelle.

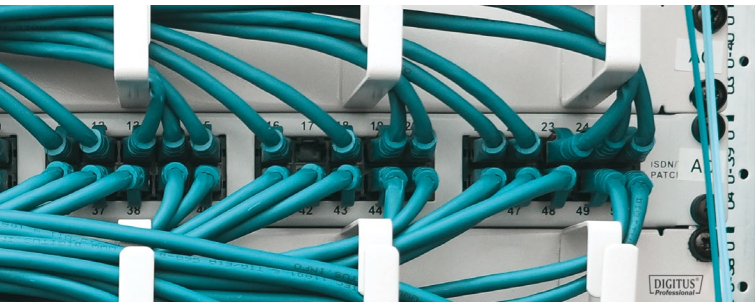
Doch wie wird eine Zertifizierungsstelle zur „benannten Stelle“? Der Bewerbungsprozess für diesen Status dauert ca. zwei bis drei Wochen.

Nach Erhalt des Status „benannte Stelle“ ist diese in der Lage, die Prüfdaten der Kunden zu bewerten (Hersteller, Verkabelungssystem Verkäufer, Inverkehrbringer) und im Anschluss einen Bericht und ein Zertifikat auszustellen. Es ist zu erwarten, dass die Zertifizierung bis zu drei weiteren Wochen dauern kann.

Welche Auswirkung hat die Bauproduktenverordnung auf Sie – unsere Kunden – und DIGITUS®?

Die Einführung dieser Regulierung ist eine bedeutende Entwicklung und muss von allen Akteuren, die auf dem strukturierten Verkabelungsmarkt tätig sind, klar verstanden werden. Diese Änderungen des Produktdesigns sowie die korrekte Markierung und Verpackung sind zwingend zu erbringen und müssen von den Inverkehrbringern eingehalten werden.

Zu erwarten ist, dass die Anforderung an die neuen Spezifikationen durch die Marktteilnehmer innerhalb des Koexistenzzeitraums der Regulierung verstanden wird. Wir haben uns im Bezug auf die Einführung der neuen Kabelklassen weitreichend vorbereitet.



Regulierung CE-Richtlinie für „fest installierte Kommunikationskabel“

Zum 1. Juli 2017 gab es eine radikale Veränderung in der Verkabelungsindustrie. Seitdem müssen auf Kupfer- und Glasfaserverlegekabel laut Gesetz CE-Kennzeichnungen angebracht sein.



Genau aus diesem Grund sind die verwendeten Installationskabel wie zum Beispiel: **Kupfer Cat.7 S/FTP AWG23/1 – Glasfaser I-DQ (ZN) BH 4 G 50/125µ OM4** von der Norm betroffen, da diese „fest“ im Gebäudeinstalliert werden.

CE xxxx_xxxx
Assmann Electronic GmbH Auf dem Schüffel 3 55513 Lütterscheid Germany DoP Number: DoP_xxxxx_xxxx
EN 50575:2014/A1:2016 Supply of power, control and communication cables. Cables for general applications in construction works subject to reaction to fire requirements. Reaction to fire: Eca Dangerous substances: none
Fig. 1

Die **CE-Markierung** muss nicht zwingend auf dem Kabel erfolgen, aber dennoch in Form eines Stickers auf den Verpackungsmaterialien wie zum Beispiel der Kartontage und Kabeltrommel.

Die Begleitpapiere, die sogenannten DoP-Dokumenten (**Declaration of Performance**) geben dabei Auskunft. Wenn ein Kabel über eine CE-Kennzeichnung verfügt, dann besteht für das Produkt auch eine gültige DoP.

Diese bestätigt die Leistungsfähigkeit und die Brandeigenschaft des Produkts. Ein Verlegekabel mit CE-Kennzeichnung ohne zugehörige DoP ist nicht konform! Die europäische Union hat durch die Einführung dieser CE-Kennzeichnung eine Vergleichbarkeit der Produkte bezüglich Brandeigenschaft ermöglicht, da die Kabel durch akkreditierte Prüfstellen klassifiziert, dokumentiert und zertifiziert werden.

Die Norm EN 50575 beinhaltet Strom-, Telekommunikations- und Signalkabel für die Anwendung in Bauwerken.

Langzeit-/ Systemgarantie

Langzeitgarantie auf DIGITUS® Verkabelungskomponenten

Die ASSMANN Electronic GmbH steht für Qualität und Kundenzufriedenheit. Daher gewähren wir Ihnen eine Systemgarantie auf alle passiven Kupfer & Glasfaser Verkabelungskomponenten von DIGITUS®.

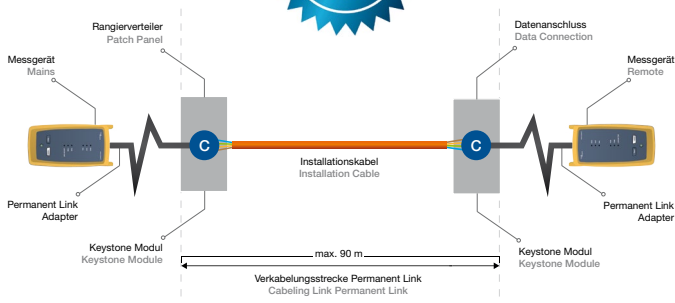
Systemgarantie auf passive Verkabelungskomponenten

Die ASSMANN Systemgarantie für DIGITUS® Kupfer / Glasfaser Verkabelungssysteme:

Garantiert sorgenfrei für die nächsten 25 Jahre

Die Verkabelungsinfrastruktur stellt eine langfristige und strategische Investition für jedes Unternehmen dar.

Durch die ASSMANN Systemgarantie für DIGITUS® Verkabelungssysteme stellen wir sicher, dass die Installation für einen langen Zeitraum eine sichere Basis für die Dateninfrastruktur darstellt. Daher wendet sich der 25-jährige Garantievertrag an den Inhaber und Betreiber der Anlage.



Messaufbau Permanent Link

PoE - Power over Ethernet

Bestromung von Endgeräten über die strukturierte Kupferverkabelung

Power over Ethernet ist ein Lösungsansatz, bei dem Endgeräte, die über eine Kupferdatenleitung angebunden sind, mit dem nötigen Strom versorgt werden. Der Clou des Lösungsansatzes ist: Die notwendige Daten- und Stromübertragung lässt sich über ein und dieselbe Datenleitung zum Endgerät transportieren.

Mit dem aktuellen Übertragungsstandard IEEE 802.bt können aktive Komponenten bis zu 60/100 Watt per Datenleitung übertragen werden. Der Knackpunkt ist jedoch die sorgfältige Planung, Installation und der eigentliche Betrieb der strukturierten Verkabelung bei der Nutzung von 60/100 Watt Power over Ethernet – PoE. Die unterschiedlichen Power over Ethernet – nach deren Entwicklungsschritten:

Power over Ethernet – PoE: IEEE 802.af (2003), Stromversorgung über 10Base-T/100Base-TX

Erstmals wurde der Standard für die Stromversorgung über Datenleitungen im Jahr 2003 verabschiedet. Zur Stromversorgung wird das Adernpaar 4/5 und 7/8 verwendet, zur Datenübertragung hingegen das Adernpaar 1/2 und 3/6.

Es erfolgt zunächst eine getrennte Aufteilung der verfügbaren Adern für Daten- und Stromversorgung. Optional können jedoch die mit der Datenübertragung belegten Adernpaare auch zur Stromversorgung genutzt werden. Per Definition beträgt die Leistungsabgabe der aktiven Komponenten 15,4 Watt pro Port. Somit können Endgeräte mit geringerer Leistungsaufnahme sicher und problemlos betrieben werden.

Power over Ethernet – PoE+: IEEE 802.at (2009), Stromversorgung über 1000Base-T

Anwendungsbereich

- IP-Kamera (neig- und schwenkbar, beheizbares Gehäuse)
- IP-Telefon
- WLAN-Access Points

Power over Ethernet – 4PPoE: IEEE 802.bt (2018), Stromversorgung bis zu 60/100 Watt

Anwendungsbereich

- IP-Kamera
- IP-Telefon
- WLAN-Access Points
- Arbeitsplätze
- LED-Beleuchtung
- Zutrittskontrollen
- Elektrische Rollläden
- Elektrische Schließsysteme

PoE - Power over Ethernet

Kompatibilität	Rückwärtskompatibel
10Base-T (10 MBit)	PoE IEEE 802.af (15,4 Watt)
100Base-TX (100 MBit)	PoE+ IEEE 802.at (30 Watt)
1000Base-T (1 Gigabit)	
2.5GBase-T (2.5 Gigabit)	
5GBase-T (5 Gigabit)	
10GBase-T (10 Gigabit)	

Probleme bei PoE-Übertragungen

Zwei Probleme können bei der Integration von PoE-Endgeräten in ein bereits vorhandenes und neues Netzwerk auftreten.

1. Erwärmung/Erhitzung der Kupferdatenleitung

Der Aufbau einer strukturierten Datenleitung ist nicht für den Transport (Strom von der Stromquelle zum Endgerät) ausgelegt. Der eigentliche Verwendungszweck ist die Übertragung von digitalen Signalen. Dementsprechend kann das verwendete Datenkabel u.U. nicht für den PoE-Einsatz geeignet sein.

Folgende Kriterien beeinflussen die Erwärmung stark:

Leiterquerschnitt: Je größer der Leiterquerschnitt, desto geringer die Erwärmung.

Schirmung: Ein nicht isoliertes Kabel gibt die Wärme schneller nach außen an den Mantel ab. Optimal ist eine S/FTP (Folien/Geflechtsschirmung) Schirmung. Da somit die Erwärmung des Kabels gedämmt wird.

Man spricht bei der Kabelerwärmung u.a. von dem Problem der Verlustleistung. Da der fließende Strom im Leiter eines Datenkabels relativ hoch ist, steigt die Verlustleistung im Kabel.

Definition Verlustleistung (P)

Als Verlustleistung bezeichnet man die Differenz zwischen aufgenommener Leistung (Leistungsaufnahme) und – in gewünschter Form – abgegebener Leistung (Leistungsabgabe) eines Gerätes oder Prozesses. Verlustleistung wird überwiegend als Wärmestrom freigegeben; sie soll möglichst klein gehalten werden.

Der Leitungsverlust bei der Übertragung elektrischer Energie hängt direkt vom Leitungswiderstand (R) ab, welcher wiederum von der Leitungsdicke, dem verwendeten Material sowie vom fließenden elektrischen Strom (I) abhängig ist.

Die Berechnung lautet wie folgt: $P = R \times I^2$

Die Verlustleistung wird größer:

- Höherer Strom
- Längere Übertragungsstrecke
- Größerer Leiterwiderstand

PoE - Power over Ethernet

Somit ist die Verlustleistung der Grund für die Wärmeentwicklung im Kabel.

Bei Verwendung von mehreren PoE-Endgeräten mit hoher Stromversorgung (4PPoE) ist die Erwärmung im Verkabelungsnetzwerk exorbitant hoch. Probleme können dann auftreten, wenn Datenleitungen stark gebündelt und nicht den Installationsregeln entsprechend verlegt und installiert sind. Im schlimmsten Fall ist die Erwärmung im Kabel so stark, dass das Kabel (Mantel, Isolation) sprichwörtlich schmilzt und einen Kurzschluss zur Folge hat.

2. Abrieb und Abbrand unter Last

RJ45-Stecker sowie Buchse sind ursprünglich nicht zur Stromübertragung entwickelt worden. Sie dienen – wie auch die Kupferdatenleitung – zur Übertragung digitaler Signale. Trotz einer Weiterentwicklung und Verbesserung des Steckgesichts bestehen Probleme in Form von Abrieb und Abbrand, die unter Last beim Einstecken oder Trennen entstehen.

Grundsätzlich wird empfohlen die Spannungsquelle auszuschalten, bevor die RJ45-Verbindung gesteckt oder getrennt wird.

Der RJ45-Stecker und die RJ45-Buchse müssen hinsichtlich Steckerkontakt und Kontaktfedern so designt sein, dass beim Stecken und Tren-

nen der RJ45-Steckverbindung der Erstkontakt nicht derselbe ist wie der, an dem die Daten- und Stromübertragung letztendlich stattfindet.

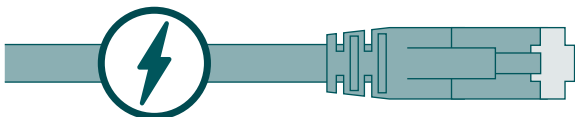
Beim Stecken/Trennen entsteht ein Lichtbogen zwischen Steckerkontakt und Kontaktfedern. Dies führt zu Abrieb und Abbrand auf den Kontaktflächen und gleichzeitig erhöht sich der Übertragungswiderstand. Im schlimmsten Fall können die Kontaktflächen des RJ45-Steckers und der RJ45-Buchse so stark beschädigt werden, dass eine Datenübertragung nicht mehr möglich ist.

Empfehlung beim Einsatz von PoE

Auch wenn es per ISO/IEC 11801 und EN 50173-1 nicht normiert ist, empfehlen wir einen Direktanschluss des RJ45-Steckers am Datenkabel. Somit reduziert sich die Anzahl an RJ45-Buchsen im Link von der Spannungsquelle zum Leistungsgerät. Außerdem bleibt der Leiterquerschnitt durch den Wegfall der Rangierkabel auf demselben Nenner, was die Wärmeentwicklung reduziert.

Weitere Empfehlungen sind:

- Hoher Leiterquerschnitt (AWG22/1 oder 23/1)
- Maximale Schirmung (S/FTP)
- Kleine Kabelbündelungen

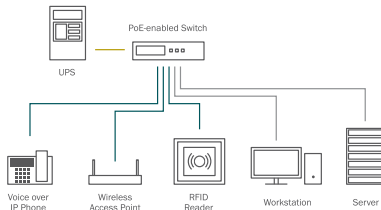


PoE - Power over Ethernet

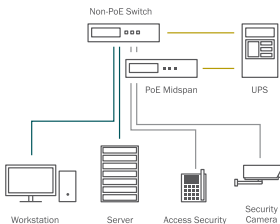
Zusammenfassung/Übersicht der PoE-Standards

Standard	Norm	Klassifizierung	Bestromung	Leistung (PSE)	Leistung (PD)
PoE	IEEE 802.af	Typ 1	2 Paare	15.4 Watt	12.95 Watt
PoE+	IEEE 802.at	Typ 2	2 Paare	30 Watt	25.5 Watt
4PPoE	IEEE 802.bt	Typ 3	4 Paare	60 Watt	51 Watt
4PPoE	IEEE 802.bt	Typ 4	4 Paare	90/100 Watt	72 Watt

*** PSE: Power Sourcing Equipment: Spannungsquelle *** PD: Power Device: Leistungsgerät ***



ENDSPAN



MIDSPAN

Aufbau Glasfaser

Der Unterschied zwischen Singlemode und Multimode

Glasfaserleitungen enthalten entweder Multimode-Gradientenfasern (Kennzeichnung „G“) oder Singlemodefasern (Kennzeichnung „E“). Betrachtet man die Ausbreitung der Lichtstrahlen (Moden) durch die Faser so kann man vereinfacht gesagt feststellen, dass in Multimodefasern mehrere Moden gleichzeitig übertragen werden, bei Singlemode im Gegenzug nur eine. Die beiden Faserarten dürfen nicht auf derselben Strecke verarbeitet werden, da sonst hohe Lichtverluste auftreten.

Kern, Modenfeld und Mantel

Das Licht wird im inneren Bereich einer Faser geführt. Dieser innere Bereich wird „Kern“ (bei Multimodefasern) bzw. „Modenfeld“ (bei Singlemode Fasern) genannt. Der äußere Bereich, bezeichnet als Mantel (nicht zu verwechseln mit dem Gesamtaußenmantel), sorgt für folgende Sicherheiten: Das Licht soll einen bestimmten Einfallswinkel (auch Akzeptanzwinkel genannt) nicht überschreiten. Des Weiteren soll der Mantel dafür sorgen, dass das Licht im inneren Bereich bleibt und Licht, welches diesen Bereich verlassen hat, nicht wieder hineingelangen kann. Andernfalls würde es zu Signalverfälschungen kommen.

Kern- und Manteldurchmesser

Kern/Modenfeld und Mantel besitzen einen unterschiedlichen Brechungsindex, das bedeutet, dass das Licht an der Grenze zwischen beiden Bereichen reflektiert wird (sogenannte Totalreflexion). Dadurch soll möglichst viel Licht im Kern/Modenfeld weitergeleitet werden. In Europa sprechen wir bei Multimodefasern hauptsächlich von einem Kerndurchmesser von 50 μ . In Amerika wird ein Kerndurchmesser von 62,5

μ genutzt. Bei der Singlemodefaser sprechen wir von 9 μ . Je nach Faserhersteller kann diese auch zwischen 9-10 μ liegen. Der Durchmesser des Mantels beträgt immer 125 μ . Somit ergibt sich die Beschreibung der Faser wie anhand des Beispiels der Singlemodefaser: „9/125 μ “.

Leistungsklassen

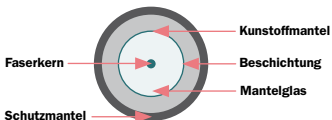
Die ISO/IEC 11801 sowie die DIN EN 50173 teilen Glasfaserleitungen für LAN-Verkabelungen in verschiedene Leistungsklassen ein. Bei Multimodefasern spricht man von fünf Klassen OM1, OM2, OM3, OM4 und OM5, bei Singlemodefasern von OS1 und OS2.

LED/VCSEL/Laser

Leuchtdioden (LEDs) finden hauptsächlich Anwendung bei Übertragungsraten bis zu 100 MBit/s. Bei höheren Raten für Gigabit und 10 Gigabit Ethernet (10 GBit/s) werden jedoch Laser benötigt. Abhängig von der jeweiligen Wellenlänge können preisgünstige Halbleiterchip-Laser, sogenannte VCSEL -vertical cavity surface emitting laser- (850 nm) eingesetzt werden, jedoch werden bei anderen Wellenlängen (z.B.: 1.310 nm oder 1.550 nm) klassische Laser benötigt.

Messung von Verkabelungsstrecken

Nutzen Sie zur Messung Ihrer LWL-Verkabelung den jeweiligen Lichtquellentyp, mit dem diese später betrieben werden soll, denn eine falsche Lichtquelle kann das Messergebnis fälschen.



Kodierung der Lichtwellenleiter für die Innenanwendung gemäß VDE DIN 0888

Code				Beschreibung
J-				Innenkabel
	V			Vollader
	H			Halogenfreier Mantel
	W			Stahlwellenmantel
		Y		PVC-Kabelmantel
		H		Mantel aus halogenfreiem Material
			n	Leiternummer
			E	Einmodenfaser
			G	Mehrmodenfaser
			n	Kerndurchmesser (µm)
			n	Manteldurchmesser (µm)
			n	Dämpfungskoeffizient (dB/km)
			B	Wellenlänge = 850 nm
			F	Wellenlänge = 1300 nm
			H	Wellenlänge = 1550 nm
			n	Bandbreite (MHz x km) bzw. Dispersion (ps/(km x nm))

Kodierung der Lichtwellenleiter für die Außenanwendung gemäß VDE DIN 0888

Code											Beschreibung
A-											Außenkabel
	H										Halogenfreier Mantel
	W										Hohlader gefüllt
	B										Bündelader, ungefüllt
	D										Bündelader, gefüllt
	s										Metallisches Element in der Kabellese
		F									Gelfüllung
		Q									Quellfließ
			2Y								PE-Mantel
			(L)2Y								Mehrfach beschichteter Kabelmantel
			(ZN)2Y								PE-Mantel mit nichtmetallischer Zugentlastung
			(L) (ZN)2Y								Mehrfach beschichteter Kabelmantel mit nichtmetallischer Zugentlastung
			B								Bewehrung
			B2Y								Bewehrung mit PE-Mantel
				n							Anzahl an Fasern pro Bündel
					E						Einmodenfaser
					G						Mehrmodenfaser
					n						Kerndurchmesser (µm)
					n						Manteldurchmesser (µm)
					n						Dämpfungskoeffizient (dB/km)
						B					Wellenlänge = 850 nm
						F					Wellenlänge = 1300 nm
						H					Wellenlänge = 1550 nm
							n				Bandbreite (MHz x km) bzw. Dispersion (ps/(km x nm))
								LG			Verseilung von Lagen

Farbkodierung der Lichtwellenleiter gemäß IEC 60603

Leiternummer	Leiterfarbe	Leiternummer	Leiterfarbe
1	 rot	7	 braun
2	 grün	8	 violett
3	 blau	9	 türkis
4	 gelb	10	 schwarz
5	 weiß	11	 orange
6	 grau	12	 pink

Leiternummer	FOTAG-Code	Leiternummer	FOTAG-Code
1	blau 	7	rot 
2	orange 	8	schwarz 
3	grün 	9	gelb 
4	braun 	10	violett 
5	grau 	11	pink 
6	weiß 	12	türkis 

Leistung für Ethernet gemäß IEEE 802.3 über Lichtwellenleiter

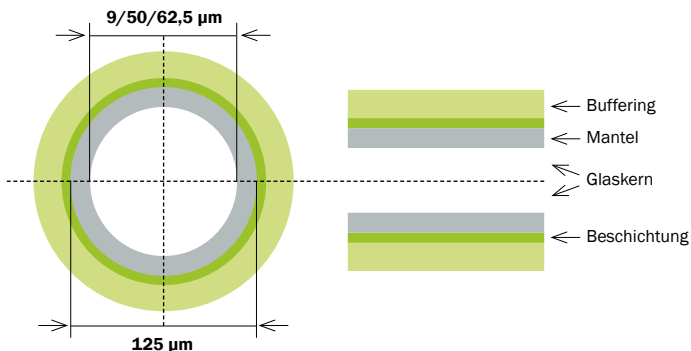
Anwendung	Norm	Geschwindigkeit
10Base-FL	IEEE 802.3	10 Mbit/s
100Base-FX	IEEE 802.3u	100 Mbit/s
1000Base-SX 1000Base-LX	IEEE 802.3z	1 Gbit/s
10GBase-SR 10GBase-SR 10GBase-LX4 10GBase-LR 10GBase-LW 10GBase-ER 10GBase-EW	IEEE 802.3ae	10 Gbit/s
40GBase-SR4 40GBase-LR4 40GBase-ER4	IEEE 802.3ae	40 Gbit/s
100GBase-SR	IEEE 802.3ae	100 Gbit/s

Wellenlänge
Kodierung

Wellenlänge	Kodierung
L = 1310 nm	R = 64B/66B Kodierung (10 GBit)
S = 850 nm	W = 64B/66B Kodierung (10 GBit)
E = 1550 nm	X = 8B/10B Kodierung (1 GBit)

Klassifizierung der Lichtwellenleiter gemäß EN 50173-1 (2002)

Klasse	Faser	FOTAG-Code
OM1	G 62,5/125 μm	orange 
OM2	G 50/125 μm	orange 
OM3	G 50/125 μm	aqua 
OM4	G 50/125 μm	violett 
OM5	G 50/125 μm	hellgrün 
OS1/OS2	E 09/125 μm	gelb 



Link-Klassen für Lichtwellenleiter gemäß EN 50173-1 (2002)

Kanal	Maximale Kanaldämpfung (dB)			
	Multimode		Singlemode	
	850 nm	1.300 nm	1.310 nm	1.550 nm
OF 300	2,55	1,95	1,80	1,80
OF 500	3,25	2,25	2,00	2,00
OF 2000	8,50	4,50	3,50	3,50
OF 300 $\triangleq$ Lichtwellenleiter-Link Distanz 300 Meter				

	OM1 (62,5/125 μm)	OM2 (50/125 μm)	OM3 (50/125 μm)	OM4 (50/125 μm)	OM5 (50/125 μm)	OS2 (9/125 μm)
10Base-F	2.000 m	2.000 m	2.000 m	2.000 m	-	n./a.
100Base-FX	2.000 m	2.000 m	2.000 m	2.000 m	-	n./a.
1000Base-SX	275 m	550 m	900 m	1.100 m	-	n./a.
1000Base-LX	550 m	550 m	550 m	550 m	-	5.000 m
10GBase-SR	35 m	82 m	300 m	550 m	800 m	n./a.
10GBase-LR	n./a.	n./a.	n./a.	n./a.	n./a.	10.000 m
10GBase-ER	n./a.	n./a.	n./a.	n./a.	n./a.	40.000 m
40GBase-SR	n./a.	n./a.	100 m	150 m	200 m	n./a.
100GBase-SR	Breitband 850 nm - 950 nm				150 m	n./a.

Bei der Übertragung ab 40GBase-SR kommen Mehrfaserstecker (MPO) zum Einsatz.

OM5

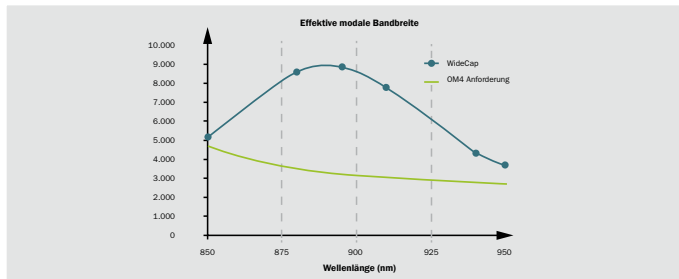
Bisher gab es die Multimode Fasertypen OM1 mit 62,5 μm und OM2; OM3 und OM4 mit 50 μm . Sie alle leisten eine Übertragung im Bereich von 850 nm Wellenlänge. Diese Begrenzung von Reichweite und Übertragungsgeschwindigkeit wird nun von der Faser OM5, die als Breitband-Multimodefaser bezeichnet wird, revolutioniert.

Um eine höhere Datenrate zu übertragen wurde bisher die „Parallel Optische Übertragung“ genutzt. Dabei wurden mehrere Fasern dazu genutzt, um die Daten zeitgleich zu übertragen. Diese Aufsplittung der Daten wird nun weiter optimiert. OM3 und OM4 Fasern sind für das Übertragungsfenster von 850 nm produziert worden. Bei der OM5 Faser wird der Bereich nun von 850-950 nm Wellenlängen so produziert, dass man die Übertragung auf 4 Wellenlängen erweitert.

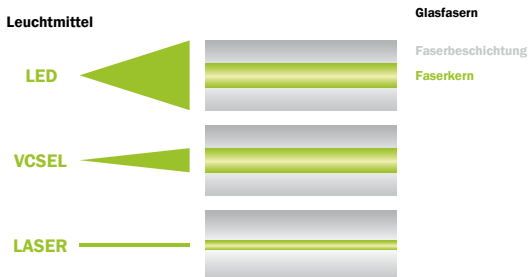
So können pro Wellenlänge bis zu 25 Gbps übertragen werden und über eine Faser 100 Gbps und das über eine Strecke von 150 m. Da die Faser auch kompatibel zu OM3 und OM4 ist, kann sie in dem Wellenbereich 850 nm die Daten bis zu 200 m weit übertragen.

Charakteristik	Kondition	Spezifikation	Einheit
Faserdurchmesser		50 +/- 2,5	μm
Cladding Durchm.		125 +/- 0,8	μm
Dämpfung	850 nm	$\leq 2,4$	dB/km
	953 nm	$\leq 1,7$	dB/km
	1.300 nm	$\leq 0,6$	dB/km
Modale Bandbreite	850 nm	≥ 3.500	MHz $\times$ km
	953 nm	≥ 1.850	MHz $\times$ km
	1.300 nm	≥ 500	MHz $\times$ km
Effektive Modale Bandbreite	850 nm	≥ 4.700	MHz $\times$ km
	953 nm	≥ 2.470	MHz $\times$ km
40 Gb/s Multi-Wellenlängen-Empfänger	850 nm-950 nm	150	m
40 & 100 Gigabit Ethernet	850 nm	200	m
100 BASE-SR	850 nm	600	m
1000 BASE-SX	850 nm	1.100	m

Optische Übertragungsfenster:



Optische Übertragungsfenster



Quelle	Faser	Wellenlänge	Typische Anwendung
LED OM5	G 62,5/125 μm G 50/125 μm	850 nm	bis zu 100 Mbit/s
VCSEL OM3	G 50/125 μm	850 nm oder 1310 nm	bis zu 10 Gbit/s
LASER OS2	E 09/125 μm	1310 nm oder 1550 nm	normalerweise über 10 Gbit/s

VCSEL – Oberflächenemittierender Diodenlaser

FTTx

FTTB

FIBER TO THE BASEMENT

+200 MBIT/S DOWNLOAD

Durchgehende Glasfaser von der Vermittlungstelle bis in den Keller, weiterführend innerhalb des Hauses per Kupferleitung.

FTTH

FIBER TO THE HOME

+200 MBIT/S DOWNLOAD

Durchgehende Glasfaser von der Vermittlungstelle bis in die Wohnung oder ins Haus.

FTTC/ VDSL - VECTORING

FIBER TO THE CURB/NODE UND

VDSL-VECTORING BIS 200 MBIT/S DOWNLOAD

Vermittlungstelle, Verteilerkasten sind per Glasfaser verbunden, vom Verteilerkasten geht es per Kupfer bis in das Haus.

KABEL

COAX KABELANSCHLUSS -

BIS ZU 400 MBIT/S DOWNLOAD

Kabelnetz Anbieter und Haus sind per Koaxialkabel verbunden.

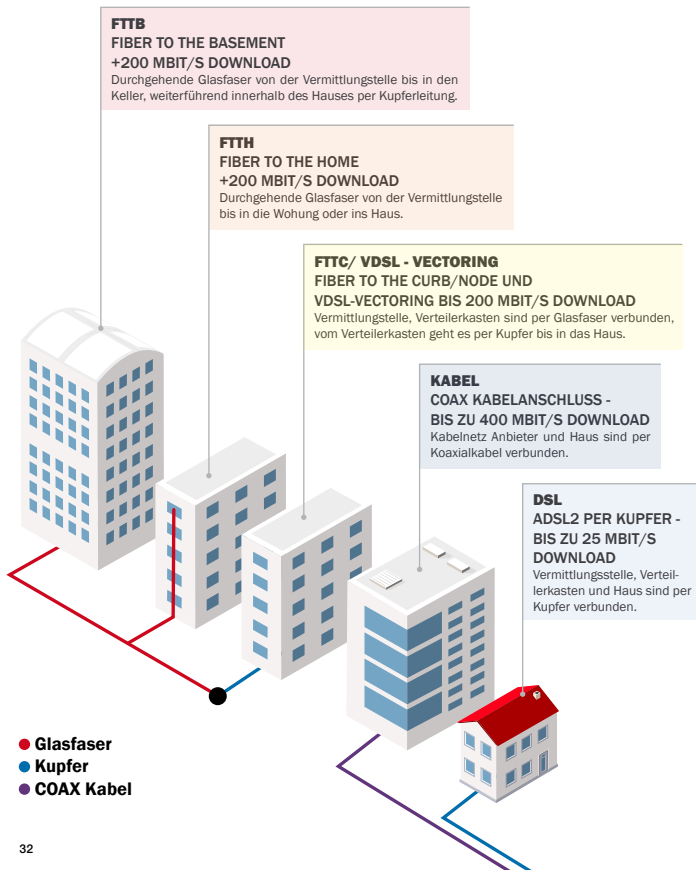
DSL

ADSL2 PER KUPFER -

BIS ZU 25 MBIT/S

DOWNLOAD

Vermittlungsstelle, Verteilerkasten und Haus sind per Kupfer verbunden.



FTTx

FTTH (Fiber to the Home)

Steht für eine Glasfaser-Anbindung vom Telekom Anbieter bis zum Verbraucher und das bei maximaler Geschwindigkeit.

FTTB (Fiber To The Basement)

Die Glasfaserleitung wird bis in den Keller gelegt, innerhalb des Hauses werden Kupferleitungen verwendet.

FTTC und VDSL-Vectoring (Fiber To The Curb)

Die Glasfaserleitung wird bis zum Bordstein gelegt, die Leitungen werden auf der Strecke vom Telekom Anbieter bis zum lokalen Kabelverzweiger genutzt und Kupferleitungen auf dem letzten Teilstück zum Verbraucher.

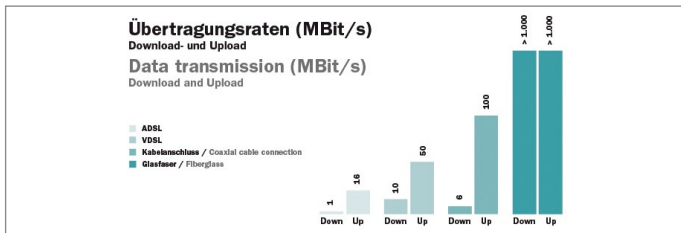
Durch die **Vectoring-Technologie** wird das unerwünschte Übersprechen (**Crosstalk**) zwischen benachbarten metallischen Teilnehmeranschlussleitungen verringert. Dadurch kann die Übertragungsrate, insbesondere in ungeschirmten Kabelbündeln üblicher Telefonnetze und mit vielen VDSL-Teilnehmern, teils deutlich gesteigert werden.

KABEL

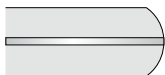
Das Koaxial-Kabel ist vom Netzbetreiber über Kabelverzweiger bis zum Haus verlegt. Die Anbindung zum Router/Modem erfolgt ebenfalls mit einem Koaxial-Kabel. Teilweise erfolgt die Verbindung vom Netzbetreiber bis zum Kabelverzweiger per Glasfaserleitung, vom Kabelverzweiger bis zum Haus wird mit einem Koaxial-Kabel der Anschluss hergestellt.

DSL

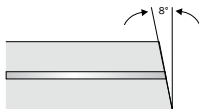
Die klassische Art der Anbindung von Haushalten mit dem Netzbetreiber erfolgt per Kupferleitung. Vom Netzbetreiber wird eine Kupferleitung zur Vermittlungsstelle, von dort aus zum Verteilerkasten und dann zum Haus verbunden.



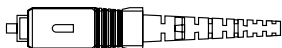
UPC $\triangle$ physischer Kontakt



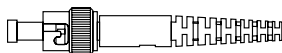
APC $\triangle$ abgewinkelter Kontakt



SC-Stecker



ST-Stecker



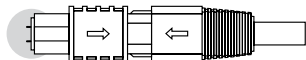
LC-Stecker



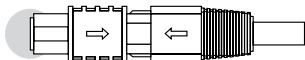
E-2000® / LSH-Stecker



MP0-Stecker (Male/Pins)



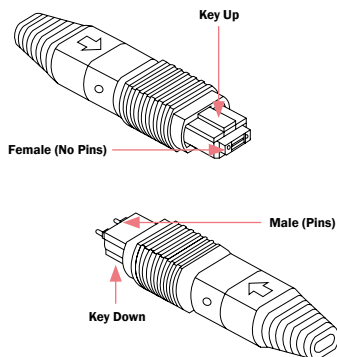
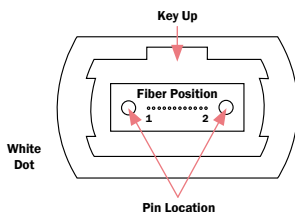
MP0-Stecker (Female/No pins)



Struktur eines MPO/MTP-Steckers

Ein MPO/MTP-Stecker besitzt auf einer Seite eine Erhöhung im Steckgesicht. Durch die Position dieser Erhöhung am Stecker ergibt sich die Bezeichnung „Key up“ (Erhöhung oben) oder „Key down“ (Erhöhung unten). Die Fasern sind am MPO/MTP Stecker von links nach rechts als P1 (Position 1), P2, etc. gekennzeichnet. Zusätzlich befindet sich an jedem Stecker eine

weiße Markierung auf Seite der ersten Position (Faser) um diese im verbauten Zustand einfach feststellen zu können. Ein MPO/MTP-Stecker ist erhältlich als male- („männlich“) oder female- („weiblich“) Variante. Die female-Variante besitzt im Gegensatz zur male-Variante keine Pins am Stecker. Die untenliegende Grafik zeigt die Basisstruktur eines MPO/MTP-Steckers:



Verbindungsmethoden A, B & C (Polarität)

Die TIA-Norm definiert zwei Typen von Duplex Glasfaser-Patchkabeln, bestückt mit LC- oder SC-Steckern um eine „End-to-End“ Glasfaser-Duplex Verbindung zu komplettieren:

Ein A-auf-A Typ Patchkabel ist eine gekreuzte Version und ein A-auf-B Patchkabel ist eine geradlinige Version. Auf Basis dieser Typen gibt es im MPO/MTP-Bereich drei Methoden zur Verbindung der Polaritäten.

A-TO-A PATCH CABLE



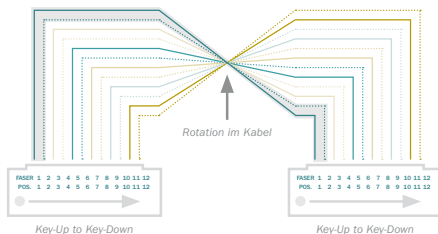
A-TO-B PATCH CABLE



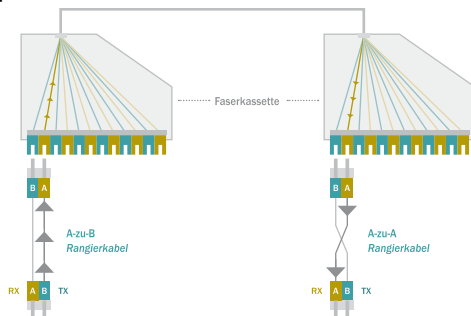
Struktur eines MPO/MTP-Steckers

Methode A

Dies ist die meistgenutzte Methode. Genutzt wird bei Methode A ein geradliniges Patchkabel (A-auf-B) an einem Ende, welches durch eine Kassette (Fanout, LC auf MPO oder SC auf MPO, abhängig von der Anforderung) verbunden wird, einem geradlinigen MPO/MTP „**Key up**“ auf Key down Backbone Kabel und einem gekreuzten (Crossover) Patchkabel (A-auf-A) auf der anderen Seite.



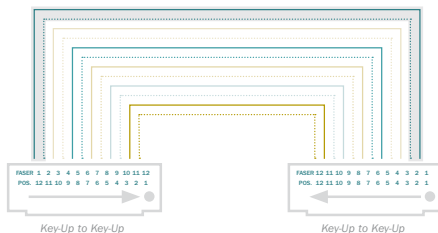
Anwendungsbeispiel:



Struktur eines MPO/MTP-Steckers

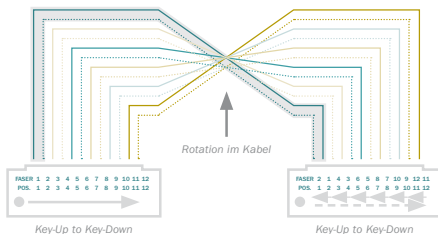
Methode B

Bei Methode B findet das Kreuzen (Crossover) in der Kassette statt. Die MPO-Stecker sind hier auf beiden Seiten in der „**Key up**“ Position, was bedeutet, dass die Faser der Position 1 auf der einen Seite gleich Position 12 auf der gegenüberliegenden Seite ist. Demnach ist Position 12 auf der einen Seite gleich Position 1 auf der gegenüberliegenden Seite. Bei dieser Methode werden nur A-auf-B Patchkabel benötigt.



Methode C

Dies ist die wohl komplexeste Methode. Im Backbone-Kabel geschieht das Kreuzen (**Crossover**) paarweise. Das Backbone-Kabel ist paarweise gedreht, das heißt P1, P2 auf P2, P1 und P3, P4 auf P4, P3 etc. Auf beiden Seiten werden A-auf-B Patchkabel verwendet. Die Kassette nutzt MPO/MTP „Key up“ auf „**Key down**“.



IP-Schutzklassen

1. Kennziffer

1. Kennziffer	Schutz gegen Fremdkörper	Symbol
0	Nicht geschützt	
1	Schutz vor Fremdkörpern von Ø 50 mm und größer Schutz gegen das Berühren gefährlicher Teile mit dem Handrücken	
2	Schutz vor Fremdkörpern von Ø 12,5 mm und 80 mm Der strukturierte Testgegenstand muss ausreichend von gefährlichen Gegenständen entfernt sein	
3	Schutz vor Fremdkörpern von Ø 2,5 mm und größer Schutz gegen das Berühren gefährlicher Teile mit einem Werkzeug (Der Messfühler mit einem Durchmesser von 2,5 mm darf nicht eindringen können)	
4	Schutz vor Fremdkörpern von Ø 1,0 mm und größer (Der Messfühler mit einem Durchmesser von 1,0 mm darf nicht eindringen können)	
5	Staubgeschützt Schutz gegen das Berühren gefährlicher Teile mit einem Draht (Der Messfühler mit einem Durchmesser von 1,0 mm darf nicht eindringen können)	
6	Staubgeschützt Schutz gegen das Berühren gefährlicher Teile mit einem Draht (Der Messfühler mit einem Durchmesser von 1,0 mm darf nicht eindringen können)	

Beispiel IP 44:

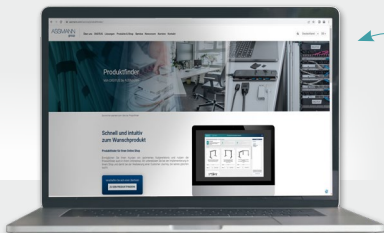
- Code = 4 (Schutz gegen Fremdkörper größer als 1 mm Ø)
- Code = 4 (Schutz vor Spritzwasser aus allen Richtungen)

IP-Schutzklassen

2. Kennziffer

2. Kennziffer	Schutz vor eindringendem Wasser mit Schädigungsmaß	Symbol
0	Nicht geschützt	
1	Tropfwassergeschützt Definition: Vertikal fallende Tropfen dürfen nicht zu Schäden führen	
2	Tropfwassergeschützt bis zu 60° vertikal Definition: Vertikal fallende Tropfen dürfen nicht zu Schäden führen, wenn das Gehäuse beidseitig der Vertikalen bis zu 15° geneigt ist	
3	Sprühwassergeschützt bis zu 60° vertikal Definition: Wasser, das aus einem Winkel von 60° von beiden Seiten der Vertikalen gesprüht wird, darf nicht zu Schäden führen	
4	Spritzwassergeschützt aus allen Richtungen Definition: Wasser, das aus allen Richtungen auf das Gehäuse spritzt, darf nicht zu Schäden führen	
5	Wasserstrahlgeschützt Definition: Wasser, das als Strahl von allen Seiten auf das Gehäuse trifft, darf nicht zu Schäden führen	
6	Geschützt gegen starke Wasserstrahlen Definition: Wasser, das als starker Strahl von allen Seiten auf das Gehäuse trifft, darf nicht zu Schäden führen	
7	Geschützt gegen die Auswirkungen, wenn temporär bestimmten Druck- oder Zeitbedingungen ausgesetzt Definition: Wasser darf nicht in solcher Menge eintreten, dass Schäden entstehen, wenn das Gehäuse unter vorgegebenen Druck- und Zeitbedingungen temporär in Wasser getaucht wird	
8	Geschützt gegen die Auswirkungen, wenn langfristig einem bestimmten Druck für eine vorgegebene Zeit ausgesetzt Definition: Wasser darf nicht in solcher Menge eintreten, dass Schäden entstehen, wenn das Gehäuse langfristig in Wasser getaucht wird, und zwar basierend auf Bedingungen, auf die sich Hersteller und Kunde geeinigt haben. Die Bedingungen müssen jedoch schwieriger sein als die unter Code 7 genannten.	

Entdecken Sie unsere Services

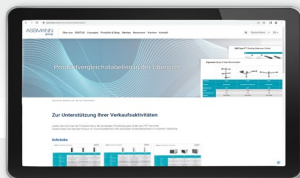


Immer für Sie da -
ASSMANN Services

Im Servicebereich stellen wir
Ihnen unsere zahlreichen Tools
und Hilfsmittel vor, die Sie als
unser Partner gerne nutzen
können.



Überzeugen Sie sich von unseren
digitalen Angeboten



www.digitus.info

44,45 mm $\triangleq$ 1 $\frac{3}{4}$ inch

1 U

2 U

DM-30032
Rev. 01/2023

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10