

## 10.14 NETZWERK VERKABELN

### 10.14.1 Kabel und Patchfelder

Für Verbindungen über kurze Entfernungen benutzt man flexible „Patchkabel“. Es gibt sie in Längen von 25 cm bis etwa 25 Meter in vielen Farben. Für stationäre Verkabelungen verwendet man steife „Verlegekabel“.

Die Kabel enthalten vier verdrehte Adernpaare. Je nach Abschirmung werden die folgenden Kabel unterschieden:

- U/UTP: Unscreened Unshielded Twisted Pair: Die vier verdrehten Adernpaare sind von einem Kunststoffmantel umhüllt.
- S/UTP: Screened Unshielded Twisted Pair: Die vier verdrehten Adernpaare sind zuerst von einem Kupferdrahtgeflecht oder einer Alufolie umwickelt, außen folgt ein Kunststoffmantel.
- S/STP: Screened Shielded Twisted Pair: Jedes der vier Adernpaare ist einzeln mit Alufolie geschirmt. Die vier Adernpaare sind untereinander verdreht und von einer Abschirmung umhüllt, die aus Metallfolie und/oder Drahtgeflecht bestehen kann. Verlegekabel enthält zusätzlich einen Massedraht. Außen folgt ein Kunststoffmantel.

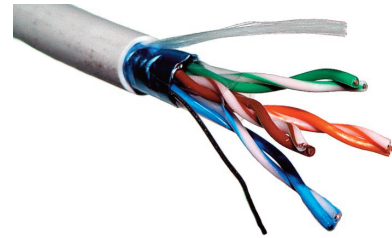


Bild 10.6: Verdrehtes Kabel Cat5e mit Folienschirm und Geflechschirm

S/STP ist das hochwertigste Kabel, aber wenig flexibel und mühsam zu verlegen.

#### Biegeradius

Die Kabel dürfen nicht zu eng gebogen werden – weder kurzzeitig noch dauerhaft. Für Patchkabel ist meist ein Biegeradius von mindestens 30 mm vorgeschrieben, bei Verlegekabel darf der Biegeradius nicht kleiner als der 4-fache Kabeldurchmesser sein (also auch etwa 30 mm). Warum ist das so und wie wichtig ist das?

Die Signalfrequenz im Kabel beträgt 100, 250 oder 600 MHz. Zum Vergleich: Die UKW-Frequenzen reichen von 87 bis 108 MHz, und 600 MHz gehört bereits zum Bereich der Dezimeterwellen, die z. B. beim Radar verwendet werden. Funksignale dieser Frequenz breiten sich nur geradlinig aus, und in ein Kabel gezwängt kommen sie nur durch Reflexion innerhalb des Drahtes um die Rundungen, wenn diese nicht zu eng sind.

Hat man eine oder wenige **etwas** zu enge Biegungen, kann das Netzwerk trotzdem funktionieren – aber mit geringerem Signalpegel. Das kann dazu führen, dass viele Datenpakete gestört ankommen und automatisch wiederholt werden, was im Ergebnis die Übertragungsleistung drastisch verringert. Zwei Beispiele:

- Ein Kunde versteckte einen überschüssigen Meter des Patchkabels zusammengerollt in einer Unterputzdose, deshalb kam am Ende des Kabels kein Signal mehr an. Als er das Kabel entrollte und frei baumeln ließ, funktionierte das Netzwerk.
- Ein Elektriker hatte das Kabel in Elektriker-Manier akkurat um zwölf Ecken von Raum und Türen herumgelegt, mit einem Biegeradius von etwa 5 mm. Erst nach dem Verlegen des Kabels mit Abrundungen kam das Signal durch, aber nur noch mit verringertem Datendurchsatz. Das Kabel war dauerhaft geschädigt und musste ausgetauscht werden.

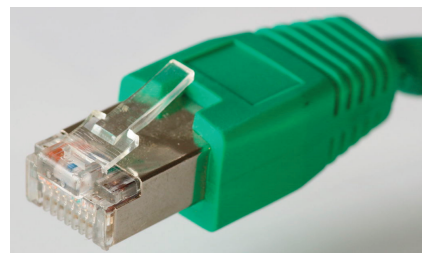
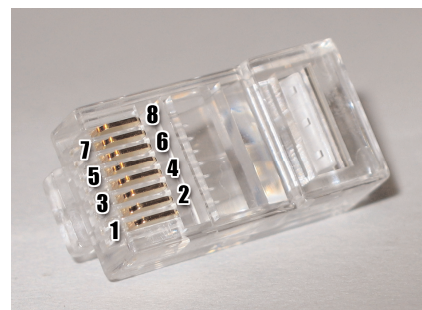


Bild 10.x: RJ45-Stecker

#### Patchkabel

Die meist kurzen Kabel, die das Patchfeld mit Routern, Switches, Computern oder Telefonanlagen verbinden, werden als Patchkabel bezeichnet, auch die Verbindungskabel von der Netzwerk-Wandsteckdose zu den PCs und anderen Geräten heißen so.



Die Kabel werden mit angegossenen „RG58“-Steckern an beiden Enden verkauft, es gibt aber auch Kabel als Meterware und einzelne Stecker dazu. Die runden Kabel haben etwa 4 mm Durchmesser. Es gibt auch flache Kabel mit einem Querschnitt von etwa 8 × 2 mm. Das Kabel enthält acht Kupferlitzen plus Abschirmung.

Wenn Sie Kabel auf dem Fußboden verlegen müssen, muss das Kabel davor geschützt werden, zertreten oder überrollt zu werden. Wenn Ihnen ein Kabelkanal als gefährliche Stolperfalle erscheint, legen Sie ein flaches Kabel auf den Boden und kleben Sie beidseits 3 mm dicke Sperrholzleisten auf, gern auch abgeschrägt. Überdecken Sie diesen „Kabelkanal“ mit 1 mm Blech. Noch einfacher wäre es, das Kabel an der Decke zu befestigen und an den benötigten Stellen herabhängen zu lassen.

Falls Sie ein Patchkabel durch ein Loch in der Wand fädeln müssen: Vermeiden Sie es, den Stecker abzuschneiden, und vergrößern Sie lieber den Lochdurchmesser. Das kostet weniger Zeit als einen neuen Stecker an das Kabel zu „crimpen“. Andernfalls brauchen Sie eine teure „RJ45 Crimpzange“ und viel Geduld.

## Verlegekabel

Für eine dauerhafte Verkabelung installiert man dickeres „Verlegekabel“ in Kabelkanälen. Verlegekabel besteht aus acht Kupferdrähten plus Masseleitung. Unterputzsteckdosen für das Netzwerk und auch für 230 Volt werden in die Kanäle integriert, darum sind diese mit 8 bis 10 cm relativ breit. An den Arbeitsplätzen baut man Steckdosen mit ein oder zwei RJ45-Buchsen ein. Am anderen Ende, im Server- oder Verteilerraum, enden die Kabel in einem „Patchfeld“.

## Patchfeld

Patchfelder, auch „Rangierverteiler“ genannt, gibt es mit 8, 12, 16 und 24 RJ45-Buchsen. Sie werden an die Wand geschraubt oder in einen Serverschrank montiert (Rack-Montage).

## Kabel auflegen

Die acht Adern des Kabels werden in die Schlitze des Patchfeldes bzw. der Steckdose eingelegt und dort mit einem „LSA Auflegewerkzeug“ zwischen zwei „LSA Schneidklemmen“ gedrückt, gleichzeitig wird eine Überlänge abgeschnitten. Ein vorheriges Abisolieren der Adern ist nicht erforderlich. LSA steht für Löt-, schraub- und abisolierfreie Anschlussstechnik.

Diese Arbeit wird als „Kabel auflegen“ bezeichnet.

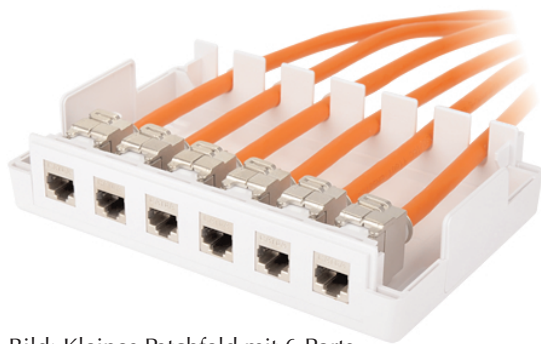


Bild: Kleines Patchfeld mit 6 Ports



Bild: Patchfeld: Hier werden die Adern aufgelegt

**3**

Insert the cable jacket directly into the "Cable Clamp".

**5**

T568B		T568A	
Pin 5	White/Blue	Pin 5	White/Blue
Pin 4	Blue	Pin 4	Blue
Pin 1	White/Orange	Pin 1	White/Green
Pin 2	Orange	Pin 2	Green
Pin 3	White/Green	Pin 3	White/Orange
Pin 6	Green	Pin 6	Orange
Pin 7	White/Brown	Pin 7	White/Brown
Pin 8	Brown	Pin 8	Brown

Follow the KRONE IDC color code to position T568A or T568B wiring.

Bild:

Beachten Sie: Eine fehlerhaft eingelegte Ader können Sie nicht korrigieren. Die Metallkontakte sind nur einmal benutzbar. Wenn Sie einen Fehler machen, ist eine der Buchsen nicht mehr nutzbar. Es gibt aber auch teurere Patchfelder mit einzelnen, „modularen“ Kupplungen.

Es gibt zwei internationale Standards für die Zuordnung der Kabelfarben zu den Kontakten: TIA/EIA-568A und TIA/EIA-568B. In Deutschland wird überwiegend nach TIA/EIA 568 B aufgelegt. Wenn zwei Kabelenden unterschiedlich beschaltet werden, erhält man ein „Crossover-Kabel“.

## Crossover-Kabel

Netzwerkgeräte sind so beschaltet, dass die Sendeleitung des einen Geräts (z. B. der Netzwerkkarte) mit der Empfangsleitung des anderen Geräts (z. B. vom Switch) verbunden wird. Wollte man zwei Switche oder zwei PC mit „Normalkabel“ miteinander verbinden, würden zwei Sendeleitungen miteinander verbunden und zwei Empfangsleitungen miteinander, eine Kommunikation wäre unmöglich. Darum gibt es Crossover-Kabel.

Manche Verteilergeräte haben eine Buchse mit intern gekreuzten Anschlüssen (als MDI-X bezeichnet), damit kein Crossover-Kabel benötigt wird. Manche Verteiler haben sowohl eine MDI- als auch eine MDI-X-Buchse für denselben Port an dem Gerät (wie im Bild). Beide Buchsen dürfen nie gleichzeitig benutzt werden.

Es gibt auch Verteiler, bei denen die Belegung des „Uplink-Ports“ mit einem Schalter geändert werden kann.

Modernere 100 Mbit Netzwerkgeräte und praktisch alle Gigabit-Geräte erkennen automatisch die Send- und Empfangsleitungen des angeschlossenen Geräts und stellen sich darauf ein. Diese Fähigkeit bezeichnet man als Auto MDI-X.

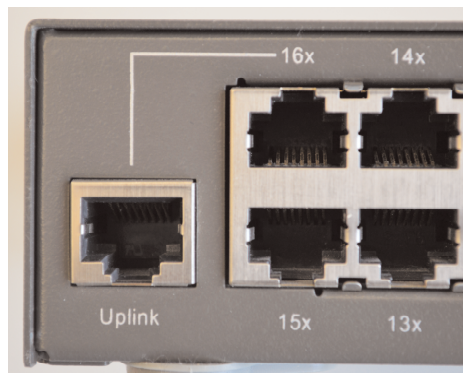


Bild: Switch mit Uplink-Port

## 10.14.2 Kabelklassen

Kabel werden nach DIN EN 50173 klassifiziert. Für Netzkabel sind folgende Kategorien relevant:

Cat 5	100 MHz	100 Mbit, Telefon
Cat 5e	100 MHz	100 Mbit, 1000 Mbit
Cat 6	250 MHz	100 Mbit, 1000 Mbit, 10 Gbit
Cat 7	600 MHz	100 Mbit, 1000 Mbit, 10 Gbit

Die RJ45-Steckverbinder sind nur bis 500 MHz geeignet. Für die höhere Frequenz von Cat7 müssen andere Stecksysteme wie GG45 oder TERA verwendet werden.

- Wählen Sie für Kabel, Steckdosen und Patchfeld eine möglichst hohe oder die höchste Kategorie. Das ist zwar etwas teuer, doch die Mehrkosten sind geringfügig im Vergleich zu den Arbeitskosten der Kabelverlegung. Die Anforderungen an die Bandbreite von Netzwerken wachsen ständig, zumal die Auflösung von Bildern, Videos und Webseiten tendenziell immer höher wird.
- Installieren Sie ein paar Netzwerk-Steckdosen mehr als momentan benötigt. Sie brauchen die Steckdosen für PCs, für Telefon und demnächst vielleicht für IoT-Geräte. Netzwerke wachsen immer.
- Wenn es im Kabelkanal eng wird: Es gibt spezielle Gleitmittel für Kabel, notfalls hilft Seifenlösung.

## 10.14.3 Strukturierte Verkabelung

Strukturierte Verkabelung, auch als Universelle Gebäudeverkabelung (UGV) oder Universelle Kommunikationsverkabelung (UKV) bezeichnet, ist ein genormtes Konzept für die Verkabelung in und zwischen Gebäuden. Es werden drei Bereiche unterschieden: Der Primärbereich betrifft die Verkabelung zwischen Gebäuden, im Sekundärbereich wird die Verkabelung zwischen den Stockwerken innerhalb von Gebäuden geregelt. Der Tertiärbereich beschreibt die Verkabelung innerhalb einer Etage. Die grundlegende Idee ist, auf jeder Etage einen Server- oder Netzwerkraum zu haben, in dem alle Netzwerk- und Telefonleitungen auf Patchpanelen zusammenlaufen.

Das Gegenteil, eine unstrukturierte Verkabelung, findet man mitunter in Firmen als dauerhaftes Provisorium: Eine Anzahl von fünf- und acht-Port-Verteilern, mit denen je nach Bedarf das Netzwerk weiter verteilt wird. Der Mangel eines solchen Wildwuchses: Viele PCs sind nur auf Umwegen erreichbar, über mehrere Verteiler hinweg. Im Kabel bewegen sich die elektrischen Signale fast mit Lichtgeschwindigkeit, aber in jedem Verteiler werden die Datenpakete deutlich verlangsamt.

Das Ziel einer strukturierten Verkabelung ist daher, dass jeder PC ohne Zwischenstationen direkt an den Etagenverteiler angeschlossen wird und dass es zwischen beliebigen PCs (der Etage) nur einen Verteiler gibt. So wird der maximal mögliche Datendurchsatz erreicht.

Der zulässige Abstand zwischen zwei Netzwerkgeräten beträgt 100 Meter, der üblicherweise in 90 Meter Verlegekabel und bis zu 10 Meter Patchkabel unterteilt wird.

## 10.14.4 Etagenverteiler

Bei kleineren Installationen montiert man das Patchpanel an die Wand (bis 12 Ports), für größere Installationen verwendet man Baugruppenträger mit der Bezeichnung „19 Zoll Rack“. Ein solches Rack besteht aus einem Metallrahmen der Breite von 19 Zoll (48,3 cm) und einer variablen Höhe, etwa von 25 cm bis zwei Meter. In der Regel steckt das Rack in einem Schrank aus Blech mit einer abschließbaren Glastür, um den Inhalt zu schützen und besser kühlen zu können. Blech dient der elektromagnetischen Abschirmung. Die Schränke sind 60, 80, 90 oder 120 cm breit, die Tiefe liegt zwischen 60 und 120 cm.

Die Höhe des Racks wird in „Höheneinheiten“ angegeben: 1 HE = 1,75 Zoll = 44,45 mm. Übliche Schrankhöhen sind 12 HE bis 47 HE, wobei 42 HE (1867 mm) häufig ist.

In ein Rack werden Patchpanels, Switches, Telefonanlagen, Server und kleinere USV-Anlagen eingebaut, aber auch Monitore, Tastaturschubladen und andere Hilfsmittel.

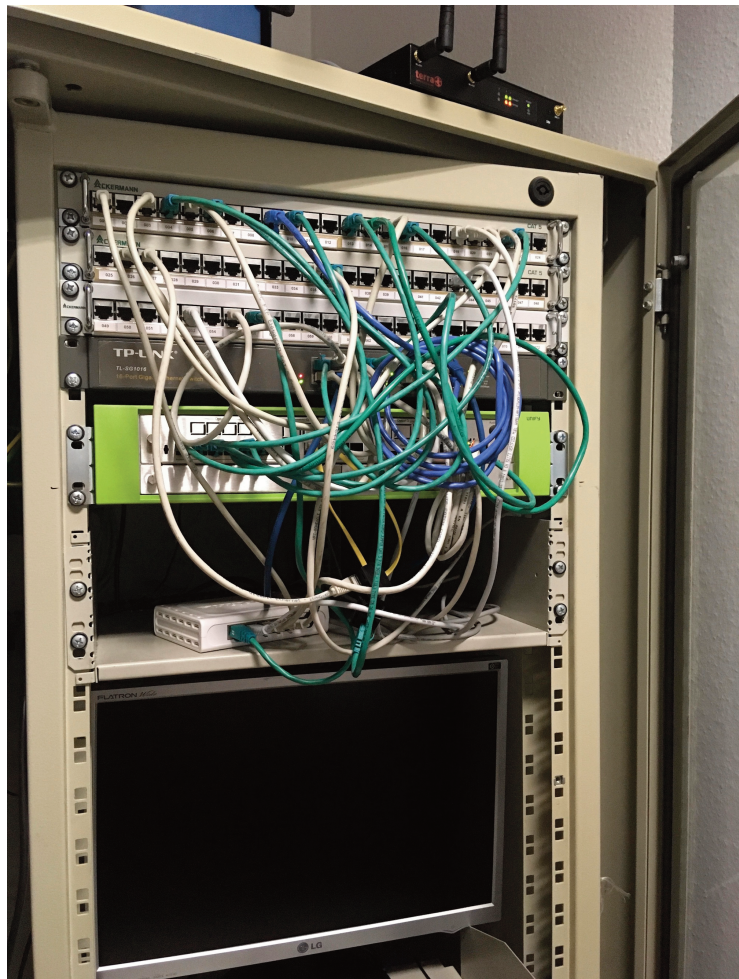


Bild: Netzwerkschrank 19", Rack etwas herausgeschwenkt, mit Tür  
Oben 3 Patchpanels, darunter 16-Port-Switch und Telefonanlage (grün)

Switche in einfacher Ausführung haben 8, 16 oder 24 Ports in einer Reihe, mit zwei Reihen auch 48 Ports mit Gigabit-Geschwindigkeit. Reicht ein Switch nicht aus, sollte jeder Switch zwei oder vier schnellere Ports haben, mit denen die Switche untereinander verbunden werden.

Über ein Netzkabel kann auch die Energieversorgung für kleine Netzwerkgeräte erfolgen. Diese Technologie heißt „Power over Ethernet“, abgekürzt PoE.

Ein Beispiel für ein Modell der Spitzenklasse, das etwa 1000 Euro kostet: Der 48-Port Gigabit Ethernet L2+ Fully Managed Pro PoE+ Switch, 48x PoE+-Ports @740W, 2x 10Gb SFP+ Uplinks

Ein Modell der Oberklasse mit acht Uplink-Ports mit 400 Gbit/s und weiteren 48 Ports, die jeweils 10, 25, 50 oder 100 Mbit/s unterstützen:

[https://www.channelpartner.de/a/bis-zu-400-gigabit-faehiger-powerswitch-von-dell,3340291?utm\\_source=Produkte+%26+Technologien&utm\\_medium=email&utm\\_campaign=newsletter&pm\\_cat%5B1%5D=dell&tap=0708e9ccc96632278b21010225f2980d](https://www.channelpartner.de/a/bis-zu-400-gigabit-faehiger-powerswitch-von-dell,3340291?utm_source=Produkte+%26+Technologien&utm_medium=email&utm_campaign=newsletter&pm_cat%5B1%5D=dell&tap=0708e9ccc96632278b21010225f2980d)

## 10.14.5 Stromversorgung

In einem Dreiphasennetz fließt über den Nullleiter ein Ausgleichsstrom, der um so höher ist, je mehr die Last der drei Phasen unterschiedlich ist. Dadurch kommt es im Nullleiter zu einem Spannungsabfall. Im Ergebnis ist das Nullpotential fast überall im Haus etwas unterschiedlich von Null Volt.

In einem Netzwerk ist es von enormer Wichtigkeit, dass alle Masseanschlüsse das gleiche Nullpotential haben. Das kann durch zwei Maßnahmen erreicht werden.

- Erstens durch getrennte 230 Volt Netze. Alle Computer, Drucker und andere ans Netzwerk angeschlossene Geräte werden getrennt von allen anderen Stromverbrauchern verkabelt, die Steckdosen bekommen unterschiedliche Farben. Vor allem Verbraucher mit hohem Strombedarf (Kopierer) oder Verbraucher, die Spannungsspitzen verursachen können (Motoren) müssen separat verkabelt werden. Die getrennte Verkabelung erleichtert es, später eventuell eine USV (Unterbrechungsfreie Stromversorgung) zu installieren.
- Zweitens mit einer Drei-Adern-Leitung zu den Schukodosen. Üblicherweise führen nur zwei Adern zu Schuko-Dosen: Eine Phase und ein Nullleiter, der mit dem Schutzleiter verbunden wird. Bei EDV-Verkabelungen wird der Schutzkontakt über einen dritten Draht zu einem zentralen Erdungspunkt geführt. Weil kein Strom durch den Schutzleiter fließt, gibt es keinen Spannungsabfall.

Das gleiche Potential für Masseanschlüsse über die gesamte Ausdehnung des Betriebsgeländes zu sichern kann schwierig sein. Ein Ausweg besteht in einer galvanische Trennung der Bereiche, beispielsweise indem zwischen den Gebäuden Optokoppler oder Glasfaserkabel zum Einsatz kommen.