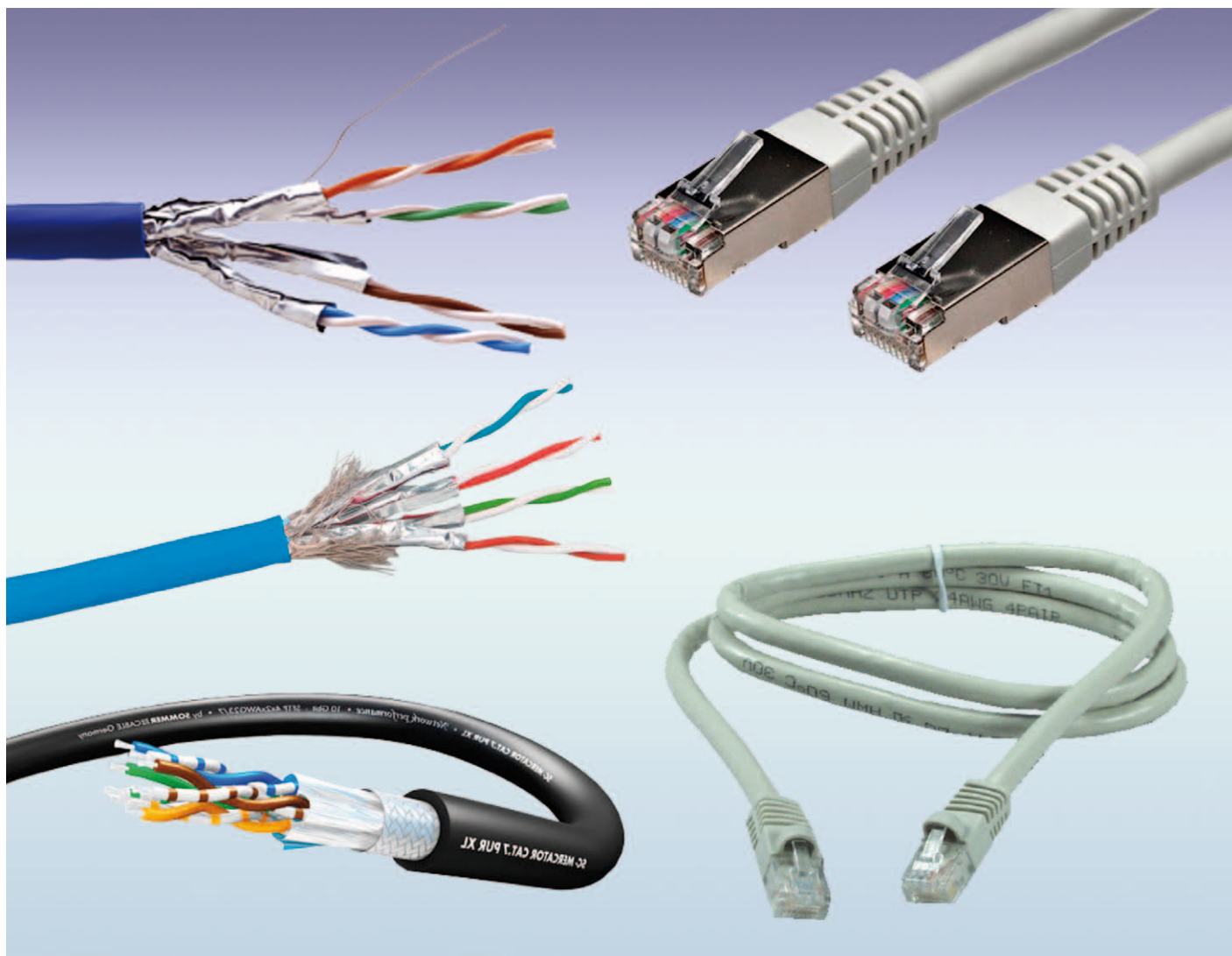


Störsichere und zuverlässige Kommunikationsverkabelung – aber wie?

Kommunikationskabel werde in zunehmenden Maße zusammen mit den Niederspannungskabeln verlegt und müssen immer höhere Datenraten transportieren. Damit die Übertragung unter diesen Bedingungen reibungslos erfolgt, ist erhöhtes Augenmaß bei Planung und Installation beider Leitungstypen erforderlich



Grundsätzlich sollte man als Planer zuerst festlegen, ob die Kommunikationsverkabelung anwendungsspezifisch oder anwendungsneutral sein soll. Im ersten Fall ist sie auf eine einzige Anwendung spezialisiert, etwa die Datenübertragung zwischen Computern. Im zweiten Fall ist sie recht universell zu gebrauchen. Man spricht auch von einer strukturierten Verkabelung. Diese ist heutzutage fast üblich. Stellt sich noch die Frage, ob (auch) Lichtwellenleiter zum Einsatz kommen sollen. Ihr großer Vorteil: die totale Unempfindlichkeit gegenüber

elektrischen und magnetischen Störfeldern. Weil sie mechanisch relativ empfindlich und noch recht kostspielig sind, trifft man sie nicht allzu häufig an.

Das muss man wissen

Bei den bewährten Kupferkabeln kann man auf verdrehte Leitungen (Twisted Pair) und Koaxialkabel setzen. Entsprechende Standards zur Verkabelung setzt das IEEE, das Institute of Electrical and Electronics Engineers. Man klassifizierte innerhalb bestimmter Frequenzgrenzen. Die Amerikaner ver-

wenden dabei den Begriff Kategorie (Cat). In Europa sagt man Kategorie (Kat.), hat jedoch den Kategorien entsprechende Klassen (Link Classes) definiert (s. Tabelle). Das Klassifizierungssystem ist so ausgelegt, dass Kabel höherer Kategorien immer die Leistungsparameter aller darunter liegenden Kategorien mit abdecken. Am Anfang der Planung steht die Festlegung der Klasse oder Kategorie. Jedes hier eingebrachte Element einer niedrigeren Klasse, wie z.B. ein Steckverbinder, degradiert das gesamte System auf diesen Level.

Kürzestmögliche Leitungslängen bedeuten höchstmögliche Sicherheit der Übertragung (Störsicherheit) sowie geringste Kosten. Bei sehr hohen Frequenzen bzw. Datenraten wird die Dämpfung der Leitung problematisch. Je geringer die Dämpfung, umso höher die Kosten, doch gibt es technische Grenzen. Für die zukünftigen Systeme der Cat. 8 mit ihren bis zu 40 Gbit/s dürfen die einzelnen Leitungen vermutlich nicht länger als 30 m sein. Systeme gemäß Cat. 6 sind da wesentlich unproblematischer.

In Gebäuden wird die vertikale Verkabelung in Form von Steigeleitungen als Sekundärbereich bezeichnet. Hier bieten sich Lichtwellenleiter besonders an, u.a., weil sie sich dabei sehr einfach verlegen lassen. Den horizontalen Teil der Verkabelung nennt man Tertiärbereich. Hier haben sich Kupferkabel besonders etabliert. Dieser Bereich stellt bezüglich Material, Arbeitszeit und Kosten den Hauptanteil der Verkabelung. Und ist bezüglich Störsicherheit und Zuverlässigkeit am sensibelsten.

Die DIN EN 50174-1

liefert informationstechnische Vorgaben und Anforderungen bezüglich der „Installation von Kommunikationsverkabelung“ in Richtung „Installations-spezifikation und Qualitätssicherung“. Da geht es im Wesentlichen um

- Planung,
- Qualitätssicherung,
- Betriebsabläufe,
- Wartung und Instandhaltung,
- Mindestanforderungen an die technische Spezifikation und den Qualitätsplan,
- Aufrechterhaltung der Polarität bei Lichtwellenleitern und
- Dokumentation.

Zu den wichtigen Anforderungen an die Installation gehört, dass Kabel, Halterungen, Rahmen, Gestelle und Schränke innerhalb der informationstechnischen Verkabelung so anzuordnen sind, dass

- die elektromagnetische Störbeeinflussung minimiert wird und
- eine vorschriftsmäßige Trennung zum Niederspannungsteil erfolgt.

Zu dieser Trennung findet man Vorschriften in Teil 2 und 3 der Norm.

Während diese Anforderungen noch Interpretations- und Gestaltungsspielraum offen lassen, verlangt die Norm jedoch ohne Wenn und Aber die Einbindung aller Kabelschirme in den Blitzschutz-Potentialausgleich und die Beschaltung der aktiven Adern mit Überspannungs-Schutzgeräten bei von außen herangeführten Kommunikationskabeln. Dies kann oder muss allerdings logischerweise entfallen, wenn das Gebäude kein Blitzschutzsystem besitzt.

Weiter wichtig bezüglich Funktionssicherheit: Alle Verbindungspunkte sind in sicherer Arbeitshöhe so anzubringen, dass Verunreinigungen, wie Staub, Schmutz oder Wasser, nicht eindringen können.

Achtung, auch Koaxialkabel haben (wie Lichtwellenleiter) gewisse Ansprüche bezüglich Zugbelastung, Quetschungen und Biegeradius. Man verlege sie entsprechend sorgfältig. Mit steigender Frequenz/Kategorie wachsen auch die Anforderungen an die Montage der Stecker.

Die DIN EN 50173-1

betrifft die „Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlage“ und definiert hier allgemeine Anforderungen, den Anwendungsbereich und die Konformität. Im Einzelnen geht es dabei um:

- Teilsysteme (Bereiche) der Anlage
- deren Dimensionierung und Konfiguration
- Grenzwerte von Installations- und Übertragungsstrecke
- Definition und Leistungsfähigkeit der Datenkabel
- Definition der Umgebungseigenschaften für die Datenkabel
- mechanische Eigenschaften und Leistungsfähigkeit der Verbindungstechnik
- Definition der Umgebungseigenschaften für die Verbindungstechnik
- Anforderungen für Schnüre und Rangierpaare
- Definition der Übertragungsklassen
- unterstützte Netzanwendungen für die Übertragungsklassen

Beispielausführungen für Primär-(gebäudeüberschreitende) und Sekundärverkabelung unterstützen dabei den Praxisbezug.

Die DIN EN 50173-4

zielt auf anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen in Wohnungen ab. Dazu äußert sie sich zu folgenden Themen:

- Struktur der Anlage zur Unterstützung von LuK- und (oder) RuK-Netzanwendungen
- Verkabelungsstruktur zur Unterstützung von SRKG-Netzanwendungen
- Leistungsvermögen der Übertragungsstrecke
- Leistungsanforderung an die Kabel
- Leistungsanforderung an die Verbindungstechnik
- Anforderungen für Schnüre und Rangierpaare
- Grenzwerte für die Verkabelungsstrecke

LuK steht für Information und Kommunikation; hier geht es u.a. um die nach DIN 18015-1 vorgeschriebenen Rohrnetze für Telekommunikationsanlagen.

Die populärsten Netzwerkabel

Für aktuelle Installationen sind Cat 5, 6 und 7 relevant.

Cat-5-Kabel sind am verbreitetsten. Sie dienen der Signalübertragung bei hohen Bitraten und Frequenzen bis 100 MHz. Ihre Standardkennzeichnung ist EIA/TIA-568. Cat-5-Netzwerkabel bilden heute das Rückgrat strukturierter Netzwerkverkabelungen von Rechnern und eignen sich für Fast- oder Gigabit-Ethernet.

Cat-6-Kabel sind für Betriebsfrequenzen bis zu 250 MHz konzipiert. Jedoch ist die mögliche Länge indirekt proportional zur höchstmöglichen Übertragungsgeschwindigkeit. Anwendungsbereiche sind alle Sprach- und Datenübertragungen sowie ATM- und Multimedia-Netze. Für bis zu 500 MHz zu gebrauchen sind Kabel der Unterkategorie Cat 6a (augmented). Die Standardkenn-

zeichnung von Cat-6-Netzwerkabeln lautet EN50288.

Cat-7-Kabel ermöglichen Betriebsfrequenzen von 600 MHz. In der Unterkategorie Cat 7a (bzw. Klasse FA) sind 1.000 MHz möglich. All diese Netzwerkabel besitzen vier separat geschirmte Adernpaare innerhalb eines gemeinsamen Schirms. Sie sind daher für 10-Gigabit-Ethernet bestens geeignet. Weltweit sind zwei Steckertypen genormt: Nexans GG45 und Siemon TERA. Den Standard bilden jedoch hier die RJ-45-Stecker, die in Bezug auf alle Kategorien komplett abwärtskompatibel sind. Die Schirmbefestigung/-kontaktierung erfolgt mit Schellen aus Metall. Diese müssen den Schirm großflächig umschließen und guten Kontakt ausüben. Sie dürfen nicht gleichzeitig der Zugentlastung dienen. Verzinnete oder galvanisch stabilisierte Oberflächen gewährleisten bestmöglichen Kontakt.

Bei RuK geht es um die Verteilanlagen für Radio und Fernsehen. SRKG steht für Steuerung, Regelung und Kommunikation in Gebäuden.

Einige Beispielausführungen erhöhen den praktischen Wert der Darstellungen.

Wichtig bezüglich Störsicherheit: Die Schirme der Koaxialkabel dürfen nicht unterbrochen werden und sind an beiden Enden (an Masse/Erde) auf kurzmöglichstem Weg anzuschließen. Dieser zweifache Anschluss ist, wenn er nicht auch der Signalübertragung dient, durchaus diskussionswürdig. Zur Entfaltung der elektrischen Abschirmwirkung genügt nämlich schon die einfache Erdung. Bei doppeltem Anschluss entsteht eine Masseschleife und somit eine Einfallsmöglichkeit für magnetische Störfelder, die darin eine Spannung induzieren. In jedem Fall entscheidet die Qualität der Schirmung (einfach, doppelt, dreifach, Kopplungswiderstand) über den Grad der Robustheit gegenüber elektrischen Störfeldern.

Die DIN EN 50174-2

namens „Installation von Kommunikationsverkabelung – Installations-

planung und Installationspraktiken in Gebäuden (Industrieräume, Wohnungen, Rechenzentren)“ formuliert Anforderung an die Planung der Installation von Kommunikationsverkabelung bezüglich

- Sicherheit,
- Dokumentation,
- Kabelwegen,
- Kabelführungssystemen,
- geschirmter Verkabelung,
- Trennung metallener informationstechnischer Verkabelung und Stromversorgungsleitungen,
- Stromverteilungsanlagen und Blitzschutz sowie
- EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) und sonstigem Schutz.

Hier geht es also am konkretesten um die Sicherheit, aber auch um die entsprechende Installationspraxis und Kennzeichnung.

So wird vorgeschrieben, dass eine erforderliche räumliche Trennung der Kabel für Kommunikation und 230 V so auszuführen ist, dass sie konstruktiv dauerhaft erhalten bleibt. Es werden konkrete Trennabstände genannt und dazu die Trennklassen a bis d definiert. Die Trennklasse ergibt sich aus der beabsichtigten Anwendung. In allen Fälle kann der Trennabstand

Verlegekabel oder Patchkabel?

Bei der Tertiärverkabelung (horizontale Ebene) hat man oft die Wahl zwischen Lichtwellenleitern und Kupferkabeln der Kategorie 5 bis 7. Aus Preisgründen erhalten meist die Kupferkabel den Zuschlag. Nun hat man aber immer noch die Wahl zwischen zwei Arten: Verlegekabel oder Patchkabel.

Ein Verlegekabel besitzt acht Adern in Form von vier verdrehten Adernpaaren. Hier kommen recht massive Drähte (über 0,5 qmm) zum Einsatz. Ein Schirm um die Adernpaare bietet zusätzlich Schutz gegen elektrische Felder. Diese Kabel werden dauerhaft zwischen Patchfeld und Netzwerkdose verwendet. Man fixiert sie auf den Patchfeldern im Verteilerschrank und auf den Netzwerkdo-

sen jeweils auf Schneidklemmen. Wird mit einem Auflegewerkzeug eingepresst, dann schneiden sich seitlich Messer in die Drahtisolierung ein und stellen den Kontakt her. Ein Patchkabel hat acht Adern mit vielen dünnen Einzeldrähten (Litze) und ist daher leicht zu biegen. Es eignet sich daher gut zum flexiblen Rangieren im Verteilerschrank und am Arbeitsplatz. Mit einer Crimpzange werden die dünnen Drähte in den RJ-45-Steckern mit dem Steckerkontakt zusammengepresst. In aller Regel werden Endgeräte über flexible Patchkabel mit RJ-45-Steckern mit Netzwerk Dosen verbunden. Diese wiederum sind über Verlegekabel mit dem Patchfeld kontaktiert.

null sein, wenn ein massiver metallener Kabelkanal vorliegt. Bei einem Lochblech-Kabelkanal ist der Mindestabstand in Klasse d nur 5 mm, in Klasse a jedoch 150 mm.

Weiter sollten Quellen von Wärme, Feuchtigkeit und Schwingungen umgangen werden, falls diese die Sicherheit mindern könnten. Zu elektrischen Störquellen ist ein Mindestabstand zu halten, zu Leuchtstofflampen z.B. 1,3 m. Die Kabelwege müssen auch einen Schutz für die Verkabelung darstellen. Die Einhaltung der Mindest-Biegeradien muss stets mög-

lich sein. Die größte zulässige Stapelhöhe für Kabel und Leitungen für die Informationstechnik/Kommunikation beträgt allgemein 15 cm in gelochten oder geschlossenen Kabelrinnen. In anderen Fällen ist sie geringer. Der Abstand zwischen den Auflagepunkten darf 1,5 m nicht überschreiten. Unter EMV-Gesichtspunkten sind metallische Wannen günstig. Sie umschließen die Kabel weitest möglich. Mit der Stärke des Wannenmaterials nimmt direkt die Abschirmwirkung gegen Magnetfelder zu. Eine Erdung der Wannen ist dazu nicht

Eine wichtige Norm zur EMV/EMI

Die auch im Beitrag erwähnte DIN VDE 0100-444 nimmt sich des Themas „Elektromagnetische Verträglichkeit“ bei der Planung und Errichtung elektrischer Anlagen besonders an. Elektrische Betriebsmittel dürfen keine „schädlichen Einflüsse“ auf andere Betriebsmittel ausüben und das Versorgungsnetz nicht unzulässig beeinflussen. Die VDE 0100-444 bündelt im Bereich der VDE 0100 Maßnahmen, um eine ausreichende EMV innerhalb eines Gebäudes zu erreichen. Bereits im Anwendungsbereich dieser Norm findet sich folgende Aussage: „Die Anwendung der von dieser Norm

beschriebenen EMV-Maßnahmen kann als ein Teil der anerkannten Regeln der Technik gesehen werden, um elektromagnetische Verträglichkeit der ortsfesten Anlagen zu erreichen, wie durch die EMV-Richtlinie 2004/108/EG gefordert.“ Diese Richtlinie entspricht in Deutschland dem EMV-Gesetz aus 2008 (EMVG). Auch später wird die Norm sehr deutlich: „Die Planer und Errichter der elektrischen Anlage müssen die nachfolgend beschriebenen Maßnahmen zur Reduzierung der elektrischen und magnetischen Störungen auf elektrische Betriebsmittel berücksichtigen.“

Quellen

Sven Bonhagen: Keine lange Leitung haben und nicht drauf stehen/Planung, Installation, Betrieb von Kommunikationskabelanlagen, elektropraktiker 5 und 6/2015

Twisted-Pair-Kabel und ihre Kennzeichnung (UTP/FTP/STP): www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0603191.htm

Hans-Joachim Otto: Grundlagen einer EMV-geeigneten Instal-

lation – EMV-Probleme bei Bus-Systemen und deren Behebung (Lonmark White Paper, Internet)

Martin Salzmann: EMV-gerechte Ausführung von NS-Schaltanlagen, elektropraktiker 4/2010

Johannes Walfort: Eine wichtige Norm zur Elektromagnetischen Verträglichkeit, DIN VDE 0100-444 (VDE 0100-444):2010-10, VDB 15.11 (Internet)

erforderlich. Sollen die Wannen jedoch auch elektrisch schirmen, so sind die auf möglichst kurzem Wege mit dem Potentialausgleich zu verbinden. Dazu genügt (im Gegensatz zu einer anzutreffenden Empfehlung) eine Leitung an beliebiger Stelle der Wanne. Parallel geführte Verlegesysteme muss man auch untereinander (in Abständen von 10 bis 20 m) verbinden.

Die DIN EN 50346

zum ebenfalls wichtigen Thema „Installation von Kommunikationsverkabelung – Prüfen installierter Verkabelung“ gibt dem Praktiker Hinweise, wie er sich vom Erfolg der Installation überzeugen kann bzw. muss. Der wesentliche Inhalt:

- Lage der Mess- und Prüfschnittstellen
- Sicherheitsanforderungen für Prüfverfahren
- Prüfaufbau
- Normalisierung und Kalibrierung
- Prüfergebnisse
- Prüfparameter für symmetrische Verkabelung
- Prüfparameter für Lichtwellenleiter-Verkabelung

EMV und Elektroinstallation

Die DIN VDE 0100-520 in neuester Form (2013-06) als Grundlage für das „Errichten von Niederspannungsanlagen“ gibt allgemeine Hinweise, wie solche Anlagen auszuführen sind, um andere Systeme, wie Kommunikationsverkabelungen, möglichst nicht oder wenig zu beeinflussen. So dürfen Kabel für verschiedene Zwecke nicht in den selben Kabelbündeln verlegt werden. Eine Verlegung von Nie-

derspannungs- und Kommunikationskabeln im rechten Winkel zueinander wäre zwar theoretisch optimal, lässt sich in der Praxis aber nicht verwirklichen (zu große Installationsschleifen). In Gebäuden mit informationstechnischen Einrichtungen ist die Verwendung von PEN-Leitern verboten. Optimal hinsichtlich geringer EMV sind TT- oder TN-S-Systeme. TN-C-Systeme mit ihren mehrfachen Erdverbindungen sind hingegen anfällig auf sogenannte vagabundierende Ströme. In VDE-Bestimmungen wird der Einsatz von TN-S-Systemen und die Auftrennung in N- und PE-Leiter nach dem Speisepunkt gefordert.

Die DIN VDE 0100-444 trägt ebenfalls den Titel „Errichten von Niederspannungsanlagen“, nennt aber in Teil 4-444 konkrete „Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen“. Wie wichtig dieses Thema geworden ist, erkennt man auch daran, dass in der neusten Ausgabe 2010-10 der Begriff „Bericht“ in „Norm“ geändert und die Maßnahmen gegen elektromagnetische Störungen komplett überarbeitet und wesentlich ergänzt wurden. Anforderungen bei IT- und TT-Systemen kamen hinzu. Auch diese Norm richtet sich an Architekten und Planer, Errichter und Instandhalter elektrischer Anlagen. Ziel der Anforderungen und Empfehlungen für elektrische Anlagen ist es, elektromagnetische Störungen zu vermeiden oder zu vermindern.

Schließlich die DIN EN 50310 „Anwendung von Maßnahmen für Erdung und Potentialausgleich in Gebäuden mit Einrichtungen der Informationstechnik“ (Ausgabe 2011-05). Diese Norm

Amerika (EIA/TIA)	Europa (DIN EN)	max. Frequenz	Anwendung		
Cat. 1	-	-	0,3...3,4 kHz	100 Ohm	analoge Sprachübertragung
-	-	Class A	100 kHz	100 Ohm	analoge Sprachübertragung
Cat. 2	-	Class B	1 MHz	100 Ohm	ISDN
Cat. 3	-	Class C	16 MHz	100 Ohm	10Base-T, 100Base-T4, ISDN, analoges Telefon
Cat. 4	-	-	20 MHz	100 Ohm	16 MBit Token Ring
IBM Typ 1/9			20 MHz	150 Ohm	4 und 16 MBit Token Ring
Cat. 5	Cat. 5	Class D	100 MHz	100 Ohm	100Base-TX, SONET, SOH
Cat. 5e	Cat. 5e	Class D	100 MHz	100 Ohm	1GBase-T
Cat. 6	Cat. 6	Class E	250 MHz	100 Ohm	1GBase-T, 155-MBit-ATM, 622-MBit-ATM
Cat. 6A	Cat. 6A	Class EA	500 MHz	100 Ohm	10GBase-T
-	Cat. 7	Class F	600 MHz	100 Ohm	10GBase-T (bis 100 Meter)
-	Cat. 7A	Class FA	1000 MHz	100 Ohm	10GBase-T, 40GBase-T und 100GBase-T (eingeschränkt)

Twisted-Pair-Netzwerkkabel und ihre Ordnung (Quelle: elektronik-Kompodium)

legt Mindestanforderungen an Erdenetz und Potentialausgleichsverbindungen in Gebäuden fest, in denen Einrichtungen der Informationstechnik installiert werden, um Geräte und informationstechnische Verkabelung gegen elektrische Gefährdungen zu schützen. Sie definiert Anforderungen und gibt Empfehlungen für Erdung und Potentialausgleich, um für die informationstechnische Installation eine zuverlässige Signalbezugsebene zu gewährleisten.

Tipps für die Praxis

Die Entscheidung für ein Kommunikationskabel und dessen Kauf und Verlegung sollte gut begründet sein. Im Zweifelsfall gehe man mit der höheren Kategorie auf die sichere Seite. Auch lohnt es sich, die Preise zu vergleichen. Daumenregel für die Verkabelungsplanung: Mit 1 Gbps kann man bis zu 100 m überbrücken, aber davon sollten höchstens 10 m Patchkabel sein. Planen Sie ausreichend Fläche für die Technik und sehen Sie Reserven bei den Kabelwegen vor.

Durch die hohen Datenübertragungsraten und Betriebsfrequenzen der populären Class-5-Kabel muss deren Montage und Verlegung besonders sorgfältig erfolgen.

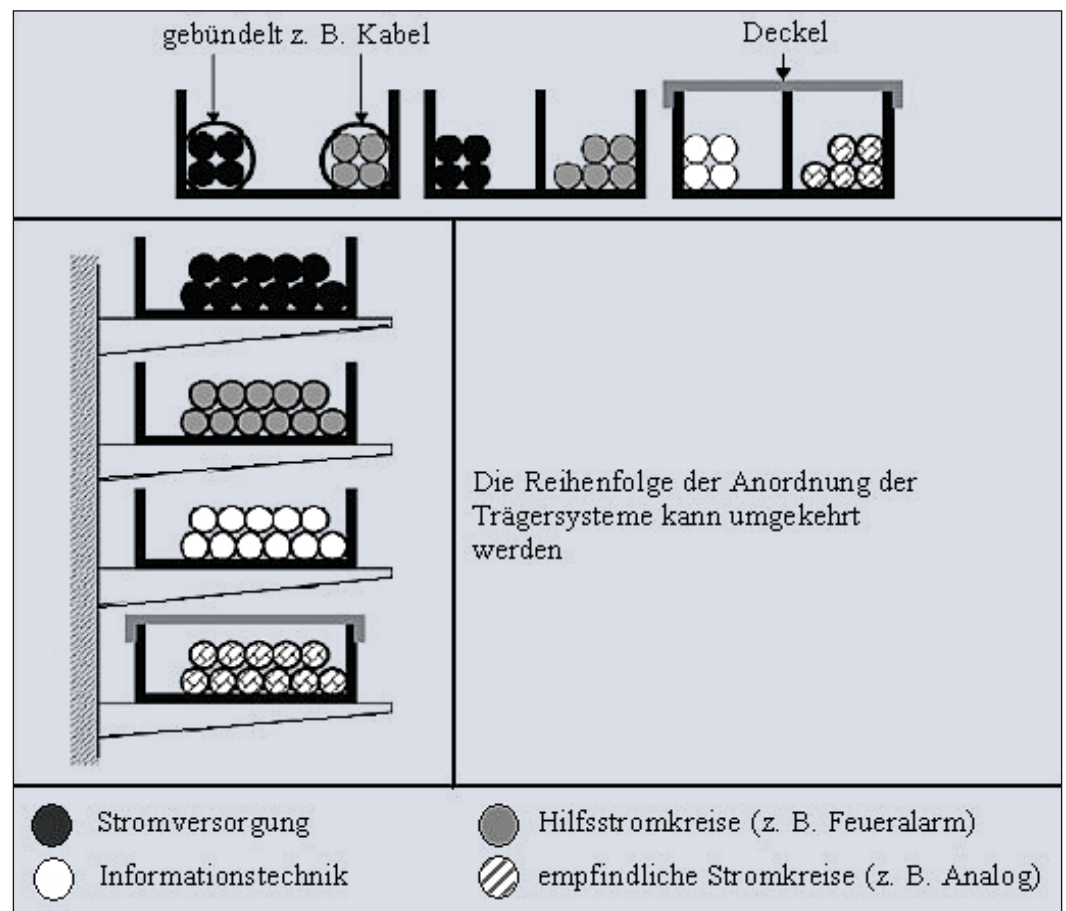
Bei den Netzwerkkabeln der Cat 6a sind die Übertragungstrecken technisch auf etwa 100 m begrenzt, und die Anforderungen in Bezug auf die Unterdrückung von Nebensignalen und von Rauschen sind besonders hoch. Cat-6a-Netzwerkkabel sind aber bereits für 10-Gigabit-Ethernet geeignet.

Ist der zulässige Biegeradius nicht bekannt, nimmt man den zehnfachen Kabeldurchmesser. Dies gilt für Koaxial- wie Lichtwellenleiterkabel. Bevorzugen Sie Stahlblechkanäle. Der gemeinsame Potentialausgleich von Kommunikations- und Niederspannungsteil hat nicht nur eine Schutzfunk-

tion, sondern stellt auch das bestmögliche Signal-Bezugspotential dar. Am besten eignen sich hier untereinander vermaschte Potentialausgleichsanlagen in Verbindung mit einem TN-S-System. In die Erdung sind alle metallischen Komponenten, wie Schränke, Gestelle und Kabelpools, einzube-

ziehen. Für geringste Induktivität sind die Erdungsleiter möglichst geradlinig und auf direktem Wege zu führen. Den Schutzleiter verbinde man mit der Haupterdungsklemme und mit möglichst vielen anderen Punkten.

FS



Trennung von Systemen und zugleich Abschottung von informationstechnischen Kabeln gegen elektromagnetische Störungen (EMI) z.B. durch leitfähige Abdeckung (Quelle: Johannes Walfort)