MEISTERWISSEN

Anschlusstechnik für Telefon- und Datennetze

Netzwerktechnik

Voraussetzung für den Einsatz der Netzwerktechnik ist eine strukturierte Verkabelung. Dazu ist nicht von Interesse, welche Netzanwendung später auf der universellen Verkabelung laufen soll. Wichtig ist die Verkabelung gemäß DIN EN 50173 und eine abschließende Konformitätsprüfung.

Aufbau einer strukturierten Verkabelung

Die Norm DIN EN 50173 (mit ihren 5 Teilen) beschreibt eine Verkabelungshierarchie, die in die Teilsysteme

- Primärverkabelung,
- Sekundärverkabelung und
- Tertiätverkabelung

unterteilt wird (Bild ❶). Als Übertragungsmedien werden nur 4-paarige, symmetrische Kupferkabel und Lichtwellenleiter empfohlen.

Primärbereich. Dieser Bereich umfasst die Verkabelung zwischen den Gebäuden mit einem zentralen Standortverteiler (SV) und den Gebäudeverteilern (GV). Das bevorzugte Medium in diesem Bereich sind Lichtwellenleiter.

Sekundärbereich. Der Sekundärbereich ist die Verkabelung im Gebäude über Steigeschächte vom Gebäudeverteiler bis zum Etagenverteiler auf der Etage. Als empfohlene Medien sind sowohl symmetrische Kupferleiter wie auch Lichtwellenleiter zu verwenden.

Tertiärbereich. Mit der Verkabelung auf der Etage vom Etagenverteiler bis zum informationstechnischen Anschluss wird der Tertiärbereich auch Horizontalverkabelung genannt. Üblicherweise wird mit Kupferleiter verkabelt. Aber auch Lichtwellenleiter werden heutzutage auf Grund ihrer überragenden Übertragungseigenschaften und mittlerweile kostengünstigen Konfektionierung gerne eingesetzt. Vielfach sind solche Verkabelungen unter dem Begriff Fibre-to-the-Desk (FTTD) oder Fibre-to-the-Office bekannt.

Verteilerstandorte. Nach DIN EN 50173 [1] muss es Etagen-, Gebäude- und Standortverteiler geben. In der Praxis wird bei kleineren Netzen gerne auf Gebäudeverteiler verzichtet. Etagenverteiler sind jedoch ein unverzichtbarer Bestandteil einer strukturierten Verkabelung. Häufig wird zwischen Etagenverteiler und informationstechnischem Anschluss ein so genannter „Consolidation Point" eingefügt. Dieser Kabelverzweiger (KV) oder auch Sammelpunkt (SP) wird zentral im Büroraum installiert, z. B. im Doppelboden oder im Unterflurkanal. Er dient dazu, zwischen hochpaarigen Kabeln (mehr als 4 Paare) auf niederpaarige Kabel umzusetzen. Vorteil dieser Anordnung ist ein flexibleres Reagieren auf Änderungen im Büro, wenn beispielsweise Arbeitsplätze umgestellt oder hinzugefügt werden.
Eine Unterteilung in drei Teilsysteme kann entfallen, sofern die Gebäudebeschaffenheit und die Kabellängen dieses zulassen. Die Standortwahl für Verteiler muss immer eine Minimierung der Kabellängen zur Folge haben.

Leitungslängen

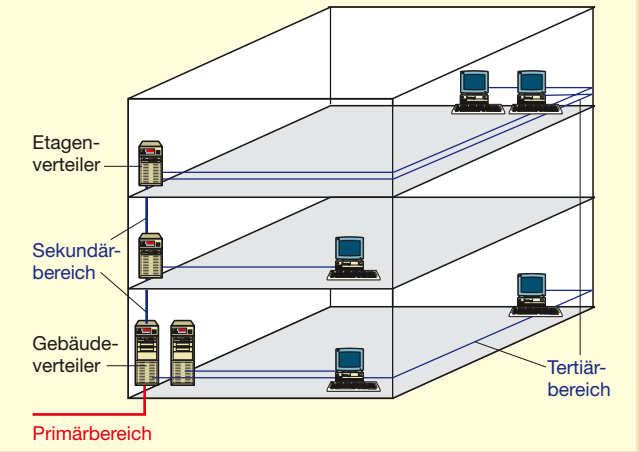
Für die Teilsysteme der strukturierten Verkabelung sind nach DIN EN 50173 und ISO 11801 maximale Entfernungen empfohlen. Diese sind jedoch nicht für alle Kabelarten und Anwendungen anwendbar. Bei der Planung eines Netzwerkes muss vorher sichergestellt werden, dass die aktiven Komponenten diese Entfernungen mit den geplanten Kabelarten erreichen können. In Bild ❷ sind die Entfernungen zwischen den Verteilern mit den Rangierkabeln angegeben. Die dazugehörigen Längen der Rangierverkabelung sind in Tafel ❶ zusammengestellt. In den Gesamtlängen der Teilbereiche (Bild ❷) sind die Rangierkabellängen enthalten.

Übertragungsqualität prüfen

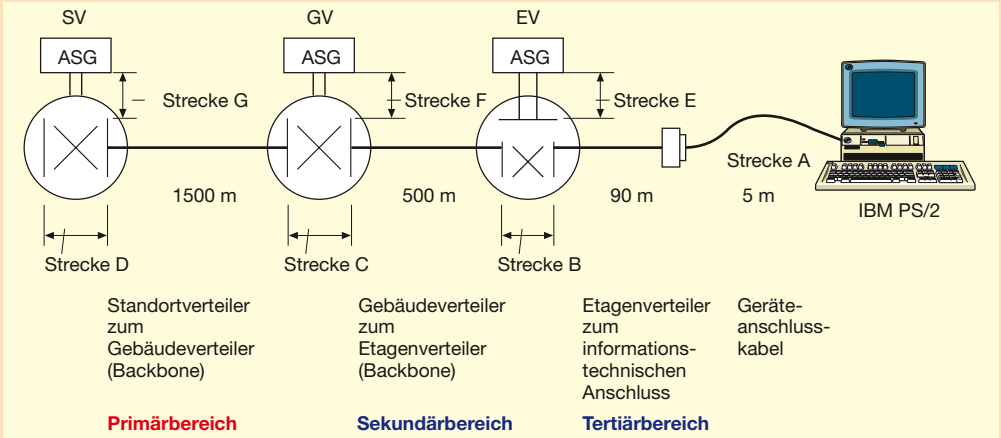
Die Übertragungsstrecken müssen Mindestanforderungen an die Übertragungsqualität erfüllen. Damit wird sichergestellt, dass alle im Anhang der DIN EN 50173 aufgelisteten Netzanwendungen unterstützt werden können. Ein Installateur muss nicht wissen welche Netzanwendung später auf der universellen Verkabelung laufen soll. Seine Arbeit beschränkt sich darauf, die Verkabelung gemäß der EN 50173 zu erstellen und als Abschluss eine Konformitätsprüfung vorzunehmen. Diese Prüfung muss mit einem geeigneten Messgerät, dem Verkabelungs- oder Netzwerktester, durchgeführt werden. Alle Messergebnisse sind als Protokoll dem Netzwerkbetreiber zu übergeben.

Klassen und Kategorien

Um die Eigenschaften einer Verbindung zu charakterisieren, wurden



❶ **Verkabelungshirachie nach DIN EN 50173**



❶ **Kabellängen der Teilsysteme (inkl. Rangierkabellängen nach Tafel ❶)**
ASG Anwendungsspezifisches Gerät (aktive Netzwerkkomponente)

Autor
Dipl.-Ing. *Rainer Holtz* leitet die Abteilung Informationstechnik am Bundestechnologiezentrum für Elektro- und Informationstechnik e. V. (bfe) in Oldenburg.

Tafel ❶ Rangierkabellängen

Bereich	Länge	Strecke
A + B + E	≤ 9 m	Geräteverbindungskabel, Rangierkabel und Geräteanschlusskabel im Tertiärbereich mit Rangierung
A + E	≤ 10 m	Geräteverbindungskabel und Geräteanschlusskabel im Tertiärbereich ohne Rangierung
C + D	≤ 20 m	Rangierkabel, Geräteverbindungskabel im GV und EV
F + G	≤ 30 m	Rangierkabel, Geräteverbindungskabel im SV und GV

Tafel ❷ Definition Klassen und Kategorien nach DIN EN 50173

Benennung	Bezeichnung	Verwendung
Klasse	A, B, C, D, E, F	Eigenschaften einer Übertragungsstrecke
Kategorie	(1, 2,) 3, 4, 5, 6 und 7	Eigenschaften einzelner Komponenten wie Kabel, Stecker, Kupplungen

Tafel ❸ Leistungsfähigkeit von Komponenten (Kategorien) und Übertragungsstrecken (Klassen)

Gruppe	Bandbreite	Anwendung
Kategorie 3	bis 16 MHz	Telefonie
Kategorie 5	bis 100 MHz	Datentechnik und Telefonie
Kategorie 6	bis 250 MHz	ATM LAN 1200 Mbit/s, 1000 BASE TX
Kategorie 7	bis 600 MHz	1000 BASE TX2
Linkklasse D	bis 100 MHz	alle heutigen Dienste
Linkklasse E	bis 250 MHz	ATM LAN 1200 Mbit/s, 1000 BASE TX
Linkklasse F	bis 600 MHz	1000 BASE TX2

die Begriffe „Klassen“ und „Kategorien“ eingeführt (Tafel ❷).
Durch die **Klassen** werden die Eigenschaften einer Übertragungsstrecke (Ende zu Ende) beschrieben. Mit **Kategorien** werden die Anforderungen an das Übertragungsmedium definiert, das aus den folgenden Komponenten besteht:

- Geräteanschlusskabel,
- Stecker,
- Rangierkabel,
- Installationskabel, usw.

Die Mindestanforderungen sind notwendig, um die Leistungsklassen zu erfüllen (Tafel ❸).
Eine Übertragungsstrecke nach Klasse D kann daher nur mit Komponenten der Kategorie 5 oder besser realisiert werden. Ist auch nur eine einzige Komponente der Übertragungsstrecke schlechter als Kategorie 5, ist die Eigenschaft der Klasse D dieser Übertragungsstrecke nicht erfüllt.

Übertragungsstrecke

Eine Übertragungsstrecke besteht im Allgemeinen aus den Komponenten Installationskabel, Stecker, Buchsen, Rangierkabel und Geräteanschlusskabel.

Installationskabel

Mindestanforderungen. Als Installationskabel wird heute mindestens ein Kabel mit ungeschirmten Leiterpaaren (UTP = unshielded twisted pair) verwendet, besser jedoch mit einem Gesamtschirm aus Folie und Geflecht (S-FTP). Optimale Übertragungseigenschaften bis hin zur Linkklasse E und F erreicht man nur mit STP-Kabeln. Bei diesem sind die Leiterpaare mit einer Folie geschirmt und enthalten zusätzlich noch einen Gesamtschirm (vielfach aus Geflechtmaterial) über alle Leiterpaare.
Twisted Pair. Der Begriff „twisted pair“ bedeutet verdrilltes Paar. Um elektromagnetische Störfelder, die von einem Leiterpaar ausgehen, zu unterdrücken, werden die Leiter miteinander verdrillt. Innerhalb des Kabelaufbaus befinden sich nun 4 verdrillte Paare, die sich hochfrequenztechnisch betrachtet wie Antennen verhalten. Sind alle Leiterpaare im gleichen Maße stark verdrillt, wären alle Antennen gleich lang und damit optimal aufeinander abgestimmt, d. h. die Kopplung zwischen den Paaren optimal. Daher muss die Verdrillung unterschiedlich stark ausgeprägt sein, um die Kopplung zu minimieren. Dieses hat entscheidenden Einfluss auf das Übersprechverhalten zwischen den Leiterpaaren.

Stecksysteme

Als Standard hat sich der RJ-45-Stecker und die entsprechende Buchse nach IEC 60603-7-5 etabliert. Dieses System stammt ursprünglich aus der Telefoniewelt und wird in der Anwendungsumgebung Datenkommunikation mit bis zu 250 MHz Arbeitsfrequenz förmlich vergewaltigt. Die Probleme Übersprechen, Rückflussdämpfung (ein Maß für die reflektierte Energie), Kontaktwiderstände und vieles mehr sind für die Klasse D noch beherrschbar. Für die Klasse E ergeben sich jedoch fast unüberwindbare Hürden. Höhere Linkklassen sind nur noch mit Stecksysteme zu erfüllen, die gerade noch RJ-45-Steckgesicht kompatibel sind, wie der GG-45 von Fa. Nexans oder der völligen Neuentwicklung Siemon Tera Vier-Kammer-Stecker.

Betriebssicherheit

Die Interoperabilität der Stecksysteme war auf der Grundlage der DIN EN 50173 aus dem Jahre 1995 gegeben. Dieses änderte sich mit der Ausgabe 2000 drastisch. Eine Konformitätsprüfung der Übertragungsstrecke nach Klasse E war nur möglich, wenn Buchse und Stecker exakt aufeinander abgestimmt waren. Sie mussten also vom gleichen Hersteller gefertigt werden. Das Ergebnis war ein geschlossenes System, was im krassen Widerspruch zum Ziel der universellen Verkabelung stand – nämlich Herstellerunabhängigkeit. Der Installateur hat in der Praxis jedoch keinen Einfluss auf die verwendete Buchse in der aktiven Netzwerkkomponente. Deshalb gilt seit dem Jahre 2002 wieder die Interoperabilität der Komponenten durch das so genannte **De-Embedded-Testing**. Jede Buchse muss mit den Kombinationen aus High-End-, Mid-Range- und Low-End-Stecker eine Verbindung der Kategorie 6 ergeben. Nur dann ist die Betriebssicherheit einer Übertragungsstrecke gegeben.

Literatur

[1] **DIN EN 50173-1:** Informationstechnik – Anwendungsneutrale Kommunikationskabelanlagen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Bürobereiche Ausgabe:2003-06 und DIN EN 50173-1 Berichtigung 1: Berichtigungen zu DIN EN 50173-1:2003-06. Ausgabe:2005-03.

Fortsetzung ep ELEKTRO PRAKTIKER

Twised-Pair-Anschlusstechnik