

Zeitschrift: Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 73 (1995)

Heft: 4

Artikel: Universelle Gebäudeverkabelung

Autor: Bischofberger, Toni

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875932>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 30.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Universelle Gebäudeverkabelung

Toni BISCHOFBERGER, Wetzikon

Zusammenfassung

Universelle Gebäudeverkabelung

Eine Gebäuderverkabelung lässt sich grundsätzlich in drei hierarchische Ebenen aufteilen. Die erste Ebene — die primäre Verkabelung — bildet das Transportmedium für den Anschluss an EDV- und Telecomdienste von ausserhalb eines Gebäudes. Die zweite Ebene — die sekundäre Verkabelung — verbindet die einzelnen Stockwerke eines Gebäudes miteinander und bildet das Rückgrat (Backbone) einer Gebäudeverkabelung. Die dritte Ebene — die tertiäre Verkabelung — erschliesst ab dem Stockwerkverteiler über die einzelnen Anschlussdosen den Arbeitsplatz. In der Normgebung unterscheidet man zwei Arten von Normierungen. In einem Bereich wird das Anlageverhalten einer Übertragungsstrecke definiert und in weiteren Normen die Produkte beschrieben. Die Ausführungen im Beitrag beschränken sich nur auf die Bereiche, welche in einem direkten Bezug zur universellen, strukturierten Gebäudeverkabelung stehen.

Résumé

Câblage de bâtiment universel

En principe, on peut subdiviser un câblage de bâtiment en trois niveaux hiérarchiques. Le premier niveau — appelé câblage primaire — constitue le support de transmission pour le raccordement aux services informatiques et Télécom des liaisons entrantes. Le deuxième niveau — appelé câblage secondaire — relie les divers étages d'un bâtiment et constitue l'épine dorsale (Backbone) d'un câblage de bâtiment. Le troisième niveau — appelé câblage tertiaire — aboutit aux diverses prises de raccordement des places de travail à partir du répartiteur d'étage. On fait une distinction entre deux genres de normalisation. Dans l'un des domaines, on définit le comportement de l'installation d'une section de transmission et dans d'autres normes les produits en question. Les explications du présent article se limitent aux domaines directement liés au câblage universel et structuré du bâtiment.

Riassunto

Cablaggio universale di edifici

Il cablaggio degli edifici può essere fondamentalmente suddiviso in tre livelli gerarchici. Il primo livello — il cablaggio primario — costituisce il mezzo di trasporto per l'allacciamento ai servizi Telecom e EED dall'esterno dell'edificio. Il secondo livello — il cablaggio secondario — assicura il collegamento dei singoli piani di un edificio e costituisce la spina dorsale (backbone) del cablaggio di un edificio. Il terzo livello — il cablaggio terziario — collega i posti di lavoro a partire dal distributore per piani attraverso le singole prese. In questo contesto si fa la distinzione fra due tipi di normalizzazione. Nel primo sono contenute le caratteristiche della tratta di trasmissione, nel secondo le caratteristiche dei prodotti. L'autore si limita a presentare i settori che sono in relazione diretta con il cablaggio universale, strutturato degli edifici.

Summary

The universal cabling of buildings

There are basically three levels in the hierarchy of cabling a building. The first level — primary cabling — forms the transportation medium for connection to EDP and telecom services coming from outside a building. The second level — secondary cabling — connects the individual floors of a building to one another and forms the backbone of a building's cabling. The third level — tertiary cabling — provides connection from the floor distributor to the workplace via the individual sockets. When standardizing there are two different kinds of standards. One set of standards defines the functional behavior of a transmission route and products are described in another set of standards. This article is confined to those areas which have a direct bearing on the universal, structured cabling of buildings.

Konzept der universellen, strukturierten Verkabelung

Figur 1 zeigt die grundsätzliche Aufteilung eines Verkabelungssystems in drei hierarchische Ebenen:

- die primäre Verkabelung
- die sekundäre Verkabelung
- die tertiäre Verkabelung

Die primäre Verkabelung

Die primäre Verkabelung besteht in der Regel aus drei verschiedenen Kabeltypen:

- Bei neueren grossen Geschäftsgebäuden aus Mehrmoden- und/oder Einmoden-LWL-Kabel, welche EDV-Dienste aus privaten Netzwerken oder Telecomdienste aus den öffentlichen Netzen übertragen.

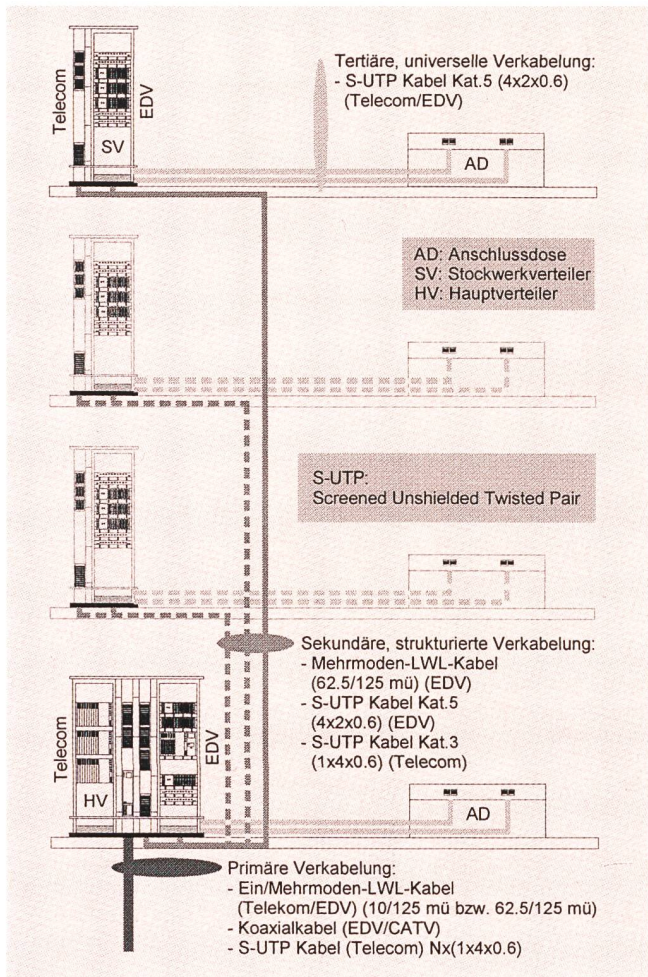


Fig. 1 Universelle, strukturierte Gebäudeverkabelung bei sehr grossen Gebäuden mit dominanter Telecom-Vernetzung

- Bei älteren Netzwerken werden EDV-Dienste zwischen Gebäuden und innerhalb Werkanlagen auch über Koaxialkabel übertragen. Die TV-Programmverteilung beruht heute noch auf Koaxialkabelnetzen.
- In den meisten Fällen werden die Telecomdienste auch heute noch über paarsymmetrische Mehrfachkabel analog übertragen.

Die sekundäre Verkabelung

Die sekundäre Verkabelung wird, je nach Anforderung, mit paarsymmetrischen Kabel und mit Mehrmoden-LWL-Kabel realisiert. Für die Übertragung werden, aufgrund der relativ geringen Datenrate, oft S-UTP-Mehrfachkabel der Kategorie 3 verwendet, die kostengünstiger sind und weniger Raum in den Steigzonen einnehmen.

Bei grossen Gebäudekomplexen mit einigen hundert Telefonanschlüssen bringt eine klare Gliederung in Telecom- und EDV-Dienste bereits in der Planungs- und Realisierungsphase, mit Bestimmtheit aber während der ganzen Unterhaltsdauer des Netzwerkes Vorteile. Wie in der Figur 1 skizziert und in den Figuren 2 und 3 im Detail ersichtlich, lassen sich sowohl die passiven (Steckfelder) wie die aktiven (TVA, HUB)

Übertragungselemente in einer übersichtlichen Anordnung gliedern.

Für die EDV-Übertragung werden je nach Nutzungsgrad Mehrmoden-LWL-Kabel oder paarsymmetrische Kabel für hohe Datenraten eingesetzt. In dieser sekundären Ebene spricht man auch von strukturierter Gebäudeverkabelung, da in den meisten Anwendungsfällen die EDV- und Telecomdienste getrennt in verschiedenen Kabeltypen übertragen werden.

Die tertiäre Verkabelung

Die tertiäre Verkabelung wird in der Regel mit paarsymmetrischen Kupferkabel ausgeführt. In Ausnahmefällen wird aber bereits heute Mehrmoden-LWL-Kabel bis zum Arbeitsplatz installiert. Anwendungen im Multimedienbereich, bei welchen ein «On-line»-Betrieb erforderlich sein kann, sind Bandbreite und Übertragungslänge Kriterien, die den Lichtwellenleiter unumgänglich machen können.

Je nach Arbeitsplatzbedürfnissen werden pro acht Quadratmeter Bürofläche drei bis vier Anschlussdosen eingeplant. In diesem Abschnitt der Verkabelung wird der grösste Anteil Kabel verlegt. Eine sorgfältige Planung der tertiären Verkabelung wird sich vor allem bei späterer Änderung oder Systemwechsel auszahlen. Das Konzept der universellen Gebäudeverkabelung auf der tertiären Ebene beruht auf einem Einheitskabel- und Einheitssteckertyp, der RJ45-Steckverbindung und dem vierpaarigen symmetrischen Kupferkabel. Auf dem Verteilerfeld des Stockwerkverteilers wird entschieden, welcher EDV- und Telecomdienst einem bestimmten tertiären Kabel zugeordnet wird. Dies geschieht durch eine flexible Verbindung

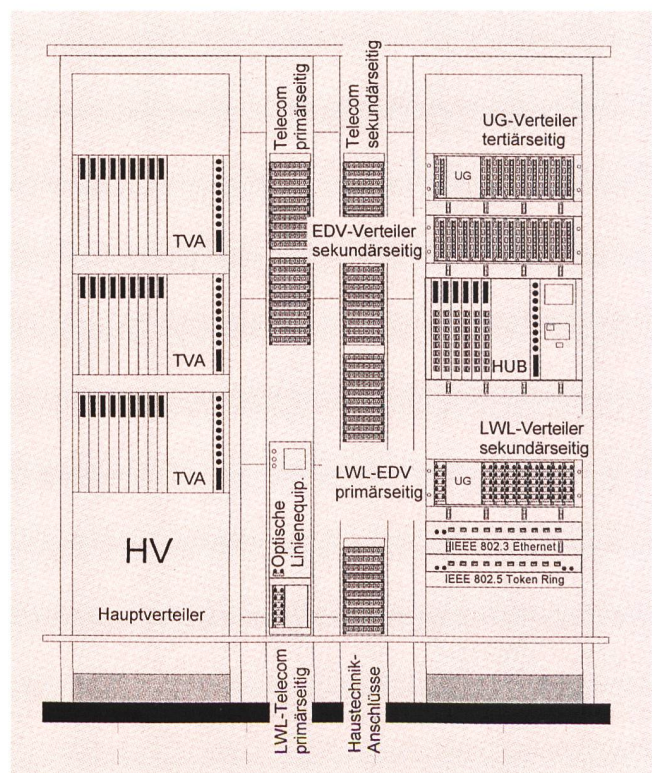


Fig. 2 Hauptverteiler bei sehr grossen Gebäuden mit dominanter Telecom-Vernetzung

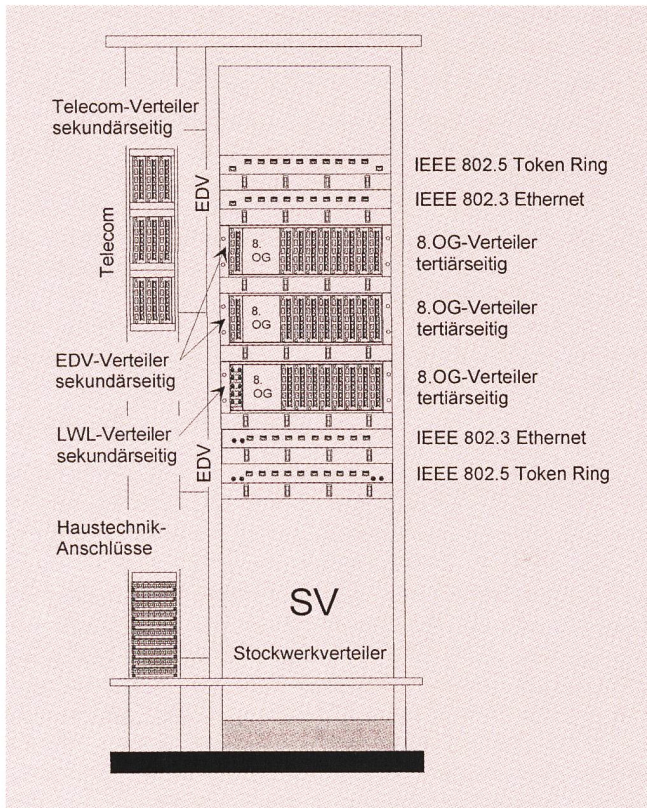


Fig. 3 Stockwerkverteiler bei sehr grossen Gebäuden mit dominanter Telecom-Vernetzung

am Stockwerkverteiler. Bei Grossanlagen im EDV-Bereich sind Konzentratoren und Mehrfachzugriffseinheiten bereits auf der Stockwerksebene anzutreffen. Die Zuordnung der verschiedensten Dienste ist in den Figuren 4 und 5 nochmals für eine Grossanlage veranschaulicht.

Sicherheit durch codierbare Steckverbindungen

Die Rangierkabel am Verteiler sowie die Anschlusskabel an der Arbeitsplatzanschlussdose werden zur besseren Kennzeichnung der übertragenen Dienste mit farbigen aufrastbaren Knickschutztüllen versehen. Zum Schutze der Übertragungsprotokolle gegen falsches Aufschalten ist eine einfache, nachträglich aufrastbare Codierung vorteilhaft.

Als Beispiel seien hier die «ISDN»- und «Ethernet»-Anwendungen erwähnt. «Ethernet» verwendet die Kontakte 1 und 2, «ISDN» verwendet diese beiden Kontakte ebenfalls für Power Source 3. Es besteht also die Möglichkeit, dass eine «Ethernet»-Tranceiverkarte durch versehentliches falsches Einstecken zerstört werden kann. Aber auch wenn anstelle eines «Token-Ring»-Terminals fälschlicherweise ein Faxgerät angeschlossen wird, können Probleme entstehen. Durch moderne Netzwerkmanagementsysteme werden solche Fehler meistens frühzeitig erkannt, so dass weiter reichende Schäden verhindert werden können.

Die Anschlussdosen wie die Verteilermodule lassen sich nachträglich durch eine aufsteckbare Halterung mit Codierkulissee sehr einfach codieren. Der Installa-

teur oder der zuständige Netzwerkverantwortliche kann, nachdem er einen bestimmten Anschluss auf dem Verteiler umgesteckt hat, die Codierkulissee drehen und dem entsprechenden Anschlusskabel oder Rangierkabel die passende Steckerkodierung aufsnappen. Zur einfachen Identifikation sind die vier verschiedenen Codierungen mit jeweils einer Farbe gekennzeichnet. Die Fig. 6 zeigt musterhaft die Anschlussdosencodierung.

Verkabelung und Verteilung bei grossen und mittelgrossen Gebäuden

Bei sehr grossen Gebäuden ist es immer zweckmässig und auch wirtschaftlich, die EDV- und Telecomdienste in der sekundären Ebene getrennt zu verkabeln. Daher werden die Hauptverteiler (HV) für EDV-Anwendungen in 19"-Technik und für Telecomanwendungen in der herkömmlichen LSA-Leisten-Technik ausgeführt (Fig. 1 und 2). Ist die Dominanz der Telecomdienste nicht so ausgeprägt, so können beide Dienstarten (EDV/Telecom), basierend auf dem RJ-45-Steckverbinder-System, in 19"-Verteilern integriert werden. Die Figuren 7, 8 und 9 legen diese Realisierungsvariante dar.

Die klare Gliederung des Verteilerfeldes und die Zuordnung der Dienste sind aus den Figuren 10 und 11 zu ersehen. Der Verteiler ist in zwei Teilbereiche aufgeteilt, einen tertiären und einen sekundären Teil. Der tertiäre Verteilerteil stellt die Verbindung zu den Arbeitsplatzanschlussdosen, dem universellen Verkabelungsbereich, her. Mit dem S-UTP-Kabel Kategorie 5 wird eine breitbandige Übertragungsstrecke aufgebaut, welche den Anforderungen der heutigen und zukünftigen EDV- und Telecomdienste genügt. Der

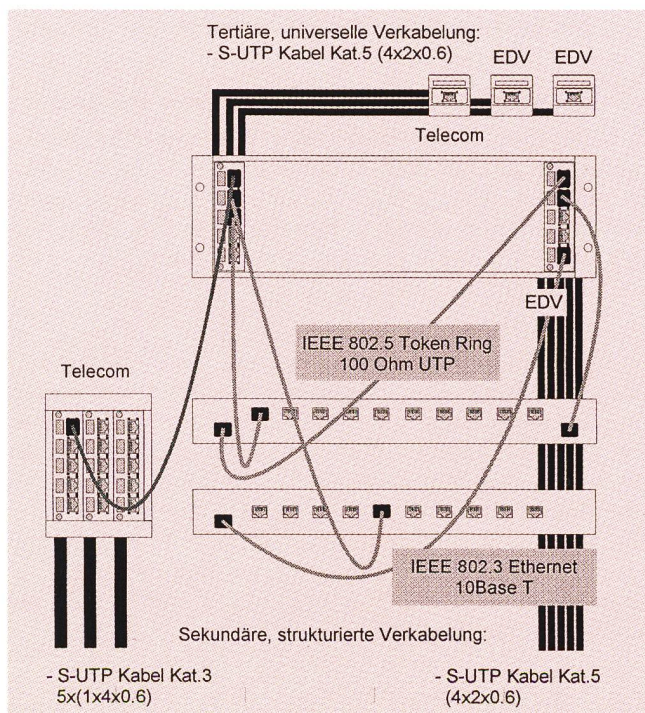


Fig. 4 Elektrisches Verteilerfeld im Stockwerkverteiler mit universeller Aufschaltmöglichkeit zur Arbeitsplatzanschlussdose

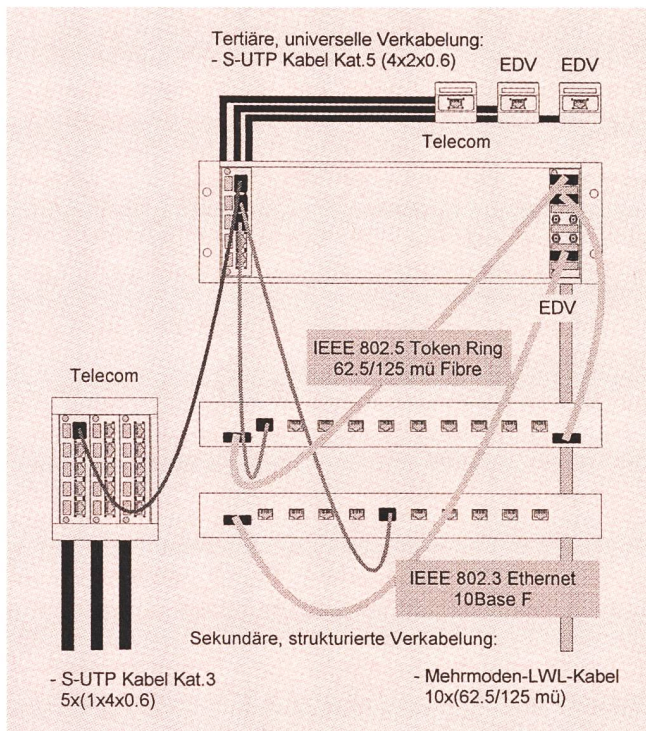


Fig. 5 Elektrisches und optisches Verteilerfeld im Stockwerkverteiler mit universeller Aufschaltmöglichkeit zur Arbeitsplatzanschlussdose

sekundäre Verteilerteil stellt die Verbindung zwischen Stockwerkverteiler und Hauptverteiler, das heißt dem universellen, strukturierten Verkabelungsbereich, her. Ein beispielsweise «Ethernet»-Protokoll wird durch ein S-UTP-Kabel Kategorie 5 (Fig. 10 oder 11) übermittelt, ein «Token-Ring»-Protokoll wird beispielhaft durch ein LWL-Kabel (Fig. 11) übertragen, und die Telecomdienste werden durch S-UTP-Mehrfachkabel Kategorie 3 (Fig. 10 oder 11) übermittelt.

Verkabelung und Verteilung bei kleinen Gebäuden

Bei kleineren, häufig gewerblich genutzten Gebäuden mit maximalen Übertragungsdistanzen unter 100 Meter kann in den meisten Fällen von Stockwerkverteilern abgesehen werden. Ein zentraler Hauptverteiler (HV) in 19"-Technik, welcher sowohl die EDV- wie die Telecomdienste verteilt, genügt (Fig. 12).

Das Beispiel zeigt auch, wie eine ISDN-BUS-Verkabelung mit einer universell genutzten Verkabelung einhergehen kann. Besonders in Kleinbetrieben genügt oftmals eine «Stand-alone»-Lösung für die EDV-Dienste. ISDN als Telecomdienst bietet aber auch die vielfältigsten Möglichkeiten, sich an externe Datenbanken und Dienstleistungen anzuschließen. Die Figuren 13 und 14 zeigen beispielhaft, wie in kleinen Unternehmen auf einfachste Weise Telecom- und EDV-Dienste über ISDN-BUS-Verkabelung und universelle Verkabelung genutzt werden können.

Erdungskonzept bei der Verwendung geschirmter Kabel

Es gibt kein Konzept, welches den niederfrequenten und den hochfrequenten, sprich auch analogen oder

digitalen Gegebenheiten einer Übertragungsstrecke vollkommen Rechnung trägt. Man teilt daher das Konzept in die folgenden Anwendungsbereiche ein:

- Konzept der Baumstruktur: durchgängige Abschirmung mit zentralem Erdungspunkt, analoger Telecombereich
- Konzept der Stammstruktur: durchgängige Abschirmung mit dezentralen Erdungspunkten bis zu den Stockwerkverteilern, digitaler EDV-Telecombereich
- Konzept der Maschenstruktur: durchgängige Abschirmung mit dezentralen Erdungspunkten bis zu den Anschlussdosen, digitaler EDV-Telecombereich

Die drei Konzeptvarianten

Konzept der Baumstruktur

Die Eigenschaften dieses Konzepts beruhen auf einer durchgängigen Kabelabschirmung, die nur an einer Stelle des Gebäudes, dem zentralen Erdungspunkt, geerdet ist (Fig. 15). Diese Art der Erdung ist gut geeignet für tiefe Übertragungsfrequenzen bis etwa 2 MHz, das heißt für analoge Telecomanwendungen, deren Endgeräte keinen Netzanschluss (einfachste Telefonapparate) haben oder deren Netzanschluss keinen Schutzleiter (PE: protecting earth) aufweist. Durch die isolierte Montage der Verteiler werden keine systemfremden Schirmströme induziert. Eine klare Trennung der Betriebserde (OE: operating earth) der Telecomanlagen von den Schutzleitern des Starkstromnetzes verhindert die Erdschlaufenbildung.

Konzept der Stammstruktur

Die Eigenschaften dieses Konzepts beruhen auf einer durchgängigen Kabelabschirmung, die in jedem Stockwerkverteiler des Gebäudes, den dezentralen Erdungspunkten, geerdet ist (Fig. 16). Bei dieser Ausführungsform ist die tertiäre Kabelabschirmung nur auf der Seite des Stockwerkverteilers geerdet. Diese Art der Erdung ist gut geeignet für Übertragungsfrequenzen bis etwa 20 MHz, das heißt für digitale EDV-Telecom-Anwendungen mit Bitraten bis 10 Mbit/s. Systemfremde Schirmströme werden in den dezentralen Erdungspunkten abgeleitet. Eine klare Trennung der Betriebserde (OE: operating earth) der digitalen Telecomanlagen von den Schutzleitern des

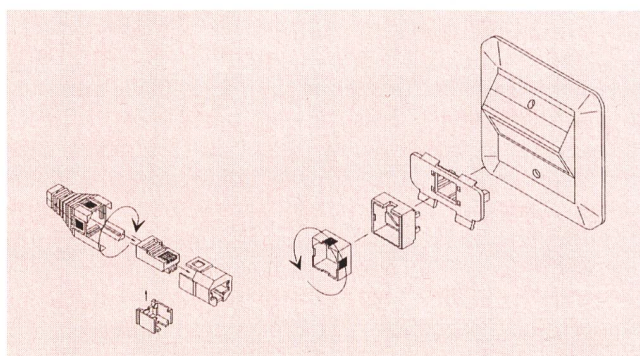


Fig. 6 Ausführungsform der nachrüstbaren Codierung für die Arbeitsplatzanschlussdose und das Verteilerfeld

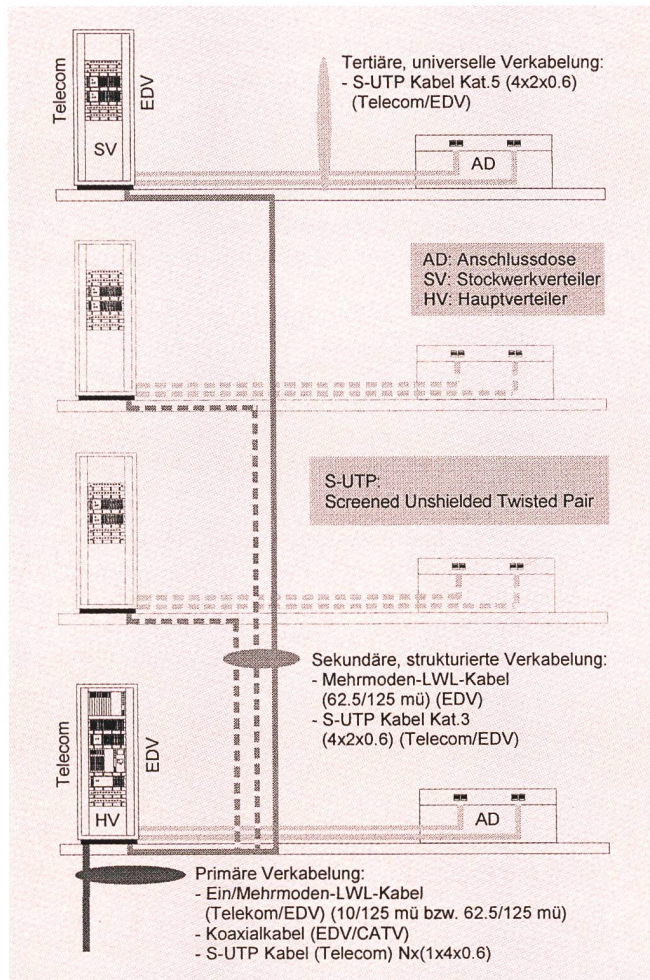


Fig. 7 Universelle, strukturierte Gebäudeverkabelung bei grossen Gebäuden mit EDV- und Telecom-Vernetzung

Starkstromnetzes ist nach wie vor gewährleistet. Der Erdschlaufenbildung bei digitalen EDV-Anwendungen wird durch kapazitive Entkopplung (Auftrennung des Schirms) entgegengewirkt. Durch die dezentralen Erdungspunkte wird eine grossflächige Schleifenbildung, auch bei einem allfälligen Zusammenschalten von Kabelabschirmung und Schutzleiter, vermieden.

Konzept der Maschenstruktur

Die Eigenschaften dieses Konzepts beruhen auf einer durchgängigen Kabelabschirmung, die in jedem Stockwerkverteiler wie an jeder Anschlussdose des Gebäudes, den dezentralen Erdungspunkten, geerdet ist (Fig. 17). Bei dieser Ausführungsform ist die Kabelabschirmung jedes Kabelabschnittes, sei es im tertiären wie im sekundären Bereich, auf beiden Seiten geerdet. Diese Art der Erdung ist nach Hochfrequenzprinzipien ausgelegt und gut geeignet für Übertragungsfrequenzen bis über 100 MHz, das heisst für digitale EDV-Telecom-Anwendungen, wie CDDI- oder ATM-Protokolle. Schirmströme werden bewusst geduldet. Die starke Maschenwirkung der dezentralen Erdungspunkte (ground plane effect) verhindert einen grossflächigen Störeinfluss.

Erdungskonzept bei analogen Telecomanwendungen (Baumstruktur)

Die Fig. 18 zeigt, wie das Erdungskonzept bei einer analogen Telecom-Gebäudeverkabelung für Übertragungsfrequenzen unter 2 MHz aussieht. Die Schutzerdung dient vorwiegend dem Personenschutz. Einfache Telefonendgeräte werden über das Kabel direkt aus der Telefonvermittlungsanlage (TVA) oder Telecomamtszentrale gespeisen. In diesem Fall haben die Geräte keinen Schutzleiteranschluss. Komforttelefongeräte, Faxgeräte und Modem, welche wegen ihres Energieverbrauchs nicht mehr direkt vom Amt gespeisen werden können, sind an das Starkstromnetz angeschlossen und haben, mit Ausnahme der netzadaptergespeisten Endgeräte, einen Schutzleiteranschluss.

Das Speisekabel weist somit einen Schutzleiter (PE: protecting earth) auf. Telecomnetzwerke werden an einem zentralen Punkt, meist am Hauptverteiler, über einen Erdleiter (EC: earth conductor) baumförmig geerdet. Über den Kabelschirm werden weitere Verteiler sternförmig untereinander an die sogenannte Betriebs Erde (OE: operating earth) angeschlossen. Durch impedanzarme Verbindungen der Kabelabschirmung wird der Schirm auf seiner ganzen Länge auf dem Erdpotential gehalten. Fig. 19 zeigt das Erdungsschema für analoge und digitale ISDN-(128 kbit/s-)Telecomanwendungen einer universellen, strukturierten Gebäudeverkabelung.

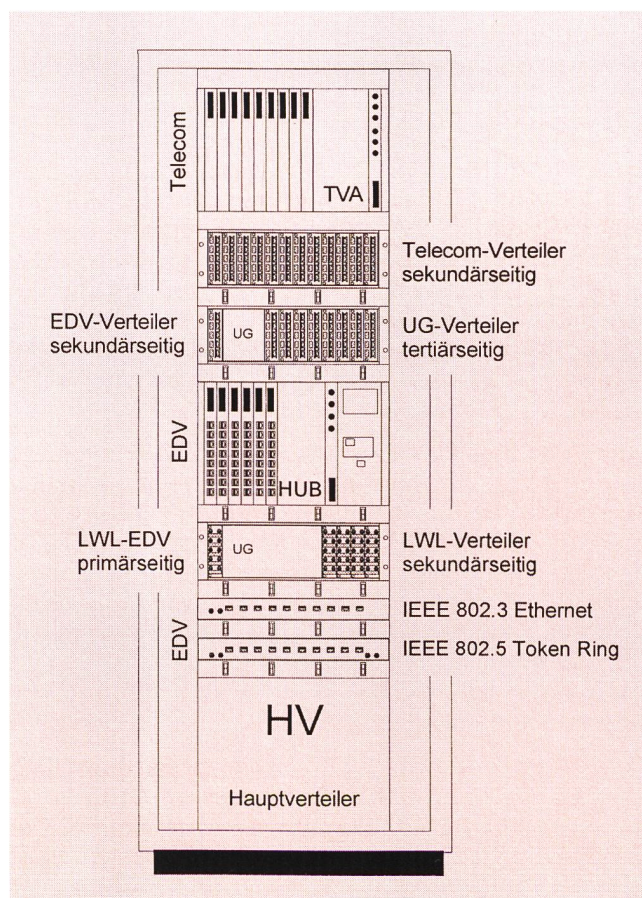


Fig. 8 Hauptverteiler bei grossen Gebäuden

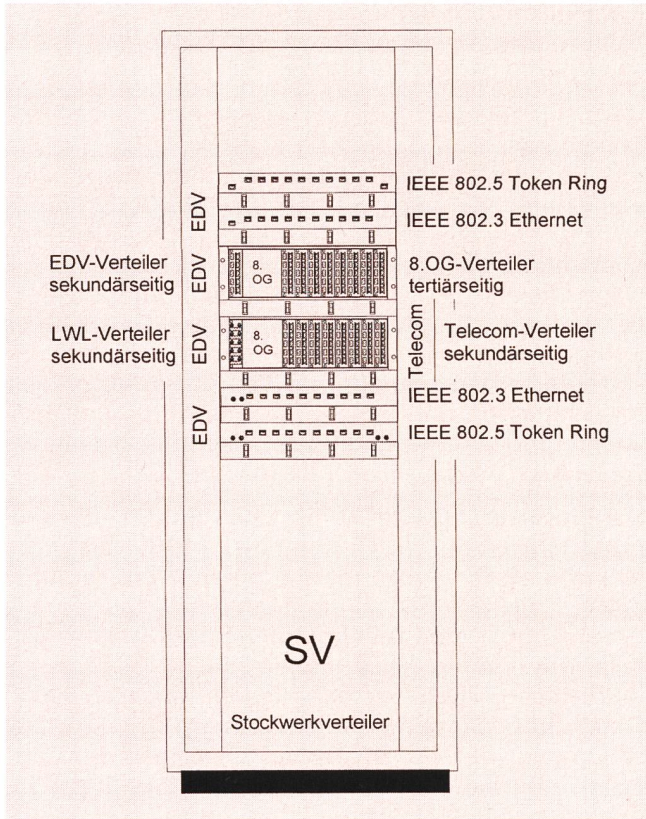


Fig. 9 Stockwerkverteiler bei grossen Gebäuden

Erdungskonzept bei digitalen EDV-Telecom-Anwendungen

Beispiel zur Stammstruktur

Figur 20 zeigt, wie das Erdungskonzept bei einer digitalen EDV-Telecom-Gebäudeverkabelung für Übertragungsfrequenzen bis 20 MHz aussieht. Die Schutz-erde dient vorwiegend dem Personenschutz. EDV-Endgeräte wie etwa Terminals und Workstations haben einen Starkstromnetzanschluss mit Schutzleiter (PE: protecting earth). EDV-Netzwerke werden an dezentralen Erdungspunkten über Erdleiter (EC: earth conductor) stammförmig geerdet.

Durch das strukturierte Verkabelungskonzept können EDV- und Telecom-Anwendungen getrennt bis zu den Stockwerkverteilern geführt werden. Im Bereich der tertiären Verkabelung ist die Kabelabschirmung nur einseitig geerdet. Figur 21 zeigt, wie das Erdungsschema für digitale EDV-Telecom-Anwendung (EDV: 10 Mbit/s, Telecom: ISDN 2 Mbit/s) einer universellen, strukturierten Gebäudeverkabelung aussieht.

Beispiel zur Maschenstruktur

Figur 22 zeigt, wie das Erdungskonzept bei einer digitalen EDV-Telecom-Gebäudeverkabelung für Übertragungsfrequenzen bis über 100 MHz aussieht. Im Gegensatz zur Stammstruktur wird bei Maschenstruktur auch die Anschlussdose geerdet, das heisst, bei der tertiären Verkabelung ist die Kabelabschirmung ebenfalls beidseitig geerdet.

Figur 23 zeigt, wie das Erdungsschema für digitale EDV-Telecom-Anwendung (EDV/CDDI: 100Mbit/s und Telecom/ATM: 155 Mbit/s) einer universellen, strukturierten Gebäudeverkabelung aussehen kann.

Stand der internationalen Normierung

Das folgende Kapitel verschafft einen Überblick über den heutigen Stand der internationalen Normierung im Bereich der universellen, strukturierten Gebäudeverkabelung. Die Ausführungen in diesem Kapitel sind als Momentaufnahme zu verstehen. Anpassungen, Erweiterungen und Erneuerungen werden — falls notwendig — durch die internationalen Normierungsgremien vorgenommen und beschlossen. Grundsätzlich unterscheidet man zwei Arten von Normierungen:

- Normen, die das Anlageverhalten einer Übertragungsstrecke definieren, und
- Normen, welche die Produkte der Übertragungsstrecke beschreiben.

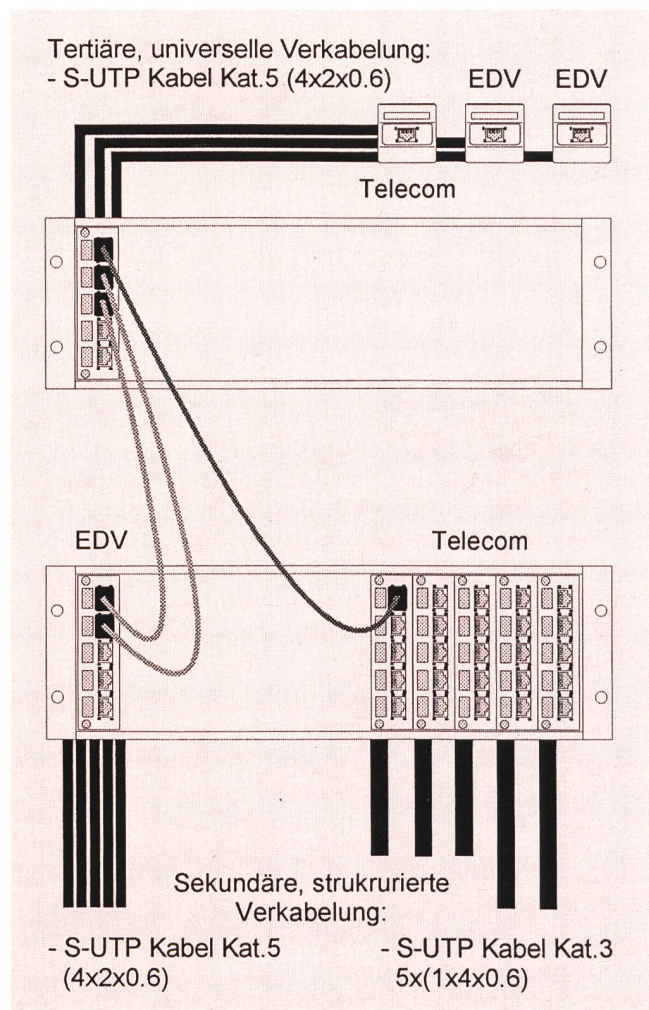


Fig. 10 Elektrisches Verteilerfeld im Stockwerkverteiler mit universeller Aufschaltmöglichkeit zur Arbeitsplatzanschlussdose

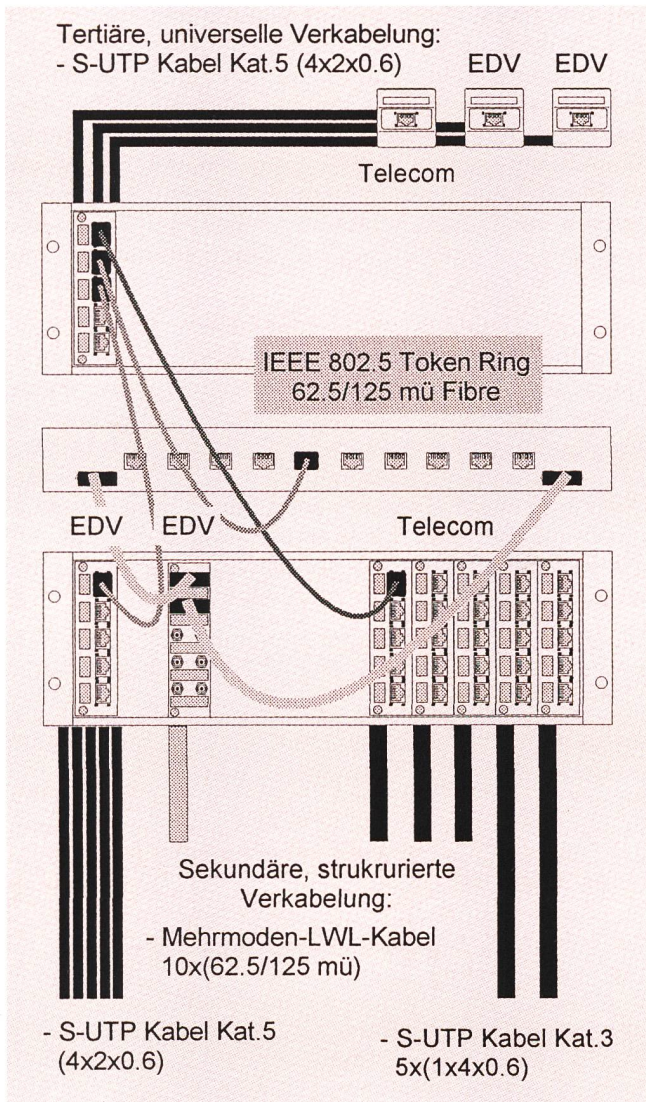


Fig. 11 Elektrisches und optisches Verteilerfeld im Stockwerkverteiler mit universeller Aufschaltmöglichkeit zur Arbeitsplatzanschlusdose

Produktenormen definieren dimensionale, umwelt- und übertragungstechnische Größen. Anlagennormen legen die schnittstellenspezifischen und übertragungstechnischen Größen fest.

Die internationale Normierung setzt dazu ganz klare Unterscheidungskriterien:

1. Anlageverhalten einer 100 Ohm paarsymmetrischen Übertragungsstrecke (Fig. 24)
2. Produktnorm eines 100 Ohm paarsymmetrischen Kabels (Fig. 25)
3. Produktnorm eines 100-Ohm-Anschlusselementes (Fig. 26)

Aus der Vielzahl von Normen werden nur diejenigen ausgewählt, die in einem direkten Bezug zur universellen, strukturierten Gebäudeverkabelung stehen. Es werden nicht nur bereits gültige Normen, sondern auch Normentwürfe, die in absehbarer Zeit Gültigkeit erlangen, in diesem Kapitel dargelegt. Zu diesem Zweck werden die Normen in die folgenden drei Gruppen unterteilt:

1. Normen, die das Anlageverhalten der Übertragungsstrecke und die Spezifikationen der Kabel und Anschlusselemente definieren.
2. Normen, die sich mit dem Thema der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) der Anlage und den Produkten befassen.
3. Normen, welche die wichtigsten Netzwerkprotokolle beschreiben.

Normen legen Anforderungen fest, denen Produkte und Anlagen genügen müssen, wenn sie die einschlägigen Spezifikationen erfüllen sollen. Normen an sich haben aber keine Rechtskraft! Wenn sich Anwender und Lieferant gemeinsam auf normenkonforme Produkte und Anlagen berufen, so hat die bilaterale Vereinbarung dennoch ihre Wirkung, sei es in der Qualitätssicherung, in der Schnittstellenkompatibilität und auf dem Weg zu offenen Systemen.

In bestimmten Anwendungsgebieten dienen aber Normen als Grundlage für staatliche Gesetze und Verordnungen. Dies trifft dann zu, wenn die Einhaltung einer Norm von öffentlichem Interesse ist.

Bei einer universellen, strukturierten Gebäudeverkabelung ist die Abstrahlung von hochfrequenten, elektromagnetischen Störungen ein solches Gebiet. Ein

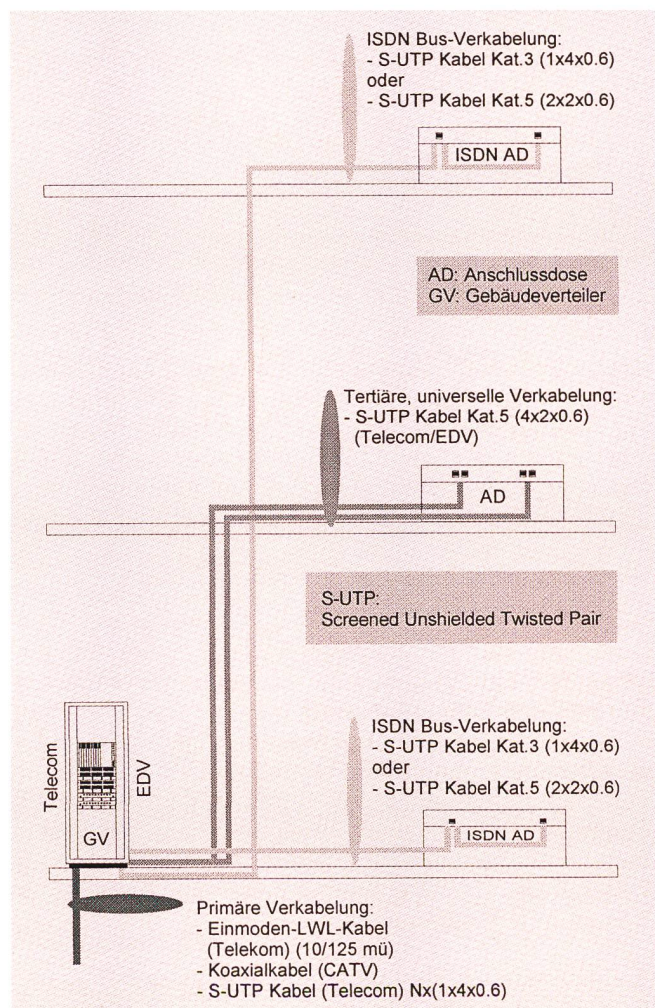


Fig. 12 Universelle, strukturierte und S-BUS-Gebäudeverkabelung bei kleinen Gebäuden mit EDV- und Telecom-Vernetzung

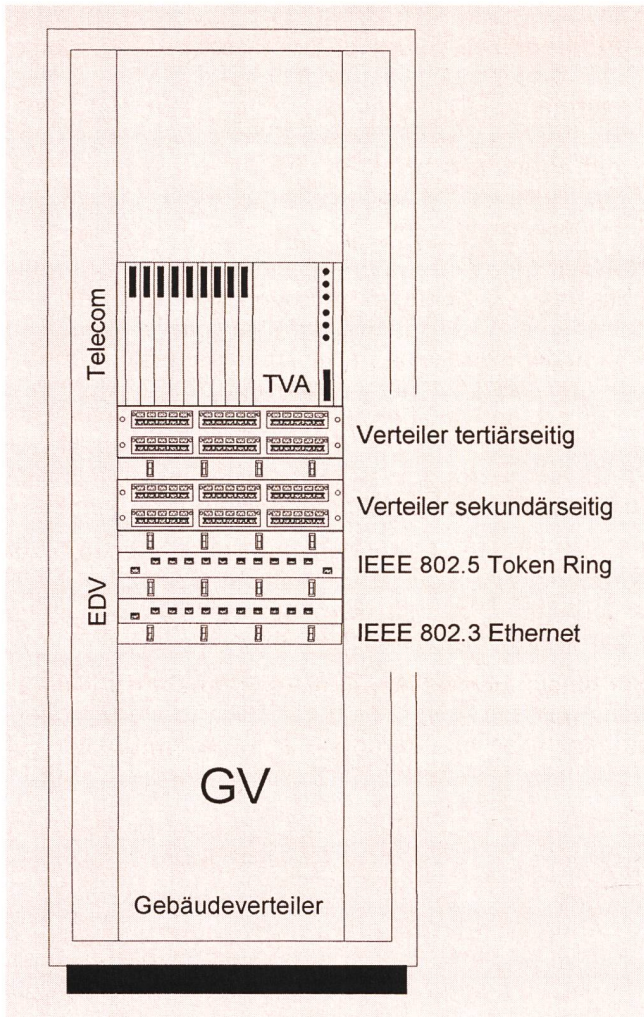


Fig. 13 Gebäudeverteiler bei kleinen Gebäuden mit universeller und S-BUS-Vernetzung

ungestörter Radio-/Fernsehempfang und Funkverkehr sind von öffentlichem Interesse. Daher sind in fast allen Staaten Vorschriften und Verordnungen vorhanden, welche die erlaubten Störgrenzwerte festlegen. Solche gesetzlich verankerten Regelungen stützen sich in den meisten Fällen auf internationale Normen.

Historischer Hintergrund zur Normierung des Übertragungsverhaltens

Grundlage der für universelle Gebäudeverkabelung geltenden Normen ist der internationale Normentwurf ISO/IEC DIS 11801 (Draft International Standard). Ausgehend von den US-Normen hat ein gemeinschaftliches, technisches Komitee ISO/IEC JTC 1/SC25 «Interconnection of Information Technology Equipment» einen internationalen Entwurf ausgearbeitet, welcher jetzt zur internationalen Abstimmung vorliegt. Die Tabellen 1 und 2 fassen die historischen Dokumente zusammen.

Anforderung an eine Übertragungsstrecke

Dieser Abschnitt stützt sich auf das Kapitel 6 (Link Performance) des ISO/IEC DIS 11801 (Draft International Standard). Die Figur 27 verdeutlicht die Definition einer Übertragungsstrecke im Zusammenhang mit ei-

ner universellen, strukturierten Gebäudeverkabelung. Zur Strecke gehört die gesamte Verbindung (Kabel und Anschlüsselemente) zwischen den zwei aktiven Geräten, mit Ausnahme der Anschlusskabel. Die Rangierkabel sind Bestandteil der Übertragungsstrecke. Die Anschlusskabel sind Bestandteil der aktiven Geräte. Bei Grossanlagen erstreckt sich die Übertragung gerade von der Anschlussdose bis zum Stockwerkverteiler. Die Figur 27 gibt den allgemeinsten Fall wieder.

Die Übertragungsstrecke wird durch fünf Anwendungsbereiche (vier elektrische und ein optischer) klassifiziert. Das wichtigste Unterscheidungsmerkmal dieser Klassen ist die erforderliche Übertragungsbandbreite oder Bitrate. In der Tabelle 3 sind die Klassen zusammengestellt. Bei der elektrischen Klasseneinteilung wird vorausgesetzt, dass eine Übertragungsstrecke einer bestimmten Klasse alle Anwendungen der tieferen Klasse unterstützt, das heisst D ist die höchste, A ist die niedrigste Klasse.

Die zu den verschiedenen Anwendungsklassen definierten Reichweiten sind in der Tabelle 4 aufgelistet.

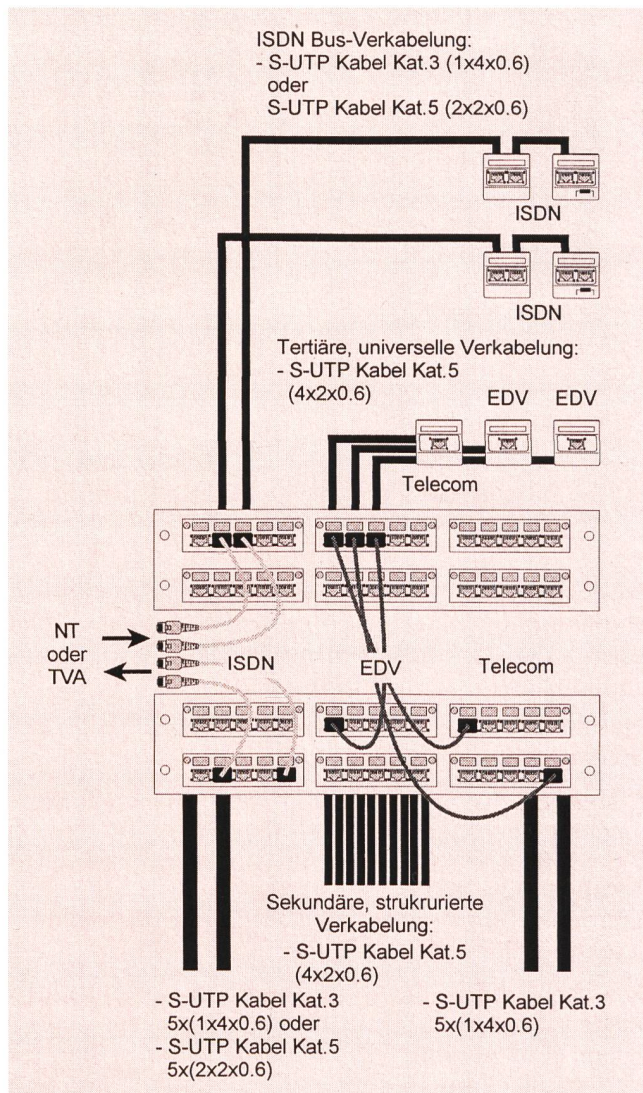


Fig. 14 Elektrisches Verteilerfeld im Gebäudeverteiler mit universeller und S-BUS-Aufschaltmöglichkeit zur Arbeitsplatzanschlussdose

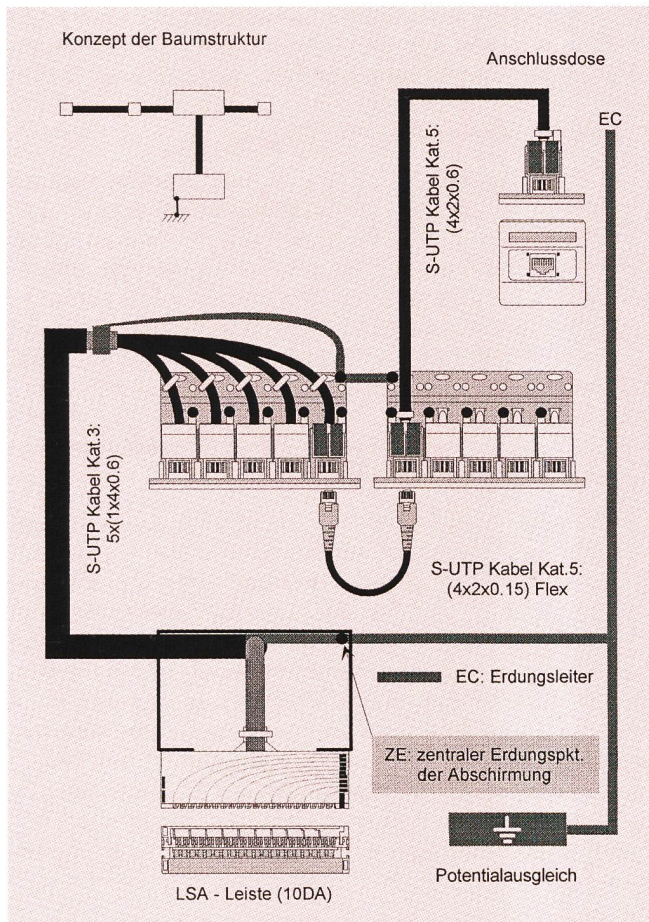


Fig. 15 Erdungskonzept der Baumstruktur, analoger Telecom-Bereich

Anforderung an eine 100 Ohm paarsymmetrische Übertragungsstrecke

Im folgenden werden die für die paarsymmetrische Übertragung wichtigsten Parameter vorgestellt.

A. Schleifenwiderstand

Der Schleifenwiderstand (DC loop resistance) ist der Gleichstromwiderstand eines Aderpaares. Wobei an einem Ende der Übertragungsstrecke das Aderpaar kurzgeschlossen und am anderen Ende der Gleichstromwiderstand der Leitung gemessen wird (IEC 189-1, Abschnitt 5.1). Die Tabelle 5 legt die Maximalwerte für den Schleifenwiderstand fest.

B. Wellenimpedanz

Die Wellenimpedanz (Z: characteristic impedance) einer paarsymmetrischen Leitung ist der Betrag des Verhältnisses von Spannungs- und Stromwelle auf der Leitung. Für Übertragungsstrecken der Klasse A ist keine nominelle Wellenimpedanz definiert. Sie ist im Frequenzbereich der Klasse A stark frequenzabhängig. Für Übertragungsstrecken der Klassen B, C und D ist die Wellenimpedanz in Tabelle 6 definiert.

Der Verlauf der Wellenimpedanz als Funktion der Frequenz für eine 100 Meter lange Übertragungsstrecke ist in der Figur 28 musterhaft dargestellt.

C. Dämpfung

Die Dämpfung (ATT: attenuation) einer Übertragungsstrecke ist ein Maß für den Verlust an Signalleistung entlang der Strecke, daher auch der Ausdruck «Längsdämpfung». Die Tabelle 7 spezifiziert die Dämpfungswerte für die vier Anwendungsklassen. Eine Dämpfung von beispielsweise 3 dB entspricht einem Verlust von 50 % der eingekoppelten Signalleistung (oder 29,2 % der eingespeisten Signalspannung).

Der Verlauf der Dämpfung als Funktion der Frequenz für eine 100 Meter lange Übertragungsstrecke ist in der Figur 29 musterhaft dargestellt.

D. Nahnebensprechdämpfung

Die Nahnebensprechdämpfung spezifiziert den relativen Betrag an eingekoppelter Signalleistung von einer paarsymmetrischen Leitung auf eine benachbarte Leitung, daher auch der Ausdruck «Querdämpfung». Nahnebensprechen (NEXT: near end crosstalk) bedeutet, dass sich der Sender der eingekoppelten Signalleistung, wie der Empfänger, zur Messung des Nahnebensprechsignals, am gleichen Ende der Übertragungsstrecke befindet. Die Tabelle 8 spezifiziert die Nahnebensprechwerte für die vier Anwendungsklassen.

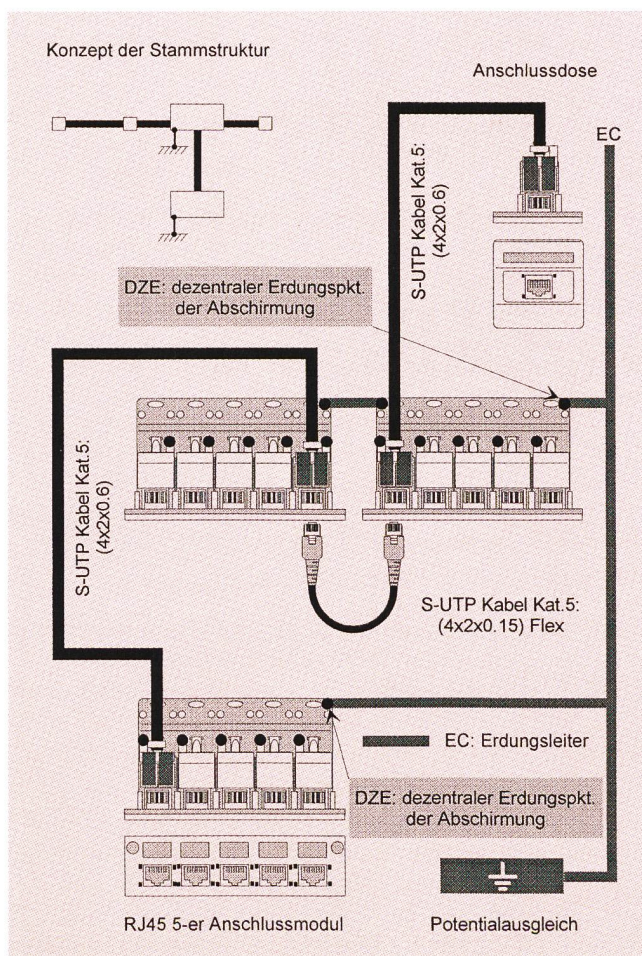


Fig. 16 Erdungskonzept der Stammstruktur, EDV-Telecom-Bereich

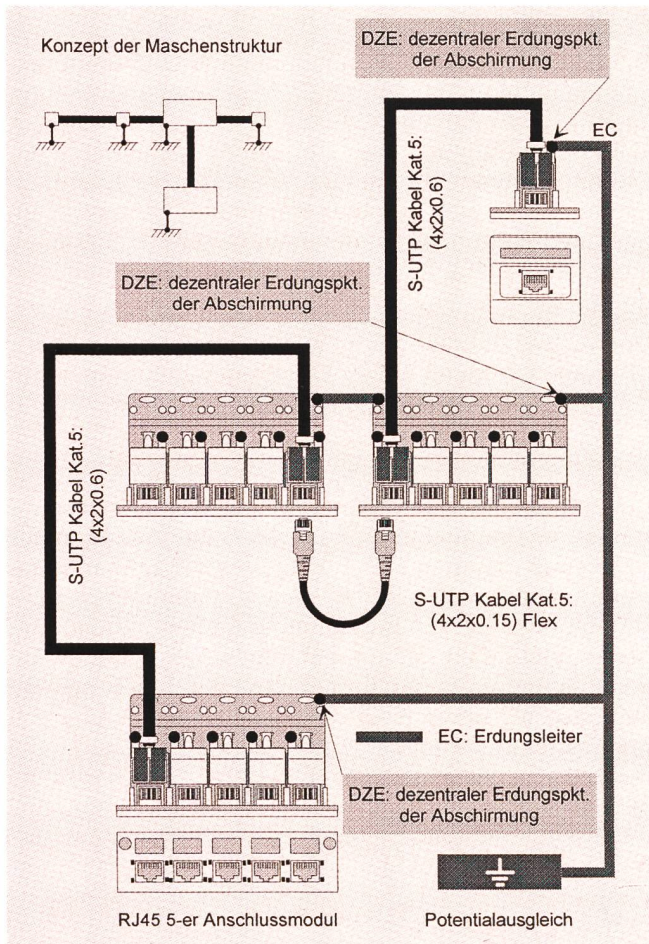


Fig. 17 Erdungskonzept der Maschenstruktur, EDV-Telecom-Bereich

Ein Nahnebensprech-Dämpfungswert von beispielsweise 24 dB bedeutet, dass 0,4 % an eingekoppelter Signalleistung auf die benachbarte Leitung übertragen wird. Der Verlauf der Nahnebensprechdämpfung als Funktion der Frequenz für eine 100 Meter lange Übertragungsstrecke ist in der Fig. 30 musterhaft dargestellt.

E. Dämpfung zu Nebensprech-Dämpfungsverhältnis

Im logarithmischen Massstab ist das Verhältnis die Differenz zwischen der Nahnebensprechdämpfung und der Dämpfung der Übertragungsstrecke:

$$ACR [dB] = NEXT [dB] - ATT [dB] \text{ wobei:}$$

ACR Dämpfung zu Nebensprech-Dämpfungsverhältnis (attenuation to cross-talk ratio)

NEXT Nahnebensprechdämpfung gemessen zwischen zwei verdrehten Aderpaaren

ATT Dämpfung eines verdrehten Aderpaares

Für die Klasse D werden die ACR-Werte in der Norm explizit angegeben. Für die Klassen A, B und C werden die ACR-Werte mittels der obigen Formel und der entsprechenden Tabellen 7 und 8 errechnet. Die Tabelle 9 spezifiziert die Dämpfung zu Nebensprech-Dämpfungswerten für die vier Anwendungsklassen. Ein ACR-Wert von 4 dB bedeutet, dass das Nahnebensprechsignal im Vergleich zum Nutzsignal 40 % beträgt.

Die Fig. 31 verdeutlicht die Bedeutung des ACR-Wertes, welcher aus den Messungen der Dämpfung und der Nahnebensprechdämpfung bestimmt wird.

F. Weitere Übertragungsparameter

Im Normentwurf ISO/IEC DIS 11801 werden weitere Parameter aufgeführt, deren Bedeutung erst im Zusammenhang mit der Wahl der elektronischen Übertragungsgeräte, das heisst mit den Übertragungsprotokollen, oder mit der Fehlersuche wirksam wird. Es sind dies die Signallaufzeit (propagation delay) und die Leitungssymmetrie (balance) oder die Rückflussdämpfung (return loss).

Umfang der Abnahmemessung einer paarsymmetrischen Übertragungsstrecke

Der Messumfang an einer Übertragungsstrecke hängt von der geplanten unmittelbaren wie von der künftigen Nutzung der Anlage ab. Bei einer Anlage der Klasse D ist es angebracht, vorerst eine Abnahmemessung mit Standardaufwand durchzuführen. Sind bereits zurzeit der Abnahmemessung ganz klare Vorgaben, wie die Kenntnis der Übertragungsprotokolle und der Spezifikationen von elektronischen Übertragungsgeräten, vorhanden, so ist gegebenenfalls ein Maximalaufwand zur vollständigen Charakterisierung der Anlage sinnvoll. Bestehen durch vorgängige Abnahmeprotokolle gute Erfahrungswerte bezüglich Ka-

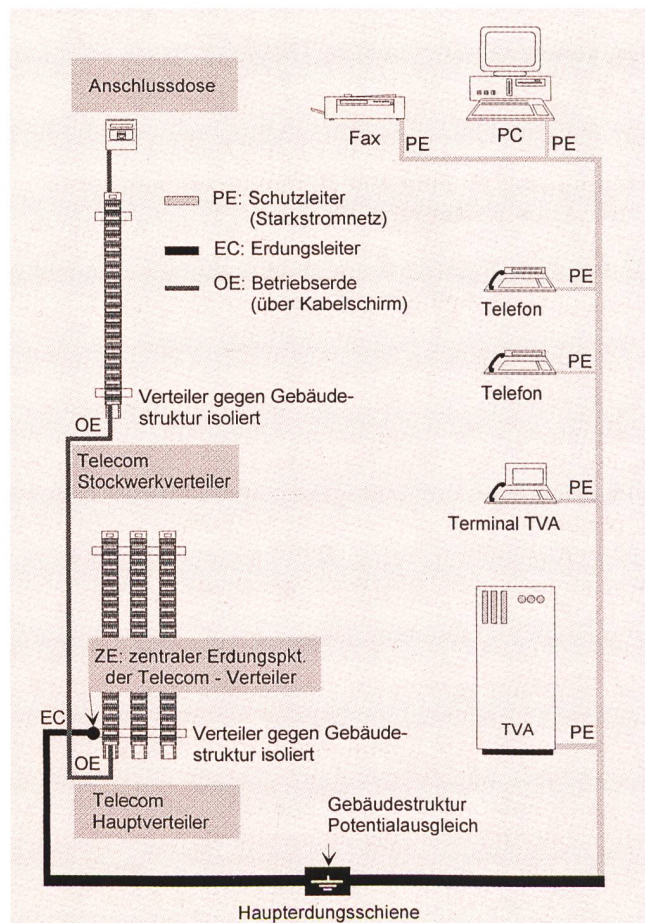


Fig. 18 Erdungs- und Schutzleiteranordnung (Baumstruktur)

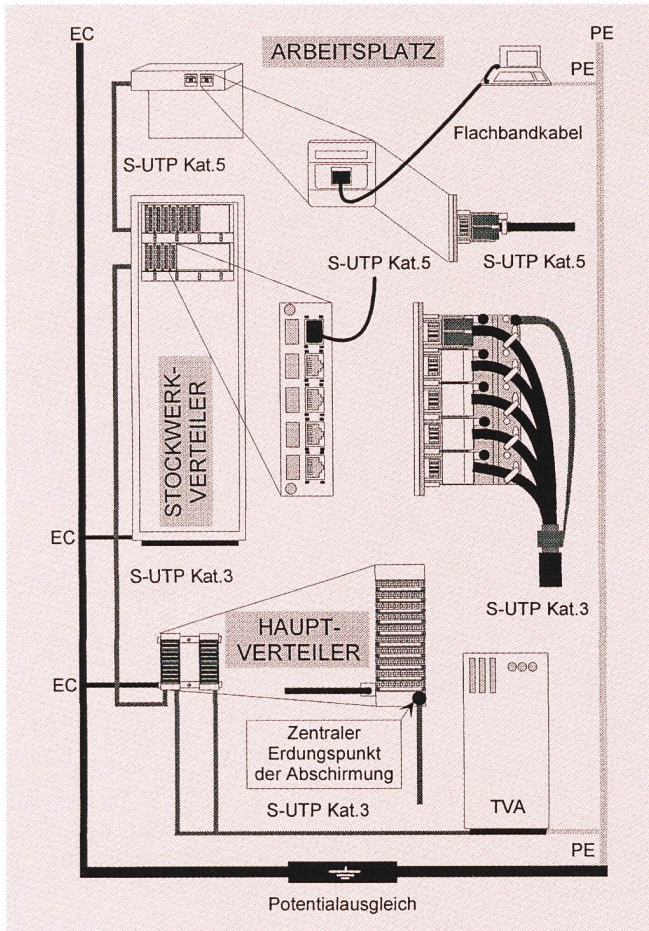


Fig. 19 Erdung und Schirmung bei Baumstruktur

bel, Anschlusselemente, aber auch Verarbeitungsabläufe bei der Installation, so kann, unter der Voraussetzung gleichbleibender Produkte- und Verarbeitungsqualität, für äquivalente Übertragungstrecken auch mit einem reduzierten Aufwand für die Abnahmeprüfung gearbeitet werden. Der Minimalaufwand an Prüfungen, wie in *Tabelle 10* zusammengefasst, entdeckt dabei einen Grossteil aller Verkabelungsfehler.

Die im Handel erhältlichen Feldmessgeräte erlauben weitgehend die Messung und protokollarische Erfassung aller Parameter, wie sie für den Standardaufwand aufgelistet sind.

Anforderung an ein 100 Ohm paarsymmetrisches Kabel

Dieser Abschnitt enthält eine Zusammenstellung übertragungstechnischer Anforderungen an paarsymmetrische Kabel gemäss dem Kapitel 7 (Cable Specifications) des internationalen Normentwurfs ISO/IEC DIS 11801 (Draft International Standard).

Für 100-Ohm-Kabel werden im Normentwurf zwei Kategorien für paarsymmetrische Kabel definiert. Das Hauptkriterium für die Einteilung ist die Bandbreite. Die übertragungstechnischen Anforderungen laut Kategorien gelten für Kabel im fabrikneuen, unverbauten Zustand. Die *Tabelle 11* stellt die Einteilung der Kategorien dar.

Eine Einteilung der Kabel nach «Level» wurde von den Underwriter Laboratories Inc. (UL) definiert. Demgegenüber werden in der US-Norm ANSI/EIA/TIA SP-2840 und im internationalen Normentwurf ISO/IEC DIS 11801 paarsymmetrische Kabel in Kategorien eingeteilt. Viele Feldmessgeräte, welche zurzeit zur Beurteilung der Anlagequalität benutzt werden, sind noch, was die Abnahmekriterien betrifft, auf die «Level»-Definition oder mit den Werten der SP-2840 programmiert. Je nach Produkt ist eine Umprogrammierung der Abnahmekriterien durch den Betreiber oder durch den Hersteller des Gerätes möglich.

A. Gleichstromwiderstand

Die *Tabelle 12* gibt den Maximalwert des Gleichstromwiderstands an. Der Widerstand wird nach IEC 189-1 Abschnitt 5.1 gemessen.

B. Wellenimpedanz

Die Wellenimpedanz des Kabels ist im Frequenzbereich von 1 bis 100 MHz in *Tabelle 13* festgelegt.

C. Dämpfung

Die Dämpfungswerte für die drei Kategorien sind in der *Tabelle 14* spezifiziert.

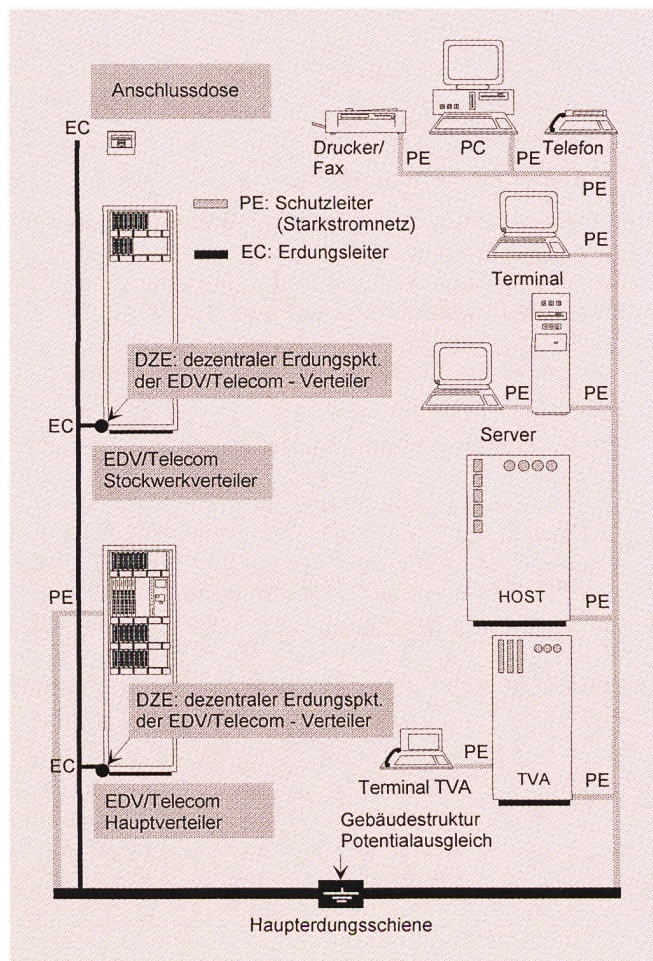


Fig. 20 Erdungs- und Schutzleiteranordnung (Stammstruktur)

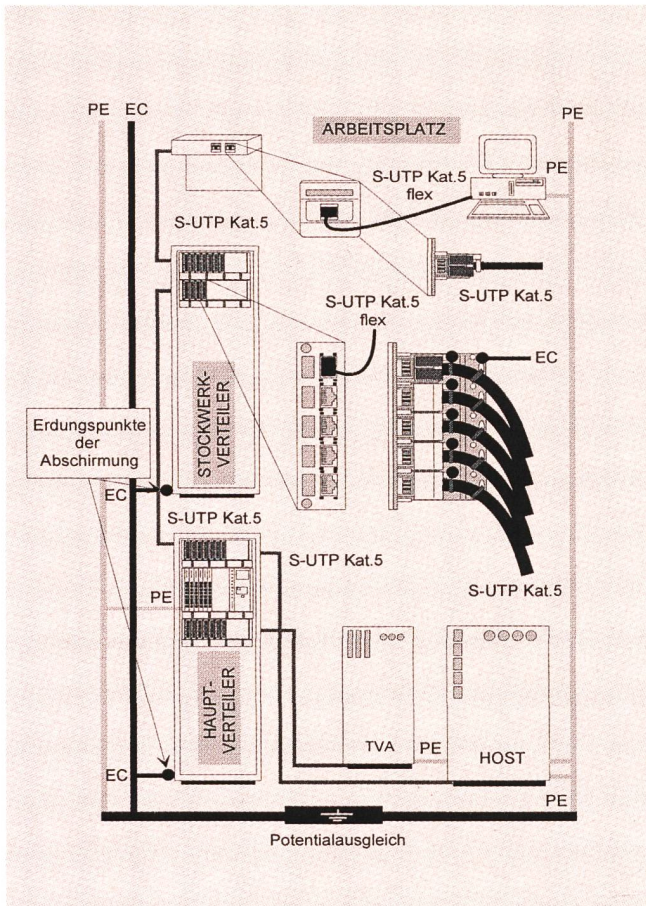


Fig. 21 Erdung und Schirmung bei Stammstruktur

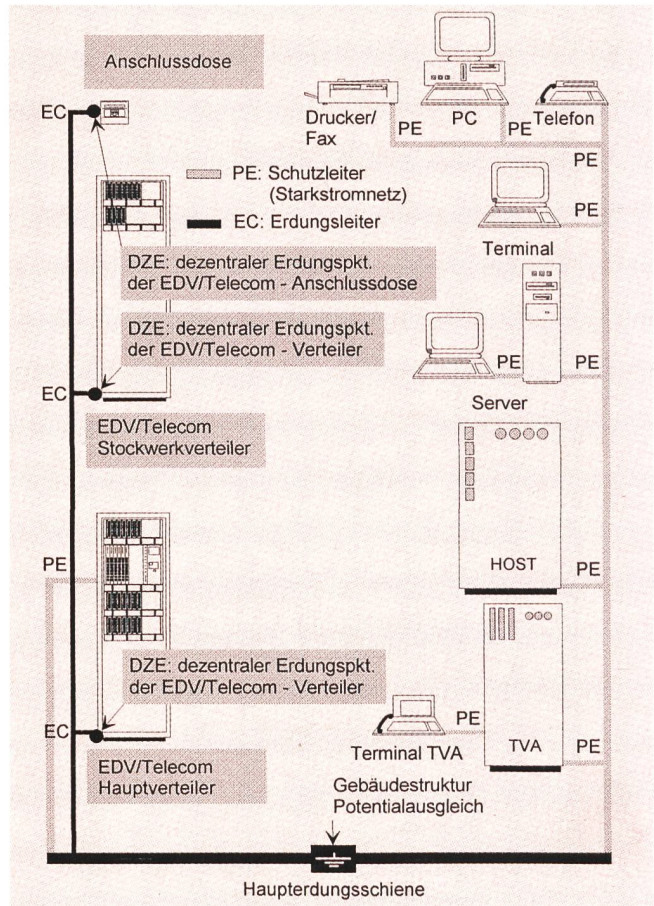


Fig. 22 Erdungs- und Schutzleiteranordnung (Maschenstruktur)

D. Nahnebensprechdämpfung

Die Nahnebensprech-Dämpfungswerte für die drei Kategorien sind in der *Tabelle 15* spezifiziert. Die minimalen Nahnebensprech-Dämpfungswerte gelten für alle sechs Aderpaarkombinationen.

Anforderung an ein 100-Ohm-Anschlusselement

Dieser Abschnitt enthält eine Zusammenstellung übertragungstechnischer Anforderungen an Anschlusselemente gemäss dem Kapitel 8 (Connecting Hardware Specifications) des internationalen Normentwurfs ISO/IEC DIS 11801 (Draft International Standard). Für 100-Ohm-Anschlusselemente werden im Normentwurf zwei Kategorien definiert. Das Hauptkriterium für die Einteilung ist die Bandbreite. Die übertragungstechnischen Anforderungen laut Kategorien gelten für Anschlusselemente im fabrikenen, unverbauten Zustand. Die *Tabelle 16* stellt die Einteilung dar.

A. Dämpfung

Die Dämpfungswerte für die drei Kategorien sind in der *Tabelle 17* spezifiziert.

B. Nahnebensprechdämpfung

Die Aufschaltungs- und Paarbezeichnungsart erfolgt nach EIA/TIA 568A. Die *Figur 32* zeigt die Kontaktbelegung der zwei EIA/TIA-Ausführungsformen.

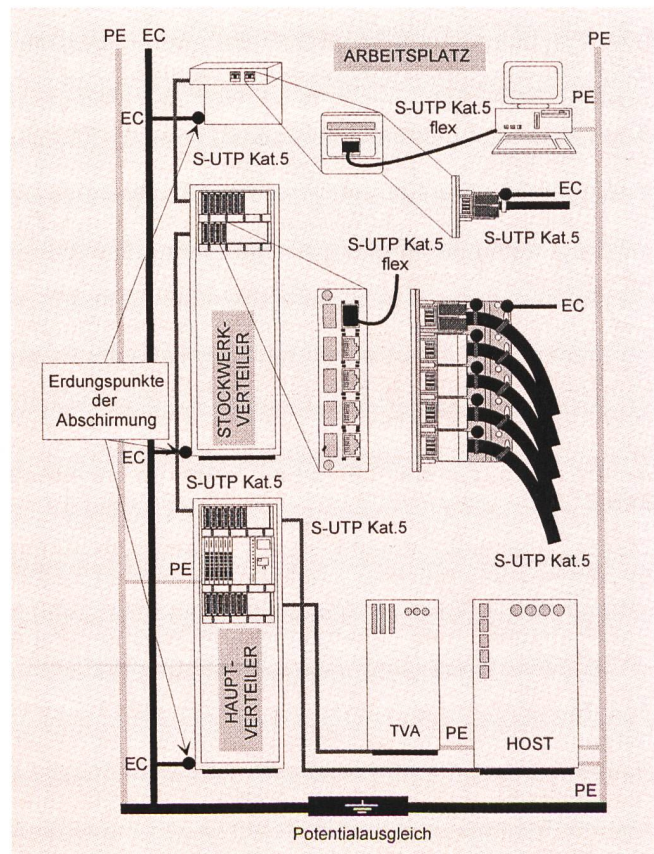


Fig. 23 Erdung und Schirmung bei Maschenstruktur

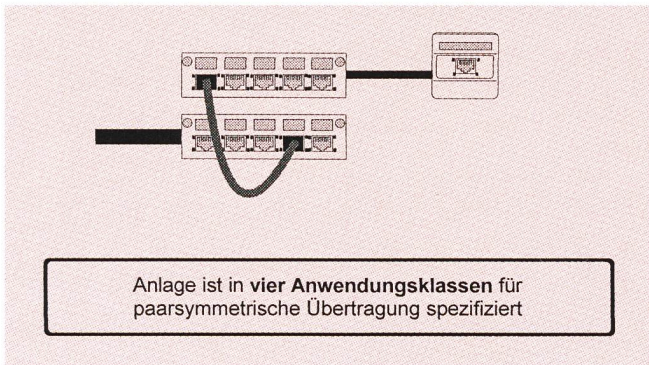


Fig. 24 Die Anlage ist in vier Anwendungsklassen für paarsymmetrische Übertragung spezifiziert



Fig. 25 Das Kabel ist in zwei Bandbreitenkategorien für paarsymmetrische Übertragung spezifiziert



Fig. 26 Das Stecksystem ist in zwei Bandbreitenkategorien für paarsymmetrische Übertragung spezifiziert

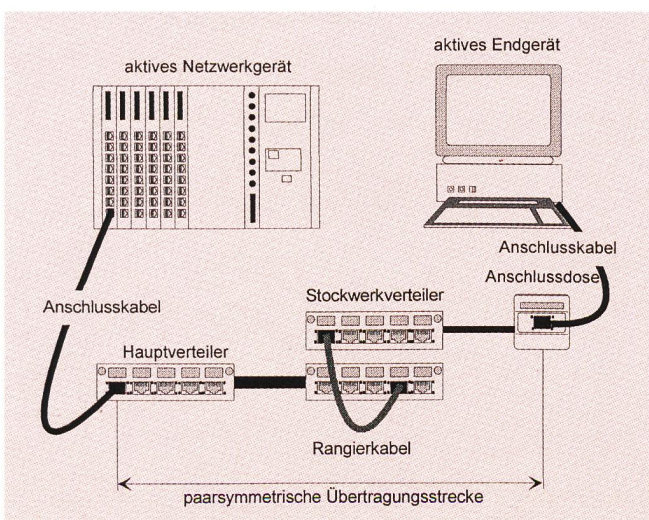


Fig. 27 Definition einer paarsymmetrischen Übertragungsstrecke

EIA/TIA-568
Commercial Building Telecommunications
Wiring Standard

EIA/TIA TSB 36
Technical Systems Bulletin: Additional Cable
Specifications for Unshielded Twisted Pair
Cables

EIA/TIA TSB 40
Technical Systems Bulletin: Additional
Transmission Specifications for Unshielded
Twisted Pair Connecting Hardware

ANSI/EIA/TIA SP-2840 (Draft July 1993)
Commercial Building Telecommunications
Cabling Standard

Tabelle 1. Historischer Hintergrund zur Normierung:
US-Normen

Internationales Vernehmlassungsverfahren der
ISO/IEC DIS 11801
ab Sommer 1995: ISO/IEC 11801
Generic Cabling for Customer Premises Cabling

Harmonisierung der ISO/IEC 11801
als Europäische Norm (prEN50173) durch das
CEN/CENELEC
ab Sommer 1995: EN50173
Performance requirements of generic cabling
schemes / Leistungsanforderung an strukturierte
Verkabelungsschemata

Tabelle 2. Die internationalen und die europäischen
Normen

Die Nahnebensprech-Dämpfungswerte für die drei
Kategorien sind in der *Tabelle 18* spezifiziert. Die minimalen Nahnebensprech-Dämpfungswerte gelten für alle sechs Nebensprechkombinationen.

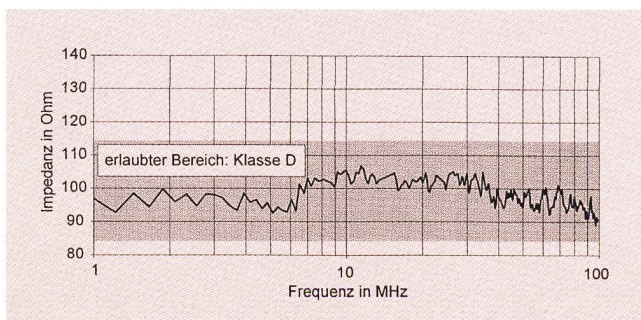


Fig. 28 Wellenimpedanz (Z) einer 100-m-Übertragungsstrecke [Paar 1]

| Klasse | Anwendungsbereich |
|--------|---|
| A | Übertragungsprotokolle mit niedriger Bitrate, z. B. Leittechniksignale, Sprachübertragung usw. Die Übertragungsstrecke wird bis 100 kHz spezifiziert. |
| B | Übertragungsprotokolle mit mittlerer Bitrate, z. B. ISDN-Basisanschluss, Leittechniksignale usw. Die Übertragungsstrecke wird bis 1 MHz spezifiziert. |
| C | Übertragungsprotokolle mit hoher Bitrate, z. B. Ethernet, Token Ring usw. Die Übertragungsstrecke wird bis 16 MHz spezifiziert. |
| D | Übertragungsprotokolle mit sehr hoher Bitrate, z. B. FDDI, ATM, Ethernet 100Base VG usw. Die Übertragungsstrecke wird bis 100 MHz spezifiziert. |
| LWL | Optische Übertragungsprotokolle bis zu höchsten Bitraten (2,6 GBit/s) |

Tabelle 3. Die Übertragungsstrecke wird in fünf Anwendungsbereiche klassifiziert

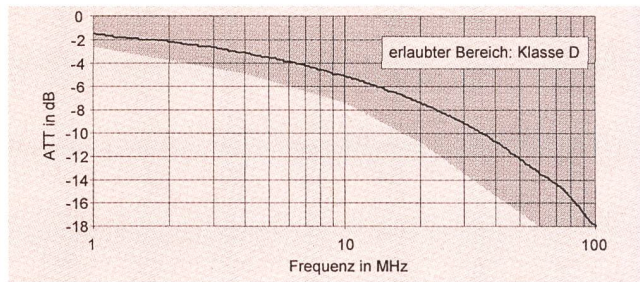


Fig. 29 Dämpfung (ATT) einer 100-m-Übertragungsstrecke [Paar 1]

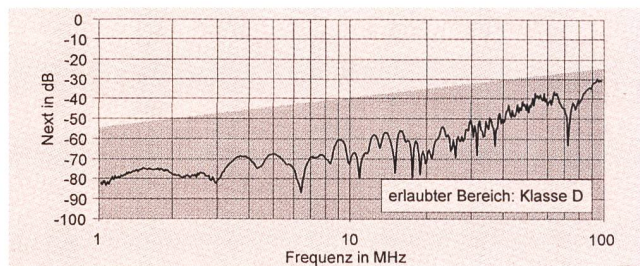


Fig. 30 Nahnebensprechdämpfung (NEXT) einer 100-m-Übertragungsstrecke [Paar 3 & 4]

| Übertragungsmedium | Anwendungsklassen | | | | |
|--------------------|-------------------|----------|---------------------|---------------------|--------------------|
| | Klasse A | Klasse B | Klasse C | Klasse D | Klasse LWL |
| 100 Ohm TP Kat. 3 | 2 km | 500 m | 100 m ¹⁾ | – | – |
| 100 Ohm TP Kat. 5 | 3 km | 260 m | 160 m ²⁾ | 100 m ¹⁾ | – |
| 150 Ohm TP | 3 km | 1000 m | 250 m ²⁾ | 150 m ²⁾ | – |
| Mehrmoden-LWL | – | – | – | – | 2 km |
| Einmoden-LWL | – | – | – | – | 3 km ³⁾ |

- 1) Die 100 m Reichweite schliesst 10 m flexible Kabel wie Anschlusskabel und Rangierkabel mit ein.
- 2) Für Reichweiten grösser als 100 m sollten im Tertiärbereich die jeweiligen Netzwerk-Normen herangezogen werden.
- 3) Die 3 km Reichweite ist eine definierte Grenze der vorliegenden Norm und nicht eine Begrenzung des LWL-Übertragungsmediums.

Tabelle 4. Die Unterteilung der Anwendungsklassen in die entsprechenden Reichweiten

| Klasse | A | B | C | D |
|------------------------------|-----|-----|----|----|
| Maximalwert Widerstand [Ohm] | 560 | 170 | 40 | 40 |

Tabelle 5. Maximalwerte für den Schleifwiderstand

| Frequenzbereich [MHz] | nominaler Z-Wert [Ohm] |
|-----------------------|------------------------|
| 1–100 | 100 +/- 15 |

Tabelle 6. Wellenimpedanz der Klassen B, C und D

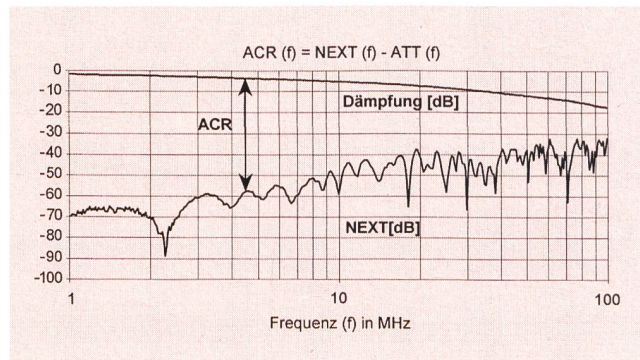


Fig. 31 Dämpfung zu Nebensprechverhältnis (ACR) einer 100-m-Übertragungsstrecke

| Frequenzbereich [MHz] | Klasse A [dB] | Klasse B [dB] | Klasse C [dB] | Klasse D [dB] |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0,064 | 16 | 5,5 | – | – |
| 1,0 | – | 5,8 | 3,7 | 2,5 |
| 4,0 | – | – | 6,6 | 4,8 |
| 10,0 | – | – | 10,8 | 7,5 |
| 16,0 | – | – | 14,0 | 9,4 |
| 20,0 | – | – | – | 10,5 |
| 31,25 | – | – | – | 13,1 |
| 62,5 | – | – | – | 18,4 |
| 100,0 | – | – | – | 23,2 |

Tabelle 7. Maximaler Dämpfungswert (ATT) für die vier Anwendungsklassen

| Frequenzbereich [MHz] | Klasse A [dB] | Klasse B [dB] | Klasse C [dB] | Klasse D [dB] |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0,064 | 27 | 48 | – | – |
| 1,0 | – | 25 | 39 | 54 |
| 4,0 | – | – | 29 | 45 |
| 10,0 | – | – | 23 | 39 |
| 16,0 | – | – | 19 | 36 |
| 20,0 | – | – | – | 35 |
| 31,25 | – | – | – | 32 |
| 62,5 | – | – | – | 27 |
| 100,0 | – | – | – | 24 |

Tabelle 8. Minimaler Nahnebensprechwert (NEXT) für die vier Anwendungsklassen

| Frequenzbereich [MHz] | Klasse A [dB] | Klasse B [dB] | Klasse C [dB] | Klasse D [dB] |
|-----------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 0,064 | 11 | 42,5 | – | – |
| 1,0 | – | 19,2 | 35,3 | – |
| 4,0 | – | – | 22,4 | 40 |
| 10,0 | – | – | 12,2 | 35 |
| 16,0 | – | – | 5,0 | 30 |
| 20,0 | – | – | – | 28 |
| 31,25 | – | – | – | 23 |
| 62,5 | – | – | – | 13 |
| 100,0 | – | – | – | 4 |

Tabelle 9. Minimaler ACR-Wert

| Messparameter | Minimal-Aufwand | Standard-Aufwand | Maximal-Aufwand |
|----------------------------------|-----------------|------------------|-----------------|
| Durchgang Leiter und Abschirmung | × | × | × |
| Aderpaarbelegung | × | × | × |
| Kurzschluss | × | × | × |
| Dämpfung (ATT) | × | × | × |
| Nahnebensprechen (NEXT) | – | × | × |
| Bestimmen von ACR (NEXT – ATT) | – | × | × |
| Schleifenwiderstand | – | × | × |
| Rückfluss-Dämpfung | – | – | × |
| Signallaufzeit | – | – | × |
| Leitungssymmetrie | – | – | × |

Tabelle 10. Protokollarisch zu erfassende Abnahmeparameter

| Kategorie | 3 | 5 |
|---------------------------------------|------------|-------------|
| spezifiziert im Frequenzbereich [MHz] | 0,064 – 16 | 0,064 – 100 |

Tabelle 11. Einteilung der Kategorien nach Bandbreite

| Kategorie | 3 | 5 |
|-----------------------------|------|------|
| Maximalwert (R) [Ohm/100 m] | 19,2 | 19,2 |

Tabelle 12. Maximalwerte des Gleichstromwiderstands

| Kategorie | 3 | 5 |
|-----------------------|----------|----------|
| Impedanzbereich [Ohm] | 85 – 115 | 85 – 115 |

Tabelle 13. Wellenimpedanz im Frequenzbereich von 1 bis 100 MHz

| Frequenz [MHz] | Kat. 3 [dB/100 m] | Kat. 5 [dB/100 m] |
|----------------|-------------------|-------------------|
| 0,064 | 0,9 | 0,8 |
| 0,256 | 1,3 | 1,1 |
| 0,512 | 1,8 | 1,5 |
| 0,772 | 2,2 | 1,8 |
| 1,0 | 2,6 | 2,1 |
| 4,0 | 5,6 | 4,3 |
| 10,0 | 9,8 | 6,6 |
| 16,0 | 13,1 | 8,2 |
| 20,0 | – | 9,2 |
| 31,25 | – | 11,8 |
| 61,5 | – | 17,1 |
| 100,0 | – | 22,0 |

Tabelle 14. Maximaler Dämpfungswert bei 100 m Kabellänge

| Frequenz [MHz] | Kat. 3 [dB/100 m] | Kat. 5 [dB/100 m] |
|----------------|-------------------|-------------------|
| 0,072 | 43 | 64 |
| 1,0 | 41 | 62 |
| 4,0 | 32 | 53 |
| 10,0 | 26 | 47 |
| 16,0 | 23 | 44 |
| 20,0 | – | 42 |
| 31,25 | – | 40 |
| 62,5 | – | 35 |
| 100,0 | – | 32 |

Tabelle 15. Minimaler Nahbereichs-Dämpfungswert bei 100 m Kabellänge

| Kategorie | 3 | 5 |
|---------------------------------------|------|-------|
| spezifiziert im Frequenzbereich [MHz] | 1–16 | 1–100 |

Tabelle 16. Einteilung der Anschlusselemente

| Frequenz [MHz] | Kat. 3 [dB] | Kat. 5 [dB] |
|----------------|-------------|-------------|
| 1,0 | 0,24 | 0,1 |
| 4,0 | 0,24 | 0,1 |
| 10,0 | 0,24 | 0,1 |
| 16,0 | 0,24 | 0,2 |
| 20,0 | – | 0,2 |
| 31,25 | – | 0,2 |
| 62,5 | – | 0,3 |
| 100,0 | – | 0,4 |

Tabelle 17. Maximaler Dämpfungswert eines Anschlusselementes

| Frequenz [MHz] | Kat. 3 [dB] | Kat. 5 [dB] |
|----------------|-------------|-------------|
| 1,0 | 58 | 65 |
| 4,0 | 46 | 65 |
| 10,0 | 38 | 60 |
| 16,0 | 34 | 56 |
| 20,0 | – | 54 |
| 31,25 | – | 50 |
| 62,5 | – | 44 |
| 100,0 | – | 40 |

Tabelle 18. Minimaler Nahbereichs-Dämpfungswert eines Anschlusselementes

Historischer Hintergrund zur Normierung der elektromagnetischen Verträglichkeit

Die Grundlage bilden die in den Tabellen 19 und 20 aufgelisteten Normen und Richtlinien.

EMV-Anforderung an eine Übertragungsstrecke

Dieser Abschnitt enthält eine Zusammenstellung der Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit einer Übertragungsstrecke. Definitionsgemäss wird in den EMV-Normen die Übertragungsstrecke als Datenleitung bezeichnet. Die EN 55022 ist eine Produktnorm und befasst sich mit der Störabstrahlung von Endgeräten, Kabel und Anschlusselementen. Die EN 55024 ist sowohl eine Produktnorm als auch eine Anlagenorm und befasst sich mit der Störfestigkeit von Endgeräten und Datenleitungen.

Comité International Spécial des Perturbations Radioélectriques (CISPR)
CISPR Publication 22, Grundlage für:

EN 55022
Limits and methods of measurement of radio interference characteristics of Information Technology Equipment (ITE)

CISPR Publication 24, Grundlagen für:

EN 55024
Immunity of Information Technology Equipment

Tabelle 19. Historischer Hintergrund zur Normung der elektromagnetischen Verträglichkeit: Die internationalen Normen

Comité Européen de Normalisation Electrotechnique (CENELEC)

EN 55022
Grenzwerte und Messverfahren für Funkstörungen von informationstechnischen Einrichtungen

Ergänzung der EN 55022 Abschnitt 4.2, Grenzwerte der Funkstörspannung auf Datenübertragungsleitungen, durch den Entwurf:
CISPR 22/G/Sekr 34
Störspannung und Störstrom auf Datenleitungen

EN 55024-4
Störfestigkeit von Geräten und Anlagen der Informationsverarbeitungstechnik

EG-Richtlinie 88/336
Richtlinie zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten über die elektromagnetische Verträglichkeit

EG-Konformitätserklärung 90/683
Richtlinie über die in den technischen Harmonisierungsrichtlinien zu verwendenden Module für die verschiedenen Phasen der Konformitätsbewertungsverfahren

Tabelle 20. Die europäischen Normen und EG-Richtlinien

Störabstrahlung nach EN 55022

Die EN 55022 definiert die maximalen Störpegel, die von den verschiedenen Geräten abgestrahlt werden dürfen, sowie die Messmethoden zur Überprüfung der Einhaltung dieser Pegel. Für die Messung der

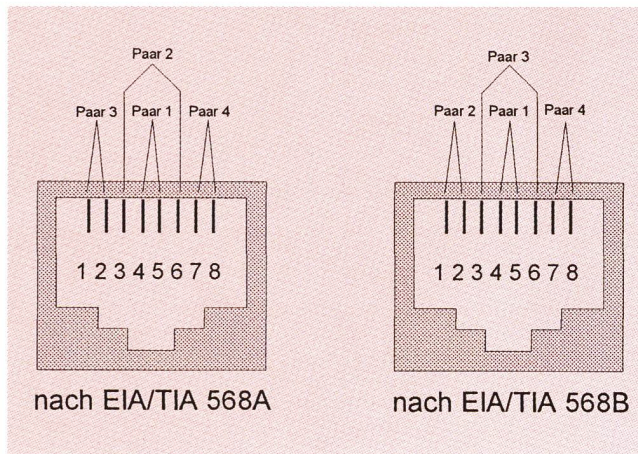


Fig. 33 CISPR-20-Entwurf für Datenleitungen

Störaussendung auf Datenleitungen sind zum heutigen Zeitpunkt noch keine Normwerte verfügbar. Es besteht lediglich ein Entwurf des CISPR 22 als Sekretariatspapier Sekr 34. Die Fig. 33 zeigt die im Entwurf spezifizierten Grenzwerte für eine Datenleitung im Frequenzbereich von 0,15 bis 30 MHz.

Die Fig. 34 zeigt schematisch den Messaufbau zur Bestimmung der Funkstörspannung.

Störfestigkeit nach EN 55024-4 «gegenüber schnellen elektrischen Transienten (Burst)»

Das Störfestigkeitskriterium für die Übertragungsstrecke muss in bezug auf die Funktionsanforderungen und Betriebsbedingungen der angeschlossenen aktiven Geräte definiert werden. Aufgrund der Vielfalt und Differenziertheit der Geräte und Systeme, die zu prüfen sind, ist durch die Norm kein allgemeingültiges Kriterium festgelegt. Der Prüfbericht sollte unter Angabe des Schärfegrades die Auswirkungen der Übertragungsstrecke auf die aktiven Geräte beschreiben. Dabei sind temporäre wie andauernde Störungen, aber auch Zerstörung der Geräte unter dem Einfluss einer elektrischen transienten Störquelle im Prüfbericht festzuhalten. Die EN 55024-4 spezifiziert das betriebliche Verhalten der Übertragungsstrecke bei elektrischen, transienten Störquellen. Die Tabelle 21 definiert den Schärfeegrad und die Kriterien der Prüfung.

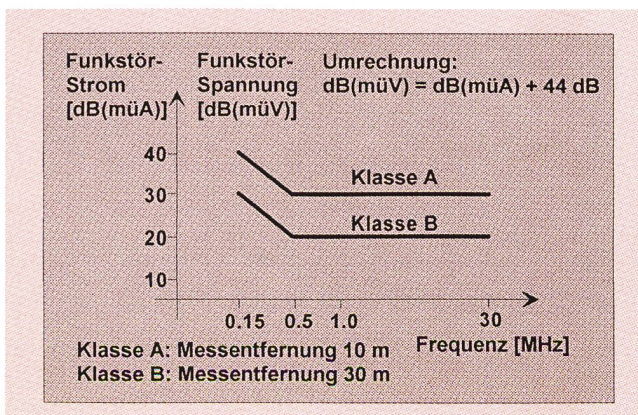


Fig. 32 Aufschaltungs- und Paarbezeichnungsarten

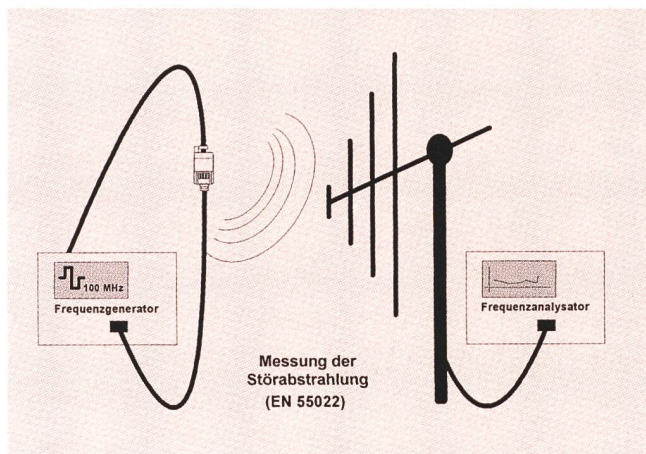


Fig. 34 Messung der Störabstrahlung nach EN 55022

Die Fig. 35 zeigt beispielhaft den Prüfaufbau für den Betrieb eines 16-Mbit/s-802.5-«Token-Ring»-Netzwerkes.

Netzwerknormierungen

Dieser Abschnitt gibt beispielhaft einen Einblick in die drei wichtigsten Netzwerknormen für Übertragungsprotokolle. Die universelle Gebäudeverkabelung mit 100 Ohm paarsymmetrischen Kabel und Anschluss-elementen erlaubt die fast uneingeschränkte Nutzung für die verschiedenartigsten Übertragungsprotokolle.

Telefonieanwendung

Ein Telefonanschluss gehört zur Grundausstattung jedes Arbeitsplatzes. Man unterscheidet zwischen verschiedenen analogen und digitalen Übertragungsverfahren. Eine Darlegung der historischen Vielfalt im Analogbereich würde den Rahmen dieses Abschnittes sprengen, so dass sich eine Beschränkung auf die heutige und künftige digitale Übertragungsform rechtfertigt. Mit der Einführung des EURO-ISDN sollen Endgeräte nicht nur eine einheitliche Benutzer- und Netzchnittstelle erhalten, sondern auch die Anschlüsselemente sollen europaweit übertragungstechnisch wie verbindungstechnisch kompatibel sein. In der ENV 41001 ist das Steckverbindersystem RJ45 gemäss ISO 8877 für den ISDN-Basisanschluss vorgegeben. Die Norm CCITT Rec. I.430 definiert die

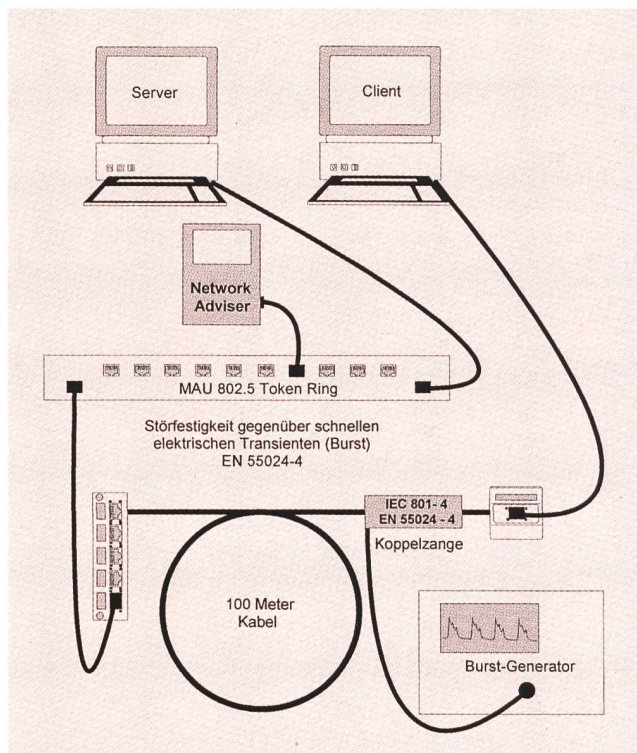


Fig. 35 Prüfaufbau zur Messung der Störfestigkeit nach EN 55024-4

«Layer-1»-Spezifikation für den ISDN-Basisanschluss. Bei der Buskonfiguration unterscheidet man zwischen dem passiven Bus (maximal acht Endgeräte und Übertragungsdistanz bis 150 m) und dem verlängerten passiven Bus (maximal vier Endgeräte innerhalb 30 m und Übertragungsdistanz zum NT1 bis 1000 m, wird im SwissNet nicht angeboten). Die in Fig. 36 dargestellte Verkabelung für ISDN-Busübertragung im Basisanschlussbereich kann nicht in eine universelle Gebäudeverkabelung integriert werden, da zur Buskonfiguration spezielle ISDN-Anschlussdosen erforderlich sind.

Die Norm CCITT Rec. I.431 definiert die «Layer-1»-Spezifikation für den ISDN-Primäranschluss. Die universelle Gebäudeverkabelung kann die ISDN-Buskonfiguration insoweit unterstützen, als der Primär- wie auch Basisanschlussbereich auf der universellen Übertragungsstrecke geführt wird. Die S-Bus-Verteilung wird ab universeller Anschlussdose mit einem NT1-Tischgerät und einem Mini-S-Bus-Verteiler realisiert. Die Fig. 37 zeigt beispielhaft, wie universelle Verkabelung und Busverkabelung sich im Arbeitsplatzbereich ergänzen können.

Die Tabelle 22 stellt die relevanten Normen für die ISDN-Übertragung zusammen.

«Ethernet»-Netzwerke

Das «Ethernet»-Verfahren wurde ursprünglich von Xerox entwickelt. Die grundlegende Norm IEEE 802.3 definiert ein lokales Netzwerk mit 10 Mbit/s Datenrate. Wie die Tabelle 23 zusammenfasst, ist das Übertra-

Transiente Prüfstörgrösse für Daten-/Signalschnittstellen

Die an die Datenleitung angeschlossenen aktiven Übertragungsgeräte dürfen weder unterhalb noch bei dem festgelegten Prüfpegel von 1,5 kV (Schärfegrad) eine Minderung des betrieblichen Verhaltens aufweisen.

Tabelle 21. Schärfegrad und Kriterien der Prüfung

IEC 603-7

Connectors for frequencies below 3 MHz for use with printed circuit boards

ISO 8877

Information processing systems – Interface connector and contact assignments for ISDN basic access interface

CCITT Rec. I.430

Basic user network interface – Layer 1 specification

CCITT Rec. I.431

Primary rate user network interface – Layer 1 specification

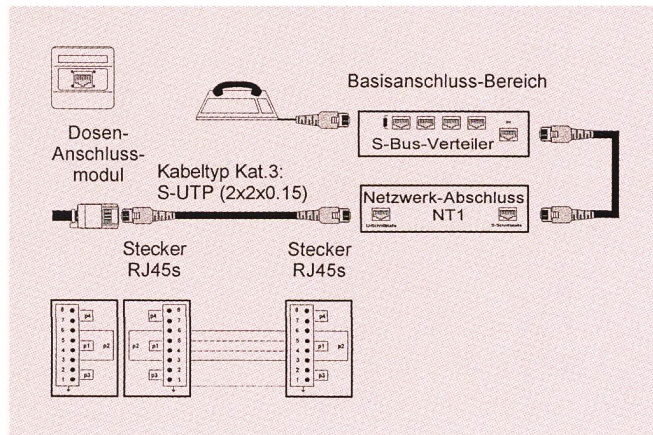


Fig. 37 Universelle und BUS-Verkabelung im Arbeitsplatzbereich

Tabelle 22. Relevante Normen für die ISDN-Übertragung

gungsprotokoll auf verschiedenen Übertragungsmedien einsetzbar.

Für die universelle Gebäudeverkabelung sind die Normen IEEE 802.3 10Base-T von Bedeutung. Die *Figur 38* zeigt bildhaft die Arbeitsplatzverkabelung für IEEE-802.3-10Base-T-Übertragungsprotokolle.

Die *Figur 39* zeigt bildhaft die Host-Verkabelung für IEEE-802.3-10Base-T-Übertragungsprotokolle.

Die *Tabelle 24* stellt die relevanten Normen für die IEEE-802.3-Übertragung zusammen.

«Token-Ring»-Netzwerke

Das «Token-Ring»-Verfahren wurde ursprünglich von IBM entwickelt und eingeführt. Der IBM-Standard (IBM Cabling System) schrieb die Art der Kabel und Steckverbinder vor. Dabei wurden STP-Kabel (Typ 1) zusammen mit einem hemaphroditischen Stecker

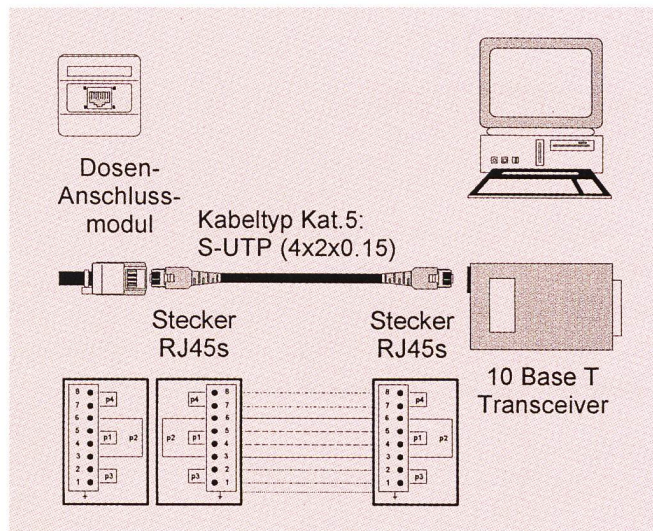


Fig. 38 Arbeitsplatzverkabelung für IEEE 802.3 10Base T «Ethernet»

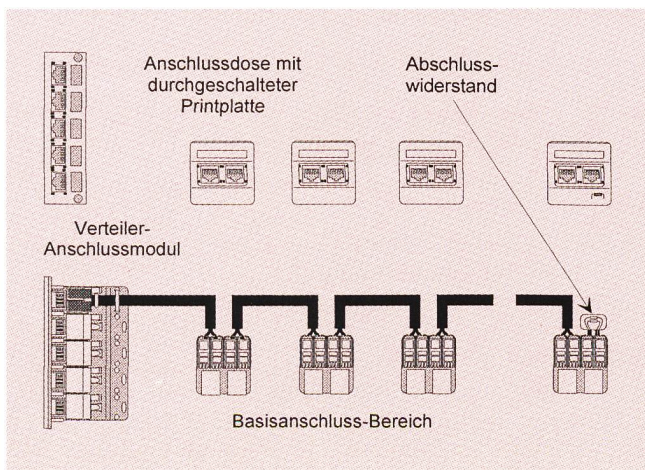


Fig. 36 ISDN-BUS-Übertragung im Basisanschlussbereich

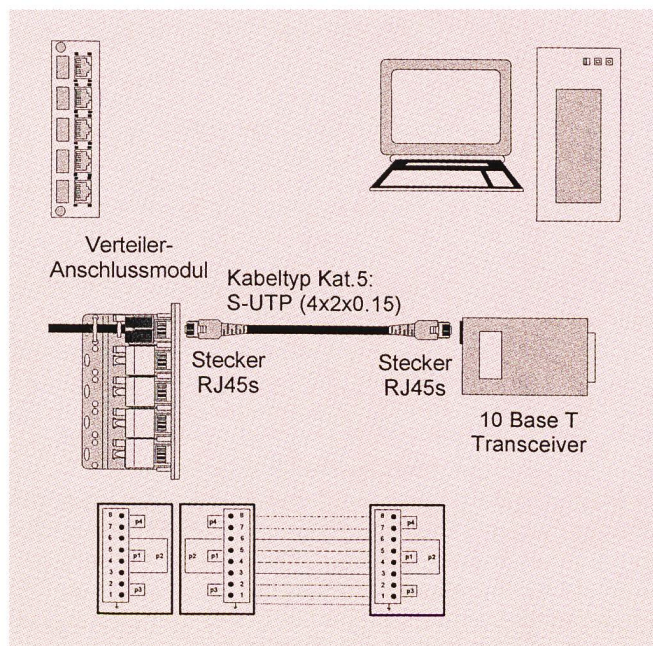


Fig. 39 Host-Verkabelung für IEEE 802.3 10Base T «Ethernet»

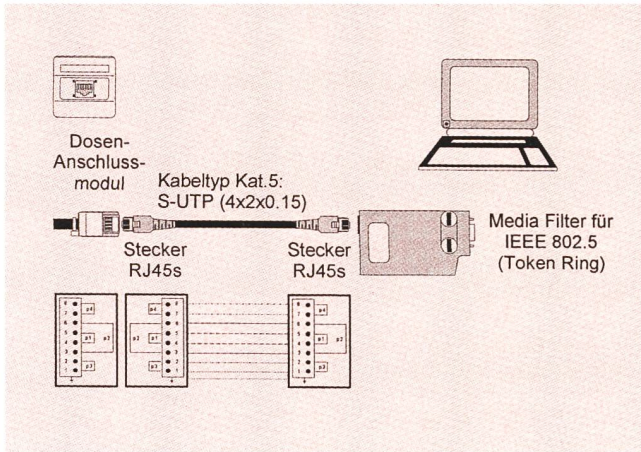


Fig. 40 Arbeitsplatzverkabelung für IEEE 802.5 «Token Ring»

| Bezeichnung | Kabel-Typ | Verbinder-Typ |
|-------------|--------------------------------------|---------------|
| 10Base5 | 50 Ohm, koaxial (thickwire) | N |
| 10Base2 | 50 Ohm, koaxial (thinwire) | BNC |
| 10Broad36 | 75 Ohm, koaxial | F |
| 10Base T | 100 Ohm, paarsymmetrisch | RJ45 |
| 10Base F | 62,5/125 Mehrmoden-Lichtwellenleiter | ST |

Base: Basisband-Übertragung
Broad: Breitband-Übertragung

Tabelle 23. Übertragungsprotokoll auf verschiedenen Übertragungsmedien

(IBM Connector) mit integrierten Kontakten zur automatischen Schleifenbildung verwendet. Die grundlegende Norm IEEE 802.5 enthält die Spezifikationen für 4-Mbit/s- und 16-Mbit/s-Datenraten und beruht auf 150-Ohm-STP-Kabel. Zurzeit wird durch eine IEEE-Arbeitsgruppe ein Normentwurf für «Token-Ring»-Übertragung auf 100-Ohm-UTP-Kabel und RJ45-Verbinder ausgearbeitet. Die Fig. 40 zeigt bildhaft die Arbeitsplatzverkabelung für IEEE-802.5-«Token-Ring»-Übertragungsprotokolle. Der Mediafilter wird dann eingesetzt, wenn von Seite Terminal eine Impedanzanpassung (100/150 Ohm) und Bandbreitenbegrenzung (Filter) erforderlich ist.

Die Fig. 41 zeigt bildhaft die Host-Verkabelung für IEEE-802.5-«Token-Ring»-Übertragungsprotokolle. Der

Balun wird dann eingesetzt, wenn von Seite Host eine Impedanzanpassung (100/150 Ohm) erforderlich ist.

Die Tabelle 25 stellt die relevanten Normen für die IEEE-802.5-Übertragung zusammen.

IEEE 802.3
Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD)
Access Method and Physical Layer Specifications

ISO 8802-3
Information processing systems; Local Area Networks; Part 3: CSMA/CD

Tabelle 24. Relevante Normen für die IEEE-802.3-Übertragung

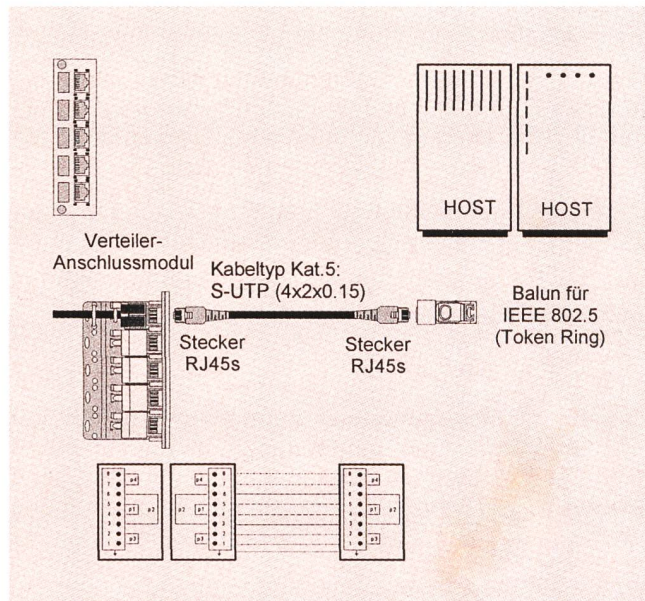
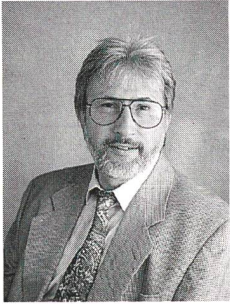


Fig. 41 Host-Verkabelung für IEEE 802.5 «Token Ring»

IEEE 802.5
Token Ring Access Method an Physical Layer Specification
IEEE SC6-N7645 Draft:
Entwurf für Token Ring auf 100-Ohm-UTP-Kabel und RJ45-Stecker

ISO 8802-5
Information processing systems; Local and Metropolitan Area Networks; Part 5: TRA

Tabelle 25. Relevante Normen für die IEEE-802.5-Übertragung



Toni Bischofberger, Dipl. Phys. ETH, Dr. sc. techn. ETH, studierte nach seiner Lehre und Montage-tätigkeit bei BBC, Baden, an der ETH Zürich Physik. Anschliessend beschäftigte er sich am IBM-Forschungslabor in Rüschlikon mit optischen Speicherelementen. Das Thema seiner Doktorarbeit war «die molekularen Bewegungen in plastischen Kristallen». Anschliessend war er wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Universität von Kalifornien in Berkeley. Als lehrbeauftragter Oberassistent an der ETH Zürich setzte er sich mit Infrarot-Laserphysik und Laserspektroskopie auseinander. Bei der GD PTT, Abteilung Forschung und Entwicklung, war er Leiter des Bereichs «Kabeltechnik», bevor er bei Huber+Suhrer AG als Leiter Entwicklung den Produktbereich «Optische Übertragungstechnik» übernahm. Heute ist Toni Bischofberger Mitglied der Geschäftsleitung von Reichle+De-Massari AG, Wetzikon, und ist in dieser Funktion verantwortlich für das «Technologiemarketing».

Die neuen Telecom-Shops

In Dietikon eröffnet die Telecom PTT Zürich einen neuen Telecom-Shop. Damit verwirklicht sie eine neue Verkaufsphilosophie nach dem Motto «Für und mit dem Kunden». Sie will mit diesem neuen Konzept Kundennähe schaffen und den Kundinnen und Kunden mit aktiver Beratung und schnellem sowie unkonventionellem Handeln zur Seite stehen. Die Grundidee dieser Telecom-Shops kommt aus Schweden und hat sich dort gut bewährt. Das Ziel der Telecom-PTT-Direktion Zürich ist es, 95 % aller Geschäfte innerhalb von 24 Stunden zu erledigen.

Gleichzeitig stellt sich die Telecom-PTT-Direktion Zürich im neuen Gewand auch als aufgeschlossenes, dynamisches Unternehmen vor, das nichts mehr mit dem Beamten von einst und dem Telefonamt von damals zu tun hat.

Die Telecom-PTT-Direktion Zürich bietet mehr als 100 Dienstleistungen an, vom einfachsten Telefonapparat bis hin zu komplexen Kommunikationslösungen. Immer mehr wird auch Multimedia zum Thema sowie die Autobahnen der Kommunikation.

Der Telecom-Shop Dietikon ist der zweite dieser Art, dem bereits am 21. April 1995 der nächste in Brugg folgte und voraussichtlich im August einer in Kloten. Bis im Frühjahr 1996 sollte das Direktionsgebiet mit Verkaufsstellen abgedeckt sein.

Veranlassung

Die Telecom PTT befindet sich auf dem beschwerlichen Weg vom Staatsbetrieb zu einem marktorientierten Unternehmen im Dienstleistungssektor. Dies bedeutet, dass in allen Bereichen der Telekommunikation ein Umdenken stattfindet, das letztlich dazu führen soll, dass die Kunden und ihre Bedürfnisse im Zentrum der Überlegungen und des Handelns im täglichen Geschehen stehen. Eine Standortbestimmung der Verantwortlichen der Telecom PTT Zürich ergab, dass in dieser Hinsicht noch einiges zu tun sei.

Zielsetzungen

Es ist ein flächendeckendes Distributions- und Verkaufsnetz aufzubauen, das jedem Kunden erlaubt, seine Kommunikationsbedürfnisse in zumutbarer Nähe von seinem Domizil oder Arbeitsplatz abzuwickeln. Davon sind Sonderbedürfnisse von grösseren Geschäften und einige spezielle Dienstleistungen nicht betroffen; diese müssen nach wie vor zentral bearbeitet werden.

Die Dienstleistungen der Telecom PTT sind in angemessener Zeit zu erbringen. Im Regelfall — sofern technisch möglich — sollen 95 % aller Aufträge an Werktagen innerhalb von 24 Stunden erfolgreich abgeschlossen werden.

Die Kundenwünsche sollen gesamtheitlich abgedeckt werden können, d. h. es sind — sofern erforderlich — auch Anpassungen der vorhandenen Installationen vorzunehmen. Die Aufträge gelten erst dann als abgeschlossen, wenn der Kunde die vereinbarte Leistung auch nutzen kann.

Die Dienstleistungs-/Produktepalette deckt in jedem Telecom-Shop die Grundbedürfnisse im Telekommunikationsbereich umfassend ab.

Der Markt ist aktiv zu bearbeiten; daraus resultiert eine optimierte Kundenbetreuung, was sich positiv auf den Umsatz auswirkt und mithilft, neue Dienstleistungen rasch einzuführen.

Wo sollen solche Verkaufsstellen errichtet werden?

Die Telecom-Shops sollen grundsätzlich an Orten mit grossen Einzugsgebieten errichtet werden und an guter Passantenlage liegen. Das Kundenbedürfnis für solche Verkaufsstellen ist um so ausgeprägter, je weiter man sich von Zürich entfernt (Tabelle 1).

Bis wann sollen die Zielsetzungen erreicht werden?

Ausserhalb der Stadt Zürich sollen die gesteckten Ziele bis spätestens Ende 1996 erreicht werden. In der Stadt Zürich wird bis Ende 1997 das Verkaufsnetz komplettiert sein.

Jeder Grossbetrieb leidet darunter, dass die Arbeitsprozesse komplex und für den einzelnen kaum noch überblickbar sind. Der rasche technologische Wandel beansprucht alle Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in zunehmendem Masse. Es ist daher unerlässlich, dass die Telecom-Shops eigentliche Kompetenzzentren in Sachen Telekommunikation werden (Produkte, Dienstleistungen, Lösungen) und weitgehendst autonom arbeiten können.

Die Investitionen in ein Verkaufsnetz sind hoch. Wollte man nur Produkte verkaufen, so wäre dies bestimmt nicht profitabel. Es darf jedoch nicht vergessen werden, dass wesentliche Bestandteile der Telecom-Shops heute bereits am Hauptsitz an der Müllerstrasse bestehen, die dann jeweils an die Peripherie ausgelagert werden. Mittelfristig sollen die Telecom-Shops auch in finanzieller Hinsicht weitgehendst autonom geführt werden, was ein ergebnisorientiertes Führen durch Zielvereinbarungen voraussetzt.

Die Zusammenarbeit mit Dritten (z. B. Lieferanten, Privatinstallateuren, Poststellen) wird jeweils vor Ort individuell geregelt. Sie soll auf einem partnerschaftlichen Verhältnis basieren, das längerfristig zur jeweils beidseitigen Zufriedenheit führt. Dies bedingt, dass sich Leistung und Gegenleistung der Partner in einem ausgeglichenen Rahmen bewegen.

| | |
|-----------------------|--------------------|
| Zürich, Müllerstrasse | bestehend |
| Füssli | bestehend |
| Oerlikon | bestehend |
| Uster | September 1995 |
| Baden | bestehend |
| Adliswil | seit 11. Nov. 1994 |
| Dietikon | 3. März 1995 |
| Brugg | 21. April 1995 |
| Zürich, Kreuzplatz | Sommer 1995 |
| Zürich, Altstetten | Ende 1995 |
| Kloten | August 1995 |
| Affoltern a. A. | 26. Oktober 1995 |
| Bülach | Frühjahr 1996 |

Tabelle 1. Überblick über die geplanten Telecom-Verkaufsstellen