Zeitschrift: Comtec : Informations- und Telekommunikationstechnologie = information and telecommunication technology

Herausgeber: Swisscom

Band: 74 (1996)

Heft: 8

Artikel: Grössere Übertragungssicherheit durch sorgfältige Planung

Autor: Fawer, Walter / Furrer, Alfred / Suremann, Max

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-876782

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: 17.08.2025

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

STÖRBEEINFLUSSUNG UND IHR EINFLUSS AUF DIE KOMMUNIKATIONSVERKABELUNG

GRÖSSERE ÜBERTRAGUNGS-SICHERHEIT DURCH SORGFÄLTIGE PLANUNG

Obwohl viele Gebäudebetreiber eine geschirmte Verkabelung akzeptieren und damit geringfügige Mehrkosten in Kauf nehmen, erhalten sie nicht den vom Verkäufer beschworenen Gegenwert. Geeignetes Material kann nur eine der Voraussetzungen für ein professionelles Projekt bilden. Im vorliegenden Artikel greifen die Autoren zunächst den Themenkreis auf, der mit der Störbeeinflussung in Verbindung steht. Anschliessend werden zu gewissen Problemstellungen Lösungsansätze präsentiert, wobei sich diese hauptsächlich auf die mit geschirmten Kabeln beziehen. Vollständige Projektlösungen können im vorliegenden Rahmen nicht vorgelegt werden.

Die Anforderungen an die technische Kommunikation von Unternehmen hat sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Im Sprachbereich hält die Digitalisierung mit den neuen

WALTER FAWER, BERN,
ALFRED FURRER, GOSSAU,
UND MAX SUREMANN, BERN

Telefonzentralen und den vielfältigen gebotenen Leistungsmerkmalen Einzug. Mit dem ISDN (dienstintegrierendes digitales Netz) kann die Telecom PTT schnelle Datendienste (WAN-Dienste) entweder direkt zum Anwender bringen (ISDN-Basisanschluss 2×64 kbit/s) oder via Primäranschluss von 2-Mbit/s-Telefonzentralen mit 30 B-Kanälen erschliessen. Zusätzliche Funkdienste werden stetig in Betrieb genommen. Bild 1 zeigt, wo drahtgebundene und drahtlose Dienste das Frequenzspektrum ausnutzen.

Selbstverständlich können aber mit Primäranschlüssen auch Kommunikationsserver bedient werden oder leitungsvermittelte 2-Mbit/s-Dienste wie beispielsweise MEGACOM direkt zum Anwender gebracht werden. Mit ATM von 155 Mbit/s kann die Telecom PTT einen leistungsfähigen WAN-Dienst für die weltweite Kommunikation zur Verfügung stellen, der in Zukunft sogar direkt zum Arbeitsplatz gebracht werden kann.

Die EDV-Vernetzung von Arbeitsplätzen wird in Zukunft immer mehr mit lokalen Netzwerken wie beispielsweise Ethernet, Token Ring und den entsprechenden Switchingtechniken bewerkstelligt. Der Trend geht nach immer höheren Übertragungsraten im LAN, wie beispielsweise 100-Mbit/s-TP-DDI, 100 BASE T und ATM 155 Mbit/s. Der reine Terminalbetrieb wird rückläufig werden. Um die Leistungsfähigkeit der Kommunikation zu erhöhen, werden aber zunehmend auch DUPLEX-Techniken für Ethernet und Token Ring eingesetzt. Um alle diese Dienste flexibel nutzen zu können, sind Unternehmen auf eine herstellerneutrale, möglichst offene Verkabelungsinfrastruktur angewiesen.

Die Qualität einer Verkabelung kann die Sicherheit der Übertragung von Signalen massgebend beeinflussen. Im schlechten Fall müssen beispielsweise geringere Datendurchsätze in Kauf genommen werden, was längere Wartezeiten zur Folge haben kann. Dabei ist die Ursache dem Betreiber oft unbekannt; es kann sich um elektromagnetische Beeinflussungen handeln. Diese können sowohl temporären als auch permanenten Charakter aufweisen. Im Extremfall kann dies bei einer Blitz- oder Starkstrombeeinflussung zur Zerstörung der an der Verkabelung angeschlossenen Geräte führen. Vielfach tritt oft erst nach einer Zerstörung die Ernüchterung ein, wenn die Anlage nicht mehr verfügbar ist oder wenn die Schadensumme zu gross wird. Um eine möglichst optimale Verkabelung zu erhalten, sind deshalb die passenden Massnahmen zu treffen.

Methoden und Massnahmen zur Verkleinerung oder Verhinderung von

Störbeeinflussungen oder zur Verbesserung der Übertragungsqualität sind nicht kostenlos. Es ist sicher falsch, nach dem «Giesskannenprinzip» vorzugehen (von allem ein bisschen); vielmehr muss ein geeigneter Kompromiss zwischen Qualität, Kosten, Aufwand und Restrisiken (Garantien) gefunden werden. Dabei sollte der Bauherr oder der spätere Benutzer einer Verkabelungsanlage mit in das Risikokalkül einbezogen werden und dadurch gegebenenfalls seine Mitverantwortung tragen helfen.

Welchen Schutzgrad erfüllt die Kommunikationsverkabelung?

Die unterschiedlichen Kabelkonstruktionen für Kategorie-5-Anwendungen (dicke und dünne Kabel) erlauben es oft nicht, den Schirm fachgerecht an die entspechenden Stecksysteme anzuschliessen. Unter fachgerecht wird eine nahezu 360° umfassende Schirmkontaktierung des ankommenden Kabels verstanden. Viele auf dem Markt erhältlichen Stecksysteme für den Verteiler- sowie den Anschlussbereich, seien sie mit einer Einzel- oder mit einer Gesamtabschirmung versehen, genügen hochfrequenten Anforderungen nicht, da bedingt durch die Installationstechnik 2 bis 3 cm der ankommenden Signaladern aufgetrennt werden müssen. Die Störimmunität der Gesamtanlage wird dadurch verschlechtert, Abstrahlungen oder Kopplungen auf benachbarte Ports sind die Folge. Aber auch die Planung von Verkabelungssystemen beschränkt sich oft nur auf die Funktion, das heisst, es wird eine Leitung von A nach B geplant oder installiert. Je nach Philosophie wird dann der Schirm beim HUB abgenommen, oder eventuell werden die ankommenden Schirme zusätzlich beim Gestell geerdet. Dem Potentialausgleich wird oft keine allzu grosse Bedeutung beigemessen, obwohl er eine der wichtigsten Massnahmen für die Erfüllung eines Erdungs- und EMV-Konzepts darstellt. Die HF-technischen Aspekte werden oft vernachlässigt. Alle diese Faktoren beeinflussen die Gesamtinstallation negativ. Somit können durch den Betreiber oftmals nicht allzu grosse Erwartungen hinsichtlich seines investierten Geldes gehegt werden.

Was ist unter dem Begriff Störbeeinflussung in der Verkabelung gemeint?

Unter diesem Begriff ist jene Eigenschaft gemeint, dass Geräte, Ausrüstungen und Systeme einerseits Störungen aussenden können und anderseits von anderen Quellen in ihren bestimmungsgemässen Funktionen gestört werden können. Die Verkabelung für sich als passive Komponente sendet dabei grundsätzlich keine Störungen aus, solange die angeschlossenen Ausrüstungen nicht entsprechend «emittieren»; anderseits muss sie grundsätzlich nicht störfest oder störabwehrend ausgelegt sein, solange die angeschlossenen Ausrüstungen «störresistent» oder «immun» sind. Eine anschauliche Alltagssituation findet man im Strassenverkehr: Die Strasse als passive Komponente benötigt für sich keine Lärmabschirmung, solange Fahrzeuge keinen Lärm «emittieren».
Damit gewisse verwandte Begriffe nicht falsch verstanden werden, sollen sie definiert werden:

- ***Störaussendung, Störemission***
  Eigenschaft einer elektrischen Einrichtung, elektromagnetische Störenergie an die Umgebung abzugeben

- ***Störfestigkeit, Störimmunität***
  Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, gegenüber einer spezifizierten Störgrösse möglichst immun oder unempfindlich zu sein und weiterhin möglichst bestimmungsgemäss zu arbeiten

- ***elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)***
  Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung bestimmungsgemäss zu arbeiten, ohne diese unzulässig zu beeinflussen

Herstellerneutraler Kommunikationsverkabelungs-Standard EN 50173

Internationale Gremien haben in den letzten fünf Jahren einen Verkabelungsstandard erarbeitet, der als ISO/IEC 11801 (weltweite Gültigkeit) oder EN 50173 verabschiedet worden ist. Europäisch gesehen gilt der EN 50173, welcher von den 18 CENELEC-Ländern ratifiziert wurde. In diesem Standard werden Anforderungen für die ungeschirmten und geschirmten Komponenten festgelegt. Bild 2 zeigt die grundsätzliche Verkabelungsstruktur, wie sie in der Norm definiert ist.

Viele Anbieter – unterschiedliche Lösungsansätze – wenig Physik

Trägt sich nun ein Gebäudebetreiber mit dem Gedanken, eine universelle Verkabelungsstruktur aufzubauen, so wird er eine grosse Anzahl von Anbietern von passiven Komponenten (Kabel und Stecksysteme) vorfinden. Dies ist erklärlich, denn die Feinverteilung der Anschlüsse (z. B. drei Kabel pro Arbeitsplatz) ergibt grosse Mengen von Komponenten. Selbst für kleinere Objekte werden einige zehn Kilometer Kabel benötigt. Rund 80 bis 90 % der gesamten Verkabelungskosten (Arbeit und Material) werden für die horizontale Verkabelung ausgegeben (Bild 3), während die vertikale Verkabelung einen wesentlich geringeren Anteil aufweist. Die nun abgeschlossene Normierung hat zusammen mit den Wachstumsprognosen für den Telecom- und den EDV-Bereich für einen grossen Anbietermarkt gesorgt. Informiert sich nun der Gebäudebetreiber um die Details der metallenen horizontalen Verkabelung, so weiss er kaum, welche Anforderungen nötig sind oder eingehalten werden sollen. Eine zukunftsgerichtete Verkabelung verlangt eine Bandbreite von 100 MHz. Diese soll möglichst störungsfrei an den Arbeitsplatz gebracht werden. Technisch gesehen handelt es sich also um die LINK-Anforderungen für «Kategorie 5, Klasse D».

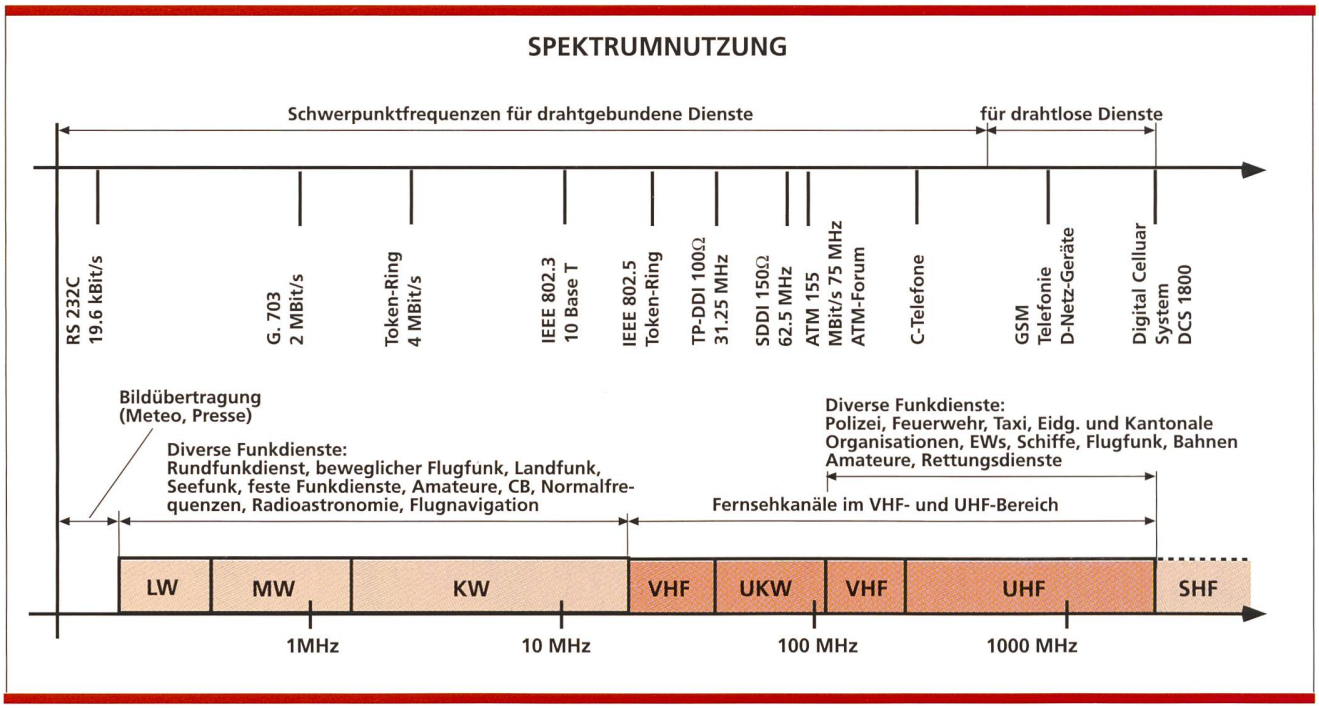


Bild 1. Spektrumnutzung. Drahtlose und drahtgebundene Dienste in der Kommunikationsverkabelung.

Technik kontra Normierung

Es ist wichtig zu wissen, dass die Verkabelungsinfrastruktur wesentlich höheren übertragungstechnischen Anforderungen (aus HF-technischer Sicht) zu genügen hat, als der Minimalkonsens der Hersteller/Interessengemeinschaften im EN 50173 festgelegt hat. So ist ein minimales ACR (Attenuation-to-Crosstalk Ratio) von 20 dB heute mit professionellen Komponenten ohne weiteres mit der LINK-Länge vereinbar. Bild 4 zeigt, mit welchen Dämpfungs- und NEXT-Werten (Nebensprechdämpfung zwischen zwei Paaren) heute in der Praxis gerechnet werden kann. Viele Planungsbüros und Anwender geben sich aber mit der Forderung «Kategorie 5, Klasse D» zufrieden und spezifizieren damit stillschweigend ein minimales ACR von 4 dB. Dies stellt keinen Investitionsschutz mehr dar, da selbst die Ersteller des EN 50173 erkannt haben, dass dieser Wert massiv zu tief spezifiziert wurde. Klar ist, dass für die heute meistverwendeten Netzwerke (Ethernet und Token Ring) diese Anforderungen noch genügen. Das Ziel, eine zukunftssichere Investition getätigt zu haben, könnte jedoch verpasst worden sein. Mit der zunehmenden Verwendung von mehrstufigen Codes steigen die Anforderungen an das ACR in der Zukunft. Je höherfrequent die Übertragung, desto empfindlicher die Empfangselemente, das heisst, desto besser muss die Übertragungsstrecke gebaut sein.

Bedingter Investitionsschutz

In der verabschiedeten Norm wird von einer Einsatzdauer der Verkabelung von etwa zehn Jahren und mehr ausgegangen. Ein zukunftssicherer Einsatz von geschirmten Anschlusskomponenten wird nicht gewährleistet. Es wurden aber Anforderungen an die Komponentenhersteller bezüglich Transferimpedanz formuliert. Mit diesem Parameter allein kann jedoch noch nicht sichergestellt werden, ob beispielsweise die Abstrahlung oder die Störfestigkeit genügend gute Werte erreicht. Eine fachgerechte Umsetzung in die Praxis ist also das Entscheidende. In der ganzen Norm gibt es beispielsweise keine Hinweise über konkrete, hochfrequenzmässige Anforderungen an Rangierfelder. Darum erklärt sich auch die enorme Produktevielfalt oder die Umsetzungsvielfalt von Rangierfeldern unterschiedlicher Herkunft. Um die Abstrahlung beurteilen zu können, wird in der Norm vorgeschlagen, die Installation mit den aktiven Komponenten zusammen zu messen. Für die Anbieter bedeutet dies praktisch eine separate Messung vor Ort für jeden Netzwerktyp.

Lücken in der EMV-Normierung

Leider gibt es aber bis heute keine EMV-Norm, die die Aspekte der Verkabelung messtechnisch erfasst. Aus dieser Not wird dann oft die Basisnorm für informationstechnische Geräte, EN 55022, herangezogen. Da diese Norm nicht auf die Messungen von Installationen ausgerichtet ist, kann durchaus mit «Erfüllung der Abstrahlung» gerechnet werden; der Kunde wie der Komponentenlieferant sind somit zufrieden. Mit den heute vorhandenen EMV-Normen wird versucht, Effekte, die in der Praxis vorkommen – beispielsweise schnelle Transienten –, messtechnisch zu erfassen. Diese Normen gelten auch für informationstechnische Geräte. Die Auswirkung massiv zunehmender Funkdienste (wie z. B. der Einfluss des GSM-Telefons) wird nicht immer voll berücksichtigt. Drahtlose Dienste werden heute täglich in Betrieb genommen (oder sind bereits vorhanden) und verursachen einen gewissen Stör-

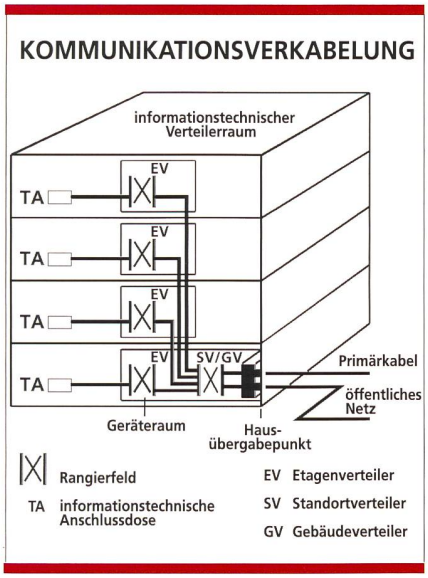


Bild 2. Beispiel einer Kommunikationsverkabelung gemäss EN 50173.

pegel oder können selbst gestört werden. Die Normung folgt der Praxis oft mit Verzögerung. Probleme sind so durch die fortschreitende Technik nicht auszuschliessen.

Erste Richtlinien für geschirmte Verkabelung in Sicht

In internationalen wie europäischen Arbeitsgruppen wird zurzeit an einem Erdungs- und EMV-Konzept für geschirmte Installationen gearbeitet. Verschiedene Experten aus unterschiedlichen Gebieten versuchen interdisziplinär zusammenzuarbeiten. Ein Beispiel eines Normenentwurfs soll Mitte 1996 als prEN 50174 den nationalen Komitees zwecks erster Kommentare zugeschickt werden.

Massnahmen für eine störungsfreie Übertragung

Um eine möglichst störungsfreie Übertragung, beispielsweise von HUB zum Arbeitsplatz, zu erhalten, sind verschiedene Massnahmen notwendig. Eine klare Bedingung ist die Erfüllung der LINK-Anforderungen. Diese Anforderungen gehen im Prinzip auch aus dem OSI-Modell hervor. Klar ist bei diesem Modell, dass die Schichten software- und hardwaremässig sauber aufeinander abgestimmt sein müssen, damit die gewünschte Übertragung reibungslos funktioniert. Bei der Schicht 0 (physikalische Schicht) wird aber dieses konsequente Denken oft vernachlässigt und das mögliche Störumfeld nicht einbezogen. Überdies ist dieses ja auch nicht konstant. Bild 5 zeigt die Zusammenhänge des OSI-Modells. Mit einem fachgerechten Erdungs- und EMV-Konzept können viele der heute und in Zukunft auftretenden Störungen minimiert werden. Diese grundlegenden Erkenntnisse basieren auf physikalischen Grundlagen und können, gepaart mit Erfahrung, in die tägliche Installationspraxis umgesetzt werden. Komponentenanbieter oder Planungsbüros zeigen diese Zusammenhänge oft kaum. Das wirtschaftliche Umfeld tut das Seinige. Zu schnell stösst man an die Grenzen.

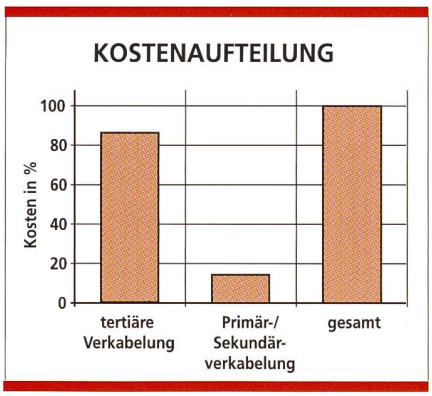
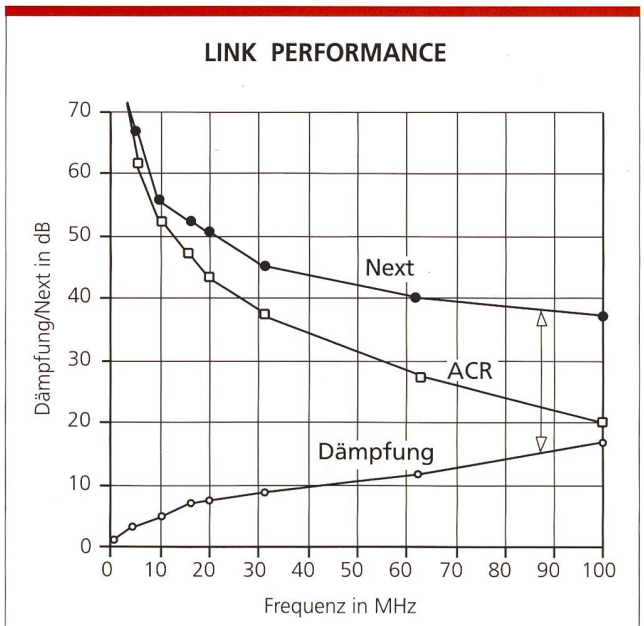


Bild 3. Kostenaufteilung einer Kommunikationsverkabelung.

Sachlich gesehen gibt es wenige Organisationen, die es sich leisten können oder müssen, mit Profis die entsprechenden Sachverhalte zu klären und Massnahmen zu ergreifen.



Linklänge: 90 m
Installationskabel: 4 x 2 x 0,6 mm
Paar: 4-5 / 3-6

gemittelte Werte

Frequenz in MHz	Dämpfung	Next in dB	Min. ACR
1.0	1.5	75.00	73.40
4.0	3.0	65.70	62.60
10.0	4.7	55.40	52.00
16.0	6.3	52.00	47.10
20.0	6.6	50.50	43.60
31.2	8.9	45.60	36.70
62.5	12.8	40.40	27.50
100.0	16.3	36.10	19.60

Bild 4. Link-Performance – in der Praxis mit RJ45 realisiert (Dämpfung und Nahnebensprechen nach Kategorie 5, Klasse D).

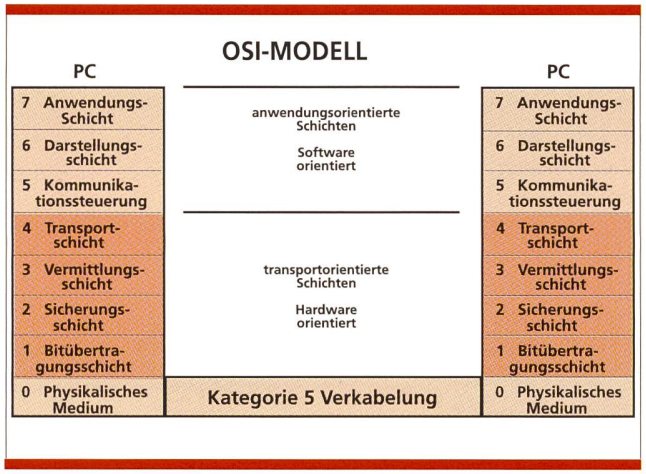


Bild 5. OSI-Modell und Kommunikations-verkabelung.

Was bringt die Abschirmung?

Die Notwendigkeit der Schirmung wird heute zum Teil in Frage gestellt. Als Argument wird dabei oft mit Recht die schlechte Ausführung der Schirmung angegeben. Heute werden tatsächlich solche Installationen zum Teil durch unqualifiziertes Personal ausgeführt oder durch Firmen, die zuwenig fachtechnisches Know-how haben. Oft steht bei einer Offertanfrage nur der Preis im Vordergrund, auf Qualität und spätere mögliche Ausbauten auf höhere Bitraten wird dabei keine Rücksicht genommen. Erfahrungen zeigen jedoch, dass bei den heute angewendeten Übertragungsverfahren über zwei oder vier Aderpaare bei den hohen Bitraten bis 155 Mbit/s geschirmte Kabel verwendet werden sollten. So erzeugen beispielsweise Geräte mit 2-Mbit/s-Primäranschluss nach G.703 ein breites Störspektrum

Welche Kosten sollen unter welcher Kostenstelle anfallen?

Es ist wichtig, die Bedeutung hinsichtlich der Investitionen zu erkennen. Die sichere Funktion aller aktiven Geräte basiert auf einer professionell geplanten passiven Infrastruktur. Ist diese unzulänglich, so wird die ganze übrige Investition in Frage gestellt. Bild 6 veranschaulicht diese Zusammenhänge. Viel einfacher ist es jedoch, diese Zusammenhänge zu verdrängen und einen weiteren HUB zu beschaffen oder das Netzwerk zu segmentieren, um diese unerwünschten Einflüsse zu verringern. Steigt aber die Zahl der Netzteilnehmer, so tritt der Effekt wieder auf. Die Kosten von zusätzlichen Netzkoppelelementen werden so als unabwendbare Kosten in den Betrieb eingebracht. Die Kosten für eine professionelle Gesamtplanung und Einbettung einer beispielsweise geschirmten Verkabelung ins Erdungs- und EMV-Konzept eines Gebäudes können auf mehrere Jahre abgeschrieben werden. Auf eine unerwünschte Neuinstallation im Störungsfall kann in diesem Fall verzichtet werden.

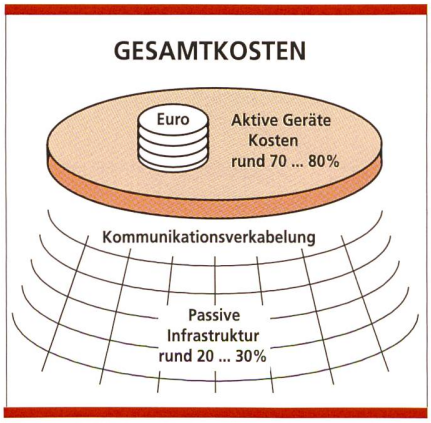


Bild 6.
Gesamtkosten Vernetzung – EDV/Telecom.

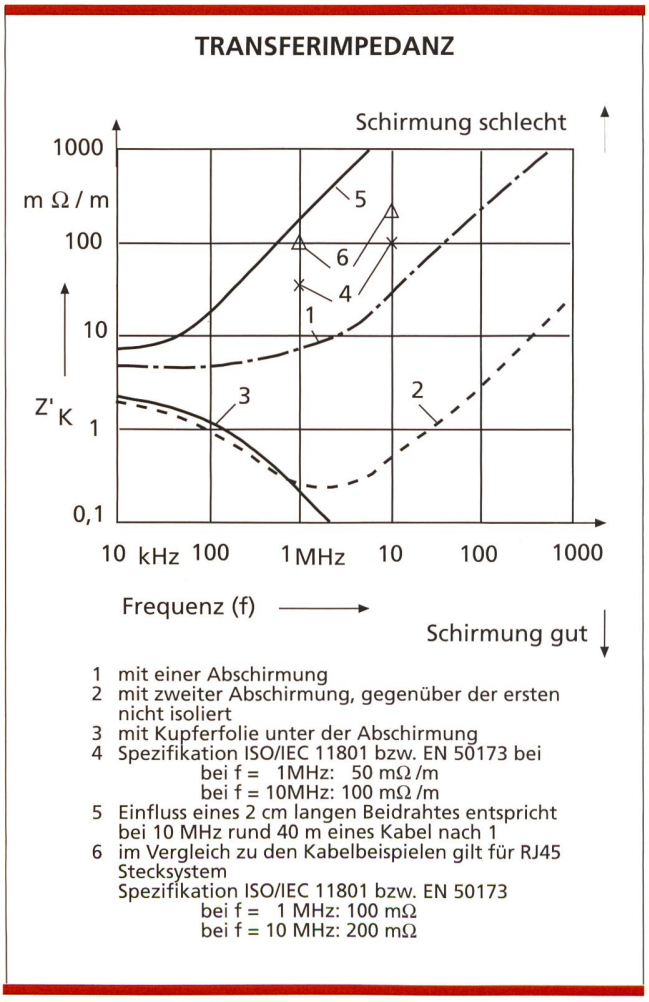


Bild 7. Transferimpedanzen verschiedener Kabel (Beispiele).

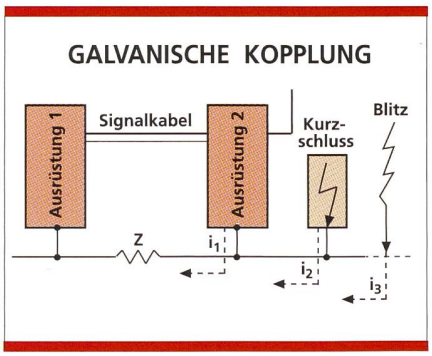


Bild 8. Beispiele galvanischer Kopplung.

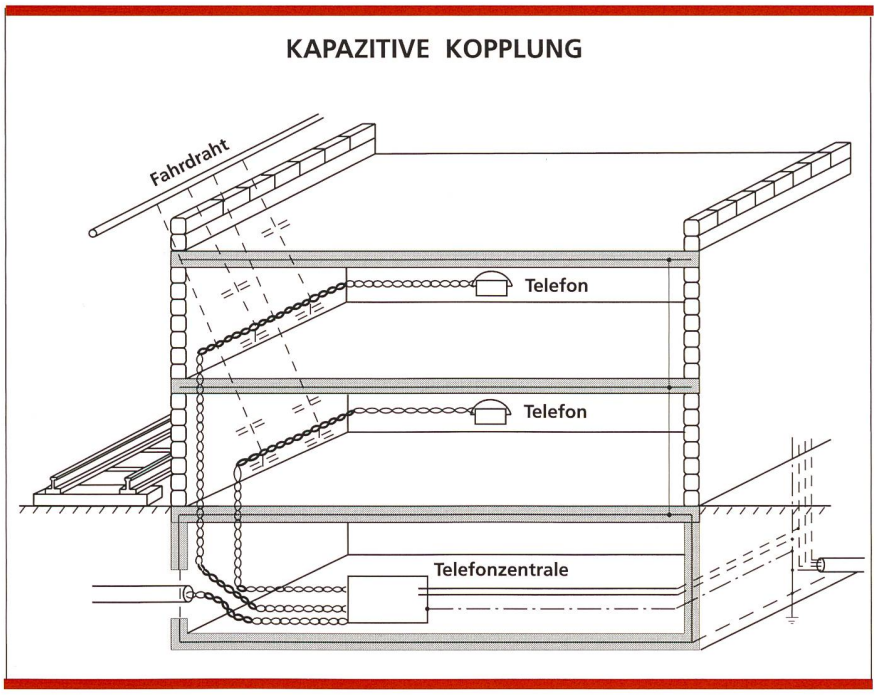


Bild 10. Kapazitive Kopplung in der Kommunikationsverkabelung.

bis rund 150 MHz. Eine Ausnahme bildet der Basisanschluss von ISDN sowie gleichwertigen Systemen in diesem Frequenzbereich. Ohne Schirmung können vor allem die internationalen Normen bezüglich Emission verletzt werden. Dem wird versucht auszuweichen, indem unter anderem der Übertragungspegel gesenkt wird, was sich jedoch in einer schlechteren Immunität äussert. Dies kann sich beispielsweise in einer Herabsetzung des Datendurchsatzes äussern.

Ziel der Abschirmung als einer Massnahme für die störungsfreie Übertragung ist es, die Signaldrähte der Kommunikationsleitung vor äusseren elektromagnetischen Einflüssen zu schützen, damit die ausgesendete Information möglichst unversehrt beim Empfänger ankommt und nicht mehr wiederholt werden muss; zudem werden die Funkdienste besser geschützt. Die Schirmung kann aber ihre Funktion nur wahrnehmen, wenn sie den Anforderungen ihres Einsatzbereichs genügt. So sind für hochfrequente Anwendungen keine «Pig-Tails» mehr zulässig. Im eingebauten Zustand der Komponente muss der Schirm über einen grossen Frequenzbereich eine definierte «Niederohmigkeit» aufweisen. Des weiteren ist der Kabelschirm an beiden Enden durchzuverbinden. Damit aber kein unerwünschter Strom über den Schirm des Datenkabels fliesst, ist im Gebäude ein passendes Erdungskonzept zu erstellen. Die Güte des Kabelschirms kann anhand der Transferimpedanz bestimmt werden. Bild 7 zeigt die Spezifikationen für Kabel und Anschlusselemente sowie Beispiele von Transferimpedanzen von Kabeln. Es wird darauf hingewiesen, dass ein Anschlussdraht von 2 cm Länge gegenüber äusseren Störungen eine ähnliche Wirkung hat wie 40 m des einfach geschirmten Kabels. Diese Werte basieren auf Frequenzen oberhalb rund 5 MHz. Als Resultat erhält man eine geringere Störfestigkeit. Die Emissionswerte werden ebenfalls negativ beeinflusst.

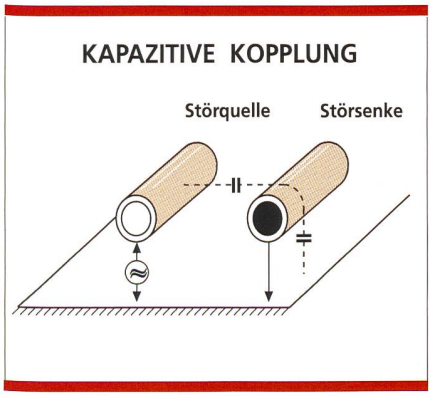


Bild 9. Beispiel kapazitiver Kopplung.

Welcher Schutz kann mit ungeschirmten Verkabelungssystemen erreicht werden?

Anbieter von ungeschirmten Verkabelungssystemen verzichten in ihrer Lösungsphilosophie bewusst auf eine Schirmung ihrer Komponenten, um Kosten zu sparen und mögliche Erdschlaufen zu verhindern. Sowohl externe als auch interne Störungen werden durch die Verwendung eines Kabelschirms jedoch abgeschwächt. Wie gut ist beispielsweise die Störfestigkeit einer ungeschirmten Strecke? Mit dem allseits anerkannten Testaufbau von IEC 801-4 als Basis simulieren die schnellen Transienten die Überspannungen, die beispielsweise bei der Abschaltung von induktiven Lasten über benachbarte Niederspannungskabel auf das Kommunikationskabel einwirken. Die Installation von nichtgeschirmten Verkabelungen kann wegen der internationalen und europäischen Abstrahlungsnormen nicht generell empfohlen werden.

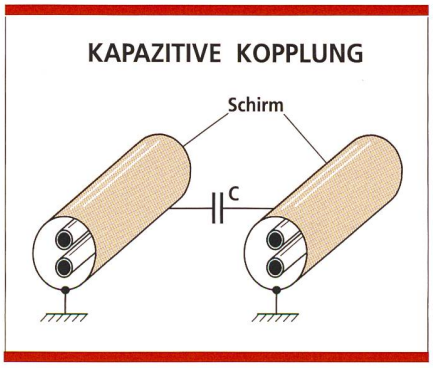


Bild 11. Reduktion kapazitiver Kopplung durch einen Schirm.

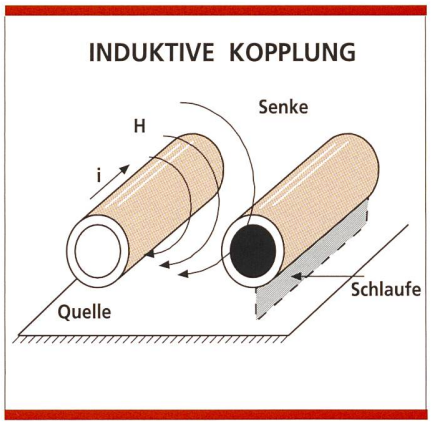


Bild 12. Beispiel induktiver Kopplung.

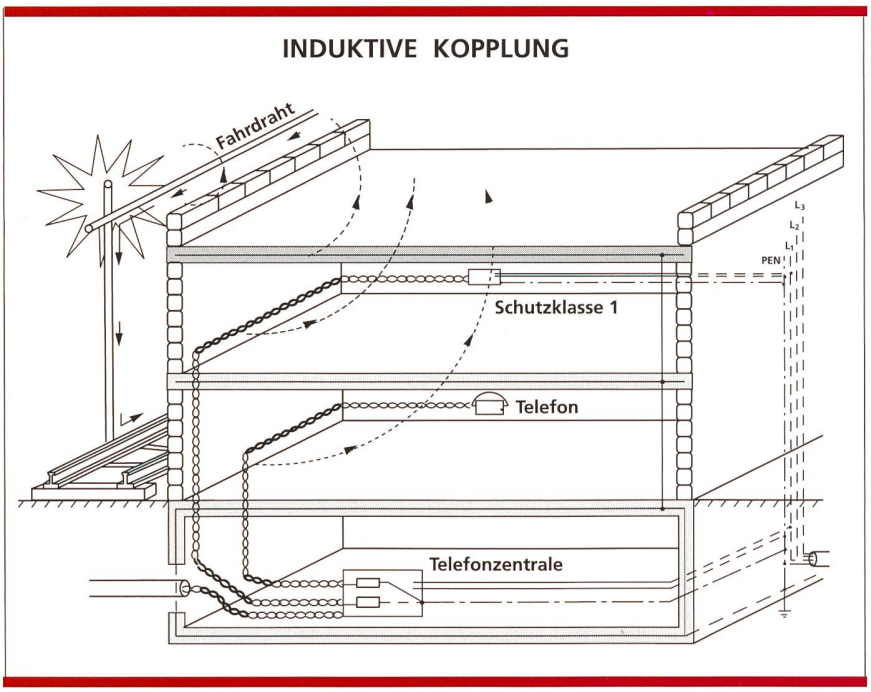


Bild 13. Induktive Kopplung in der Kommunikationsverkabelung.

Erdung von Kabeln – einseitig, beidseitig

Die Autoren haben unter anderem Messungen auf der Basisnorm IEC 801-4, beispielsweise an einer geschirmten Verkabelung im Betrieb, vollzogen und kamen zu für Laien erstaunlichen Resultaten. Mit gezieltem Anschluss der Kabelschirme und geeignetem Verlegen der Kabel inklusive des Einbezugs der Niederspannungsinstallation kann die Gesamtanlage (Verkabelung und Endgeräte) emissions- und immunitätsmässig massiv aufgewertet werden, was sich beispielsweise in der ausserordentlichen Erhöhung der Störfestigkeit auswirkt. Für höhere Ansprüche muss die Schirmung nicht zuletzt wegen der hohen Frequenzen von Gerät zu Gerät durchgehend verbunden werden, einschliesslich der Anschlusskabel, Anschlusselemente und Rangierfelder. Die Schirme sind dabei möglichst auf dem ganzen Umfang durchzuverbinden, Anschlussdrähte (sog. Pig-Tails) sind generell nicht erlaubt. Ausserdem sind die Schirme möglichst an beiden Enden, zumindest aber an einem Punkt mit Erdpotential zu verbinden. Nicht geerdete Schirme bilden eine Gefahr für elektrostatische Entladungen und führen somit zu Beeinflussungen.

GSM- oder D-Netz-Telefone

Man kann sich leicht die folgende Situation vorstellen: EDV-mässig erschlossener Arbeitsplatz mit Telefon. Zusätzlich hat der Mitarbeiter noch ein mobiles Telefon vom Typ GSM. Zurück von seiner auswärtigen Arbeit, legt er das Telefon neben seinen PC und beginnt mit seinem Endgerät zu arbeiten. Es wurde geschirmte oder ungeschirmte Verkabelung implementiert. Wo liegen die Unterschiede im Falle des Betriebs? Im Gegensatz zum ungeschirmten Kabel dämpfen die gutgeschirmten Kabel die ausgesendeten Signale um rund 20 bis 30 dB mehr, was eine spannungsmässige Reduktion um den Faktor 10 bis 30 bedeutet.

Aufgaben der Planer

Wird ein Gebäude mit einer geschirmten Kommunikationsverkabelung ausgerüstet, so sind zuerst die verschiedenen Installationen im Gebäude zu berücksichtigen. Seitens der Niederspannungsversorgung besteht heute schon teilweise ein Hauptpotentialausgleich. Dieser ist um den Stockwerkpotentialausgleich zu ergänzen. Dies ist sicher in einem neueren Gebäude einfacher und damit kosten-

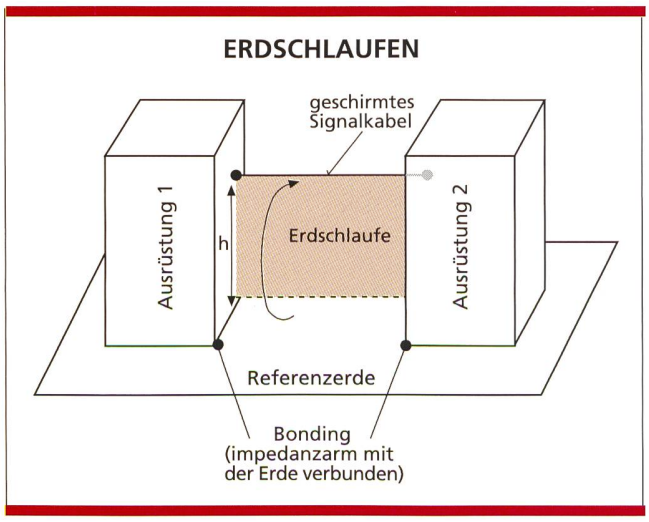


Bild 14. Erdschlaufen – Thematik und prinzipieller Schutz vor induktiver Kopplung durch beidseitige Erdung der Abschirmung (hinreichend kleine Ströme in der Abschirmung vorausgesetzt).

günstiger. Niederspannungs- und Kommunikationsverkabelung werden heute in den wenigsten Fällen koordiniert. Wird aus betrieblichen Gründen eine höhere Schutzanforderung gestellt, so können beispielsweise metallische Kanäle oder Flachbänder zur Führung der Starkstrom- und Kommunikationskabel verwendet werden. Ziel dieser Massnahmen ist es, die Beeinflussung durch äussere Störungen zu minimieren; zudem sollen unerwünschte Erdschleifen möglichst klein gehalten werden. In der Praxis lassen sich EMV-mässig betrachtet drei verschiedene Gebäudetypen bezüglich Aufwand an EMV- und Erdungsmassnahmen unterscheiden. Im Prinzip gilt: je älter das Gebäude, desto grösser sind die Aufwendungen bezüglich Störfestigkeit. Der Betreiber einer Verkabelung muss sich bewusst sein, dass er mit der Materialwahl rein nach Norm keinen garantierten Schutz erhält. So beträgt beispielsweise die minimale Störfestigkeitsanforderung für Endgeräte in der Regel bei IEC 801-4 (Einkoppelung schneller Transienten auf die Datenleitung) 500 V. Mit zusätzlichen, teilweise sehr geringen Mehraufwendungen können beispielsweise bei Ethernet ohne weiteres wesentlich höhere Werte erreicht werden.

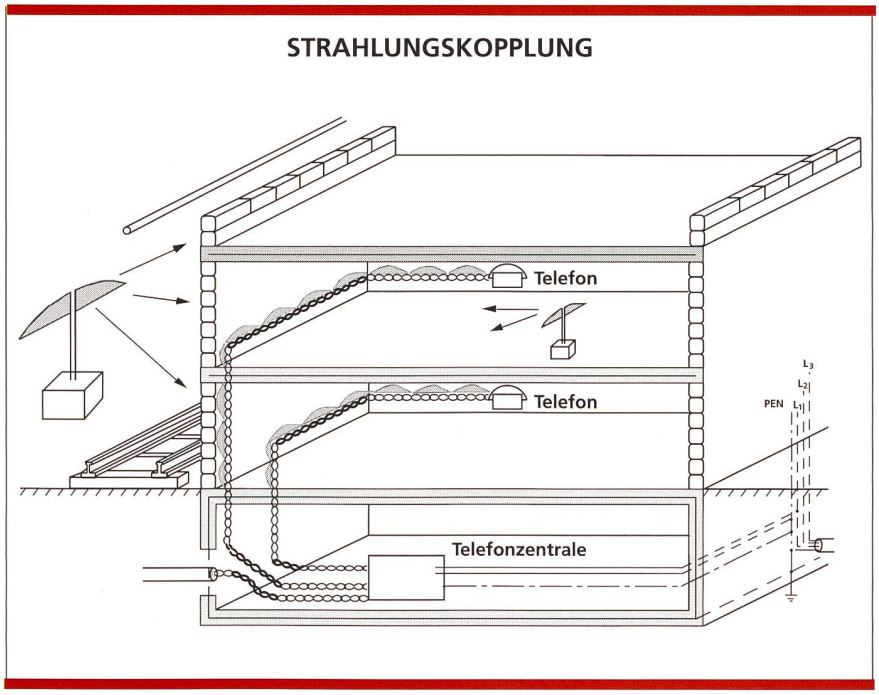


Bild 16. Strahlungskopplung in der Kommunikationsverkabelung.

Vom Kunden nicht gefordert und vom Anbieter nicht angeboten

Die Verwendung von geschirmten Komponenten allein genügt nicht, um einen guten Schutz gegen Störungen zu erreichen. Das verwendete Material passt oft mechanisch nicht so zusammen, dass die Grundvoraussetzungen (hochfrequenzmässig richtiger Schirmanschluss oder Anschluss des Schirms zum Gerät) erfüllt werden. In 90 % der Ausschreibungen wird dies vom Planungsbüro/Kunden nicht explizit gefordert. Die Ausschreibung verlangt nur «Kategorie 5, Klasse D». Stillschweigend wird oft angenommen, dass die Schirmung messtechnisch in den verlangten Protokollen von Prüfstellen erfasst ist. Der Kunde/Planer muss aber dafür sorgen, dass der gewünschte Schutzgrad erreicht wird.

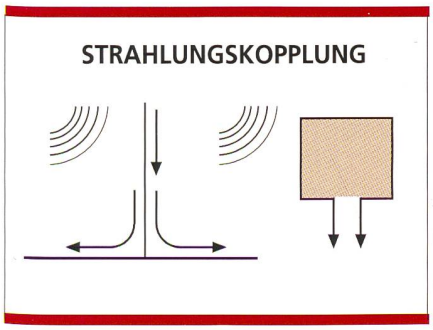


Bild 15. Prinzipielle Möglichkeiten der Strahlungskopplung.

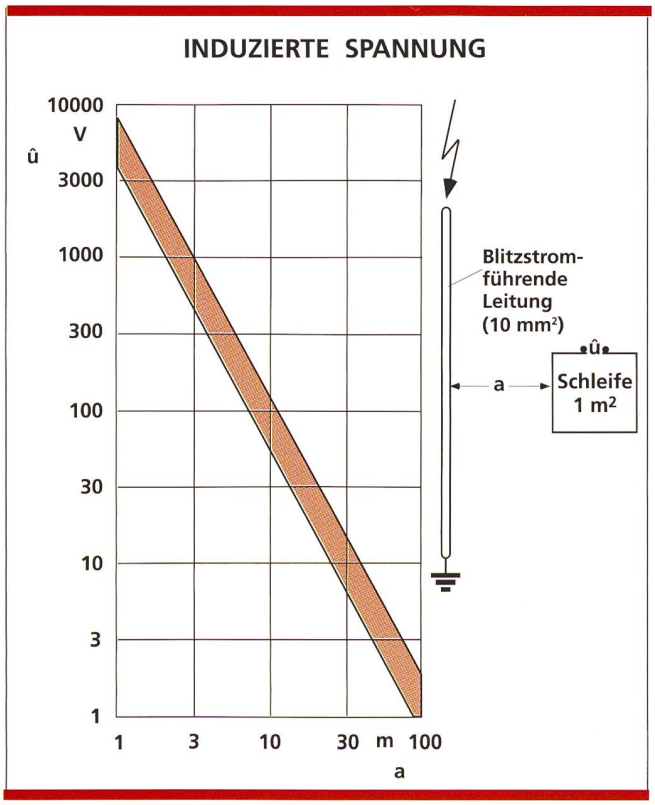


Bild 17. Induzierte Spannung (û) im Fernfeld einer blitzstromführenden Leitung bei einem Stromanstieg di/dt = 80 kA/µs, abhängig vom Abstand a einer Leiterschleife.

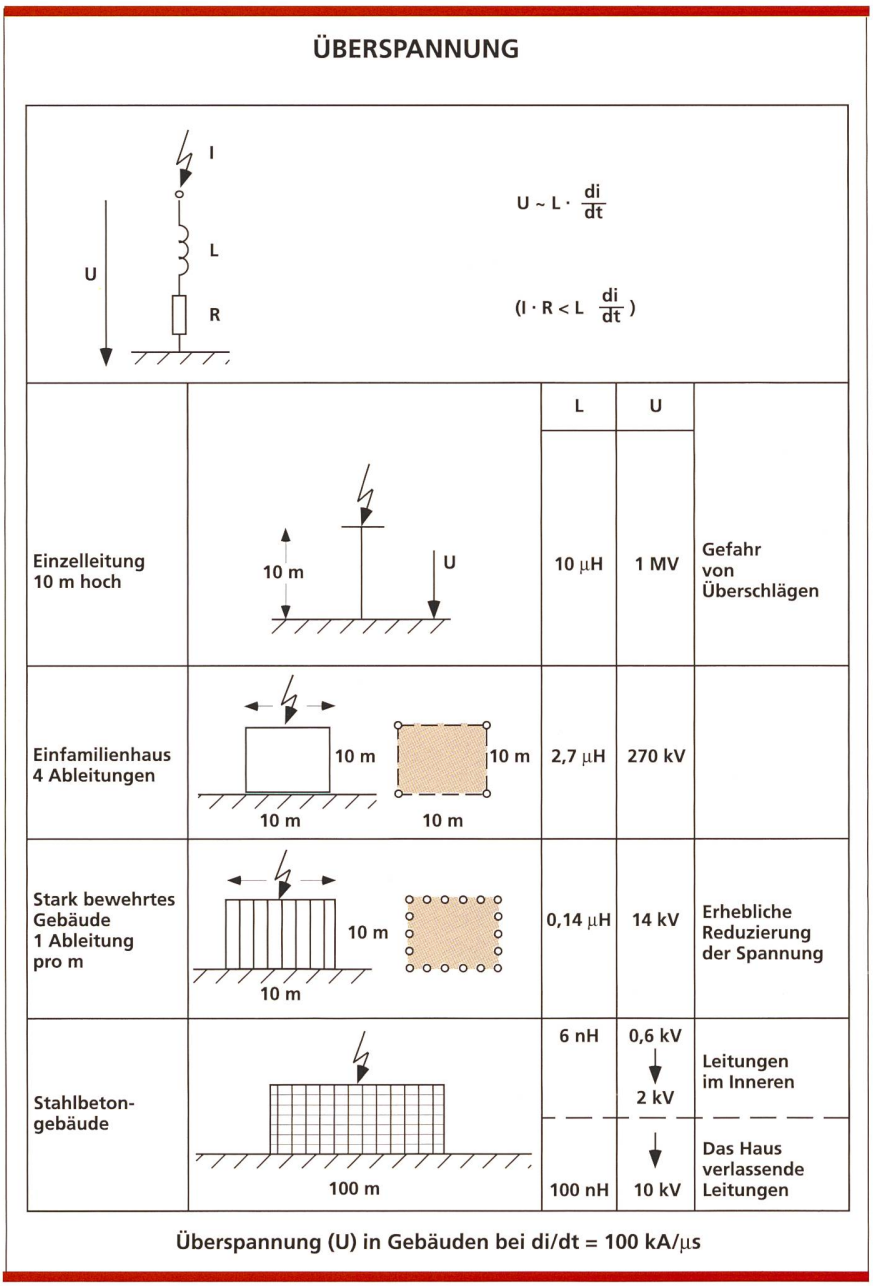


Bild 18. Überspannung (u) in Gebäuden bei di/dt = 100 kA/µs.

Nicht spektakulär, aber wichtig

Potentialausgleich, Leitungsführung usw. erfordern Planung und Umsetzung. Der Kunde muss seine Stellung nutzen und den Anbieter mit diesen Gedanken konfrontieren. Er muss «seinen» Schutzgrad in der Submission definieren. Besonders im heutigen Wirtschaftsumfeld gilt: Keine Anforderung bedeutet minimale Leistung. Man sollte sich nur bedingt auf das Outsourcing verlassen. Es haben mehr Leute Kenntnisse über aktive Geräte, als es solche gibt, welche die passive Technik richtig einzusetzen wissen. EMV ist eine interdisziplinäre Angelegenheit und erfordert Erfahrung und Spürsinn. Erfahrung entsteht nur durch längere Arbeit auf diesem Gebiet und durch Bewältigung von Problemen. Grundkenntnisse sind Vorbedingung, genügen aber für die Praxis nicht. Im weiteren verhält sich die Umwelt dynamisch. Das EMV-Umfeld ändert sich mit jedem zusätzlich in Betrieb genommenen Gerät bzw. Dienst.

Kosten sind das eine – (später) Ärger jedoch das andere

Durch eine fachlich sichere Grundkonzeption können Kosten gespart werden. Die Frage lautet nur: Niedrige/hohe Investitonskosten heute oder Anpassung der Installationen später während des Betriebs? Welche Kostenstelle wird belastet? Technisch gesehen bietet die geschirmte Verkabelung, sofern sie professionell und auf einen längeren Zeithorizont ausgerichtet ist, ein hohes Mass an Investitionssicherheit. Wie lange möchte die Firma die Investition nutzen? Liegt eine neuere Infrastruktur vor, so kann sie mit relativ geringem Aufwand einen guten Schutzgrad erreichen. Im Falle des Neubaus ist es sinnvoll, Technik und Ästhetik zusammenzubringen, damit kostengünstige Lösungen entstehen. In älteren Bauten können zwei Strategien zur Anwendung kommen. Sind heute keine Störungen vorhanden, so kann ein einfacher Schutzgrad geplant und installiert werden. Werden Störungen vermutet oder sind bereits Störungen vorhanden, ist ein Fachmann beizuziehen, um diese einigermassen kostengünstig und langfristig zu beseitigen. Für beide Fälle gilt jedoch, dass die ausgewählten Rangierfelder bezüglich Abschirmung hochfrequenztauglich sein müssen und dass der Anschluss an die Gebäudestruktur qualitativ sichergestellt ist. Dies ist mit einzeln geschirmten Stecksystemen als langfristige Lösung möglich. Der Schirm der im Arbeitsplatzbereich vorhandenen Datendosen kann beispielsweise mit einem nachzuinstallierenden Erdband aufgerüstet werden, um die beidseitige Kontaktierung des Kabelmantels zu bewerkstelligen.

Wichtigste Störmechanismen (Kopplungsarten) und wie ihnen begegnet werden kann

Störenergien (z. B. in Form von Spannungen, Strömen, Feldern) lassen sich auf verschiedene Weise in die Ausrüstungen einkoppeln, wobei in diesem Fall die Verkabelung (als bekanntlich passive Komponente) eine bedeutende Rolle einnehmen kann. Am Beispiel

der Einkopplung von Störungen in Geräte sollen nachfolgend vier Störmechanismen näher erläutert werden, und anhand der Kommunikationsverkabelung soll gezeigt werden, wie man ihnen begegnen kann.

Galvanische Kopplung
Zwei Stromkreise werden durch einen einzigen gemeinsamen Leiter oder eine gemeinsame Impedanz miteinander verbunden. Der sogenannte Störkreis ruft über diese gemeinsame Impedanz im gestörten Stromkreis unerwünschte Ströme oder Spannungen hervor.
Beispiele: schlecht installierte Erdungssysteme; mehrere Hinleiter mit einem gemeinsamen Rückleiter; Kriechströme in Erdungssystemen (Bild 8).
Gegenmassnahmen: Galvanisch eingekoppelte Störungen werden am zweckmässigsten unterdrückt, indem man galvanische Kopplung vermeidet, das heisst keinen gemeinsamen Leiter oder gemeinsame Impedanz verwendet. Lässt sich dies nicht erreichen, sollte das gemeinsame Element möglichst impedanzarm ausgelegt werden. Die symmetrische Übertragungsart ist eine Möglichkeit, die galvanische Koppelung zu umgehen.

Kapazitive Kopplung
Der Störstromkreis ist über eine (Streu-)Kapazität mit dem gestörten Stromkreis gekoppelt. Je grösser die auftretende Spannungsänderung, desto stärker die Störung.
Beispiele: Kopplung zu Hochspannungsleitungen (Bilder 9 und 10), Fluoreszenzleuchten, Fotokopierer, Streukapazität zwischen Primär- und Sekundärkreis eines Transformators.
Gegenmassnahmen: Kapazitive Kopplung lässt sich durch einen elektrisch leitenden Schirm reduzieren; damit er die Kopplungskapazität wirksam verkleinert, muss er auf konstantem Potential gehalten werden; üblicherweise ist dies das Erdpotential (Bild 11). Symmetrische Übertragung ist ebenfalls wirksam gegen kapazitive Kopplung.

Induktive Kopplung
Der Störstromkreis ist über ein Magnetfeld (induktiv) mit dem gestörten Stromkreis gekoppelt. Je stärker die Stromänderung ist, die das Magnetfeld erzeugt, desto stärker ist die Störung.
Beispiel: Kopplung (Bild 12) zu Strömen in Starkstromkabeln, Erdschlussströmen (Bild 13), Blitzströmen.
Gegenmassnahmen: Durch verkleinern der Flächen der Schleifen lässt sich diese Störbeeinflussungsart verkleinern. Bei symmetrischen Kabeln (mit Hin- und Rückleiter) wird dies beispielsweise durch Verdrillung erreicht. Die induktive Kopplung kann auch durch Vergrösserung des Abstandes reduziert werden. Die symmetrische Übertragungsart schützt generell vor der Störbeeinflussung. Die Übertragung über ein abgeschirmtes symmetrisches Kabel lässt sich vor induktiver Einkopplung schützen, indem die Abschirmung beidseitig geerdet wird (Bild 14). Der durch das Störfeld hervorgerufene Schirmstrom im gestörten Objekt produziert ein Gegenfeld, das die Wirkung des Störfeldes teilweise aufhebt.

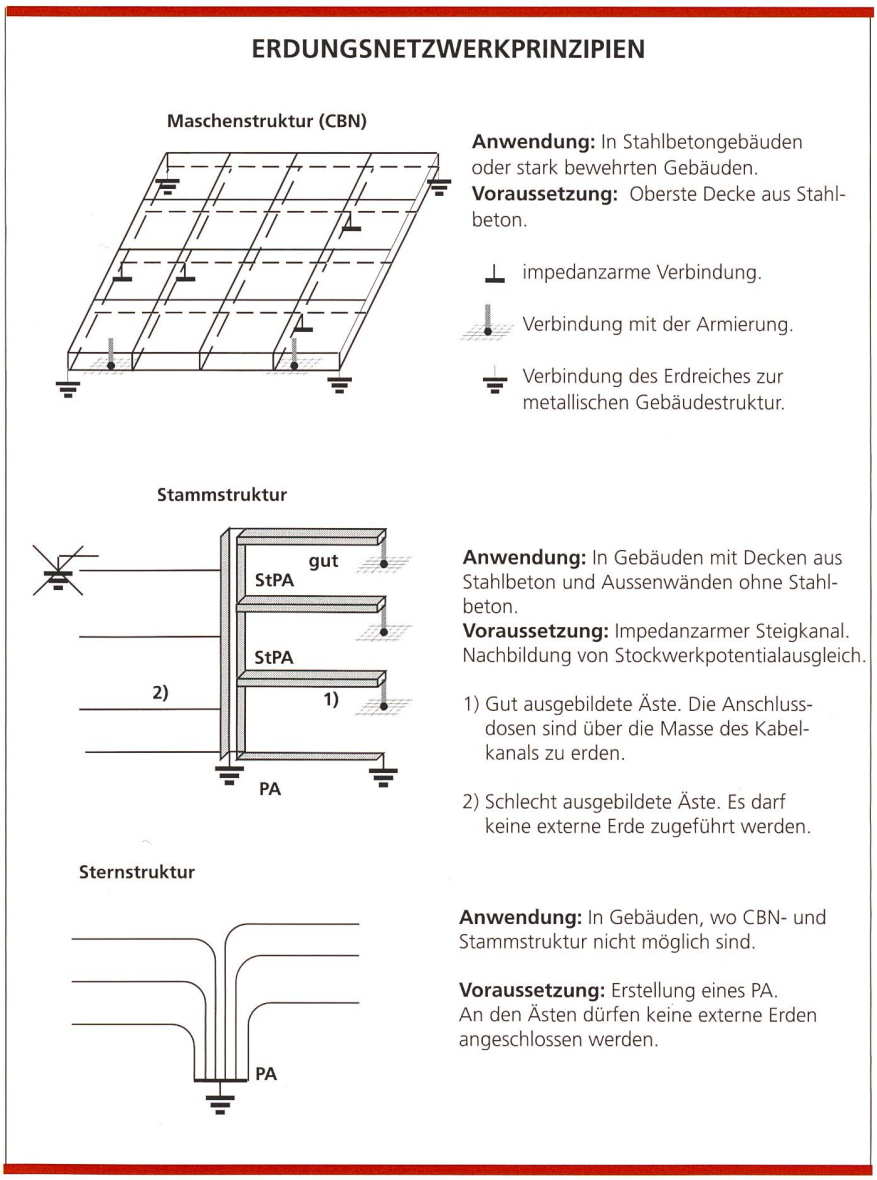


Bild 19. Erdungsnetzwerkprinzipien.

Strahlungskopplung
Störer und gestörter Stromkreis sind über ein elektromagnetisches Feld miteinander verkoppelt. Die Störung wird bestimmt durch die abgestrahlte Leistung und die Antennen. Jeder Leiter kann prinzipiell als Antenne für elektromagnetische Wellen wirken, das heisst, er kann Störungen abstrahlen oder Störungen aufnehmen (Bild 15).
Beispiele: Strahlungskopplung (Bild 16) zu Radio- und TV-Sendern, Funksendern, Funkgeräten, Mobiltelefonen; Störungen infolge Kopplung zu Zündfunken von Motorfahrzeugen, schlecht entstörten Elektromotoren, einseitig geerdeten geschirmten Installationen.
Gegenmassnahmen: Strahlungskopplung lässt sich grundsätzlich durch eine leitende, geschlossene Abschirmung

3

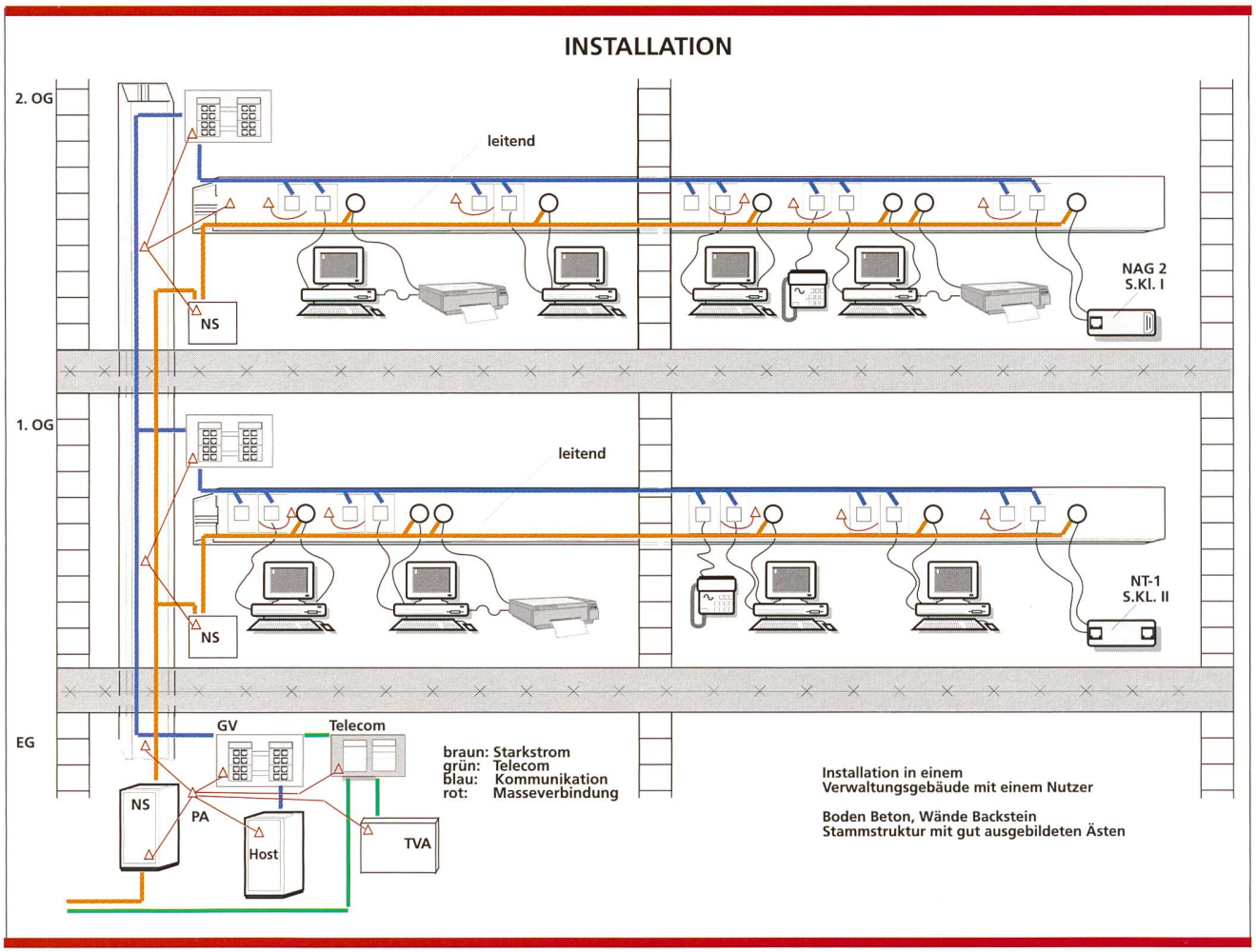


Bild 20. Übersicht über eine geschirmte Verkabelung.

unterdrücken (Prinzip des Faradaykäfigs). Diese Abschirmung muss im Fall von höheren Frequenzen nicht zwingend geerdet sein. Bei Kabeln muss die Abschirmung an beiden Enden mit der Gehäuseabschirmung der angeschlossenen Geräte durchverbunden sein. Sind beide Gehäuseabschirmungen mit dem Schutzleiter verbunden, entstehen Erdschleifen. Strahlungskopplung lässt sich auch durch symmetrische Übertragung reduzieren.

Störquellen, mit denen man in der Kommunikationsverkabelung oft konfrontiert wird

Bei diesen Störquellen handelt es sich in überwiegendem Mass um solche, die vom Menschen selbst, das heisst von der Technik, erzeugt werden.

Beispiele von Störquellen in der Umgebung der Kommunikationsverkabelung sind:

- Hochspannungsanlagen, Energieversorgung, Beleuchtung
- Radiosendeanlagen, Fernsehen, schnurlose Telefone usw.
- Radaranlagen
- elektrische Antriebssysteme (Eisenbahn, Strassenbahn, Drahtseilbahn) Elektromotoren, Explosionsmotoren (Zündung)
- Industriemaschinen (Induktionsheizanlagen, Schweissmaschinen)
- medizinische Geräte (Ultraschall, Diathermie)
- Kommunikationsausrüstungen (Faxgeräte, Nebenstellenanlagen oder Teilnehmervermittlungsanlagen)
- Büromaschinen (Kopierer, Drucker, PCs, Sichtgeräte)
- Blitze

Massnahmen, um der Störbeeinflussung zu begegnen

Am Beispiel der vier Störungsmechanismen wurden bereits erste Massnahmen erläutert. Es sind kaum Massnahmen notwendig, wenn die an der Verkabelung angeschlossenen Ausrüstungen hervorragende EMV-Eigenschaften aufweisen, das heisst kaum Störungen «emittieren» oder Störungen (in der Umgebung) gegenüber sehr «resistent» oder «immun» sind. Nachfolgend wird eine Liste von Abwehrmassnahmen aufgestellt. Es wäre falsch, alle diese Massnahmen bei jedem Projekt gleich stark einzusetzen; das würde dem schon erwähnten «Giesskannenprinzip» entsprechen. Die dosierte, spezifische, gezielte Anwendung von Massnahmen kann nur im Rahmen eines EMV-Konzepts erreicht werden:

1. sicherstellen, dass nur Geräte und HW-Systeme angeschlossen werden, die punkto elektrischer Sicherheit und EMV den relevanten (Euro-)Normen entsprechen
2. sicherstellen, dass keine unerwünschten Kopplungen zwischen der EMV-Aussenwelt und den angeschlossenen Ausrüstungen bzw. zwischen den angeschlossenen Ausrüstungen unter sich via Verkabelung entstehen
3. Anwendung des symmetrischen Übertragungsprinzips
4. Anwendung des Abschirmungsprinzips (abgeschirmte Ausrüstungen, Stecker, Kabel)
5. Einsetzen von:
   - Filtern
   - Überspannungsschutzelementen (Ableiter, Varistor usw.)
   - Trenntransformatoren
   - Optokopplern
6. Bereitstellung oder Benutzung von Erdungsnetzwerken und einem geeigneten Potentialausgleich
7. Vermeidung grossflächiger Erd- oder Kabelschlaufen
8. gezieltes Anwenden sehr impedanzarmer Schlaufen zur Kompensierung (z. B. Magnetfelder)
9. Verlegung in Metallkanäle, metallische Brüstungskanäle oder entlang von Erdbändern
10. Verwendung optischer Kabel
11. Einbezug der Starkstromverkabelung in das gleiche Trassee wie die Kommunikationsverkabelung (gleiche Verkabelungsstruktur)
12. Einhalten von Minimal- (und Maximal-)Distanzen
13. Einsatz des geeignetsten Energieversorgungssystems (TN-S als diesbezüglich optimales System)

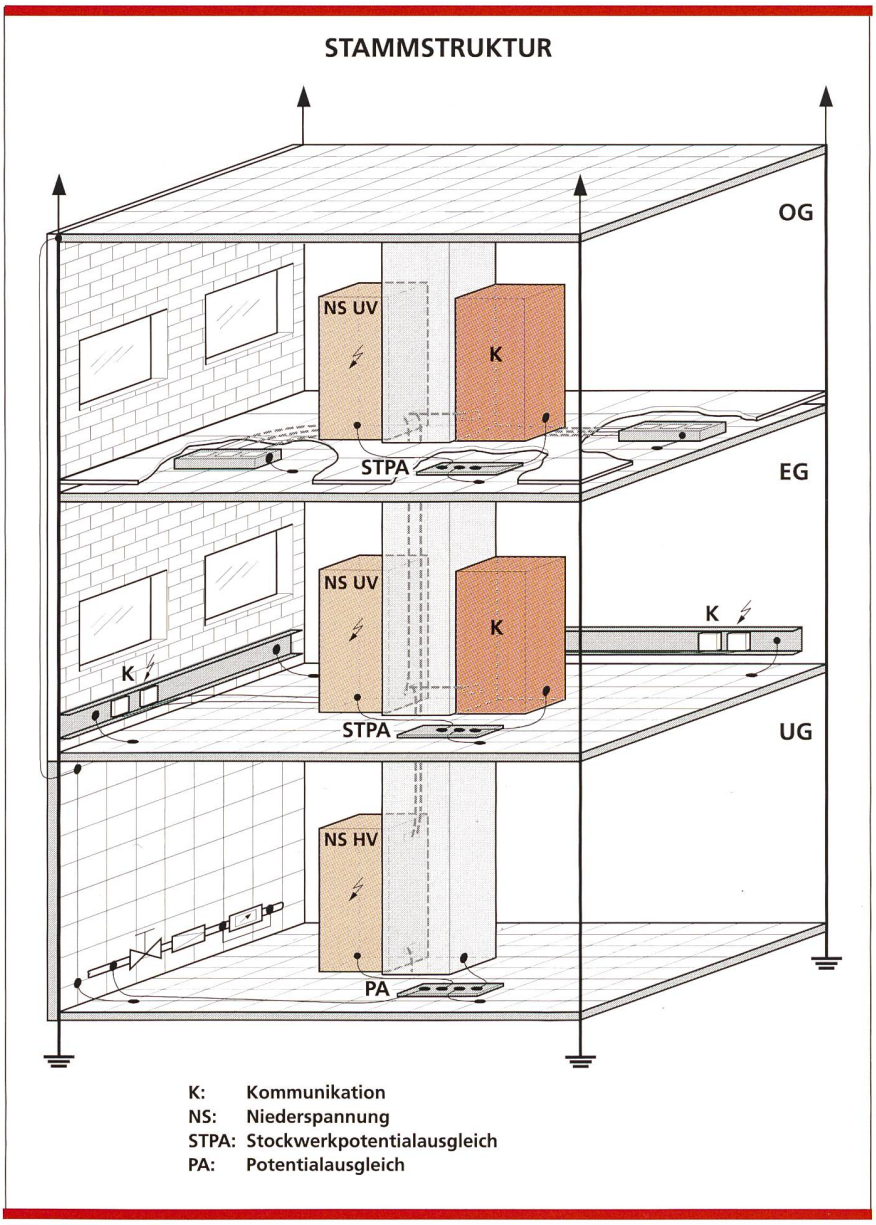


Bild 21. Praktische Ausführung einer Stammstruktur.

Gefährdung der Verkabelung und der angeschlossenen Geräte durch Blitze

Eine besondere Gefährdung besteht bei Blitzeinschlägen. Dabei muss man zwischen Direkteinschlägen ins Gebäude und Überspannungen als Folge von indirekter Beeinflussung unterscheiden. Gefährdete Objekte sind vor allem solche in Gebieten mit hoher Gewitterhäufigkeit oder/und Erdreich mit hohem spezifischem Bodenwiderstand (z. B. Berggebiet). Höhere Gebäude oder solche mit oberirdischen Leitungseinführungen sind besonders gefährdet. Bekanntlich führen Blitzeinschläge bei benachbarten Leiterschleifen wegen des Induktionsgesetzes zu hohen induzierten Spannungen. Bild 17 zeigt als Beispiel die induzierte Spannung einer Schleife von 1 m^2 bei einem indirekten Blitzeinschlag (5 % aller Blitze erreichen eine Stromänderung von 80 kA/s). Mit zunehmender Seitenlänge des Quadrats nimmt die Spannung ungefähr linear zu. Solche Schleifen werden vielfach aus einer Kombination der Niederspannungs- mit der Kommunikationsverkabelung gebildet, beispielsweise wenn kein gemeinsamer Steigschacht im Gebäude benutzt wird.

Bei einem Direkteinschlag in ein Gebäude fliesst oder springt der Strom über metallische Leiter ins Erdreich ab (Modell Bild 18). Dabei ist vor allem die Induktivität des Leitergebildes für die auftretenden Überspannungen massgebend, der ohmsche Anteil kann vernachlässigt werden. Die schnelle Stromänderung erzeugt aufgrund des Induktionsgesetzes am Leiter eine hohe Spannung.

Nimmt man nun an, dass sich der Strom gleichmässig über mehrere Leiter verteilen kann, so nimmt die Induktivität und somit die Grösse der auftretenden Spannung ab. Im Fall des Einfamilienhauses handelt es sich um die vier Fangleitungen des äusseren Blitzschutzes. Beim stark bewehrten

Dienste	Frequenz [MHz]	Leistung ERP	Schutz-abstand
Rundfunk Mittelwellen	0,5 – 1,6	500 kW	1650 m
Rundfunk Kurzwellen	1,6 – 30	50 kW	520 m
Gross-Rundfunksender	88 – 108	50 kW	520 m
Gross-Fernsehsender	48 – 853	150 kW	900 m
Klein-Fernsehsender	48 – 853	5 bis 500 W	5 bis 52 m
Stationärer und mobiler Funk	30 – 470	50 W	17 m
Amateurfunk	1,8 – 30 50 – 225	300 W	40 m
Jedermannsfunk	27 – 27,5	5 W	5,2 m
GSM-Telefone	900	0,5 W	1,6 m
Flug-/Schiffs-Radar	1 – 30 GHz	500 MW	52 km

Elektrische Feldstärke $E_{[V/m]} = 7 \cdot \sqrt{P_{[w]}} / d_{[m]}$
P = Effektive Strahlungsleistung am Diopol (ERP)
d = Distanz
Die Formel gilt für das Fernfeld mit $d \geqslant 3\,\lambda$; wobei λ = Wellenlänge

Tabelle 1. Schutzabstände gegenüber Sendestationen.

Stahlbetongebäude reduziert sich die auftretende Spannung auf 600 bis 2000 V. In jeder Leiterschleife kann ein Gegenfeld erzeugt werden, das demjenigen des Verursachers entgegenwirkt und somit abschwächend ist.

Störung durch Sendeanlagen

Sowohl die einzelnen Geräte von Kommunikationsanlagen als auch die Übertragung können über die Kommunikationsverkabelung durch elektromagnetische Felder von Sendestationen gestört werden. Deshalb existieren seit 1992 Euronormen, die die Minimalstörfestigkeit für alle Geräte der Informationstechnologie festlegen. Die Geräte müssen dabei einem elektrischen Feld von 3 V/m standhalten, ohne dass der Betrieb beeinflusst wird. In Tabelle 1 wurden die Schutzabstände von der Antenne der verschiedenen Störer bis zum Kommunikationsgerät berechnet, bei dem das Gerät bzw. die Installation einem Feld von 3 V/m ausgesetzt wird.

Niederfrequente Beeinflussung

Unter Niederfrequenz werden in diesem speziellen Fall die 50 Hz der elektrischen Versorgung und die $16^2/_3$ Hz des Bahnstroms verstanden. Jeder Strom verursacht um den stromdurchflossenen Leiter ein Magnetfeld, das proportional mit dem Strom zunimmt. Sind die Abstände zwischen den stromführenden Leitern einer Leitung gross (z. B. bei Höchstspannungsleitungen oder Bahnen), so kann das Magnetfeld in der Umgebung der Leiter recht hoch werden.
Bildschirme von Computern sind, da sie mit Ausnahme der Plasmaschirme selbst auf dem Prinzip der magnetischen Ablenkung beruhen, gegenüber magnetischen Niederfrequenzfeldern sehr empfindlich. Es genügt bereits eine Feldstärke von 2µT, um die Lesbarkeit zu beeinträchtigen. Im normalen Betriebszustand der Energieleitungen bei Strömen bis gegen 1000 A können Bildschirme im Bereich von Bahnen und Höchstspannungsleitungen bis zu einem Abstand von rund 50 m permanent gestört werden. Speziell im Fall von grossen Schleifen können induzierte Spannungen und damit Ausgleichsströme über die Verkabelung auftreten. In der Praxis findet man dies vielfach über die Schutzerde des Starkstromanschlusses und den kommunikationsseitigen Kabelschirm der Geräte.
In der Regel bleiben dabei die Störungen auf die schlechte Lesbarkeit oder auf Unlesbarkeit bei den Bildschirmen beschränkt. Bei Erdschlüssen von Hochspannungsleitungen oder Bahnen können jedoch kurzzeitig Ströme bis gegen 30 kA auftreten, die indirekt zu Blockierungen der Kommunikationsübertragungen, eventuell sogar zu Zerstörungen führen können. Leistungstransformatoren in Gebäuden oder Niederspannungssammelschienen mit grossen Strömen erzeugen ebenfalls starke Felder, was dazu führen kann, dass Computer auf einige Meter zu distanzieren sind. Elektrische Bodenheizungen waren ebenfalls schon Ursache für eine Beeinflussung von Computern.
Störungen durch niederfrequente Magnetfelder können in der Regel nur durch Distanzierung behoben werden, da eine Schirmung sehr aufwendig ist. Eine normale Geflechts- oder Kupferbandschirmung bei Kabeln bringt keine Verbesserung, es braucht dazu hochpermeable Materialen (z. B. Mü-Metall). Im Fall der Bahnen können spezielle Kompensationsleiter verlegt werden. Eine andere Möglichkeit ist die Auftrennung der Erdschleifen. Im Störungsfall ist eine Trennung etwa auch über einen Trenntransformator möglich.

Gemeinsames Trassee der Kommunikations- mit der Niederspannungsverkabelung

Die Speiseleitung für die Geräte sowie die Kommunikationsverkabelung sollen grundsätzlich über das gleiche Trassee geführt werden unter Berücksichtigung einer sogenannten Ordnungstrennung, was je nach Situation bedeuten kann: rund 10 cm im Horizontalkanal und rund 20 cm im Steigkanal im Fall von grösseren Strömen. Getrennte, einander gegenüberliegende Steigschächte sind wegen der Schlaufenbildung unter allen Umstän-

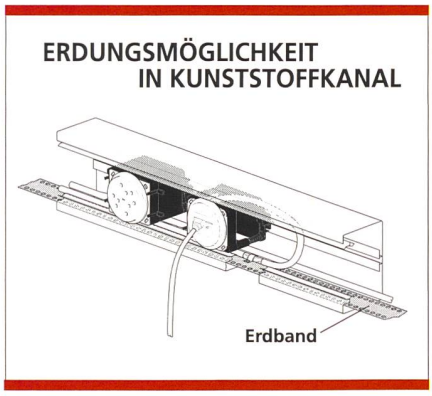


Bild 22. Erdungsmöglichkeit bei Anschlussdosen in Kunststoffkanälen.

den zu vermeiden. Dies lässt sich vor allem bei Neubauten besonders leicht realisieren. Mit dieser Massnahme wird eine der häufigsten Schwachstellen eliminiert.

Erdungsnetzwerkprinzipien

Da die Art der Gebäudestruktur einen bestimmenden Einfluss auf die Störungen hat, insbesondere bei Blitzeinschlägen, wird das Erdungsprinzip dem Gebäude angepasst. In Bild 19 sind drei Prinzipien aufgelistet. Es wird zwischen Maschenstruktur, Stammstruktur und Sternstruktur unterschieden. Die Sternstruktur dürfte nur in den seltensten Fällen zur Anwendung kommen. Die Maschenstruktur bietet aufgrund der vorausgesetzten Gebäudestruktur die meisten Vorteile und damit die grösste Sicherheit gegenüber Beeinflussungen. Bei der Stammstruktur soll der Stamm möglichst gut leitend (impedanzarm) sein, bei den Ästen kann bezüglich Impedanz zwischen gut und schlecht ausgebildeten unterschieden werden (z. B. leitende Horizontalkanäle bzw. Kunststoffkanäle ohne Ausgleichsleiter).

Erdung und Potentialausgleich (PA)

Jedes Kommunikationsverkabelungssystem ist über den Potentialausgleich (PA) des Gebäudes zu erden. Der PA ist eine elektrische Verbindung, welche Masse und fremde leitfähige Teile auf gleiches oder annähernd gleiches Potential bringt (Wasserleitung, Gebäudearmierung, Blitzschutzanlage, Starkstrom- und Schwachstrominstallationen, grosse metallische Konstruktionen, die nicht zu den elektrischen Anlagen gehören). Als Erder soll nach Möglichkeit der Fundamenterder des Gebäudes dienen. In neueren armierten Gebäuden wird teilweise der Stockwerk-PA erstellt.

Einsatz von Symmetrieübertragern in den Geräten

Der Einsatz von Übertragern als Bestandteil der Geräte an den Signaleingängen bezweckt die Symmetrierung von unsymmetrischen Signalen im Nutzfrequenzband. Heute wird aus Kosten- und Platzgründen mehr und mehr auf diese Übertrager verzichtet. Dies hat zur Folge, dass die Eingänge auch breitbandiger werden. So kann beispielsweise der 70-V/25-Hz-Ruf ab Telefonzentrale unter ungünstigen Verhältnissen die Übertragung auf den benachbarten Aderpaaren stören. Hinzu kommt, dass in den meisten Fällen für die niederfrequenten Beeinflussungen keine Spezifikationen vorliegen. Niederfrequente Störströme können beim Wegfall der Symmetrieübertrager durch die elektronischen Schaltungen fliessen. Die Erfahrung zeigt, dass die Übertragung ohne Symmetrieübertrager wesentlich störanfälliger wird.

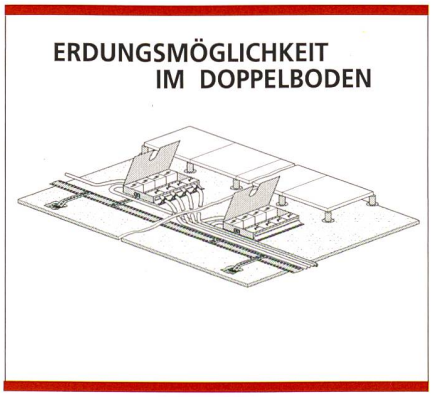


Bild 23. Erdungsmöglichkeit bei Anschlussdosen in Doppelboden.

Installation

Bevor mit einer Installation begonnen werden kann, sind unter anderem die folgenden Aspekte abzuklären:

- Muss die Sicherheit der Anlage bezüglich Unterbruch und Störungen gewährleistet sein?
- Welcher Verkabelungskategorie soll sie genügen, und wie zukunftsorientiert soll verkabelt werden?
- Welche Struktur weist das Gebäude auf?
- Wie verläuft das Trassee der Niederspannungsinstallation, und besteht ein TN-C-S-Erdungssystem?
- Befinden sich mehrere Nutzer im gleichen Gebäude?
- Besteht eine Gefahr durch äussere Einflüsse (Blitz, EMV)?
- Besteht die Gefahr, dass andere Dienste gestört werden (Funk)?

Die Schutzmassnahmen müssen entsprechend den Antworten getroffen werden. In einer schlechten Umgebung ist entscheidend, dass die Installation möglichst optimal ausgeführt wird. Bei unkritischer Umgebung sind Abstriche möglich. Dabei muss jedoch in Kauf genommen werden, dass die Störfestigkeit geschwächt und die Störemission erhöht wird. Zudem sind gegenseitige Beeinflussungen innerhalb des eigenen Verkabelungssystems eher möglich.
In der Praxis stellt sich die Frage, ob die Dosen für den Anschluss der Geräte zu isolieren oder mit Erdpotential zu verbinden sind. Die gleiche Frage stellt sich bei den Rangierfeldern. Wegen der hohen Frequenzen sollen im Fall von armierten Gebäudestrukturen und gutausgebildeten Kanälen alle Elemente impedanzarm mit Erdpotential verbunden werden, während bei ungünstigen Gebäudestrukturen und schlecht ausgebildeten Ästen die Schirme wohl durchzuverbinden, die einzelnen Elemente jedoch gegenüber ihrer Umgebung zu isolieren sind. 9.1

Walter Fawer, Elektroingenieur HTL, ist Leiter des akkreditierten Labors für elektrische Sicherheit und EMV bei der Telecom PTT. Als Experte befasst er sich mit den verschiedenen Prüfproblemen im Mandatsbereich seiner Gruppe (EMV, Sicherheit, Sachschutz, Erdung und Kommunikationsverkabelung). Seit rund drei Jahren ist er Leiter der nationalen Komitees TK 115 (Gebäudeverkabelung) und TK 74 (elektrische Sicherheit) sowie Mitglied der entsprechenden europäischen Komitees TC 115 und TC 74. Er kennt sich in der Umsetzung der «Normpraxis» besonders aus.

Alfred Furrer beschäftigt sich seit 1987 mit der Umsetzung der Kommunikationsverkabelung. Frühzeitig erkannte er, dass sich die Vernetzung nicht nur auf die Übertragung hoher Bitraten beschränkt. Die EMV, verbunden mit der raschen Entwicklung von drahtlosen und drahtgebundenen Übertragungssystemen, gewinnt eine immer höhere Bedeutung bei der passiven Vernetzung von Gebäuden und Arealen. Seit fünf Jahren ist Alfred Furrer selbständiger Unternehmer (Furrer Telecommunications, Gossau) und hat unter anderem ein eigenes, vollständig geschirmtes Stecksystem für die Kommunikationsverkabelung entwickelt.

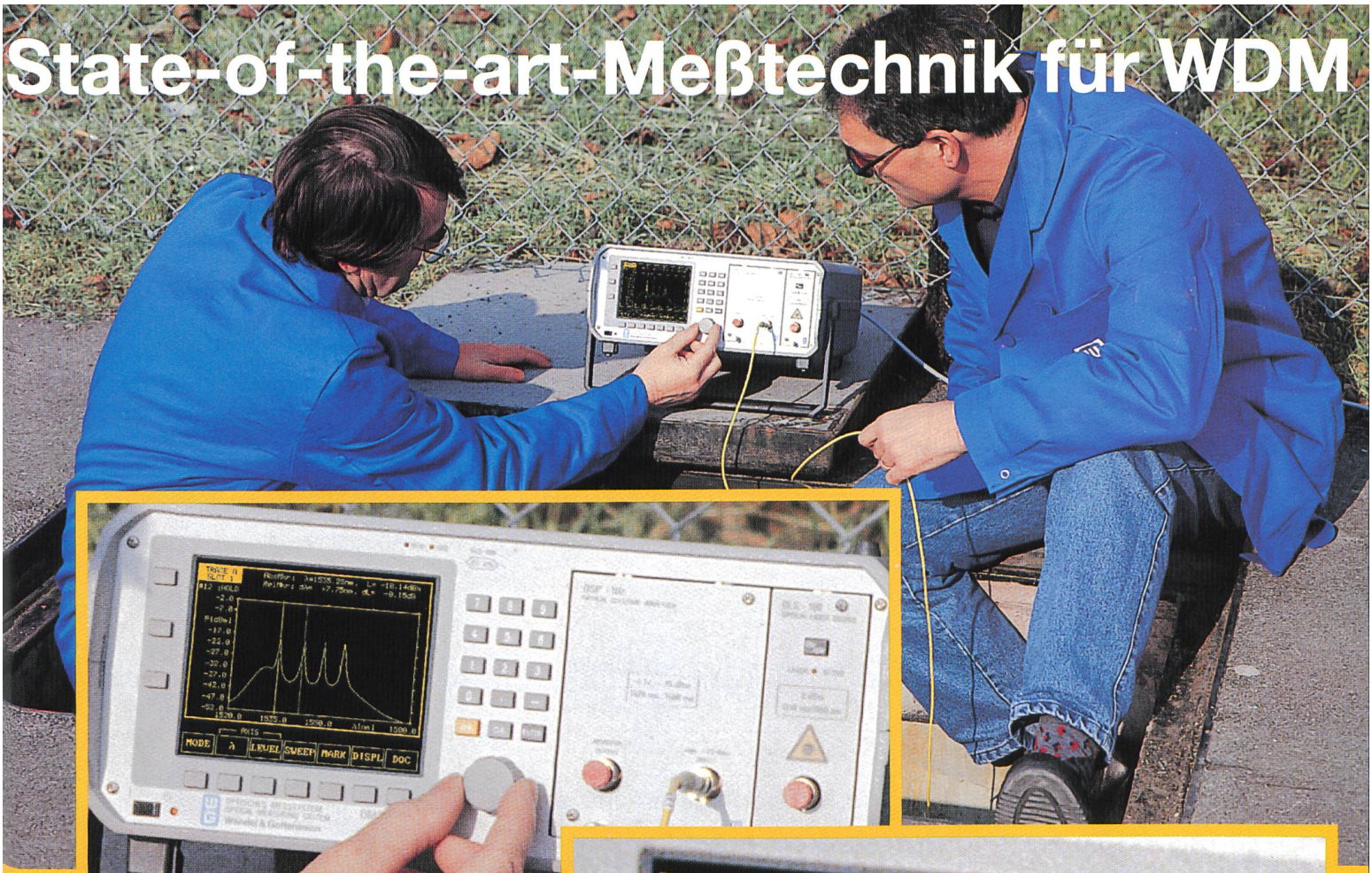
Max Suremann, Elektroingenieur HTL, trat 1965 in die Dienste der Telecom PTT ein. Von 1966 bis 1992 war er in der Direktion Forschung und Entwicklung, Fachrichtung Übertragungssysteme, tätig. Während der letzten zehn Jahre beschäftigte er sich mit dem Spezialgebiet der elektromagnetischen Verträglichkeit, verbunden mit internationaler Normierungstätigkeit. Seit 1992 ist er Leiter für Schutztechnik und Schutzmassnahmen von Anlagen.

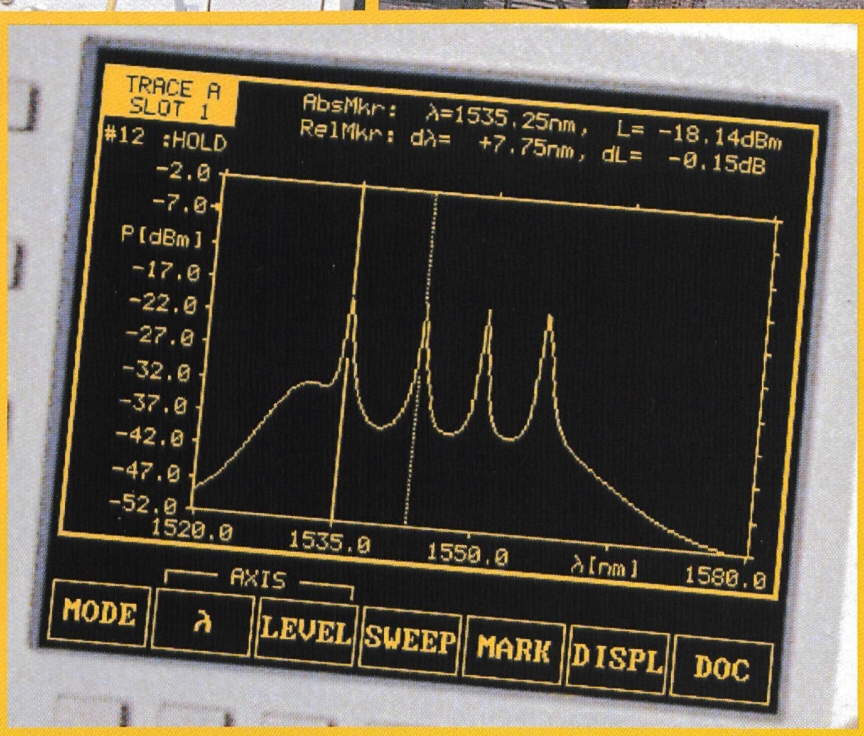
SUMMARY

Interference and its influence on communication cabling

Although many owners/operators of buildings accept shielded cabling and the marginal additional costs involved, they do not get the equivalent value conjured up by the salesperson. Suitable material can only form one of the prerequisites for a professional project. In this article the authors first take up certain subject areas in connection with interference. Solutions to particular problems are then presented, although these refer mainly to shielded cables. Complete project solutions cannot be presented within this framework.

State-of-the-art-Meßtechnik für WDM





Robust, transportabel und mit allen Auswertefunktionen für WDM-Systeme

Schmalband-WDM-Systeme ermöglichen noch höhere Übertragungskapazitäten durch Mehrfachnutzung der Faser. Mit dem Optischen Spektralanalysator OSP-102 sind Sie für Installation und Wartung optimal ausgerüstet. Er ergänzt das Leistungsangebot des Optischen Meßsystems OMS-100/OMS-200 von Wandel & Goltermann.

Wandel & Goltermann (Schweiz) AG
Postfach 779
Morgenstrasse 83
CH-3018 Bern 18
Tel. 031-9 91 77 81
Fax 031-9 91 47 07

D 4.96/WG1/142/4c

Wandel & Goltermann
Elektronische Meßtechnik