

PAUL JENIK
LAN-Netzwerke

PAUL JENIK
LAN-Netzwerke

Das Buch für Netzwerkadministratoren
und EDV-Verantwortliche

VORWORT



Zum Autor:

Dieses Skriptum entstand aus den Erfahrungen, die Herr Paul Jenik in den mehr als 10 Jahren seiner Tätigkeit als Netzwerk Spezialist sammeln konnte. Die Einteilung und der Aufbau orientiert sich vor allem an den am häufigsten gestellten Fragen der Kunden und Netzwerkbetreiber. So ist dieses Kompendium praxisgerecht aufgebaut und ein ideales Nachschlagewerk für jeden der vor hat, seine Datenverarbeitung zu vernetzen, zu erweitern oder sich über den Stand der Netzwerktechnik zu informieren.

Der Autor gibt einen Überblick über drahtgebundene sowie kabellose Vernetzung. Es werden die wichtigsten physikalischen Grenzwerte beschrieben sowie das in dieser Branche so umfassende „Fach chinesisches“ erklärt. Fremdwörter sowie Abkürzungen werden auf den letzten Seiten im Kapitel Lexikon - Wörterbuch umfassend behandelt.

Bei der Gestaltung des Bildteils werden typische Installationen bunt illustriert und geben einen Querschnitt über fachgerechte Vernetzung. Der Bildteil dient auch zur Veranschaulichung der einzelnen in der Theorie beschriebenen Komponenten. Größenverhältnisse sowie daraus resultierender Platzbedarf für Verteilerschränke sowie HUB und LWL Verteiler werden faßbar.

Wichtig bei der Gestaltung war auch, daß die Inhalte sich an den geänderten Richtlinien der Bestimmungen, die sich durch den Beitritt Österreichs zur EU ergeben Berücksichtigung finden. So werden in naher Zukunft Laser Richtfunk sowie kabellose Netzwerke immer häufiger zum Einsatz kommen.

Dieses Skriptum wurde herstellerunabhängig und ohne Werbung erstellt und möchte dem Leser eine Hilfe bei der Auswahl vernetzter Systeme geben. An dieser Stelle richtet der Autor den Dank an alle Mitarbeiter/Innen die zum Gelingen dieses Werkes beigetragen haben.

Danke und viel Spaß in der vernetzten Welt der LAN-Netzwerke.

1 TOPOLOGIEUNABHÄNGIGE GEBÄUDEVKABELUNG.....	9
1.1 DIE STRUKTURIERTE GEBÄUDEVKABELUNG	11
1.2 DEFINITION DER ÜBERTRAGUNGSSTRECKE	12
1.3 WELCHE ANFORDERUNGEN WERDEN NUN AN DIE STECKER GESTELLT?	13
2 LOKALE NETZE (GEMÄß IEEE 802.X).....	16
2.1 TOPOLOGIE VON NETZEN	16
2.1.1 Sternnetze	16
2.1.2 Busnetze.....	17
2.1.3 Ringnetze	17
2.2 ETHERNET NETZE (GEMÄß 802.3)	17
2.3 ETHERNET-ENTWICKLUNGSGESCHICHTE.....	17
2.4 STANDARD IEEE 802.3	18
2.5 CSMA/CD = CARRIER SENSE MULTIPLE ACCESS/COLLISION DETECTION	18
2.6 STANDARD-ETHERNET/IEEE 802.3 10BASE5 SPEZIFIKATIONEN.....	18
2.6.1 Datenübertragungsrate	18
2.6.2 Physikalisches Medium.....	18
2.6.3 Länge eines Kabelsegmentes	18
2.6.4 Kabellängen zwischen den Stationen	19
2.6.5 Einspeisekabel.....	19
2.6.6 Anzahl an MAU's (Media Access Unit)	19
2.6.7 Repeater zwischen Stationen	19
2.7 THIN ETHERNET/IEEE 802.3 10BASE2 SPEZIFIKATIONEN.....	19
2.7.1 Datenübertragungsrate	19
2.7.2 Physikalisches Medium.....	19
2.7.3 Länge eines Kabelsegmentes	19
2.7.4 Kabelsegmente pro Netzwerk	19
2.7.5 Transceiver pro Kabelsegment.....	19
2.7.6 Entfernung zwischen Stationen.....	19
2.7.7 Repeater pro Netzwerk	20
2.8 ETHERNET MIT NICHT ABGESCHIRMTE VERDRILLTEN LITZENLEITERN/IEEE 802.3 10BASET	20
2.9 HINWEISE FÜR DIE STÖRUNGSBESEITIGUNG	20
2.10 WEITERE INFORMATIONEN.....	20
2.11 FAST ETHERNET IEEE 802.3 UND 100BASET	20
2.11.1 Datenübertragungsrate	20
2.11.2 Kabelsegmentlänge.....	20
2.11.3 Kabelsegment pro Netzwerk:.....	21
2.11.4 Entfernung zwischen den Stationen.....	21
2.12 FDDI FIBER DISTRIBUTED DATA INTERFACE ANSI X3T9, ISO/IEC 9314.	21
2.12.1 Datenübertragungsrate	21
2.12.2 Physikalisches Medium.....	21
2.12.3 Anzahl der Stationen.....	21
2.12.4 Sicherheitsstrukturen des FDDI Ringes und Baumes	21
2.13 STARLAN/IEEE 802.3 1BASE5 SPEZIFIKATIONEN.....	21
2.13.1 Datenübertragungsrate:	21
2.13.2 Physikalisches Medium:	22
2.13.3 Kabellänge:	22
2.14 TOKEN RING NETZE (GEMÄß IEEE 802.5)	22
2.14.1 Zugriffsverfahren.....	22
2.14.2 Übertragungsgeschwindigkeit	22
2.14.3 Ausbaufähigkeit.....	22
2.14.4 Topologie: Ring mit sternförmiger Verkabelung.....	23
2.14.5 Unterringe und Backbone-Ring.....	23
2.14.6 Der Ringleitungsverteiler (RLV).....	24
2.14.7 Vorteile von TR-Netzen.....	25
2.15 GRUNDLAGEN DER TELEKOMMUNIKATION.....	25
2.15.1 Das ISO-OSI Schichtenmodell.....	25
2.15.2 Physikalische Schicht (Physical Layer).....	26

2.15.3 Verbindungsschicht (Data Link Layer).....	26
2.15.4 Netzwerkschicht (Network Layer).....	26
2.15.5 Transportschicht (Transport Layer).....	26
2.15.6 Verbindungssteuerungs- oder Sitzungsschicht (Session Layer).....	26
2.15.7 Darstellungsschicht (Presentation Layer).....	27
2.15.8 Anwendungsschicht (Application Layer).....	27
2.16 VERBINDUNG VON NETZWERKEN.....	27
2.16.1 Der Repeater	27
2.16.2 Die Bridge	27
2.16.3 Der Switch	28
2.16.4 Der Multi Layer Switch	28
2.16.5 Der Router.....	28
2.16.6 Das Gateway	29
3 EINFÜHRUNG: HOCHFREQUENZ- UND DATENKABEL.....	31
3.1 ALLGEMEINES.....	31
3.1.1 Koaxialkabel.....	31
3.1.2 Triaxialkabel.....	31
3.1.3 Symmetrische Kabel nicht abgeschirmt.....	32
3.1.4 Symmetrische Kabel abgeschirmt.....	32
3.2 KABELWERKSTOFFE - MATERIALIEN.....	32
3.2.1 Innenleiter	32
3.2.2 Außenleiter	32
3.2.3 Dielektrikum	32
3.2.4 Schutzmantel.....	33
3.3 ELEKTRISCHE EIGENSCHAFTEN.....	33
3.3.1 Leitungsbeläge.....	33
3.3.2 Induktivitätsbelag.....	34
3.3.3 Kapazitätsbelag.....	34
3.3.4 Ableitungsbelag.....	35
3.3.5 Wellenimpedanz.....	35
3.3.6 Wellendämpfung.....	35
3.3.7 Dämpfungsstabilität, Alterung.....	35
3.3.8 Zulässige Eingangsleistung.....	36
3.3.9 Reflexionsfaktor, Stehwellenverhältnis.....	36
3.3.10 Phasengeschwindigkeit V_p	36
3.3.11 Gruppengeschwindigkeit V_g	36
3.3.12 Grenzfrequenz f_c	36
3.3.13 Nahnebensprechdämpfung NEXT.....	37
3.3.14 ACR - Verhältnis Dämpfung zu NEXT.....	37
3.4 REFERENZNORMEN FÜR DATENKABEL.....	37
3.4.1 ISO/IEC-Normen:.....	38
3.4.2 CENELEC-Normen:	38
3.5 KLASSIERUNG PAARVERSEILTER DATENKABEL.....	38
3.6 NÜTZLICHE FORMELN ZUR BERECHNUNG VON HF - LEITUNGEN.....	39
3.6.1 Koaxialkabel.....	39
3.6.2 S(UTP) - Kabel.....	41
3.7 WESHALB ABGESCHIRMTE DATENKABEL S (UTP) ?.....	42
3.7.1 Begriffe:.....	42
3.7.2 Störeinfluß bei UTP Datenkabel.....	43
3.7.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	44
3.7.4 Skineffekt	45
3.7.5 Transferimpedanz.....	46
3.7.6 Klassierung der Abschirmungsarten	46
4 BESCHALTUNGSREGELN FÜR RJ-45 STECKER.....	49
4.1.1 Beschaltungsregel für Uninet 1002, Uninet 2002 und Uninet 3002:	49
4.1.2 Beschaltungsregel für Uninet 3004:.....	49
4.1.3 Beschaltungsregel für Uninet flex und Uninet 2002 flex:.....	50
5 LWL - LICHTWELLENLEITER - GLASFASERTECHNIK.....	52

5.1 ALLGEMEINES	52
5.1.1 Bisher Übertragung über Kupfer.....	52
5.1.2 Zur Erläuterung eine kurze Gegenüberstellung der Systeme anhand eines Telefones:.....	52
5.1.3 Optische Fenster.....	53
5.2 ÜBERTRAGUNGSTECHNIK.....	53
5.2.1 Moden.....	54
5.2.2 Brechungsindex (n).....	54
5.2.3 Totalreflexion	54
5.2.4 Numerische Apertur.....	54
5.2.5 Dämpfung [dB/km].....	54
5.2.6 Absorptionsverluste	55
5.2.7 Streuverluste.....	55
5.2.8 Dispersion, Modendispersion, Materialdispersion.....	55
5.3 KABELTECHNIK.....	55
5.3.1 Aufbau von LWL.....	55
5.3.2 LWL-Fasern.....	55
5.3.3 Multimodefaser mit Stufenindex	56
5.3.4 Multimodefaser mit Gradientenindex:.....	56
5.3.5 Monomodefaser mit Stufenindex:	56
5.3.6 Coating.....	56
5.3.7 Primärbeschichtung	57
5.3.8 Sekundärbeschichtung, Vollader, Hohlader, gefüllte Hohlader.....	57
5.3.9 Bündelader	57
5.3.10 Blindadern.....	57
5.3.11 Stützelement.....	57
5.3.12 Kabelseele, Seelenbewicklung.....	58
5.3.13 Seelenfüllung.....	58
5.3.14 Zugentlastungselemente.....	58
5.3.15 Zählader, farbcodiert	58
5.4 VERBINDUNGSTECHNIK.....	59
5.4.1 Fusionsspleiß (Lichtbogenspleiß).....	59
5.4.2 Muffe.....	59
5.4.3 Mechanischer Spleiß	59
5.4.4 Steckverbinder	60
5.4.5 Pigtails.....	60
5.4.6 Spleißkassetten	60
5.5 KABELVERLEGUNG UNDPRÜFUNG.....	60
5.5.1 Einziehen.....	60
5.5.2 Dämpfung, Durchlichtdämpfung, opt. Pegelmesser.....	60
5.5.3 Rückflußdämpfung.....	61
5.5.4 Opt. Reflektometer (OTDR).....	61
5.6 VORTEILE VON LICHTWELLENLEITER.....	61
5.7 NORMEN UND RICHTLINIEN.....	62
5.7.1 Internationaler Geltungsbereich	62
5.7.2 Deutsche Normen (Entwürfe).....	62
5.7.3 VDE - Richtlinien	62
6 KABELLOSE LAN.....	64
6.1 WENN ES ZWISCHEN DEN NETZWERKSTATIONEN FUNKT.....	64
6.1.1 Eine Frage der Performance.....	65
6.1.2 Was es sonst noch zu beachten gibt.....	67
6.1.3 Sicherheit.....	67
6.1.4 Netzwerkbetriebssysteme	67
6.1.5 Netzwerkmanagement.....	67
6.1.6 Größe der Radiotransceiver	67
7 OPTISCHE RICHTFUNKSYSTEME.....	69
7.1 ZUR KOPPELUNG VON DATENNETZEN DIREKT DURCH DIE ATMOSPHERE.....	69
7.2 DIE KÜRZESTE VERBINDUNG ZWISCHEN ZWEI DATENNETZEN IST EINE GERADE!.....	69
7.2.1 Aufgabenstellung:.....	69

7.2.2 Lösung:	69
7.3 VORTEILE UND ANWENDUNGSGEBIETE	69
7.3.1 Systembeschreibung:	69
7.3.2 Einbindung in vorhandene Netze:	70
7.3.3 Rechtliche Situationen	70
7.3.4 Integration in Daten- und Telekommunikationsnetzes:	70
7.3.5 Kopplung von Telekommunikationsnetzen:	70
7.3.6 Token-Ring-Kopplung:	70
7.3.7 Ethernet-Kopplung:	70
7.3.8 FDDI/ATM:	71
7.3.9 Verfügbarkeit:	71
7.3.10 Abhörsicherheit:	71
7.3.11 Wartung:	72
8 LEXIKON-WÖRTERBUCH	FEHLER! TEXTMARKE NICHT DEFINIERT.
9 LITERATURVERZEICHNIS	88

Kapitel: Topologieunabhängige Gebäudeverkabelung

1 Topologieunabhängige Gebäudeverkabelung

Jede Organisation bzw. jedes Unternehmen steht und fällt mit der Anzahl ihrer Informationen und deren Transportgeschwindigkeit. Betriebliche Kommunikation zwischen allen informationsverarbeitenden Ebenen soll im Sinne eines erfolgreichen Unternehmens hoch gehalten werden.

Das bedeutet, betrieblich relevante **Information** muß:

- zeitgerecht
- sicher und
- wirtschaftlich

an die Stellen gebracht werden, an denen sie verarbeitet werden soll.

Der Benutzer stellt an die **betriebliche Kommunikation** folgende Anforderungen:

- Jeder Arbeitsplatz benötigt seine eigene Kommunikationsmöglichkeit
- An den Arbeitsrythmus angepaßte Kommunikation
 - Kurze Antwortzeit
 - Kein störender Verbindungsaufbau
- Freie Wahl des Kommunikationszeitpunktes
- An den Arbeitsplatz angepaßte Endgeräte
- Mischkommunikation soll möglich sein
- Wechselnde Kommunikationsziele (verschiedene Host's...)
- Topologieunabhängigkeit (keine Festlegung auf eine LAN-Topologie).

Die sich daraus ergebenden Anforderungen an die Infrastruktur (=Verkabelung) sind zum heutigen Zeitpunkt nicht erfüllt und sehen in der Regel so aus: "Alles braucht zur Kommunikation Kabel, je verschiedener die Kabeltypen sind, umso besser."

Der Wunsch nach einer kabellosen Infrastruktur steckt aus heutiger Sicht erst in den Kinderschuhen.

Will man eine Kompromißlösung formulieren, so könnte diese so lauten: "Es gibt ein Einheitskabel und einen Einheitsstecker (Datenschukosteckdose) für alle (Daten)kommunikationsanwendungen".

Erstellt man nun eine generelle Verkabelungsstrategie, so lassen sich drei unabhängig planbare Bereiche mit unterschiedlichen Anforderungen unterscheiden (hierarchischer Verkabelungsaufbau):

- **Primärverkabelung:** Verkabelung von verschiedenen Gebäuden eines Firmengeländes
- **Sekundärverkabelung:** Verkabelung der einzelnen Stockwerke eines Gebäudes
- **Tertiärverkabelung:** Verkabelung innerhalb eines Stockwerkes (Endgerätebereich).

Zur Lösung der eingangs erwähnten Probleme, werden in den einzelnen Bereichen folgende Kabel vorgeschlagen:

- Primärbereich: **Lichtwellenleiter** (50/125µm, 62,5/125µm) oder optischer Datenrichtfunk
- Sekundärbereich: **Lichtwellenleiter** und (in Ausnahmen) **STP** (Shielded Twisted Pair)
- Tertiärbereich: **STP** und (in Ausnahmen) **UTP** (Unshielded Twisted Pair)

Die Vorteile einer **LWL-Verkabelung** im Primär- und Sekundärbereich sollen an dieser Stelle nochmals zusammengefaßt werden:

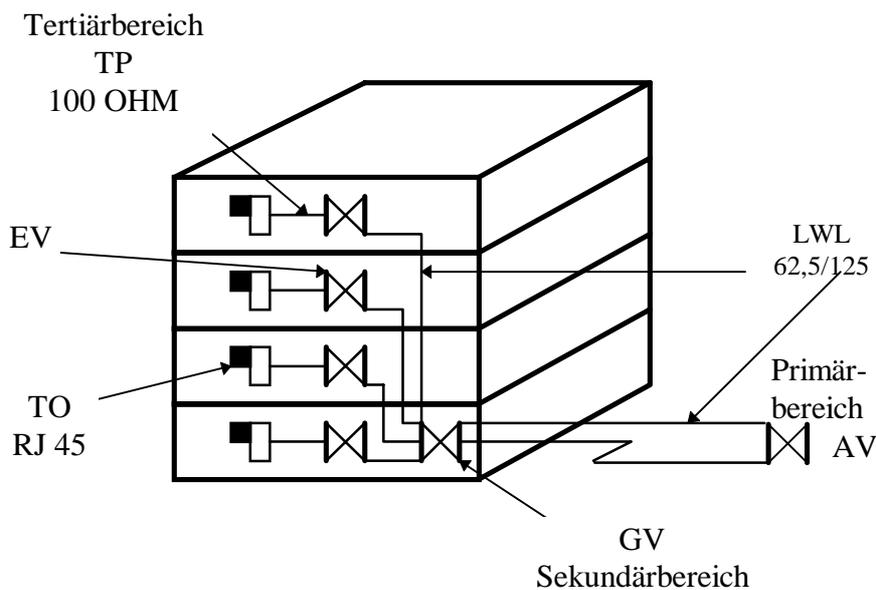
- Unempfindlichkeit gegen elektrische und magnetische Felder
- Kein Übersprechen auf andere Kabel
- Abhören nur unter erheblichem technischen Aufwand
- Keine Erdungsprobleme
- Geringer Kabeldurchmesser und geringes Kabelgewicht
- Geringe Dämpfung
- Überbrückung größerer Längen.

Nachdem definiert wurde, welche Arten von Kabel wo optimal zum Einsatz kommen, ist es wichtig zu klären, wie die Verkabelung durchgeführt werden soll.

In den Anforderungen der Benutzer an die betriebliche Kommunikation wurde festgestellt, daß die **Topologieunabhängigkeit** ein wesentliches Kriterium darstellt. Ebenso wesentlich ist in vielen Unternehmen der Aufbau einer **Backbone-Verkabelung**, an dem alle anderen Subverkabelungssysteme angeschlossen sind. Dies ist speziell dann interessant, wenn einzelne Netzbereiche (z.B.: die Entwicklungsabteilung) durch die Verwendung von Brücken vom Hauptnetz getrennt werden sollen (siehe dazu später in den einzelnen Spezialkapiteln).

Aus diesen Gründen wird in jedem Fall für die Sekundär- und die Tertiärverkabelung eine **Sternverkabelung** empfohlen. Alle positiven Merkmale und Vorteile wie unter anderem Topologieunabhängigkeit kommen hier zur Anwendung. Der einzige Nachteil, der hohe Platzbedarf in den Wandkanälen kann durch die Verwendung von alternativen dünnen STP-Kabeln wieder wettgemacht werden.

1.1 Die strukturierte Gebäudeverkabelung



Das Prinzip der strukturierten Gebäudeverkabelung

- AV: Arealhauptverteiler
GV: Gebäudeverteiler
EV: Stockwerkverteiler
LWL: Steigzonen- und Gebäudeverbindungskabel, Glasfaser 62,5/125µm
TP: Symmetrische Etagenkabel 2P TP oder 4P, paarverseilt oder Sternvierer
TO: Arbeitsplatzsteckdose RJ45, min. 2 pro Arbeitsplatz

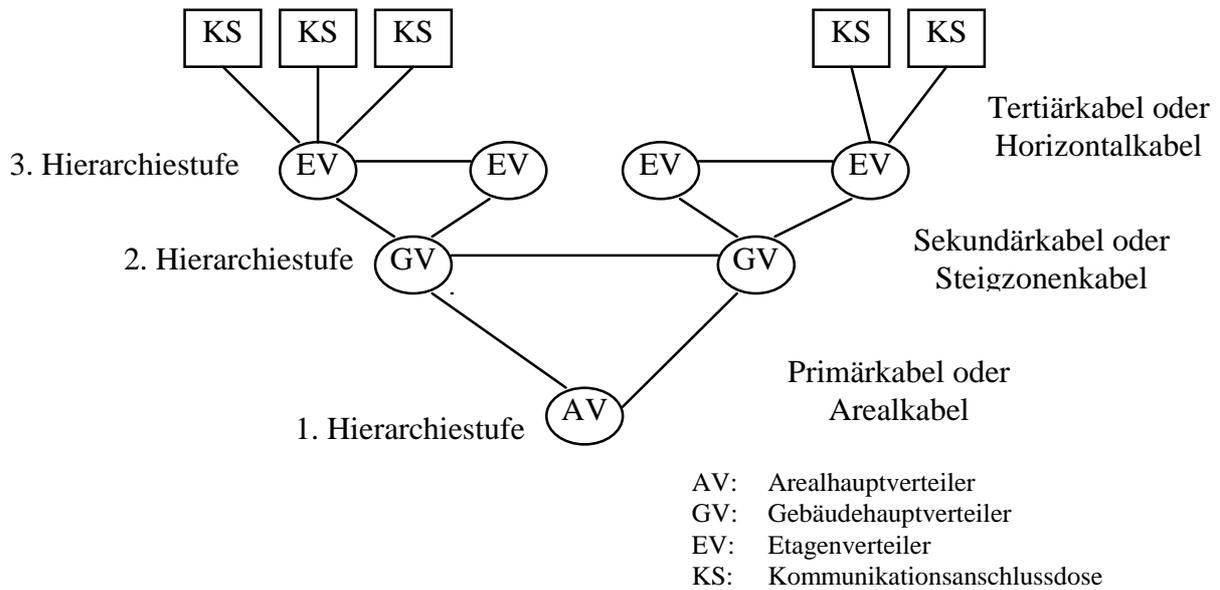
Die informationstechnische Gebäudeverkabelung muß heute wohl als ebenso wichtige Infrastruktur betrachtet werden, wie etwa die Stromversorgung, Beleuchtung, Heizung oder Lüftung. Jegliches Versagen dieser Komponente kann in einem modernen Bürogebäude genauso verheerende Folgen haben wie Störungen in den klassischen Diensten der Infrastruktur.

Seit über zehn Jahren arbeiten verschiedene Organisationen an der Vereinheitlichung dieser informationstechnischen Verkabelung. Wo man in der Vergangenheit anwendungsspezifische Lösungen installierte, werden heute normierte, anwendungsneutrale Netze aufgebaut und betrieben. Diese universell nutzbaren Installationen bieten dem Anwender den enormen Vorteil, die Anwendungen den gegebenen Bedürfnissen entsprechend, und nicht etwa den gegebenen Infrastrukturverhältnissen, anzupassen.

Diese universell nutzbaren Verkabelungssysteme werden in der europäischen Norm EN 50173 und in der internationalen Norm ISO/IEC IS 11801 im Detail beschrieben. Diese Normen beschreiben die wichtigsten Eigenschaften einer strukturierten Gebäudeverkabelung:

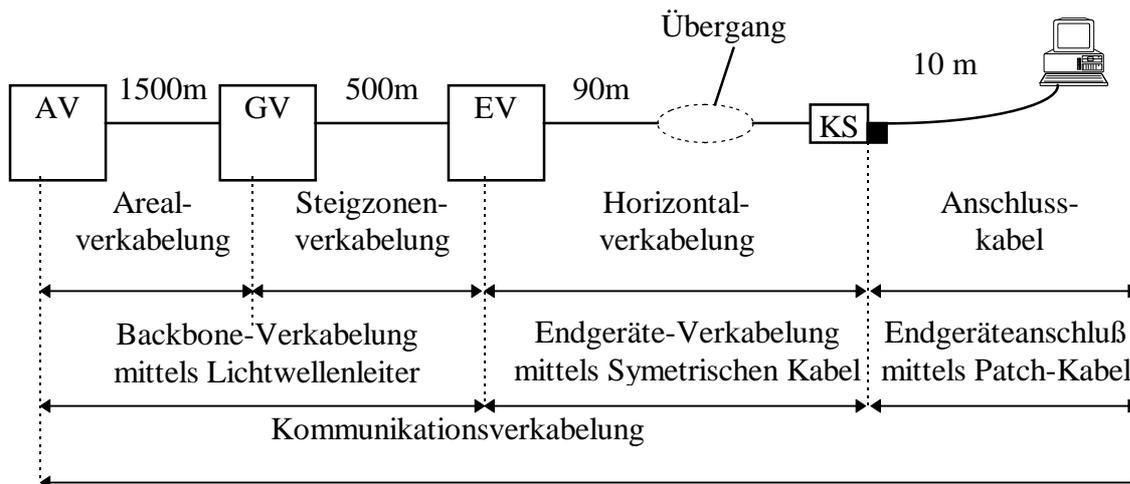
- **Die Struktur und den Mindestumfang der universellen Verkabelung**
- **Anforderungen für die Realisierung**
- **Die Leistungsanforderungen an einzelne Verkabelungsstrecken**
- **Konformitätsanforderungen und Verfahren für die Überprüfung**

Konzept der strukturierten Gebäudeverkabelung



Hierarchie der strukturierten Gebäudeverkabelung

Das Konzept der strukturierten Gebäudeverkabelung basiert auf drei Hierarchiestufen. Diese Stufen werden über LWL- und Kupferkabel untereinander verbunden. Die Primärverkabelung besteht in der Regel aus LWL-Komponenten und schaltet die verschiedenen Bauten zusammen. In den einzelnen Gebäuden sorgt dann das Sekundärkabel für die Verbindung zwischen den einzelnen Etagenverteilern. Vom Etagenverteiler wird dann das eigentliche Kupferdatenkabel als horizontale Koppelung zur Kommunikationssteckdose verwendet.

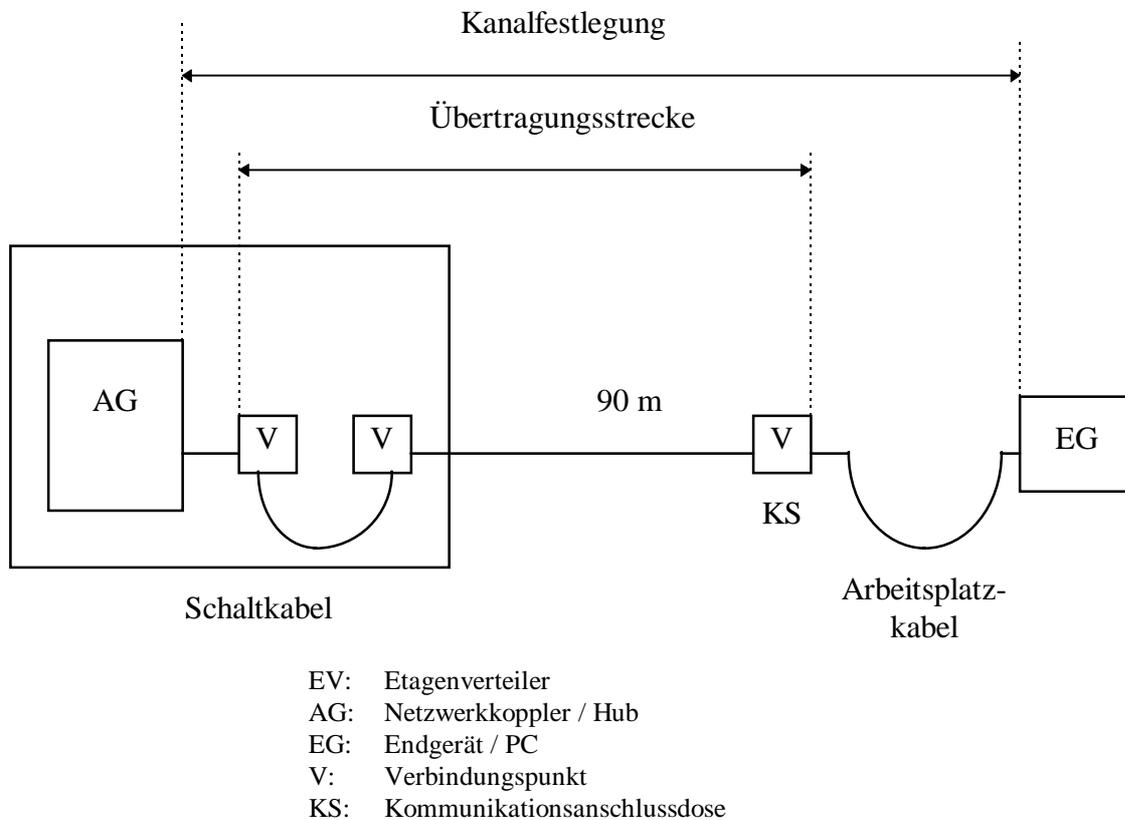


Konzept und Ausdehnung der Kommunikationsverkabelung

1.2 Definition der Übertragungsstrecke

In der strukturierten Verkabelung wird die Areal- und Steigzonenverkabelung für LAN-Anwendungen mit LWL-Kabel ausgeführt. Einzig für Telefonzubringer werden Kupferkabel bis zum Arealhauptverteiler gezogen. Das Kupferkabel findet seine hauptsächliche

Anwendung im horizontalen Bereich, zwischen den Etagenverteilern und den Arbeitsplatzsteckdosen. Diese horizontalen Kommunikationsverbindungen werden in Wandkanälen geführt und am Arbeitsplatz über Kommunikationsanschlußdosen mit dem Endgerät verbunden.



Definition der Übertragungsstrecke

1.3 Welche Anforderungen werden nun an die Stecker gestellt?

Dabei sind zwei unterschiedliche Einsatzfälle zu beachten:

- Stecker am Arbeitsplatz
- Stecker im Verteiler.

Für beide Fälle ist die Packungsdichte ein wichtiges Kriterium und damit stellt sich die Frage nach der Verwendung von geschirmten gegenüber ungeschirmten Steckersystemen.

Die Hauptanforderung neben der schon früher angeführten Einheitlichkeit ist die Tatsache, daß bei einer Übertragungsgeschwindigkeit bis zu 100 Mbit/sec kein Nebensprechproblem sowie keine zu hohe Dämpfung aufgrund von zu langen Kabeln auftreten darf. Dies betrifft natürlich nur den Kupfer- und nicht den LWL- Bereich.

Mindestens zu erreichende Nahnebenschwache in dB

Frequenz	UTP-3	UTP-4	UTP-5
0,772 MHz	43	58	64
16 MHz	23	38	44
20 MHz	-	36	42
100 MHz	-	-	32

Maximal zulässige Dämpfung in dB auf 100 Meter

Frequenz	UTP-3	UTP-4	UTP-5
0,772 MHz	2,229	1,868	1,803
16 MHz	13,114	8,852	8,196
20 MHz	-	10,163	9,180
100 MHz	-	-	21,967

Aus diesem Grund schlage ich den Einsatz von **geschirmten Universalsteckdosen** (= Datenschukosteckdosen), mit **auswechselbaren Steckereinsätzen** (Typ 1, RJ 45, BNC), vor. Die Steckdose wird in den Verteiler bzw. in den Wandkanal eingesetzt und verkabelt.

Der Stecker wird dann den Applikationen entsprechend nur in die Steckdose eingesetzt. Sollte sich im Laufe der Zeit die Applikation ändern (z. B.: infolge eines Umzuges), so wird nichts an der Verkabelung bzw. an der Steckdose geändert, sondern nur der Steckereinsatz ausgetauscht.

Werden all diese Maßnahmen sowohl bei der Verkabelung als auch bei den Steckern berücksichtigt, so bedeutet das für den Kunden hohe **Flexibilität**, gepaart mit **Effizienz** und **Effektivität**, und hilft ihm, seine Investitionen für eine lange Zeit zu sichern.

Kapitel: Lokale Netze (gemäß IEEE 802.x)

2 Lokale Netze (gemäß IEEE 802.x)

Ein lokales Netzwerk (**LAN**) ermöglicht die Kommunikation von mehreren intelligenten Datenstationen in einem Gebäude und dient dem internen Datenaustausch in einem Unternehmen. Bezieht man öffentliche Einrichtungen der Post (oder privater Organisationen) mit ein, und sei es nur über die Straße, so spricht man bereits von einem **WAN** (Wide Area Network).

Desweiteren wird zusehends von **MAN** (Metropolitan Area Network) und **GAN** (Global Area Network) gesprochen. Ein MAN ist definiert als ein Verbund aus LAN und WAN innerhalb eines bestimmten Gebietes, z.B. Wien, wobei es sich hier vorwiegend um private Netze (z.B. von Banken, Versicherungen, oder andere große EDV-Nutzer) handelt.

Weltweite Netze bezeichnet man als GAN. Ihre Verbreitung nimmt immer mehr zu. Hier werden alle Kommunikationsmittel, wie Satelliten und öffentliche Netze, eingebunden. Bekannte Netze dieser Art gibt es schon längere Zeit in der Wissenschaft bzw. in der Raumfahrt, aber auch private Unternehmen bedienen sich zunehmend der GAN. Ein typischer Vertreter eines GAN ist das Internet.

Die **Gründe für einen LAN-Einsatz** liegen in der Realisierung der folgenden Forderungen:

- Reduktion des Verkabelungsaufwandes
- Dezentraler Aufbau der Informationsverarbeitung ("Verteilte Datenverarbeitung" möglich)
- Multimediale Kommunikation
- Hintergrund-Switching (Aufbau des Kommunikationsweges im Hintergrund)
- Terminal-Switching (Verbindungen für jeden angeschlossenen Teilnehmer ohne Hosthilfe)
- Integration der Informationsströme (LAN ist Träger vieler bzw. aller Datenströme)
- Hohe Reserve (Erweiterbarkeit des LAN leicht möglich)

Das **IEEE** (Institute of Electrical and Electronical Engineers) verabschiedete in den achtziger Jahren den **802.x LAN-Standard** für unterschiedliche Topologien, mit dem Ziel, herstellerunabhängige Netzwerkarchitekturen zu definieren, wobei auf den kommenden Seiten auf LAN nach Ring - Stern und Bustopologie eingegangen werden soll.

2.1 Topologie von Netzen

2.1.1 Sternnetze

Sternnetze sind historisch gesehen die ältesten Netze und stellen eine einfach zu implementierende Topologie dar. Von einem zentralen Punkt aus (Großrechner bzw. Steuereinheit) werden alle Stationen mit Kabel angebunden. Es ist ein System, das der Hausinstallation, d.h. mit Hauptverteilern und Unterverteilern und andere Dienste gleicht. Die zentrale Intelligenz, der Host, stellt Programme, Daten, und andere Dienste zur Verfügung. In der Regel gibt es dieses "Gehirn" nur einmal je Netz-Stern.

2.1.2 Busnetze

Die Architektur bei Busnetzen ist so aufgebaut, daß jeder Netzteilnehmer mit dem passiven Übertragungsmedium (Bus) verbunden ist.

2.1.3 Ringnetze

Ringnetze stellen eine Topologie dar, bei der jeder einzelne Netzteilnehmer mit seinem nachfolgenden Netzteilnehmer verbunden wird. Der Ring wird geschlossen, indem die letzte Station mit der ersten Station ebenfalls eine Verbindung bekommt. Von der Topologie aus gesehen scheinen solche Ringnetze sehr verletzlich zu sein, da ein Durchtrennen des Ringes einen Ausfall aller Stationen nach sich zieht. Dieser Nachteil ist jedoch durch eine geeignete Verkabelung, die mehr einer Sternstruktur nachkommt und die noch genauer erläutert wird, sehr einfach vermeidbar. Mit anderen Worten: Tatsächlich hat man physisch gesehen einen Stern, der jedoch logisch einen Ring darstellt.

Eine Grundeigenschaft von Ringnetzen ist die Tatsache, daß sie aus einer Reihe von einzelnen „Punkt zu Punkt“ Verbindungen bestehen, die vom elektrischen Datensignal in einer fest vorgegebenen Richtung durchlaufen werden (unidirektionaler Datenfluß).

Dadurch ist die Länge des Ringsystemes relativ unbegrenzt, da einerseits Verstärker eingesetzt werden können und andererseits eine Festlegung auf ein bestimmtes Medium nicht erfolgen muß. So steht dieses System dem Einsatz vieler unterschiedlicher Übertragungsmedien (Kupferkabel, Glasfaser) offen.

2.2 Ethernet Netze (gemäß 802.3)

2.3 Ethernet-Entwicklungsgeschichte

Anfang der 70er Jahre

Xerox arbeitet am offenen Bürosystem der Zukunft.

Sept. 1980

Xerox, DEC und Intel veröffentlichen das Ethernet Blue Book 1 (ESPEC 1, DIX).

1982

Das Ethernet Blue Book 2 wird IEEE für die Standardisierung angeboten.

1982-1983

Herausgabe von ECMA 80, 81 und 82.

Mitte 1983

Verabschiedung des Basis-Standards IEEE 802.3.

1984

Veröffentlichung des Basis-Standards DIS 8802.3 zur Definition von Cheapernet (Thinnet, Thinwire).

1985

Entwurf IEEE 802.3 zur Definition von Repeatern. IEC TC 83 beginnt mit Arbeiten am Lichtwellenleiter-Ethernet 10BaseF. Entwurf IEEE 802.3 zur Definition von Lichtwellenleiter-Steckenabschnitten. Genehmigung von IEEE 802.3 Cheapernet.

1986

Genehmigung von IEEE 802.3 Lichtwellenleiter-Steckenabschnitten und IEEE 802.3 Repeatern. Veröffentlichung des ersten Entwurfs für Lichtwellenleiter-Netzwerke durch IEC TC83.

2.4 Standard IEEE 802.3

Dieser Standard bezieht sich auf die Bitübertragungs- und die Sicherungsschicht des ISO-Referenzmodells OSI 8802/3. IEEE 802.3 spezifiziert ein LAN, das **CSMA/CD** als Methode für den Zugriff auf die verschiedenen Arten von physikalischen Medien definiert.

2.5 CSMA/CD = Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection

Bei dieser Zugriffsmethode wird das Netzwerk vor dem Starten eines Übertragungsvorganges von der sendewilligen DTE abgefragt, um festzustellen, ob bereits eine Übertragung stattfindet. Ist dies der Fall, würde die sendewillige DTE eine Kollision erzeugen. Sie stellt ihre Übertragung zunächst zurück, bis die andere Übertragung beendet ist. Beginnen zwei DTE's gleichzeitig mit einer Übertragung, erzeugen sie eine Kollision von Datenpaketen. Die DTE, die diese Kollision zuerst erkennt, sendet ein Warnsignal aus. Beide DTE's brechen ihre Übertragungen ab. Ein Zufallsgenerator erzeugt nun für jede DTE eine Wartezeit, nach der diese wieder übertragen dürfen. Die Kollision ist damit aufgehoben. Die physikalischen Medien sind in IEEE 802.3 10Base5 „Standard Ethernet“, 10Base2 „Cheapernet“, 10BaseT „nicht abgeschirmte verdrehte Litzenleiter“ (UTP) definiert.

2.6 Standard-Ethernet/IEEE 802.3 10Base5 Spezifikationen

2.6.1 Datenübertragungsrate

10 Mb/s Basisband

2.6.2 Physikalisches Medium

Das Medium ist in IEEE 802.3 definiert. Der 10Base5 Standard- oder „gelbes Kabel“. entspricht dem Koaxialkabel RG58 oder RG213 mit einem \varnothing von = 10,2 mm und einer Impedanz von 50 Ohm \pm 2 Ohm.

2.6.3 Länge eines Kabelsegmentes

Die maximale Länge eines Koaxialkabelsegmentes beträgt 500 Meter. Soll ein Segment aus kürzeren Kabeln gebildet werden, dürfen nur Längen von 23,4 70,2 oder 117 m verwendet werden.

2.6.4 Kabellängen zwischen den Stationen

Die maximale Länge des Koaxialkabels zwischen zwei Stationen (mit Repeatern) beträgt 2500 Meter.

2.6.5 Einspeisekabel

Maximale Länge 50 Meter, maximale Signaldämpfung 3 dB, maximale Anwender-Anzahl 1024.

2.6.6 Anzahl an MAU's (Media Access Unit)

Die maximale Anzahl an Transceivern pro Koaxialkabelsegment beträgt 100.

2.6.7 Repeater zwischen Stationen

Die maximale Anzahl an Repeatern zwischen zwei beliebigen Stationen beträgt 4 (IEEE 802.3).

2.7 Thin Ethernet/IEEE 802.3 10Base2 Spezifikationen

2.7.1 Datenübertragungsrate

10 Mb/s Basisband

2.7.2 Physikalisches Medium

Das Koaxial-Standardkabel RG58 A/U ist mit einem \varnothing von 5 mm für HF-Systeme oder spezielles THINNET-Kabel mit einer Impedanz von 50 Ohm \pm 2 Ohm (bekannt als THINNET, Thinwire oder Cheapernet) definiert.

2.7.3 Länge eines Kabelsegmentes

Die maximale Länge eines Kabelsegmentes beträgt 185 Meter, die Mindestkabellänge zwischen zwei Transceivern 0,5 Meter.

2.7.4 Kabelsegmente pro Netzwerk

In einem Thinnet-LAN dürfen maximal 5 Koaxialkabelsegmente von jeweils 185 Metern in Reihe über Repeater verbunden sein.

2.7.5 Transceiver pro Kabelsegment

Pro Koaxialkabelsegment von 185 Metern dürfen maximal 30 Transceiver angeschlossen sein.

2.7.6 Entfernung zwischen Stationen

Die maximale Entfernung zwischen zwei Stationen darf 925 Meter (mit Repeatern) betragen.

2.7.7 Repeater pro Netzwerk

Die maximale Anzahl an Repeatern zwischen Stationen darf 4 (Thinnet-LAN, IEEE 802.3) bzw. 2 (Ethernet) betragen.

2.8 Ethernet mit nicht abgeschirmten verdrehten Litzenleitern/IEEE 802.3 10BaseT

Der Entwurf 802.3 10BaseT ist die Implementierung einer 802.3-Ethernet-Konfiguration in einer aktiven Stern-Topologie über ein verdrehtes D-in-D-Litzenleiterkabel mit einer Impedanz von 100 Ohm. Bei diesem Kabeltyp sind die einzelnen Aderpaare verdreht, um Übersprecheffekte auf ein Minimum zu reduzieren. Als Schnittstelle werden RJ45 Modular Jacks und Plugs (wie beim Standard-ISDN-Fernsprechdienst) eingesetzt, wobei nur zwei Aderpaare des Kabels genutzt werden (ein Paar für das Senden, das andere für den Empfang). Die Gesamtkabellänge zwischen den Leitungskonzentratoren und der DTE darf maximal 100 Meter betragen.

2.9 Hinweise für die Störungsbeseitigung

Überprüfen von Ethernet-Koaxialkabeln:

1. Der Widerstand zwischen Schirmung und Mittelleiter des Ethernetkabels muß 25 Ohm betragen, wenn beide Kabelenden mit einem 50-Ohm-Abschlußwiderstand verarbeitet sind.
2. Das Segment darf nur an einem Ende geerdet sein, um Erdstromschleifen zu vermeiden.
3. Wird ein Wert von ca. 0 Ohm gemessen, ist entweder das Koaxialkabel kurzgeschlossen oder ein Abschlußwiderstand defekt. Um Kurzschlüsse zu beseitigen, ist das Kabel auf scharfe Knicke oder Beschädigung hin zu überprüfen.
4. Wird ein unendlicher Widerstand gemessen, berührt entweder der Mittelsensor nicht den Mittelleiter oder die Abschlußwiderstände fehlen an beiden Kabelenden.

2.10 Weitere Informationen

Weitere Informationen über Ethernet/IEEE 802.3 und Thinnet finden Sie in folgenden Dokumenten: **Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection (CSMA/CD) Access Method and Physical Layer Specifications** (ANSI/IEEE Standard 802.3-1985), The Institute of Electrical and Electronics Engineers, Inc., 345 East 47th St., New York, NY 10017, 1985.

2.11 FAST ETHERNET IEEE 802.3 und 10BASET

2.11.1 Datenübertragungsrate

Datenübertragungsrate 100 Mbit/s

- 100Base T4 vier Paare CAT 3 UTP
- 100Base TX zwei Paare CAT 5 UTP oder STP
- 100Base FX zwei Multimode Fiber 62.5 x 125 µm

2.11.2 Kabelsegmentlänge

Kabelsegmentlänge 100 m für 100 Base T4 und TX vom Repeater zur End Station und 412 m bei Fiber Optic Cabel.

2.11.3 Kabelsegment pro Netzwerk:

Die maximale Kabelsegmentlänge bei CLASS I Repeater beträgt pro Segment 100 m. Bei CLASS II Repeater werden maximal drei Segmente unterstützt, wobei das dritte in der Mitte lediglich die zwei Repeater über eine Distanz von wenigen Metern verbindet (EDV Raum). Die Kabelsegmentlänge darf insgesamt maximal 205 m bei 100 Base TX und 100 Base T4 und 228 m bei 100 Base FX betragen. Die Latency von CLASS II Repeater ist am Interrepeater Link und Repeaterport geringer als bei CLASS I Repeater.

2.11.4 Entfernung zwischen den Stationen

Maximal 100 m vom Repeater.

2.12 FDDI Fiber Distributed Data Interface ANSI X3T9, ISO/IEC 9314.

Anders als Token Ring arbeitet FDDI mit einem verteilten Signalisierungsverfahren, dies hat den Vorteil einer wesentlich erhöhten Übertragungsrate, bei größerer Ausdehnung des Ringes und einer höheren Anzahl an Station.

2.12.1 Datenübertragungsrate

100 Mbit/s

2.12.2 Physikalisches Medium

MMF-PMD 62.5/125 µm Multimode Fiber bis 2 Km SMF-PMD 8/125 µm Single Mode Fiber bis 40 Km und TP-PMD CAT 5 UTP bis 100 m

2.12.3 Anzahl der Stationen

pro Dual Ring maximal 1000

2.12.4 Sicherheitsstrukturen des FDDI Ringes und Baumes

FDDI verwendet einen Dual Ring, dessen Sekundärring im Fehlerfall als gegenläufiger Datenpfad zur Wiederherstellung der Verbindung verwendet wird. Darüber hinaus kann mit Hilfe von Konzentratoren eine (redundante) Baumstruktur gebildet werden. Das Signalisierungsverfahren 4B/5B (vier bit fünf bit) erhöht die Datensicherheit wesentlich (10 E-23 für unerkannte Fehler).

2.13 STARLAN/IEEE 802.3 1Base5 Spezifikationen

STARLAN wurde von AT&T als kostengünstige Lösung für ein Netzwerk mit CSMA/CD-Protokoll auf der Grundlage von bestehenden Telefon-Litzenleitern ohne Abschirmung entwickelt. An einen Bus sind ein Hub am Kopfende und weitere Zwischen-Hubs angeschlossen. Die Zwischen-Hubs wiederum sind in eine Stern-Topologie mit den Arbeitsstationen verbunden. AT&T ist Hauptanbieter von STARLAN. Der Standard wird auch von anderen Großunternehmen dieses Industriezweiges unterstützt.

2.13.1 Datenübertragungsrate:

1 Mb/s

2.13.2 Physikalisches Medium:

Telefon-Litzenleiter AWG 24 - 26, RJ45, 8polige Modular Plugs. Pin 1 und 2: Senden; Pin 3 und 6: Empfangen

2.13.3 Kabellänge:

250 Meter zwischen Hub und Station, 1000 Meter zwischen Hubs

2.14 Token Ring Netze (gemäß IEEE 802.5)

2.14.1 Zugriffsverfahren

Als Zugriffsverfahren wird das Token Passing Verfahren verwendet. Dabei wird von der Master Station ein Datenpaket (Token) auf den Ring geschickt, das alle angeschlossenen Stationen der Reihenfolge nach erreicht.

Der Token ist ein 3 Byte großer Steuerblock, der im TR (= Token Ring) - Netz kreist und in einem Bit anzeigt, ob er frei (0) oder besetzt (1) ist. Hat die darauffolgende Station keine Daten, so läßt sie dieses Token (freies Token) zur nächsten Station passieren. Ist diese Station sendewillig, so ersetzt sie dieses freie Token durch ein Besetzttoken und hängt die zu sendenden Daten an. Der Empfänger fertigt sich eine Kopie dieser Daten an und läßt den Datenstrom passieren, ebenso wie die angeschlossenen Stationen, die keine Empfänger sind. Die absendende Station nimmt, wenn die Daten wieder zurückgekommen sind, diese vom Ring und ersetzt das Besetzttoken durch ein Freitoken.

2.14.2 Übertragungsgeschwindigkeit

Die TR-Architektur setzt an sich keine Grenzen für die auf dem TR möglichen Übertragungsgeschwindigkeiten. Ein Beispiel dafür sind superschnelle FDDI-Netze (Fiber Distributed Data Interchange). Die gängigsten Geschwindigkeiten in TR-Netzen sind 4 bzw. 16 Mbit/s. Sie stellen ein ausgewogenes Verhältnis zwischen technischen Möglichkeiten, Wirtschaftlichkeit und den hohen Performance-Anforderungen eines LAN dar.

2.14.3 Ausbaufähigkeit

Die maximale Anzahl der Stationen eines einzelnen Token-Ringes ist auf 260 begrenzt, wobei Repeater oder LWL-Umsetzer ebenfalls eine Station (= Node) darstellen. Diese Restriktion basiert auf den Anforderungen an eine problemlose Bit-Synchronisation auch bei Maximal-Konfigurationen.

Sollten TR-Netze mit einer größeren Anzahl von Stationen verwirklicht werden, so können mehrere Ringe über Brücken miteinander verknüpft, und damit fast beliebig große Netze erstellt werden. Dabei können die einzelnen Ringe unterschiedliche Geschwindigkeiten aufweisen.

2.14.4 Topologie: Ring mit sternförmiger Verkabelung

Die wichtigste Anforderung an ein Verkabelungssystem ist zur Zeit, daß sie topologieunabhängig ist. Diesem Umstand Rechnung tragend werden heute die Gebäude mit einer physikalischen Sternverkabelung versehen (siehe auch im Kapitel: Topologieunabhängige Gebäudeverkabelung). Erst durch den Einsatz der entsprechenden TR-Komponenten wird dieser physische Stern zu einem logischen Ring. Dabei enthält jedes der zum Endgeräteanschluß hinführenden Kabel einen eigenen Pfad für die Hin- und Rückrichtung. Mittels entsprechender Verknüpfung im Sternpunkt (= Ringleitungsverteiler) wird auf diese Weise ein Ringnetz gebildet.

Eine Konfiguration in dieser Form hat eine Reihe von Vorteilen gegenüber einem physischen Ringnetz. So können durch automatische oder manuelle Überbrückung im Verteilerpunkt sehr schnell fehlerhafte Anschlußleitungen oder Endgeräte umgangen werden. Außerdem können Fehlerortung, Meßverfahren und zusätzliche Neuanschlüsse sehr viel einfacher durchgeführt werden. Im übrigen können zentrale Verteilerpunkte auch entsprechend gesichert werden, sodaß dem Umstand der Zugriffsberechtigung und der Datensicherheit Rechnung getragen wird.

Bei der Erstellung größerer Ringnetze ist es natürlich nicht wünschenswert, sämtliche Endgeräteanschlüsse einem einzigen Zentralpunkt zuzuführen. Gerade hier zeigen sich die Vorteile der vorgeschlagenen Sternverkabelung. So läßt sich durch den Einsatz von zwei oder mehreren Verteilerpunkten das Hauptproblem einer Gebäudeverkabelung, nämlich die überfüllten Kabelschächte und große Kabellängen, erheblich reduzieren.

Um die Verkabelung zu optimieren, werden also an einem Verteilerpunkt die im Nahbereich (z.B.: Stockwerk) befindlichen Datendosen über Stichleitungen herabgeführt, während die einzelnen Verteilerpunkte nunmehr über zwei Kabel, mit je einem Pfad für die Hin- bzw. Rückrichtung, verknüpft werden. Da in jedem der angeschlossenen Endgeräte der Token kopiert und somit das Signal immer neu aufbereitet wird, ist eine sehr hohe Zahl von Endgeräten an einen Ring anschließbar (max. 260).

Auch bei Erweiterungen zeigen sich die Vorteile einer solchen Konfiguration. Neu benötigte Endgeräteanschlüsse haben nur eine zusätzliche Verlegung von Kabeln im Nahbereich des Unterverteilers zur Folge, da die Verknüpfung der Verteilerpunkte davon nicht betroffen ist. Das Einfügen von Zusatzanschlüssen erfolgt ohne Unterbrechung des Ringes, d.h. des Datenflusses, und ist daher zu jeder Zeit durchführbar. Selbst das Einfügen von weiteren Ringverteilern kann während des Betriebes erfolgen.

2.14.5 Unterringe und Backbone-Ring

Jeder Einzelring ist ein eigenständiger Token-Ring. Die Verbindung zu den Nachbarringen oder dem Backbone-Ring wird mittels einer Brücke hergestellt. Maximal 7 Brücken lassen sich in Serie schalten.

In der Token-Ring-Architektur ist festgelegt: An einen Einzelring können maximal 260 TR-Stationen angeschlossen werden. Ein LWL-Umsetzer zählt dabei doppelt. Die Stationen können untereinander im Direktverkehr (PC's) und/oder mit einem Hostrechner kommunizieren (Terminal, Steuereinheit bzw. PC mit 3270-Emulation). Die Ringe können

sequentiell oder hierarchisch über Brücken miteinander verbunden werden. Die Tatsache, daß sich zwischen zwei Ringen mehr als eine Brücke befinden kann, erhöht die Gesamtverfügbarkeit des Systems, da bei Ausfall einer Brücke die andere Brücke automatisch den Verkehr übernimmt. Bestehen zwischen zwei Stationen in einem TR-System mehrere mögliche Kommunikationspfade, so sucht sich das TR-Protokoll beim Aufbau der Verbindung automatisch den günstigsten Weg heraus. Günstig bedeutet in diesem Fall diejenige Verbindung, die im Augenblick es Aufbaues die schnellste Reaktion zeigt. Grundsätzlich dürfen sich jedoch zwischen zwei Stationen nicht mehr als sieben Brücken hintereinander befinden. Diese Einschränkung ist jedoch mehr theoretischer Art, da sich damit Netze mit vielen tausend Stationen aufbauen lassen. Durch die Einfügung einer "Backbone"-Struktur sind alle Einzelringe über eine Brücke an einen Backbone-Ring angeschlossen und damit miteinander verbunden. Die Kommunikation zwischen zwei Einzelringen geht dabei über maximal zwei Brücken.

2.14.6 Der Ringleitungsverteiler (RLV)

Als zentrale Komponente zum Zusammenschalten von mehreren, mit einer TR-Adapterkarte ausgerüsteten, Endgeräten wird ein Ringleitungsverteiler (RLV) benötigt. Er enthält Anschlußpositionen für 8 bzw. 16 anschließbare Endgeräte und kann in ein 19 Zoll Gestell eingebaut werden.

Zur Vergrößerung des Netzes können auch mehrere RLV untereinander verbunden werden. Dazu müssen die Positionen RO (Ring Out) und RI (Ring In) am RLV verbunden werden.

Der Ringleitungsverteiler selbst enthält keine Stromversorgung, er benötigt aber zur Ausführung seiner Funktionen die Ansteuerung durch die angeschlossenen Endgeräte. Diese Ansteuerung sorgt dafür, daß Endgeräte automatisch in den Ring eingefügt sowie auf Wunsch oder im Fehlerfalle auch aus dem Ring wieder entfernt werden können.

Soll ein Endgerät in den Ring eingefügt werden, so findet nach dem Einschalten zunächst ein interner Adaptertest statt. Anschließend wird die im Ringleitungsverteiler noch kurzgeschlossene Anschlußleitung mit einem Testmuster beschickt und die Funktionsweise des Adapters und der Verbindungsleitung überprüft. Ist die Prüfung ok, so legt das Endgerät eine "Phantomspannung" an, die dann ein Relais im RLV aktiviert, das die kurzgeschlossene Anschlußleitung freigibt.

Ein Endgerät kann auf mehrere Arten wieder aus dem Ring entfernt werden. Bei jeder Unterbrechung der Stichleitung z.B. Kabelbruch, Herausziehen des Anschlußkabels aus der Wandsteckdose bzw. aus dem Ringleitungsverteiler, oder durch Ausschalten des Gerätes, wird die Gleichspannungsversorgung abgeschaltet und das Relais im Ringleitungsverteiler schließt dort den Ring.

Auf Grund einer Fehlererkennungslogik erkennt die Station, daß ihr eigenes Entfernen aus dem Ring durch das Abschalten der Gleichspannung bewirkt wurde, um die Betriebssicherheit des Netzes wiederherzustellen. Der Hauptring bleibt in seiner Funktion davon unberührt.

Bei den RLV unterscheidet man zwischen passiven, sogenannten unintelligenten, und aktiven sogenannten intelligenten, Ringleitungsverteilern. Der wesentliche Vorteil von aktiven Ringleitungsverteilern besteht darin, daß er die eingehenden Signale (Bits) "originalisiert",

d.h. durch "Retiming", "Reshaping" und durch "Jitter Attenuation" jedes Bit, das durch die Dämpfung auf der Leitung "geschwächt" wurde, wieder auf den Ausgangswert zurücksetzt. Dadurch lassen sich größere Entfernungen zwischen den RLV und auch zwischen den Endgeräten erzielen.

2.14.7 Vorteile von TR-Netzen

Die Homogenität des Netzes mit den freizügig zugeordneten Endpunkten erlaubt den Zusammenschluß fast beliebiger Komponenten zu einem gemeinsamen Token-Ring-Netzwerk. Die zunehmend große Anzahl von TR-Endgeräten - PC's, Workstations, RISC-Rechnern und neuerdings **3270 Token-Ring-Terminals**, benötigt eine Infrastruktur, welche sich durch Verwendung des oben ausführlich behandelten "**intelligenten**" **Verkabelungssystems** bzw. der "**Datenschukosteckdose**" ideal realisieren läßt.

Auszeichnende Merkmale des Token-Ring-Netzes sind die hohe physische Zuverlässigkeit, durch die Fähigkeit der automatischen Abschaltung fehlerhafter Stationen, bzw. durch die Möglichkeit der Ersatzschaltung unter Ausnutzung doppelter Wegeführung die daraus resultierende doppelte Sicherheit.

Endgeräte können an beliebigen Anschlußpunkten dynamisch in das Netz eingeführt werden, ohne daß hierbei physische oder logische Änderungen an der Zuordnung getroffen werden müssen. Die in den TR-Protokollen verankerten Funktionen der Netzüberwachung und Steuerung geben den entsprechenden Hard- bzw. Softwareprodukten exzellente Möglichkeiten, Fehler sehr schnell zu lokalisieren und zu beseitigen und darüber hinaus Daten zu gewinnen, die sich zur Netzplanung verwenden lassen.

Obwohl heutige TR-Netze ihre Kapazitätsgrenze noch lange nicht erreicht haben, ist es vorteilhaft zu wissen, daß die TR-Architektur noch erhebliche Reserven hat, die es bei Ausnutzung der technologischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten erlaubt, erheblich schnellere und größere Netze aufzubauen.

2.15 Grundlagen der Telekommunikation

2.15.1 Das ISO-OSI Schichtenmodell

Durch die ISO (International Standards Organisation) wurde ein 7-Schichten Modell (OSI = Open Systems Interconnection) festgelegt, wodurch die Kommunikation zwischen Rechnern verschiedener Hersteller ermöglicht werden soll.

Für jede Schicht wird eine Beschreibung des Funktionsumfangs sowie das notwendige Verhalten an den Schnittstellen zu den darunter- oder darüberliegenden Schichten angegeben. Wie diese Schichten zu implementieren sind, wird nicht festgelegt. Es wird nur gefordert, daß die notwendigen Funktionen abgedeckt werden.

Im folgenden wird die Bedeutung der einzelnen Schichten näher beschrieben. Für detaillierte Erklärungen sei auf die einschlägige Fachliteratur verwiesen.

2.15.2 Physikalische Schicht (Physical Layer)

Auf dieser Ebene werden die Spezifikationen für das Übertragungsmedium (Koax-, TP-Kabel, Lichtwellenleiter) festgelegt. Dies betrifft unter anderem die Widerstandsbestimmung für das Kabel bzw. die Signalpegel für die elektrische Codierung der einzelnen Bits. Bei LAN wird in dieser Schicht auch das Übertragungsverfahren (Basis- oder Breitband) festgelegt.

Zudem werden die Anschlußtechniken definiert, d.h, wie die Steckeranschlüsse auszusehen haben, die Anzahl der Pins und die Pinbelegung (V.24 Norm, RS 232, X.21).

2.15.3 Verbindungsschicht (Data Link Layer)

Ebene 2 ist zuständig für den unteren Teil der Datensicherung. Als Protokoll ist hier sehr häufig HDLC im Einsatz. Bei paketvermittelnden Systemen wird zudem die Richtigkeit der Reihenfolge der eintreffenden Pakete und deren Vollständigkeit überwacht. Im LAN-Bereich ist auf der Verbindungsschicht auch das Zugriffsverfahren (CSMA/CD, Token Passing) angesiedelt.

2.15.4 Netzwerkschicht (Network Layer)

Diese Schicht ist vor allem bei Paketnetzen notwendig. Sie verwaltet die virtuellen Verbindungen der einzelnen Stationen. In dieser Schicht wird auch die Verkehrslenkung, der Auf- und Abbau von Netzwerkverbindungen (Datagrammdienst) realisiert.

Bei LAN hat diese Schicht keine konkrete Bedeutung, da die Pakete sowieso direkt vom Sender zum Empfänger übertragen werden, ohne dass Zwischenstationen davon betroffen sind. Bei LAN, die mit anderen LAN verbunden sind, sieht es jedoch etwas anders aus (siehe Abschnitte 3.16.1 - 3.16.5).

2.15.5 Transportschicht (Transport Layer)

Ebene 4 stellt den zwei miteinander kommunizierenden Anwendungen eine transparente, lückenlose „Ende-zu-Ende Datenübertragung“ zur Verfügung. Es wird dabei auf die in Ebene 1 bis 3 verwendeten Medien keine Rücksicht genommen, deshalb die Bezeichnung transparent.

Damit stellt die Transportschicht ein Bindeglied zwischen den Ebenen 1 bis 3 und den Ebenen 5 bis 7 dar. Die Ebenen 1 bis 3 werden daher auch als systembezogene Schichten bezeichnet (transportorientiert) und die Ebenen 5 bis 7 als anwendungsbezogene Schichten.

2.15.6 Verbindungssteuerungs- oder Sitzungsschicht (Session Layer)

In dieser Ebene wird eine systemunabhängige Kontrolle des von Schicht 4 bereitgestellten logischen Kanals durchgeführt. Dies betrifft u.a. die logische Adressierung (Stationsname o.ä.), die Passwortabfrage, die Dialogverwaltung sowie die Synchronisation und den Wiederaufbau von Sitzungen nach einem Fehlerfall in den darunterliegenden Ebenen.

2.15.7 Darstellungsschicht (Presentation Layer)

Die Darstellungsschicht interpretiert die Daten für die Anwendungsschicht. Es werden Dateneingabe und -ausgabe überwacht, Übertragungs-codes konvertiert oder z.B. Bildschirm- bzw. Druckformate angepaßt.

2.15.8 Anwendungsschicht (Application Layer)

Die letzte und oberste Schicht beschreibt die Schnittstelle für die eigentlichen Anwendungsprogramme (Applications), die über das Netzwerk auf die Betriebsmittel anderer Stationen (z.B. File Server) zugreifen wollen. Auf dieser Ebene sind auch die Anwendungsprogramme angesiedelt, die dem Netzwerkbenutzer zur Verfügung stehen (z.B. File Transfer oder virtuelles Terminal).

2.16 Verbindung von Netzwerken

Da ein LAN weniger als eine reine Inselösung in einem Unternehmen eingesetzt werden soll, besteht die Forderung, Netzwerke miteinander verbinden zu können. Es kann sich dabei um die Verbindung von gleichartigen Netzwerken handeln, die Vergrößerung der räumlichen Ausdehnung, oder die Kopplung von heterogenen Netzwerksystemen.

Im folgenden werden die verschiedenen Möglichkeiten einer Kopplung von Netzwerken mit Hilfe von Repeater, Bridges, Routers und Gateways - und zugleich deren Einordnung in das ISO-OSI Schichtenmodell beschrieben.

2.16.1 Der Repeater

Der Repeater ist ein Zusatzgerät innerhalb eines lokalen Netzwerkes, das die eingehenden Signale verstärkt und alle nachfolgenden Kabelsegmente weiterleitet. Die Verbindung erfolgt im ISO-OSI Modell in der Ebene I, der Bitübertragungsebene. Daraus folgt, daß ein Repeater nur Netze des gleichen Typs und gleicher Übertragungsgeschwindigkeit miteinander verbinden kann.

2.16.2 Die Bridge

Die Verbindung von Netzen mit unterschiedlichen Bitübertragungsebenen erfolgt auf Ebene 2 des ISO-OSI Modells. Die beiden Netze können gleiche oder auch unterschiedliche Zugriffsverfahren benutzen. Da die Kopplung über die Ebene 2 erfolgt, bedeutet dies, daß die Netze in ihren physikalischen Eigenschaften unterschiedlich sein können, auf der Data-Link-Ebene dagegen gleich sein müssen. Da sich die Data-Link-Ebene in eine LLC- (Logical Link Control) und eine MAC- (Media Access Control) Einteilung aufsplittet, sei erwähnt, daß die Kopplung von LAN über die LLC- Ebene erfolgt. Deshalb können die Zugriffsverfahren in den Netzen unterschiedlich sein. Eine Bridge kann somit ein CSMA/CD Netzwerk mit einem Token-Ring Netzwerk verbinden.

Außerdem hat eine Bridge gegenüber einem Repeater den Vorteil, daß sie eingehende

Datenpakete nur auf jenes nachfolgendes Kabelsegment weiterleitet, an dem sich der Empfänger befindet. Dies ist möglich, weil eine Bridge aus der Senderadresse eingehender Datenpakete die Zielsegmente erkennt und speichert (addresslearning). Davon abgesehen erkennt eine Bridge Schleifenkonfigurationen und deaktiviert automatisch redundante Ausgänge. Dazu wird in CSMA/CD Netzwerken das Spanning Treeprotokoll (IEEE 802.1d) und in Token Ring Netzen Source Route Bridging verwendet. Eine Kombination der beiden Verfahren stellt Source Route Transparent Bridging dar.

2.16.3 Der Switch

Switches arbeiten wie Bridges auf der MAC Ebene, verfügen jedoch über besondere technische Einrichtungen, welche eine hohe Datenübertragungsrate gewährleisten. Prinzipiell unterscheidet man CUT THRU und STORE AND FORWARD switching. Geräte des ersten Typs warten beim Empfang eines Datenpaketes lediglich die Zieladresse ab, um das Paket sofort an das Zielsegment weiterzuleiten.

Allerdings ist zu diesem Zeitpunkt die Integrität des Datenpaketes noch nicht gesichert, sodaß dies zur Verschleppung von fehlerhaften Paketen und zur Verbreitung von Paketfragmenten (in Folge von Collisions) führen kann.

Die Übertragungsverzögerung dieses Verfahrens ist relativ niedrig und konstant (schnelles Verfahren). Dieses Verfahren ist besonders für Token basierende Netzwerke (FDDI und Token Ring) besonders gut geeignet. Store and Forward Switches warten hingegen den Empfang des ganzen Datenpaketes ab und prüfen die Integrität des Datenpaketes bevor sie dieses an das Zielsegment weiterleiten. Sie eignen sich besonders für Collision basierende Netzwerke (CSMA/CD). Die Funktionalität eines CUT Thru Switches entspricht einem besseren Repeater im CSMA/CD Netz, hingegen die komplexen Store and forward Switches entsprechen einer vollwertigen Bridge. Die Übertragungsverzögerung ist allerdings abhängig von der Paketgröße, da das gesamte Paket empfangen werden muß (ca. 150 ms).

2.16.4 Der Multi Layer Switch

Ähnlich wie Router kombinieren Multi Layer Switches Bridging und Routingfunktionalität in einem Gerät, verfügen jedoch über gesonderte Hardwareunterstützung für jede der beiden Funktionsgruppen. Dies bedeutet im Idealfall Datendurchsatzraten, die einem schnellen Switch und gleichzeitig einem leistungsfähigen Router entsprechen.

Darüberhinaus ermöglicht eine intelligente Kombination beider Verfahren eine neue Qualität an Funktionalität, so können z.B. verschiedene Zielsegmente über switching in ein virtuelles LAN zusammengefaßt werden, wobei zwischen solchen Gruppierungen ein Datenaustausch mit Hilfe von Routing erfolgt. Ein wesentliches Merkmal von Multi Layer Switches ist daher die Kombination hoher Durchsatzraten mit geringer Verzögerung und sicherheitsrelevanten Aspekten bei Routern der Netzwerkschicht sowie einer über Router hinausgehenden topologischen Flexibilität der Netzwerkstruktur. In Zusammenhang mit Multi Layer Switches wird oft von VLANS gesprochen. Dies bedeutet einerseits die Gruppierung verschiedener Segmente mittels Switching und andererseits die Verwendung der selben Infrastruktur für mehrere voneinander unabhängige LAN.

2.16.5 Der Router

Ein Router gestattet die Vernetzung von zwei oder mehreren Netzen mit verschiedenen

Bitübertragungs- und Sicherungsebenen (d.h. Ebene 1 und Ebene 2 können unterschiedlich sein). Die Koppelung erfolgt über die Netzwerkschicht (Network Layer) des ISO-OSI-Schichtenmodells.

Der Router verändert die Headerinformationen der Netzwerkschicht-Pakete (Layer3) (z.B.: time to life) und bringt daher eine höhere Übertragungsverzögerung mit sich (typisch 15 - 70 μ m für Cut Thru und 20 - 170 μ m für Store and Forward switching und einige ms bei Routern). Andererseits verfügen Router über das Wissen der Topologie des Netzwerkes aus der Sicht der Netzwerkschicht und können daher zur Verwirklichung von spezifischen Netzwerkstrukturen unter Einbeziehung von sicherheitsrelevanten Kriterien verwendet werden.

Der Tatsache, daß nicht alle Übertragungsprotokolle über eine Netzwerkschicht verfügen (LAT, NetBeui), begegnet man mit einer Kombination von Bridge und Router, die Bridge Router oder Brouter genannt werden. Pakete dieser Protokolle können damit auf MAC Ebene weitergeleitet werden. Die Übertragungsrate ist in diesem Fall allerdings typischerweise deutlich niedriger als bei Verwendung reiner Bridges - Switches.

2.16.6 Das Gateway

Mit einem Gateway werden Netze miteinander gekoppelt, welche überhaupt nichts mehr gemeinsam haben. Dies fängt bei den Übertragungsprotokollen (Zugriffsverfahren) an und hört bei den unterschiedlichen Bildschirmansteuerungen und Code-Konvertierungen auf. Deshalb erstreckt sich ein Gateway über alle 7 Ebenen des ISO-OSI-Schichtenmodells. Ein Beispiel dafür ist u.a. die Anbindung eines CSMA/CD-LAN's an einen IBM-Host. Es seien nur zwei Probleme genannt, die durch das Gateway gelöst bzw. angepaßt werden müssen:

- Verschiedene Codes: CSMA/CD-LAN - ASCII; IBM-Host - EBCDIC
- Verschiedene Protokolle: CSMA/CD vs. SDLC.

Kapitel: Einführung: Hochfrequenz- und Datenkabel

3 Einführung: Hochfrequenz- und Datenkabel

3.1 Allgemeines

Hochfrequenz und Datenkabel werden alle elektrischen Leitungen genannt, die aufgrund ihrer spezifischen Konstruktion (Materialien, Aufbau) hoch- oder tonfrequente Energie von einer Informationsquelle zu einem Empfänger oder umgekehrt übertragen können.

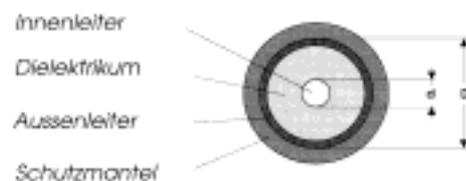
- Tonfrequenzbereich 10 Hz - 20 kHz
- Datenbereich einige kHz bis ca 200 MHz
- Hochfrequenzbereich ab ca. 100 kHz bis einige GHz

Ausführungsarten:

- Koaxialkabel
- Triaxialkabel
- Symmetrische Kabel nicht abgeschirmt
- Symmetrische Kabel abgeschirmt

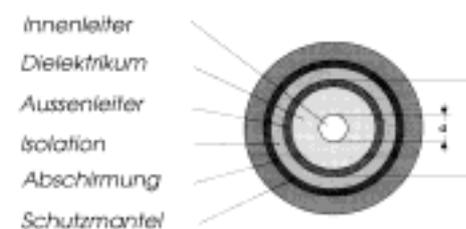
3.1.1 Koaxialkabel

Koaxialkabel bestehen aus einem Innenleiter, dem koaxialen Außenleiter und dem Dielektrikum als stützendes Element zwischen beiden.



3.1.2 Triaxialkabel

Triaxialkabel sind insofern ein Spezialfall der Koaxialkabel, als diese Leitungen einen Innenleiter sowie zwei isoliert von einander angebrachte koaxiale Außenleiter besitzen. Wie bei den Koaxialkabeln ist zwischen dem Innenleiter und dem Außenleiter das Dielektrikum als stützendes Element angebracht.



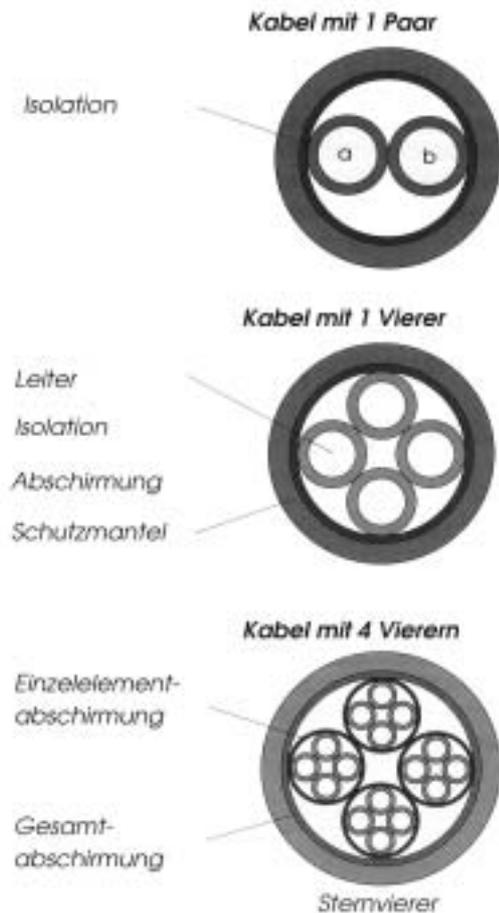
3.1.3 Symmetrische Kabel nicht abgeschirmt

Symmetrische Kabel sind aus einem oder mehreren zur Kabelseele verseilten Paaren oder Sternvierern aufgebaut. Die Paare bestehen aus jeweils zwei, die Sternvierer aus jeweils vier miteinander verseilten Adern. Diese unterscheiden sich im allgemeinen nur im Farbcode. Die Schlaglängen der verschiedenen Paare oder Sternvierer sind so aufeinander abgestimmt, daß das Nebensprechen zwischen den einzelnen Übertragungskreisen minimal wird.

3.1.4 Symmetrische Kabel abgeschirmt

Es lassen sich 3 Fälle unterscheiden:

1. Verseilelemente (Paare oder Sternvierer) sind einzeln abgeschirmt
2. Kabelseele ist gesamthaft abgeschirmt
3. Kombination von beiden, d.h. Einzelelement- und Gesamtabschirmung



3.2 Kabelwerkstoffe - Materialien

3.2.1 Innenleiter

Sie sind aus einem einzelnen Draht oder in speziellen Fällen, wenn zum Beispiel eine erhöhte Kabelflexibilität gefordert ist, aus mehreren verseilten Drähten (Litzen) aufgebaut. Die Drähte bestehen meistens aus reinem Elektrolytkupfer, das sowohl blank wie auch versilbert oder verzinkt sein kann. Aus Gründen der mechanischen Festigkeit werden bei kleinen Querschnitten auch kupferplattierte Stahldrähte verwendet. Bei großen Leiterabmessungen, wie z.B. bei dämpfungsarmen CATV-Kabeln, werden aus wirtschaftlichen Gründen auch kupferplattierte Aluminiumdrähte eingesetzt.

3.2.2 Außenleiter

Bei Koaxialkabeln erfüllt der Außenleiter eine Doppelfunktion, nämlich als Teil des Signalübertragungsweges und gleichzeitig als Abschirmung. Als Außenleiter bzw. Abschirmungen kommen für flexible Kabel Geflechte oder Umwindungen aus blanken, verzinnten oder versilberten Kupferdrähten in Frage. In Primärstrecken von CATV-Anlagen wo eine 100%ige HF-Dichtigkeit eine absolute Notwendigkeit ist, sind Außenleiter aus geschlossenen Kupfer- oder Aluminiumrohren üblich. Kupferrohre sind geschweißt, Aluminiumrohre geschweißt oder gepreßt.

3.2.3 Dielektrikum

Als Isolierstoffe kommen nur mechanische hochwertige, elektrische, verlustarme Materialien

in Frage, die für moderne Fertigungstechniken geeignet sind. Für Nachrichtenkabel müssen zudem die Isolierstoffe eine möglichst kleine, relative Dielektrizitätskonstante (Abkürzung DK) aufweisen. Durch Isolierungen mit hohem Luftanteil (Hohlraum und Scheibenisolierung) werden relative DK-Werte bis zu 1.1 erreicht. Die gebräuchlichsten Materialien, ihre dielektrischen Eigenschaften sowie thermischen Belastungsgrenzen sind in Tabelle 1 zusammengefaßt.

Material	rel. DK Konstante E_r	dielektr. Verlustfakt or $\tan \theta$	Zul. Betriebs- temperatur $^{\circ} C$
PE	2.28	$3 * 10^{-4}$	- 55 ... + 85
Foam-PE	1.45 - 1.55	$2-5 * 10^{-4}$	- 55 ... + 85
PE-Luft	1.1 - 1.4	$2 * 10^{-4}$	- 55 ... + 85
FEP	2.1	$4 * 10^{-4}$	- 55 ... + 200
PTFE	2.1	$4 * 10^{-4}$	- 55 ... + 250
PFA	2.1	$4 * 10^{-4}$	- 55 ... + 260

Tabelle 1

3.2.4 Schutzmantel

Der Schutzmantel hat mehrere Aufgaben zu erfüllen. Er schützt das Kabelinnere gegen mechanische Beschädigungen, chemische Einwirkungen, sowie vor eindringender Feuchtigkeit. Die gebräuchlichsten Materialien und ihre zulässigen Betriebstemperaturen sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Material	Zul. Betriebstemperatur ($^{\circ} C$)
FRNC	- 40 ... + 85
PE	- 55 ... + 85
PVC	- 55 ... + 105 (je nach Mischung)
PUR	- 55 ... + 125 (je nach Mischung)
FEP	- 55 ... + 200

Tabelle 2

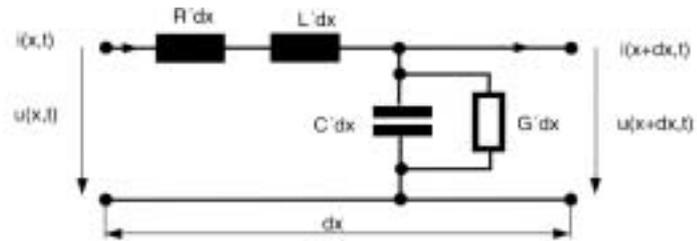
3.3 Elektrische Eigenschaften

3.3.1 Leitungsbeläge

Jede homogene Leitung ist vollständig durch vier, sich auf die Längeneinheit beziehende, im allgemeinen frequenzabhängige Grundgrößen gekennzeichnet.

Es sind dies:

Widerstandsbelag R' (Ohm)
 Induktivitätsbelag L' (Henry)
 Kapazitätsbelag C' (Farad)
 Ableitungsbelag G' (Siemens)



Der Widerstandsbelag erfaßt die Verluste in den metallischen Leitern. Die Leiterabmessungen, das Leitermaterial und die Temperatur bestimmen den Gleichstromwiderstand R_0' .

Aufgrund des Skin-effektes nimmt mit wachsender Frequenz der Widerstandsbelag zu, für Frequenzen > 5 MHz ca. proportional zur Wurzel aus der Frequenz.

3.3.2 Induktivitätsbelag

Der Induktivitätsbelag L' setzt sich aus mehreren Anteilen zusammen. Die äußere Induktivität wird von der Leitungsgeometrie und den magnetischen Werkstoffeigenschaften bestimmt. Sie ist frequenzunabhängig. Da vorwiegend nicht ferromagnetische Metalle als Leiter eingesetzt werden, ist sie ebenfalls von der Stromstärke unabhängig. Die innere Induktivität ist auf den Stromfluß und den damit verknüpften Magnetfeldern in den Leitern zurückzuführen. Aufgrund der Stromverdrängung verschwindet dieser Anteil bei hohen Frequenzen. Bei geschirmten, symmetrischen Leitungen müssen außerdem die frequenzabhängige Hülleninduktivität sowie die durch Nähewirkung erzeugte Induktivität berücksichtigt werden.

3.3.3 Kapazitätsbelag

Der Kapazitätsbelag ist eine Funktion der Leitungsgeometrie und der Dielektrizitätskonstanten (DK) der Isolierung.

Solange die DK der Isolierung sich frequenzkonstant verhält, was im Normalfall bei den in Frage kommenden Isolationsstoffen der Fall ist, ist der Kapazitätsbelag nahezu frequenzunabhängig. Die relativen DK Werte einiger für die Kabeltechnik wichtiger Isolierstoffe findet man in Tab. 1. Die Kapazitätswerte für Standard Koaxialleitungen stehen in Relation zur Impedanz und zur relativen DK des Isolierstoffes, siehe Tabelle 3.

Kapazität pF/m	Wellenimpedanz Ohm	Dielektrikum
101	50	Voll-PE
67.1	75	Voll-PE
53.0	95	Voll-PE
96.8	50	FEP, PFA
64.5	75	FEP, PFA
81.6	50	Foam-PE
54.4	75	Foam-PE

Tabelle 3

3.3.4 Ableitungsbelag

Der Ableitungsbelag beschreibt die Isolationsverluste, die dielektrischen Verluste, sowie die Koronaverluste zwischen den Leitern. Anstelle des oft stark frequenzabhängigen Ableitungsbelages G' wird der Verlustfaktor $\tan \delta$ angegeben. Die Größe des Verlustfaktors hängt vom verwendeten Isolierstoff, vom Aufbau der Isolierung und häufig von der Frequenz und Temperatur ab. Ganz generell soll bei allen Leitungen der $\tan \delta$ möglichst klein und konstant sein. Bezüglich einiger Werte siehe Tabelle 1.

3.3.5 Wellenimpedanz

Die Aufgabe eines Nachrichtenkabels ist, hoch- und tonfrequente Energie zu übertragen. Die daran angeschlossenen Informationsquellen und Empfänger sind Wechselspannungsgeräte mit einer bestimmten Impedanz. Falls diese Impedanz mit der Wellenimpedanz des Kabels übereinstimmt, ist die eingespeiste bzw. abgegebene Leistung maximal. Da im HF-Bereich aus mehreren Gründen eine gute Anpassung angestrebt werden muß, ist das Kabel so zu dimensionieren, daß es an einen vorgegebenen Arbeitswiderstand angepaßt ist. Wenn man andererseits für jeden bestimmten Zweck die jeweils beste Lösung sucht, führt dies zu einer wirtschaftlich nicht mehr vertretbaren Zahl von Wellenwiderständen. Daher wurden für Koaxialleitungen die Wellenwiderstände 50, 75 und 93 international festgelegt. Üblich sind daneben noch einige wenige andere Werte. Die gebräuchlichsten Wellenwiderstände für symmetrische Kabel sind 75, 95, 100, 120 und 150.

3.3.6 Wellendämpfung

Die Amplitude einer Signalwelle nimmt längs einer Leitung exponentiell ab, d.h. die Welle wird gedämpft. Ursache hierfür sind als Folge der endlichen Leitfähigkeit der Leiter die Widerstandsdämpfung sowie die Ableitdämpfung, welche die dielektrischen Verluste beschreibt. Während die Wellendämpfung bei Frequenzen > 5 MHz mit der Wurzel aus der Frequenz ansteigt, ist die Ableitdämpfung direkt proportional zur Frequenz. Bei modernen Isolierstoffen kann die Ableitungsdämpfung bis zu Frequenzen von 100 MHz vernachlässigt werden.

3.3.7 Dämpfungsstabilität, Alterung

Verschiedene Einflüsse können zu einem zeitlich langsamen Dämpfungsanstieg einer Nachrichten-, insbesondere einer Koaxialleitung, führen. Dabei spielt die Korrosion der Geflechte, verursacht durch Weichmacher aus den PVC-Mischungen, die Migration der Weichmacher in das Dielektrikum, sowie die Wasserdampfpermeation durch den Kabelschutzmantel, eine große Rolle. Der dadurch bedingte Dämpfungsanstieg macht sich erst bei Frequenzen > 1000 MHz bemerkbar. Bezüglich der verschiedenen Konstruktionsvarianten kann folgendes gesagt werden:

- Koaxialleitungen mit rohrförmigem Außenleiter sind praktisch unempfindlich auf Quereinflüsse.
- Koaxialleitungen mit verzinnem Kupfergeflecht als Außenleiter haben im Neuzustand ca. 15-20 % höhere Dämpfungswerte als Ausführungen mit blanken Drähten, zeigen jedoch wesentlich stabileres Dämpfungsverhalten.
- Koaxialleitungen mit versilbertem Kupfergeflecht haben im Neuzustand dieselben Dämpfungswerte wie Kabel mit blanken Geflechten. In ihrem Langzeitverhalten sind sie

gleich zu beurteilen wie Kabel mit verzinnem Geflecht.

- Leitungen mit Zell-PE Isolation haben ca. 15 -20% kleinere Dämpfungswerte als vergleichbare Typen mit Voll-PE Isolation. Diese Werte steigen jedoch rasch an, wenn Feuchtigkeit in die Isolation eindringt.
- Flexible Leitungen mit sehr weichem PVC-Mantel sollten gemieden werden, da der Weichmacher dieser PVC-Mischungen häufig ausschwitzt und in das Dielektrikum migriert.

3.3.8 Zulässige Eingangsleistung

Eine Leitung muß imstande sein, die durch Stromfluß pro Längeneinheit erzeugte Wärmemenge nach außen abzuführen, ohne daß die Formbeständigkeit des Isolierstoffes oder des Schutzmantels leidet. Die zulässige Eingangsleistung ist somit von einer Reihe von Faktoren abhängig. Die wichtigsten sind Leiterquerschnitt, Temperaturbeständigkeit der verwendeten Kunststoffe und die Umgebungstemperatur. Da durch Stoßwellen längs der Leitung oder am Leitungsende Zusatzverluste hervorgerufen werden, muß die zulässige Eingangsleistung entsprechend dem Stehwellenverhältnis korrigiert werden.

3.3.9 Reflexionsfaktor, Stehwellenverhältnis

Neben der Dämpfung ist die Homogenität des Wellenwiderstandes längs einer Leitung ein entscheidendes Kriterium über die Qualität der Übertragung. Inhomogenitäten in einer Leitung verursachen besonders bei hohen Frequenzen Reflexionen, die sowohl einen Leistungsverlust als auch Verzerrungen des Nutzsignals hervorrufen. Zu unterscheiden sind statisch und periodisch verteilte, vorwiegend fertigungsbedingte Ungleichheiten, wie Material- und Abmessungsschwankungen. In periodischem Fall führen bereits kleinste Schwankungen bei selektiven Frequenzen zu maximalen Reflexionen.

3.3.10 Phasengeschwindigkeit V_p

Phasengeschwindigkeit ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit der Phase einer sinusförmigen Welle. Hauptsächlich wird sie bestimmt durch die relative DK des Isolierstoffes. Sie wird in Relation zur Lichtgeschwindigkeit im Vakuum gesetzt und in Prozent angegeben. Zu beachten ist, daß die Phasengeschwindigkeit bei Leitungen geringfügig frequenzabhängig ist, d.h. die Phasen kontinuierlicher Wellenzüge verschiedener Frequenzen laufen mit verschiedenen Geschwindigkeiten.

3.3.11 Gruppengeschwindigkeit V_g

Bei der Signalübertragung hat man es im allgemeinen Fall nicht mit einer einzigen Frequenz zu tun, sondern mit einem Frequenzbereich und damit mit einer Gruppe von Wellen. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit eines solchen Wellenpaketes nennt man Gruppengeschwindigkeit. Mit ihr wird die ton- und hochfrequente Energie längs eines Nachrichtenkabels transportiert.

3.3.12 Grenzfrequenz f_c

Diejenige Frequenz, bei der aufgrund der geometrischen Abmessungen der Koaxialleitung Hohlleiterwellen auftreten können, wird als Grenzfrequenz f_c bezeichnet. Sie wird dann erreicht, wenn der mittlere Umfang zwischen Innen- und Außenleiter etwa gleich einer

Wellenlänge ist. Werden Koaxialkabel mit höheren Frequenzen als f_c , betrieben, so hängt es oft von Zufälligkeiten ab, ob sich der TEM-Mode oder H_{10} -Mode oder auch beide gleichzeitig auf der Leitung einstellen. Da eine eindeutige Aussage über das Verhalten nicht möglich ist, sollten Koaxialleitungen nur bis zu ihrer jeweiligen Grenzfrequenz ausgenutzt werden.

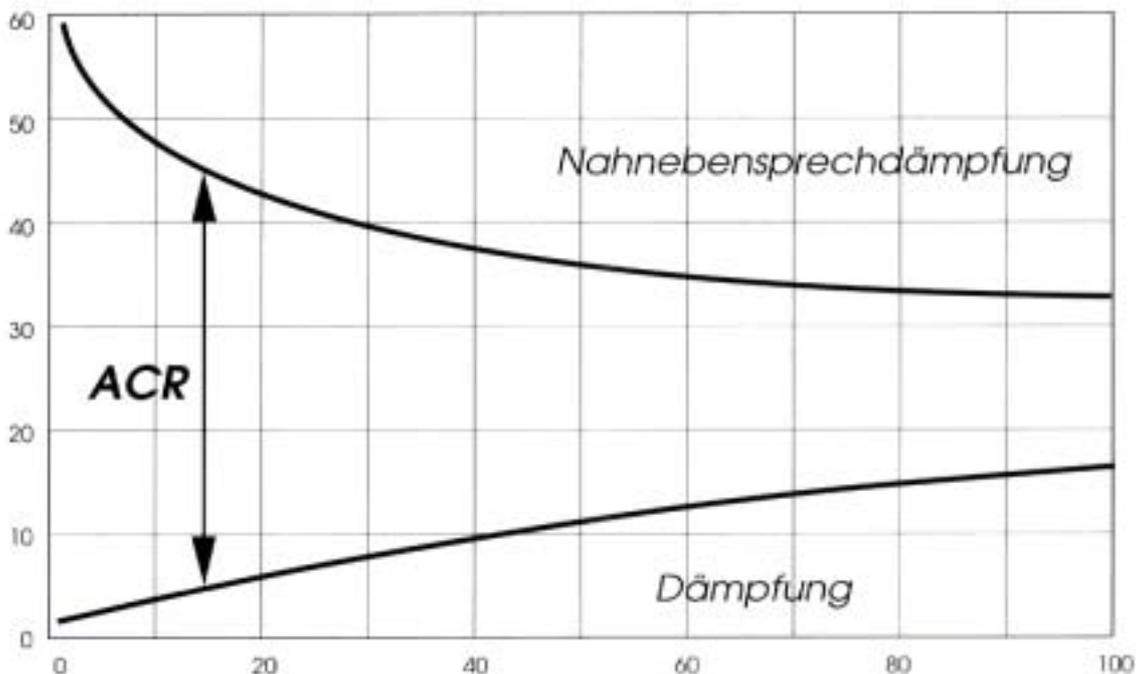
3.3.13 Nahnebensprechdämpfung NEXT

Bei mehrpaarigen Kommunikationskabeln wird durch die Feldwirkung der Signalübertragung eines Paares bei den Nachbarpaaren ein Störsignal induziert. Dieses Störsignal ist frequenzabhängig und wird größer mit steigender Frequenz. Die Differenz zwischen dem Nutzsignal und dem, auf dem Nachbarpaar meßbaren, Störsignal wird als Nahnebensprechdämpfung NEXT bezeichnet und in dB angegeben.

3.3.14 ACR - Verhältnis Dämpfung zu NEXT

Ein für die Übertragungsqualität wichtiger Faktor besteht im Abstand des Nutzsignales zum Störsignal. Um eine einwandfreie Übertragung bewerkstelligen zu können, muß das durch das NEXT verursachte Störsignal um eine bestimmte, in dB definierte Größe, kleiner sein.

$$ACR(dB) = NEXT(dB) - \alpha(dB)$$



3.4 Referenznormen für Datenkabel

Die Konstruktions- und Herstellungsverfahren für Datenkabel unterliegen den strengen Anforderungen der ISO 9000 / EN 29000. Es ist deshalb selbstverständlich, daß die so gefertigten Produkte den neuesten internationalen Richtlinien und Normen entsprechen. Folgende Referenznormen dienen unseren Fachspezialisten als Grundlage ihrer Arbeit:

3.4.1 ISO/IEC-Normen:	Internationale Richtlinien, in Europa informativ
ISO/IEC 11801	Informationstechnik - Anwendungsneutrale Verkabelungssysteme
IEC 1156	Mehradrige und symmetrische paar-/viererverseilte Kabel für die digitale Nachrichtenübertragung
IEC 1156-1	Fachgrundspezifikation
IEC 1156-2	Rahmenspezifikation für Etagenkabel
IEC 1156-3	Rahmenspezifikation für Geräteanschlußkabel
IEC 1156-4	Rahmenspezifikation für Verteilerkabel

3.4.2 CENELEC-Normen:	Europäische Richtlinien, in Europa normativ
EN 50173 HD	Informationstechnik - Anwendungsneutrale Verkabelungssysteme
	Fachgrundspezifikation für mehradrige und symmetrische paar-/ viererverseilte Kabel für die digitale Nachrichtenübertragung
EN 50167	Rahmenspezifikationen für Etagenkabel mit einem gemeinsamen Schirm für digitale Kommunikation
EN 50168	Rahmenspezifikation für Geräteanschlußkabel mit einem gemeinsamen Schirm für digitale Kommunikation
EN 50169	Rahmenspezifikation für Verteilerkabel (Gebäude-Verbindungskabel und Steigekabel) mit einem gemeinsamen Schirm für digitale Kommunikation

3.5 Klassierung paarverseilter Datenkabel

Die Anwendung paarverseilter Datenkabel war bis vor einigen Jahren auf den kBit-Bereich beschränkt. Die zunehmende Beliebtheit dieses Übertragungsmediums führte zu seiner laufenden Verbesserung und damit zu höheren Datenraten und andererseits zu einer größeren Typenvielfalt.

Sie reicht, je nach Anbieter, vom einfachen Telefoninstallationskabel bis zum hochgeschäumten, bestabgeschirmten „Superkabel“ für Hochgeschwindigkeitsnetze. Um dem Anwender einen Überblick und eine Hilfestellung für die richtige Wahl zu geben, wurde von der EIA/TIA eine Norm (EIA/TIA 568 Bulletin TSB-36) geschaffen. Diese Norm wurde durch ISO/IEC JTC1 SC25 zu einer internationalen Norm ISO/IEC weiterentwickelt. Diese teilt die Datenkabel entsprechend ihrer Übertragungsqualität in 5 Kategorien ein.

Kategorie	1		2		3		4		5	
Bandbreite in MHz	N/A		4		16		20		100	
Frequenz (MHz)	Dämpfung (dB/100m)	NEXT (dB)								
1	N/A		2.6	N/A	2.6	41	2.1	56	2.1	62
4					5.6	32	4.3	47	4.3	53
8					8.5	28	6.2	42	5.9	48
10					9.9	26	7.2	41	6.6	47
16					13.1	23	8.9	38	8.2	44
20							10.2	36	9.2	42

25									10.5	41
31.25									11.8	40
62.5									17.1	35
100									22.0	32

Hinweis: Kategorie 1: Impedanz $100 \pm 15 \Omega$; Kategorie 2-5 Impedanz $100 \pm 15 \Omega$

Allgemeine Werte für den Einsatz von TP - Kabeln:

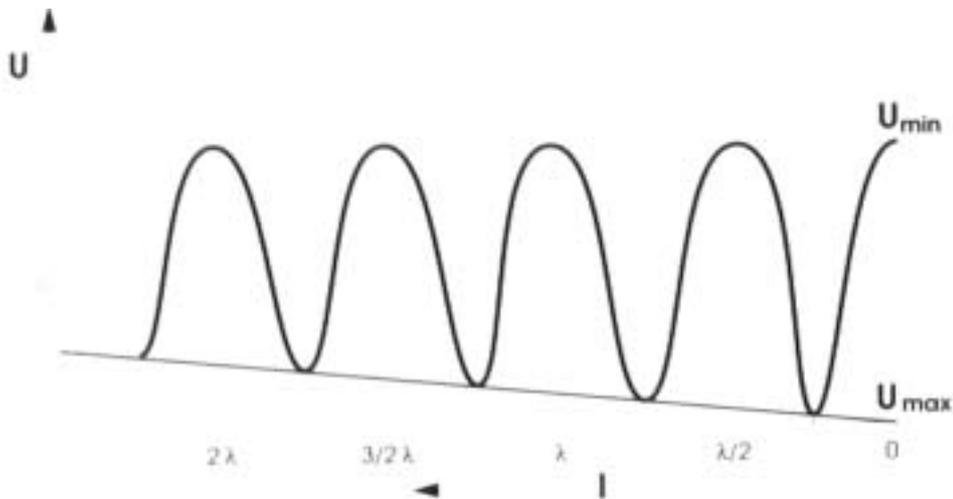
System	Bitrate (Mbit/s)	Distanz (m)	Bitfehler	rel. V (%c)
IBM-Netz SNA-3270	2.5	600	< 10 ⁻⁹	80
IBM-Tokenring IEEE 802.5	4	450	< 10 ⁻⁹	80
IBM-Tokenring IEEE 802.5	16	170	< 10 ⁻⁹	80
10 Base T IEEE 802.3	10	220	< 10 ⁻⁹	80
CDDI/TPDDI	125	100	< 10 ⁻⁹	80

3.6 Nützliche Formeln zur Berechnung von HF - Leitungen

3.6.1 Koaxialkabel

	Formeln	Einheiten
Gleichstromwiderstand:	$R'_o = \frac{21.95}{d^2}$	[Ω]; für Kupferleiter massiv, T = 20° C
Induktivität $L' \approx L'_a$:	$L'_a = 0,2 \cdot \ln \frac{D}{d}$	$\left[\frac{mH}{km} \right]$
Kapazität:	$C' = \frac{1000 \cdot \epsilon_r}{18 \cdot \ln \frac{D}{d}}$	$\left[\frac{nF}{km} \right]$
Ableitung:	$G' = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot C' \cdot \tan \theta$	[$\mu s/km$]; f = Frequenz
Wellenimpedanz:	$Z = \sqrt{\frac{R' + j \cdot \omega \cdot L'}{G' + j \cdot \omega \cdot C'}}$ <p>Für hohe Frequenzen d.h. $\omega \cdot L' \gg R$ und $\omega \cdot C' \gg G'$ wird:</p> $Z_0 = \sqrt{\frac{L'}{C'}}$ <p>oder:</p> $Z_0 = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln \frac{D}{d}$	[Ω]; $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f \left[\frac{1}{s} \right]$ [Ω] [Ω]
Dämpfung:	$\alpha = \frac{R'}{2} \cdot \sqrt{\frac{C'}{L'}} + \frac{G'}{2} \cdot \sqrt{\frac{L'}{C'}}$	[Np/km]
Umrechnungsfaktor Dezibel in Neper:	$1Np = 8,686dB$	
Dämpfung bei hohen Frequenzen:	$f \geq \frac{1,76}{d^2}$	[$MHz \cdot mm^2$]

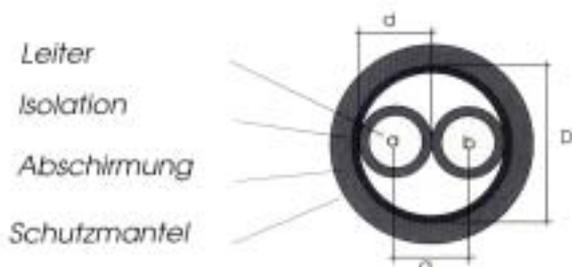
Reflexionsfaktor r (im allgemeinen komplex):	$r = \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0}$	Z_0 = mittlere Wellenimpedanz des Kabels Z_L = Abschlußimpedanz oder örtliche Kabelimpedanz
Welligkeitsfaktor S oder auch VSWR (Voltage Standing Wave Ratio):	$S = \frac{U_{MAX}}{U_{MIN}} = \frac{1}{m} = \frac{1+ r }{1- r }$ siehe Abbildung	
Anpassungsfaktor:	$m = \frac{U_{MIN}}{U_{MAX}} = \frac{1- r }{1+ r }$	
Rückflußdämpfung:	$a_r = 20 \cdot \log \frac{1}{ r }$	[dB]
Dämpfung durch Fehlanpassung, Stoßdämpfung:	$a_s = 20 \cdot \log \frac{Z_0 + Z_L}{2 \cdot \sqrt{Z_0 \cdot Z_L}} =$ $= 10 \cdot \log \frac{1}{1-r^2}$	[dB] (siehe Tabelle 4)



Rückfluß- dämpfung $a_r[dB]$	Reflexionsfaktor r	Anpassungsfaktor m	Welligkeitsfaktor s	Dämpfung durch Fehlanpassung $a_s[dB]$
0,1	0,988	0,006	173,368	16,42
1	0,891	0,058	17,349	6,86
3	0,708	0,171	5,842	3,02
5	0,562	0,280	3,566	1,65
10	0,316	0,520	1,923	0,45
14	0,199	0,668	1,497	0,17
16	0,158	0,727	1,374	0,11
18	0,126	0,777	1,285	0,07
20	0,100	0,819	1,220	0,04
22	0,075	0,853	1,171	0,03
24	0,063	0,882	1,133	0,02
26	0,050	0,909	1,105	0,01
28	0,040	0,924	1,082	-
30	0,032	0,938	1,064	-
32	0,025	0,951	1,051	-
36	0,016	0,969	1,032	-
40	0,010	0,980	1,020	-
46	0,005	0,989	1,010	-

	Formeln	Einheiten
Phasengeschwindigkeit:	$v_p = \frac{c}{\sqrt{\epsilon_r}}$	$[m/s]$; $c =$ Lichtgeschwindigkeit
Grenzfrequenz:	$f_c = \frac{300}{\lambda_c}$	$[MHz \cdot m]$
Grenzwellenlänge:	$\lambda_c = \frac{\Pi}{2} \cdot (D + d) \cdot \sqrt{\epsilon_r}$	

3.6.2 S(UTP) - Kabel



	Formeln	Einheiten
Kapazität:	$C' = \frac{12,1 \cdot \epsilon_r}{\log\left(\frac{2 \cdot d \cdot D^2 - a^2}{d \cdot D^2 + a^2}\right)}$ <p>mit dem Gültigkeitsbereich: $\frac{d}{D} \leq 0,25$; $\frac{d}{a} \leq 0,4$; $\frac{a}{D} \leq 0,85$</p>	$\left[\frac{pF}{m} \right]$
Wellenimpedanz:	$Z_0 = \frac{120}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln\left(\frac{2 \cdot a \cdot D^2 - a^2}{d \cdot D^2 + a^2}\right)$ <p>für hohe Frequenzen, d.h. $L' =$ konstant und Gültigkeitsbereich wie oben.</p>	$[\Omega]$
Dämpfung:	$\alpha = \frac{0,394 \cdot \sqrt{f}}{\left(\frac{2 \cdot a \cdot D^2 - a^2}{d \cdot D^2 + a^2}\right)} \cdot \left(\frac{K}{d} + \frac{4 \cdot a^2}{D^3}\right) + 5,84 \cdot 10^{-3} \cdot f$	f in $[MHz]$
Nähewirkungsfaktor K:	$K = \frac{a}{d \sqrt{\left(\frac{a}{d}\right)^2 - 1}}$	

3.7 Weshalb abgeschirmte Datenkabel S (UTP) ?

3.7.1 Begriffe:

(STP) – Kabel = (Shielded Twisted Pair) – Kabel
(UTP) – Kabel = (Unshielded Twisted Pair) - Kabel
ungeschirmtes paarverseiltes Kabel
S(UTP) - Kabel = paarverseiltes Kabel,
einzelne Paare ungeschirmt
jedoch Kabel mit Gesamtschirm

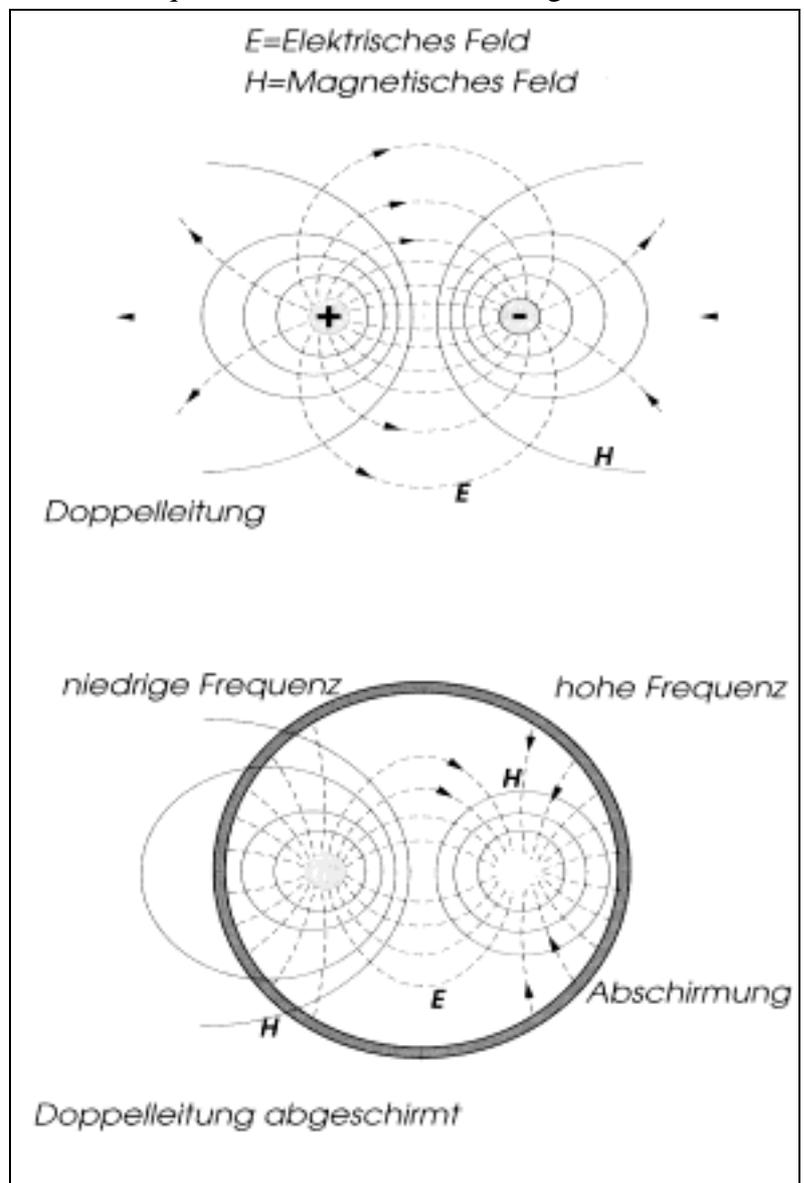
Steigende Datenraten sind neben nicht kalkulierbaren Störbeeinflussungen dafür verantwortlich, daß der Einsatz von UTP Datenkabel zu einem nicht berechenbaren Risiko wird.

3.7.2 Störeinfluß bei UTP Datenkabel

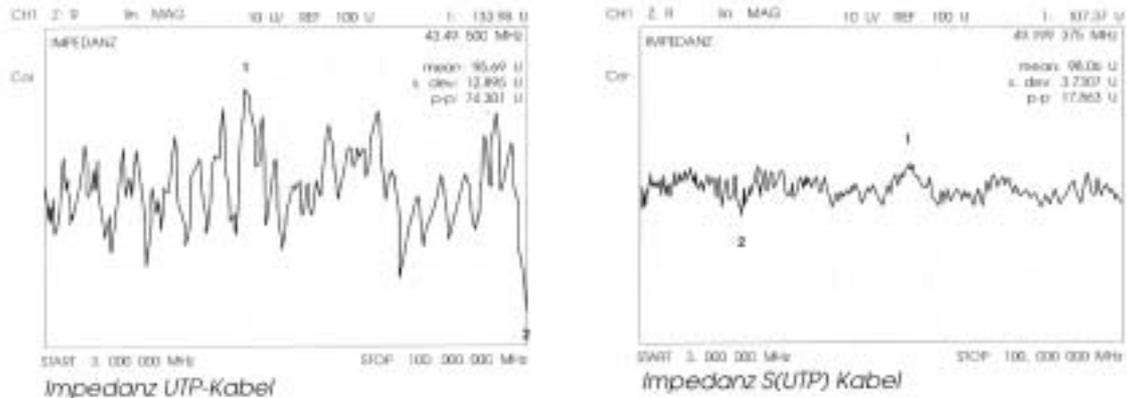
Das elektromagnetische Feld einer ungeschirmten Doppelleitung ist nicht begrenzt auf den unmittelbaren Bereich zwischen den Leitern. Es ist auch im näheren Umfeld rund um die Leiter vorhanden, wobei bekanntlich die Feldstärke quadratisch mit der Entfernung abnimmt.

Bei einem installierten Datenkabel ist praktisch in allen Fällen weder das nähere Umfeld des Kabels gleichförmig homogen, noch konstant. Die elektrischen Materialien wie Kabelschutzrohre, Kunststoffmäntel anderer Kabel, Brüstungskanäle aber auch Metalle und insbesondere andere Kabel beeinflussen den für die Übertragungseigenschaften maßgebenden Feldverlauf. Zwangsläufig ergeben sich daher beim Einsatz eines UTP-Kabels zumindest im hohen Frequenzbereich instabile Übertragungsverhältnisse.

Reflexionen und gravierende Systemstörungen sind die Folge. Wird hingegen ein abgeschirmtes Datenkabel eingesetzt, so ist das elektrische Feld klar auf den Raum innerhalb der Abschirmung begrenzt und unterliegt damit nicht äußeren Einflüssen. Eine derart einfache Aussage über die Begrenzung des magnetischen Feldes durch eine Abschirmung kann nicht getroffen werden, siehe auch Abschnitt Skineffekt. Aber was man sagen kann ist, daß der Impedanzverlauf nicht durch die Umgebung beeinflußt wird und somit ergeben sich bei Verwendung eines S(UTP) Kabels stabile Übertragungseigenschaften.



3.7.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)



Die Elektronik mit ihren Bauteilen und Geräten dringt heute in jede technische Anlage und in fast jedes Gerät vor. In wenigen Jahren wird es kaum noch ein Gerät geben, in dem nicht einige elektronische Bauteile ihre stille Arbeit zuverlässig verrichten. Um diese Zuverlässigkeit zu erreichen muß die EMV der Geräte gewährleistet bleiben, selbst wenn durch die modernen Halbleiterstrukturen der integrierten Schaltkreise bedingt, die Frequenzbandbreite (Datenrate) größer und die Signalpegel kleiner werden. Bei der elektromagnetischen Beeinflussung d.h. der unerwünschten Einstreuung von Signalen eines Systems („Störquelle“) in ein anderes System („Störsenke“) können folgende Koppelmechanismen unterschieden werden:

- Galvanische Kopplung
- Induktive Kopplung
- Kapazitive Kopplung
- Strahlungs Kopplung

Die Einkopplung und/oder die Übertragung der elektromagnetischen Beeinflussung in ein System oder in ein Gerät erfolgen bevorzugt über die angeschlossenen Kabel und Leitungen. Die Auswahl der benötigten Kabel oder Leitungen für eine Anlage bzw. ein Gerät erfolgt im Hinblick auf die elektromagnetische Verträglichkeit nach technischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten.

Folgende Kriterien werden in Betracht gezogen:

- Die benötigte Störpegelunterdrückung;
- Die Anordnung und die örtliche Verteilung der Kabel oder Leitungen in der Anlage oder im Gerät;
- Die Längen der Kabel und die Leitungen und die Querschnitte der verschiedenen Adern;
- Die benötigten Übertragungseigenschaften für das Nutzsignal, z.B. die Dämpfung und der Wellenwiderstand;
- Die Anschlüsse und Stecker;

Der klassischen Kabelherstellung stehen hauptsächlich drei konstruktive Maßnahmen zur

Verfügung, um Kabel und Leitungen störsicher zu machen:

- Bei galvanischer Kopplung muß der Querschnitt der Leitung groß sein.
- Bei kapazitiver Kopplung werden die beeinflussten Leiter abgeschirmt.
- Bei induktiver Kopplung werden die beeinflussten Leiter verdreht und entsprechend den betrachteten Störfrequenzen, Abschirmungen aus elektrisch und/oder magnetisch leitende Werkstoffe in Form von Geflechten und/oder Bänder aufgebracht.
- Bei Strahlungseinkopplung kommen ebenfalls Abschirmungen zum Einsatz.

3.7.4 Skineffekt

Wie stark ein äußeres Störfeld in den Innenraum eines Datenkabels wirken kann und umgekehrt wie stark das elektromagnetische Feld des Datenkabels außerhalb der Abschirmung zu spüren ist, wird durch die Frequenz, Materialart und Dicke der Abschirmung entscheidend beeinflusst.



Je höher die Frequenz des Nutz- oder Störsignals ist, umso mehr wird der hochfrequente Strom an die Oberfläche des Leiters verdrängt, Skineffekt, siehe Bild. Dank des Skineffektes werden im Prinzip Abschirmungen mit wachsender Frequenz effizienter. Dies wird auch durch die Eindringtiefe zum Ausdruck gebracht. Sie ist die Tiefe in welcher die Stromdichte auf das 1/e-fache, d.h. auf ca. 37% des Oberflächenwertes abgenommen hat. Die Eindringtiefe — steht für nicht permeable Metalle in einfacher Relation zur Frequenz.

Es gilt :

$$\delta = \frac{k_f}{\sqrt{f/\text{MHz}}}$$

δ = Eindringtiefe (mm)
 k_f = Konstante
 f = Frequenz (MHz)

Ist das Störsignal einmal in das Kabel oder auf seine Abschirmung eingekoppelt, breitet es sich mit sehr geringer Dämpfung aus, denn es stehen dann die vom Nutzsignal geforderten Übertragungseigenschaften des Kabels zur Verfügung.

Die HF-Übertragungseigenschaften von ganz herkömmlichen Leitungen werden im allgemeinen sehr unterschätzt. So überträgt z.B. eine herkömmliche Netzanschlußleitung von 2.5 m Länge ein asymmetrisches Signal mit einer Frequenz von 1000 MHz mit nur 14 dB Dämpfung. Dieser Wert läßt sich auch auf die vielfach verwendeten mehradrigen Signalleitungen LiYY und LiYCY und ähnliche Leitungen übertragen.

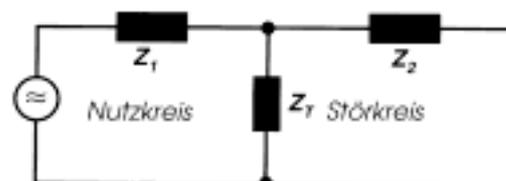
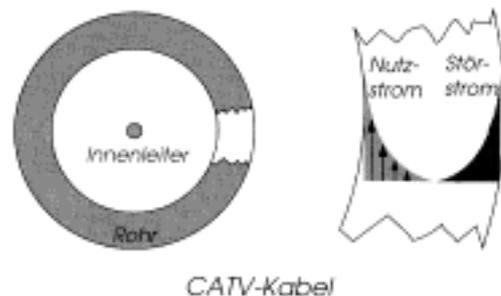
Metall	k_f
Kupfer	0.0667
Silber	0.0637
Aluminium	0.0876
Zinn	0.1902

Die Tabelle gibt für einige Metalle die Konstante k_f und gleichzeitig die Eindringtiefe bei einer Frequenz von 1 MHz wieder. Bei 100 MHz ergeben sich nach der erwähnten Formel 10 Mal kleinere Werte.

Sie wird definiert als das Verhältnis zwischen der an der Innenseite der Abschirmung auftretenden HF- Spannung zu dem an der Außenseite der Abschirmung fließenden HF- Störstroms.

3.7.5 Transferimpedanz

Bei hohen Frequenzen, d.h. bei kleiner Eindringtiefe verglichen mit der Wanddicke des Rohres, stellt ein homogenes Rohr, wie zum Beispiel der Aussenleiter eines CATV-Kabels, dank des Skineffektes eine perfekte Abschirmung dar (Bild). Der Nutzstrom konzentriert sich an der inneren Oberfläche, der Störstrom wird an die äußere Oberfläche des Rohres gedrängt. Aus verletechnischen Gründen müssen bei Datenkabeln andere Abschirmformen gewählt werden. Die in der Praxis anwendbaren Abschirmungen weisen leider Lücken und Spalten und somit eine frequenzabhängige Durchlässigkeit des elektromagnetischen Feldes auf.



3.7.6 Klassierung der Abschirmungsarten

Schirmungsart	Abschirmung	
	E-Feld	H-Feld
Rohr (Cu, Al)	hervorragend	gut
Folie	sehr gut	keine
Geflecht	bedingt gut	bedingt gut
Folie u. Geflecht	sehr gut	bedingt gut

Die besten Ergebnisse d.h. die kleinsten Transferimpedanzwerte werden mit der Kombination Folie und Geflecht erzielt. Die Transferimpedanz Z_T ist ein Maß dafür, wie stark Signale von einem Störkreis in einen Nutzkreis eingekoppelt werden.

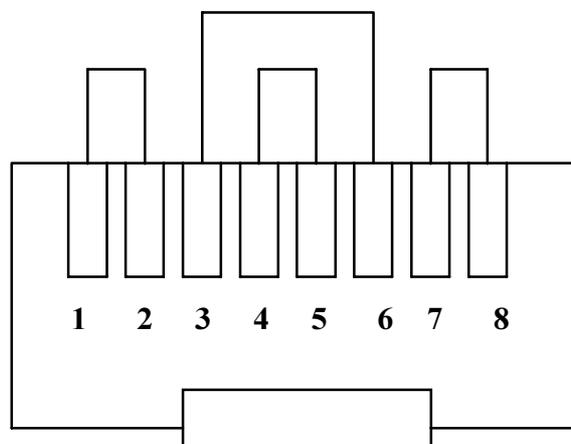
Kapitel: Beschaltungsregeln für RJ-45 Stecker

4 Beschaltungsregeln für RJ-45 Stecker

Gemäß den internationalen Gebäudeverkabelungsnormen gilt der RJ-45 als der empfohlene Steckertyp im tertiären Bereich. Dieser Stecker wurde in den USA als Telefonanschlußsystem entwickelt und ist dadurch zum am weitest verbreiteten Stecksystem geworden.

Praktisch alle Dosen und Verteiler, die in der modernen Kommunikationsverkabelung eingesetzt werden, basieren auf diesem RJ-45 und der Schneid-Klemm Technik. Diese Systeme stellen minimale Anforderungen an die zu verwendenden Kabel. So muß der Leiterdurchmesser für die Dosen zwischen 0,45 mm und 0,65 mm bei einem gleichzeitig maximalen Aderdurchmesser von 1,45 mm betragen.

Die folgende Skizze stellt den RJ-45 mit seiner Pin-Numerierung dar, wie sie von den Normen her definiert sind. Die Norm gibt jedoch nur Auskunft darüber wie die Paare an die einzelnen Pin's angeschlossen werden sollten, definiert jedoch weder Farben noch Paarnummern. Die folgenden Empfehlungen basieren deshalb ausschließlich auf Erfahrungen namhafter Kabelhersteller.



Beschaltung des RJ-45

4.1.1 Beschaltungsregel für Uninet I002, Uninet 2002 und Uninet 3002:

Paar 1:	weiß / blau:	auf Pin 5 / 4
Paar 2:	weiß / orange:	auf Pin 3 / 6
Paar 3:	weiß / grün:	auf Pin 1 / 2
Paar 4:	weiß / braun:	auf Pin 7 / 8

4.1.2 Beschaltungsregel für Uninet 3004:

Vierer 1: weiß / blau: auf Pin 5 / 4
 türkis / violett: auf Pin 1 / 2
Vierer 2: weiß / orange: auf Pin 3 / 6
 türkis / violett: auf Pin 7 / 8

4.1.3 Beschaltungsregel für Uninet flex und Uninet 2002 flex:

Paar 1: weiß / blau: auf Pin 5 / d
Paar 2: rot / orange: auf Pin 3 / 6
Paar 3: schwarz / grün: auf Pin 1 / 2
Paar 4: gelb / braun: auf Pin 7 / B

Kapitel: LWL - Lichtwellenleiter - Glasfasertechnik

5 LWL - Lichtwellenleiter - Glasfasertechnik

5.1 Allgemeines

5.1.1 Bisher Übertragung über Kupfer

In der Telekommunikation und in Computeranlagen werden Lichtwellenleiter immer häufiger eingesetzt. Der Fortschritt in dieser Technologie hat in den letzten Jahren Riesensprünge gemacht. Die entsprechenden Materialien sind leichter verfügbar. Normungen haben sich durchgesetzt und die Verarbeitung ist kein Mirakel mehr. Außerdem hat sich der Preis für das Material und die Verarbeitung wesentlich gesenkt.

5.1.2 Zur Erläuterung eine kurze Gegenüberstellung der Systeme anhand eines Telefones:

Schallwellen werden in elektrische Schwingungen umgewandelt und mittels zweier isolierter Kupferdrähte übertragen. Die Frequenz die dabei verwendet wird liegt zwischen 300 und 3400 Hertz. Pro Zeiteinheit könnte man jedoch wesentlich mehr Information übertragen, wenn man die Frequenz erhöhen würde. Eine Frequenzerhöhung bewirkt aber beim Kupferleiter, daß die Dämpfung entsprechend steigt. Die Übertragungslängen schrumpfen. Das Gespräch wird immer leiser und schwächer.

Mit Trägerfrequenz-Systemen (bis zu 500 kHz) kann man mehrere Gespräche pro Leitung übertragen. Aber selbst Koaxialkabel haben ihre Grenzen aufgrund der auftretenden Dämpfung. So werden z.B. bei Koaxial – Weitverkehrskabeln alle 1500 m Verstärker (REPEATER) eingebaut, die die übertragenen Signale wieder regenerieren. Die Grenzen einer wirtschaftlichen Übertragungstechnik sind somit bald erreicht.

Die Vorteile der Verdrahtungstechnik in Kupfer liegen in der leichten Handhabung und Verfügbarkeit der Anschlußelemente. Auch Reparaturen sind relativ leicht durchführbar.

Bei der Suche nach idealen Übertragungsmedien, die bei hohen Frequenzen niedrige Dämpfungswerte aufweisen, kam man auch auf die Glasfaser. Licht, das sich normalerweise nur gerade ausbreitet, kann man mittels einer Glasfaser auch um Ecken leiten. In Sendebau-elementen verwendet man Lichtquellen wie LED oder Laser. Werden diese von einem Strom durchflossen, emittieren sie eine Lichtstrahlung, deren Intensität dem Strom proportional ist. So läßt sich Licht auch als Informationsträger verwenden indem es moduliert wird.

Zwischen der Wärme- und Röntgenstrahlung, im Bereich des sichtbaren und ultravioletten Lichts mit ca. 10^{15} Hz gibt es unvorstellbar hohe, in der Praxis verwertbare Frequenzen im Wellenlängenbereich von 600 - 1600 nm.

Als Lichtwellenleiter werden Materialien mit höchster Reinheit verwendet, wobei hauptsächlich folgende Medien zur Anwendung kommen:

1. Quarzglas
2. Kunststoffe

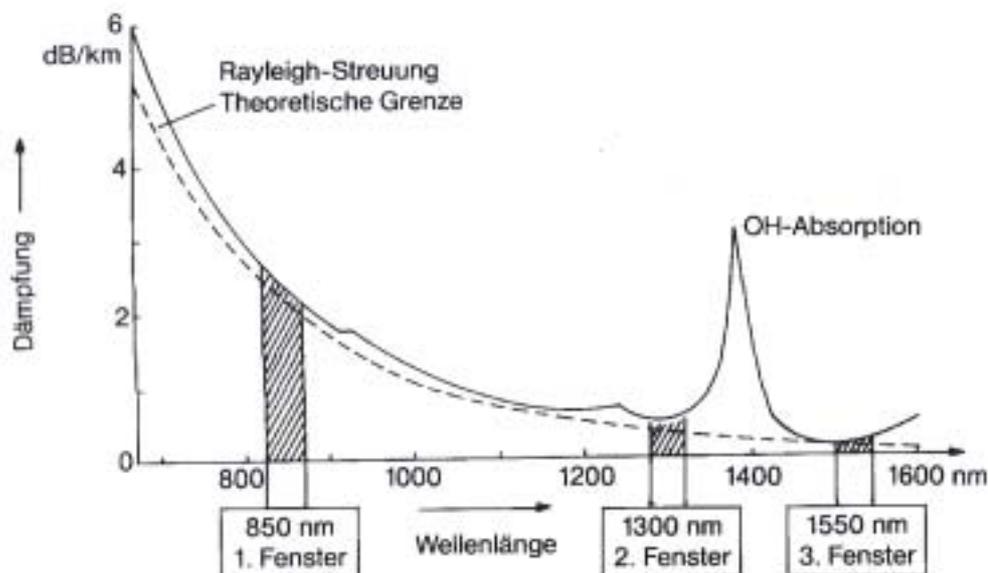
Das weitverbreitetste Medium ist die Quarzglasfaser.

Während bei Kupferleitern die Dämpfung ca. linear mit der Frequenz steigt, ist das bei LWL umgekehrt, wobei die Dämpfungskurve einer Berg- und Talbahn gleicht. Dies ist auf Absorption, Streuung und Resonanz im Glas zurückzuführen.

5.1.3 Optische Fenster

Es gibt 3 Wellenlängen, bei denen die Dämpfung am geringsten ist. Diese Talwerte nennt man optische Fenster, die sich folgendermaßen darstellen:

1. Fenster bei 850 nm / Dämpfung von ca. 2.5 dB/km
2. Fenster bei 1.300 nm / Dämpfung von ca. 0.5 dB/km
3. Fenster bei 1.500 nm / Dämpfung von ca. 0.2 dB/km



Lichtquellen, die als Sender dienen, werden entsprechend der optischen Fenster ausgelegt.

Diese Übertragungstechnik eignet sich nun für Signale, Daten, Sprache und Bilder. Es sind sehr hohe Übertragungsgeschwindigkeiten möglich und große Distanzen können ohne Verstärker überbrückt werden. Die übertragenen Daten können durch elektromagnetische Wellen nicht beeinflusst werden. Andererseits stört die Übertragungsstrecke auch nicht die Umgebung und es ist eine hervorragende Abhörsicherheit gegeben.

5.2 Übertragungstechnik

5.2.1 Moden

Das in einen Lichtwellenleiter eingekoppelte Licht besteht aus vielen Eigenwellen, welche Moden genannt werden. Die Anzahl der in einem Lichtwellenleiter ausbreitungsfähigen Moden hängt von seinem Aufbau ab. Mit jeder dieser Moden wird ein bestimmter Anteil an der gesamten Lichtenergiemenge übertragen. Die Moden laufen jede für sich ihren eigenen Weg im Lichtleiter.

5.2.2 Brechungsindex (n)

An der Grenzfläche zwischen zwei verschiedenen opt. Medien wird Licht gebrochen bzw. reflektiert. Die Dichte eines opt. Mediums wird mit der Brechzahl bzw. dem Brechungsindex "n" angegeben. Die Brechzahl gibt an, um welchen Faktor sich Licht im betreffenden Medium langsamer ausbreitet als im Vakuum (n=1).

5.2.3 Totalreflexion

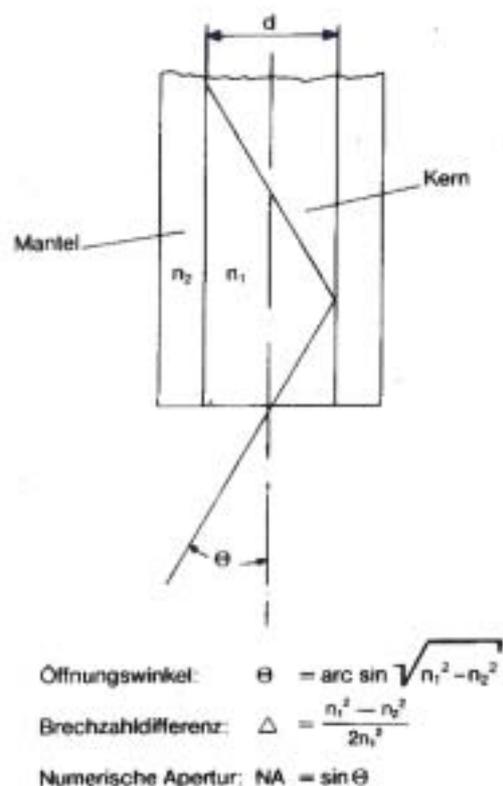
Ein Lichtwellenleiter besteht aus einem zylindrischen Kern, in dem Lichtwellen auf Grund von Totalreflexion übertragen werden und einem Mantel aus Quarzglas, der den Kern konzentrisch umhüllt. Die Brechzahl des Kernes ist höher als die Brechzahl des Mantels. Auf Grund dieses Brechzahlunterschiedes wird, an der Grenzfläche zwischen Kern und Mantel, Totalreflexion ermöglicht.

5.2.4 Numerische Apertur

Es ist aber weiters notwendig, daß die Moden innerhalb bestimmter Grenzwinkel in die Faser eingekoppelt werden. Der Winkel, unter dem Moden noch in die Faser eingekoppelt werden können, wird Öffnungswinkel genannt. Den Sinus dieses Öffnungswinkels nennt man Numerische Aperatur. Die Möglichkeit der Kopplung von Lichtwellenleitern untereinander oder die Kopplung von Lichtwellenleitern an Sende- und Empfangselemente hängt von der Numerischen Aperatur ab.

5.2.5 Dämpfung [dB/km]

Unter der Dämpfung versteht man den Leistungsverlust zwischen der Einkoppelseite und der Empfangsseite eines Lichtwellenleiters. Im Gegensatz zur herkömmlichen Übertragungstechnik ist die Dämpfung eines Lichtwellenleiters nicht von der Signalfrequenz sondern vom Material und der Wellenlänge der Sende- und Empfangselemente abhängig. Die



Dämpfung wird in dB/km angegeben und setzt sich aus Absorptions- und Streuverlusten zusammen.

5.2.6 Absorptionsverluste

Die Absorptionsverluste sind materialabhängig und werden von OH-Ionen, welche bei der Erzeugung in die Faser gelangen, verursacht. Diese Ionen absorbieren Licht in bestimmten Wellenlängenbereichen, den sogenannten OH-Absorptionsspitzen.

5.2.7 Streuverluste

Streuverluste werden von Materialinhomogenitäten in der Faser verursacht und werden mit zunehmender Wellenlänge geringer. Auf Grund der OH-Absorptionsspitzen und der zur Verfügung stehenden Sende- und Empfangselemente bieten sich die drei Wellenbereiche, wie zuvor im optische Fenster angeführt an.

5.2.8 Dispersion, Modendispersion, Materialdispersion

Da Moden, welche flach oder parallel zur opt. Achse des Lichtwellenleiters einfallen, einen kürzeren Weg zurücklegen als Moden, welche steil zur opt. Achse einfallen und öfter reflektiert werden, ergeben sich Laufzeitunterschiede zwischen den einzelnen Moden. Durch die Laufzeitunterschiede der einzelnen Moden kommt es zu einer Impulsverbreiterung im Verlauf der Übertragungsstrecke. Diesen Effekt nennt man Modendispersion. Nebenbei tritt noch eine geringfügige wellenlängenabhängige Impulsverbreiterung auf, welche Materialdispersion genannt wird. Die Dispersion, die sich aus Modendispersion und Materialdispersion zusammensetzt, ist umso kleiner, je kleiner die Spektralbreite des Sendeelementes und je größer die Betriebswellenlänge ist.

5.3 **Kabeltechnik**

5.3.1 Aufbau von LWL

Der eigentliche Lichtwellenleiter besteht aus dem Kernglas. Über dem Kernglas ist konzentrisch das Mantelglas aufgebracht, dessen Brechungsindex etwas kleiner ist. Dies bewirkt, daß ein in den Glaskern eingekoppelter Lichtstrahl von der Grenzschicht Kern/Mantel immer wieder in den Kern reflektiert wird. Dort wird das Licht fast verlustfrei weitergeleitet.

5.3.2 LWL-Fasern

Bei LWL - Fasern unterscheidet man je nach Fasermaterial, Faseraufbau, Ausbreitung der Moden im LWL und Brechungsprofil zwischen Kunststoffaser, Compoundfaser (polymerbeschichtete Quarzglasfaser mit Stufenprofil), Glasfaser und zwischen Multimode - und Monomodefasern bzw. zwischen Stufenprofil- und Gradientenprofilfaser. Die Kunststoff-

und Compoundfasern werden selten eingesetzt, der am häufigsten eingesetzte Lichtwellenleiter ist die Glasfaser.

Es sind folgende Fasern gebräuchlich:

- Multimodefaser mit Stufenindex
- Multimodefaser mit Gradientenindex
- Monomodefaser mit Stufenindex

5.3.3 Multimodefaser mit Stufenindex

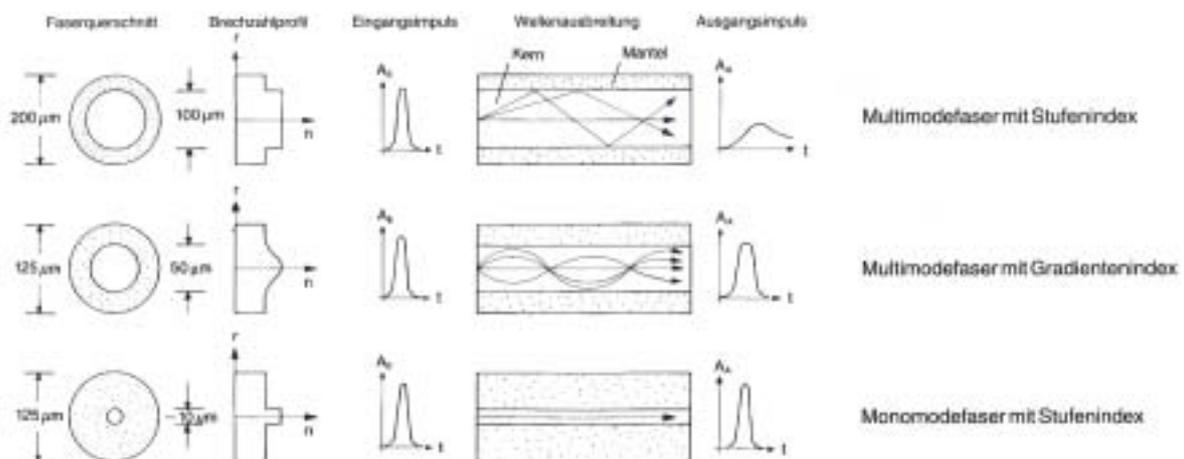
Durch die Modendispersion (Impulsverbreiterung auf Grund von Laufzeitunterschieden zwischen den einzelnen Lichtstrahlen) ist die übertragbare Bandbreite begrenzt (ca. 100 MHz x km). Diese Faser verliert aber immer mehr an Bedeutung.

5.3.4 Multimodefaser mit Gradientenindex:

Hier wird die Modendispersion deutlich verringert (ca. 0.2 ns / km) und die Übertragungsbandbreite vergrößert (> 1 GHz x km). Diese Faser wird mit den Kerndurchmessern von 50 und 62,5 µm und dem Manteldurchmesser von 125 µm am häufigsten verwendet (50/125 µm international genormt - CCITT).

5.3.5 Monomodefaser mit Stufenindex:

Durch fast nicht mehr auftretende Modendispersion ist eine sehr große Übertragungsbandbreite (> 10 GHz x km) und Übertragungslänge möglich. Durch den geringen Kerndurchmesser (ca. 10 µm) ist die Verbindungstechnik nicht einfach und das Einkoppeln der Lichtleistung in die kleine Kernstirnfläche sehr aufwendig. Diese Faser wird auch Singlemodefaser genannt.



5.3.6 Coating

Als mechanischer Schutz wird auf die Glasfaser ein "Coating" aufgebracht, das üblicherweise

aus 2 Schichten besteht:

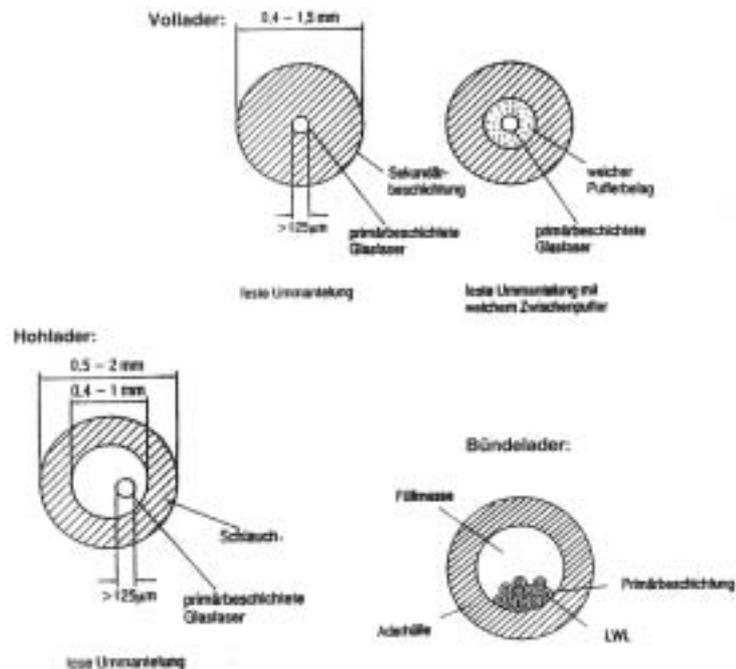
5.3.7 Primärbeschichtung

Die erste Schicht (Primärcoating) besteht meist aus einer Acrylbeschichtung, die direkt auf das Mantelglas aufgebracht ist.

5.3.8 Sekundärbeschichtung, Vollader, Hohlader, gefüllte Hohlader

Die 2. Schicht (Sekundärcoating) wird entweder

1. direkt auf das Primärcoating aufgebracht, was als Vollader bezeichnet wird,
2. als Röhrchen ausgebildet, in dem sich die Faser ohne mechanische Beanspruchung bewegen kann. Dies wird als Hohlader bezeichnet. Der Hohlraum zwischen Faser und Röhrchen wird üblicherweise mit einer pastösen Masse gefüllt. In diesem Fall spricht man von einer gefüllten Hohlader.



5.3.9 Bündelader

Als Bündelader bezeichnet man einen LWL, bei dem sich mehrere Fasern innerhalb des Sekundärcoatings befinden.

In der Regel wird die Hohlader bevorzugt, da durch die weitgehende mechanische Entkopplung der Faser vom Mantel, bei Längenänderungen des Mantels durch Temperaturschwankungen nur ein sehr geringer Einfluß auf die Faser ausgeübt wird. So bleiben die zusätzlichen Dämpfungsverluste in einem vernachlässigbaren Bereich.

5.3.10 Blindadern

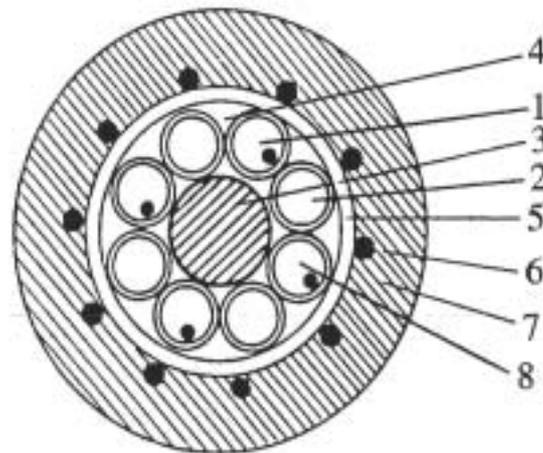
Kunststoffröhrchen, die sich gemeinsam mit den LWL-Adern in einem Kabel befinden, nennt man Blindadern. Diese dienen zum Auffüllen des Kabels, um den einzelnen Adern möglichst wenig Spielraum zu überlassen.

5.3.11 Stützelement

Weiters befindet sich in Kabeln oft ein zentrales Element, um welches die Adern und gegebenenfalls die Blindadern verseilt sind. Dieses wird als Stützelement bezeichnet und ist in der Lage, in axialer Richtung Zug- und / oder Stauchkräfte aufnehmen zu können. Ein solches Element wird aber nur bei Hohladerkabeln eingesetzt.

5.3.12 Kabelseele, Seelenbewicklung

Der Innenteil eines Kabels, der sich aus Stützelement und Einzeladern (bzw. Blindadern) zusammensetzt wird Kabelseele genannt. Über diese wird eine Folie gewickelt oder ein Schlauch gezogen um den weiteren Aufbau von der Kabelseele zu trennen (=Seelenbewicklung).



- 1 Einzelader
- 2 Blindader
- 3 Stützelement
- 4 Seelenfüllung
- 5 Seelenbewicklung
- 6 Zugentlastungselement
- 7 Außenmantel
- 8 Zählader

5.3.13 Seelenfüllung

Um LWL-Kabel auch längs- und querwasserdicht zu machen, kann die Kabelseele mit einer Petrolatfüllung versehen werden (=Seelenfüllung).

5.3.14 Zugentlastungselemente

Zwischen Außenmantel und Seelenbewicklung befinden sich noch Zugentlastungselemente, um das Kabel unempfindlicher gegen Zugkräfte zu machen. Meist wird hierfür Kevlar eingesetzt.

Beispiel:
Aufbau eines 4-fasrigen Hohladerkabels, Längs- und Querwasserdicht

5.3.15 Zählader, farbcodiert

Um Beschaltungsfehler beim Installieren des Kabels zu vermeiden, gibt es eine Zählader. Diese ist farblich so gekennzeichnet, daß sie sich von den anderen Adern abhebt. Sollte so eine Zählader nicht vorhanden sein, dann sind zumeist die einzelnen Adern durchnummeriert oder farbcodiert (jede Ader eine andere Farbe).

5.4 Verbindungstechnik

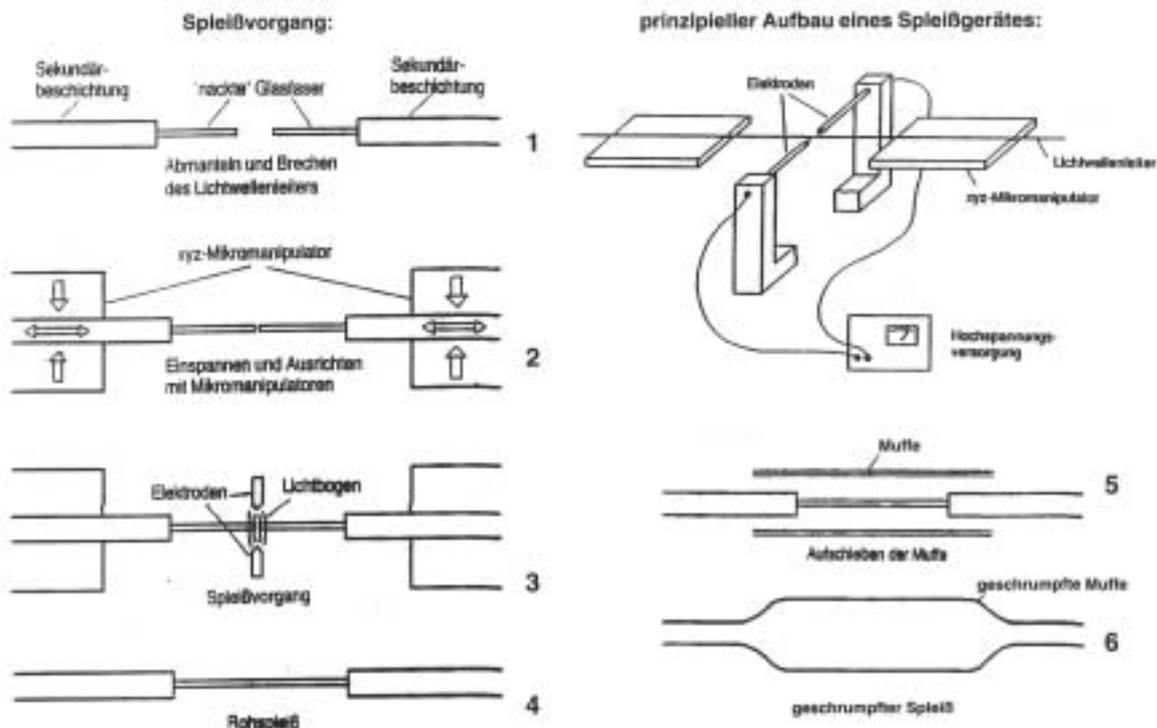
5.4.1 Fusionsspleiß (Lichtbogenspleiß)

Bedingt durch die kleinen Durchmesser müssen Kabelverbindungen mit höchster Präzision und Reinheit durchgeführt werden.

5.4.2 Muffe

Spleißverbindungen werden üblicherweise geschweißt (Fusionsspleiß). Dazu wird ein Gerät benötigt, das mit einer optischen Vermessung die Faserenden genau zentriert und diese mittels Lichtbogen verschweißt. Durch die Oberflächenspannung des Glases an den Spleißstellen zentrieren sich die Faserenden beim Spleißvorgang endgültig. Gute Spleißverbindungen erzielen Werte (0.2 dB). Die Spleißverbindung wird durch ein mechanisches Zugentlastungsröhrchen (Muffe) geschützt, das über die Spleißstelle geschoben, vercrimpt und aufgeschumpft wird.

Auf Grund der Materialhomogenität bei Lichtbogenspleiß wird dieser den mechanischen und geklebten Spleißtypen vorgezogen.



5.4.3 Mechanischer Spleiß

Mechanische Spleiß sind Verbindungselemente, die die Glasfaser möglichst genau positionieren und festhalten. Mechanische Spleißverbindungen erzielen Werte $>1,0$ dB.

5.4.4 Steckverbinder

An den Schnittstellen verwendet man optische Steckverbinder. Naturgemäß gibt es diese in den verschiedensten Ausführungen, abhängig vom verwendeten System und eventuellen Zulassungen. Grundsätzlich kann gesagt werden: Je hochwertiger der Steckverbinder, desto genauer und sauberer muß gearbeitet und poliert werden. Zum Polieren gibt es eigene Maschinen.

5.4.5 Pigtails

Da die Montage von hochwertigen Steckverbindern auf der Baustelle schwierig ist, hat man einen Trick erfunden. Man fertigt im Labor "Pigtails" (Schweineschwänze), die aus einem Steckverbinder mit einem bereits eingeklebten und polierten Lichtwellenleiter bestehen. Auf der Baustelle werden diese Pigtails dann auf die Glasfaser des Kabels gespleißt.

5.4.6 Spleißkassetten

Verlegte Lichtwellenleiter werden üblicherweise aus der Wand oder dem Kabelkanal in einen 19" Schrank (Rack) geführt. Spleißkassetten, die für die 19" Einschubtechnik ausgelegt sind, haben mehrere Funktionen:

1. Zugentlastung des Kabels (PG-Verschraubung)
2. Integrierter Spleißhalter für die Spleiße Kabel/Pigtail
3. Die Faserreserve (üblicherweise 7 m) wird technisch richtig untergebracht
4. Die Stecker werden von hinten auf die Kupplung gesteckt (geschraubt)
5. Frontseitig ergibt sich ein Rangierfeld, das entsprechend beschriftet wird.

5.5 Kabelverlegung und Prüfung

5.5.1 Einziehen

Die Kabelverlegung sollte entsprechend der vorgegebenen Richtlinien erfolgen. Obwohl die Glasfaser unwahrscheinlich biegsam ist, darf der Mindestbiegeradius nicht unterschritten werden. Die maximalen Zugkräfte, die angewendet werden dürfen, ergeben sich aus der Kabelkonfiguration. Auf jeden Fall muß vermieden werden, das Kabel über Kanten zu ziehen.

5.5.2 Dämpfung, Durchlichtdämpfung, opt. Pegelmesser

Nach erfolgter Montage sollte die Installation durchgemessen werden. Die Dämpfung in dB beschreibt das Verhältnis zwischen der eingekoppelten Leistung zur Nutzleistung, die am Ende der Leitung meßbar ist. Die Durchlichtdämpfung wird über optische Sender mit der jeweiligen Wellenlänge und optische Pegelmesser ermittelt. Die Pegelmesser sind meist auf mehrere Wellenlängen einstellbar. Eine geeignete Meßanordnung und stabile Geräte sind erforderlich, um einwandfreie Meßergebnisse zu erzielen.

5.5.3 Rückflußdämpfung

Als Rückflußdämpfung bezeichnet man das logarithmische Maß für das Verhältnis zwischen der vollen Nutzleistung und dem reflektierten (zurückfließenden) Leistungsanteil. Umso größer der Anteil an reflektiertem Licht ist (d.h. je kleiner die Rückflußdämpfung), desto größer ist die Gefahr einer Beeinträchtigung des Übertragungssystems durch Interferenzerscheinungen.

5.5.4 Opt. Reflektometer (OTDR)

Ein unvermeidliches Prüfgerät ist das Reflektometer (OTDR - optical time domain reflectometer). Es beruht darauf, daß ein sehr kurzer Lichtimpuls in die Faser eingekoppelt wird. An jeder unvermeidbaren Unregelmäßigkeit im Molekularbereich wird ein winziger Anteil des Lichts reflektiert. Dieser Anteil wird verstärkt und auf einem Bildschirm oder Display sichtbar gemacht. Die Reflexionen an Fehler- und Verbindungsstellen haben größere Werte und der Zustand der Faser läßt sich sehr übersichtlich darstellen. Fehlerstellen sind auf einen Blick zu erkennen und lassen sich rechtzeitig entfernen.

5.6 Vorteile von Lichtwellenleiter

- Hohe Übertragungskapazität bei großer Abhörsicherheit
- Geringe Signaldämpfung
- Austauschbarkeit von Modulationsbandbreite und Leitungslänge
- Unempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Störfeldern
- Vollständige Potentialtrennung zwischen Sender und Empfänger, daher keinerlei Potentialprobleme (Erdschleifen)
- Hohe Verstärkerabstände
- Kein Übersprechen, keine Signalabstrahlung
- Kurzschlußfreiheit (keine Funkenbildung), daher kein Risiko in explosionsgefährdeter Umgebung
- Geringes Kabelgewicht und kleiner Querschnitt
- Keine Korrosion der Faser
- Unbegrenzte Materialverfügbarkeit (Rohstoff SiO)
- geringer Platzbedarf

5.7 Normen und Richtlinien

5.7.1 Internationaler Geltungsbereich

IEC 46 E	FIBER OPTICS	LWL - Fasern, Kabel, allgemeine Anforderungen. Meßmethoden, ...
IEC 86 B	FIBER OPTIC INTERCONNECTING DEV. PASS. COMPONENTS	Opt. Steckverbinder, Wellenlängenmultiplexer - demultiplexer, Dämpfungsglieder, ...

5.7.2 Deutsche Normen (Entwürfe)

E DIN IEC 46 E	Fachgrundnorm für LWL - Fasern und LWL - Kabeln	Allgemeine Anforderungen. Meßmethoden, ...
E DIN VDE 0472	Prüfung von Kabeln und isolierten Leitungen	Faserabmessungen, Zugfestigkeit, Dämpfung, Bandbreite, Numerische Aperatur, ...
E DIN VDE 0888	LWL für die Nachrichtentechnik	Kabelaufbau, ...
E DIN VDE 0899	Verwendung von LWL - Fasern und Kabeln für Fernmelde - und Informationsverarbeitungsanlagen	Handhabung von Fasern, Außen - und Innenkabeln ...

5.7.3 VDE - Richtlinien

E VDI/VDE 3692	Lichtwellenleiter für den industriellen Einsatz	
-----------------------	--	--

Kapitel: Kabellose LAN

6 Kabellose LAN

6.1 Wenn es zwischen den Netzwerkstationen funkt

Kabellose LAN werden sich bald genauso ins Unternehmensbild einfügen wie schnurlose Telefone. Kritischster Punkt bei den mobilen Netzen ist die Übertragungsqualität beziehungsweise die Performance unter wechselnden Bedingungen. Hersteller lassen sich hier zum Teil sehr unterschiedliche Kniffe einfallen, um den hohen Ansprüchen zu genügen.

In den letzten fünf bis sieben Jahren haben zahlreiche Hersteller damit begonnen, kabellose LAN (in der Literatur oft mit "WLAN" aus dem englischen "wireless LAN" abgekürzt) einzuführen. Grob unterscheidet man hier Systeme mit optischen (Infrarotlicht) und funkbasierten Übertragungsverfahren. Für mobile Einsatzzwecke kommen in der Regel nur Funknetze in Frage, da nur hier kein Sichtkontakt zwischen den Übertragungspartnern notwendig ist. Eine gewisse Mobilität – meist innerhalb eines Raumes – erlauben Infrarot-Systeme, die mit Streulicht arbeiten. Sie werden heute mehr eingesetzt, um etwa Peripheriegeräte wie Drucker flexibel mit einem Rechner zu verbinden. Der Aktionsradius bleibt hier jedoch auf wenige Meter begrenzt. Längere Strecken sind mit gebündeltem Licht möglich (bis zu einigen Kilometern), jedoch müssen hier Sende- und Empfangseinheit fix installiert und präzise aufeinander ausgerichtet sein. Diese Kommunikationsform wird häufig etwa zur kostengünstigen High-Speed-Verbindung von LAN in unterschiedlichen Gebäuden eingesetzt. Auch bei Funknetzen gibt es gerichtete und gestreute Signale – erstere besitzen in puncto Mobilität jedoch im Prinzip die gleichen Einschränkungen wie zum Parallelbündel geformtes Licht. Ihr Vorteil gegenüber dem Pendant auf optischer Seite besteht darin, daß hier eben kein Sichtkontakt vorhanden sein muß, und daß sich auch längere Wege damit überbrücken lassen.



Mobile LAN, also lokale Netze mit beweglichen Endgeräten (zum Beispiel Laptops oder PDAs), arbeiten in der Regel mit Streufunk. Ihre Architektur umfaßt heute meist folgende Komponenten:

1. Benutzer-Einheiten – Radiotransceiver, die mit den jeweiligen mobilen Endgeräten im Netz verbunden sind.
2. Access-Punkte – zentrale Einheiten, die die Kommunikation mit mehreren Endgeräten (typischerweise zwischen zehn und hundert, je nach Art der Anwendung) koordinieren.
3. Netzwerkmanagement-Software, die die Netzaktivität verfolgt und darüber berichtet, sowie Nachrichten an die zentrale Netzmanagement-Konsole schickt, um so die Gesamtkontrolle eines kombinierten LANs mit und ohne Kabel sicherzustellen.

Ein mobiles LAN (worum wir im folgenden WLAN auf Streufunkbasis verstehen) erlaubt unterschiedliche Flächenausdehnung. Der Aktionsradius wird durch die fix installierten Access-Punkte definiert, die jeweils einen bestimmten Raum (etwa zwischen 50 und 100 Metern, bei guten Umgebungsbedingungen zum Teil auch noch deutlich darüber) als Funkzelle abdecken. Über weitere Access-Punkte, die sich mit dem Aktionsradius mindestens eines anderen Access-Punktes im Netz überschneiden, läßt sich der Aktionsraum in jede beliebige Richtung ausdehnen. Endgeräte können sich ohne Verbindungsverlust im gesamten Raum, der durch die Access-Punkte abgedeckten Zellen, bewegen und dabei auch beliebig oft die Zellen wechseln. Möglich wird dies durch das sogenannte Roaming, welches das Verbindungsmanagement der WLAN-Lösungen wohl mittlerweile fast aller Hersteller unterstützt. Für kleine adhoc-Netze gibt es auch mobile LAN völlig ohne Access-Punkt. Hier kommunizieren die Radiotransceiver an den Endgeräten direkt miteinander, bilden also eine Art Netz von "mobilen Access-Punkten" ohne räumlich fest definierte Funkzellen. Die Kommunikation läuft hier freilich nur so lange, wie sich zwei Stationen im direkten Sende-/Empfangsbereich ihrer jeweiligen Radiotransceiver (meist bis zu etwa 50 Meter Entfernung) befinden.

6.1.1 Eine Frage der Performance

Eine der vielleicht meist diskutierten Fragen bei mobilen LAN-Systemen ist die nach der Performance. Wie bei verkabelten LAN, so gibt es auch bei kabellosen LAN immer eine Rohübertragungsrate für die prinzipiell technisch mögliche Maximalgeschwindigkeit. Im klassischen Ethernet sind das 10 Mbit pro Sekunde, bei mobilen Funknetzen sind es typischerweise zwischen 1 und 3 Mbit pro Sekunde. Manche Hersteller haben für ihre neuesten Produktgenerationen bereits auch schon 10 Mbit pro Sekunde angekündigt. Während die Nettoübertragungsrate im Ethernet neben dem Protokoll-Overhead im wesentlichen "nur" von der Anzahl der Benutzer und der Verkehrslast im Netz abhängt, kommen bei kabellosen LAN noch zahlreiche Umgebungsvariablen hinzu. Die Nähe von Störquellen, wie Aufzugsschächte oder Microwellenherde, beeinflußt die Übertragungsgeschwindigkeit ebenso, wie die aktuelle Position einer Station in bezug auf den Access-Punkt (Entfernung, Türen, Gemäuer etc.). Wie stark die Übertragungsrate bei realen Umgebungsbedingungen unter die von der verwendeten Funktechnik her gegebene Maximalgeschwindigkeit sinkt, ist von Anbieter zu Anbieter sehr unterschiedlich. Fast jeder Hersteller hat hier seinen eigenen technologischen Ansatz, Stabilität und Performance zu sichern – mit eben sehr unterschiedlichen Resultaten.

Ein häufiger Grund für das Nachlassen der Leistungsfähigkeit eines Funknetzes ist das sogenannte Multi-path-Fading. Funkwellen erreichen eine Antenne (am Radiotransceiver) dabei über unterschiedliche Wege verschiedener Länge. Die Wellen können sich nun derart

überlagern, daß sie sich gegenseitig schwächen oder gar ausblenden. Um diesem Phänomen zu begegnen, nutzen Hersteller, wie zum Beispiel RDC, zwei Antennen an ihren Receivern. Der Abstand zwischen den beiden Antennen wird so gewählt, daß er einem ungeraden Vielfachen einer Wellenlänge entspricht. Die Wahrscheinlichkeit, daß Fading an beiden Antennen gleichzeitig auftritt, ist äußerst gering. Bei jedem Frequenzsprung wird nun gemessen, auf welcher Antenne das bessere Signal anliegt und diese wird für die Übertragung verwendet.

Ein weiteres Kernproblem von Funknetzen in einer realen Umgebung besteht darin, daß Signale am Receiver mit unterschiedlicher Verzögerung ankommen, abhängig von der aktuellen Position, Reflektion, Person, die sich im Raum bewegen und vielem anderen. Bei 2,4 Gigahertz, der Frequenz, mit der die meisten heute für inhouse-Zwecke eingesetzten Funknetze arbeiten, liegt die Signalausbreitungsverzögerung bei einer Länge von 50 bis 100 Nanosekunden. Für Netze, die mit 1 bis 2 Mbit pro Sekunde übertragen, ist die Verzögerung damit fünf bis zehn Mal kleiner als die Bitrate und ihr Einfluß ist zu vernachlässigen. Mit zunehmenden Übertragungsgeschwindigkeiten nähert sich die Verzögerung jedoch Werten, die mit der Bitlänge vergleichbar sind, was Probleme in der Sender-/Empfänger-Synchronisation und der Informationsentschlüsselung mit sich bringt.

Eine, bei einigen WLAN eingesetzte Technik, um die Auswirkungen der Signalausbreitungsverzögerung auszuschalten, nennt sich Equalization. Es handelt sich hierbei im Prinzip um das gleiche Verfahren, das in der mobilen Telefonie zur Ausschaltung des berühmten "Echos" bei Langstreckenverbindungen dient. Die Technik ist zuverlässig aber sehr komplex und für die Realisation schnellerer Datenkommunikationssysteme recht teuer. Hier muß man als Anwender entscheiden, ob man sich den höheren Preis leisten kann oder will. Die Effekte des Multipath-Fading und der Signalausbreitungsverzögerung werden immer stärker, je weiter sich ein Benutzer vom Access-Punkt entfernt. Wer sich also auf die hohen Rohdatenraten (10 Mbit pro Sekunde) seines Funknetzes eingestellt hat, dem sei angeraten, sich die Sache auch einmal bei größeren Entfernungen vorführen zu lassen.

Wie schon erwähnt, können verschiedene Radioquellen, wie Microwellenofen, Pager und Funktelefone, Motoren und selbst so "harmlose" Geräte wie Radiowecker, den Datenverkehr eines Funk-LAN stören und die Performance in den Keller drücken. Ab einem bestimmten Level bringen diese Störfrequenzen so manches Netz sogar völlig zum Erliegen. Die Unterschiede der einzelnen Funk-LAN in bezug auf die Anfälligkeit gegenüber solchen Störungen liegen zum einen im verwendeten Modulationsverfahren, zum anderen im MAC-Layer-Protokoll. Die meisten Hersteller benutzen heute ein Modulationsverfahren, bei dem Störungen auf jeder einzelnen Frequenz vermieden werden, indem nach dem Zufallsprinzip über ein weites Band von Frequenzen gesprungen wird. Es gibt jedoch auch noch Systeme mit direkter Sequenzmodulation, die sich bei Schmalband-Störungen als äußerst empfindlich erweisen. Ein besonderer Kandidat unter den "Störenfrieden" ist der Microwellenofen – in typischen Büroumgebungen Lieferant Nummer eins für Breitband-Störungen. Er arbeitet auf einem Frequenzband zwischen 2,4 und 2,5 Gigahertz, ähnlich wie die meisten Funk-LAN. Den Grad der Empfindlichkeit gegenüber diesen Störungen sieht der israelische Hersteller RDC in Abhängigkeit vom MAC-Layer-Protokoll. Nachdem die Techniker dort festgestellt hatten, daß das Ethernet-Protokoll CSMA (Carrier Sense Multiple Access) im Umgang mit Breitband-Störungen nicht besonders effektiv war, entwickelten sie ihr eigenes (proprietäres) Protokoll, welches speziell im Hinblick auf die Microwellenproblematik optimiert wurde.

6.1.2 Was es sonst noch zu beachten gibt

Neben dem Systemdurchsatz sind bei der Auswahl eines WLAN die Faktoren Sicherheit, Connectivity, Management und die Größe des Radiotransceivers zu beachten.

6.1.3 Sicherheit

Wo immer eine Funkübertragung stattfindet, taucht sehr schnell die Frage nach der Abhörsicherheit auf. Es läßt sich nie ausschließen, daß die Signale über das Grundstück des Netzbetreibers hinausschießen und dort von unbefugten Lauschern mitgehört werden. Tatsache ist jedoch, daß kabellose LAN erheblich schwieriger abzuhören sind als verkabelte Netze. Man kann sogar sagen, daß, wenn es auf Sicherheit besonders ankommt, Breitband-Funk-LAN die erste Wahl sind. Ursprünglich für militärische Zwecke entwickelt, verfügen sie über äußerst sichere Zugriffsverfahren, Verschlüsselung und Authentifikationsmechanismen, die sowohl in der Hardware als auch in der Software implementiert sind.

6.1.4 Netzwerkbetriebssysteme

Fast alle Anbieter unterstützen heute ODI- und NDIS- Treiber, wodurch der Einsatz mit allen gängigen Netzwerkbetriebssystemen ohne Schwierigkeiten machbar ist.

6.1.5 Netzwerkmanagement

Das WLAN sollte es erlauben, sich über die gleiche Management-Konsole verwalten zu lassen, wie verkabelte Netze. Auch sollten dafür die gleichen Protokolle verwendet werden können. Lange Zeit war dies in vielen Fällen nicht möglich. Mittlerweile hat sich SNMP jedoch auch als Standard beim Management kabelloser LAN durchgesetzt.

6.1.6 Größe der Radiotransceiver

Wenn man mit seinen Laptops viel unterwegs ist, will man natürlich keine sperrigen Radiotransceiver mit sich herumschleppen. Der Trend geht daher in Richtung PC-Card (PCMCIA) als Formfaktor. Einige Hersteller haben dies bereits realisiert, aber noch sind externe Geräte populärer. Der Grund liegt ganz einfach darin, daß sich die geforderte Leistungsfähigkeit beim momentanen Stand der Technik noch nicht befriedigend in der für PC-Cards erforderlichen Miniaturisierung verwirklichen läßt. Man kann aber davon ausgehen, daß sich dies etwa binnen eines halben Jahres ändern wird.

Funk-LAN haben in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht. Wenn man die hier geltenden Regeln beachtet, sollte es heute kein Problem mehr sein, eine stabile und zuverlässige Lösung aufzubauen. Aus Anwendersicht schwierigster Punkt bei der Beurteilung bleibt die Performance mit ihrer von Hersteller zu Hersteller sehr stark unterschiedlichen Abhängigkeit von den Umgebungsbedingungen. Am besten ist es, sich vor dem Kauf eine kleine Testinstallation aufzubauen, um das Verhalten des Netzes in der realen Umgebung beobachten zu können.

Kapitel: Optische Richtfunksysteme

7 Optische Richtfunksysteme

7.1 Zur Koppelung von Datennetzen direkt durch die Atmosphäre.

7.2 Die kürzeste Verbindung zwischen zwei Datennetzen ist eine Gerade!

7.2.1 Aufgabenstellung:

Sie wollen Ihre Daten- bzw. Telekommunikationsnetze in verschiedenen Gebäuden miteinander verbinden. Jedoch schrecken Sie die hohen Kosten und der Zeitbedarf für die Verlegung oder Anmietung eines Kabels. Kurz gesagt, Sie suchen eine flexible und leistungsfähige Netz-Kopplung.

7.2.2 Lösung:

Optische Richtfunksysteme übermitteln Daten direkt durch die Luft zur Gegenstation. Dabei dient unsichtbares Infrarot-(IR)-Licht als Träger und überbrückt Entfernungen von bis zu 5km. Die übertragbaren Datenraten liegen zwischen 0,1 und 155 Mbit/s. Optische Richtfunksysteme bestehen aus zwei Stationen, die jeweils einen optischen Sender und einen Empfänger mit der zugehörigen Signalverarbeitung enthalten. Die hochwertige Optik und die dazugehörige Elektronik befinden sich in wettergeschützten Gehäusen, sodaß eine dauerhafte Außenmontage kein Problem darstellt. Die Anbindung an die vorhandenen Daten- und/oder Telekommunikationsnetze erfolgt auf beiden Seiten mittels handelsüblichen Duplex-Lichtwellenleitern.

7.3 Vorteile und Anwendungsgebiete:

- Datenübertragung zwischen entfernten Gebäuden bzw. ausgelagerten Unternehmensteilen überbrückt Hindernisse wie Straßen, Schienen, Flüsse usw.
- Keine hohen Investitionen für die Verkabelung notwendig, schnell und einfach installierbar.
- Übertragung von Signalen sehr unterschiedlicher Schnittstellen problemlos möglich, da breitbandig und protokolltransparent.
- Auch als Interimslösung oder zur Zweitwegeführung (Backup) hervorragend geeignet.
- In der Praxis vielfach bewährt, abhörsicher und durch BZT-Zulassung problemlos in Corporate Networks integrierbar.

Optische Richtfunksysteme bieten eine kostengünstige Übertragung von Daten mit unsichtbarem Infrarotlicht direkt durch die Atmosphäre.

7.3.1 Systembeschreibung:

Im Sender emittieren Leuchtdioden bzw. ein Halbleiterlaser IR-Licht, das von den ankommenden Daten moduliert wird. Nach der Übertragung durch die freie Atmosphäre bündelt in der Gegenstation eine Linse das IR-Licht auf den Empfänger. Wandlung und Verstärkung schließt sich an, sodaß das ursprüngliche Signal wieder zur Verfügung steht. Große Empfangslinsen gewährleisten ausreichende Pegelreserven, um auch bei schlechter Witterung Daten zu übertragen. Alle Systeme bestehen aus zwei Stationen mit eingebautem

Zielfernrohr, Testgenerator und Pegelanzeige. Mit deren Hilfe kann man die optischen Richtfunksysteme jederzeit überprüfen und die Stationen aufeinander ausrichten, ohne daß weitere Hilfsmittel notwendig sind.

7.3.2 Einbindung in vorhandene Netze:

Als wichtiges Merkmal lag bei der Konstruktion der Gedanke zu Grunde, die Vorteile von Lichtwellenleitern (LWL) mit den Vorteilen von drahtlosen Systemen zu verbinden. Demzufolge weisen alle genannten optischen Richtfunksysteme ausschließlich eine Gradienten-(GI)-LWL-Schnittstelle auf. Für den Anwender verhalten sich die Systeme daher wie ein herkömmlicher Duplex-Lichtwellenleiter durch die Luft.

7.3.3 Rechtliche Situationen

Alle Systeme verfügen über eine BZT-Zulassung. Sie ist Voraussetzung für die Daten- und/oder Sprachübertragung in privaten Netzen (Corporate Networks). Auf Werksgeländen und Privatgrundstücken können die Systeme somit anmelde- und gebührenfrei betrieben werden. Dies gilt auch, wenn ein öffentlicher Verkehrsweg die beiden Standorte trennt. Mit einer, in der Regel problemlos erhältlichen, Einzelgenehmigung der zuständigen BAPT-Außenstelle ist der Betrieb auch über Grundstücke Dritter hinweg möglich.

7.3.4 Integration in Daten- und Telekommunikationsnetzes:

Erste Voraussetzung für den zuverlässigen Betrieb der Systeme ist eine feste Montage. Weiterhin benötigt man neben der erforderlichen Netzstromversorgung uneingeschränkte Sichtverbindung zwischen den beiden Standorten. Im Notfall lassen sich auch zwei Systeme kaskadieren, wenn Hindernisse umgangen oder größere Streckenlängen überbrückt werden sollen.

7.3.5 Kopplung von Telekommunikationsnetzen:

LASER-LINK lassen sich problemlos zur Kopplung von Telekommunikationsanlagen (TK-) einsetzen. Erfolgreich getestet wurde die Funktion mit TK-Anlagen praktisch aller namhafter Hersteller. Falls vorhanden, kann der LWL-Ausgang der TK-Anlage direkt mit dem optischen Richtfunksystem verbunden werden, so stehen geeignete Modems oder ein Sprach/Daten-Multiplexer als Zubehör zur Verfügung.

7.3.6 Token-Ring-Kopplung:

Die Kopplung von Token-Ringen mit 4- und 16 Mbit/s ist praxiserprobt.

7.3.7 Ethernet-Kopplung:

Die Kopplung von Ethernet-Segmenten wird mit optischen Richtfunksystemen genauso wie mit erdverlegten LWL realisiert. Entscheidend ist lediglich, daß die zu verbindenden Geräte dem Standard IEEE 802.3 (10 Base FL/FB oder FOIRL) genügen. Hierzu gehören: Optische Transceiver, Repeater oder Multimedia-HUB mit optischem Ausgang der namhaften Hersteller. Zur Trennung der beiden gekoppelten Ethernet-Segmente empfiehlt sich der Einsatz einer Brücke bei hohem Datenaufkommen, bei einer notwendigen logischen Trennung, oder wenn die Entfernung zwischen den Stationen mehr als 2000 m beträgt.

7.3.8 FDDI/ATM:

In FDDI-Ringen oder zur Verbindung von ATM-Knoten eignen sich die FDDI-LASER-LINK Systeme gut, da hier LWL als Übertragungsmedium ohnehin standardisiert sind.

Wenn ein FDDI-Ring, über die optische Richtfunkstrecke geschlossen wird, erreicht man so die höchste Zuverlässigkeit des gesamten Netzes („Dual-attached-Station“). Die Kopplung kann selbstverständlich auch allein über die optischen Richtfunksysteme im „Single-attached-modus“ erfolgen.

7.3.9 Verfügbarkeit:

Die Systeme überbrücken die Sichtweite auch bei Regen, Schneefall oder Dunst. Durch starken Nebel kann es allerdings sein, daß eine 1 km lange Strecke unterbrochen ist, während die Übertragung über 300 m noch ohne weiteres funktioniert. Aus weit über 150 installierten Systemen lassen sich folgende typische wetterbedingte Verfügbarkeiten ableiten:

	LED-LINK 300	LASER-LINK 2000	FDDI-LASER-LINK 2000
Entfernung	80m	1500m	800m
Standort	Hamburg	Ludwigshafen	Frankfurt
Nebeltage p.a.	12	10	9
ges. Ausfallzeit	0	3.4 Tage	2 Tage
Verfügbarkeit p.a.	100%	99%	99,5%

Beim Vergleich dieser Werte ist zu beachten, daß auch für bestimmte Festverbindungen nur Verfügbarkeiten von $\geq 98\%$ (d.h. Ausfall während sieben Tagen p.a.) garantiert werden. Soll eine vollständige Ausfallsicherheit der Verbindung gewährleistet sein, so haben sich redundante Zweiwegeführungen mit ISDN-Leitungen bewährt. Die Ankopplung erfolgt, beispielsweise über Router. Im Normalfall steht die volle Bandbreite der optischen Richtfunksysteme zur Verfügung; bei einer Unterbrechung wird dann, nach automatischer oder manueller Umschaltung, mit 64 kBit/s oder einem Vielfachen davon ein eingeschränkter Betrieb aufrechterhalten. Kurze Unterbrechungen, beispielsweise durch Vögel, die den Strahl kreuzen, erkennt das übergeordnete Protokoll. Die Daten werden erneut übertragen, ohne daß der Anwender davon etwas bemerkt.

7.3.10 Abhörsicherheit:

Optische Richtfunksysteme weisen eine extrem hohe Abhörsicherheit auf. Da der Strahlengang unsichtbar und scharf gebündelt ist, kann die Verbindung nur durch gleichzeitiges Unterbrechen des Strahls abgehört werden. Dieses wiederum würde der Anwender aber sofort bemerken. Ferner verläuft der Strahl in der Regel ohnehin in einiger Höhe über dem Erdboden, sodaß ein unbefugtes Abhören schon aus diesem Grunde praktisch unmöglich ist.

7.3.11 Wartung:

Die Systeme sind grundsätzlich wartungsfrei. Je nach Umwelteinflüssen ist eine etwa halbjährliche Reinigung der Ein- und Austrittsöffnungen des Lichtes zu empfehlen. Gleichzeitig sollte dabei die exakte Ausrichtung auf die Gegenstation überprüft werden. Auf Wunsch kann ein Servicevertrag mit dem Lieferanten abgeschlossen werden.

Kapitel: Lexikon- Wörterbuch

8 Lexikon-Wörterbuch

1TR6

Bei 1TR6 handelt es sich um eine Richtlinie der Telekom für ISDN-Endgeräte mit S0-Schnittstelle, die das D-Kanal-Protokoll definiert.

A

AARP

AppleTalk Address Resolution

Absorption (absorption):

Die Schwächung von Strahlung beim Durchgang des LWL, wobei ein Teil der Strahlungsenergie in Wärme umgewandelt wird.

Adaptives Modem

So heißt ein Modem, das sich selbsttätig an die Übertragungsgeschwindigkeit der Gegenstelle anpaßt. ELSA erhielt die erste Postzulassung für ein adaptives Modem und wendet ein optimiertes Verfahren entsprechend ITU-TV.100 an. Jedes seitdem von ELSA ausgelieferte Modem ist adaptiv nach V.100.

ADSP

AppleTalk Data Stream

AEP

AppleTalk Echo

AFP

AppleTalk Filing

Akzeptanzwinkel (acceptance angle):

Größtmöglicher Einkoppelungswinkel, auch Öffnungswinkel genannt, innerhalb dessen Licht in den Kern eines LWL eingekoppelt und geführt werden kann.

ARP

Adress Resolution Protocol ist ein Protokoll der TCP/IP-Protokoll-Familie. Durch ARP werden IP-Adressen auf zugehörige MAC-Adressen abgebildet.

ASCE

Association Service Control Element

ASCII

Der American Standard Code for Information Interchange ist der international gebräuchlichste Code zur Darstellung eines 128 Zeichen umfassenden Alphabets. Er wird auch als Standard-ASCII bezeichnet, im Gegensatz zu Extended ASCII, einer Erweiterung des Codes um internationale Sonderzeichen und Grafiksymbole auf 256 Zeichen (auch IBM-Zeichensatz genannt). Während Standard-ASCII mit einer Wortlänge von 7 Bits dargestellt werden kann ($2^7 = 128$), ist für extended ASCII eine Wortlänge von 8 Bits erforderlich ($2^8 = 256$).

ASP

AppleTalk Session

Asynchrone Übertragung

Bei der seriellen Datenübertragung wird ein Verfahren zur Herstellung des Gleichlaufs zwischen Sender und Empfänger benötigt, um den Empfänger in die Lage zu versetzen, Anfang und Ende eines übertragenen Zeichens zu erkennen. Zu dieser Strukturierung wird bei der

	<p>asynchronen Übertragung jedes zu sendende Byte mit einem Startbit und einem oder zwei Stopbit markiert. Dieses Start-Stop-Verfahren gehört besonders im Bereich der Microcomputer zu den am häufigsten verwendeten Übertragungsverfahren, da es technisch, im Gegensatz zur synchronen Übertragung, relativ einfach zu realisieren ist.</p>
AT-Befehlssatz	<p>„Intelligente Modems“ können Verbindungen automatisch aufbauen und Anrufe entgegennehmen. Für die Syntax der hierzu erforderlichen Modem-Steuerbefehle hat sich weltweit die sogenannte erweiterte AT-Kommandosprache (AT = Befehlspräfix Attention) etabliert. ELSA-MicroLink- Modems und externe ISDN-Terminaladapter sind mit einer automatischen Wähleinrichtung ausgerüstet und können automatisch Anrufe entgegennehmen.</p>
ATP	Apple Talk Transaction
AUI	Attachment Unit Interface. Schnittstelle für allgemeine Netzwerkanschlüsse.
Außenkabel (outdoor cable):	<p>Kabel, die so aufgebaut und dimensioniert sind, daß sie allen Anforderungen für Erd- und Röhrenkabelverlegungen genügen.</p>
B	
Bandbreite (bandwidth):	<p>Die Frequenz, bei welcher der Betrag der Übertragungsfunktion eines LWL auf die Hälfte seines Wertes gegenüber der Frequenz Null abgefallen ist.</p>
Bandbreite - Längenprodukt (bandwidth length product):	<p>Die Bandbreite eines LWL ist umgekehrt proportional zu dessen Länge bzw. das Produkt von Bandbreite und Länge ist konstant.</p>
Basisanschluß	<p>ISDN-Teilnehmeranschluß mit zwei Basiskanälen (je 64.000 bit/s) und einem Signalisierungskanal (16.000 bit/s). Schnittstelle des Basisanschlusses zum Teilnehmer ist die S0-Schnittstelle.</p>
Basisband	<p>In einem Basisband werden digitale Signale direkt in Form von Impulsen in das Kabel eingespeist, d.h. die Signale werden unmoduliert transportiert. Bei der Übertragung belegen die Signale die gesamte Bandbreite des Kabels und erfordern dadurch eine Kollisionserkennung (CSMA/CD). Ein klassisches Beispiel für ein Basisband-LAN ist das Ethernet.</p>
Basiskanal	<p>ISDN-Übertragungskanal (auch B-Kanal oder Nutzkanal) zur Übertragung von Nutzdaten mit einer Übertragungskapazität von 64.000 bit/s.</p>
Baud	<p>Baud (Abkürzung: Bd) ist die Einheit der</p>

	Schrittgeschwindigkeit (1 Bd = 1 Schritt pro Sekunde), d.h. der Häufigkeit der Zustandsänderungen auf einem Übertragungskanal pro Sekunde. Die Einheit Baud wird irrtümlich oft gleichgesetzt mit der in bit/s gemessenen Übertragungsgeschwindigkeit. Bei Signalen, die nur zwei Zustände kennen, ist die Schrittgeschwindigkeit identisch mit der Übertragungsgeschwindigkeit. Bei Geschwindigkeiten über 1200 bit/s werden in der Regel pro Schritt vier, acht oder noch mehr Bits übertragen, sodaß die Schrittgeschwindigkeit in diesen Fällen niedriger ist als die Übertragungsgeschwindigkeit. Beispiel: V.32 = Schrittgeschwindigkeit 2400 Baud, Übertragungsgeschwindigkeit 9600 bit/s. Siehe Mailbox
BBS	
Beschichtung (coating):	Die als mechanischer Schutz direkt auf die Manteloberfläche aufgebraute Kunststoffschicht.
Bewehrung (armoring):	Schutzelement (meist aus Stahldrähten bzw. -bändern), welches über dem Kabelmantel aufgebracht wird.
BGP	Border Gateway
BIBA	Beim Bilingualen Basisanschluß stehen an einem ISDN-Anschluß die beiden in Deutschland verwendeten D-Kanal-Protokolle (1TR6 und DSS1) gleichzeitig zur Verfügung. Somit können an diesem Anschluß sowohl ältere Geräte mit 1TR6 als auch neuere Geräte mit Euro-ISDN eingesetzt werden.
Bit (bit):	Grundeinheit für die Information in digitalen Übertragungssystemen. Eine Gruppe von 8 Bit wird üblicherweise als ein Byte bezeichnet.
Bitrate (bit rate):	Übertragungsgeschwindigkeit eines Binärsignals.
B-Kanal	Siehe Basiskanal
BNC	Gängige Anschlußtechnik für Cheapernet (Thin-Ethernet). Zum Anschluß von Geräten mit BNC-Buchsen muß ein T-Verbindungsstecker eingesetzt werden.
BOOTP	Bootstrap
Break	Unterbrechungssignal.
Brechung (refraction):	Richtungsänderung die ein Strahl (Welle) erfährt, wenn er aus einem Stoff in einen anderen übertritt.
Brechzahl (refractive index):	Faktor, um den die Lichtgeschwindigkeit in einem optisch dichten Stoff (z.B. Glas) kleiner ist als im freien Raum (Vakuum), auch Brechungsindex genannt. Die Brechzahl ist abhängig von der Wellenlänge.
Brechzahlprofil (refractive index profile):	Verlauf der Brechzahl n über der

Bridge (bridge):	Querschnittsfläche eines LWL. Hardware- und/oder Softwaregebilde das 2LAN miteinander verbindet. Bridges können zusätzliche Filterfunktionen aufweisen, die den Datenfluß von einem zum anderen Netzwerk selektieren.
Broadcast	Broadcasts sind spezielle Datenpakete in einem Netzwerk, die an alle empfangsbereiten Stationen gerichtet sind. Im Ethernet-Netzwerk sind diese Datenpakete durch die Zieladresse FFh FFh FFh FFh FFh FFh (d.h. an alle) gekennzeichnet.
Bündelader (multifiber loose buffer):	Mehrere LWL in einer gemeinsamen losen Hülle (Hohlader).
Burst Mode	Eine spezielle Art des Datenpakettransportes in Novell-Netzwerken, bei dem mehrere Datenpakete hintereinander ohne Empfangsbestätigung übertragen werden.
C	
CAPI	Common ISDN Application Programming Interface. Hierbei handelt es sich um eine von deutschen ISDN-Adapter-Herstellern in Zusammenarbeit mit dem FTZ entwickelte Software-Schnittstelle zwischen ISDN-Adaptern und ISDN-Anwendungssoftware. Als Anwendungsschnittstelle werden die standardisierte CAPI-Schnittstellen Version 1.1 und 2.0 unterstützt. Damit ermöglicht die ISDN-Adapterkarte den Einsatz speziell für ISDN entwickelter Standardsoftware im Bereich Btx, Fax Gruppe 3 und 4, Datenübertragung, Fernwartung und Dateitransfer.
CCITT	Siehe ITU-T
CEPT	Conférence Européenne des Postes et des Télécommunications = Europäisches Gremium zur Festlegung von Normen für die Telekommunikation.
Client	Arbeitsplatzrechner. Ein Client (engl. für "Kunde") ist ein Nutzer eines von einem Server angebotenen Dienstes.
CLIP	Caller Line Identification Parameter. Rufnummer des Anrufers, die im ISDN mitübertragen werden kann.
CLNS	Connectionless Network Service
CMIP	Common Management Information
CONS	Connection Oriented Network Service
COURIER	Courier
Crimpen (crimp):	Erstellen einer guten mechanischen Verbindung durch Verformen einer Hülse.
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision

CTERM	Detection = Vielfachzugriff mit Leitungsabfrage und Kollisionserkennung. Bei Anwendung dieses Netzwerk-Zugangsverfahrens prüfen die Stationen von Beginn der Übertragung, ob der Kanal sendebereit ist. Wird eine Kollision festgestellt, weil zwei Stationen gleichzeitig senden wollen, wird die Sendung von beiden beendet. Ein erneuter Sendeversuch erfolgt nach einer zufälligen Wartezeit. Network Command Terminal
D	
Dämpfung (attenuation):	Verminderung der optischen Signalleistung. Maß ist das dB (Dezibel).
DAP Datenflußkontrolle	Data Access Modems mit Datenflußkontrolle verfügen über einen integrierten Empfangs- und Sendepuffer, um in fehlerkorrigierenden Modems den Datendurchsatz zu optimieren. Die beiden wichtigsten Kontrollverfahren, auch Handshake genannt, sind die Hardwaresteuerung mit den Signalen RTS und CTS sowie die Softwaresteuerung mit den Zeichen XON und XOFF. ELSA-MicroLink-Modems mit Fehlerkorrektur verfügen über beide Möglichkeiten der Datenflußkontrolle.
Datenformat	Damit bei einer asynchronen Übertragung zwischen zwei Datenstationen ein Datenaustausch stattfinden kann, müssen Vereinbarungen über die Länge und Strukturierung der zu übertragenden Zeichen getroffen werden. Diese Spezifizierung nennt sich Datenformat. Die gebräuchlichsten Datenformate bei asynchroner Übertragung sind: 8N1 (1 Startbit, 8 Datenbits, kein Paritätsbit und 1 Stopbit = 10 Bits pro Zeichen) und 7E1 (1 Startbit, 7 Daten-bits, 1 Paritätsbit (gerade Parität) und 1 Stopbit = 10 Bits pro Zeichen).
Datenpaket	Ein Datenpaket enthält eine vom Datennetz vorgeschriebene Anzahl von Zeichen (Steuerbefehlen) zur Übermittlung von Daten.
DDP	Diagram Delivery
DIAG	Diagnostic
Dispersion (dispersion):	Gruppenlaufzeit (Signalverbreiterung) in einem LWL. Sie setzt sich aus verschiedenen Anteilen zusammen: Modendispersion, Manteldispersion und Wellenleiterdispersion. Der LWL verhält sich wie ein Tiefpaßfilter.
D-Kanal	Siehe Steuerkanal
DNS	Domain Name Server

Download

Download ist ein Dateitransfer, bei dem eine von der Gegenseite gesendete Datei empfangen und abgespeichert wird.

DRP

DECnet Routing

DSS1

Vom ETSI erarbeiteter europäischer Standard für das D-Kanal-Protokoll (auch Euro-ISDN). Seit Ende 1993 ist dieser Standard in Deutschland eingeführt und soll den FTZ-Standard 1TR6 ersetzen. Für eine Übergangszeit werden ISDN-Anschlüsse verfügbar sein, die beide Standards unterstützen.

Duplex

In dieser Betriebsart (auch Vollduplexverfahren oder Gegenbetrieb) ist gleichzeitiges Senden und Empfangen möglich. Beim Halbduplexverfahren (auch Wechselbetrieb) erfolgt die Datenübertragung ebenfalls in beiden Richtungen. Allerdings können zwei miteinander verbundene Systeme nicht gleichzeitig, sondern nur abwechselnd in einer Richtung senden bzw. empfangen. Im Simplexbetrieb kann generell nur in einer, vorher festgelegten, Richtung gesendet werden, d.h. ein Dialogverkehr ist nicht möglich.

E**EAZ**

Die Endgeräteauswahlziffer dient beim 1TR6-Protokoll der Unterscheidung verschiedener Endgeräte, die am gleichen ISDN-Basisanschluß angeschlossen sind. Diese Ziffer wird vom Anrufer als letzte Ziffer an die Rufnummer angehängt.

ECHO

Echo

Effektive Transferrate

Die effektive Transferrate muß unterschieden werden von der Übertragungsgeschwindigkeit. Die Übertragungsgeschwindigkeit gibt die Anzahl der pro Sekunde physikalisch über eine Datenleitung gesendeten Bits als eine theoretische, maximale Größe an. Die Transferrate dagegen ist ein Maß für die durchschnittliche Anzahl der tatsächlich übertragenen Nutzdaten pro Zeiteinheit. Durch zusätzlich zu übertragende Steuerdaten oder Protokollroutinen kann die nominelle Übertragungsgeschwindigkeit gemindert werden. Durch Verwendung von

EGP

Datenkompressionsverfahren kann die effektive Geschwindigkeit aber auch auf ein Vielfaches der Übertragungsgeschwindigkeit gesteigert werden.

Einfügungsdämpfung (insertion loss):

Exterior Gateway

Dämpfung, die durch das Einfügen eines Bauelements in eine optische

Einkopplungswinkel (launch angle):	Übertragungsstrecke verursacht wird. Winkel zwischen einfallendem Strahl und der optischen Achse eines LWL, innerhalb dessen das einfallende Licht eingekoppelt werden kann.
ELAP	Ether link Access
Empfänger (receiver):	Eine Baugruppe zum Umwandeln optischer Signale in elektrische. Sie besteht aus einer Empfangsdiode und einem rauscharmen Verstärker zur Signalaufbereitung.
Endgeräteauswahlziffer	Siehe EAZ
ERROR	Error
ES-IS	End System to Intermediate System
Ethernet-Netzwerk	Ein Ethernet-Netzwerk ist ein Bussystem mit CSMA/CD-Zugriff und Basisbandübertragung. 1979 wurde dieses lokale Netzwerk von den Firmen DEC, Intel und Xerox entwickelt. Als eines der ersten LANs wurde es zum De-Facto-Standard und vom IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) als Standard übernommen (Norm 802.3). Die Übertragung erfolgt auf Koax-, Twisted Pair-, Lichtwellenleiter oder anderen Übertragungsmedien mit 10 Mbit/Sekunde.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute = Europäisches Institut für Telekommunikationsstandards. Von diesem Normungsgremium wurde ein europäischer Standard für das D-Kanal-Protokoll erarbeitet (DSS1).
Euro-ISDN	Siehe DSS1
F	
Faser (fiber):	Jener Teil des LWLs in dem das Licht übertragen wird.
FDDI (FDDI):	Fiber Distributed Data Interface
Firmware	Firmware ist eine Bezeichnung für die Gesamtheit der zur Hardware gehörenden Steuerprogramme eines Gerätes, die vom Benutzer nicht veränderbar sind (außer durch Updates auf neue Firmware-Versionen, entweder durch EPROM-Tausch oder Laden einer neuen Firmware-Datei in ein Flash-ROM).
Flash-ROM	Ein nichtflüchtiger, wiederbeschreibbarer Speicher zur Aufnahme der Firmware (Steuersoftware) eines Gerätes. Im Gegensatz zu einem EPROM, das zum Update der Firmware ausgetauscht werden muß, kann bei einem Flash-ROM die neue Version als Datei (z.B. direkt aus der Mailbox des Herstellers) eingespielt werden.
FOSSIL	Fido/Opus/SEAdog Standard Interface Layer

FOUND
Frequenzwahl

wurde als Standard für den Einsatz hardwareunabhängiger Schnittstellen im Bereich Datenkommunikation entwickelt und wird von einer Vielzahl von Kommunikationsprogrammen (z.B. Telix, Telemate, Frontdoor oder Binkly) über entsprechende FOSSIL-Treiber (z.B. ATCAPI oder cFos) unterstützt.

Foundation Services

Bei diesem Wahlverfahren, das auch als Mehrfrequenzwahl oder Tonwahl bezeichnet wird, wird jede Wählziffer durch ein bestimmtes Frequenzpaar vertreten. Ist während der Wahl also eine Folge unterschiedlicher, kurzer Pfeiftöne zu hören, handelt es sich um Frequenzwahl

FTAM
FTP

File Transfer Access & Management

File Transfer

G

Gradientenprofil (graded index profile):

Brechzahlprofil des LWL-Kerns mit – meistens parabelförmig – von innen nach außen abnehmender Brechzahl.

H

HDLC
HELLO
Hohlader (single fiber loose buffer):

High-Level Data Link Control

Hello

Besteht aus einem LWL in der ihn lose umgebenden Hülle.

I

ICMP
IDP
IEEE:
IEEE 802:
IEEE 802.3:
IEEE 802.5:
IGMP
IGRP
Innenkabel (indoor cable):

Internet Control Message

Internetwork Diagram

Institute of Electrical and Electronic Engineers. Institute das LAN-Standards erarbeitet. Entwicklungsprojekt der IEEE für Normen von LAN's.

LAN-Standard für Basisband-Netzwerk auf Ethernet Basis, max. 10 Mbps, Wellenwid. des Netzes 50 Ohm.

LAN-Standard für das Token-Verfahren.

Internet Group Management

Interior Gateway Routing

Kabel für die verschiedensten Anwendungen innerhalb von Gebäuden. Sie sind für Außenverlegungen nicht zugelassen.

Interferenz (interference):

Überlagerung von zwei oder mehreren kohärenten Wellen. Dabei tritt Addition oder Subtraktion auf.

IP

Internet Package

IPX
ISDN (Integrated Services Digital Network):

Internet Package Exchange
Einheitliches digitales Netz, in dem alle Kommunikationsarten (Sprache, Text, Daten, Stand- und Bewegtbilder) über eine einzige Leitung (LWL) von und zum Teilnehmer übermittelt werden.

IS-IS
ISO 8073
ISO 8327
ISO 8571
ISO 8823
ISO 9041
ISO 9548
ISO 9576
ISO 9594

Intermediate to Intermediate System
OSI Transport Layer (X-224)
Connection Oriented Session
FTAM
Connection Oriented Presentation
Virtual Terminal
Connectionless Session
Connectionless Presentation
MHS-DHS

K

Kabelmantel (cable jacket):

Aus Polyethylen (PE) oder Polyvinylchlorid (PVC) zum Schutz des Kabels vor Umwelteinflüssen.

Kern (core):

Zentraler Bereich des LWL, der zur Wellenführung dient.

Kerndurchmesser (core diameter):

Durchmesser des kleinsten Kreises, der den Bereich des Kernes umschließt.

Kohärente Wellen (coherent waves):

Wellen mit gleicher Wellenlänge und zeitlich zueinander konstanter Phasendifferenz.

Koppler (coupler):

Passives optisches Bauelement zum Aufteilen oder Zusammenführen von Licht zwischen mehreren LWL.

L

LAN (LAN):

Local Area Network; ein serielles, lokales Datennetzwerk ohne Zwischenspeicher.

LAP B

Link Access B

Laserdiode (laser diode, LD):

Sendediode, die oberhalb eines Schwellenstromes kohärente Strahlung aussendet.

LAT

Local Area Transport

LED (light emitting diode):

Lichtemittierende Diode. Ein Halbleiterbauelement, das durch spontane Emission inkohärentes Licht aussendet.

Lichtwellenleiter, LWL (optical wave guide, OWG):

Dielektrischer optischer Wellenleiter, dessen Kern aus optisch transparentem Material besteht.

M

MAN (MAN):

Metropolitan Area Network; Großraumnetzwerk (vergrößertes LAN) für Verbindungen in einer Stadt.

Materialdispersion (material dispersion):

Dispersion, die durch die Wellenlängenabhängigkeit der Brechzahl n eines

	Stoffes entsteht. Die übliche Maßeinheit ist ps/nm.km.
MAU	Medium attachment unit IEEE 802.3
MAU	Multi Station Access unit IEEE 802.5
MDI	Medium dependent interface IEEE 802.3
Mehrmoden-LWL (multimode fiber):	Großkerniger LWL, dessen Kern auch durch ein Gradientenprofil die sonst hohe Modendispersion klein hält, sodaß große Bandbreiten erreichbar sind.
MESSAGE	Message
MHS	Manufacturing Handling Service
MII	Media independent interface IEEE 802.3
Modendispersion (modal dispersion):	Die durch Überlagerung von Moden mit verschiedener Laufzeit bei gleicher Wellenlänge hervorgerufene Dispersion in einem LWL.
Modulation (modulation):	Eine gezielte Veränderung eines Parameters (z.B. Amplitude, Frequenz, Phase) einer Welle, um damit eine Nachricht zu übertragen.
Monomode-LWL (single mode fiber):	LWL, in dem bei der Betriebswellenlänge nur ein einziger Mode ausbreitungsfähig ist.
MOP	Maintenance Operations
MOUNT	Mount
Multiplexer (MUX):	Faßt die Daten mehrerer Kanäle in einen schnellen Kanal.

N

NBP	Name Binding
NCP	NetWare Core
ND	Network Disk
NetBEUI	Network Basic Extended User Interface
NetBIOS	Network Adapter Basic Input/Output System
NetRPC	Network RPC
NFS	Network File System
NICE	Network Information & Command Exchange
NIS	Network Information Services
NSP	Network Services
NTP	Network Time
Numerische Apertur (numerical aperture):	Der Sinus des Akzeptanzwinkels eines LWL.

O

OTDR (optical time domain reflectometer):	Meßgerät, das nach dem Prinzip des Rückstreuverfahrens arbeitet.
OSPF	Open Shortest Path First Routing

P

PAP	Printer Access
Patchkabel:	Verbindungskabel für den Einsatz in Verteilern, sowie zur Zusammenschaltung diverser Komponenten.

PCS	Physical coding suplayer IEEE 802.3
PEP	Packet Exchange
Photodiode (photodiode, photodetector):	Diode aus Halbleitermaterial, die Licht absorbiert und die dabei freiwerdenden Ladungsträger als Photonenstrom abgibt.
PHY	Physical Layer Device IEEE 802.3
PHY	Physical Signaling Suplayer ISO/IEC 9314
Pigtail (pigtail):	Kurzes Stück eines LWL mit einem Stecker
PLS	Physical Layer Signaling
PMA	Physical Medium Attachment IEEE 802.3
PMAP	Port Mapper
PMD	Physical Medium Dependent IEEE 802.3 ISO/IEC 9314
PPP	Point to Point

Q

Quarzglas (fused silica glass):	Eine in amorpher, also nicht kristalliner Form, glasig erstarrte Schmelze aus Siliziumoxid (SiO ₂). Die kristalline Form von SiO ₂ wird Quarz genannt.
--	---

R

RARP	Reverse ARP
RDR	Redirector
RIP	Routing Information
RPC	Remote Procedure Call
RTMP	Routing Table Maintenance
Rückstreuverfahren (backscattering technique):	Ein Verfahren zur Messung der Länge, Reflexionen und des Dämpfungsverlaufs in einem LWL. Der Hauptanteil der Lichtleistung wird in Vorwärtsrichtung weiterbewegt, ein kleiner Anteil wird zum Sender zurückgestreut oder reflektiert. Durch die Auswertung des zurücklaufenden Lichts kann man nicht nur die Länge und Dämpfung eines LWLs messen, sondern auch Brüche und Lichtverluste in Spleiß- und Steckverbindungen.

S

SAP	Service Advertising
SCP	Session Control
SDLC	Synchronous Data Link Control
Sender (transmitter):	Eine Baugruppe in der optischen Nachrichtentechnik zum Umwandeln elektrischer Signale in optische. Sie besteht aus einer LED oder Laserdiode und Verstärker sowie, weiteren elektronischen Schaltungen.
SERIAL	Serialisation
Singlemode-LWL (single mode fiber):	siehe Monomode-LWL

SMB		Server Message Block
SNA		Simple Network Architecture
SNM		Simple Network Management
Spleiß (splice):		Dauerhafte Verbindung zwischen zwei plan gebrochenen LWL, die durch Verschmelzen, Zusammenhalten oder Kleben entsteht.
SPP		Sequence Packet
SPX		Sequential Packet Exchange
Streuung (scattering):		Hauptsächliche Ursache für die Dämpfung eines LWLs. Sie entsteht durch mikroskopische Dichteunterschiede im Glas, die einen Teil des geführten Lichtes so weit aus seiner Richtung ablenken, daß er den LWL verläßt.
Stufenprofil (step index profile):		Brechzahlprofil eines LWL, das durch eine konstante Brechzahl innerhalb des Kerns und durch einen scharfen Abfall der Brechzahl an der Grenzfläche von Kern und Mantel gekennzeichnet ist.
	T	
TCP		Transmission Control
TELNET		Telnet Virtual Terminal
TFTP		Trivial File Transfer
Token (token):		Spezielles Signal, das kontinuierlich im Netz (z.B. Ring) läuft. Will eine Station senden, so muß sie den Token aus dem Ring nehmen, sendet die Daten und schickt danach den Token wieder weiter.
TP		Transport
	U	
UDP		User Datagram
	V	
VARP		VINES Address Resolution
VICP		VINES Internet Control
VIP		VINES Internet
VIPC		VINES Interprocess Communication
Vollader (tight buffered fiber):		Ein LWL-Ader, bei der unmittelbar über der Schutzbeschichtung (coating) eine feste Umhüllung aus Kunststoff angebracht wird.
VSMB		VINES Server Message Block
VSPP		VINES Sequence Packet
VTP		Virtual Terminal
VTRP		VINES Routing Update
	W	
WATCHDOG		Watch Dog
Wellenlänge (wavelength):		Räumliche Periode der ebenen Welle.

	X	
X.25		X.25
XNS		Courier Xerox Network System Courier
XWINDOWS		XWindows
	Y	
YP		Yellow Pages(NIS)
YPBIND		(NIS) Binder Program
	Z	
ZIP		Zone Information

Kapitel: Literaturverzeichnis

9 Literaturverzeichnis

- 1) Jo Bager, Axel Kossel, Peter Siering, Bert Ungerer, Gut bedient, PC-Netzbetriebssysteme: Banyan VINES, OS/2 LAN Server, NetWare, Windows NT, c't 8/95,
- 2) Jürgen Kuri, Laokoons Enkel, Windows NT 4.0 und die Konkurrenz im Netzwerk, c't 9/96,
- 3) Friedhelm Hosenfeld, Kommunikation ohne Grenzen, TCP/IP: Informationsübermittlung im Internet, c't 12/95,
- 4) Friedhelm Hosenfeld, Next Generation, Internet-Protokoll Version 6: ein neues Kommunikationszeitalter?, c't 11/96,
- 5) Jürgen Kuri, Wenn der Postmann zweimal klingelt, Namen und Adressen im TCP/IP-Netzwerk und im Internet, c't 12/96,
- 6) Friedhelm Steigerwald, Lotse im Netz, Streifzug durch das PC-NetBIOS, c't 2/91,
- 7) Norbert Luckhardt, Ungestört durch Europa, Untiefen und Hintergründe des CE-Zeichens, c't 12/95,
- 8) Achim Scharf, Schirmung auf der Etage, EMV nicht auf die leichte Schulter nehmen, Gateway 4/95,
- 9) Bert Ungerer, Rahmenhanlung, Die Qual der Wahl des Ethernet-Typs, c't 3/95,
- 10) Rüdiger Hartmann, Netze ohne Grenzen, Dienstintegration und Überwindung der Netzwerkengpässe mit ATM, c't 10/96,
- 11) Harald Schade, Schneller, besser, sicherer, Netztechnologien, Gateway 12/95,
- 12) Technische Unterlagen der Firma HOB „Intelligent Building“
- 13) Wir danken für die technischen Unterlagen der Firma VOLTOHM 1995,
- 14) Weiters danken wir der Firma DIGITAL für die freundliche Unterstützung durch Herrn Karl Erben