

Zeitschrift:	Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association suisse des électriciens, de l'Association des entreprises électriques suisses
Herausgeber:	Schweizerischer Elektrotechnischer Verein ; Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen
Band:	93 (2002)
Heft:	23
Artikel:	Kommunikationsverkabelung : gestern, heute, morgen
Autor:	Saner, Martin
DOI:	https://doi.org/10.5169/seals-855484

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 26.01.2026

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

Kommunikationsverkabelung: gestern, heute, morgen

Eine neue Norm für die universelle Kommunikationsverkabelung

Im August wurde – endlich – die 2. Ausgabe der Norm ISO/IEC 11801 verabschiedet. Sie befasst sich mit der universellen Kommunikationsverkabelung (UKV) und ersetzt die erste Ausgabe aus dem Jahr 1995. Dieser Artikel beschreibt den aktuellen Stand der UKV und schildert, welche Konsequenzen die neue Norm für bereits bestehende Verkabelungen hat. Außerdem wird versucht, aus heutigen Trends eine Prognose für die UKV-Entwicklung der kommenden Jahre abzuleiten.

Nach über sieben Jahren Arbeit wurde im August 2002 eine neue Norm für universelle Kommunikationsverkabelungen (UKV) angenommen.

UKV heute

Die neue, zweite Ausgabe der ISO/IEC 11801 [1] ersetzt die 1. Ausgabe aus dem Jahr 1995 [2] und die Ausgabe 1.2 aus

Martin Saner

dem Jahr 2000 [3]. Das Dokument umfasst auf über 120 Seiten 13 Kapitel und 9 Anhänge und hat damit deutlich an Umfang zugelegt. Wichtige, nachfolgend kurz beschriebene Neuerungen sind:

- Anpassungen bei Struktur und Distanzen einer UKV;
- der Channel wird zum Mass aller Dinge;
- die Anforderungen an elektrische Strecken: Klassen¹⁾ A bis F;
- die Anforderungen an elektrische Kabel und Stecksysteme: Kategorien²⁾ 5, 6 und 7;
- neue Spezifikationen für Multimodefasern.

Das Prinzip

Wie Bild 1 zeigt, hat sich am Prinzip einer UKV nichts geändert. Eine UKV ist ein passives Verkabelungssystem, das möglichst alle Kommunikationsanwendungen unterstützen soll. Sie ist nach wie vor sternförmig und hierarchisch aufgebaut und besteht aus 3 Typen von Verteilern:

lern und 3 Ebenen der Verkabelung. Ihr Anwendungsbereich ist ein zusammenhängendes Areal mit mehreren Gebäuden.

Funktionelle Elemente

Bild 2 zeigt die funktionellen Elemente und die Systemgrenzen einer UKV. Gegenüber der 1. Ausgabe ist der Consolidation Point³⁾ hinzugekommen.

Struktur

Auch die Grundstruktur einer UKV bleibt unverändert, sie wurde aber um eine neue Variante ergänzt. Wie Bild 3 zeigt, kann eine UKV wie bisher eine hierarchische Sternstruktur aufweisen oder neu auch als *Centralized Cabling* aufgebaut sein, wodurch Etagen- oder Gebäudeverteiler entfallen können.

Für die Praxis relevant ist vor allem der Fall ohne Etagenverteiler, der eine durchgehende Glasfaserverkabelung vom Gebäudeverteiler bis an den Arbeitsplatz ermöglicht (Fiber-to-the-Desk, FTTD).

Übertragungsstrecken

In der 2. Ausgabe wurden die schon in Ausgabe 1.2 eingeführten Begriffe *Channel* und *Permanent Link* übernommen. Wie Bild 4 zeigt, umfasst der Channel die gesamte Strecke von Aktivkomponente (z.B. Switch) zu Aktivkomponente (z.B. Netzwerkkarte). Im Channel enthalten sind beide Anschlusskabel, nicht aber die Steckverbindung an den Aktivkomponenten. Der Permanent Link umfasst lediglich die fest installierte Verkabelung, inklusive die Steckverbindungen an beiden Enden, aber ohne die Anschlusskabel.

Der Channel ist letztlich das Mass aller Dinge. Seine Übertragungseigenschaften sind massgebend für die Signalübertragung. Der Permanent Link umfasst nur fest installierte Komponenten. Er hat daher eine Bedeutung für Abnahmemessungen.

Maximaldistanzen

In der 2. Ausgabe werden nur noch 2 Maximaldistanzen spezifiziert, nämlich 100 m für den Channel der Horizontalverkabelung und 2000 m für den Channel zwischen Arbeitsplatz und Arealverteiler.

Die in der 1. Ausgabe verwendete Maximaldistanz von 500 m für die Steig-

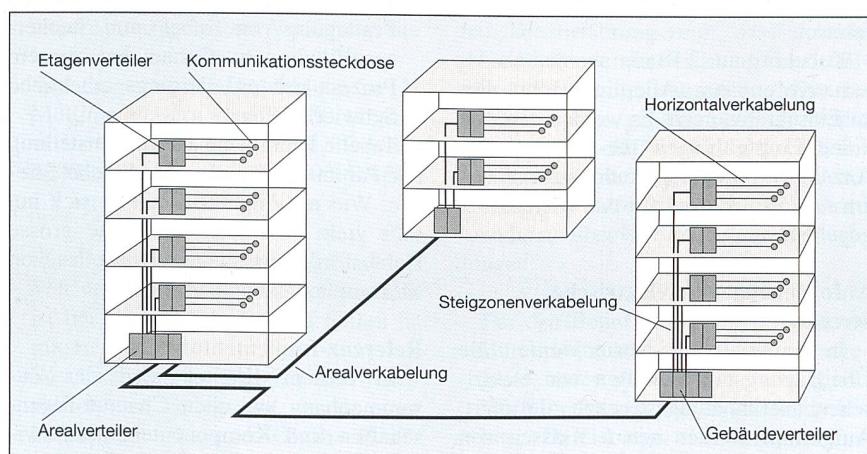


Bild 1 Prinzip einer UKV

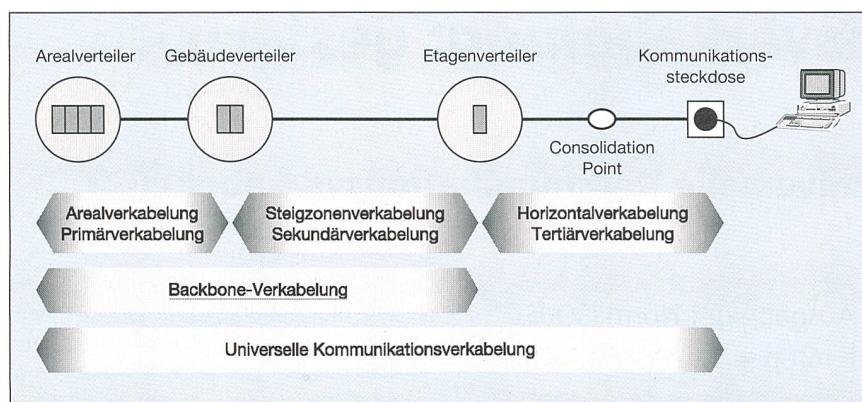


Bild 2 Funktionelle Elemente einer UKV

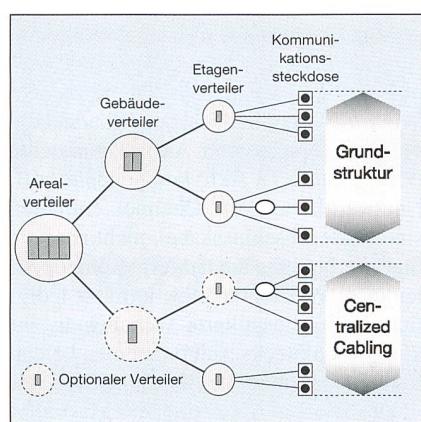


Bild 3 Mögliche Strukturvarianten einer UKV

zonenverkabelung hat nie die gleiche Bedeutung wie die 100 m der Horizontalverkabelung erlangt und wurde daher fallen gelassen.

Arbeitsplatzzerschliessung

Ein potenzieller Arbeitsplatz soll durch mindestens zwei Kommunikationssteckdosen erschlossen werden. Dabei gilt als Anforderung für die 1. Kommunikationssteckdose ein symmetrisches Kupferkabel mit 4 Paaren und für die 2. Kommunikationssteckdose ein symmetrisches Kupferkabel mit 4 Paaren oder Glasfasern.

Kabel mit nur 2 Paaren werden als Alternative erwähnt. Allerdings führt dies zu Einschränkungen. Es werden dagegen keine Empfehlungen für die optimale Anzahl von Kommunikationssteckdosen am Arbeitsplatz und für den Medienmix gegeben.

Anforderungen an elektrische Strecken

In Kapitel 6 der Norm werden die Übertragungseigenschaften von elektrischen Verkabelungsstrecken definiert. Aufgeführt werden neu 6 Klassen von Strecken (bisher 4):

- Klasse A: definiert bis 100 kHz

- Klasse B: definiert bis 1 MHz
- Klasse C: definiert bis 16 MHz
- Klasse D: definiert bis 100 MHz
- Klasse E: definiert bis 250 MHz
- Klasse F: definiert bis 600 MHz.

Es wird festgehalten, dass die Klassen A bis D standardisierte Technologien unterstützen. Die neuen Klassen E und F, die auf den heute verfügbaren besseren Komponenten (Kabel, Stecksysteme) beruhen, sind für künftige Technologien gedacht. In der Horizontalverkabelung sollen mindestens die Anforderungen von Klasse D erfüllt werden. Die Grenzwerte der Klassen E und F wurden in der Praxis schon lange verwendet. Erst jetzt sind sie aber international standardisiert. Neu ist, dass alle Grenzwerte aus Formeln abgeleitet werden. Die Werte an den Stützstellen sind nur zur Information aufgeführt.

Für jede dieser Klassen werden die Channel-Eigenschaften spezifiziert. Die Anforderungen an den Permanent Link befinden sich im Anhang der Norm. Die Channel-Eigenschaften haben folgende Bedeutung:

- Sie dienen als Vorgaben bzw. Information für die Entwickler von Aktivkomponenten. Künftige Übertragungstechnologien können darauf aufbauen.
- Sie sind der Ausgangspunkt für die Festlegung von Kabel- und Stecker-spezifikationen. Genau bei diesem Prozess gab es allerdings erhebliche Schwierigkeiten.

Tabelle I zeigt eine Zusammenstellung der Parameter für eine elektrische Strecke. Wie man sieht, handelt es sich um sehr viele Parameter, was eine grosse Herausforderung an die Hersteller von Messgeräten darstellt.

Referenz-Implementationen

In diesem Kapitel wird der Zusammenhang zwischen Channel-Eigen-schaften und Komponenten, also zwischen Klassen und Kategorien, hergestellt. Speziell wird festgehalten: Für

einen Channel der Klassen D (bzw. E oder F) braucht es Komponenten der Kategorie 5 (bzw. 6 oder 7).

«Optische Strecken»

Für optische Strecken werden neu 3 optische Klassen definiert: OF-300 (OF-500, OF-2000) unterstützt Applikationen über eine Distanz von mindestens 300 m (500 m, 2000 m). Das Konzept ist ganz klar von den elektrischen Klassen abgeleitet. Die praktische Bedeutung der optischen Klassen wird aber wohl gering bleiben.

Anforderungen an elektrische Kabel

Im Vergleich zur 1. Ausgabe finden sich nur wenige Kabelspezifikationen in der 2. Ausgabe. Dies wurde erreicht durch Verweise auf Kabelnormen der Reihe IEC 61156-x. Da dort aber nicht alles definiert ist, finden sich dennoch Tabellen für zusätzlich geforderte Eigenschaften. Dieser Teil umfasst aber nur noch 3 Seiten. Eine explizite Definition von Kabelkategorien findet man nicht.

Anforderungen an optische Kabel

Als optische Medien werden neu 3 Typen von Multimodefasern (OM1, OM2 und OM3) und 1 Typ von Monomodefasern (OS1) definiert. Wie Tabelle II zeigt, unterscheiden sich die 3 Typen von Multimodefasern beim Bandbreiten-Längen-Produkt. Dabei wird neu differenziert zwischen Overfilled Launch (Anregung mit LED) und Laser Launch (Anregung mit Laserdioden).

Der Typ OM1 entspricht den Multimodefasern von Ausgabe 1. Er ist – wie Typ OM2, der eine höhere Bandbreite bei 850 nm besitzt – nur für Overfilled Launch definiert. Der Typ OM3 ist hingegen auch für Laser-Anregung definiert. Bei der Festlegung der Parameter wurde mit der IEEE-Arbeitsgruppe für 10-Giga-bit-Ethernet zusammengearbeitet. Bei serieller Übertragung gemäß 10GBASE-SR⁴⁾ werden 300 m über OM3-Fasern erreicht.

Stecksysteme

Bei den elektrischen Stecksystemen wird bei den Kommunikationssteckdosen

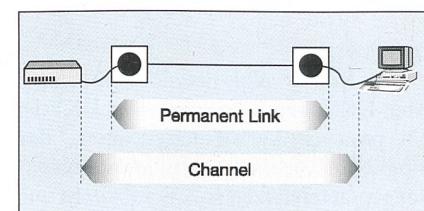


Bild 4 «Channel» und «Permanent Link»

auf IEC-Stecker-Normen (IEC 60603-7-x) verwiesen. Für Stecksysteme in Verteilern und in Consolidation Points werden dagegen alle Anforderungen in der 2. Ausgabe selbst festgelegt.

In einem separaten Abschnitt wird festgehalten, dass Stecksysteme rückwärtskompatibel sein müssen. Dies bedeutet: ein Kategorie-7-Stecker in einer Kategorie-5-Buchse muss eine Kategorie-5-Verbindung ergeben (und nicht *keine* Verbindung, wie in der Praxis manchmal zu beobachten ist).

Bei den optischen Stecksystemen wird an der Kommunikationssteckdose nach wie vor der SC-Duplex-Stecker gemäss IEC 60874-19-1 spezifiziert.

UKV gestern

Die 1. Ausgabe wurde 1995 verabschiedet. Inzwischen sind sehr viele Verkabelungen nach dieser Norm erstellt worden. Sind diese nun schon veraltet?

Horizontalverkabelung

Als höchste Anforderung für die Horizontalverkabelung wurde in der 1. Ausgabe die Klasse D (1995) definiert. Sie erfordert den Einsatz von Komponenten der damaligen Kategorie 5. Massgebend für die Anforderungen von Klasse D waren Fast Ethernet (100BASE-TX⁴⁾) und FDDI⁵⁾ über Kupfer. Von Gigabit Ethernet über Kupfer (1000BASE-T⁴⁾) sprach damals noch niemand.

Daraus ergibt sich: Eine Horizontalverkabelung gemäss Klasse D (1995) unterstützt Fast Ethernet gemäss 100BASE-TX und unterstützt meistens – aber nicht garantiert – auch 1000BASE-T.

Wer seine Horizontalverkabelung auf der Basis von Klasse D (1995) erstellt hat, kann darüber Fast Ethernet mit einer Datenrate von 100 Mbit/s sicher betreiben. Dies ist heute die Standard-Technologie, sie wird es noch einige Jahre bleiben. Oft ist sogar Gigabit Ethernet mit 1 Gbit/s möglich. Eine im Jahr 1995 erstellte Verkabelung kann also sicher 10 Jahre, in vielen Fällen sogar 15 und mehr Jahre betrieben werden. Ein Hauptziel bei der Entwicklung des UKV-Prinzips – nämlich eine lange Lebensdauer – wurde also erreicht.

Backbone-Verkabelung

In der 1. Ausgabe wurden Multimode- und Monomodefasern für den Backbone (Steigzone und Areal) spezifiziert. Bei den Multimodefasern wurde ein Kern-Manteldurchmesser von 62,5/125 µm empfohlen. Sonst gab es keine konkreten Empfehlungen zum Medienmix.

Nr.	Parameter	für Klasse	Typischer Wert, Bemerkungen
1	Wellenimpedanz	A-F	100 Ω nominal
2	Return Loss ¹⁾	C-F	Klasse D: 10 dB bei 100 MHz
3	Dämpfung	A-F	Klasse D: 24 dB bei 100 MHz
4	NEXT-Dämpfung ²⁾	A-F	Klasse D: 30,1 dB bei 100 MHz
5	ACR ³⁾	A-F	Klasse D: 6,1 dB bei 100 MHz
6	ELFEXT ⁴⁾	D-F	Klasse D: 17,4 dB bei 100 MHz
7	DC-Widerstand	A-F	Klasse D: 25 Ω
8	Widerstandsabweichung	A-F	Klasse A-F: max. 3%
9	DC-Strom	D-F	Mindestens 175 mA pro Leiter
10	DC-Spannung	D-F	Mindestens 72 V zwischen Leitern
11	Leistung	D-F	Mindestens 10 W pro Leiterpaar
12	Delay	A-F	Klasse D: max. 548 ns bei 100 MHz
13	Delay Skew ⁵⁾	C-F	Klasse D: max. 50 ns
14	Symmetrie	A-F	Klasse C-F: Wird noch geprüft
15	Coupling Attenuation ⁶⁾	A-F	In Entwicklung

¹⁾ Return Loss: Maß für die Einhaltung der Wellenimpedanz
²⁾ NEXT: Near End Crosstalk (Nahnebensprechen). Das Nahnebensprechen – auch Querdämpfung genannt – ist ein Maß für die Unterdrückung des Übersprechens zwischen zwei benachbarten Adernpaaren am Ende bzw. Anfang eines Kabels.
³⁾ ACR: Attenuation-to-Crosstalk Ratio, die Differenz zwischen Dämpfung und Nebensprechen
⁴⁾ ELFEXT: Equal Level Far End Crosstalk, das Übersprechen am fernen Ende
⁵⁾ Delay Skew: Laufzeitunterschied der 4 Paare eines Kabels
⁶⁾ Coupling Attenuation: Kopplungsdämpfung

Tabelle I Anforderungen an elektrische Strecken

Wichtige Aktivtechnologien waren damals FDDI und 100BASE-FX⁴⁾, die optische Variante von Fast Ethernet. Von FDDI kam die Empfehlung für den Kern-Manteldurchmesser von 62,5/125 µm. Gigabit Ethernet existierte noch nicht.

Für die Steigzonenverkabelung ergibt sich:

- Wer Multimodefasern vom Typ 62,5/125 µm bis zur Maximaldistanz von 500 m verlegt hat, ist bei Gigabit Ethernet gemäss 1000BASE-SX⁴⁾ im Nachteil. Die maximal garantierte Distanz beträgt nur 275 m. Allerdings steht mit 1000BASE-LX⁴⁾ eine etwas teurere Alternative zur Verfügung, die bis 550 m überbrückt.
- Wer entgegen der Empfehlung in [2] Multimodefasern vom Typ 50/125 µm verlegt hat, ist im Vorteil. Sowohl 1000BASE-SX als auch 1000BASE-LX erreichen darüber 550 m.

Für die Arealverkabelung ergibt sich:

- Wer nur Multimodefasern verlegt hat, ist bei Gigabit Ethernet auf 550 m limitiert.
- Wer nach gängiger Praxis auch Monomodefasern verlegt hat, ist in einer komfortablen Lage, da Gigabit Ethernet gemäss 1000BASE-LX bis zu 5000 m Distanz erreicht.

Fazit: Eine Verkabelung nach ISO/IEC 11801 (1995) ist noch nicht veraltet und hat nach wie vor einen hohen Nutzwert. Dies gilt, obwohl bei der Festlegung der Norm nicht alle Entwicklungen richtig vorausgesehen wurden. Die Verabschiedung der 2. Ausgabe macht bisherige Verkabelungen nicht obsolet, sondern hat vor allem Auswirkungen auf neue Installationen.

UKV – die Zukunft

Seit der Verabschiedung der ersten UKV-Norm im Jahre 1995 hat eine Reihe technischer Veränderungen stattgefunden. Die Erfahrung zeigt, dass sich die zurückliegende Entwicklung nur teilweise an die Prognosen aus der Mitte der Neunzigerjahre gehalten hat. Trotzdem soll auch hier ein Ausblick auf die kommenden Veränderungen gewagt werden.

Als Basis dafür dienen die folgenden Annahmen über Kommunikationsanwendungen:

- Für den Benutzer an einem typischen Büroarbeitsplatz sind keine grundlegend neuen Anwendungen in Sicht. Wichtige Anwendungen sind und bleiben: Dateiablage, Drucken, Datenbank-Applikationen, E-Mail, Intra- und Internet-Zugang.

Typ	Kerndurchmesser [µm]	Bandbreiten-Längen-Produkt			
		Overfilled Launch Bandwidth ¹⁾ 850 nm	Bandwidth ¹⁾ 1300 nm	Effective Laser Launch Bandwidth ²⁾ 850 nm	Bandwidth ²⁾ 1300 nm
OM1	50 oder 62,5	200 MHz · km	500 MHz · km	Nicht spezifiziert	–
OM2	50 oder 62,5	500 MHz · km	500 MHz · km	Nicht spezifiziert	–
OM3	50	1500 MHz · km	500 MHz · km	2000 MHz · km	–

¹⁾ Bandbreite bei Anregung aller Moden
²⁾ Bandbreite bei Laser-Anregung

Tabelle II Spezifikationen für Multimodefasern

- Die weitere Entwicklung und Verbreitung von Voice over IP (VoIP) ist unklar. Die benötigte Datenrate ist aber in jedem Fall gering (< 200 kbit/s).
- Noch weniger klar ist der Bedarf an digitaler Videoübertragung bis zum Arbeitsplatz. In jedem Fall gilt, dass eine Datenrate von 100 Mbit/s dafür ausreicht.
- Analoge Fernsehübertragung zum Arbeitsplatz ist die Ausnahme, nicht die Regel.
- Ein steigender Anteil von Endgeräten für die Sprach- und Datenkommunikation funktioniert drahtlos.
- Im Backbone sind folgende Trends erkennbar: Zentralisierung von Servern; immer noch steigendes Datenvolumen; Wunsch nach hoher Verfügbarkeit durch redundante Systeme (gespiegelte Systeme an verschiedenen Standorten); Trennung von Verarbeitung und Speicherung von Daten (Storage-Systeme).

Neu gegenüber der Standortbestimmung aus dem Jahre 1996 sind in der obigen Liste vor allem die drahtlosen Systeme [4]. Aus diesen Trends lassen sich die Anforderungen an die UKV der Zukunft zumindest ansatzweise ableiten.

Horizontalverkabelung

In der Horizontalverkabelung ist bereits ein sehr hoher Stand erreicht. Es ist keine Notwendigkeit für Datenraten grösser als 1 Gbit/s erkennbar. Diese Datenrate kann mit Gigabit Ethernet über Kupfer gemäss 1000BASE-T bereits heute recht kostengünstig realisiert werden. Die Minimalanforderung dafür ist Klasse E (2000). Der echte Vorteil von Klasse E oder F liegt im höheren Sicherheitsabstand gegenüber den Minimalanforderungen im Frequenzbereich von 1 bis 100 MHz. Der Frequenzbereich über 100 MHz wird dagegen von Gigabit Ethernet praktisch nicht genutzt.

Es existieren zwar Vorschläge und teilweise auch Normen für LAN-Technolo-

gien⁶⁾ auf der Basis von Klasse E oder F. Es ist aber sehr ungewiss, ob es auch entsprechende Produkte geben wird.

Fazit: Bei der Horizontalverkabelung zeichnet sich ein Ende der Entwicklung bei 1 Gbit/s ab. Durch das Aufkommen von drahtlosen Systemen sind tendenziell weniger Kommunikationsanschlüsse erforderlich.

Fiber-to-the-Desk

Mit der 2. Ausgabe und dem Konzept des Centralized Cabling ist FTTD auch eine UKV-Variante geworden. Die Vorteile sind:

- kein Platzbedarf für Etagenverteiler;
- keine Probleme mit der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV);
- die passive Infrastruktur ist nicht teurer als eine Kupferverkabelung.

Dem stehen aber folgende Nachteile gegenüber:

- Die Speisung von Endgeräten ist nicht möglich. Für die klassische Telefonie ist daher eine separate Kupferverkabelung nötig.
- Unsicherheit bei der Medienwahl, speziell bei Multimodefasern: der Vorsprung gegenüber Kupfer bei Distanz und Datenrate ist geschrumpft.

- Weniger Auswahl und deutlich höhere Kosten bei den Aktivkomponenten.

Diese Nachteile haben zur Folge, dass FTTD keine wesentlich grössere Verbreitung erreichen wird.

In gewissen Fällen stellt die Variante Fiber-to-the-Office in Kombination mit VoIP eine attraktive Lösung dar, weil eine separate Telefonieverkabelung entfällt. Voraussetzung dafür sind Aktivkomponenten, die am Arbeitsplatz auch wirklich einsetzbar sind (geringe Geräuschentwicklung), und eine grössere Akzeptanz von VoIP.

Backbone-Verkabelung

Im Gegensatz zur Arbeitsplatzverkabelung besteht im Backbone nach wie vor ein Bedarf nach höheren Datenraten. Das Medium der Wahl sind Glasfasern. Aber welche?

Die Entwicklung der letzten Jahre hat deutlich gezeigt, dass Multimodefasern bereits bei Datenraten von 1 Gbit/s an neue Grenzen stossen. Während vor 10 Jahren noch die Dämpfung der limitierende Faktor war, so ist es heute die Bandbreite. Etwas salopp ausgedrückt: die Fasern sind zu langsam. Bei 1 Gbit/s erreicht man mit keinem Typ von Multimodefasern die Areal-Maximaldistanz von 2000 m. Bei 10 Gbit/s erreicht man auch mit den neuen OM3-Fasern nur 300 m. Es ist absehbar, dass LAN-Technologien mit höheren Datenraten als 10 Gbit/s entwickelt werden. Dies lässt sich durch schnellere serielle Übertragung auf einer Wellenlänge oder durch parallele Übertragung auf mehreren Wellenlängen mittels Wavelength Division Multiplexing (WDM) erreichen.

Schnellere serielle Übertragung über vernünftige Distanzen ist eigentlich nur mit Monomodefasern möglich. WDM

Am 16. Januar 2003 findet im Kongresshaus Zürich eine Informationstagung statt zum Thema

Universelle Kommunikationsverkabelung Richtig angewendet, richtig installiert, nach ISO/IEC 11801/EN50173:2002

Details sind aus dem Tagungsprogramm ersichtlich.

Siehe auch www.electrosuisse.ch (Rubrik Veranstaltungskalender).

funktioniert dagegen über beide Fasertypen. Bei der Entwicklung von 10-Gigabit-Ethernet wurden beide Verfahren angewendet. Es ist noch zu früh, um klare Trends auszumachen, aber es ist davon auszugehen, dass beide Verfahren kombiniert angewendet werden, um die nächste Generation von LAN-Technologien zu entwickeln.

Was heisst dies für die Backbone-Verkabelung? Bei 10 Gbit/s mittels serieller

Übertragung stoßen Multimodefasern an ihre Grenzen. Die Maximaldistanz von 300 m genügt wohl innerhalb von Gebäuden, nicht aber für grössere Areale. Daraus folgt, dass eine zukunftssichere Backbone-Verkabelung auf der Basis von Monomodefasern aufgebaut sein muss. Dies führt zur Empfehlung, im Backbone Multimode- und Monomodefasern zu installieren, was heute schon in vielen Fällen praktiziert wird.

Entwicklung der Datenraten

Es scheint, dass die Zeit der stürmischen Entwicklung der LAN-Datenraten vorbei ist. Im WAN-Bereich⁷⁾ ist dagegen ein grosser Nachholbedarf auszumachen. Im Prinzip besteht der Wunsch nach gleich hohen Datenraten wie im LAN. Der Schwerpunkt der Entwicklung dürfte sich also in den nächsten Jahren vom LAN ins WAN verlagern.

Referenzen

- [1] ISO/IEC 11801: Information Technology – Generic Cabling for Customer Premises, Second Edition (2002).
- [2] ISO/IEC 11801: Information Technology – Generic Cabling for Customer Premises, First Edition 1995.
- [3] ISO/IEC 11801: Information Technology – Generic Cabling for Customer Premises, Edition 1.2 (2000).
- [4] Martin Saner, Markus Golder, Werner Tanner: Neue Kabel braucht das Land! – Wirklich? Bulletin SEV/VSE 19/1996.

Adresse des Autors

Dr. Martin Saner, SNT Saner Netzwerktechnik,
CH-8624 Grüt, martin.saner@snt.ch

¹ Klasse: Eine Einteilung für die Übertragungseigenschaften einer Verkabelungsstrecke, d.h. eines installierten Kabels, das beidseitig an Steckdosen angeschlossen ist.

² Kategorie: Eine Einteilung für die Übertragungseigenschaften von Kabeln oder Stecksystemen.

³ Consolidation Point: Übergang zwischen einem permanenten installierten und einem leicht veränderbaren Kabelstück im Horizontalbereich.

⁴ IEEE 802.3

⁵ FDDI: Fiber Distributed Data Interface

⁶ LAN: Local Area Network

⁷ WAN: Wide Area Network. Ein Netzwerk, das Verbindungen über grosse Distanzen ermöglicht.

Le câblage de communication: hier, aujourd'hui, demain

Nouvelle norme pour le câblage universel de communication

Au mois d'août, la 2^e édition de la norme ISO/CEI 11801 a (enfin) été adoptée. Elle est consacrée au câblage universel de communication (CUC) et remplace la première édition datant de 1995. L'article décrit l'état actuel de la norme et expose les conséquences de la nouvelle norme pour les installations câblées déjà existantes. En outre, il tente de dégager des tendances actuelles un pronostic du développement des CUC au cours des années à venir. Les scénarios d'évolution suivants paraissent vraisemblables:

- pour le câblage horizontal, on peut prévoir la fin du développement à 1 Gbit/s
- la technique FTTD «Fiber-to-the-Desk» ne connaîtra pas de diffusion beaucoup plus importante
- un câblage Backbone d'avenir doit être constitué sur la base de fibres monomode.

HYUNDAI

DIE WIRTSCHAFTSWUNDER INKL. 3-JAHRESGARANTIE OHNE KM-LIMITE.



H-1 2400 Combi Deluxe mit 135 PS,
2.4 Motor, Radio/CD und **1174 kg**
oder **1214 kg Nutzlast** ab:

Fr. 22'990.-

H-1 2500 TDI Van Deluxe
mit 2.5 Turbodiesel,
100 PS, Radio/CD und
1117 kg Nutzlast für:

Fr. 25'990.-

Nettopreise inkl. MWSt.



neu



Der neue H-1 2500 TDI Camionnette
mit 2.5 Turbodiesel, 100 PS,
1444 kg Nutzlast (inkl. Brücke)
und Radio/CD für:

Fr. 24'990.-

Ich möchte eine Probefahrt einen Prospekt

Vorname/Name _____ BU _____

Strasse/Nr. _____

PLZ/Ort _____

www.hyundai.ch

Koreas Nr. 1

Alles dabei  HYUNDAI

HYUNDAI EFL-LEASING vorteilhafte Finanzierung: Leasing, diskret und schnell, Tel. 052 208 26 40

Senden an: HYUNDAI AUTO IMPORT AG, Steigstrasse 28, 8401 Winterthur,

Tel. 052 208 26 33, Fax 052 208 26 29. Oder an Ihren HYUNDAI-Vertreter.