

Zeitschrift: Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses

Band: 80 (1989)

Heft: 19

Artikel: Lichtwellenleiter im lokalen Bereich

Autor: Schüssler, H.

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-903725>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.10.2024

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

Lichtwellenleiter im lokalen Bereich

H. Schüssler

Die Verbindungen öffentlicher Netze für den Weit- und Regionalverkehr werden heute fast ausschliesslich mit Hilfe von Glasfaserstrecken realisiert. Im lokalen Bereich hingegen sind für einen breiten Einsatz der Lichtwellenleiter noch grosse Entwicklungsanstrengungen notwendig. Der Aufsatz beschreibt Konzepte und Entwicklungen, welche eine wachsende Bedeutung der Glasfasertechnik auch in lokalen Netzen erwarten lassen.

Aujourd'hui, les liaisons des réseaux publics de communications à distance et régionaux sont réalisées presque uniquement avec des fibres optiques. Au niveau local, par contre, de gros efforts de développement pour l'utilisation des guides d'ondes lumineuses sont encore nécessaires. L'article décrit des concepts et développements qui laissent présumer la place croissante que la technique des fibres optiques va prendre aussi pour les réseaux locaux.

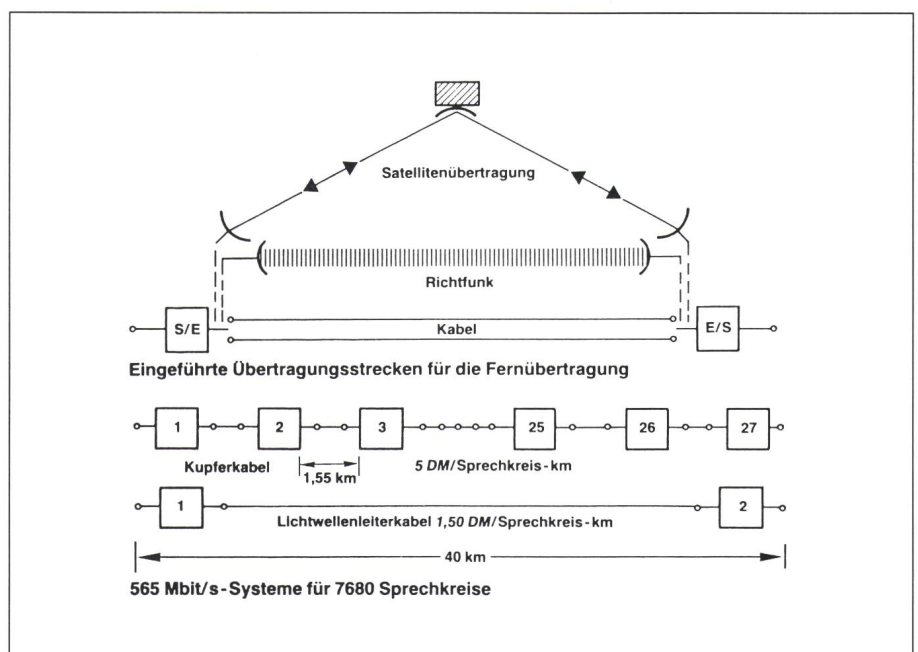
Adresse des Autors:

Dr.-Ing. Hans Schüssler, Mitglied des Vorstandes der AEG Kabel Aktiengesellschaft, Bereich Nachrichtentechnik, D-4050 Mönchengladbach.

In den letzten Jahren hat sich die Lichtwellenleiterübertragung als Substitution für andere Übertragungstechniken in vielen Anwendungen schon durchgesetzt (Fig. 1). In einer Weitverkehrsverbindung zur Übertragung von Fernsprechsignalen für Leitungssysteme grösserer Entfernung und Bündelstärke kostet die günstigste Lösung in Kupfertechnik noch etwa DM 5,- pro Sprechkreis-km.

Die Lichtwellenleitertechnik dagegen erlaubt es, diesen Aufwand auf DM 1,50 pro Sprechkreis-km zu senken; für die Zukunft kann man bei stärkerer Ausnutzung der Multiplexmöglichkeiten der Glasfasertechnik und durch Übertragung grösserer Bündelstärken sogar mit weiteren Kostenreduktionen für diese Technik rechnen.

Die Lichtwellenleitertechnik kann in Weitverkehrsverbindungen auch kostengünstiger als Richtfunk eingesetzt werden, insbesondere auf Strecken mit hoher Verkehrsleistung. Im interkontinentalen Verkehr, aber noch deutlicher im kontinentalen Verkehr, sind Kabelstrecken mit Lichtwellenleitern, vor allem wegen der grösseren Nutzungsdauer, auch kostengünstiger als Satellitenverbindungen. Eine besondere Innovation, technisch und kostenmässig, war in den bisher beschriebenen Einsatzfällen nicht zu erzielen, weil die Aufwendungen für die Fernübertragung nur etwa 15–20% des Gesamtaufwands eines Netzes ausmachen. Erst der Einsatz der Glasfaser von Teilnehmer zu Teilnehmer wird die Einführung von neuen Breitbanddiensten ermöglichen.



Figur 1 Vorteile der Lichtwellenleitertechnik bei der Fernübertragung von Informationen

Lichtwellenleiter in Teilnehmernetzen

Charakteristika der Teilnehmernetze

Das Teilnehmeranschlussnetz, d.h. der Anschluss von Teilnehmern an eine Zentrale, verschlingt in einem Nachrichtennetz einen wesentlichen Teil der für das Gesamtnetz notwendigen Aufwendungen. Im Telefonnetz zum Beispiel macht dieser Netzteil ohne Zentrale 40% und mit Zentrale 60% des Aufwandes des Gesamtnetzes aus.

Eine Analyse der Funktionen des Teilnehmeranschlussnetzes zeigt deutlich, dass vier wesentliche Teile des Netzes zu unterscheiden sind:

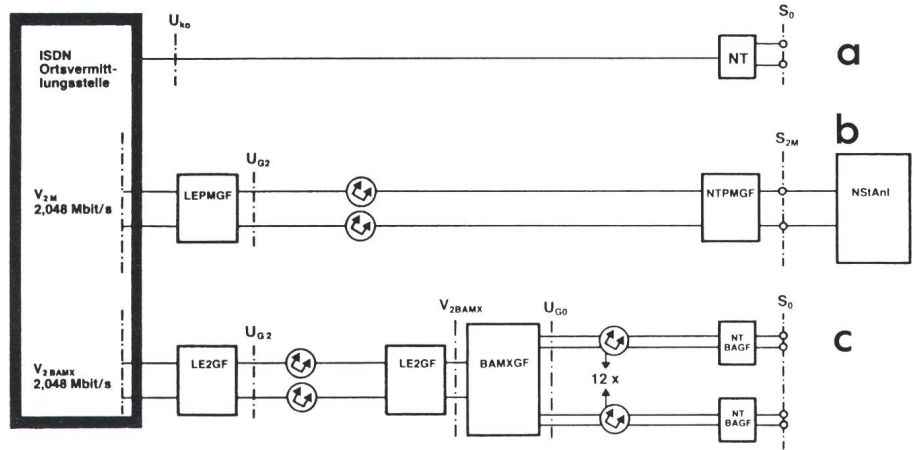
- die Teilnehmeranschaltung an der Zentrale
- das eigentliche Kabelnetz
- Konzentratoren oder Multiplexer
- die Teilnehmeranschaltungsschaltung.

Will man das Kupferkabelnetz durch ein Glasfaserkabelnetz ersetzen, kann man das in der gleichen Netztopologie tun, oder man kann eventuell andere aufwandsärmere Topologien realisieren. Ferner kann man Konzentratoren oder Multiplexer mit passiven oder aktiven Funktionen in das Netz einführen. Wesentlich für die Beurteilung der technischen Möglichkeiten ist, dass eine ausreichende Flexibilität erreicht wird, die bestehende Infrastruktur so weit wie möglich mitbenutzt werden kann und die für den Teilnehmer notwendigen Leistungen bei minimalem Aufwand erbracht werden.

Einführung von Teilnehmeranschlüssen mit Glasfasern

Ein erster Versuch, für neue Dienstleistungen und zur Zusammenfassung bestehender Dienstleistungen einen neuen Teilnehmeranschluss zu entwickeln, das Bigfon-Projekt der Deutschen Bundespost, ist Mitte der 80er Jahre gescheitert.

Zwar hat man daraus die Technik für einen Breitband-Kommunikationsanschluss ableiten können, wie er z.B. für die Realisierung von Videokonferenzverbindungen notwendig ist. Auch die Möglichkeit der schnellen Datenübertragung ist mit dieser Art von Technologie heute schon bei entsprechendem Bedarf wirtschaftlich realisierbar. Doch die Nachfrage nach Breitbanddiensten ist heute noch sehr begrenzt. Für die üblichen Fernmelde-



Figur 2 ISDN-Anschlusschema mit Glasfaserverwendung

- a ISDN-Basisanschluss $B_1 + B_2 + D_0$
- b Primärmultiplexanschluss $30 \times B + D_2$
- c Basisanschluss über Basisanschlussmultiplexer $12 \times (B_1 + B_2 + D_0)$

dienste und auch für das im Augenblick der Einführung befindliche Schmalband-ISDN sind die im Bigfon-Projekt entwickelten Techniken zu aufwendig.

Bald nach dem Auslaufen der Bigfon-Projekte hat die Diskussion über die Einführung anderer Systeme eingesetzt. Auch die Netzträger, wie z.B. die Bundespost, haben sich überlegt, ob es möglich ist, mit der neuen Glasfasertechnologie wirtschaftlich Teilnehmeranschlüsse zu realisieren. Drei solcher möglichen Anschlüsse werden im folgenden diskutiert:

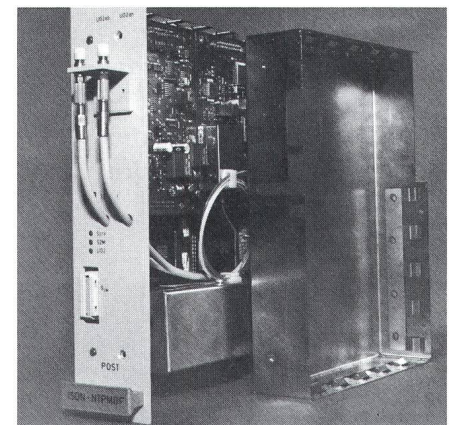
- ISDN-Primäranschluss für ein Bündel von 15 ISDN-Anschlüssen für den Anschluss von Nebenstellenanlagen an öffentlichen Vermittlungsstellen.
- ISDN-Basisanschluss für zwei 64-kbit/s-Übertragungskanäle und einen 16-kbit/s-Datenkanal.
- Kombiniertes Anschluss für Fernsprechen und Übergabepunkt für das Kabelfernsehen und den Tonrundfunk.

ISDN-Primäranschluss

Für den ISDN-Primäranschluss gibt es bereits eine wirtschaftliche Glasfaserlösung, die gegenüber dem Einzelanschluss den Vorteil hat, dass sie nicht den 15fachen Aufwand eines Einzelanschlusses verursacht, sondern wesentlich günstiger realisiert werden kann (Fig. 2). Die Deutsche Bundespost beabsichtigt deswegen, diesen

Anschluss künftig für etwa die 7fache Grundgebühr eines Einzelanschlusses anzubieten.

Ein für diesen Einsatzfall von AEG Kabel entwickeltes Gerät, das die Teilnehmeranschlusschaltung enthält, zeigt Figur 3. Die Glasfaserübertragung erfolgt mit Lasern über Entfernungen bis zu 15 km, so dass auch eine Fernanschaltung an fremde Vermittlungsstellen in der Anfangszeit der Einrichtung des ISDN über Ortsverbindungs- und Fernleitungen möglich ist. Die Übertragungsrate beträgt 2 Mbit/s. Auf der Teilnehmerseite existiert ein vierdrähtiger Anschluss, eine S_{2M} -Schnittstelle, an die direkt eine Nebenstellenanlage angeschlossen werden kann. Das Gerät enthält neben den Schaltungen für die Informationsübertragung mit niedriger Fehlerrate



Figur 3 Teilnehmeranschlussgerät für einen Primärmultiplex-ISDN-Anschluss

zusätzlich Überwachungsschaltungen für die Fernüberwachung und Diagnose von der Vermittlungsstelle aus.

ISDN-Basisanschluss

Für den ISDN-Einzelanschluss am Basisanschluss-Multiplexer (siehe Fig. 2) hat AEG Kabel ein besonders aufwandarmes Übertragungssystem unter Nutzung der aus den CD-Plattenspiellern existierenden Lasertechnologie bei 850 nm vorgeschlagen (Fig. 4). Dabei wird in Kauf genommen, dass eine spezielle Betriebsart für die – als Standard bei den meisten Postverwaltungen auch für das Ortsnetz eingeführten – Einmodenfaser benutzt werden muss, nämlich eine Dualmodeübertragung, bei der man unterhalb der sogenannten Grenzwellenlänge arbeitet, die bei etwa 1200 nm liegt. Beim Dualmodebetrieb hat man keine einwellige Ausbreitung mehr, sondern zwei Moden, die unterschiedlich schnell laufen. Dadurch entsteht eine Impulsverbreiterung, die bei niedrigen Bitraten und bei der Länge der üblichen Teilnehmeranschlussleitungen so klein bleibt, dass sie die Übertragung nicht stört. Übertragungsversuche haben ergeben, dass Entfernungen bis zu 5 km selbst mit 140 Mbit/s überbrückt werden können.

Noch nicht gelöst ist allerdings der direkte Anschluss der optischen Strecke an die heute eingeführten Vermittlungsstellen, weil an diesen Vermittlungsstellen keine vierdrätigen Ausgänge vorgesehen sind, wie man sie für die optische Übertragung braucht. Die Systemfirmen waren bisher nicht bereit, die internen, in der Vermittlungsstelle vorhandenen, vierdrätigen Zuführungen als V-Schnittstelle zum Anschluss einer optischen Teilnehmerleitung zu definieren und anzubieten. Beim ISDN-Einzelanschluss wird es deswegen vorläufig bei einer Kupfer Teilnehmeranschlussleitung bleiben müssen.

Kombinierte Anschlüsse

Besonders interessant ist der kombinierte Anschluss von Telefon und Fernsehverteilung, der überleitet zum sogenannten IBFN, einem Netz, das alle Dienste, die sich ein Teilnehmer überhaupt auch langfristig wünschen kann, zuzuführen gestattet. Für dieses Universalnetz sind internationale Standardisierungsarbeiten im Gange. Die EG hat für diese Aufgabe speziell ein Forschungsprogramm, das so-

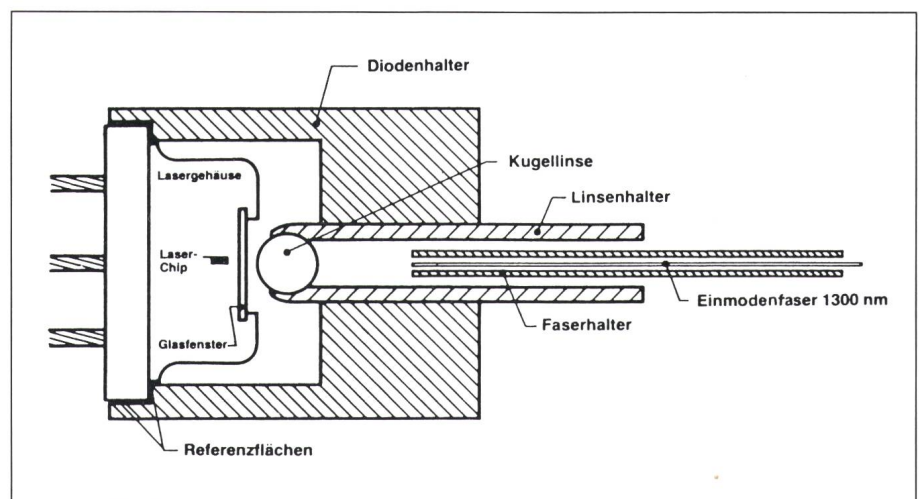
nannte RACE-Programm, initiiert. Es scheint aber, dass die weitreichende Zielsetzung eines Universalnetzes einmal wegen der sehr komplizierten Normungsüberlegungen, zum anderen aber auch wegen der heute noch zu aufwendigen Technologie frühestens in der zweiten Hälfte der 90er Jahre, wahrscheinlich aber erst im nächsten Jahrtausend realisiert werden kann.

An vielen Stellen werden deshalb Versuche mit konventionelleren Konzepten unternommen. Einmal versucht man, die heute parallel laufenden Aktivitäten der Kupferverkabelung mit Doppeladerkabeln für das Telefon und mit Koaxialkabeln für die Rundfunk- und Fernsehprogrammverteilung zusammenzufassen und die Verbindungen zum Teilnehmer mit wenigen Glasfasern zu realisieren. Solche Systemkonzepte sind insbesondere aus den USA bekanntgeworden, wo einige der lokalen Telefongesellschaften Systeme erproben. Der Vorteil dieser Systeme liegt darin, dass man eine größere Anzahl von Teilnehmern über nur eine Leitung anbinden kann und in Form eines Bus-Systems die eigentliche logische Verbindung durch zusätzliche Mittel im Übertragungssystem realisiert. Die Rundfunk- und Fernsehprogramme können über eine Glas-

faser mit *passiven Abzweigern* gleichzeitig mehreren Teilnehmern zugeführt werden, ähnlich wie es heute bei den Baumnetzen mit Koaxialkabeln gemacht wird. Insgesamt ergibt sich damit eine Reduktion der Leitungslänge und der Zahl der elektrooptischen Wandler pro Teilnehmer. Die Deutsche Bundespost hat mit der Firma Raynet einen Vertrag abgeschlossen und wird ein in den USA entwickeltes System in Deutschland erproben.

Einzelanschluss von konventionellem Telefon

Der Vollständigkeit halber wird noch auf ein anderes Konzept hingewiesen, das insbesondere in den angelsächsischen Ländern realisiert wird. Es handelt sich um den Einzelanschluss eines *konventionellen* Telefons. Man geht davon aus, dass auf einem größeren Teil der Kabelstrecken zum Teilnehmer (Hauptkabel) die Signale, in Form von Multiplexsignalen auf einer Glasfaser bis zu einem Multiplexer im Vorfeld zusammengefasst, übertragen werden und nur noch die letzten 50...500 m als Sternnetz mit der üblichen Kupferkabeltechnik realisiert werden. Durch die Multiplexnutzung der Fasern ist dieses System heute



Figur 4 CD-Laser (850 nm) mit Einmodenfaserankopplung

Typische Daten der Send- und Empfangsmodule (Dualmodebetrieb):

Optischer Sender: $P_s = -6...-9$ dBm

Optischer Empfänger: $P_e = -50$ dBm (BER = 10^{-9}) bei 2 MBit/s

Dämpfung etwa 2dB/km (850 nm)

Bandbreite \times Länge: 80 MHz \times km

Dispersionsbegrenzte Feldlängen:

2 MBit/s > 26 km (System bei 20 km dämpfungsbegrenzt)

140 MBit/s < 1 km (ohne Modenfilter)

140 MBit/s 3...5 km (mit Modenfilter)

Betrieb der 1300 nm Standard-Einmodenfaser im 1. Fenster

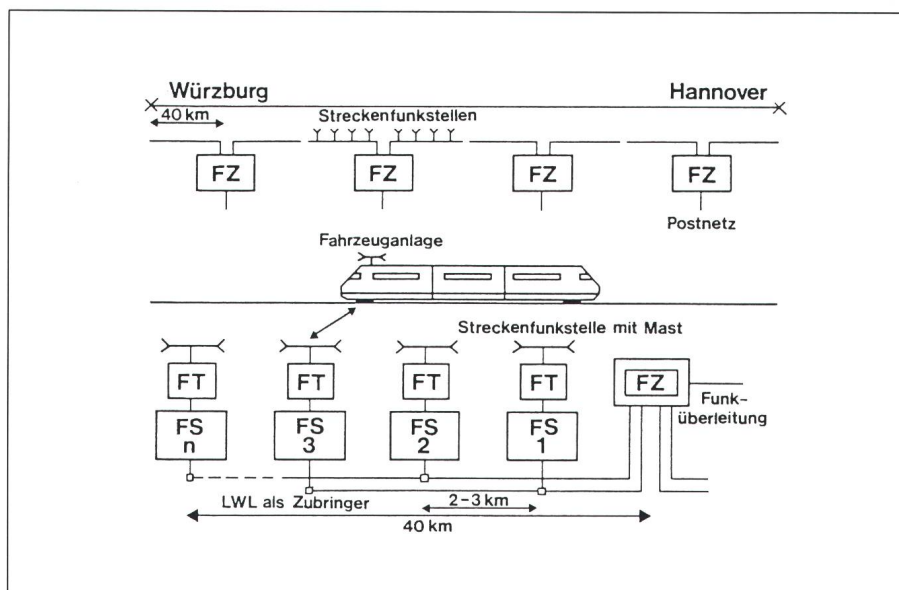
schon bei Entfernungen der Multiplexer von der Vermittlung von 3 bis 4 km wirtschaftlich realisierbar. In Kontinentaleuropa liegt die durchschnittliche Hauptkabellänge beim halben Wert, so dass diese Lösung vorerst nicht in Frage kommt. Ausserdem ergeben sich Schwierigkeiten, die Vorfeld-einrichtung (Multiplexer) in unserer dichten Bebauung unterzubringen.

System für Bahn-Kommunikationsdienste

Als Beispiel für eine Lösung, welche nach dem im vorletzten Abschnitt erwähnten Prinzip funktioniert, soll ein Netz vorgestellt werden, das AEG für die Deutsche Bundesbahn zur Versorgung der Neubaustrecken mit qualitativ hochwertigen Kommunikationsdiensten angeboten hat. Mit einem solchen System können in einem Zug gleichzeitig viele Fahrgäste telefonieren oder auch andere ISDN-Dienste benutzen. Figur 5 zeigt einen Plan für das stationäre Netz. Von einem Anschluss an das öffentliche Leitungsnetz, z.B. das ISDN, geht ein *passiv verzweigter*, optischer Leiter zu Sende- und Empfangsstellen im 40-GHz-Bereich, über den der 2-Mbit/s-Informationsstrom den stationären Antennen für eine Richtfunkübertragung zum fahrenden Zug zugeführt wird. Ein Netz von 40 km Länge mit Abzweigungen auf jeweils 2 km Abstand kann mit *einem* Lasersender von der Zentrale her versorgt werden. Es sind allerdings an jedem der Türme Empfangselemente notwendig. Für die Rückrichtung werden Sendeelemente an den Türmen und nur ein Empfangselement an der Übergabestelle benötigt. Dieses System zeigt, dass der Faseraufwand im Kabel gegen einen Einzelanschluss mit Sternnetz auf weniger als 10% gesenkt werden kann und die elektrooptischen Wandler etwa zur Hälfte entfallen können. Zusätzlich werden allerdings Kopplungen benötigt, die es erlauben, sehr dämpfungsarm optische Signale zu verzweigen. Entsprechende optische Koppler stehen heute zur Verfügung.

Private Netze in Fabriken und Verwaltungen

Vielfach liegt zwischen den Anschlusspunkten des öffentlichen Netzes und dem Teilnehmergerät ein privates Netz. Im Zuge der Durchdringung von Fabriken und Verwaltungen



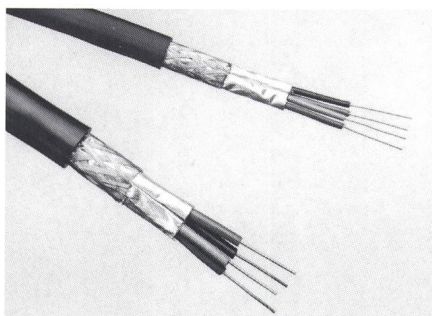
Figur 5 LWL-Anschluss- und Versorgungssystem für ein neues Post-Bahnfunksystem

- FZ Funkzentrale
- FT Funkteil
- FS ortsfeste Funkstation
- LWL Lichtwellenleiter
- Funküberleitung (mit Schnittstellen zu Kommunikationsnetzen und zukünftig zu der Betriebsleittechnik)

sowie von Privathäusern mit Informations- und Kommunikationstechnik kommt der Verkabelung von Gebäuden und grösseren Grundstücken in Form von privaten Netzen ein wachsendes Gewicht zu. Als Beispiel dient das Werksgelände von AEG Kabel in Mönchengladbach, wo auf einer Fabrikfläche von etwa 1 km² ein solches Inhousesystem zusätzlich zum existierenden Fernsprechnetz aufgebaut worden ist. Dieses Netz nimmt alle neuen Dienste auf, insbesondere die Breitbandverbindungen für Videokonferenzen und die gesamten Datenverbindungen. Das Videoverbindungsnetz erlaubt Bildkommunikation auf dem Werksgelände und den Anschluss von hausinternen Teilnehmern und des Videokonferenzstudios an das Vorläuferbreitbandnetz der Deutschen Bundespost (BVN).

An das Datennetz sind, ausgehend von einer zentralen Rechenanlage, 22 Kommunikationsrechner auf dem Werksgelände verteilt angeschlossen, die ihrerseits die Verbindung zu den heute etwa 300 Terminals - erwartet wird ein weiteres Anwachsen auf 1000 Terminals - herstellen. Dieses System ist als ausbaubares System so angelegt

worden, dass die zentralen Rechner mit den Kommunikationsrechnern in den dezentralen Stellen über ein Glasfasernetzwerk verbunden sind, das es erlaubt, Informationen nach verschiedenen Protokollen zu übertragen. Es werden auf diesen Glasfasern V24-, Tokenring- und Ethernet-Übertragungen, die sich gegenseitig in keiner Weise stören und für die es an den Übergangspunkten Zusammenschaltungsmöglichkeiten über Gateways gibt, abgewickelt. AEG Kabel hat ein Geräteprogramm zum Aufbau dieser Netze entwickelt und bietet dieses auch am Markt an. In Einzelfällen ist auch versucht worden, Terminals direkt mit Glasfasern an die Kommunikationsrechner anzuschliessen. Doch hier zeigen sich die Grenzen in der Wirtschaftlichkeit einer solchen Konzeption, und für eine Standardverkabelung der letzten 20...30 m vom Kommunikationsknoten bis zum Terminal empfehlen sich eher spezielle Kupferleitungen. Für diesen Zweck sind Kabel entwickelt worden, die aufwandsärmer sind als die üblichen Systemkabel, die die EDV-Hersteller vorschreiben, die aber den Systemanforderungen bei üblichen Verbindungen genügen (Fig. 6).



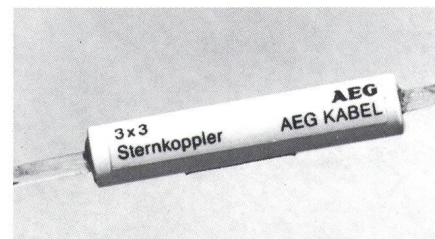
Figur 6 Symmetrische Datenkabel nach dem IBM-Konzept

Kurzstreckenverbindungen

Als Abschluss soll ein Hinweis auf interessante Zukunftsentwicklungen, auf Anwendungen der optischen Übertragung im Bereich von Kurzstreckenverbindungen gegeben werden. Beispiele sind aus dem Arbeitsgebiet *Verkehr*, z.B. von Zügen und Schiffen sowie Flugzeugen und Fahrzeugen, bekannt. Der ICE z.B. fährt

mit einer Lichtwellenleiterverbindung, die sogar über die automatische Kuppelung geführt ist und den Zugsanfang mit dem Zugsende verbindet.

Die Lichtwellenleitertechnik hat auch Vorteile bei Nutzfahrzeugen, wo es gelingt, durch Ersatz der Kupferverkabelung die elektromagnetische Beeinflussung von den in neuerer Zeit auch in diesem Bereich eingesetzten Datenverbindungen fernzuhalten. In diesen Fahrzeugen allerdings werden nicht Glasfasern aus Quarzglas, sondern aus Gründen der mechanischen Beanspruchung und der Kosten sogenannte *Kunststofflichtwellenleiter* (KWL) aus optischen niedrigdämpfenden Materialien eingesetzt. Diese gestatten, auch Fasern mit grösserem Querschnitt herzustellen, so dass das Ein- und Auskoppeln sowie das Herstellen von Steckverbindern mit diesen Fasern weniger schwierig ist. Für die Verbindung von Aggregaten wie Getriebe und Retarder in Nutzfahrzeugen wird folgendes Konzept empfohlen:



Figur 7 Sternkoppler für den LWL-Einsatz im Auto

- Stromversorgung und Datenverbindungen werden getrennt geführt.
- Datenverbindungen werden in Form eines Sternnetzes mit Sternkoppler als passives Netz aufgebaut (Fig. 7).
- Elektrooptische Wandler sind an allen Bedienungselementen und Verbrauchern vorgesehen.

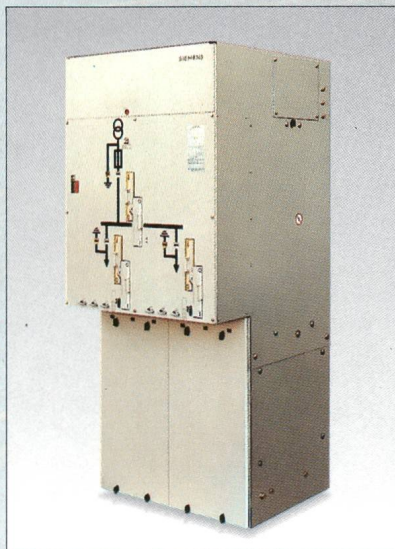
Diese Nutzkonzeption erlaubt den störungsfreien Betrieb und garantiert eine hohe Systemverfügbarkeit.

SIEMENS

Mittelspannungs-Lasttrennschalteranlage 8DJ10

Wartung ausgeschlossen

Wartung bedeutet Freischalten, Betriebsunterbrechung und Kosten. Deshalb haben wir bei der 8DJ10 die Wartung ausgeschlossen – unsere Lasttrennschalteranlage ist vollkommen wartungsfrei.



Ihr Behälter aus Edelstahl ist rundum hermetisch verschweißt. So hält er ein Leben lang dicht und verträgt garantiert jedes Klima.

Wartungsfrei und klimafest sind auch die Kabelanschlüsse, Antriebe und Sicherungsaufbauten.

Schreiben Sie uns bitte, wenn auch Sie die Wartung bei Lasttrennschalteranlagen ausschließen wollen.

Hier ist die Adresse:

Siemens-Albis AG
Energieversorgung VEE
Freilagerstr. 28
8047 Zürich
Tel. 01/495 44 51

Bitte senden Sie mir
nähere Informationen
zur 8DJ10

Name

Straße/Nr.

PLZ/Ort

41.A.01

**Mittelspannungs-
Schaltanlagen
von Siemens**



SICHERHEIT

Hindernisse im Bereich von Luftstrassen stellen eine **dauernde Gefahr** dar für die Flugsicherheit!

Ein vielseitiges Angebot an optischen Hilfen zur Kennzeichnung von Hindernissen steht bei ERNI zur Verfügung:

- OBSTA H.I. Niederleistungs-Hindernisleuchte hoher Lichtstärke für Bauwerke im Gefahrenbereich, geeignet für Dauer- oder Blinkbetrieb
- BALISOR Niederleistungs-Warnleuchte zum Erkennen der Kabel von Hochspannungsleitungen in der Nacht
- Tagesmarkierungen zum Erkennen der Kabel von Hochspannungsleitungen bei Tag

Alle Erzeugnisse erfüllen die Richtlinien und Empfehlungen der Internationalen Zivilluftfahrtorganisation ICAO.

ERNI + CO. AG Stationsstrasse 31, CH-8306 Brüttisellen Tel. 01/835 35 35, Fax 01/833 49 66, Tlx 827 333

»Ordnung ist nicht alles – aber ohne Ordnung ist alles nichts.« Sagt mein Chef.

Wenn Tag für Tag Kundenwünsche erfüllt – und Termine eingehalten werden müssen, kommt der richtigen Lagertechnik eine entscheidende Bedeutung zu. Optimale Raumausnutzung, Ordnung und Übersicht im Lager beschleunigen

die Bereitstellung der vielen Artikel. Wehrle System AG plant und realisiert seit Jahren Lagereinrichtungen für die Elektrobranche. Angefangen vom Element-Lagergestell im Baukastensystem bis zu Spezialgestellen für Kabelringe und Rohre.



WEHRLE SYSTEM

Verlangen Sie die ausführlichen Unterlagen.

SEV

Firma: _____ Adresse: _____

Name: _____ PLZ/Ort: _____

Wehrle System AG Lager- und Betriebseinrichtungen 9230 Flawil Tel. 071 83 31 11

