

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

Herausgeber: Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

Band: 51 (1973)

Heft: 1

Artikel: Neue Möglichkeiten für Nachrichtensysteme auf der Basis des Laser-Glasfaserkanals

Autor: Ohnsorger, Horst

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875271>

Nutzungsbedingungen

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

Conditions d'utilisation

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

Terms of use

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

Download PDF: 30.04.2026

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

Neue Möglichkeiten für Nachrichtensysteme auf der Basis des Laser-Glasfaserkanals¹

Horst OHNSORGE, Ulm/Donau

621.391.63:666.189.211.621.375.826

Zusammenfassung. Die Erfindung des Lasers macht eine optische Nachrichtenübertragung möglich. Um atmosphärische Einflüsse auszuschalten, wird die Lichtleitung über Glasfaserleiter studiert. Der Autor zeigt in diesem Artikel die Einsatzmöglichkeiten des Laser-Glasfaserkanals sowohl im Weitverkehrsnetz als auch im Teilnehmernetz sowie die Aussicht auf integrierte Netze.

Nouvelles possibilités pour systèmes de communications utilisant les conducteurs laser en fibres de verre

Résumé. La découverte du laser permet la transmission optique des communications. Pour exclure les influences atmosphériques, on étudie la possibilité d'utiliser le conducteur de lumière par l'entremise de réseaux lenticulaires. Dans son article, l'auteur montre les possibilités d'emploi du canal laser en fibre de verre tant dans le réseau de communications à grande distance que dans celui des abonnés ainsi que la perspective de son utilisation dans des réseaux intégrés.

Nuovi sistemi di trasmissione in base al conduttore a fibre di vetro eccitate da laser

Riassunto. L'invenzione del laser permette di eseguire trasmissioni mediante sistemi ottici. Al fine di escludere le influenze atmosferiche è allo studio l'impiego di fibre di vetro quali conduttori. Nel presente articolo l'autore illustra le possibilità d'impiego di fibre di vetro eccitate da laser sia nella rete interurbana, sia nella rete d'abbonati e inoltre le prospettive d'impiego nelle reti integrate.

Erst mit der Erfindung des Lasers im Jahre 1960 und besonders des Festkörperlasers 1962 konnte ernsthaft an eine optische Nachrichtenübertragung gedacht werden. Erste Arbeiten über die Nachrichtenübertragung mit Laserlicht durch die Atmosphäre wurden einige Jahre nach der Entdeckung des Lasereffektes veröffentlicht. Um atmosphärische Einflüsse auszuschalten, wurde der Linsenleiter vorgeschlagen. Die Glasfaser als Lichtleitung fand für Kontrollaufgaben und Anzeigezwecke bereits um 1930 Anwendung.

Inzwischen ist die von *Börner* vorgeschlagene Kombination einer Monomode-Faser mit einem Halbleiter-Laser und einer Avalanche-Diode als technisch sinnvollste Lösung für einen optischen Nachrichtenkanal, wohl allgemein anerkannt. Die Erfolge von *Bell* auf dem Lasersektor, die unglaublich schnellen Fortschritte bei der Faserherstellung bei *Corning Glass* und die hervorragenden Eigenschaften der Mesodiode, die *AEG-Telefunken* als Lichtdetektor entwickelte, haben die pessimistischen Stimmen immer mehr verstummen lassen.

Die physikalisch-technische Lösung für einen Laser-Glasfaserkanal zeichnet sich bereits ab, und es ist an der Zeit zu fragen: welcher Bedarf liegt für ein derartig breitbandiges Übertragungsmedium vor, und welche neuen Kommunikationsmöglichkeiten eröffnet diese flexibel und einfach verlegbare Nachrichtenleitung? Die Probleme der heutigen und künftigen Nachrichtennetze rücken damit in den Vordergrund. Systemarbeiten müssen heute durchgeführt werden, wenn dieses neue Übertragungsmedium in absehbarer Zeit Nutzen bringen soll. Erste Arbeiten zu diesem Themenkreis liegen vor. Dieser Beitrag soll einen

¹ Vortrag, gehalten anlässlich des 8. Technischen Presse-Kolloquiums 1972 der AEG-Telefunken.

Überblick geben, welche neuen Möglichkeiten durch den Glasfaserkanal für Nachrichtensysteme erkennbar sind. Sie betreffen sowohl das Weitverkehrsnetz wie auch das Teilnehmernetz und die Aussicht auf integrierte Netze.

1. Der Laser-Glasfaserkanal für das Weitverkehrsnetz

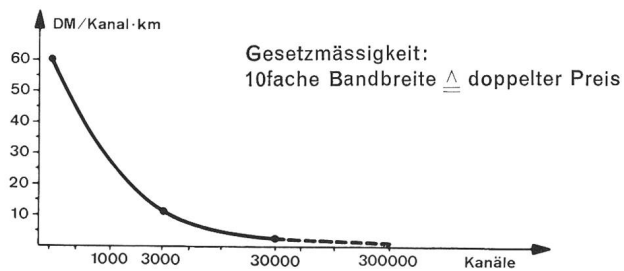
Das heutige Nachrichtennetz für Fernübertragung bedient sich verschiedenartiger Übertragungsverfahren und -medien. Aus technischer Sicht sind bisher keine Engpässe aufgetreten, und die Weiterentwicklung konventioneller Techniken hat so erhebliche Fortschritte gemacht, dass selbst die Einführung des Bildtelefons durch Erweitern des herkömmlichen Netzes denkbar ist. Ein neues Übertragungsmedium muss also demgegenüber wirtschaftliche und technische Vorteile bieten – sonst bleibt es bedeutungslos.

1.1 Wirtschaftliche Aspekte

Aus der Literatur sind in *Tabelle I* einige Angaben über die Kosten von Übertragungskanälen zusammengestellt. Unsicher sind dabei die Kosten für Hohlleiter- und Glasfaserkanäle, da mit diesen Übertragungskanälen bisher wenig oder keine Erfahrungen vorliegen. Beim Hohlleiter bestehen keine ungelösten technischen Probleme mehr, so dass die zugehörigen Kostenangaben als weniger unsicher anzusehen sind als beim Laser-Glasfaserkanal, der sich noch im Forschungsstadium befindet. Es sind unseres Wissens für Glasfasersysteme bisher nur von der *Britischen Post* Kostenabschätzungen bekannt geworden. Unter der Annahme, dass die der Kostenabschätzung zugrunde gelegte Technik durchführbar ist, wird die wirtschaftliche Be-

Tabelle I. Kanäle des Fernübertragungsnetzes

System für	
1. Trägerfrequenz über Kabel:	12 Kanäle 100 DM/Kanal.km
	24 Kanäle 100 DM/Kanal.km
	.
	.
	300 Kanäle 60 DM/Kanal.km
	960 Kanäle 20 DM/Kanal.km
über Richtfunk:	2 700 Kanäle 10 DM/Kanal.km
	10 800 Kanäle 5 DM/Kanal.km
	72 000 Kanäle 2 DM/Kanal.km
	(Planungsstadium)
2. PCM über Kabel:	32 Kanäle 20 DM/Kanal.km
	50 000 Kanäle 3 DM/Kanal.km
3. Satelliten:	240 Kanäle 60 000 DM/Jahr. Kanal (Intelsat 1)
	240 Kanäle 30 000 DM/Jahr. Kanal (Intelsat 2)
	1 200 Kanäle 10 000 DM/Jahr. Kanal (Intelsat 3)
	8 000 Kanäle 3 000 DM/Jahr. Kanal (Intelsat 4)
	(Lebensdauer: 7 Jahre)
4. Seekabel:	30 Kanäle = 30 DM/Kanal.km (TAT 1)
	.
	800 Kanäle = 6 DM/Kanal.km (TAT 5)
5. Hohlleiter:	200 000 Kanäle = 2 DM/Kanal.km
6. Glasfaser:	20 000 Kanäle = 2 DM/Kanal.km



deutung der optischen Nachrichtenübertragung deutlich. Ein Vergleich der in der Literatur bekanntgewordenen Zahlen lässt unter Umständen einen Preis von etwa DM 2.—/Kanal \times km erwarten, der allerdings von dem Glasfasersystem bereits bei einer zehnfach kleineren Kanalzahl als beim Hohlleiter erreicht werden könnte.

1.2 Technische Forderungen

In Deutschland sind die technischen Forderungen durch CCITT-Empfehlungen, Pflichtenhefte der Bundespost, der Bundesbahn und der Energieversorgungsunternehmen festgelegt. Sie müssen auch als Richtlinien für die technologische Forschung am Laser-Glasfaserkanal berücksichtigt werden. Die wichtigsten Forderungen sind in *Tabelle II* zusammengestellt. Der Übertragungskanal nach Börner ist ein binärer PCM-Kanal mit Amplitudentastung beziehungsweise Lichtintensitätsmodulation. Ein Übersprechen zwischen den Glasfasern eines Kabelstranges ist nicht zu befürchten, da selbst ohne lichtundurchlässige Isolierung der Fasern das Streulicht nicht in eine Nachbarfaser ein-koppelt, denn dieses Licht müsste durch den Glasmantel dringen und den Grundmode der Lichtwelle erregen. Auch

Tabelle II. Einige Forderungen für Nachrichtenkanäle

Allgemein	
Nebensprechdämpfung:	58,2 dB CCITT-Bezugskreis
Grundgeräusch resultierend:	10^4 pW bezogen auf Pegel 0
	3 pW/km Strecke
Signal- zu Rauschverhältnis:	≤ 50 dB insgesamt zulässig
PCM-Strecke	
Quantisierungsgeräusch:	≤ 40 dB
Bitfehlerwahrscheinlichkeit:	$p \leq 10^{-7}$
(Signal- zu Rauschverhältnis: $\bar{U}_s/U_{n,eff}$):	≥ 24 dB am Verstärker bei 1000 Verstärkern in Reihe)
Heutige Kabel	
Lebensdauer:	Ortskabel 50 Jahre Seekabel 20 Jahre
Temperaturschwankung:	$\pm 10^\circ$ C. 80 cm in der Erde
Korrosionsfestigkeit:	VDE-Schutzarten sehr verschieden
mechanische Festigkeit:	5 kp/mm ² Kupfer 15 kp/mm ² Eisen
Alterungserscheinungen:	Schärfste Forderung in Bundesbahn-Pflichtenheften
Fehlerortung:	auf einige Meter genau
Stromversorgung:	≤ 120 W/Speisestelle heute
Kostenbeispiel	
Bahnkabel mit:	4 Zwergtuben (1,2/4,4)
	18 Doppeladern (1,4)
	38 Doppeladern (0,9)
	20 TDM/km
	Kapazität \ll als eine Glasfaser

die anderen in diesem Bild zusammengestellten Forderungen dürften mit einem Glasfaserkanal erfüllbar sein. Setzt man für die Glasfaser eine Dämpfung von 15 dB voraus, wie dies nach letzten Informationen von Corning sicher erreicht werden kann, dann ergibt sich bei 10 dB Kopplungsverlust und 40 dB Dämpfungsausgleich je Zwischenverstärker bereits eine Feldlänge von 2 km. Verstärkerabstände von 1,5 km finden sich heute schon in der Trägerfrequenztechnik. Im Augenblick ist noch nicht abzusehen, ob die genannten Forderungen für den Laser-Glasfaserkanal wesentliche Schwierigkeiten bereiten werden. Grundsätzliche Schwierigkeiten sind jedoch nicht mehr erkennbar.

1.3 ...technische Möglichkeiten

Neben den wirtschaftlichen Aspekten und der zu erwartenden Übertragungsqualität bietet der Glasfaserkanal sehr reizvolle technische Möglichkeiten. Da es sich um einen binären Basisband-Digitalkanal handelt, entfallen im Vergleich zum Hohlleiter die aufwendigen Frequenzmodulationseinrichtungen. Werden 64 kbit/s je Gesprächskanal vorgesehen, dann geschieht die Bündelbildung bis zu 15 000 oder 20 000 Kanälen im Zeitmultiplex. Leitungen mit höherem Verkehrsaufkommen erfordern Kabel mit mehreren Glasfasern. Die Glasfaserleitung arbeitet also im Zeit- und Räummultiplex. Der Ausfall einzelner Verstärker bedeutet daher nur eine Verminderung der Kanalkapazität, nicht aber den Totalausfall des Gesamtverbindungsweges. Teilbündel können ohne Umsetzung durch Herausführen von Einzel Fasern aus dem Kabel abzweigbar sein. Der verhältnismässig kleine Verstärkerabstand bietet die Möglichkeit, in diesen Abständen auch kleinere Bündel abzuzweigen. Der Verstärker selbst wird vom Prinzip her einfach und voraussichtlich verhältnismässig billig sein. Das Prinzip eines solchen Verstärkers für die Einzelfaser zeigt *Figur 1*. Er unterscheidet sich von den üblichen PCM-Verstärkern für Koaxialkabel nur durch den Lichtdetektor und den Laser mit seiner Ansteuerung. Problematisch ist dabei die breit-

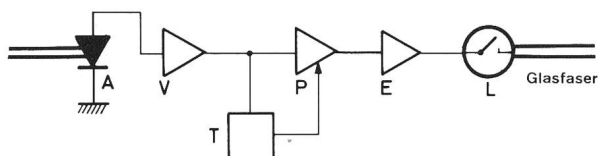


Fig. 1
Verstärker der Einzelfaser

- A Avalanche-Diode = Lichtdetektor
- V Vorverstärker
- T Taktrückgewinnung
- P Pulsregeneration
- E Endverstärker zur Laseraussteuerung
- L Laser

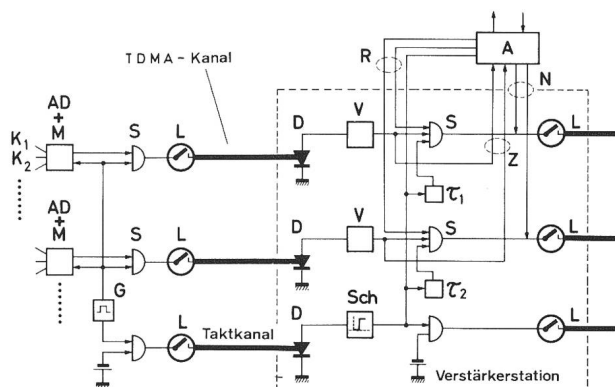


Fig. 2
Glasfaser-Fernleitung

- TDMA Time Division Multiple Access (Zeitmultiplexverfahren)
- K₁, K₂ Kanal 1, Kanal 2
- AD+M Analog Digital-Wandler und Modulator
- S Steuergatter
- G Generator oder Taktgenerator
- L Laser
- D Demodulator
- V Verstärker
- SCH Schiebeleitung
- A Abzweigschaltung
- RNZ Verstärkerstationen (Leitungsbündel oder Abzweigschaltung zum Teilnehmer)
- τ₁, τ₂ Laufzeitleitungen, auch optischer Natur

bandige Verstärkung und die Geschwindigkeit, mit der die Taktrückgewinnung und Pulsregenerierung erfolgen muss. Für Fernleitungen ergeben sich gegenüber dem Hohlleiter und allenfalls auch gegenüber mehradrigen Koaxialkabeln für PCM neue vereinfachende Möglichkeiten. Als Konkurrenz zum Hohlleiter wird ein Faserkabel ≥ 10 Glasfasern umfassen müssen. In *Figur 2* ist ein derartiges Ferntrasseeschema mit zwei Nachrichtenfasern schematisch dargestellt, das eine Verstärkerstation und eine Abzweiginrichtung enthält.

Ein Kabel mit einer Zusatzfaser zur Takt- und allenfalls Dienstzeichenübertragung wird sich nicht erheblich von den Kosten des Kabels ohne diese Zusatzleitung unterscheiden. Die Taktrückgewinnung auf dieser Leitung wird einfacher als bei einer Einzelfaser (vergl. *Fig. 1*), indem voraussichtlich eine sehr einfache Pulsregenerierschaltung genügt, um die Taktzeitpunkte aus den eintreffenden Flanken zu gewinnen. Die Fasern des Kabels werden in den Überleit-einrichtungen der Zentralämter (in der Schweiz Fernknoten-ämter) synchron gespeist. Die Verstärker bieten zwei Möglichkeiten, die Laufzeitunterschiede auf den einzelnen Fasern auszugleichen:

1. Wie in *Figur 2* gezeigt, kann der Takt über Laufzeitglieder individuell so phasenverschoben werden, dass die Taktrückgewinnung genau zum Zeitpunkt der Pulsmitte auf der betreffenden Nachrichtenfaser erfolgt.

2. Da die Kopplungstechnik zwischen Fasern äusserst einfach und billig ist, kann auch daran gedacht werden, den Laufzeitausgleich rein mechanisch bei der Installation des Kabels durch Verkürzen oder Verlängern der Fasern einmalig vorzunehmen. Auf diese Weise würden die Nachrichtenimpulse im Verstärker nicht nur phasenstarr, sondern auch zeitgleich eintreffen. Dies vereinfacht die Abzweigelektronik A erheblich. Da alle Fasern des Kabels den gleichen Temperatureinflüssen ausgesetzt sind, dürften Temperatureinflüsse die Arbeitsweise nicht beeinträchtigen. Schwierigkeiten können nur auftreten, wenn die einzelnen Fasern unterschiedliche Alterungseffekte aufweisen, die zu Laufzeitänderungen führen.

In jeder Verstärkerstation (vgl. Fig. 2) können Nachrichten abgezweigt oder neu zugeführt werden. Die Abzweigeinrichtung A übernimmt die verstärkten Nachrichtenimpulse und leitet sie nach Art der Speichervermittlung in den gewünschten Abzweig. Durch die Adressinformation und die Kanalüberwachung mit Hilfe der Leitung Z kennt A den Belegungszustand der abgehenden Lichtkanäle, so dass A die freien Zeitplätze über die Leitungen N mit einzuspeisenden Nachrichten neu besetzen kann.

Die Einsatzmöglichkeiten derartiger Glasfaserleitungen in herkömmlichen Netzen sind vielgestaltig (Fig. 3). Das heutige Telephonnetz ist hierarchisch vom Teilnehmer über die verschiedenen Amtstypen bis zum Zentralamt (in der Schweiz Fernknotenamt) geordnet. Die Glasfaser könnte schon heute für Hauptamtsverbindungen (Fernendamsverbindungen) von Interesse sein. Bei der Einführung des Bildtelefons ist es denkbar, dass sie bis hinunter zu den Endamtsverbindungen angewendet wird. Die Verwendung von Glasfaserkabeln als Zentralamtsverbindungen (Fernknotenamtsverbindungen) würde die Netzverzweigung gegenüber dem Hohlleiter wesentlich erleichtern und damit Umwegführungen ersparen. Die Glasfaserkanäle könnten also bereits bei der heutigen Netzstruktur für das Fernverkehrsnetz grosse technische Erleichterungen und Fortschritte bringen.

2. Der Laser-Glasfaserkanal für das Teilnehmernetz

Die folgenden Betrachtungen sind in erster Linie für Nebenstellenanlagen (Teilnehmeranlagen) durchgeführt worden. Sie sind aber durchaus übertragbar auf öffentliche Vermittlungssysteme, wodurch ein völlig neuartiges, integriertes Kommunikationssystem entstehen könnte.

Zunächst einige Vorbetrachtungen: Bei einer Übertragungsrate von 1 Gbit/s und 64 kbit/s je Telefonverbindung können etwa 15 000 gleichzeitige Ferngespräche über eine Glasfaser in einer Richtung geführt werden.

Dieses Verkehrsaufkommen entsteht bei einem Verkehrsfluss von 0,1 Erlang von 150 000 Teilnehmern. Eine Glasfaser mit 1 Gbit/s ermöglicht die Übertragung von 1 000 Ferngesprächen und etwa 60 Bildtelefonkanälen mit 1 MHz Bandbreite oder 14 Mbit/s. Dies würde dem Verkehrsaufkommen einer Nebenstelle (Teilnehmeranlage) mit 10 000 Telefon- und 600 Bildtelefonanschlüssen entsprechen. Nach dem heutigen Stand der Bildkompression kann bei deren Anwendung die Zahl der 600 Bildtelefonteilnehmer mindestens auf 3 000 erhöht werden. Wie schon bei den Fernleitungen gezeigt, ist infolge der einfachen Verstärker und der verhältnismässig kurzen Verstärkerabstände sowie der flexiblen Verlegbarkeit der Zugriff zu Glasfaserkanälen sehr leicht. Daher drängt sich die Frage auf, ob damit nicht ein Vielfachzugriffssystem geschaffen werden kann, ähnlich den Systemen mit Nachrichtensatelliten.

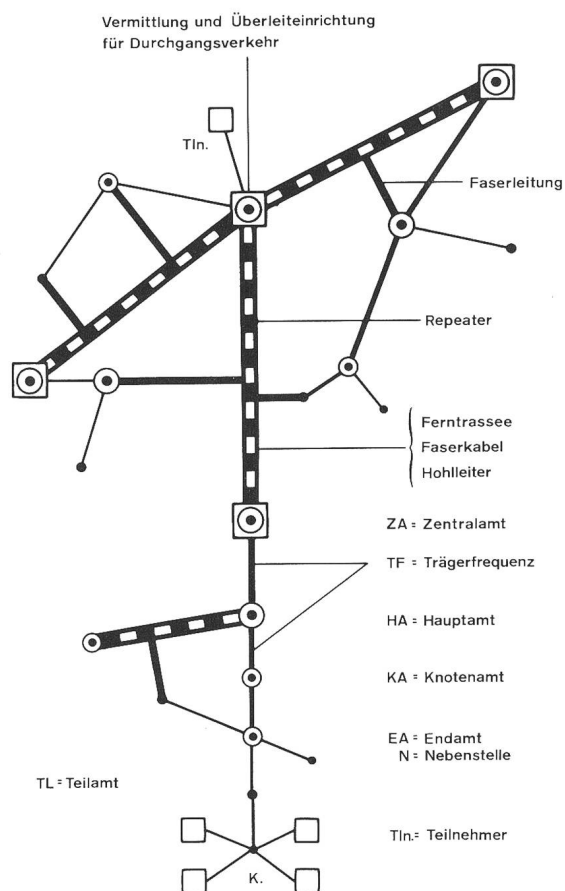


Fig. 3 Heutige Netzstruktur und Einsatzmöglichkeit von Glasfaserkanälen

2.1 Eine neue Netzstruktur

Eine neuartige Struktur eines Kommunikationssystems sollte

- die Form eines Verzweigungsnetzes aufweisen
- möglichst keine zentralen Einrichtungen besitzen, bei deren Ausfall das ganze Netz gestört wird und
- bei Kabelunterbrüchen zumindest in beschränktem Masse weiterarbeiten können.

Ein derartiges Vielfachzugriffssystem als Netzgrundeinheit ist denkbar und, sobald der Laser-Glasfaserkanal zur Verfügung steht, auch zu verwirklichen. Dieses Kommunikationssystem (Fig. 4) arbeitet nach folgendem Prinzip:

1. Bei jedem Teilnehmer wird die gesamte in die Netzgrundeinheit eingespeiste Information vorbeigeführt, so dass jeder Teilnehmer durch eine geeignete Adressierung die für ihn bestimmte Nachricht entnehmen und selbst jedem anderen Teilnehmer auf diese Weise Nachrichten übermitteln kann.
2. Zu jedem Teilnehmer werden eine gesonderte Hin- und eine Rückleitung – also zwei Glasfaserkanäle – geführt, wobei er auf der einen Leitung alle eingespeisten Nachrichten – auch die von ihm ausgesendete – erhält und auf der anderen seine Nachrichten abgibt.
3. Die Faserstränge werden in Knotenpunkten so verbunden, dass Punkt 1) erfüllt ist. Die Knoten selbst werden durch gleichartige Faserstränge verbunden, an die jedoch keine Teilnehmer angeschlossen sind.

Die Zweige dieser Netzgrundeinheit sind durch Signal-senken (Sumpf) so abgeschlossen, dass keine Reflexionen auftreten. Eine ausgesendete Nachricht kehrt also über einen Knoten einmal zum Sender zurück und wird dann durch den folgenden Abschluss dieses Zweiges gelöscht. Kabelunterbrechungen legen bei diesem Netz nur den betroffenen Zweig oder die Verbindungsleitung still; das restliche Netz oder die Netzteile arbeiten dagegen als selbständige Grundeinheiten ungestört weiter, da nicht zu erwarten ist, dass durch die unterbrochene Kabelstelle die Glasfaser erregt wird und damit die folgende Avalanche-Diode anspricht.

2.2 Mögliche Übertragungsverfahren und Betriebsorganisationen

Es muss nun die Frage beantwortet werden, welche Verfahren und Betriebsorganisationen für ein derartiges Netzprinzip geeignet sind, da durch die Organisation der Knoten erhebliche Schwierigkeiten durch Überlagerungen von Nachrichten erwartet werden können. Grundsätzlich kommen nur Zeitmultiplex- und Codemultiplexverfahren in Betracht. Auch Kombinationen dieser beiden Prinzipien sind

denkbar. Beide Methoden bieten eine Vielzahl von Varianten, und es ist eine grosse Arbeit erforderlich, um die geeignetste Variante herauszufinden. Zu den beiden genannten Übertragungsverfahren sind bereits detaillierte Vorschläge ausgearbeitet worden.

Das Codemultiplexverfahren ist besonders für Nebenstellen (Teilnehmeranlagen) oder Netze geringer Teilnehmerzahl geeignet, bei denen es weniger auf die Ausnutzung der Kanalkapazität als auf kleinstmögliche Kosten der Anlage ankommt. Daraus folgt auch der Anwendungsbereich der Zeitmultiplextechnik: grössere Netze mit hoher Teilnehmerzahl, grossem Verkehrsaufkommen und breitbandigen Nachrichtenquellen werden immer auf die Zeitmultiplextechnik zurückgreifen müssen.

2.3 Eigenschaften des neuen Kommunikationssystems

Das geschilderte Kommunikationssystem mit dezentralisierter Vermittlung und den vielen Verfahrensmöglichkeiten setzt einen leicht verlegbaren, äusserst breitbandigen Übertragungskanal voraus und ist daher erst durch die Laser-Glasfaserstrecke in den Bereich der technischen Verwirklichung gerückt. Ein derartiges System bietet eine Fülle von Vorteilen und neuen Möglichkeiten für die Teilnehmerebene. Einige davon sind in *Tabelle III* zusammengestellt. Im Grenzfall steht einer Teilnehmerverbindung die ganze Kapazität des Übertragungsmediums zur Verfügung. Wie jedes technische System, weist auch das dezentralisierte Vermittlungssystem Nachteile und Schwierigkeiten auf, die ebenfalls wiedergegeben werden. Sie sind sicherlich zu überwinden. Die Vorteile des Systems dürften die Nachteile bei weitem übertreffen. Offen ist noch die Frage, wie sich ein derartiges System in das heutige Nachrichtennetz einfügen lässt, und ob auf dieser Basis ein grösseres integriertes Nachrichtennetz entstehen könnte.

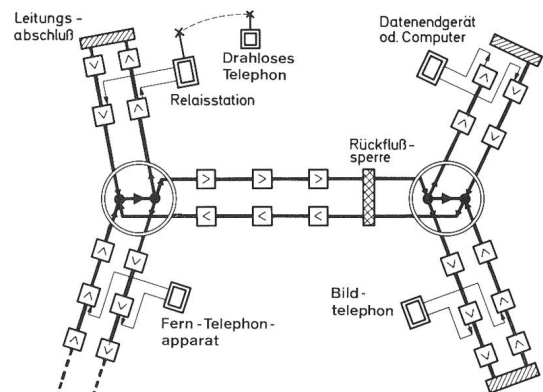


Fig. 4
Prinzip des dezentralen Vermittlungssystems (integriertes Netz)

Tabelle III. Eigenschaften des neuen Kommunikationssystems (Dezentrale Vermittlung)

Vorteile	Nachteile
1. Bandbreite (Bitrate) frei vom Teilnehmer belegbar.	1. Zentrale Stromversorgung für Verstärker Abzweigschaltungen Teilnehmergeräte sehr schwierig
2. Integration aller Dienste	2. Betriebsicherheit der Abzweigverstärker muss sehr hoch sein. Ausfall Δ kurzzeitiger Netzausfall
3. Grosse Erreichbarkeit einfach	3. Betriebsicherheit der Teilnehmergeräte muss hoch sein Ausfall Δ Störung der Nachrichten
4. Grosse Erweiterbarkeit ohne Systemänderungen	4. Leitungsunterbruch Δ Abtrennung einer Teilnehmergruppe
5. Einheitliche Technik (digital) für alle Einrichtungen (LSI)	5. Analog-digital-Wandlung aller Analogquellen nötig
6. Einfache Realisierung von Rufnummernumlegung Konferenzschaltung Betrieb mit Berechtigungsausweis Vollautomatische Funktionsprüfung Sonderdienste	
7. Kurze mittlere Anschlusslängen von Teilnehmerleitungen	
8. Codetransparenz	
9. Zentrale Datenerfassung einfach	
10. Keine zentrale Störmöglichkeit	
11. Kein zentraler Raumbedarf	
12. Hohe Abhörsicherheit	

3. Möglichkeiten für die Entstehung eines integrierten Nachrichtennetzes mit Hilfe des Laser-Glasfaserkanals

Das dezentralisierte Vermittlungssystem ist ein autarkes Netz für die Teilnehmerebene. Derartige Kommunikationssysteme könnten als Inselämter in Wirtschaftsunternehmen, Verwaltungen und Krankenhäusern entstehen. Auch ihr

Einsatz in neuen Siedlungsgebieten und Satellitenstädten ist denkbar, da hier stets neue Telephonanlagen eingerichtet werden müssen.

Die Wählinformation liegt in Form der Adressen zumindest beim Gesprächsaufbau vor, so dass es unproblematisch ist, durch eine Überleiteneinrichtung mit Speichern und Signalwandlern die Verbindung zum heutigen Telephonnetz herzustellen. Zunächst könnten diese Inseln über das vorhandene Telephonnetz miteinander verbunden werden. Eine weitere Anwendung könnte dann die Glasfaserstrecke als direkte Verbindungsleitung zwischen den neuen Grundnetzeinheiten finden. Die erforderlichen Überleiteneinrichtungen für die Verbindungsstrecken werden einfacher als die für das herkömmliche Telephonnetz. Auf diese Weise kann zunächst das vorhandene Nachrichtennetz erweitert und vervollkommen werden (Fig. 5). Das Prinzip des neuen Kommunikationssystems bietet jedoch auch die Möglichkeit, ein vollständiges integriertes Nachrichtennetz mit mehreren hierarchischen Ebenen in einheitlicher Technik aufzubauen. Die zweite Ebene wäre dann ein Netz mit der gleichen Betriebsorganisation wie die Netzgrundeinheit, jedoch sind hier keine Teilnehmer, sondern nur Netzgrundeinheiten angeschlossen. Jede Netzgrundeinheit wirkt dabei als Ganzes wie ein Teilnehmer, der Zeit-

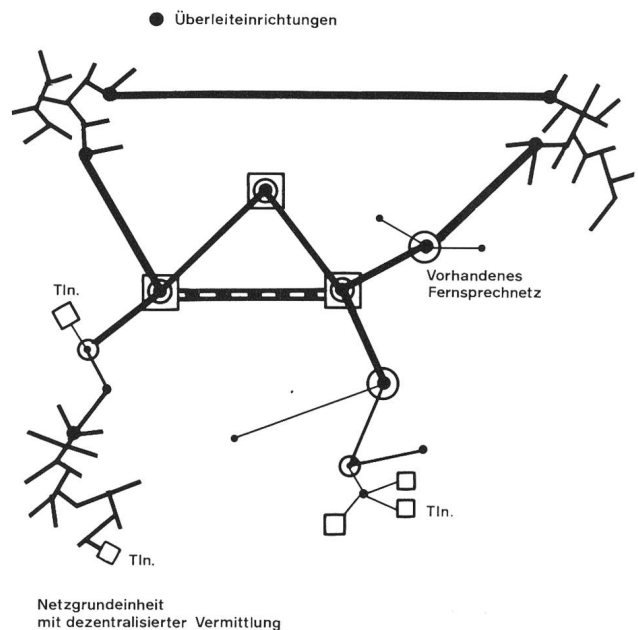


Fig. 5 Erweiterung des heutigen Telephonnetzes durch Glasfaserleiter und -teilnehmernetze

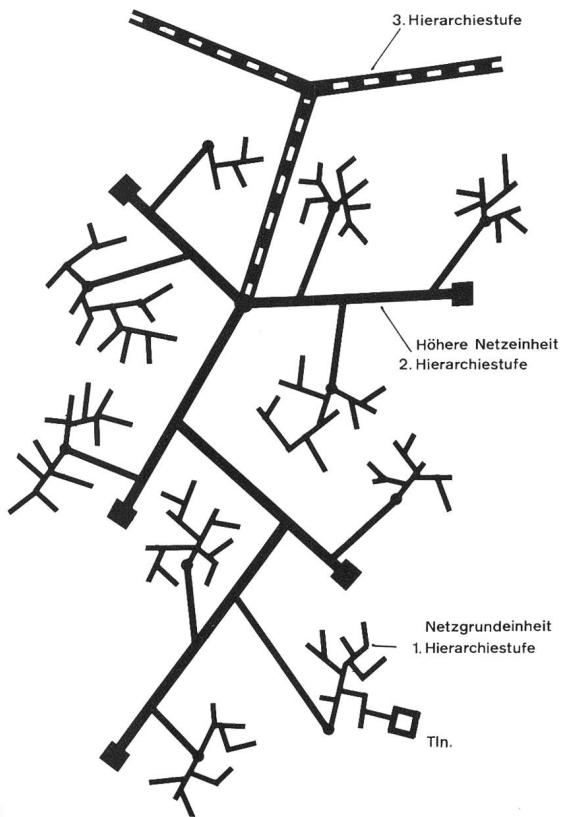


Fig. 6
Möglichkeit für ein integriertes Nachrichtennetz auf der Basis des Laser-Glasfaserkanals

plätze in der zweiten Hierarchieebene besetzt und damit die Nachrichten an andere Netzgrundeinheiten sendet, die für Teilnehmer dieser Netzgrundeinheiten bestimmt sind. Der Anschluss geschieht über eine ganz ähnliche Einrichtung, wie sie bei jedem Teilnehmer der Netzgrundeinheit vorhanden ist, nur wird hier zu der Adresse des gewünschten Partners die Adresse der zugehörigen Netzgrundeinheit beigefügt. Die angesprochene Netzgrundeinheit entnimmt – genau wie vorher die Einzelteilnehmer – aus der zweiten Ebene mit Hilfe der erkannten Eigenadresse die für sie bestimmten Nachrichten (Fig. 6).

Dieses Verfahren kann nun auch für weitere Hierarchieebenen in der gleichen Weise fortgesetzt werden. Für die höheren Ebenen ist voraussichtlich die Kapazität einer Einzelfaser nicht ausreichend, aber, wie eingangs geschildert, ist gerade das mehradrige Glasfaserkabel besonders für häufige Abzweigungen geeignet, so dass auch für die höheren Ebenen keine Schwierigkeiten bezüglich der Kapazität und Verzweigungstechnik zu erwarten sind. In einem derartigen Nachrichtennetz wäre Übertragungs- und Vermittlungstechnik voll integriert. Alle denkbaren Dienste sind einführbar, und jeder Teilnehmer kann nahezu beliebige Kanalkapazität belegen. Sprach- und Datenübertragung sowie Bildtelefon sind damit in einheitlicher Technik durchführbar.

Adresse des Autors: Dr.-Ing. Horst Ohnsorge, c/o Forschungsinstitut AEG-Telefunken, D-7900 Ulm/Donau.