

# Nachrichtenübertragung mit Laser über Glasfaserkabel vielversprechend

Autor(en): **Reither, Lothar**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen**

Band (Jahr): **50 (1977)**

Heft 2

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-560076>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## Nachrichtenübertragung mit Laser über Glasfaserkabel vielversprechend

Der grosse Aufschwung der optischen Nachrichtenübertragung kam durch die Erkenntnisse der Quantenelektronik, einem Anwendungsgebiet der modernen Betrachtungsweise von der quantenhaften Natur von Materie und Feldern. Der Quantenelektronik stolzestes Kind ist der im Jahre 1960 entwickelte Laser (englische Abkürzung für «Lichtverstärkung durch stimulierte Strahlungsemission»). Mit ihm steht eine sehr intensive künstliche Lichtquelle mit günstigen Kohärenzeigenschaften zur Verfügung, die mit den bereits ausgereiften konventionellen Techniken schnell moduliert werden kann.

Um sich an dem enormen Fortschritt zu delectieren, ein unfairer Vergleich: Konnte ein flinker Mann mit einem Handspiegel das Sonnenlicht bestensfalls einige Male in der Sekunde blinken lassen, so lässt sich ein Laser einmilliardenmal öfter pro Sekunde hell und dunkel schalten. Nicht verbessern konnte man jedoch die Lichtdurchlässigkeit der Atmosphäre. Wohl gibt es sogenannte Fenster in der Transmission, das sind Apsortionsminima für bestimmte elektromagnetische Wellenlängen. Im allgemeinen sind aber die Wellenlängen so kurz, dass das ausgesandte Licht in der staub- und wasserhaltigen Atmosphäre stark gestreut und absorbiert wird. Dieses Problem veranlasste die Forscher, nach Möglichkeiten zu suchen, die Lichtstrahlen zwischen Sender und Empfänger in einem schützenden oder gar evakuierten Rohr zu führen. Eine andere Möglichkeit bestand darin, die Lichtstrahlen innerhalb eines Glasstabes oder einer Glasfaser zu führen.

Fällt das im optisch dichteren Medium Glas befindliche Licht auf die Grenzschicht zum optisch dünneren Medium Luft, in einem flachen Einfallswinkel, der kleiner ist als

Die Totalreflexion ist der Naturwissenschaft zwar lange bekannt, aber erst durch die erfolgreiche Entwicklung von hochtransparenten Glassorten in den letzten Jahren wurden längere lichtleitenden Fasern technisch realisierbar. Heute ist man fast an der theoretischen Grenze der minimalen Verluste in Glas angelangt. So wurden bei den Corning Glas Works Spezialgläser mit Dämpfungswerten von weniger als drei Dezibel pro Kilometer hergestellt. 3 dB/km bedeutet, dass die Lichtstärke nach einem Kilometer auf die Hälfte gesunken ist. Zum Vergleich beträgt der Verlust für normales Fensterglas etwa 10 000 dB/km, das heisst, die halbe Lichtstärke geht schon nach 30 Zentimeter verloren. Durch die enormen Verminderung der Dämpfung in Glasfasern steht nun ein neuartiges Kabel zur Verfügung, mit dem sehr kurzwellige elektromagnetische Wellen, nämlich Lichtwellen, geführt und weitergeleitet werden können.

Mit dem Fortschritt bei der Beherrschung immer kürzerwelliger Strahlung war stets ein Fortschritt im bezug auf die Kapazität der Informationsübertragung verbunden. So betrug zum Beispiel die Frequenzbandbreite für eine zweiadrige Drahtleitung etwa 500 kHz (1 Kilohertz = 100 Schwingungen pro Sekunde), das entspricht einer Wellenlänge von 600 Meter. Ueber eine solche Leitung konnte man etwa 100 Fernsprechanäle oder nicht einmal einen Fernsehkanal führen. Die Einführung des Koaxialkabels brachte bereits eine fast hundertfache Erhöhung der Kanalkapazität (das ist die in der Zeiteinheit übertragbare Information). Die heute noch in Erprobung befindlichen, wegen verlegungstechnischen Schwierigkeiten und hoher Kosten jedoch nur bedingt interessanten Hohlleiterübertragungssysteme mit Bandbreiten um 10 bis 50 GHz (1 Giga = 1 Milliarde), das entspricht Wellenlängen im Millimeterbereich, erlauben eine gleichzeitige Uebertragung von etwa 200 000 Telefongesprächen oder 200 Fernsehprogrammen.

Diese hohen Kanalkapazitäten könnten auch von einer einzelnen Monomodeglasfaser erreicht werden. Obwohl die Wellenlänge des Lichts viel kürzer ist als die der Hohlleiterwelle, ist die Frequenzbandbreite der lichtleitenden Faser nicht noch entsprechend höher, da die Bandbreite und damit die Kanalkapazität durch die Lichtimpulsverbreiterung begrenzt ist. Die Impulsverbreiterung ist eine Folge der unterschiedlichen Weglängen, die verschiedene Lichtstrahlen in der Faser durchlaufen können. Da die Impulsverbreiterung proportional der Wurzel der Faserlänge zunimmt, wird die Bandbreite auf die Faserlänge bezogen. Demgemäss ist die Monomodefaser der breitbandigste Fasertyp (etwa 10 GHz für 1 km), weil sich in ihrem beson-

ders engen Kern (2,5 Mikrometer im Durchmesser) nur ein Modus (Wellentyp) mit einer bestimmten Laufzeit ausbreiten kann. In der Gradientenfaser (etwa 1 GHz für 1 km) breiten sich zwar sehr viele Moden aus, Unterschiede in der Weglänge werden aber zum Teil durch unterschiedliche Geschwindigkeiten im Medium ausgeglichen. Der billigste, aber auch schmalbandigste Fasertyp ist die Multimodefaser mit rund 100 GHz für 1 km. Ihr Kerndurchmesser beträgt ein Vielfaches der Lichtwellenlänge. Dadurch können sich, wie der Name «Multimode» sagt, sehr viele Moden ausbreiten.

Die entscheidenden Vorteile der Uebertragung mit Glasfaser liegen in erster Linie auf wirtschaftlichem und technologischem Gebiet. Für ein übliches viertubiges Weitverkehrs-Koaxialkabel werden fast fünf

## Jahresrapport der Uebermittlungstruppen

Fünfhundert Teilnehmer, zahlreiche Prominenz und ein markantes Referat von Divisionär A. Guisolan, Waffenchef der Uebermittlungstruppen, prägten das Bild des 13. Jahresrapportes der Offiziere der Uebermittlungstruppen am 22. Januar 1977 in Bülach. Regierungsrat Prof. Dr. H. Künzi überbrachte die Grüsse der Zürcher Regierung, und Korpskommandant H. Senn, Generalstabschef, bezeichnete in einer kurzen Ansprache die Uebermittler als eine Führungstruppe. Das Ansteigen der Aktivitäten der Elektronischen Kriegsführung in allen Staaten zwingt uns, die Elektronische Kriegsführung in unserer Armee auszubauen. Es gehe um ein Gleichgewicht der Finanzmittel zwischen der operativen Kampfführung und der Elektronik. In den eigenen Reihen müsse unverzüglich wesentliches geleistet werden, um die Funkdisziplin zu verbessern. Die Elektronik sei heute zur Waffe geworden, die Uebermittlungstruppen stünden heute im Frontkontakt.

Sicherheit und strukturelle Massnahmen

bildeten die Hauptthemen des anschliessenden Vortrages des Waffenchefs unter dem Titel «Führung und Verantwortung». Die Elektronische Kriegsführung, mangelnde Funkdisziplin und die Geheimhaltung rufe nach Massnahmen. Der Waffenchef zeigte die Neuerungen auf den Gebieten der Ausbildung und der Organisation auf, um anschliessend zu Aufträgen für alle Führungsstufen zu kommen.

Wenn diese Gedanken in die Praxis umgesetzt werden, so wird dieser Jahresrapport zweifelsohne zu einer Neuorientierung der Uebermittlungstruppen führen. Der Eidg. Verband der Uebermittlungstruppen wird davon nicht unbeeinflusst bleiben.

Lt Hansjörg Spring

---

Haben Sie  
die Erinnerungsmedaille  
«50 Jahre EVU»  
schon bestellt?

---

ein charakteristischer Grenzwinkel, dann wird das Licht verlustlos — total — reflektiert. Damit können die Lichtstrahlen den Glasstab oder die Glasfaser seitlich nicht mehr verlassen. Fasern, die zur Nachrichtenübertragung verwendet werden, bestehen im allgemeinen aus einem Kern und einem Mantel aus einem etwas dichteren Glas, das heisst, mit höherem Brechungsindex als das Kernglas. Dadurch bleiben die Lichtstrahlen innerhalb des Kerns, und ein Nebensprechen zu einer berührend benachbarten Faser wird unmöglich.

Tonnen Blei und Kupfer pro Kilometer verbraucht. Das Gewicht eines Glasfaserkabels, das bei fünf Kilogramm pro Kilometer liegt, wird praktisch nur durch das Gewicht der Kunststoffumhüllung bestimmt. Die benötigte Glasmenge für einen Kilometer Faser beträgt 5 Gramm! Der Preis für das Glasfaserkabel wird daher hauptsächlich durch die Kosten des Herstellungsverfahrens gebildet. Diese Tatsache kann mit zunehmender Verteuerung der metallischen Rohstoffe zum entscheidenden Vorteil für die Glasfaser werden.

Die hohe Flexibilität und Aufteilbarkeit eines Faserbündels oder Faserbandes erleichtert in vielen Fällen die Verlegung. Der minimale Krümmungsradius liegt bei etwa 2 Zentimeter. An dieser Stelle sei betont, dass die hohe Kanalkapazität bei leichter Verlegbarkeit dem heutigen Bedürfnis sehr entgegenkommt, neue Verteilernetze zu schaffen, die einem grossen Teilnehmerkreis die Vorteile von Kabelfernsehen, Bildfernsprecher und Datenaustausch in verschiedensten Bereichen bieten soll, die aber mit konventionellen Uebertragungsmitteln nicht bewältigt werden könnten.

Um die wirtschaftliche Bedeutung realistisch einzuschätzen, müssen noch einige Fragen beantwortet werden. Zum Beispiel: Braucht man solch hohe Kanalkapazitäten überhaupt?

Nach den neuesten Studien über den zukünftigen Bedarf an Nachrichtenkanälen dürfen so hohe Dichten von gleichzeitigen Uebertragungswegen über ein einzelnes Kabel in den nächsten Jahren noch nicht notwendig werden. Das gilt aber nur für den Teilnehmerverkehr. Es kann durchaus

zu hohen Informationsflüssen, zum Beispiel zwischen Computersystemen kommen.

Eine weitere Frage ist die nach der Lebensdauer und Betriebssicherheit. Dazu muss das gesamte optische Nachrichtensystem betrachtet werden. Es besteht ausser der Glasfaser prinzipiell aus dem optischen Sender, einem optischen Empfänger, Kopplern, Verbindungs- und Verteilerkomponenten. Bezüglich der elektrooptischen Sender und Empfänger ist man zuversichtlich. Nach anfänglichen Schwierigkeiten, wie bei den ersten Gas-Lasern, wird man auch die Halbleiter-Laser bald mit einer genügend langen Betriebsdauer herstellen können.

Ueber die Lebensdauer der Glasfasern gibt es noch keine exakten Aussagen. Jedoch ist eine unzulässige Erhöhung des Verlustes auch nach vielen Jahren kaum zu erwarten. Einiges Kopfzerbrechen bereitet die Verkabelungstechnik.

Ein Faserkabel mit 100 Einzelfasern hat samt Kunststoffumhüllung etwa zwei Millimeter Durchmesser. Das Kabel könnte also überall mitverlegt werden. Wie aber kann es dann gegen Beschädigung sicher geschützt werden? Es ist immerhin Träger von kostbarer Information. Kann es von einem Fachmann jederzeit repariert, verbunden oder ausgetauscht werden? Diese Probleme beschäftigen heute gleichermaßen Hersteller wie Konsumenten. An der Lösung wird in den Entwicklungslabors der grossen Konzerne mit Hochdruck gearbeitet. Wer die bessere Verkabelungstechnik fertiggestellt hat, wird ein lukratives Rennen gewinnen.

Dipl.-Ing. Dr. Lothar Reither  
(Die Presse, Wien)

## Raumfahrttechnik

### ESA plant operationelles Nachfolgeprogramm für den OTS

Die Europäische Raumfahrt-Organisation (ESA) plant gegenwärtig ein operationelles europäisches Nachrichtensatelliten-System ECS (European Communication Satellite System) für die achtziger Jahre. Es ist als Nachfolgeprogramm für den «Orbital Test Satellite» OTS vorgesehen, der 1977 gestartet werden soll. Dieses Satellitensystem dient der Erweiterung von kommerziellen Nachrichtenverbindungen innerhalb der Bereiche des Comité Européen de Postes et Télégraphies (CEPT) und der European Broadcasting Union (EBU). Der Unternehmensbereich Nachrichten- und Verkehrstechnik von AEG-Telefunken arbeitet hier an der Definition des Nachrichten-Uebertragungssystems im Unterauftrag der britischen Firma Hawker Siddeley Dynamics, die für die Definition des Gesamtsatelliten zuständig ist. Der Nachrichten-Uebertragungsteil soll bis zu zwölf Uebertragungskanäle beinhalten,

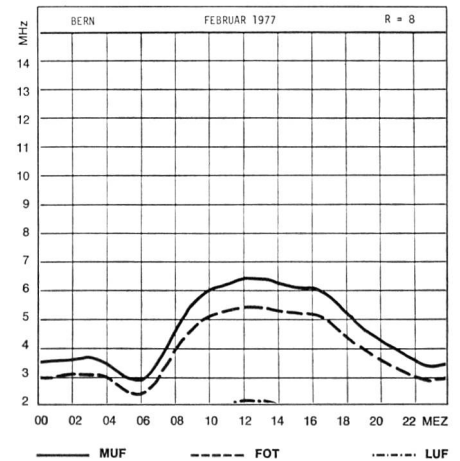
die für Telefon-, Daten-, Telex- und Fernseh-Uebertragungen vorgesehen sind. Jeder dieser Kanäle hat eine Bandbreite von 80 MHz.

Dieses operationelle Nachrichtensystem soll möglichst mit Baugruppen bestückt werden, die schon für den OTS entwickelt worden sind. Die Aufträge zum Bau der Prototypen für das ECS werden voraussichtlich im kommenden Jahr vergeben werden.

Auch experimentelles Nachrichten-Satellitensystem wird vorbereitet

Die Europäische Raumfahrtbehörde ESA hat einen Auftrag zur Definition des Nachrichten-Uebertragungsteils für einen Satelliten erteilt, der mit dem vierten Start der Trägerrakete «Ariane» in eine geostationäre Umlaufbahn gebracht werden soll. Hierbei handelt es sich um einen experimentellen Satelliten, der hauptsächlich zur Direkt-Fernsehübertragung vorgesehen ist. Ziel dieser experimentellen Mission ist es, die typischen operationellen Eigenschaften, die an ein solches System gestellt werden, zu demonstrieren. Gleichzeitig soll die Qualifikation derartiger Nachrichten-

## Frequenz-Prognose



### Hinweise für die Benützung der Prognose

- Die Prognosen werden mit numerischem Material des Institute for Telecommunication Sciences, Boulder Colorado, auf einer elektronischen Datenverarbeitungsanlage mehrere Monate im voraus erstellt.
- Die Angaben sind wie folgt definiert:

R Prognostizierte, ausgeglichene Zürcher Sonnenfleckenrelativzahl

MUF (Maximum Usable Frequency)  
Medianwert der Standard-MUF nach CCIR

FOT (Frequence Optimum de Travail)  
Günstigste Arbeitsfrequenz, 85% des Medianwertes der Standard-MUF, entspricht demjenigen Wert der MUF, der im Monat in 90% der Zeit erreicht oder überschritten wird

LUF (Lowest Useful Frequency)  
Medianwert der tiefsten noch brauchbaren Frequenz für eine effektiv abgestrahlte Sendeleistung von 100 W und eine Empfangsfeldstärke von 10 dB über 1 µV/m

Die Prognosen gelten exakt für eine Streckenlänge von 150 km über dem Mittelpunkt Bern. Sie sind ausreichend genau für jede beliebige Raumwellenverbindung innerhalb der Schweiz

- Die Wahl der Arbeitsfrequenz soll im Bereich zwischen FOT und LUF getroffen werden.

Frequenzen in der Nähe der FOT liefern die höchsten Empfangsfeldstärken.

Abteilung für Uebermittlungstruppen