

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 90 (1972)
Heft: 33: SIA-Heft, Nr. 6/1972: Nachrichtentechnik

Artikel: Laser-Nachrichtenübertragung durch die Atmosphäre
Autor: [s.n.]
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-85286>

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: 21.01.2026

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

84 Knotenpunkte aufweist. Ebenso viele Motorschaltwerke sind notwendig: Sie schalten die Sender so auf die verschiedenen Antennen, wie es der Sendebetrieb gerade verlangt. Ferner fertigte das Unternehmen für das Wertachtal Steuer- und Messgestelle, 62 Symmetrier- und Transformationsleitungen, über die die von den Sendern erzeugte Hochfrequenz den Antennen zugeführt wird.

Äusseres Kennzeichen der automatisierten Sendestelle sind die zwischen hohen Gittertürmen aufgehängten Kurzwellen-Vorhangantennen und die zwischen etwas niederen Masten hängenden logarithmisch-periodischen Kurzwellenantennen. Diese netzförmigen Gebilde sind Richtstrahlantennen, die die Stimme der Deutschen Welle in alle Himmelsrichtungen tragen sollen.

Laser-Nachrichtenübertragung durch die Atmosphäre

DK 654.197:535.2.215

Obwohl es den Nachrichtentechnikern schon gelungen ist, mehrere 10 000 Ferngespräche über ein Koaxialkabel zu führen, geht angesichts des exponentiell anwachsenden Informationsflusses die Suche nach neuen, noch leistungsfähigeren Übertragungsmedien weiter. Verlockend erscheint es, die freie Atmosphäre als optischen Nachrichtenkanal für Laserstrahlen zu verwenden. Die starke Bündelbarkeit, die gute Abhörsicherheit und die grosse mögliche Übertragungsbandbreite des Laserstrahles machen ihn für die Nachrichtenübertragung interessant. Auf einer 5,4 km langen Versuchsstrecke zwischen den Münchner Stadtteilen Obersendling und Giesing untersuchen Wissenschaftler aus den Forschungslaboren von Siemens die Möglichkeiten eines solchen Systems. Die vom Bundeswissenschaftsministerium über die Gesellschaft für Weltraumforschung geförderten Arbeiten sollen vor allem Ergebnisse über die Auswirkungen atmosphärischer Einflüsse liefern, nachdem die Nachrichtenübertragung mit Laser-Strahlen technisch möglich ist.

Bild 1. Cassegrain-Teleskop einer Kopfstation der Versuchsstrecke. Im Vordergrund der konvexe Okularspiegel. Das Bild zeigt die Empfangseinrichtung



Der bei den Versuchen eingesetzte CO₂-Laser sendet bei einer Ausgangsleistung von 5 W eine Infrarot-Strahlung von 10,6 μm Wellenlänge aus. Ursprünglich stand die Verwendung eines Helium-Neon-Lasers zur Diskussion. Die bisherigen Messungen in München haben jedoch bestätigt, dass der unsichtbare Infrarot-Strahl gegenüber atmosphärischen Einflüssen wesentlich geringer anfällig ist als der sichtbare Helium-Neon-Strahl. Dies kommt zustande, weil die Wellenlänge des verwendeten CO₂-Lasers in einen Spektralbereich fällt, in dem die Atmosphäre ein sogenanntes optisches Fenster aufweist.

Trotzdem sind für den CO₂-Laserstrahl noch einige Störeinflüsse zu beobachten: die Absorption von Wasserdampf und Kohlendioxid in der Luft, die Lichtstreuung an kleinsten Wasser- und Staubteilchen sowie die durch Seitenwind und Sonneneinstrahlung bedingten Luftturbulenzen dämpfen den Laserstrahl, weiten ihn auf, verschieben ihn und lassen seine Intensität schwanken. Immerhin ist bei starkem Dunst, mässigem Regen, Nebel und Schnee mit dem Strahl des Kohlendioxid-Lasers noch eine Übertragung möglich. Beim augenblicklichen Stand der Entwicklung funktioniert die Anlage erst dann nicht mehr, wenn die atmosphärische Dämpfung des Laserlichtes im Mittel 8 dB/km übersteigt.

Der Einsatz des Lasers in der Nachrichtentechnik ist deshalb so aussichtsreich, weil er wegen seiner sehr hohen Frequenz – 28,3 THz beim CO₂-Laser – die Möglichkeit hoher Kanalkapazitäten für Ferngespräche, Rundfunk- und Fernsehsendungen bietet. Bei der Laser-Nachrichtenübertragung durch die Atmosphäre denkt man an Erde-Satelliten-Verbindung und an Kurzstrecken-Richtsysteme zwischen hohen Gebäuden in Grossstädten, mit denen eine wesentliche Entlastung des innerstädtischen Kabelnetzes erzielbar wäre. Die optische Nachrichtenübertragung dürfte auch für die Einführung des Bild-Fernsprechens interessant sein, das mit einem Bandbreitenbedarf von 1 MHz außerordentlich umfangreiche Übertragungsaufgaben stellt. Schliesslich zeichnet sich für die schnelle Datenübertragung zwischen Computer- und Datenzentren eine Anwendung ab: Die Daten könnten bei «geschlossenem» atmosphärischen Kanal gespeichert und bei «offenem» atmosphärischen Kanal mit hoher Übertragungsrate (data dumping) weitergegeben werden. Die Wissenschaftler rechnen mit der Einführung optischer Übertragungssysteme auf Lasergrundlage zur Bewältigung des für die achtziger Jahre erwarteten Informationsflusses.

Die Kopfstationen der 5,4 km langen Versuchsstrecke zwischen den Siemens-Standorten Hofmannstrasse und St. Martinstrasse bestehen in ihrem optischen Teil aus sogenannten *Cassegrain-Teleskopen*, die aus je einem konkaven Objektivspiegel von 35 cm Durchmesser und einem kon-

vexen Okularspiegel von 3,2 cm Durchmesser in 180 cm Abstand zusammengesetzt sind (Bild 1). Der modulierte Laserstrahl geht zunächst durch eine zentrische Öffnung im Objektivspiegel, trifft auf den Okularspiegel, wird von diesem reflektiert, aufgefächert und nach einer Reflexion am Objektivspiegel vom Teleskop abgestrahlt. Das ankommende Laserlicht wird auf dem umgekehrten Wege empfangen. Innerhalb des Strahlenganges ist hinter dem Objektivspiegel das eigentliche Lasergerät mit der Modulationseinrichtung bzw. ein Detektor zur Auswertung der ankommenden Signalstrahlung angeordnet, je nach Aufbau der Einrichtung als Sender oder Empfänger. Die Versuchsstrecke arbeitet noch mit einseitiger Übertragung; die Möglichkeit

der gleichzeitigen Nachrichtenübermittlung in beiden Richtungen ist aber gegeben.

Die zu übermittelnde Nachricht wird der CO₂-Laserstrahlung mit einem Gallium-Arsenid-Modulationskristall aufgeprägt, das für Laserstrahlen durchlässig ist und elektrische Signale in intensitätsmodulierte Lasersignale umsetzt. Auf der Empfangsseite fokussiert eine Linse die aus dem Empfangsteleskop austretende Laserstrahlung auf den Detektor. Der mit flüssigem Stickstoff gekühlte, mit Gold-Atomen dotierte Germanium-Halbleiter-Detektor verwandelt unter Ausnutzung eines inneren Photoleitungseffektes die empfangenen Lasersignale wieder in elektrische Signale zurück.

Bildfernspreden über Glasfaser

DK 621.397.13

Auf der Suche nach neuen Möglichkeiten der Nachrichtenübertragung beziehen die Wissenschaftler auch Lichtwellen in den Kreis ihrer Überlegungen ein. Neben der Nachrichtenübertragung mit Lichtstrahlen durch die freie Atmosphäre untersucht man ummantelte Wellenleiter aus Glasfasern. An diesem Aufgabenkomplex arbeiten im Rahmen des Förderungsprogrammes «Neue Technologien» die Firmen AEG-Telefunken, Schott & Gen. und Siemens. Im Forschungslabor von Siemens wurden zwei Versuchsstrecken mit Übertragungskanälen aus Glasfaser für Bildfernspredenbetrieb und Sprachübertragung aufgebaut. Als Lichtquelle wird eine Laserdiode verwendet, die – wie ein Richtfunk-sender – modulierte Wellen in eine Glasfaser einstrahlt. Diese Lichtsignale werden nach Durchlaufen der Faser mit einer Photodiode wieder in elektrische Signale umgesetzt.

Gegenüber der Übertragung durch die Atmosphäre erreicht ein geschlossenes Übertragungsmedium wie die Glasfaser die für die Nachrichtensysteme übliche Sicherheit. Allerdings bereitet die hohe Absorption der Lichtstrahlen im Glas Schwierigkeiten. Selbst die besten heute verfügbaren Fasern haben solche Verluste, dass nach 1 km Leitungslänge nur noch 1 % der ursprünglichen Strahlungsenergie zur Verfügung steht. Man wird daher jeweils nach einigen Kilometern verstärken müssen, was aber mit winzigen Laser- und Photodioden möglich ist. Neben der deutschen Arbeitsgemeinschaft arbeiten auch andere grosse Forschungslabore in der Welt an diesem Projekt.

Die im Versuchsaufbau bei Siemens verwendete Glasfaser hat einen Durchmesser von 100 μm . Der das Licht führende Kern der Faser weist einen etwas höheren Bre-

chungsindex auf als der Mantel. An der Grenzfläche zwischen Kern und Mantel findet längs der Faser Totalreflexion statt, so dass der Lichtstrahl auch bei Krümmungen immer wieder in den Kern zurückgeworfen wird (Bild 1). Mit der heute verwendeten Glasfaser kann man im Prinzip mehr als 50 Megabit/s übertragen; das entspricht etwa einem Fernseh-Bildkanal. Ein Mehrfaches davon wird in Zukunft möglich sein.

Die zu übertragenden Bild- und Tonsignale werden in amplitudenmodulierte Pulse mit einer Taktfrequenz von 2 MHz umgewandelt. Eine Gallium-Arsenid (GaAs)-Laserdiode erzeugt daraus Lichtimpulse entsprechender Intensität. Sie treten in eine an die Laserdiode unmittelbar herangeführte Glasfaser stirnseitig ein. Am Ende der Übertragungsstrecke wandelt eine Photodiode die Lichtimpulse wieder in Stromimpulse zurück. Durch Verstärkung und Demodulation erhält man dann die ursprünglichen Nachrichtensignale wieder (Bild 2).

Der wesentliche Vorteil der dünnen Glasfasern ist, dass sie wahrscheinlich weit wirtschaftlicher Nachrichten übertragen können als die hundertmal schwereren Kupferdrähte einer Fernsprech-Teilnehmerleitung. Eine denkbare Anwendung liegt daher in einer häuslichen «Informationssteckdose», die in Zukunft eine Fülle neuer Kommunikationsmöglichkeiten über Glasfasern bieten könnte. Neben zahlreichen Fernsehsendungen können auch Programme für die Weiterbildung aus Bildkonserven ins Haus geholt werden; die Warenangebote des Supermarkts könnten auf dem Bildschirm begutachtet und Zeitungsseiten übermittelt werden. Der Anschluss an Datenbanken wird genau so dazugehören wie der Zugriff zu vielfältigen Auskunftssystemen.

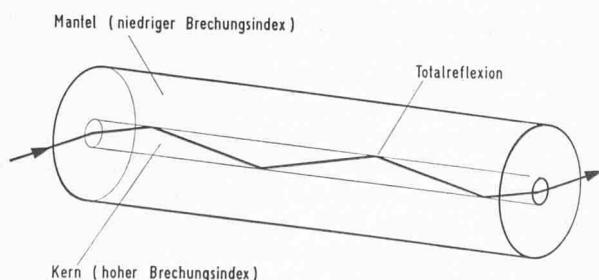


Bild 1. Führung eines Lichtstrahls in einer Glasfaser

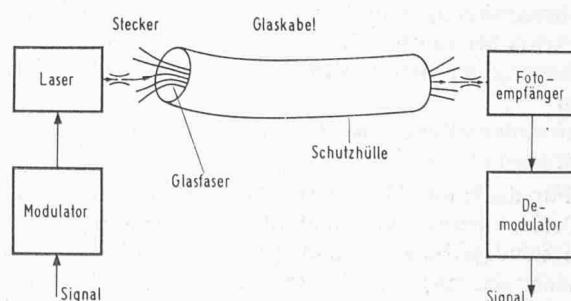


Bild 2. Optische Nachrichtenübertragung mit Glasfasern