

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: 59 (1981)

Heft: 2

Artikel: Neue Trends in der Übertragung von Daten, Sprache und Bild

Autor: Schenkel, Klaus-Dieter / Maslowski, Stefan

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874173>

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: 19.02.2025

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

Zusammenfassung. *Die digitale Signalübertragung ist gegen Störsignale auf dem Übertragungsweg weitgehend unempfindlich. Die Autoren befassen sich zuerst mit den neuen Möglichkeiten der Sprachdigitalisierung und jener bewegter Bilder. Sie behandeln danach Fragen der Übertragungsverfahren im Leitungs- und im Funknetz. Der letzte Teil des Beitrages ist der Digitalisierung von Fernsehbildern und den Verhältnissen bei der Übermittlung auf Lichtwellenleitern bis zum Teilnehmer gewidmet.*

Nouvelles tendances dans la transmission de données, de la parole et d'images

Résumé. *La transmission numérique des signaux est largement insensible aux signaux perturbateurs pouvant apparaître sur la voie de transmission. Les auteurs abordent en premier lieu les nouvelles possibilités de numérisation de la parole et des images mobiles. Ils traitent ensuite les questions des procédés de transmission, que ce soit dans le réseau de lignes ou de radiocommunication. La dernière partie de l'article est consacrée à la numérisation des images de télévision et aux conditions de transmission sur câbles optiques jusque chez l'abonné.*

Tendenze nuove nella trasmissione dei dati, del linguaggio parlato e delle immagini

Riassunto. *La trasmissione digitale di segnali è, in linea di massima, insensibile ai segnali perturbatori sulla via di trasmissione. Gli autori espongono dapprima le possibilità nuove della conversione delle frequenze vocali e delle immagini mobili in segnali digitali. Trattano in seguito questioni inerenti ai procedimenti per la trasmissione sulla rete delle linee e di radiodiffusione. L'ultima parte dell'articolo è dedicata alla digitalizzazione di immagini televisive e alla situazione nella trasmissione su conduttori di fibre ottiche fino all'abbonato.*

1 Digitalisierung von Sprache

Bei der Digitalisierung von Sprache in «Telefonqualität» mit PCM entsteht ein Signalfluss von 64 kbit/s. Es gibt eine Reihe von Fällen, in denen diese Übertragungskapazität für ein digitales Sprachsignal nicht bereitgestellt werden kann. Hier wird nach der Analog-Digital-Wandlung die im Sprachsignal enthaltene Redundanz so stark unterdrückt, dass der Signalfluss von 64 kbit/s bis auf 2,4 kbit/s reduziert wird. Bisherige Verfahren hatten jedoch den Nachteil, dass diese Redundanzreduktion bei der Rückwandlung den sprecherindividuellen Sprachanteil beeinträchtigt hat und eine «Computersprache» entstanden ist. Neuere Verfahren gehen grundsätzlich andere Wege. Der Hals-Nasen-Rachen-Raum, der für die periodischen Anregungsimpulse der Stimmbänder ein akustisches Filter darstellt, wird durch ein elektrisches Filter nachgebildet (Fig. 1). Aus dem Sprachsignal lassen sich dann durch entsprechende Korrelationsverfahren die Parameter dieses Filters ermitteln. Es werden dann die errechneten Filterkoeffizienten und die Stimmbandgrundfrequenz übertragen. Auf der Empfangsseite wird das Filter anhand der übertragenen Filterkoeffizienten, die sich entsprechend dem Sprachverlauf stetig ändern, nachgebildet und mit der ebenfalls übertragenen Stimmbandgrundfrequenz angeregt.

Mit dieser *linearen Prädiktions-Codierung (LPC)* ist eine ungewöhnlich sprechergetreue Nachbildung des originalen Sprachsignals bei der Decodierung möglich. Der mathematische Aufwand dieses Verfahrens ist gross und kann nur in sehr schnellen, besonderen Rechenwerken bewältigt werden. Es wird nicht nur für die Sprachübertragung, sondern auch für die synthetische Sprachausgabe bei Computern verwendet, so dass je auszugebendes Wort nur ein kleiner Speicherbedarf bereitzustellen ist. Diese sehr natürlich klingende künstliche Sprachausgabe wird beispielsweise bei der automatischen Fahrplanauskunft Frankfurt/M. eingesetzt.

Durch die Darstellung der Sprache in einem verhältnismässig geringen digitalen Signalfluss lässt sich die

lineare Prädiktions-Codierung auch für die automatische Erkennung gesprochener individueller Worte für eine direkte Mensch-Computer-Kommunikation ohne zusätzlichen Informationszwischenträger anwenden.

Wesentlich schwieriger ist die *Digitalisierung von Aufnahmen bewegter Bilder* (zum Beispiel Fernsehen), da hier die Informationsmenge erheblich grösser ist als bei der Sprache und damit besondere Anforderungen an den Coder gestellt werden. So ergibt sich etwa für die direkte Digitalisierung eines normalen Fernsehbildes ein Signalfluss von etwa 140 Mbit/s, also rund 2200mal soviel wie bei der Sprache. Aus Gründen der Kanalökonomie beim Übertragen eines Bildsignals ist hier die Redundanzreduktion eine ganz wesentliche Aufgabe. In der Tat gelingt es, ohne sichtbare Einbusse an Bildqualität ein Fernsehbild mit 34 Mbit/s zu übertragen. Der Aufwand hierfür ist jedoch nicht gering.

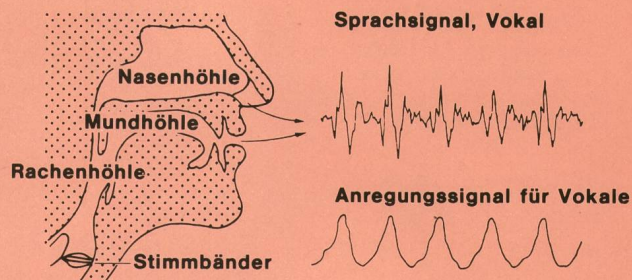
In einer Reihe von Anwendungsfällen, beispielsweise bei der Überwachung von Produktionsabläufen, wird oft nicht die hohe Auflösung des kommerziellen Fernsehbildes verlangt. Vielfach genügt es, den Ablauf eines bestimmten Vorganges zu übertragen. Für diesen Zweck ist es AEG-Telefunken gelungen, bei verringerter Bildauflösung und sehr stark reduzierter Bildfolgefrequenz ($< 0,6$ Hz) eine eingeschränkte Bildübertragung mit einem digitalen Signalfluss von 10 kbit/s durchzuführen. Die Qualität eines solchen Bildes, die für eine Reihe von Anwendungsfällen völlig ausreichend ist, zeigt Fig. 2. Damit gelingt es, derzeit allerdings noch mit hohem Aufwand, eine eingeschränkte Bewegtbildübertragung auf einem Telefonkanal durchzuführen.

2 Übertragungsverfahren

Bisher wird die Digitalisierung des Telefonnetzes weltweit nur im regionalen oder überregionalen Fernnetz betrieben. Nachdem Wirtschaftlichkeitsüberlegungen gezeigt haben, dass digitale Vermittlungen selbst bei analog vorliegenden Signalen wirtschaftlich sein können, wird nun bei vielen PTT-Unternehmen der Einsatz digitaler Zentralensysteme geplant. Allerdings ist der An-

¹ Gekürzte Fassung des Vortrages anlässlich des 16. Technischen Presse-Colloquiums von AEG-Telefunken am 2. und 3. Oktober 1980 in Gelsenkirchen.

Erzeugung von Sprachsignalen beim Menschen



Nachbildung des Nasen-Rachen-Raumes durch ein akustisches Röhrenfilter (hier für den Laut »a«)



Elektronische Nachbildung des Nasen-Rachen-Raumes

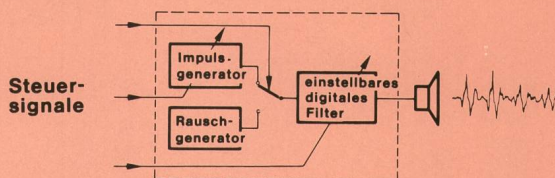


Fig. 1
Lineare Prädiktions-Codierung (LPC)

schluss der einzelnen Teilnehmer an diese digitalen Vermittlungen vorerst noch rein analog vorgesehen.

Die grossen Fortschritte bei der Hochintegration der für die Sprachdigitalisierung notwendigen Baugruppen werfen die Frage auf, ob die Digitalisierung schon direkt beim Teilnehmer durchgeführt werden soll. Sie weist nicht nur erhebliche Vorteile hinsichtlich der Übertragungsqualität auf, sondern erlaubt auch, durch digitales

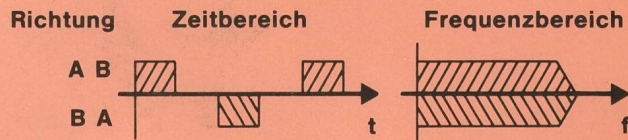
Multiplexen die zum einzelnen Teilnehmer führende Kupferleitung für die gleichzeitige Übertragung mehrerer unabhängiger Signale zu verwenden. So könnte beispielsweise ein Teilnehmer telefonieren und gleichzeitig eine das Gespräch begleitende Bildübertragung durchführen. Neben dem Fernsprechen kann eine davon unabhängige Datenübertragung, etwa Bildschirmtext, stattfinden. Berechnungen und Messungen haben ergeben, dass es möglich ist, auf der vorhandenen Teilnehmerleitung über eine Entfernung bis zu etwa vier Kilometern ohne Zwischenverstärkung einen effektiven Signalfluss von 88 oder gar 96 kbit/s zu übertragen.

Da bei digitalen Übertragungsverfahren für die beiden Übertragungsrichtungen jeweils getrennte Wege notwendig sind, die Teilnehmeranschlussleitung aber nur ein Adernpaar aufweist, wird vorgeschlagen, diesen Übertragungsweg alternierend erst für die eine, dann für die andere Übertragungsrichtung zu verwenden. Das Verfahren ist in *Figur 3* erläutert. In beiden Übertragungsrichtungen wird zunächst die digitale Information zwischengespeichert und dann jeweils erst in der einen Richtung, anschliessend in der Gegenrichtung ein Signalblock mit mehr als doppelter Geschwindigkeit übertragen. Auf der Empfangsseite werden die Blöcke zwischengespeichert und mit der dem ursprünglichen Signalfluss entsprechenden Geschwindigkeit ausgelesen. Die Zwischenspeicherung ist dabei so kurz, dass sie ohne störenden Einfluss auf den Gesprächsablauf ist. Im Herbst 1980 begann AEG-Telefunken im Ortsnetz der



Fig. 2
Bewegtbildübertragung mit reduzierter Auflösung über normale Telefonleitung mit 9,6 kbit/s

Prinzipbild der alternierenden Übertragung zur Nutzung der Zweidrahtleitung als Quasi-Vierdrahtleitung (Zeitgabelverfahren)



Blockschaltbild der teilnehmerseitigen Leitungsausrüstung für das Zeitgabelverfahren

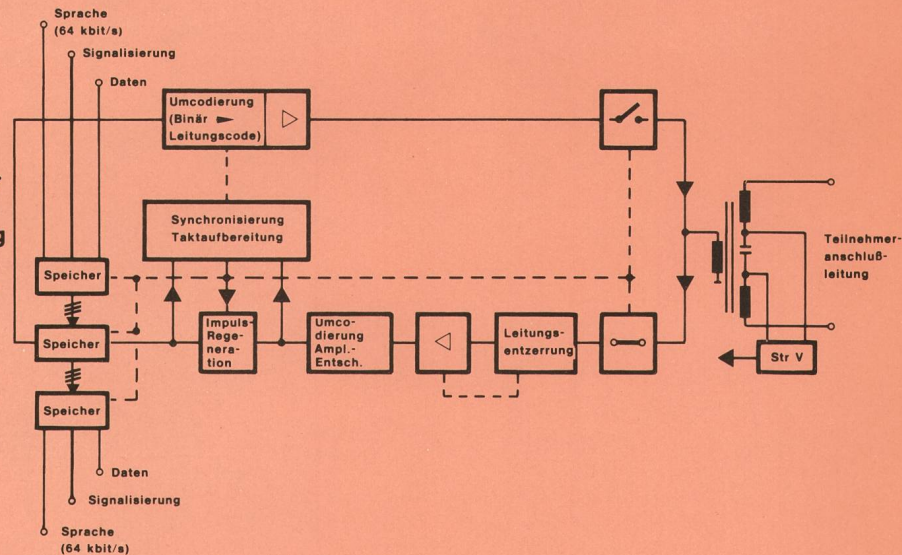


Fig. 3
Digitale Nachrichtenübertragung über die Telefonteilnehmer-Anschlussleitung

Deutschen Bundespost in Berlin einen Versuchsbetrieb mit digitaler Übertragung von Sprach- und Datensignalen zwischen ausgewählten Teilnehmern. Bei den Entwicklungsarbeiten zu diesem Versuch hat sich gezeigt, dass sich das Übertragungsverfahren im Vergleich zu anderen möglichen Vorgängen unter Verwendung monolithisch hochintegrierter Baugruppen besonders günstig verwirklichen lassen wird. Der volle Vorteil der digitalen Übertragung bis zum Teilnehmer wird sich dann einstellen, wenn auch in der Fernebene die digitale Übertragung und Vermittlung eingeführt ist. Eine Vielzahl neuer Kommunikationsdienste könnte damit dem Teilnehmer angeboten werden und ein digitales, dienstintegriertes Fernmeldenetz entstehen.

Ein anderes Anwendungsfeld kann sich der Sprachübertragung bei linearer Prädiktions-Codierung mit 2,4 kbit/s bei der *Funkübertragung* erschließen. Wegen der Forderung, benachbarte Funkkanäle mindestens um 80 dB zu entkoppeln, um ein verständliches Nebensprechen von einem Kanal in den anderen zu vermeiden, wird sich ein Kanalraster von 25 kHz zwischen benachbarten Funkkanälen kaum unterschreiten lassen. Anders liegen die Verhältnisse bei digitaler Signalübertragung. Hier führt Übersprechen aus dem Nachbarkanal kaum zu einer störenden Beeinflussung und in keinem Fall zu einem verständlichen Nebensprechen. Die Anforderungen an die Nachbarkanalselektion können damit vermindert werden. Da ein digitales 2400-bit/s-Signal ohnehin eine geringere Bandbreite als das 3400 Hz breite analoge

Sprachsignal aufweist, kann in Verbindung mit der reduzierten Forderung an die Nachbarkanalselektion das Kanalraster wesentlich kleiner sein. Durch dessen Reduzierung auf 10 kHz würde sich die Anzahl der zur Verfügung stehenden Funkkanäle bei gleichbleibender Bandbreite des Funknetzes um den Faktor 2,5 erhöhen.

3 Digitalisierte Fernsehbilder

Der Grund für die bisher nur vereinzelt angewandte Übertragung digitalisierter Fernsehbilder ist, dass zur Übertragung eines direkt codierten Bildes ein digitaler Signalfuss von etwa 140 Mbit/s notwendig ist. Bei dieser Bandbreite lassen sich in der heute beherrschten Technologie der Übertragungstechnik nur wenige Fernsehkanäle über ein koaxiales Tubenpaar übertragen. Beim Richtfunk wird es auf längere Zeit nur ein Fernsehkanal je Träger sein. Die Redundanzreduktion auf 34 Mbit/s ist derzeit noch vergleichsweise aufwendig und erfordert technische Voraussetzungen im Fernsehgerät, die zurzeit nicht vorhanden sind. Daher ist bei den bestehenden Übertragungsmedien die herkömmliche Analogübertragung immer noch am wirtschaftlichsten.

Im überregionalen Fernnetz werden für die Übertragung von Datensignalen und digitalisierten Sprachsignalen auf vorhandenen Kabelanlagen innerhalb der nächsten Jahre Übertragungseinrichtungen für Signalfüsse von 140 Mbit/s beziehungsweise 565 Mbit/s ein-

geführt. Aus heutiger Sicht ist die Übertragung noch höherer Signalflüsse auf den zurzeit benützten Kabeln wenig wahrscheinlich, da dafür besondere Verfahren mit hohem Aufwand in der Elektronik notwendig würden. Daher gehört die Zukunft dem *Lichtwellenleiter* (Glasfaserkabel).

Solche Systeme befinden sich derzeit in Einführung im Bezirksnetz. Der Lichtwellenleiter hat eine nahezu unbegrenzte Bandbreite. Dies ergibt sich aus der Möglichkeit, in jedem der drei für die Nachrichtenübertragung besonders günstigen Wellenlängenbereiche, nämlich um 850 nm, um 1300 nm und um 1500 nm (Fig. 4), mehrere optische Träger je mit einem Signalfluss von vielen hundert Mbit/s zu modulieren. Signalflüsse von vielen Gbit/s auf einer Faser sind hier ohne übertriebenen elektronischen Aufwand möglich.

Besonders interessant ist die optische Nachrichtenübertragung, wenn sie nicht nur im regionalen und überregionalen Fernnetz eingesetzt wird, sondern wenn im digitalisierten Ortsnetz die einzelnen Teilnehmer über Lichtwellenleiter an die Ortszentrale angeschlossen werden.

Wegen der besonders hohen Bandbreite des Lichtwellenleiters und der Möglichkeit, über unterschiedliche Lichtwellenlängen mehrere digitale Nachrichtenpfade in einer Faser zu nutzen, spielt die Redundanzreduktion bei der Übertragung von Bewegtbildern nicht mehr die dominierende Rolle wie bei der Übertragung auf Kupferleitungen. Die gleichzeitige Übertragung eines digitalisierten Sprachkanals, eines breitbandigen Datenkanals für verschiedene Dienste (wie Bildschirmtext, Faksimile, Teletex usw.) sowie eines gesprächsbegleitenden Bewegtbildes (Bildfernsprechen) ist neben breitbandigen Verteildiensten (Fernsehen und Stereo-Radio-Programmen) möglich.

4 Voraussetzungen für den Lichtwellenleiter-Teilnehmeranschluss

Eine Reihe von Problemen beim Lichtwellenleiter-Teilnehmeranschluss ist jedoch noch zu lösen. Nachdem die Stromversorgung für die Endgeräte nicht mehr wie bisher über die Teilnehmeranschlussleitung zugeführt werden kann, sondern die Endgeräte aus dem Ortsstromnetz gespeist werden müssen, ist vorzuzorgen, dass bei Stromausfall zumindest der Grunddienst «Telefonieren» über längere Zeit verfügbar bleibt.

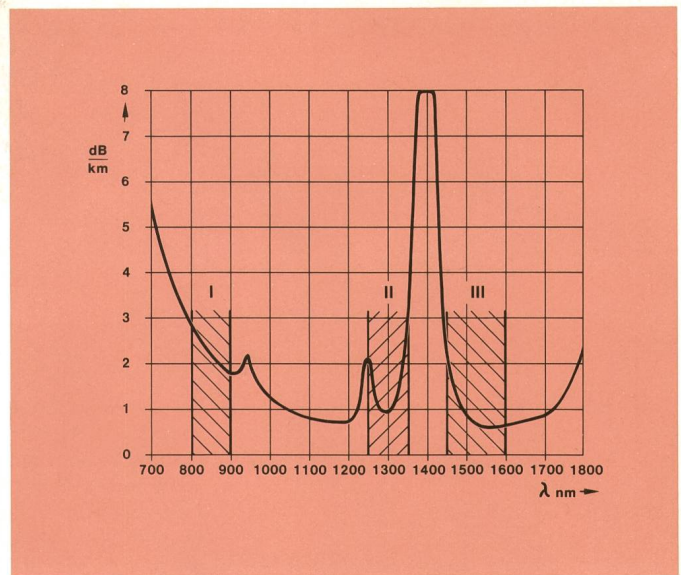


Fig. 4 Dämpfung des Lichtwellenleiters und günstige Wellenlängenbereiche für die Nachrichtenübertragung

Wesentliche Voraussetzungen für die Einführung des Lichtwellenleiters im Teilnehmeranschlussbereich sind das Bereitstellen dämpfungsarmer Fasern mit hoher Bandbreite, optischer Einrichtungen für den Zweirichtungsbetrieb auf einer Faser sowie leistungsfähiger optoelektronischer Wandler.

Der breite Einsatz der Lichtwellenleiter als Teilnehmeranschluss ist eine Herausforderung an die Technologie der optischen Baugruppen und deren Beherrschung in grosstechnischer Produktion. Ihre Einführung würde die neue Technik stark stimulieren und deren Anwendung auch im überregionalen Fernnetz erheblich vorantreiben. Wenn es gelingt, die aus Extrapolationen zu erwartende Lebensdauer der als Sender verwendeten Halbleiterlaser bei grossen Stückzahlen nachzuweisen, dann wird — bei wirtschaftlicher Herstellung aller optoelektronischen Wandler — die Einführung der optischen Nachrichtenübertragungstechnik nicht aufzuhalten sein.

Adresse der Autoren: Dr.-Ing. Klaus-Dieter Schenkel, Leiter der Abteilung Entwicklung Trägerfrequenz, und Dr.-Ing. Stefan Maslowski, Leiter des Forschungsinstitutes von AEG-Telefunken, D-Ulm/Donau.