

Zeitschrift: Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

Herausgeber: Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

Band: 43 (1970)

Heft: 3

Artikel: Daten-, Sprach- und Bildübermittlung im Computer-Zeitalter

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-561064>

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: 20.02.2026

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

Daten-, Sprach- und Bildübermittlung im Computer-Zeitalter

Die Computertechnik hat in den letzten Jahren riesige Fortschritte gemacht. Computer arbeiten immer schneller: Heute verarbeitet eine mittlere Anlage ohne weiteres eine Million Binärziffern pro Sekunde. Auch die Ein- und Ausgabegeräte haben sich dem neuen Tempo angepasst. Lochkarten und -bänder haben ihre zentrale Stellung als Kommunikationsmittel mit dem Computer eingebüßt; der Operateur «unterhält» sich mit der Anlage über eine Konsole mit Schreibmaschinentastatur, oder er schreibt seine Befehle mit dem Lichtstift direkt auf einen Bildschirm.

Zur Daten-Fernübertragung von Computer zu Computer oder vom externen Benutzer zur zentralen Anlage wird immer mehr das öffentliche Telephonnetz herangezogen. Dies hat insofern grosse Vorteile, als bereits bestehende Anlagen eines gut ausgebauten Fernmeldenetzes benutzt werden können. Allerdings zeigt sich, dass das heutige Telephonnetz dem Daten-Ansturm in absehbarer Zeit nicht mehr gewachsen sein wird. Die Daten können mit konventionellen Methoden nicht genügend schnell übermittelt werden. Das System, das ja primär zur Übertragung der menschlichen Sprache entwickelt wurde, kann den Datenfluss zum Beispiel zwischen zwei Computern nicht ohne weiteres bewältigen. Denn Computer arbeiten viel schneller, als Menschen sprechen oder denken können.

Nehmen wir an, zwischen zwei Computern soll ein Datenaustausch stattfinden. Beide Anlagen haben eine Verarbeitungskapazität von 1 Million Binärziffern pro Sekunde. Ein konventioneller Telephonkanal kann aber lediglich 2400 Analogsignale pro Sekunde aufnehmen. Zur Übermittlung von einer Sekunde «Computerarbeit» werden also größenordnungsmässig sieben Minuten gebraucht.

So musste ein Weg gefunden werden, die Kapazität des Telephonnetzes besser auszunutzen. Dies wird zum Beispiel erreicht durch sogenannte Digitalisierung der Daten signale. Diese Übertragungstechnik kann am Beispiel der digitalen Sprachübermittlung anschaulich dargestellt werden.

Nimmt ein Mikrofon menschliche Sprache auf, so verwandelt es die Tonschwingungen in modulierte elektrische Ströme. Damit entsteht ein sogenanntes analoges Signal, das «elektrische Abbild» der menschlichen Sprache. Die konventionelle Fernmeldetechnik begnügt sich damit, dieses elektrische Abbild so gut wie möglich zu übertragen und am Empfängerort wieder in akustische Signale umzuwandeln. Die Abschwächung des Signals, bedingt durch den elektrischen Widerstand der Leitung, muss dabei vor Erreichen des Bestimmungsortes durch mehrmaliges Verstärken kompensiert werden, wodurch natürlich auch Geräusche und Verzerrungen mitverstärkt werden.

«Verschachtelung» von mehreren Gesprächen

Diese Nachteile werden bei digitaler Übermittlung von Sprechsignalen vermieden. Ausgangspunkt ist ebenfalls das analoge Sprechsignal, das elektrische Abbild der Sprache. Nun überträgt man aber nicht das ganze Signal, sondern nur soviele Kurvenpunkte, wie nötig sind, das Sprechsignal eindeutig zu beschreiben. 8000mal pro Sekunde wird die Amplitude des analogen Signals gemessen und in binäre Zahlenwerte umgerechnet, die dann übermittelt werden. So werden im abgebildeten Beispiel statt des vollständigen analogen Signals lediglich einige seiner Amplitudenwerte (7, 10, 11, 9, 0, -2, -2, 0, 2, 2) binär codiert übermittelt. Am Empfängerort wird mit Hilfe dieser Amplitudenwerte das analoge Signal rekonstruiert und in Sprache zurückverwandelt.

Die Vorteile sind evident. Einmal gewinnt man auf diese Weise sehr viel «Platz». Die Übertragung eines Gesprächs durch analoge Sprechsignale nimmt einen Telephonkanal voll in Anspruch. Werden aber nur einzelne Amplitudenwerte der Sprechsignale übertragen, so bleibt zwischendurch noch genug Zeit, Amplitudenwerte von Sprechsignalen anderer Gespräche zu übermitteln. Derart können mehrere Telephonesgespräche ineinander «verschachtelt» werden. Je-

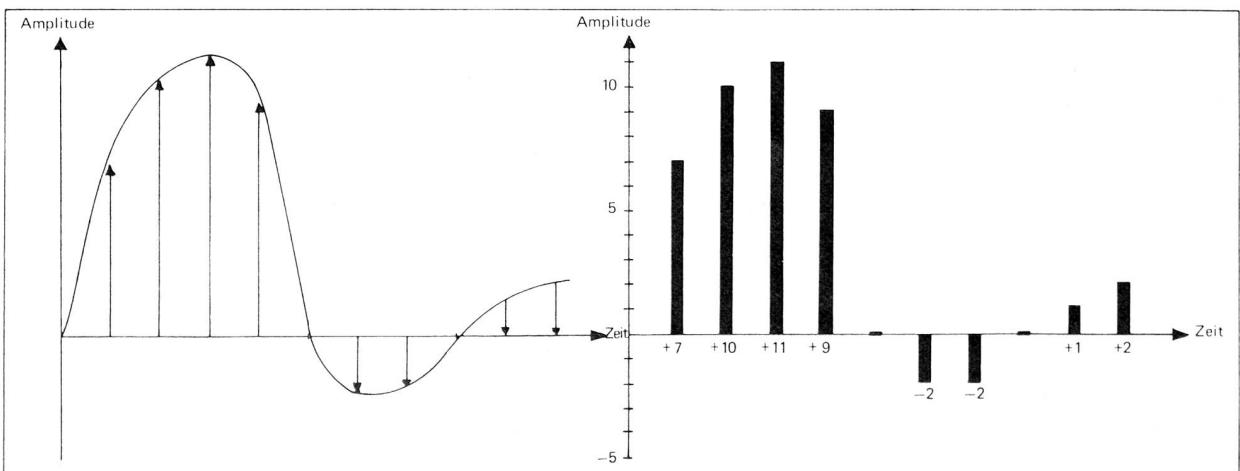


Fig. 1 Umwandlung eines analogen Signals in ein Digital signal. 8000mal pro Sekunde wird die Amplitude des Analogsignals (links) gemessen. Die Amplitudenwerte (7, 10, 11

usw.) werden binär codiert übermittelt, am Empfangsort wieder in analoge Signale und dann in menschliche Sprache zurückverwandelt.

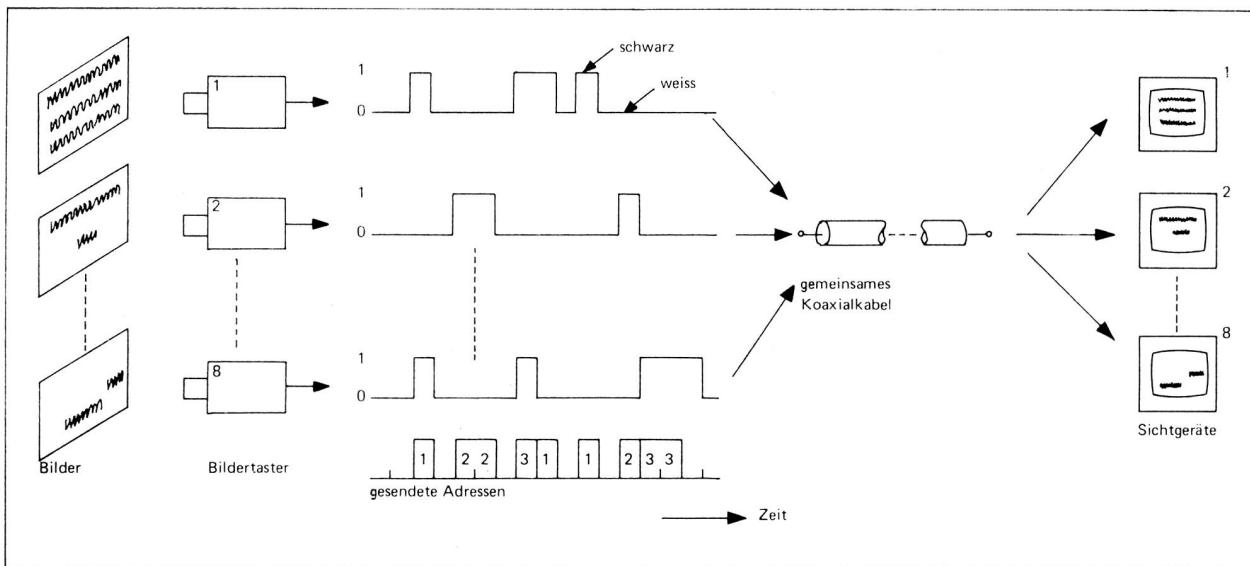


Fig. 2 Digitale Bildübermittlung. Bei dieser Anordnung können bis zu acht Bilder gleichzeitig über ein gemeinsames Koaxialkabel übertragen werden. Die Schwarzpunktimpulse sämtlicher Kameras werden – mit einer «Adresse»

versehen – über einen gemeinsamen Draht übermittelt. Am Empfangsort werden die Impulse gemäss ihrer Adresse dem jeweils richtigen Sichtgerät zugeleitet.

dem Amplitudenwert wird ein Codesignal vorgeschaltet, damit die verschiedenen Gespräche auseinander gehalten werden können. Auf einem einzelnen Kanal können auf diese Weise statt nur ein einziges Gespräch deren zwölf bis fünfzehn übertragen werden.

Keine Verzerrungen

Erstaunlicherweise ist die Sprachqualität bei digitaler Übertragung besser als mit dem analogen System. Die Gesprächsteilnehmer merken nichts davon, dass ihr Gespräch eigentlich verhakt und nur in winzige Bruchstücke aufgesplittet übermittelt wird. Übertragungsfehler kommen sehr selten vor. Unter 36 Milliarden Binärziffern findet sich nach der Übertragung im Durchschnitt nur eine einzige falsche. Natürlich müssen auch die digitalen Signale unterwegs mehrere Male verstärkt werden (etwa alle 1800 Meter). Da aber digitale Signale im Gegensatz zu Analogsignalen nur den Wert 0 oder 1 annehmen können, ist es für den Zwischenverstärker leicht, den richtigen Wert des Signals zu erkennen und in der ursprünglichen Form weiterzugeben. Verzerrungen und Nebengeräusche treten nicht auf, da eine Binärzahl nur entweder richtig oder falsch sein kann. Die Übertragungsqualität bleibt also unabhängig von der Entfernung gleich gut.

Zurzeit findet ein harter Wettbewerb statt zwischen der digitalen Übertragung im Zeitvielfach und der konventionellen analogen Übertragung im Frequenzvielfach. Für kurze Entferungen bis zu etwa zehn Kilometern ist es immer noch am billigsten, für jeden Sprechkreis einen getrennten Draht zu verwenden. Für Entfernungen zwischen 10 und 100 Kilometern lohnt es sich, die Kosten für Digitalumwandlung und

zeitliche Verschachtelung der Telephonesprache aufzubringen. Für Distanzen über 100 Kilometer wird die analoge Übertragung wieder billiger, da die Kosten für einen digitalen Verstärker zurzeit noch höher sind als diejenigen für einen Analogverstärker.

Digitale Bildübermittlung

Neben Daten und Sprache können aber auch Bilder digital übermittelt werden. Zur Übertragung eines einzelnen Fernsehbildes ist etwa die tausendfache Kanalkapazität einer Sprachübertragung erforderlich. Daher muss man versuchen, diese ungeheure Datenmenge durch geeignete Massnahmen zu verringern, ohne die Qualität der übermittelten Bilder zu verschlechtern.

Es ist zu prüfen, welcher Anteil der gesendeten Daten redundant ist, das heisst, weggelassen werden kann, ohne die Qualität der Darstellung auf dem Bildschirm des Empfängers zu beeinträchtigen. IBM hat ein Verfahren entwickelt, das die Datenmenge von zu übertragenden Schriftstücken und Zeichnungen um den Faktor 2,6 verringert.

In Voruntersuchungen wurde festgestellt, dass eine vollgeschriebene Schreibmaschinenseite nur etwa zu $\frac{1}{8}$ geschwärzt ist, der Rest des Papiers ist weiss, also redundante Information. Der Informationsgehalt liegt nicht im weissen Papier, sondern in den aufgedruckten Buchstaben. Man musste also versuchen, die Datenströme der redundanten «weissen» Informationen zu ersetzen durch Buchstaben-Signale.

Überstreicht ein Bildabtaster einen schwarzen Rasterpunkt, also ein Zeichen, so erreicht die Ausgangsspannung am Abtaster den Wert 1, bei weissen Stellen auf der Vorlage

brain carry
telecom, speci-
alist's work. /
the degree c
try, which is

Fig. 3 So etwa sieht ein Text aus, der zusammen mit acht anderen Vorlagen gleichzeitig über denselben Draht übermittelt wurde. Obwohl die meisten Buchstaben «Löcher» aufweisen, ist der Text – vor allem auf Distanz – noch gut lesbar.

bleibt sie auf 0. Dabei ist die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von 1 gleich $1/8$, da eine Schreibmaschinenseite im Durchschnitt zu $1/8$ geschwärzt ist. Da man hauptsächlich an den schwarzen Punkten, den Zeichen, interessiert ist, ging man dazu über, die häufigen weißen Lücken zwischen den Schwarzimpulsen des einen Abtasters mit Schwarzimpulsen anderer Abtaster aufzufüllen.

Gleichzeitig acht Übertragungen

Experimente haben gezeigt, dass man durch derartiges Ineinanderschachtern der Bildimpulse acht Schreibmaschinenseiten gleichzeitig über denselben Draht übermitteln kann, ohne dass die Bildqualität wesentlich beeinträchtigt wird. Erst wenn zum Beispiel sechzehn Vorlagen gleichzeitig über denselben Draht übermittelt werden, muss eine Verschlechterung der Bildqualität in Kauf genommen werden.

Die acht Bildabtaster geben ihre Impulse alle auf ein gemeinsames Koaxialkabel. Damit auf der Empfangsseite noch unterschieden werden kann, welcher Schwarzimpuls von welchem Abtaster stammt, gibt man jedem Schwarzimpuls

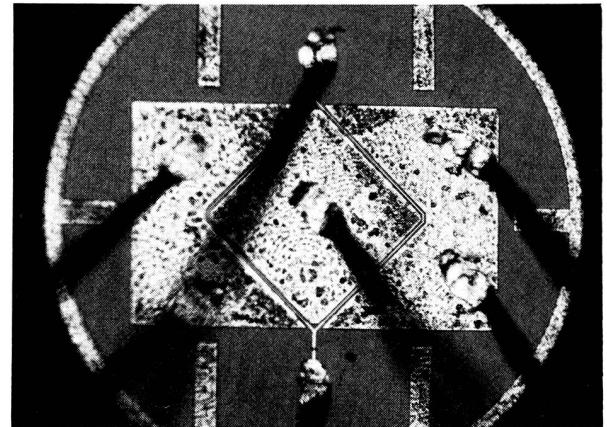


Fig. 4 Für die digitale Nachrichtentechnik wurden spezielle Bausteine entwickelt. Die Aufnahme zeigt einen Schottky-Barrierefeldeffekt-Transistor, der bis zu einer Frequenz von 12 GHz arbeitet. Die Breite der Steuerelektrode und der Abstand zwischen den Kontakten beträgt nur 1/1000 mm. (IBM-Forschungslaboratorium in Zürich-Rüschlikon).

eine Absenderadresse. Auf dem gemeinsamen Kabel wird dann eine Folge von Adressen gesendet (vgl. Fig. 2). Auf der Empfangsseite werden die Adressen wieder in Schwarzimpulse zurückverwandelt, die dann dem richtigen Sichtgerät zugeleitet werden.

Natürlich kommt es vor, dass zu einem bestimmten Zeitpunkt zwei oder mehrere Abtaster einen Schwarzimpuls abgeben. Da aber immer nur eine einzige Adresse gesendet werden kann, gehen die Schwarzimpulse der nicht berücksichtigten Abtaster verloren, das heißt, die Schriftzeichen auf den Sichtgeräten haben Löcher. Eine Einrichtung sorgt dafür, dass beim Zusammentreffen von Schwarzimpulsen alle Abtaster im Mittel gleich oft benachteiligt werden. Da jeder Buchstabe aus vielen einzelnen Schwarzimpulsen zusammengesetzt ist, bleibt das Bild auf dem Empfangsschirm trotz einzelner Fehlstellen auf alle Fälle lesbar. Zudem kann man mit einer einfachen Einrichtung erreichen, dass diese Fehlstellen innerhalb des Zeichens eine Art Wimmelbewegung ausführen. Benutzt man einen nachleuchtenden Bildschirm, so gelingt es, diese rasche Bewegung unsichtbar zu machen und damit dem Betrachter den Eindruck eines vollkommenen Zeichens zu vermitteln.

(aus: Forschung und Technik, Beilage der Nationalzeitung Basel)