

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: 67 (1989)

Heft: 11

Artikel: Industrielle Forschung für die Telekommunikation : Perspektiven für junge Wissenschaftler und Ingenieure

Autor: Ohnsorge, Horst

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-874960>

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: 16.01.2026

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

Industrielle Forschung für die Telekommunikation, Perspektiven für junge Wissenschaftler und Ingenieure¹

Horst OHNSORGE, Paris

Zusammenfassung. Zum Thema «Der Arbeitsplatz im Unternehmen der neunziger Jahre» (vgl. «Technische Mitteilungen. PTT» 10/1989) hielt der Autor am diesjährigen STR-Symposium einen Vortrag, der hier redaktionell leicht überarbeitet wiedergegeben ist. Es werden, ausgehend vom heutigen Entwicklungsstand und unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Aspekte, die heute eingeschlagenen Forschungsrichtungen und mögliche künftige Entwicklungen dargestellt. Den Schwerpunkt bildet dabei die Breitbandkommunikation mit dem ISDN (Integrated Services Digital Network) und seinen Anwendungen. Ziel der Forschung ist unter anderem, die Systeme benutzerfreundlich und ökonomisch zu gestalten, damit sie eine breite Akzeptanz finden. Weitere Forschungsaktivitäten betreffen die digitale Verarbeitung von Sprache und die künstliche Intelligenz. Abschliessend werden Aspekte des Arbeitsmarktes in der Forschung gestreift.

Recherche industrielle en matière de télécommunications, perspectives pour de jeunes scientifiques et ingénieurs

Résumé. A l'occasion du symposium STR de cette année, l'auteur a prononcé une conférence sur le thème «La place de travail dans l'entreprise des années nonante» (cf. «Bulletin technique PTT» 10/1989), reproduite ci-dessous avec de légères retouches rédactionnelles. En se fondant sur l'état actuel du développement et sur les aspects économiques, on présente l'orientation de la recherche actuelle et les éventuels développements futurs. Dans ce domaine, l'accent est mis sur la communication à large bande par le RNIS (réseau numérique à intégration de services) et ses applications. Entre autres objectifs, la recherche vise à rendre les systèmes plus économiques et plus faciles à utiliser, afin qu'ils soient encore mieux acceptés par la clientèle. D'autres activités de recherche concernent le traitement numérique de la parole et l'intelligence artificielle. En conclusion, on esquisse les aspects du marché du travail dans la recherche.

Ricerche industriali per le telecomunicazioni, prospettive per giovani scienziati e ingegneri

Riassunto. Al simposio STR 1989, l'autore ha tenuto una relazione sul tema «Il posto di lavoro nelle ditte degli anni novanta», qui riprodotta in forma leggermente modificata. L'autore mostra le tendenze attuali e future delle ricerche, partendo dalla situazione attuale e tenendo conto degli aspetti economici. La comunicazione a larga banda con l'ISDN (Integrated Services Digital Network) e le sue applicazioni svolgeranno un ruolo determinante. Uno degli obiettivi delle ricerche è quello di realizzare sistemi economici e di facile uso, per invogliare molta gente ad utilizzarli. Altre attività delle ricerche riguardano l'elaborazione digitale della voce e l'intelligenza artificiale. L'autore accenna infine agli aspetti del mercato di lavoro nelle ricerche.

1 Einführung: Stand der Telekommunikation

Die Telekommunikation hat heute einen hohen Stand erreicht, ist aber noch weit entfernt von dem denkbaren und wünschenswerten Endstand. Dies gilt sowohl für das Spektrum und die Qualität der Telekommunikationsdienste als auch für deren breite Nutzung. In den Industrienationen der westlichen Welt sind Fernsprechen, Rundfunk und Fernsehen bereits Massendienste, deren Teilnehmerzahlen sich der Sättigung nähern. Dies gilt für Rundfunk und Fernsehen auch im Ostblock, nicht jedoch für Fernsprechen [1]. In Ländern der Dritten Welt besteht für alle Telekommunikations-Dienste ein erheblicher Nachholbedarf.

Der Stand bei Kabelfernsehen hinsichtlich der Einführung, Nutzung und Programmangebote variiert weltweit ausserordentlich stark. Das Satellitenfernsehen mit Direktempfang befindet sich gerade in der Einführungsphase. Der Ersatz der analogen Fernsprechnetze durch digitale Übermittlungssysteme ist weltweit in vollem Gange und für die Einführung des ISDN (Integrated Services Digital Network) wurde der Startschuss in vielen Ländern gegeben. Diese «integrierten Netze» mit Teilnehmeranschlussystemen für Kanäle von $2 \times 64 \text{ kbit/s} + 1 \times 16 \text{ kbit/s}$ ermöglichen die Integration aller Schmalbanddienste wie Fernsprechen, Datenübertragung, Faksimile, Teletex, Bildschirmtext bis hin

zum Bildtelefon mit stark reduzierter Datenrate und Bildqualität.

Für die Fernübertragung sind faseroptische Übertragungssysteme im Begriff, die Kupferleitersysteme vollständig zu verdrängen. Sie bereiten damit die Infrastruktur für die Breitband-Kommunikation vor.

Eine Reihe von Breitband-Kommunikations-Systemen wurde als Technologie-Versuche, Dienste-Tests und Betriebsversuche zur Vorbereitung des B-ISDN (Breitband-ISDN) bereits verwirklicht (Tab. I).

Tabelle I. Erste Beispiele von Breitband-Kommunikationsnetzen

– Biarritz Communication Network – F.O. TV-Distribution Network	Frankreich
– BIGFON und BIGFERN – Vorläuferbreitbahnnetz f. Videokonf. – BERKOM (ISDN-gestütztes Breitbandnetz)	Bundesrepublik Deutschland
– MILTON KEYNES Network	Grossbritannien
– ELIE MANITOBA Network	Kanada
– HI OVIS (Musashino Mitaka)	Japan
Geplante Test-Breitbandnetze: – Italien, Norwegen, Schweiz	Demonstrationsbetrieb
– Belgien, Frankreich, BR Deutschland, Italien, Norwegen, Spanien	ATM System Feldtest

¹ Vortrag, gehalten am STR-Symposium 1989 an der ETH in Zürich; der Autor ist Direktor für Forschung und Technologie der Alcatel N.V.

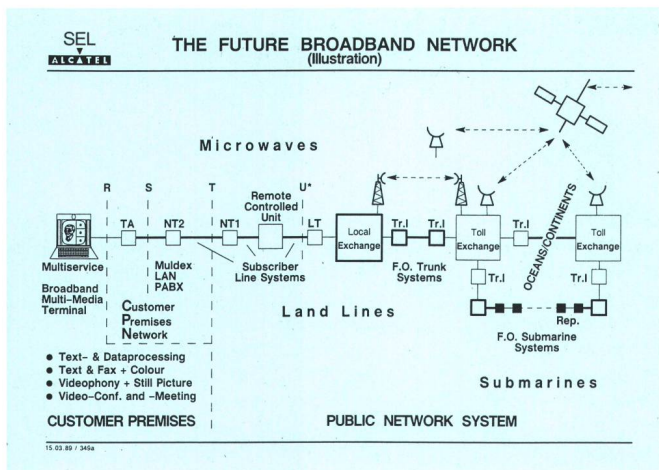


Fig. 1
Beispiel eines künftigen Breitbandnetzes

In der Bundesrepublik Deutschland ist Breitbandkommunikation (140 Mbit/s-Kanäle bundesweit als Selbstwähldienst) offiziell mit Hilfe des VBN (Vorläuferbreitbandnetz) eingeführt, das noch nicht die standardisierten ISDN-Protokolle benutzt und nur Video-Kommunikation sowie schnelle Datenkommunikation integriert [2]. Ein Prototypsystem für Breitband-ISDN (B-ISDN, die Signalisierung basiert auf den D-Kanal-Protokollen des ISDN) wurde Ende 1988 unter dem Namen BERKOM (Berliner Breitbandkommunikationssystem) von der Deutschen Bundespost (DBP) in Betrieb genommen, das neben allen ISDN-Diensten im Endausbau auch alle Breitbanddienste umfassen wird, wie interaktives Kabelfernsehen, hochqualitatives Bildfernsprechen und Videokonferenzen, hochauflösendes schnelles Farb-Text-Fax sowie alle Breitbanddatendienste. Die Teilnehmeranschlusssysteme bieten Bitraten von 140 Mbit/s, auf 560 Mbit/s erweiterbar, so dass damit auch HDTV (High Definition Television) angeboten werden kann, sobald dieser Dienst eingeführt ist.

Trotz dieses bereits erreichten Standes der Technik sind HDTV und ganz besonders B-ISDN noch im Forschungsstadium und werden weltweit mit grossem finanziellem und personellem Einsatz bearbeitet. B-ISDN und die dafür nötigen Schlüsseltechnologien, wie

- Mikro-Elektronik, Opto-Elektronik, Faser-Optik, integrierte Opto-Elektronik, optische Verstärker, Schalter, Modulatoren und Logikbausteine
- Software-Technologien (Tools, künstliche Intelligenz, Expertensysteme)
- System-Technologien (Prinzipien, Architekturen, Netze)

sind Forschungsschwerpunkte auch bei *Alcatel N.V.* Die denkbaren Weiterentwicklungen auf diesen Gebieten sind so gewaltig, dass ein Ende der Forschungsaktivitäten nicht absehbar ist – wie im folgenden noch gezeigt werden soll.

2 Breitband-Kommunikation

2.1 Wirtschaftliche Bedeutung

Die Breitband-Kommunikation erfordert eine Erweiterung der Übermittlungskapazität der heutigen Telekom-

munikationsnetze etwa um den Faktor 2000 bei heutigen Normen

64 kbit/s 140 Mbit/s
Fernsprechen in PCM Videophone in PCM

und ein Vielfaches davon, wenn HDTV zur Norm wird (z.B. $5 \times 5 \text{ MHz} = \text{TV}$, $25 \text{ MHz} = \text{HDTV}$). Dies bedeutet praktisch den Ersatz des heutigen Fernsprechnetzes durch ein Breitbandnetz wie es *Figur 1* symbolisch darstellt. Diese Graphik zeigt gleichzeitig alle Bausteine des Netzes, für die Forschung betrieben wird, angefangen bei dem MMI (Man Machine Interface), der Schnittstelle zwischen Mensch und Terminal – die es zu optimieren gilt – bis hin zu Breitband-Satellitensystemen und Unterwasserübertragungssystemen.

Die Bereitstellung dieses Netzes fördert die EG im Programm RACE (Research and Development in Advanced Communications-Technologies in Europe) mit 550 Millionen ECU und zusätzlich mit 2350 Millionen ECU die Forschung für Basistechnologien, die der Daten- und der Übermittlungstechnik dienen in den Programmen ESPRIT I und II (European Strategic Programme for Research and Development in Information Technology, *Tab. II*).

Ein weiteres gewaltiges Programm zur Förderung der Mikroelektronik mit einem Aufwand von 3804 Millionen ECU befindet sich in der Definitionsphase unter dem Namen JESSI (Joint European Submicron Silicon), das mit nationalen und EG-Mitteln durchgeführt werden soll. Dieses Programm wird ganz wesentlich zur Kostensenkung der Breitband-Übermittlungssysteme beitragen (Ziel: Strukturen von $0,3 \mu\text{m}$ und hocheffiziente CAD-Systeme).

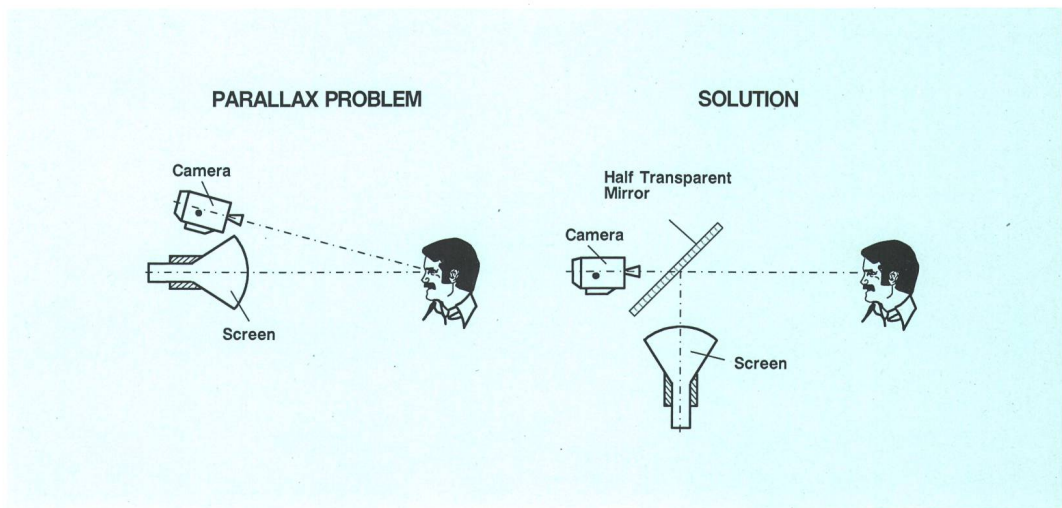
Parallel dazu wird die integrierte Opto-Elektronik durch starke nationale Förderungsprogramme unterstützt, um die Kosten der faseroptischen Übertragung zu senken und allfällig den Weg zum «volloptischen System mit optischer Übertragung, Vermittlung und Signal/Datenverarbeitung» zu öffnen.

Wesentliche Kostensenkungen sind eine Grundvoraussetzung für die Massennutzung der Breitband-Kommunikation. Die DBP hat z.B. ermittelt, dass etwa 50 % der heutigen Fernsprechteilnehmer sich Bildfernsprecher leisten könnten, wenn die Gebühren dafür nicht mehr als die doppelten Fernsprechgebühren betragen würden. Wären die Gebühren proportional zum Preis, dann dürften die Gesamteinrichtungen für die Breitbandkommunikation etwa 6000 ECU je Teilnehmer kosten, jede weitere Kostensenkung erhöht die Zahl der potentiellen Interessenten. Basierend auf diesen Zahlen und den Investitionsmitteln, die z.B. der DBP zur Verfügung stehen,

Tabelle II. Europäische Forschungsprogramme für Telekommunikation und Informations-Technologien

Projekt	Projektdauer	Mannjahre	MECU	Forschungsgebiet
1. RACE	1988 bis 1992	etwa 7000	550	Integrierte Breitbandkommunikation
2. ESPRIT I	1984 bis 1988	10 000	750	Daten- und Grundtechnologien
ESPRIT II	1988 bis 1991	24 000	1600	

Fig. 2
Bildfernsprecher-Technologie



schätzt man für den Vollausbau des Breitbandnetzes (etwa 30 Mio Kommunikationsteilnehmer) in der BRD eine notwendige Zeitspanne von etwa 30 Jahren. Weltweit bestehen zurzeit etwa 500 Mio Telefonanschlüsse. Der Ersatz durch Breitbandanschlüsse würde also eine Investition von 3 Tera ECU (3×10^{12} ECU) bei 6000 ECU/Teilnehmer bedeuten.

Dies mag verdeutlichen, welche Rolle die Breitbandkommunikation für die Arbeitsplätze in der Telekommunikationsindustrie und für die Forschung von heute, morgen und übermorgen spielt.

22 Integriertes Dienstangebot

Kabelfernsehen, Bildfernsprechen und Breitband-Bildschirmtext sind die potentiellen Massendienste für B-ISDN. Gute Fernsehqualität und die Lösung des «Blickkontakt-Problems» führten zu etwa 95 % Positivaussagen bei Akzeptanztests mit Terminals nach *Figuren 2 und 3*:

Der (scheinbare) Blickkontakt der Partner setzt den Blick in die Kamera voraus; dies wurde durch den Einsatz eines semitransparenten Spiegels entsprechend *Figur 2*

erreicht. Ohne Blickkontakt entsteht bald der Eindruck, dass der Partner nicht zuhört, im Gegensatz zum Fernsprechen, bei dem man den Partner nicht sieht und daher glaubt, er sei stets aufmerksam. Bildfernsprechen ohne Blickkontakt wird wenige Tage nach der Bereitstellung vom Teilnehmer nicht mehr benutzt, wie Tests zeigten.

Das Videophone obiger Art kann zur «Multimedia-Workstation» erweitert werden, wie dies in *Figuren 4 und 5* gezeigt ist. Mit Hilfe einer Tastatur und eines PC wurde das Terminal für Textverarbeitung und Graphik erweitert; das Hinzufügen von Faksimile liefert eine Art Text-fax; eine zusätzliche Objektkamera erlaubt das Einbauen von Objektaufnahmen in das Text-Graphik-Fax-Dokument, das dann z.B. per Drucker ausgegeben oder zu den Gegenstationen übertragen wird. Es kann aber auch als Dokument in einem «Videomeeting» diskutiert werden, an dem mehrere Teilnehmer (zurzeit drei verwirklicht) beteiligt sind, die alle an ihrem eigenen Gerät örtlich voneinander getrennt sitzen, aber neben dem Dokument auf jedem Bildschirm erscheinen (*Fig. 6, 7 und 8*).

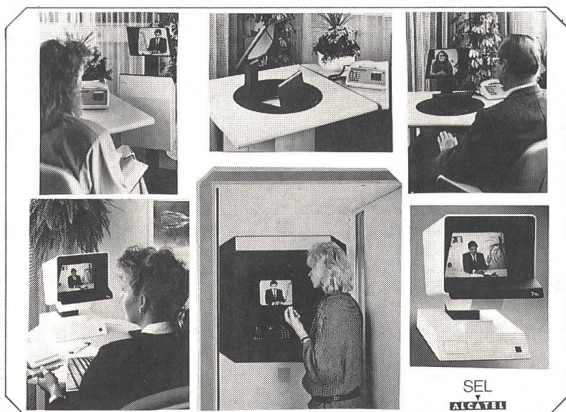
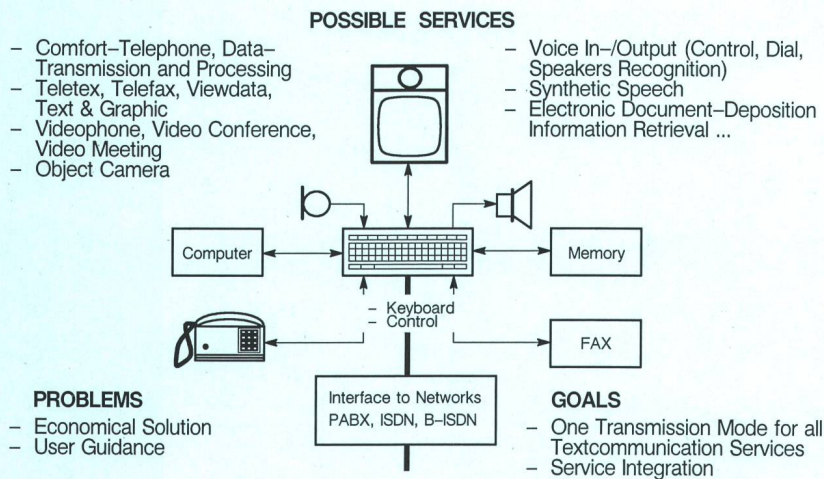


Fig. 3
Mögliche Lösungen für Bildfernsprechstellen



Fig. 4
«Multimedia-Workstation»

Fig. 5
Modularer Büroarbeitsplatz



Anstelle der Objektaufnahme als Festbild kann natürlich auch eine Bewegtbild- bzw. eine Fernsehszene in das Gesamtbild aufgenommen werden. Damit erhält man die «vollständige integrierte Breitbandkommunikation», wie sie nur B-ISDN bieten kann. Ein System dieser Art, aus drei Stationen bestehend, wurde von der Alcatel-Forschungsgruppe entwickelt und einem längeren Test mit sehr positivem Erfolg unterzogen, so dass nun eine Pilotinstallation aufgezogen wird. Dieses Beispiel lässt ohne viel Fantasie den Nutzen der Breitband-Kommunikation erkennen.

Volle Akzeptanz und breiten Einsatz für geschäftliche Kommunikation werden diese Systeme jedoch erst dann finden, wenn sie

- *benutzerfreundlich* hinsichtlich Bedienung, Wartung und der Leistungsmerkmale sind (dabei dürfte die adaptive Benutzerführung unter Einsatz von künstlicher Intelligenz eine Hauptrolle spielen)
- und wenn sie *ökonomisch* sind, d.h. das Nutzen/Kostenverhältnis grösser als 1 wird.

Zur Erfüllung dieser beiden Forderungen ist noch viel Forschungs- und Entwicklungsarbeit zu leisten.

23 Technologien

Zur Kostensenkung dienen zwei Wege:

1. *Rationalisierung* der Fertigung durch Automatisierung; dies setzt jedoch aufgrund der hohen Investitionen eine Massenanzahl voraus, die ihrerseits erst durch niedrige Kosten erreicht werden kann.
2. *Technologieverbesserungen* können prinzipielle Kostensenkungen ermöglichen; dies erfordert aber sehr hohe Aufwendungen für Forschung und Entwicklung, die ein einzelnes Unternehmen kaum noch aufbringen kann. Daher sind in der EG, in den USA und in Japan sowie in allen europäischen Industrieländern grosse Förderungsprogramme beschlossen worden, um den angestrebten Fortschritt zu erreichen.



Fig. 6
Videomeeting am integrierten Büroarbeitsplatz



Fig. 7
Videomeeting
So sieht der Teilnehmer den Bildschirm

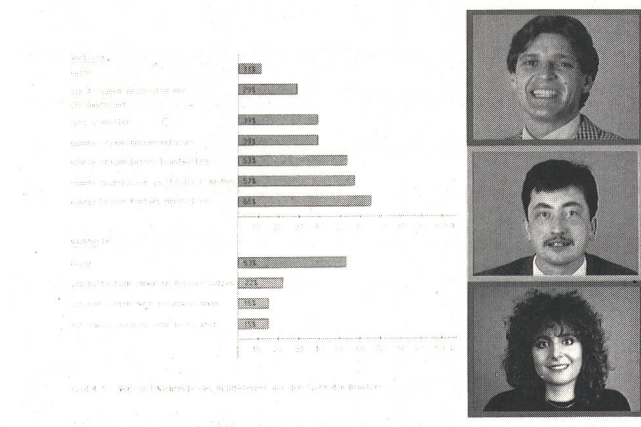


Fig. 8
Videomeeting
Bildschirm mit Textvorlage und Konferenzpartnern

Fernübertragung

Es lässt sich zeigen [3], dass bei einer Bitrate von 25 Gbit/s je Glasfaser (= etwa 400 000 Fernsprechkana-
lä), einem Repeaterabstand von 40 km und Kosten eines Repeaters, die gleich denen eines Verstärkers des analogen Übertragungssystems V 10 800 (10 800 analoge Fernsprechkana-
lä mit 3,4 kHz Bandbreite) sind, ein 140-Mbit/s-Kanal nicht mehr kostet als ein heutiger Fernsprechkana-
lä. Dies bedeutet, dass, sobald dieses Ziel erreicht ist, die Fernübertragung eines Hochqualitäts-
Bildfernprechsignals dann nicht mehr kostet als die eines Fernprechsignals heute. Spitzenwerte in Europa sind 5 Gbit/s und 111 km Repeaterabstand (SEL/Alca-
tel N.V. 1987). In Japan hat NEC 1989 10 Gbit/s und 100 km Repeaterabstand erreicht. Für den wichtigen Pa-
rameter Bitrate \times Repeaterabstand ist also die Machbarkeit des oben geforderten Wertes von 1 Tera-
bit \times km bereits nachgewiesen. Ziel der Forschung ist es, die Bitrate noch um mindestens den Faktor 2,5 zu er-
höhen, denn die maximal sinnvollen Repeaterabstände werden durch die nötigen Abzweigungen bei terrestri-
schen Systemen begrenzt.

Für diese Hochgeschwindigkeitssysteme benötigt man monomodale Laser mit sehr schmaler Spektralband-

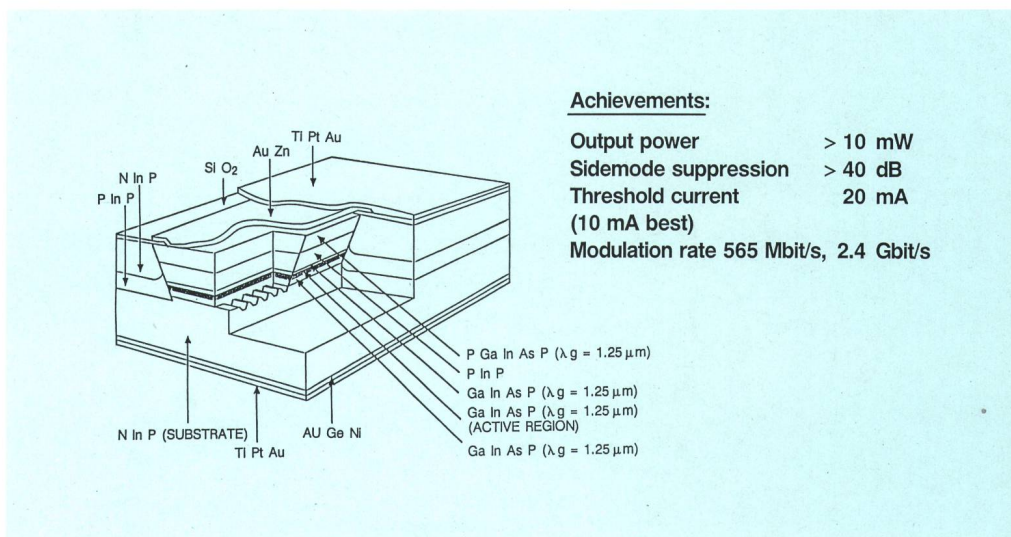
breite (0,05 nm) der Lichtwelle (Fig. 9). Diese Laser existieren, sind aber noch nicht mit 25 Gbit/s modulierbar; auch die Elektronik für Sender, Empfänger und Repeater mit 25 Gbit/s ist noch Gegenstand der Forschung. Einsatzfähige Systeme dieser Art werden voraussichtlich in etwa 10 Jahren verfügbar sein.

Zumindest für die Vergrößerung der Repeaterabstände bietet sich die kohärente Übertragung und Detektion an (Superhet-Prinzip in Lichtwellenbereich): Am Empfangs-
ort wird der Signallichtwelle eine kohärente, lokal erzeugte Lichtquelle überlagert (Fig. 10). Man erzielt damit Gewinne entsprechend der Formel in Figur 10 in Abhän-
gigkeit von der Phasen- und Frequenzdifferenz der überlagerten Lichtsignale und in Abhängigkeit von der ver-
wendeten Modulationsart entsprechend Figur 11. Benötigt werden dafür Laser mit äusserst schmaler Spektral-
bandbreite als Sender und zusätzlich abstimmbare als lokale Oszillatoren zur Überlagerung. Auch diese Laser werden noch Gegenstand der Forschung über einen lan-
gen Zeitraum sein, obgleich man durchstimmbare Laser mit Spektralbandbreiten von 100 kHz in Einzelfällen bereits gebaut hat.

24 Teilnehmer-Anschlussysteme

Einen hohen Kostenfaktor bilden die Teilnehmer-Anschlussysteme. Dass man Laser sehr billig herstellen kann, hat die Entwicklung der Compact-Disc-Laser gezeigt. Ein Weg, den kompletten optischen Sender und Empfänger zu verbilligen, ist die Integration der gesamten Elektronik auf einem Siliziumchip, sobald die Technologie verfügbar ist und hinreichende Ausbeuten garantiert. Für höhere Bitraten (> 600 Mbit/s) ist eine Weiterentwicklung der Mikroelektronik erforderlich. Ein anderer Weg ist die integrierte Opto-Elektronik, z.B. auf InP-Basis. Laser und Treiber sowie Fotodetektor und Vorverstärker wurden bereits auf InP-Wafern monolithisch integriert. Ob die Integration des kompletten Senders und Empfängers machbar und sinnvoll ist, muss die weitere Forschung zeigen. Einsatzfähige und kostengünstige Bausteine dieser Art sind in diesem Jahrtausend jedoch kaum zu erwarten. Hier liegt noch ein weites Feld der Forschung vor uns.

Fig. 9
Distributed Feedback (DFB) Laser
Wellenlänge 1500 nm



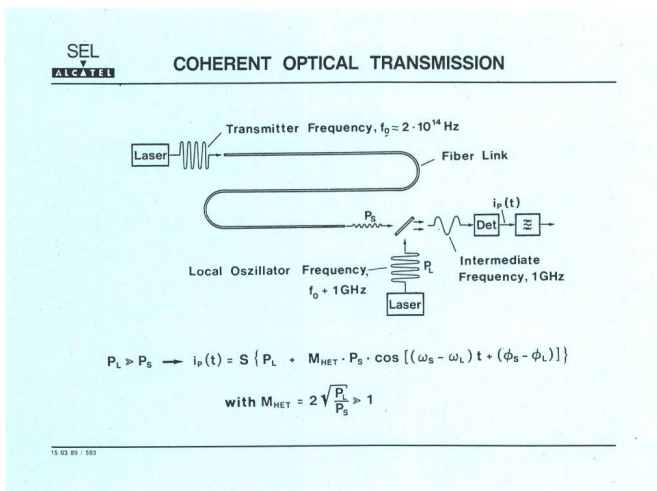


Fig. 10
Kohärente optische Übertragung

Gewaltige Kapazitätserhöhungen je Faser strebt man durch Wellenlängenmultiplex und kohärente Detektion an. Wissenschaftler sagen die Realisierbarkeit von vielen hundert Wellenlängen je Faser voraus. Derartige Systeme wären ideal für Fernsehverteilung, aber auch für Vielfachzugriffssysteme (LAN, MAN), bei denen jeder angeschlossene Teilnehmer für die Sendung seiner Signale eine eigene Lichtwellenlänge erhält. Es ist eine offene Frage, ob die technisch-wissenschaftlichen Probleme dieser Systeme gelöst werden können – sicher ist, dass sie die Forschung noch viele Jahre beschäftigen werden.

Nicht unerwähnt bleiben darf ein Trend, der zumindest für eine Übergangsperiode eine Renaissance der Analogtechnik bewirken kann: Laser haben eine so hohe Linearität erreicht, dass die Übertragung von 30 bis 60 analogen Fernsehprogrammen mit hinreichendem Signal-Rausch-Verhältnis bei geeigneten Modulationsverfahren über die Glasfaser machbar ist. Dies könnte die Fernsehverteilung über Koaxialleitung ersetzen, da auch kostengünstige Lösungen möglich erscheinen – und als Wegbereiter des B-ISDN dienen, da man damit eine Infrastruktur «Fibre to the Home» (FTTH) schafft – ein Trend zurzeit in den USA!

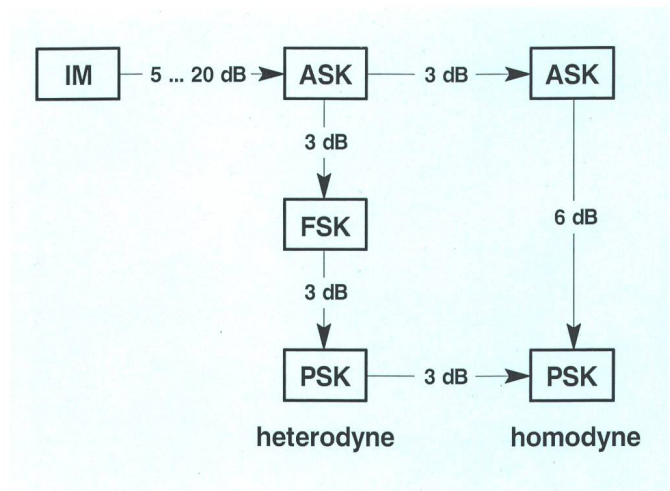


Fig. 11
Kohärente Übertragungsarten

25 Vermittlung

Heutige Systeme der digitalen Telekommunikation arbeiten synchron oder plesiochron und mit Kanalvermittlung (circuit switching); Ausnahmen bilden Paketvermittlungen in Datennetzen.

BERKOM ist ein klassisches Beispiel der synchronen Kanaldurchschaltung (STM = Synchronous Transfer Mode with circuit switching): Punkt-zu-Punkt-Verbindungen werden hergestellt und bleiben für die Dauer der Kommunikation erhalten wie bei Fernsprechen und anderen konventionellen Telekommunikations-Diensten. Es herrscht zurzeit ein starker Trend, die Idee des «Packet Switching» mit Adresscodierung (man bildet aus den Quelleninformationen Pakete oder «Zellen», die jeweils mit der Adresse des Zielempfängers versehen werden) als allgemeinen künftigen Übermittlungsmodus einzuführen. Dabei werden die Zellen mit Kopfteil (Cells with Headers) vom Sender (z.B. vom Terminal) asynchron zum Übermittlungssystem gebildet (daher der Name ATM = Asynchronous Transfer Mode) und dem Netzwerkabschluss (NT = Network Termination) übergeben. Dieser enthält einen Speicher, aus dem das Teilnehmeranschluss-Leitungssystem (das synchron arbeitet) die

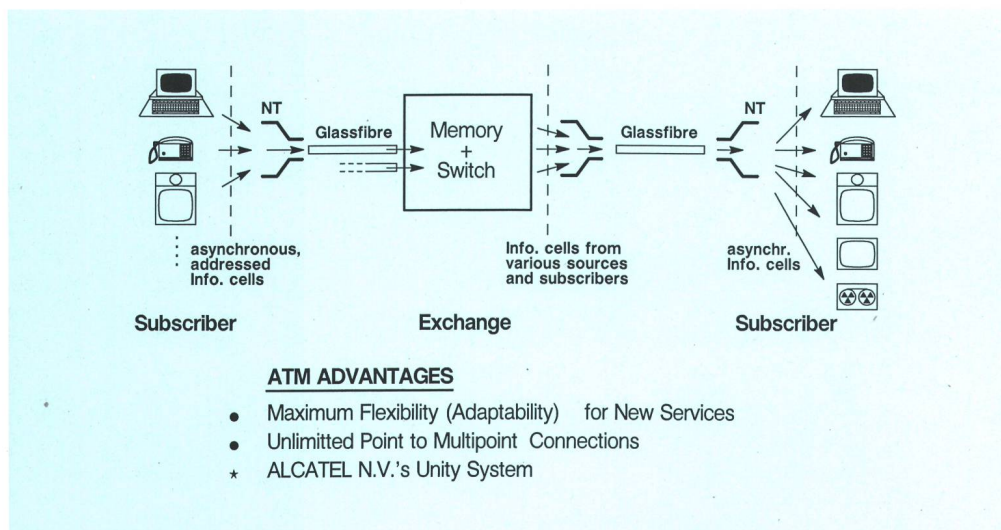
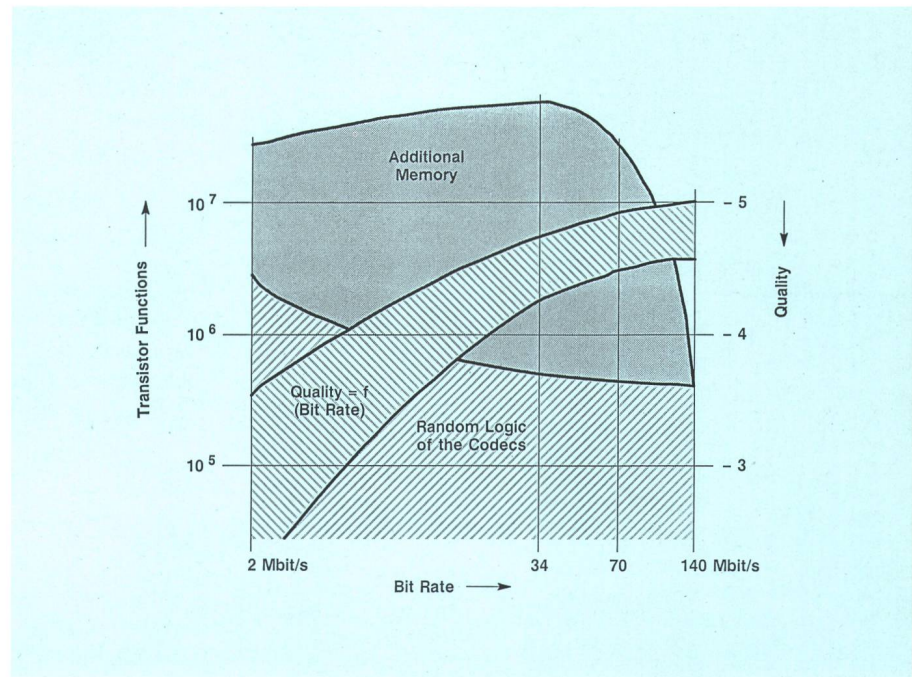


Fig. 12
Künftige integrierte Breitbandnetze, basierend auf dem «Asynchronous Transfer Mode» (ATM)

Fig. 13
Komplexität des Codecs und Bildqualität in
Abhängigkeit von der Bitrate



Zellen abrufen und der Vermittlung zuführt. Diese wirkt wie ein grosser Speicher und Adresserkenner, der die Zellen entsprechend ihrer Adresse in das Teilnehmeranschlusssystem der Zieladresse ausgibt, wie in *Figur 12* gezeigt. Vom CCITT wurde diese Übermittlungsart zum Ziel-Prinzip für B-ISDN erklärt. Es ist eine Forschungsaufgabe, herauszufinden, ob dies die technologisch optimale und ökonomisch günstigste Lösung für die fernere Zukunft ist. Für ATM gibt es viele Varianten, das Auffinden der günstigsten Architektur allein ist schon eine grosse Aufgabe.

26 Video-Codierung

Eine Schlüsselkomponente der digitalen Signalübertragung (besonders der Videosignale) ist der Codec, der für Videosignale «astronomische» Komplexität annehmen kann (*Fig. 13*). 20 Jahre Forschung wurden für die Video-Codierung bereits verwendet, und noch immer sind für die Algorithmen dieser Codierung Fortschritte zu verzeichnen. Wann hier ein Schlussstrich gezogen werden kann, ist eine offene Frage.

Die Komplexität der Codecs stellt höchste Ansprüche an die Mikroelektronik, denn das Endziel muss der «1-Chip-Codec» sein, sonst wird die «Breitbandkommunikation für jedermann» nicht möglich (es sei denn, unser Wohlstand wächst mächtig weiter für alle). Auch hier liegt eine Aufgabe vor, die von den künftigen Jung-Ingenieuren zu lösen sein wird.

3 Andere Forschungsgebiete für die Telekommunikation

31 Sprache

Bei der Sprache, unserem Hauptkommunikationsmittel, müssen drei wesentliche Forschungsgebiete unterschieden werden:

- *Sprachkompression* (Zur Übertragung digitalisierter Sprache mit reduzierter Bitrate, bei vorgegebener

Sprachqualität wie Verständlichkeit, Klang und Güte, Sprechererkennbarkeit.)

- *Spracherkennung* (Worterkennung, Wortfolgenerkennung, Erkennung gebundener Sprache und Sprache verstehen, was zur automatischen Sprachwiedergabe durch eine Schreibmaschine (= Ersatz der Maschinenschreibkraft) und bis zur automatischen Übersetzung eines Textes in andere Sprachen führen kann.)
- *Sprechererkennung* (Identifizierung eines Sprechers zur Berechtigungserteilung, zur Personenidentifikation bis hin zur «tönenden Unterschrift».)

Auf diesen Gebieten wird seit mehr als vier Jahrzehnten geforscht, und es wird noch weitere Dekaden erfordern, bis wir die Maschinenschreibkraft und den Übersetzer durch Computer ersetzen können.

Da durch die automatische Spracherkennung Routinearbeiten verringert werden können, erscheint sie als wünschenswertes Forschungsziel.

32 Künstliche Intelligenz (Artificial Intelligence)

Menschliche Intelligenz in eine Maschine (Computer) zu implementieren ist – im Gegensatz zu dem Traum des Fliegens von Ikarus – eine Idee der Neuzeit.

Intelligenz als Reaktionskette von Wahrnehmen (Sensorik), Speichern (Gedächtnis), Kombination (Denkvorgang), Entscheiden (Bewertung und Folgerung), Agieren/Reagieren (Aktionen zur Realisierung der Entscheidung) für die *Anpassung* an die Notwendigkeiten zur Existenz aufgrund der sich wandelnden Umwelt ist ein Phänomen, das wir bei weitem noch nicht in seiner Breite und Bedeutung erkannt haben. Die menschliche Dominanz in unserer Welt beruht auf Intelligenz, und wir könnten diese Fähigkeit vervielfachen, wenn es gelänge, die menschliche Intelligenz weitgehend in der Maschine (Computer) zu implementieren und mit der hohen Speicherkapazität und Verarbeitungsgeschwindigkeit des Computers zu kombinieren.

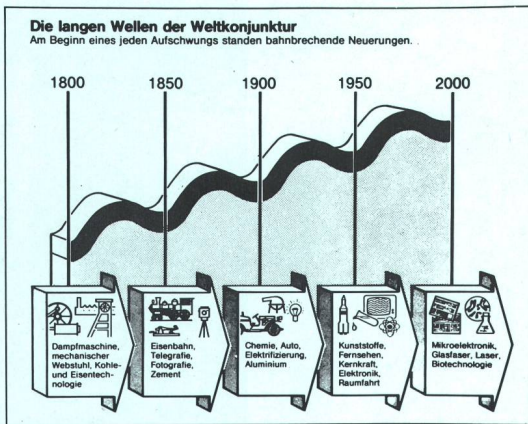


Fig. 14
Die langen Wellen der Weltkonjunktur
Am Beginn eines jeden Aufschwungs standen bahnbrechende Neuerungen

Der Einsatz künstlicher Intelligenz ist in fast allen Lebensbereichen denkbar und muss deshalb als langfristiges Forschungsthema angesehen werden. Bescheidene Anfänge der Nutzung für die Telekommunikation findet man z.B. in Expertensystemen und beim Test von Systemen.

Die künstliche Intelligenz ist ein Forschungsthema, das uns wohl bis ans Ende unserer Tage beschäftigen wird, da die Evolution sicherlich nicht abgeschlossen ist und da sich die natürliche Intelligenz vielleicht in einem Tempo weiterentwickelt, dem die Fortschritte unserer Erkenntnisse durch die Forschung nicht gewachsen sind.

4 Ausblicke

Auf dem Gebiet der *optischen Verstärker* wurden in letzter Zeit erhebliche Fortschritte erzielt. Auch sind bereits eine ganze Reihe von Prinzipien für optische Vermittlung, Speicherung und Datenverarbeitung bekannt, so dass die der Opto-Elektronik möglicherweise eines Tages von einer Ära der «Volloptischen Telekommunikationssysteme» abgelöst wird.

Neue Materialien für die Lichtleit-Faser könnten die Dämpfung im Vergleich zur Quarzfaser um Größenordnungen senken, so dass eine repeaterlose Überbrückung der Ozeane denkbar wird.

Fieberhaft wird auf dem Gebiet der *Supraleiter* geforscht. Sollte es eines Tages möglich sein, Supraleitung bei Zimmertemperatur zu realisieren, dann könnte die Ära der «Opto-Elektronik» oder der «Volloptik» durch eine der «Supraleiter» abgelöst werden, denn dann würden die Systeme *verlustfrei*, und der *Verarbeitungsgeschwindigkeit* von Information wäre dann keine Grenze gesetzt.

Die *dreidimensionale Bildübertragung* ist bereits Realität, allerdings noch sehr unbefriedigend. Die Forschung auf diesem Gebiet wird dann abgeschlossen sein, wenn man den Partner oder den Gegenstand per Telebild so

sehen wird, als wäre er wirklich präsent – dies wird dann die Zeit der «Telepräsenz» sein.

Diese Ausblicke zeigen, dass wir noch weit entfernt sind von dem, was denkbar, machbar und auch wünschenswert ist.

5 Arbeitsplatzsituation

Nach dem Ausblick in fernere Zukunft lassen Sie uns einen Blick zurück werfen. Die ITG (Informationstechnische Gesellschaft der BRD) hat in [4] eine Rückschau illustriert, mit Blick in die Zukunft, die zum Abschluss unserer «Tour d'Horizon» wertvoll erscheint (Fig. 14 und 15).

1985 sagte man einen neuen Boom der Nachrichtentechnik – beginnend mit dem Jahr 2000 – voraus, basierend auf

- Mikroelektronik und
- Optischer Nachrichtenübertragung,

was durch die Entwicklungen in den letzten vier Jahren weiter bestätigt worden ist. Dies sollte Motivation für ein Studium der Nachrichtentechnik und der zugehörigen Grundlagenbereiche sein.

Schauen wir uns dazu auch den «Studentenberg» aus der gleichen Studie an, dann erkennen wir, dass die «Konkurrenzsituation» äusserst positiv ist: Ingenieure und Wissenschaftler werden knapp. Das gilt dann besonders für Wachstumsgebiete wie die Telekommunikation.

6 Schlussbemerkung

Wir haben im technologischen Übereifer viel von unserer Umwelt zerstört. Die nächste Generation von Wissenschaftlern und Ingenieuren sollte diesen Fehler wiedergutmachen, ohne die bisherigen Errungenschaften der Menschheit wieder «über Bord» zu werfen. Umweltschutz und Restauration der Natur durch mehr Technik und Technologiefortschritt ist sicherlich erreichbar und

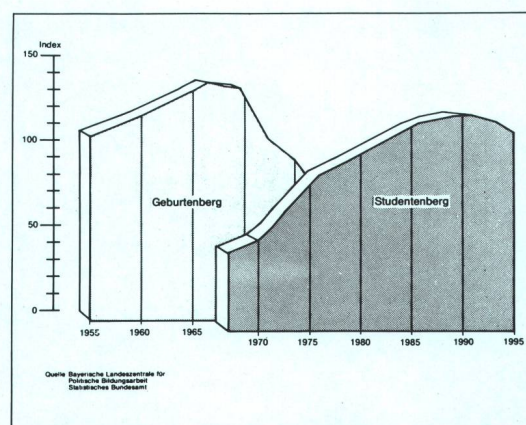


Fig. 15
Trends der Geburten- und Studentenzahlen

eher wünschenswert und machbar als die Rückkehr zu mittelalterlichen Zuständen. Wenn diese Regeneration gelingt, dann kommen wir dem Menschheitsraum vom «Himmel auf Erden» ein gutes Stück näher.

Bibliographie

- [1] Ohnsorge H. «Stand und Entwicklung der Nachrichtentechnik». Kleinheubacher Berichte, Band Nr. 28, 1985, S. 129-141.

- [2] Boeck B. u.a. «Breitbandvermittlungen für das Breitbandvorläufernetz der Deutschen Bundespost». ANT Technische Berichte (1987) 4, S. 66-73.
- [3] Ohnsorge H. «Stand und Entwicklung der Opto- und Mikroelektronik und deren Stromversorgung». 5. Internationales Technisches Symposium Notstromversorgung mit Batterien, 26./27. März 1987 in München, S. 382-405.
- [4] «Die Elektroingenieure in der Bundesrepublik Deutschland». VDE Studie 1985.

Die nächste Nummer bringt unter anderem:

Vous pourrez lire dans le prochain numéro:

12/89

de Senarclens M. Ingenieure für die Schweiz von morgen
Ingénieurs pour l'avenir de la Suisse

Stäger Chr. Felduntersuchung über eventuelle Schadenwirkungen von Mikrowellenfeldern auf den Wald
Essais en campagne concernant d'éventuels dommages aux forêts dus aux champs électromagnétiques à micro-ondes

Schneiter B. Rahmenbedingungen für eine koordinierte Einführung der Büroautomation bei den PTT

Zobrist H. Plausibilitätstests für Telefonrechnungen
