Jahresbericht '77

Heinrich-Hertz-Institut
für Nachrichtentechnik
Berlin GmbH

Jahresbericht '77

Heinrich-Hertz-Institut
für Nachrichtentechnik
Berlin GmbH

Jahresbericht '77

Heinrich-Hertz-Institut
für Nachrichtentechnik
Berlin GmbH

		Seite
	Vorwort	1 bis 2
A.	Aus den Forschungsarbeiten	
	1. G. Tröller	3 bis 12
	2. K. Fußgänger, H.J. Matt	13 bis 36
B.	Bericht über die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten	
	1. Wissenschaftlich-technische Gesamtzielsetzung	37 bis 40
	2. Ziele und Zusammenarbeit der Abteilungen	40 bis 42
	3. Arbeiten an Modellsystemen	43 bis 54
4.	Tabellarische Übersichten	
	- Technische Berichte	55
	- Zwischen- und Abschlußberichte zu geförderten Vorhaben	56
	- Öffentliche Vorträge	61 bis 72
	- Eingereichte Patente	73
	- Institutsveranstaltungen	74 bis 77
	- Abgeschlossene Hardware-Arbeiten	78
	- Zusammenarbeit mit anderen Stellen	79 bis 83
	- Vorlesungen von HHI-Mitarbeitern	84
	- Studien- und Diplomarbeiten	85 bis 86
C.	Organisation, Personal, Haushalt	
	1. Organigramm des HHI	87
	2. Struktur	88 bis 90
	3. Personal und Finanzierung	90 bis 91
	4. Jahresabschluß 1977	92

Vorwort

Das Heinrich-Hertz-Institut feiert in diesem Jahr sein 50jähriges Bestehen. Schon bald nach der Einführung des Unterhaltungsrundfunks in Deutschland regte Hans Bredow die Bildung der Heinrich-Hertz-Gesellschaft an. Diese erfolgte 1924. Von ihr gingen wichtige Impulse zur Gründung eines Instituts für Schwingungsforschung aus. 1926 erschien eine Denkschrift von K. Wagner, in der er die Notwendigkeit eines eigenen Instituts betonte. Im Frühjahr 1927 konstituierte sich die "Studiengesellschaft für Schwingungsforschung e.V.", deren Ziel die Errichtung und Unterhaltung des Heinrich-Hertz-Institutes war. Ein Jahr später, 1928, war die Gründung des Institutes mit der Verleihung des Dienstsiegels formal abgeschlossen.

Das Institut wurde zunächst der Technischen Universität Berlin angegliedert. Seine Leitung übernahm Prof. K.W. Wagner. Der Vorlesungs- und Forschungsbetrieb begann 1929. Schon ein Jahr später, am 7. März 1930, konnte das neue Institutsgebäude in Berlin in der Franklinstraße 1 bezogen werden.

Die politischen Ereignisse nach 1933 gingen auch am Institut nicht spurlos vorbei. So mußte der Name Heinrich Hertz abgelegt werden. Einige renommierte Wissenschaftler verließen das Institut. Nach 1945 ruhte die wissenschaftliche Arbeit zunächst, da das Institutsgebäude zerstört war.

1946 wechselte ein Teil des Instituts zur Deutschen Akademie der Wissenschaften nach Ost-Berlin, der Rest verblieb als "Institut für Schwingungsforschung" an der Technischen Universität und bildete zugleich die Keimzelle des neuen HHI, das ab 1954 von der "Förderungsgemeinschaft des Heinrich-Hertz-Instituts für Schwingungsforschung e.V." getragen wurde.

Am 24. Mai 1968 endete mit der Einweihung des neuen Institutsgebäudes am Einsteinufer die provisorische Unterbringung des HHI.

1974 gründeten die Bundesrepublik Deutschland - vertreten durch den Bundesminister für Forschung und Technologie - und das Land Berlin- vertreten durch den Senator für Finanzen - die "Heinrich-Hertz-Institut für Nachrichtentechnik Berlin GmbH".

Die neuen Gesellschafter gaben dem Institut Forschungsschwerpunkte und einen Aufgabenrahmen vor, der zur Bildung von Abteilungen mit Arbeitsgebieten führte,

wie dies in der Einweihungsbroschüre vom Dezember 1974 und der Informationsschrift von Ende 1977 dargelegt ist.

Ziel und Zweck des Heinrich-Hertz-Instituts für Nachrichtentechnik gliedern sich in

- Schaffung von Grundlagen für zukünftige Kommunikationssysteme
  sowie in
- Beratung, Unterstützung und Auftragsarbeiten für das Bundesministerium für Forschung und Technologie.

Die Aufgabenbeschreibungen für die wissenschaftlich-technischen Abteilungen umfassen nahezu das gesamte Gebiet der Nachrichtentechnik und führen zu einer starken Verknüpfung mit den Fachgebieten Datenverarbeitung und elektronische Bauelemente. Selbstverständlich kann das HHI die gesamte Nachrichtentechnik nicht flächendeckend bearbeiten; daher mußten Themen ausgewählt werden, die zumindest punktuell auf alle Disziplinen der Nachrichtentechnik verteilt sind. Auf diese Weise wird die zur Erfüllung der Aufgaben erforderliche Übersicht und Fachkenntnisse im Institut erreicht. Unsere Forschungsvorhaben und Projekte sind so angelegt, daß eine enge Zusammenarbeit mit der Post, der Industrie und anderen Instituten entsteht, wie die vielfältigen Kontakte des Instituts zeigen, die jährlich im Wissenschaftlichen Tätigkeitsbericht veröffentlicht werden. Zwischen den Teilvorhaben existieren Zusammenhänge, die nahezu alle Arbeiten des Instituts auf das genannte Ziel ausrichten und zur gegenseitigen Unterstützung der Abteilungen führen. Es ist ein erklärtes Ziel der Bundesregierung, Berlin wieder zu einem Zentrum für nachrichtentechnische Forschung werden zu lassen. Das Heinrich-Hertz-Institut dient dafür als Kristallisationspunkt.

Einen Eindruck, inwieweit die genannten Ziele in den vergangenen dreieinhalb Jahren bereits erreicht wurden, vermitteln der Vortragsband und die Beiträge der Festschrift zum 50jährigen Jubiläum des Heinrich-Hertz-Instituts.

Das Institut hat seit seiner Entstehung und insbesondere seit der Umstrukturierung in den Jahren 1974/75 vielfältige Förderungen und Unterstützungen erhalten; sehr viele Stellen waren bereit, mit uns in kollegialer und freundschaftlicher Weise zusammenzuarbeiten. Dafür sei an dieser Stelle im Namen aller HHI-Angehörigen der Dank ausgesprochen.

Horst Ohnsorge Wolfgang Grunow

A. Aus den Forschungsarbeiten

I. Zukünftige Kommunikationsplätze für private und kommerzielle Anwendungen

G. Tröller (Abteilung Bild und Ton)

Übersicht: Die Konzepte für einen kommerziellen und einen privaten Kommunikationsplatz werden vorgestellt und die prinzipiellen Funktionsabläufe beschrieben. Die Geräteeinheiten wie Bildschirm und Hardcopy müssen bezüglich Auflösung und Informationsdarstellung einander angepaßt sein, so daß die verschiedensten Tätigkeiten zu Hause und im Büro mit Hilfe des Kommunikationsplatzes ausgeführt werden können. Die anstehenden Probleme der Kommunikationsplätze sind die Bedienbarkeit und die Verfügbarkeit über die notwendigen großen Speicherkapazitäten.

1. Einleitung

Kommunikation und Information als elementare Bedürfnisse, ohne die ein menschliches Leben nicht denkbar ist, sind in den vielfältigsten Formen durchführbar, sei es, daß eine direkte Unterredung von Individuum zu Individuum stattfindet oder daß die verschiedensten Hilfseinrichtungen benutzt werden, um die Kommunikation zu unterstützen. Die Formen der Kommunikation hängen dabei stark von den technischen Einrichtungen ab, wobei die Kommunikation per Telefon als relativ einfache Kommunikationsform von uns allen voll akzeptiert wird. Neue Technologien ermöglichen jedoch umfassendere Formen der Kommunikation wie Bildfernsprechen, Zweiweg-Kabelfernsehen und Bürokommunikation, die wir in Zukunft nutzen werden.

Im Ansatz ist es sicher wünschenswert, daß diese neuen potentiellen Kommunikationsformen durch ein einheitliches technisches System abgedeckt werden.

Infolge hoher Kosten für Systemeinrichtungen und für Endplätze werden jedoch Restriktionen wirksam, so daß eine Aufspaltung der Lösungswege für private und kommerzielle Kommunikationsplätze als zwingende Notwendigkeit erscheint. Das zulässige Kostenvolumen im kommerziellen Bürobereich wird um Größenordnungen höher liegen als auf den privaten Anwendungsbereichen des Zweiweg-Kabelfernsehens oder des Bildfernsprechens.

2. Grundideen zu den Kommunikationsplätzen

Die zunehmende Informations- und Kommunikationsflut in einem hochtechnisierten Industriestaat konfrontiert in zunehmendem Maße alle Bereiche der Wirtschaft und Verwaltung mit dem Problem, die anfallende Informationsmenge kostengünstig und nach Möglichkeit mit der gleichen Personalkapazität zu bearbeiten.

Mit den bisher üblichen Organisationsformen im Büro und in der Verwaltung sowie den heute verfügbaren Geräteeinrichtungen wie elektrische Schreibmaschine, Textautomat, Telefon, Faksimileeinrichtung, Videobildinformation usw. sind der Informationsverarbeitung Grenzen gesetzt. Es müssen neue Methoden und Systeme zur Informationsaufbereitung konzipiert werden, um mit vertretbarem Kosten-, Zeit- und Arbeitsaufwand die anfallende Informationsmenge zu bewältigen. Anzustrebendes Ziel ist daher ein modifizierbarer Informationsplatz, der durch einen modularen Aufbau variiert werden kann, um den arbeitsplatzspezifischen Anforderungen zu genügen. Insbesondere ist die Bedienung eines solchen vielseitig zu verwendenen Arbeitsplatzes in den Vordergrund der Untersuchung zu stellen. Die Bedienung muß für jedermann ad hoc möglich sein, vergleichbar in der Weise, wie wir heute das Telefon oder die Schreibmaschine benutzen. Bedienführung über den Bildschirm ist hier das Stichwort, so daß der Benutzer sich nicht auf die Beherrschung der Gerätetechnik konzentrieren muß, sondern sich ganz der Ausführung seiner eigentlichen Aufgaben widmen kann.

Im privaten Anwendungsbereich haben wir heute das Fernsehen als dominierendes Medium mit dem einseitig orienterten Informationsfluß vom Sender zum Empfänger. Der Wunsch nach Unterhaltung und die Anteilnahme am aktuellen Zeitgeschehen sind hier die beherrschenden Motivationen für den Teilnehmer. Neue Kommunikationsformen,wie sie durch Zweiweg-Kabelfernsehen und Teletext geboten werden, die den Einzelnen aus seiner Rolle als passiven Informationskonsumenten herauslösen möchten und ihm die Möglichkeit zur aktiven Teilnahme an Kommunikations- und Informationsformen bieten, müssen Anreize schaffen, um den Teilnehmer zu motivieren. Der gewohnte Heimfernsehempfänger wird gewissermaßen zu einem Heimkommunikationsplatz ausgebaut werden müssen, wobei die Fernsehnorm generell die Randbedingungen absteckt, an die sich die zusätzlichen Einrichtungen wie Textgenerierung und eine mögliche Hardcopy-Erstellung anzupassen haben. Eine der

wesentlichsten Gemeinsamkeiten der Kommunikationsplätze im kommerziellen wie im privaten Bereich wird die Mensch-Maschine-Schnittstelle sein, die neben den technischen Realisierungen der Kommunikationsplätze die dominierende Rolle in Fragen der Akzeptanz darstellen wird. Im privaten Bereich sind hier die Anforderungen an die Lösungen, die einem potentiellen Anwender die Nutzung des Systems ermöglichen, schwieriger zu definieren, da hier keine Systemkenntnisse vom Benutzer vorausgesetzt werden können. Vielmehr muß das System sich adaptiv an die Qualitäten und Fertigkeiten des Anwenders anpassen, um eine größtmögliche Akzeptanz für die Nutzung zu erzeugen.

3. Das Konzept des Bürokommunikationsplatzes

Das Problem der Bürorationalisierung und der damit verbundene technische Aufwand ist in vielen Studien [1], [2], Aufsätzen und Umfragen diskutiert worden unter technischen, politischen und sozialen Gesichtspunkten. Als Charakteristikum dieser Untersuchungen zeigt sich, daß in der Regel vom derzeitigen Istzustand der Bürotechnik ausgegangen wird. Die bestehenden Arbeitsformen werden analysiert, und es werden spezielle gerätetechnische Lösungen vorgeschlagen.

Die so gewonnenen Ergebnisse sind damit, bedingt durch die Ausgangsposition, stark an der herrschenden Technik orientiert, wobei die maßgeblichen Faktoren wie Speicherbedarf, Übertragungsgeschwindigkeit, Bildschirmauflösung etc. für die Zukunftsentwicklung zu eng an die gegenwärtigen Kosten angelehnt werden.

Die stark praxisbezogenen Untersuchungen, die sich mit Entwicklungstendenzen der nächsten ein bis zwei Jahre befassen, skizzieren als mögliche Entwicklungstendenzen Einzelverbesserungen bestehender Gerätetechniken, so daß im Prinzip die alten Organisationsstrukturen im wesentlichen beibehalten werden können. Konzeptionell neue Lösungswege werden nicht angeboten.

Im Projekt "Mehrfachnutzung von Ein-/Ausgabegeräten" [3], [4] wurde daher versucht, ein Konzept für neue Bürokommunikationsformen zu erarbeiten, in dem die technischen Perspektiven der Entwicklung voll ausgeschöpft werden. Einer der wichtigsten Gedankengänge des Projekts ist die Mehrfachnutzung von Geräteeinheiten, um eine Reduzierung des Gerätevolumens für den Anwender zu erzielen. Die Forderung nach mehr Kompatibilität zwischen den Darstellungsformen von

alphanumerischem Text, Faksimile und Vidotechnik ist damit eine Maxime, die sich konsequent aus der Mehrfachnutzung von Baueinheiten ergibt. Die Umwandlung der Informationen von einer Darstellungsart in die andere, z.B. codierter alphanumerischer Text in Faksimilecodierung, die Umsetzung von Videobildern in punktdichte-modulierte Bilder etc., sind Vorteile bzw. neue technische Möglichkeiten dieses Bürokommunikationsplatzes.

Inwieweit und wie schnell dieses Konzept Eingang in die Bürotechnik findet, wird abzuwarten sein, zumal völlig neue Organisationsformen aufgrund der Technik möglich werden und die "Bezahlbarkeit" des Gesamtsystems noch nicht abzusehen ist. Als positives Faktum zur Einführung in die Bürotechnik ist zu werten, daß alle Einrichtungen wie Faksimileübertragungen, Textverarbeitung am Bildschirm, Videotechnik und Datentechnik bereits im Büro genutzt werden und die integrierte Nutzung aller Systeme an einem Bildschirm die folgerichtige Weiterentwicklung ist.

Als Lösungsansatz eines Bürokommunikationsplatzes soll zunächst in Bild 1 ein Informationsplatz vorgestellt werden, dessen angestrebtes Ziel es ist, durch Mehrfachnutzung von Baugruppen mit einem minimalen Geräteaufwand auszukommen und der in hohem Maße arbeitswissenschaftlichen, psychologischen und physiologischen Ansprüchen genügt. Die Nutzung aller verfügbaren Dienste, die mit dem jeweiligen Platz möglich sind, wird dem Anwender durch die Bedienführung über den Bildschirm erschlossen.

Am Arbeitsplatz benötigt der Anwender des Bürokommunikationsplatzes die folgenden drei Geräteeinheiten, um die verschiedensten Dienste auszuführen:

1. Bildschirmeinheit zur temporären Ausgabe von Informationen wie Fernsehbildern (Fernseh-Rundfunk, Kabelfernsehen, hausinterne Übertragung), alphanumerischem Text und grafischen Darstellungen (Textverarbeitung, Rechnerdialog), Wiedergabe von Faksimilebildern sowie der beliebigen Überlagerung von Bildinhalten mit digitalem Text. Zusätzlich umfaßt die Bildschirmeinheit eine Fernsehkamera zur Aufnahme von Dokumenten (Faksimileübertragung) sowie zur Anwendung bei Bildgesprächen und eine Freisprecheinrichtung, um Telefonate ohne den hinderlichen Telefonhörer durchzuführen. Nur in Ausnahmefällen (laute Nebengeräusche) wird der Hörer noch benutzt.

2. Tastatur, über die die gesamte Kontrolle des Kommunikationsplatzes ausgeführt wird. Hierbei sei vermerkt, daß diese Tastatur als Standard für alle verschiedenen Kommunikationsplätze die gleiche ist.

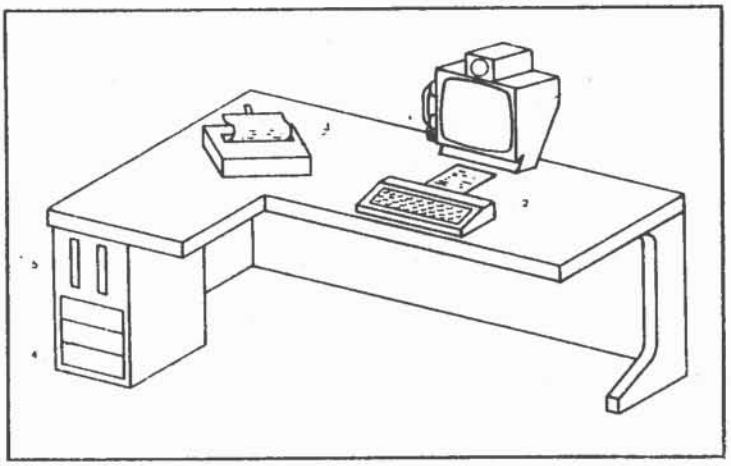


Bild 1: Aufbau eines Bürokommunikationsplatzes
1: Bildschirmeinheit + Videokamera + Fernsprecher, 2: Tastatur, 3: Hardcopy (Faksimilegerät), 4: Elektronik, 5: Speicher

3. Hardcopy-Einheit zur Ausgabe aller vorkommenden Bildschirminhalte einschließlich Grautonbilder, wobei der Empfang und das Senden von Faksimilebildern möglich ist.

Die Steuerelektronik (4) sowie die am Arbeitsplatz vorhandenen Speicher (Floppy-disk) sind seitlich unter der Tischfläche angebracht.

Mit diesem Konzept eines Kommunikationsplatzes können die verschiedensten Dienste und Arbeitsabläufe über einen einzigen Bildschirm ausgeführt werden. Einige der wichtigsten Einsatzmöglichkeiten sollen stichpunktartig genannt werden, um die Betriebsweisen zu erläutern:

- Der automatische Empfang von Faksimilebildern ist möglich, wobei die Ausgabe der Nachricht alternativ auf dem Fernsehschirm oder dem Faksimilegerät erfolgen kann.
- Die Speicherung der Faksimilebilder erfolgt in Faksimilenorm.
- Die Möglichkeit der Textkommunikation (siehe KtK-Bericht 1), d.h. die Übergabe der Nachricht im ASCII-Code zur Verkürzung der Übertragungszeiten und Abspeicherung der Daten im ASCII-Code, ist im System vorhanden.

- Mischbetrieb zwischen Faksimilecode und ASCII-Code zur Reduzierung von Übertragungszeiten und Speicherplatzbedarf ist möglich.
- Das System erlaubt getrennten Aufruf von Information in ASCII-Codierung und Faksimilecodierung und gemeinsame Wiedergabe auf dem Bildschirm bzw. Ausdruck auf dem Hardcopygerät.
- Ein Dialogbetrieb mit Austausch von Unterlagen über das normale Fernmeldenetz kann durchgeführt werden.
- Die Übermittlung von Fernsehaufnahmen als Faksimilebild ist möglich.
- Durch die Auswahl der Fernsehrasterablenkung für den Bildschirm können sämtliche Einrichtungen des Fernsehens genutzt werden.
- Je nach Einsatz des Kommunikationsplatzes können verschiedene Bildschirmtypen ausgewählt werden:
  a) Bildschirm mit nachleuchtendem Phosphor:
     flimmerfreie Darstellung und höhere Auflösung, da mit Zeilensprung gearbeitet werden kann.
  b) Normaler Fernsehphosphor:
     Wiedergabe von Bewegtbildern mit digitalen Informationsdarstellungen.
  c) Farbfernseh-Monitor:
     Ausgabe farbiger Darstellungen.

Aus der Vielzahl der Probleme, die für den Bürokommunikationsplatz noch zu lösen sind, soll zunächst die Speicherfrage angerissen werden. Der wirkungsvolle Einsatz des Bürokommunikationsplatzes im Büro bedeutet eine Verschiebung der Organisationsformen in Richtung eines "papierarmen Büros". Nahezu alles, was heute auf Papier geschrieben, dokumentiert und archiviert wird, kann in elektronischer Form gespeichert werden.

Der physische Transport von Schriftstücken, Briefen und Bildern wird durch die elektronischen Übertragungen substituiert. Für die elektronische Form des Zugriffs und der Verteilung von Informationen werden große Speicherkapazitäten am Arbeitsplatz und in zentralen Archiven benötigt. Führt man eine Abschätzung des Speicherbedarfs für einen Arbeitsplatz durch, so gelangt man zu den End-

werten, wie sie in Tabelle 1 aufgelistet sind. Als Basis wird ein Arbeitsplatz in einer Vertriebsabteilung angenommen, wobei der Zeitraum eines Jahres betrachtet wird, in dem die Informationen am Arbeitsplatz anfallen. Auffallend ist der Unterschied im Speichervolumen für textcodierte Information und faksimilecodierte Information von 25 M bit zu 705 M bit, d.h. ein Verhältnis von 1:28. Die Notwendigkeit von Mischformen Textcodierung/Faksimilecodierung ist durch dieses Speicherverhältnis klar vorgegeben, um eine effektive Datenspeicherung und Übertragung zum Bürokommunikationsplatz zu erreichen.

Text-speicher:	tägliche Dienste Ablage/Archivierung	3 MBit/Tag	25 MBit/Jahr
Zweiton-speicher:	tägliche Dienste Formularvordruck Archivierung	7 MBit/Tag	10 MBit/Jahr 705 MBit/Jahr
Grauton-festbild:	tägliche Dienste Archivierung Warenkatalog	13 MBit/Tag	312 MBit/Jahr 130 MBit/Jahr
		23 MBit/Tag	1.182 MBit/Jahr

Tabelle 1: Spezifikation der Speicherstruktur eines Bürokommunikationsplatzes

Für heutige Verhältnisse muten die genannten Speicherkapazitäten von 1,2 Gbit geradezu astronomisch an, gemessen an dem, was in käuflichen Geräteeinheiten vorhanden ist. Analysiert man jedoch die vorhandenen Speichertechniken und die programmierte Entwicklung in der Halbleitertechnologie, so erscheinen die genannten Speichervolumen aus einer ganz anderen Perspektive. Für einen Bildpunktwiederholspeicher stehen heute 16 K dynamische RAMs zur Verfügung, und die ersten 64 K dynamischen RAMs werden in den Halbleiterlabors in Musterstückzahlen gefertigt. Folgt man den projektierten Zielen der Halbleiterindustrie [5], so stehen 1984/85 Halbleiterspeicher mit 256 k bit pro Chip zur Verfügung bzw. werden im Labor 5 M bit-Speicherchips erstellen worden sein. Die Kapazität heutiger Floppy-disk Platten von 2 M bit wird auf 16 M bit in nächster Zeit ansteigen, so daß mit 2 Floppy-Disks das textcodierte Informationsvolumen des Kommunikationsplatzes gespeichert werden kann. Auf der Seite der Massenspeicher bieten sich optische Plattenspeicher an [6], die eine theoretische Speicherkapazität von $2 \cdot 10^{10}$bit erzielen können. Der gesamte Speicherbedarf eines Bürokommunikationsplatzes, wie er in der Tabelle spezifiziert ist, kann von einer einzigen solchen Platte für 10 bis 20 Jahre abgedeckt werden.

Ein zweites schwerwiegendes Problem des Bürokommunikationsplatzes ist anthropotechnischer Natur. Die Bedienbarkeit dieses Platzes wird von zentraler Bedeutung sein, da die Nutzung des Platzes nicht den geschulten Spezialkräften vorbehalten sein soll, sondern daß ein durchschnittlich geschulter Büroangestellter den Platz benutzen kann. Dieser Gebrauch des Platzes müßte in etwa dem des Telefons gleichkommen, das wir unangefochten als unentbehrliches Hilfsmittel in der Bürotechnik bezeichnen können.

Es müssen Grundlagen für den Bürokommunikationsplatz erarbeitet werden, wie seine Komplexität zu erfassen ist, so daß auch ein ungeübter Benutzer ein Gefühl der Sicherheit und Überlegenheit gegenüber dem System erhält. Es sind Messungen und Untersuchungen an einem funktionsfähigen Kommunikationsplatz auszuführen, wobei die Komplexität des Platzes, die Abhängigkeit der zu untersuchenden Faktoren und die subjektiven Beurteilungen der Nutzer die Ableitung von gesicherten Erkenntnissen zur Bedienführung stark erschweren werden.

4. Das Konzept des Heimkommunikationsplatzes

Grundsätzlich stimmen die Konzeptionen eines Heimkommunikationsplatzes mit denen eines Bürokommunikationsplatzes überein. Es sind jedoch gewisse Akzente zu setzen. Die Unterhaltung des Teilnehmers, seine privaten Informationsbedürfnisse zu decken und dem Teilnehmer neue Aktionsmöglichkeit zu geben, sind primäre Ziele des Heimplatzes. Ein zusätzliches Unterscheidungsmerkmal des Heimplatzes zum Bürokommunikationsplatz werden die Kosten sein, die ein privater Teilnehmer akzeptieren kann und wird, um die neuen Dienste zu nutzen, die ihm der Heimkommunikationsplatz in einem zukünftigen Zweiweg-Kabelfernsehen bieten kann. Das Fernsehen als Informationsmedium in seiner heutigen Form zwingt den Teilnehmer automatisch in die Rolle eines passiven Konsumenten. Die Einführung eines Zweiweg-Kabelfernsehens würde diesem negativen Aspekt der Passivität des Zuschauers in entscheidendem Maße entgegenwirken und umgekehrt geradezu zur Aktivität herausfordern. Ohne die Einzelheiten des Laborprojekts Zweiweg-Kabelfernsehen, wie es am HHI bearbeitet wird, erläutern zu wollen, soll am gezeigten Übersichtsbild ein Heimkommunikationsplatz beschrieben werden. Über die Vorfeldeinrichtung (VFE) werden die Endplätze an das Zweiweg-Kabelnetz angeschlossen. Sie sind damit an ein Breitbandnetz angeschlossen und können Informationen in

Bild, Ton, Daten und Text in freier Wahl empfangen und senden, sofern der Heimkommunikationsplatz über die technischen Einrichtungen verfügt.

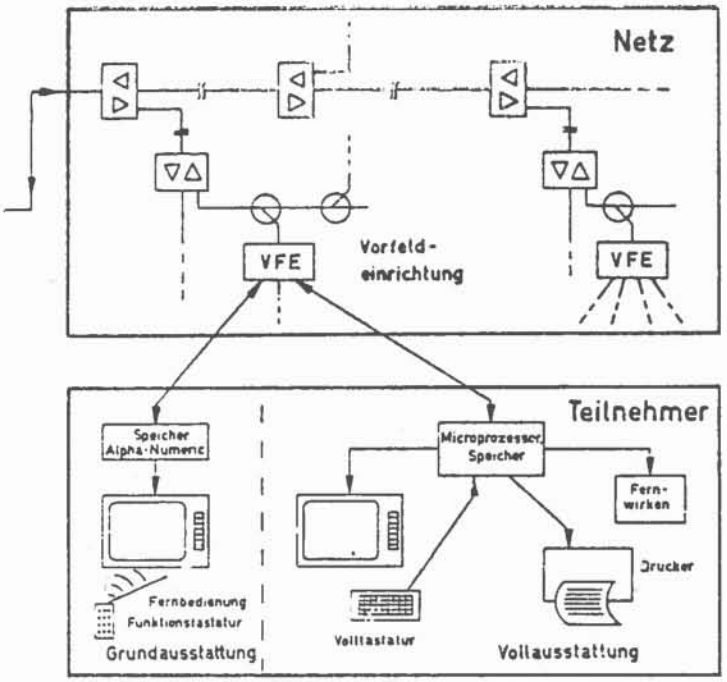


Bild 2: Übersicht zu möglichen Ausbaustufen eines Heimkommunikationsplatzes im Zweiweg-Kabelfernsehen

Ein modularer Aufbau muß folglich auch hier die Grundkonzeption sein, um die Ausrüstung und den Komfort den individuellen Ansprüchen des Teilnehmers anzupassen. Links im Bild 2 wird eine einfache Ausbaustufe gezeigt, um neben dem üblichen Empfang der Fernsehprogramme zusätzliche Dienste wie Textnachrichten, Fahrpläne und Auskünfte aller Art einholen zu können. Rechts im Bild 2 wird eine mögliche Vollausstattung eines Heimkommunikationsplatzes vorgestellt. Dem Teilnehmer stehen jetzt eine Volltastatur, eine Hardcopy und eine Fernwirkelektronik zur Verfügung, um alle erdenklichen Dienste in Anspruch zu nehmen. Damit sind auch hier prinzipiell die gleichen Einheiten wie im Bürokommunikationsplatz vorhanden, wenn auch mit anderen technischen Qualitätsausstattungen.

Um eine Bewertung der Ziele der skizzierten Kommunikationsplätze für den Büro- und Heimbereich zu geben, soll eine Passage aus der Rede des früheren Ministers für Forschung und Technologie, Herr Hans Matthöfer, zitiert werden, die er anläßlich der Fachkonferenz und Ausschreibung "Büroarbeit" im Jahre 1977 gehalten hat. Die humanitären Aspekte, die ein Kommunikationsplatz erfüllen sollte, werden hier klar und deutlich herausgearbeitet:

"Die technischen Organisationsmittel, um die es bei der Bürorationalisierung besonders im Zusammenhang mit gleichförmigen Betriebsversuchen geht, sind vielfach Informations- und Datenverarbeitungssysteme verschiedenartigster Ausprägung. Von der Art ihres Einsatzes hängt ab, inwieweit ein Arbeitsplatz als menschgerecht zu bezeichnen ist ..... Ich kann natürlich nicht die Ergebnisse von Forschungsarbeiten vorwegnehmen, die sich mit den hier im einzelnen bestehenden Möglichkeiten befassen; aber ich kann mir doch vorstellen, daß es vor allem um einen Abbau starrer Funktionstrennungen durch Informationssysteme wird gehen müssen, die jedem Sachbearbeiter den Zugriff zu allen Daten erlaubt, die er für seine Arbeit benötigt. Entsprechende technische Vorkehrungen werden zu ergänzen sein durch eine Weiterqualifizierung der Beschäftigten, die eine Ausweitung der Arbeitsinhalte und den flexiblen Wechsel der Mitarbeiter zwischen verschiedenen Arbeitsbereichen ermöglicht. Ich halte es für möglich, daß wir auf diese Weise die Vorteile von Elektronik und DV, Nachrichten- und Bildtechnik und neuen Automationsformen im Büro wahrnehmen können, ohne die Arbeit in menschenwidriger Weise zu zerstückeln und inhaltlich zu entleeren, sondern im Gegenteil sie zu bereichern."

Die Realisierung dieser Forderungen für einen humanen Einsatz der zukünftigen Technik ist letzendlich das Ziel der im HHI konzipierten Kommunikationsplätze.

Literatur

[1] ADL
Die Schreibfunktion in der Buroorganisation
Dezember 1977

[2] Siemens
Buro 1990, Studie uber die Entwicklung von Organisation und Technik
November 1976

[3] Troller, Lohnert, Guth
Mehrfachnutzung von Ein-/Ausgabegeräten
NT 739, Zwischenbericht, Januar 1977

[4] Troller, G., Lohnert, F., Guth, R.
Mehrfachnutzung von Ein-/Ausgabegeräten
NT 739, Schlußbericht, Januar 1978

[5] Electronics
The gathering wave of Japanese Technology
Electronics, June 9, 1977

[6] Hill, B.
Optische Speichersysteme
NTG-Fachbericht, Bd. 58, 1977

[7] Matthofer, Hans
Humanisierung des Arbeitslebens
Fachkonferenz und Ausschreibung „Büroarbeit", Bonn-Bad Godesberg, Dezember 1977

[8] Ohnsorge, H.
Ein Kommunikationsplatz zur Erleichterung und Rationalisierung der Buro-Arbeit in DV-Einsatz in der Bürokommunikation

II. Stand der optischen Nachrichtenübertragungstechnik

K. Fußgänger, H.J. Matt (Abteilung Planung)

Übersicht: Forschung und Entwicklung an optischen Bauelementen (Lasern, lichtemittierenden Dioden, Glasfasern, Photodetektoren) haben einen Entwicklungsstand erreicht, der einen kommerziellen Einsatz optischer Übertragungssysteme in der Nachrichten-, Daten-, Computer-, Meß-, Regel- und Hochspannungstechnik ermöglicht. Während analoge und digitale Glasfaser-Übertragungssysteme mit lichtemittierenden Dioden für kurze Strecken und kleine Übertragungskapazitäten bereits käuflich sind, befinden sich digitale Glasfaser-Übertragungssysteme mit Lasern für große Strecken und hohe Übertragungsraten (bis 1 Gbit/s) in der Laborerprobungs- und Feldversuchs-Phase. Der Stand der optischen Nachrichtenübertragungstechnik bzgl. optischer Komponenten und Glasfaser-Übertragungssysteme wird behandelt.

1. Einleitung

Meilensteine in der Entwicklung der optischen Nachrichtenübertragungstechnik waren die Entdeckung des Laser-Effektes (1960) [1], die effektive Modulierbarkeit des Lasers (1963) [2] und die Idee, Nachrichten mit Hilfe von Halbleiterlasern, Glasfasern und geeigneten Lichtdetektoren zu übertragen (1963) [3]. Allererste Versuche mit Glasfasern ergaben so große Dämpfungswerte der Fasern, daß kaum an eine längere Übertragungsstrecke zu denken war. Erst die Erfolge von Corning Glass Works (1970) [4] mit dämpfungsarmen Fasern und von Bell Laboratories (1970) [5] mit Halbleiterlasern, die bei Zimmertemperatur arbeiten, zeigten, daß die Schwierigkeiten bei den optischen Bauelementen nicht unüberwindlich waren und stimulierten erhebliche Aktivitäten auf dem Gebiet der Material- und Bauelementeforschung in allen Industrienationen.

Die erstaunlich raschen Fortschritte von Forschung und Entwicklung haben für die wichtigsten optischen Bauelemente (Laserdioden = LD, lichtemittierende Dioden = LED, Glasfasern bzw. optische Kabel, Avalanche-Photodioden = APD und pin-Photodioden = PIN) bereits einen Entwicklungsstand erbracht, der einen kommerziellen Einsatz optischer Übertragungssysteme u.a. im postalischen Bereich ermöglicht.

Kurzstrecken-Übertragungssysteme mit einzelnen Glasfasern oder Glasfaserbündeln, LED und PIN-Dioden sind bereits in Bordnetzen von Schiffen und Flugzeugen zur Übertragung von Regel-, Meß- und Steuersignalen eingesetzt [6]. Die gegenüber elektromagnetischen Störfeldern unempfindliche Glasfaser-Signalübertragung wird seit 1975 zu Kontrollzwecken bei der Hochspannungs-Energie-Übertragung in Elektrizitätswerken erprobt [7], [8]. Optische Datenbusse und optische Datenverbindungen werden in Computer-Systemen und für den Anschluß von Terminals eingesetzt [9], [10].

Glasfaser-Übertragungssysteme mit LED bzw. LD sind für schmalbandige bzw. breitbandige Übertragungen von Ton-, Bild- und Daten-Signalen in Fernsprech- und zukünftigen Breitbandnetzen geeignet [9], [12] - [29]. PCM-Systeme im Ortsnetz (z.B. zwischen Ortsvermittlungsstellen) und zwischen Ortsnetzen können bereits als optische Verbindungen ausgeführt werden. Analoge und digitale optische Teilnehmeranschlußleitungen hoher Bandbreite zum Anschluß von Fernsprechern, Bildfernsprechern, Datensichtgeräten bzw. Rundfunk- und Fernsehempfängern können eine Dienste-Integration in der Teilnehmerebene möglich machen.

2. Optische Komponenten

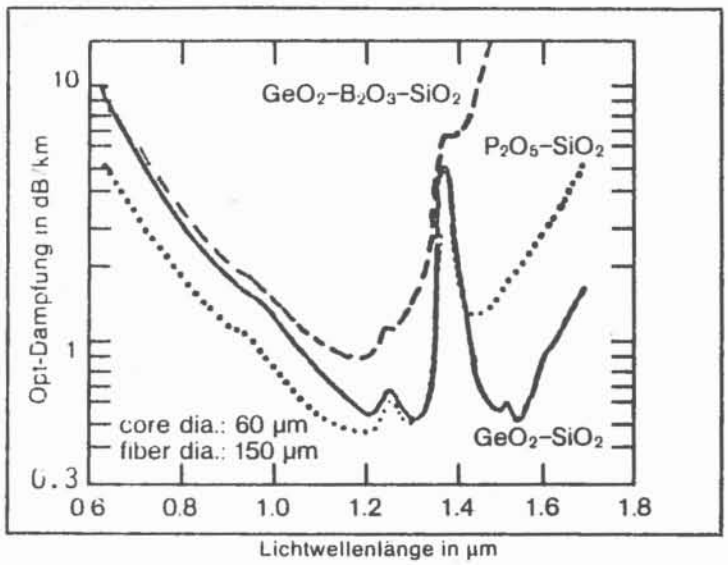
2.1 Glasfasern und optische Kabel

Am weitesten fortgeschritten ist der Entwicklungsstand bei Glasfasern und optischen Kabeln. Je nach Anwendungsbereich (a) kurze Glasfaser-Übertragungsstrecken mit niedrigen Übertragungsbandbreiten bzw. Bitraten oder (b) lange Glasfaser-Übertragungsstrecken mit hohen Bitraten werden Multimode-Stufenprofil-Fasern oder Multimode-Gradientenprofil-Fasern und Monomode-Fasern benutzt. Dämpfung und Impulsverbreiterung von Lichtimpulsen in den Glasfasern bestimmen dabei neben den Eigenschaften der optischen Sender und Empfänger die erreichbaren Repeaterabstände.

Die Dämpfung der Fasern hängt von Lichtabsorption und Lichtstreuung, d.h. in hohem Maße von der Reinheit der verwendeten Materialien ab [30]. Schwermetall- und OH^--Ionen verursachen Absorption. Dieser Einfluß läßt sich durch Verwendung entsprechend reiner Ausgangsmaterialien und durch einen Faserziehprozeß in wasserdampffreier Schutzgasatmosphäre stark reduzieren. Die mit $1/\lambda^4$

abnehmende Rayleigh-Streuung stellt eine absolute untere Grenze für die Lichtdämpfung in Fasern dar. Hochreine Fasern zeigen deshalb eine Restdämpfung von 1dB/km bei 0,95 µm und von 0,47 dB/km bei 1,2 µm [11], während bei 1,25 µm noch eine kleine und bei 1,40 µm eine etwas größere OH^--Absorptionsbande zu beobachten ist. Dies spricht für eine Verwendung der Fasern im 1,2 ... 1,4 µm-Lichtwellenlängenbereich.

Fig. 1 Dämpfung in Abhängigkeit von der Lichtwellenlänge für verschiedene Fasern [9]



In Fig. 1 ist der typische Verlauf der Faserdämpfung in Abhängigkeit von der Lichtwellenlänge für verschiedene Faserkern-Materialien wiedergegeben. Der Faserkern besteht z.B. aus GeO_2-, P_2O_5- oder B_2O_3-dotiertem Quarzglas oder aus Mehrkomponentenglas, z.B. Flint- oder Borosilikatglas. Typische Werte für Dämpfung und 6 dB-Bandbreite von in Japan entwickelten Glasfasern bei 0,85 µm [19] sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Fasern aus Thallium-Bromjodid-Materialien weisen bislang die niedrigsten Dämpfungswerte von 0,01 dB/km bei 4-5 µm Lichtwellenlänge auf [92].

Die Übertragungsbandbreite (Impulsverbreiterung) der Glasfasern wird durch die Größen: Modendispersion, Materialdispersion und Wellenleiterdispersion bestimmt.

In Multimode-Stufenprofil-Fasern überwiegt die Modendispersion. Werte der Übertragungsbandbreite (Grenzfrequenz bei - 6 dB) von 20 bis 60 MHz oder der Impulsverbreiterung von ≧ 30 ns bei 1 km Faserlänge und 850 nm Lichtwellenlänge werden beobachtet [19] (vergleiche Tab. 1). Derartige Fasern können deshalb nur in optischen Übertragungssystemen mit niedrigen Übertragungsraten eingesetzt werden.

Mode	Multi-								Mono-	
Faser	Stufenprofil				Gradientenprofil				Stufenpr.	
Material	Quarz		Quarz-Plastik		Mehr-komp.	Quarz		Mehr-komp.		Quarz	
Kern-Durchm. (µm)	60		130	200	80	60		45	60	5	8
Mantel-Durchm. (µm)	125	150	350		125	125	150	150	200	120	150
Dämpfung (dB/km) bei 0.85 µm	2	5	3	6	5 10	3	5	5	10	2	5
6dB-Bandbreite (MHz bei 1 km)	40	65	18	30	30	400	1200	400	1000	3000	

Tabelle 1 Typische Werte der optischen Dämpfung und 6 dB-Übertragungsbandbreite von in Japan entwickelten Glasfasern [19]

In Gradientenfasern wird die Modendispersion durch ein über den Faserquerschnitt parabelförmig sich änderndes Brechzahlprofil minimiert. Das optimale Gradientenprofil ist u.a. von der Lichtwellenlänge λ abhängig. Die Materialdispersion insbesondere ist von der Lichtwellenlänge λ , der spektralen Halbwertsbreite $\Delta\lambda$ der Lichtquelle und der optischen Dispersion $(\partial^2 n/\partial\lambda^2)$ abhängig. In derzeitigen Gradientenfasern kann die Modendispersion größer oder kleiner als die Materialdispersion sein. Störungen (Spleiße, Steckverbindungen) [31] in Fasern mit hohem Modendispersionsanteil verursachen Modenkopplungen, wodurch sich näherungsweise eine Abhängigkeit der Impulsverbreiterung von der Faserlänge proportional zu l^β mit $0{,}5 \leq \beta \leq 0{,}7$ ergibt. Die Impulsverbreiterung einer Faser kann somit bis zu einer bestimmten Faserlänge (Modenkopplungslänge) infolge Modendispersion linear ansteigen, anschließend infolge Modenkopplung eine $\sqrt{l}$-Steigung annehmen [95], bis die linear ansteigende Materialdispersion überwiegt [32].

Die von $\Delta\nu$ abhängige Wellenleiterdispersion ist dagegen um eine Größenordnung kleiner. Als beste veröffentlichte Impulsverbreiterungswerte (Halbwertsbreite) für Gradientenfasern wurden 0,2 ns/km [35] und 0,25 ns/km mit ca. 0,15 ns/km Modendispersionsanteil und ca. 0,2 ns/km Materialdispersionsanteil für eine Gradientenfaser mit GeO_2- und B_2O_3-dotiertem Quarzkern und SiO_2 : B_2O_3/SiO_2-Mantel bei λ = 905 nm und $\Delta\lambda$ = 3 nm angegeben [33], [34]. Das entspricht einer Übertragungsbreite (bei -3 dB) von 2 GHz · km.

Tabelle 2. Eigenschaften von unverkabelten und verkabelten Gradientenfasern. **CVD = Chemical Vapour Deposition, PCVD = Plasma-Activated Chemical Vapour Deposition, MCVD = Modified Chemical Vapour Deposition, POD = Plasma Outside Diffusion Technique**

Größe		Gradientenfaser			
Typ		GeO_2-dotiertes Quarzglas		Mehrkomponentenglas	F-dotiertes Quarzglas
Herstellungsprozeß		CVD [35], [26]	PCVD [36], [57]	MCVD [37]	POD [38]
Dämpfung bei λ = 820 nm • nackte Faser • verkabelte Faser		3-6 dB/km < 7 dB/km	< 4 dB/km < (5-9) dB/km	< 8 dB/km	< 5 dB/km
Impulsverbreiterung bei λ = 820 nm, $\Delta\lambda$ = 3 nm, 50% Amplitude und 1 km Faserlänge		0,2-1 ns	0,25-1 ns	1-5 ns	< 4 ns
Max. rel. Brechzahldifferenz Δ_0		0,6-1,5%	~ 1%	0,7-2%	> 0,8%
Num. Apertur NA_0		0,16-0,25	> 0,2	≥ 0,18	≥ 0,19
Faserkern-Durchm.		62,5 µm	50 µm	~ 40 µm	~ 50 µm
Fasermantel-Durchm.		125 µm	100 µm	~ 130 µm	~ 140 µm
Material	Kern	SiO_2, GeO_2	SiO_2 : GeO_2	GeO_2, P_2O_5, Sb_2O_3	SiO_2
	Mantel	SiO_2	SiO_2	SiO_2/B_2O_3	SiO_2 : F

In Tabelle 2 sind die wichtigsten übertragungstechnischen Eigenschaften von Gradientenfasern, auch in optischen Kabeln, die nach unterschiedlichen Herstellungsprozessen, z.B. CVD = chemical vapour deposition [35], PCVD = plasma-activated chemical vapour deposition [36], MCVD = modified chemical vapour deposition [37] und POD = plasma outside diffusion technique [38], gezogen worden sind, zusammengestellt.

Die für 1 km Faserlänge angegebenen Werte der Impulsverbreiterung gelten für eine punktförmige Einkopplung von Licht (1:1 Abbildung) in den Faserkern und können - abhängig von der Art der Lichteinkopplung - stark schwanken.

Durch den Verkabelungsprozeß kann die Dämpfung der Fasern um 0,5 dB/km [39] bis einige dB/km [31] ansteigen, während sich die Impulsverbreiterung kaum ändert, sofern keine Spleiße oder Steckverbindungen in das Kabel kommen.

Die Übertragungsbandbreite (Impulsverbreiterung) der Glasfasern wird durch die Größen: Modendispersion, Materialdispersion und Wellenleiterdispersion bestimmt.

In Multimode-Stufenprofil-Fasern überwiegt die Modendispersion. Werte der Übertragungsbandbreite (Grenzfrequenz bei - 6 dB) von 20 bis 60 MHz oder der Impulsverbreiterung von ≧ 30 ns bei 1 km Faserlänge und 850 nm Lichtwellenlänge werden beobachtet [19] (vergleiche Tab. 1). Derartige Fasern können deshalb nur in optischen Übertragungssystemen mit niedrigen Übertragungsraten eingesetzt werden.

Mode	Multi-								Mono-	
Faser	Stufenprofil				Gradientenprofil				Stufenpr.	
Material	Quarz		Quarz-Plastik		Mehr-komp.	Quarz		Mehr-komp.		Quarz	
Kern-Durchm. (µm)	60		130	200	80	60		45	60	5	8
Mantel-Durchm. (µm)	125	150	350		125	125	150	150	200	120	150
Dämpfung (dB/km) bei 0.85 µm	2	5	3	6	5 10	3	5	5	10	2	5
6dB-Bandbreite (MHz bei 1 km)	40	65	18	30	30	400	1200	400	1000	3000	

Tabelle 1 Typische Werte der optischen Dämpfung und 6 dB-Übertragungsbandbreite von in Japan entwickelten Glasfasern [19]

In Gradientenfasern wird die Modendispersion durch ein über den Faserquerschnitt parabelförmig sich änderndes Brechzahlprofil minimiert. Das optimale Gradientenprofil ist u.a. von der Lichtwellenlänge λ abhängig. Die Materialdispersion insbesondere ist von der Lichtwellenlänge λ , der spektralen Halbwertsbreite $\Delta\lambda$ der Lichtquelle und der optischen Dispersion $(\partial^2 n/\partial\lambda^2)$ abhängig. In derzeitigen Gradientenfasern kann die Modendispersion größer oder kleiner als die Materialdispersion sein. Störungen (Spleiße, Steckverbindungen) [31] in Fasern mit hohem Modendispersionsanteil verursachen Modenkopplungen, wodurch sich näherungsweise eine Abhängigkeit der Impulsverbreiterung von der Faserlänge proportional zu l^β mit $0{,}5 \leq \beta \leq 0{,}7$ ergibt. Die Impulsverbreiterung einer Faser kann somit bis zu einer bestimmten Faserlänge (Modenkopplungslänge) infolge Modendispersion linear ansteigen, anschließend infolge Modenkopplung eine $\sqrt{l}$-Steigung annehmen [95], bis die linear ansteigende Materialdispersion überwiegt [32].

Die Bandbreite von Monomodefasern ist nur durch die Material- und Wellenleiterdispersion begrenzt [11], [93]. Im Wellenlängenbereich 1,2... 1,4 µm verschwindet die Materialdispersion von Quarz bzw. wird negativ, so daß die positive Wellenleiterdispersion dadurch kompensiert werden kann. Bei einer bestimmten Wellenlänge ist daher für Monomodefasern keine Dispersion und für Gradientenfasern nur noch eine Restmodendispersion vorhanden.

Für eine optische Nachrichtenübertragung mittels Glasfasern liegt somit der günstigste Lichtwellenlängenbereich hinsichtlich Dämpfung und Dispersion bei 1,2...1,4 µm. Um diesen Bereich nutzbar zu machen, müssen entsprechende Lichtquellen und Lichtdetektoren entwickelt werden.

2.2 Optische Sender

Als optische Sender für Glasfaser-Übertragungssysteme kommen Halbleiter- und evtl. auch Festkörperlaser sowie lichtemittierende Dioden in Frage. Halbleiterlaser lassen sich bis zu hohen Bitraten direkt modulieren und ermöglichen große Repeaterabstände, während LEDs vornehmlich in kurzen Glasfaser-Übertragungssystemen Anwendung finden wegen ihrer vergleichsweise niedrigen Lichtleistung, größeren spektralen Halbwertsbreite und kleineren Modulationsbandbreite [43], [44], [93].

Doppelheterostruktur-Halbleiter-Laserdioden (LD) mit Streifengeometrie haben sich gegenüber miniaturisierten Festkörperlasern bisher durchgesetzt, weil

- sie direkt über den Injektionsstrom bis in den GHz-Bereich zu modulieren sind,
- sie eine abstrahlende Fläche besitzen, die den geometrischen Abmessungen des Glasfaserkernes entspricht, und weil
- sie einen höheren Wirkungsgrad als Festkörperlaser bei der Umwandlung von elektrischer Leistung in Lichtleistung haben.

GaAlAs-Halbleiterlaser mit Doppelheterostruktur und Streifengeometrie weisen bislang die günstigsten Eigenschaften bzgl. Lebensdauer, Modulierbarkeit und Größe des Schwellenstromes auf [43], [97], [98].

Durch eine Reihe zusätzlicher Maßnahmen

- Verbesserung der Kristallhomogenität,
- Reduzierung und Optimierung von Streifenbreite und Streifendicke (7 µm x 0,13 µm) zur Erreichung möglichst geringer Stromdichten im Kristall (z.B. TJS = Transverse-Junction-Stripe-LD von Mitsubishi [40], CSP = Channeled-Substrate-Planar-Structure-LD und BH = Buried-Heterostructure-LD von Hitachi [41], [42],
- Optimierung der Wellenleitereigenschaften des Streifens durch Umgeben des Streifens mit niedriger brechendem Material (z.B. BH-LD [42],
- starker Dämpfung von Lichtwellen außerhalb des Streifens (z.B. CSP-LD [41]),

gelang es

- die Moden der LD auf einen einzigen transversalen und nahezu einen einzigen longitudinalen Mode zu reduzieren,
- Nichtlinearitäten in der Betriebsstrom-Lichtleistungs-Kennlinie, sogenannte "kinks", zu eliminieren,
- den Schwellenstrom (z.B. 4,5 mA bei 0,7 µm Streifenbreite;30 mA bei 4 µm Streifenbreite) zu reduzieren,
- die Relaxationsschwingungen (im Bereich des Schwellenstromes) zu dämpfen und
- die thermische Belastung im Kristall zu erniedrigen, um so die Lebensdauer zu erhöhen.

Die Modulierbarkeit der GaAlAs-LD ist durch die Beseitigung der "kinks" bzw. durch Dämpfung der Relaxationsschwingungen bereits soweit verbessert worden, daß Schwankungen der Impulsspitzenleistung (Patterneffekt) $<$ 5 % betragen, wenn der Laservorstrom nicht mehr als 10 % vom Schwellenstrom abweicht.

Alterungstests von Halbleiterlasern bei erhöhten Umgebungstemperaturen (40 °C, 60 °C und höher) und erhöhter Ausgangslichtleistung ($>$ 10 mW) lassen eine Lebensdauer von $4 \cdot 10^4$ h bis 10^5 h für Betrieb bei 25 °C Umgebungstemperatur erwarten [40], [43]. Vergleichbare Lebensdauer-Messungen an GaAlAs-LED lassen auf eine Lebensdauer von 10^6 h schließen [43].

Die für eine Glasfaserübertragung wichtigsten Eigenschaften derartiger optischer Sender gemäß Herstellerangaben sind in Tabelle 3 zusammengefaßt.

Größe	LD	LED	
Material	Ga Al As	Ga Al As	Ga In As
Wellenlangen-Bereich	800–890 nm	800–890 nm	
Wellenlange maximaler Intensität	820 nm	820 nm	1063 nm
Spektrale Halbwertsbreite	2–2,5 nm	40–60 nm	55–60 nm
Lichtleistung (CW) • insgesamt • in der Faser	 5–20 mW 1– 5 mW	 0,1– 8 mW 5 –500 µW	 0,1–0,5 mW –
Anstiegszeit (10–90%)	0,1–1 ns	3–19 ns	5–10 ns
El. Bandbreite	0,1–1 GHz	32–150 MHz	
Schwellenstrom	75–350 mA	–	–
Betriebsstrom	100–400 mA	200–300 mA	50 mA
Lichtemittierende Fläche	13 µm x 0,3 µm bis 40 µm x 2 µm	40 µm	50 µm ø
Abstrahl-Halbwinkel (50%)	20° x 5° bis 27° x 2°		13°–23°
Numerische Apertur	0,34–0,45		0,22–0,39
Koppelverlust Lichtquelle/Faser	2–7 dB	12–15 dB	
Lebensdauer	$2 \cdot 10^4$–10^5 h	10^6 h	

Tabelle 3 Eigenschaften von käuflichen Halbleiter-Laserdioden LD und lichtemittierenden Dioden LED

Um die besonders günstigen Eigenschaften der Glasfasern bei größeren Lichtwellenlängen zu nutzen, versucht man, die an GaAlAs gewonnenen Kenntnisse auf andere Halbleitermaterialien wie (AlGa) (AsSb) und (InGa) (AsP) zu übertragen. Doppelheterostruktur-(AlGa) (AsSb)- und (InGa) (AsP)-Laserdioden sind im 1,0-1,2 µm Wellenlängenbereich mit ca. 1000 h im Dauerstrich bei Zimmertemperatur betrieben worden und zeigten kaum Degradationseffekte [43].

Mit GaInAsP/InP-LD lassen sich theoretisch Lichtwellen im Bereich von 0,95 µm - 1,7 µm erzeugen; experimentell konnte bisher Laserlicht zwischen 1,05 - 1,28 µm nachgewiesen werden [44]. Im Vergleich zu GaAlAs zeichnen sich diese Laser durch einen einfacheren Aufbau, d.h. durch eine geringere Zahl von Schichten aus, wodurch eine bessere Wärmeableitung aus der aktiven Streifenzone gewährleistet ist. Experimente am MIT haben ergeben, daß LD mit Streifenbreiten von 5 µm und BH-Struktur bei Raumtemperatur und 1,25 µm Wellenlänge eine Leistung bis zu 17mW aufweisen. Lebensdauertests über 2000 h haben keine Veränderungen der Laserparameter ergeben, so daß die neuen Materialien günstiger als GaAlAs beurteilt werden.

Die spektrale Bandbreite der hier betrachteten Laser beträgt meist einige nm (vgl. Tabelle 3). Um bei Glasfaserübertragungen die Material- und Wellenleiterdispersion der Fasern klein zu halten, versucht man Laser mit kleiner spektraler Linienbreite zu entwickeln: dies führt zum miniaturisierten Festkörperlaser [45] - [48] und zum "Distributed Feedback Laser" [49], [50].

Miniaturisierte Festkörperlaser aus Neodym-Ultraphosphat (NdP_5O_{14} = NdPP) [45], Lithium-Neodym-Tetraphosphat ($LiNdP_4O_{12}$ = LNP) [46] und YAG: Nd [47] für den 1,05 µm-Wellenlängenbereich und der LNP-Laser [48] für den 1,3 µm-Wellenlängenbereich sind in Entwicklung als Wellenleiterlaser. Diese Laser müssen mit einem Halbleiterlaser oder einer LED gepumpt [46] und mit einem externen Wellenleitermodulator, z.B. aus $LiNbO_3$, moduliert werden. Tabelle 4 zeigt Wellenlänge und spektrale Linienbreite der Festkörperlaser sowie Brechzahl und Nd^{3+}-Konzentration der Lasermaterialien. Festkörperlaser sind nur dann als Wellenleiterlaser für die integrierte Optik zu verwenden, wenn man das laseraktive Material als dünne Schicht oder als dünnen Streifen auf einem schwächer brechenden Substrat herstellen kann und wenn die Nd-Konzentration für den Lasereffekt ausreichend ist.

Beim "Distributed Feedback Laser" [49], [50] versucht man mit Hilfe periodischer Strukturen auf dem Laserstreifen eine einzige Spektrallinie (ca. 0,05 nm Halbwertsbreite) herauszufiltern. Da bei der Herstellung der Laserkristall sehr leicht beschädigt werden kann, wird neuerdings ein "Distributed Bragg Reflector" an den Enden des Laserkristalles angekoppelt, der die Laserwellenlänge bestimmt und sie weitgehend temperaturunabhängig konstant hält.

Tabelle 4: Eigenschaften von Festkörperlasern und ihren Materialien [46]

Größe	Nd PP ($Nd P_5 O_{14}$)	LNP ($Li Nd P_4 O_{12}$)	YAG : Nd^{3+} ($Y_{2,97} Nd_{0,03} Al_5 O_{12}$)
Wellenlänge in µm	1,0511	1,0477	1,0641
Spektrale Linienbreite in nm	3	1,7	0,5
Brechzahl bei λ = 632,8 nm	1,62	1,58	1,83
Nd^{3+}-Konzentration in $10^{[illegible]}$ cm^{-3}	3,96	4,37	0,14

Während käufliche LEDs Modulationsbandbreiten bis 150 MHz (vgl. Tab. 3) aufweisen, können im Labor GaAs-LEDs mit Modulationsbandbreiten bis über 1 GHz / 96 / hergestellt werden.

2.3 Optische Empfänger

Als optische Empfänger in Glasfaser-Übertragungsstrecken werden im 0,8 - 0,9 µm-Lichtwellenbereich pin-Photodioden PIN und Avalanche-Photodioden APD mit Avalanche-Verstärkung (M = 100-150) auf Si-Basis verwendet. Bei gleichgroßem Quantenwirkungsgrad hat eine APD eine um die Avalanche-Verstärkung größere Nachweisempfindlichkeit (responsivity oder sensitivity) als PIN. Si-Photodetektoren können aber nur Licht bis zu einer Wellenlänge von 1,1 µm detektieren.

Für den 1,0 - 1,3 µm-Lichtwellenbereich gibt es Ge-APD, und es werden GaAlSb sowie GaInAs als APD-Materialien untersucht, um eine APD mit hohem Quantenwirkungsgrad, niedrigem Zusatzrauschen (excess noise) und kleinem Dunkelstrom zu finden [51]. Eine Ge-APD hat gegenüber einer Si-APD einen kleineren Quantenwirkungsgrad (45 % bei 1,15 µm), einen größeren Dunkelstrom (10-200 nA) und einen größeren Zusatz-Rauschfaktor (Ge: x = 0,8-1; Si: x = 0,3-0,7). Für den 1,0-1,3 µm Bereich ist $CuInSe_2$/CdS [54] als neues Detektormaterial mit einem Empfindlichkeitsmaximum bei 1,1 µm bekannt geworden.

Zwei Arten von APD mit unterschiedlicher Struktur sind bekannt: Die Mesa-Diode und die Planar-Diode. Bei der Mesa-Diode wird Licht direkt in den pn-Übergang eingestrahlt, um den Photonen einen möglichst langen Weg für Wechselwirkungen und den Ladungsträgern einen kurzen Driftweg zu geben. Bei Planar-Dioden wird das Licht senkrecht in den pn-Übergang eingestrahlt. Durch geeignete Dimensionierung der Dicke der Avalanchezone und der elektrischen Feldverteilung erreicht man mit der Planar- wie mit der Mesa-Diode ein Verstärkungs-Bandbreite-Produkt von 200-300 GHz [52].

Gegenüber einer Si-APD hat ein GaAs-MESFET-Detektor [53] eine wesentlich kürzere Impulsanstiegszeit ($<$ 50 ps).

Si-PIN sind wegen der erheblich geringeren Empfindlichkeit nur für Systeme mit niedrigen Bitraten und kurzer Entfernung bzw. für billige Empfänger geeignet.

In Tabelle 5 sind die wichtigsten Eigenschaften käuflicher Avalanche- und pin-Photodioden zusammengestellt.

Tabelle 5 Eigenschaften von käuflichen Avalanche-Photodioden APD und pin-Photodioden PIN

Große	APD		PIN
Material	Si	Ge	Si
Wellenlängenbereich	0,4–1,1 µm	0,4–1,55 µm	0,4–1,1 µm
Wellenlänge maximaler Empfindlichkeit	0,55–0,85 µm	1,15 µm	0,85–0,9 µm
Quantenwirkungsgrad η bei λ	40–80% bei 0,82 µm	45% bei 1,15 µm	60–80% bei 0,82 µm
Spektrale Empfindlichkeit $\mathcal{R}$ bei λ	10–80 $\frac{A}{W}$ bei 0,82 µm	42 $\frac{A}{W}$ bei 1,15 µm	0,45–0,6 $\frac{A}{W}$ bei 0,82 µm
Avalanche-Verstärkung M	100–150	100	–
Zusatz-Rauschfaktor x	0,3–0,7	0,8–1	–
Dunkelstrom i_D	0,02–15 nA	10–200 nA	0,15–5 nA
Anstiegszeit (10–90%)	< 0,5 ns		0,5–3 ns
Empfangsfläche	200–250 µm ∅	125–400 µm	800 µm
Öffnungshalbwinkel	35°–50°		20°
Num. Apertur	0,57–0,77		0,34
Koppelverlust Faser/Photodetektor	1 dB		1 dB

2.4 Optische Koppeltechnik

Die optische Koppeltechnik umfaßt lösbare Steckverbindungen zwischen optischem Sender/Faser, Faser/Faser und Faser/optischem Empfänger sowie feste Faser/Faser-Verbindungen (Spleiße) in optischen Kabeln.

Steckverbindungen und Spleiße haben Einfluß auf Dämpfung und Impulsverbreiterung von Lichtimpulsen. Unterschiedliche Querschnittsflächen, unterschiedliche numerische Aperturen, Elliptizität und Exzentrizität von Fasern, seitlicher Versatz der lichtführenden Durchmesser, unterschiedliche Abstände der zu verkoppelnden Komponenten usw. verursachen mehr oder weniger starke Verluste.

Einfache lösbare Steckverbindungen für Multimodefasern weisen im allgemeinen Verluste zwischen 0,5 und 1,0 dB auf [55], [56]. Eine Steckverbindung mit 3-Stab-Lagerung [57] besitzt Koppelverluste zwischen 0,1 und 0,5 dB, im Mittel von 0,24 dB. Doppel-Exzenter-Steckverbindungen erlauben, Monomodefasern untereinander mit 0,2-0,5 dB Verlust [58] oder Monomodefasern an integriert-optische Bauelemente mit ≤ 0,5 dB Verlust [59] zu koppeln.

Spleißungen durch Verkleben in Hülsen oder Verschmelzen mit Lichtbogen zeigen kleinere Koppelverluste (0,03-0,4 dB) als lösbare Steckverbindungen [55], [56], [60], [61].

Bei Gradientenfasern mit hohem Modendispersionsanteil konnte gezeigt werden, daß Spleißen eine Änderung in der Übertragungsbandbreite der optischen Übertragungsstrecke infolge Modenumwandlung in der Spleißstelle hervorruft [31]. Es wird vermutet, daß die Modenumwandlung in den Spleißstellen stärker ist als in der Gradientenfaser selbst.

Zum Zusammenstecken oder Spleißen von Fasern werden Fasern mit glatten Endflächen benötigt; diese können z.B. mit einem den Effekt der Funkenerosion [62] ausnutzenden Faserntrenngerät hergestellt werden.

Höhere Koppelverluste treten bei der Verkopplung von LD (7 dB) bzw. LED (15-25 dB) mit Glasfasern und Glasfasern mit APD bzw. PIN (1 dB) [63] auf. Der Verlust bei der Kopplung von DHS-Laserdiode/Selfoc-Faser konnte durch kleine sphärische Selfoc-Linsen auf 7 bis 3 dB und durch 2 senkrecht gekreuzte "slab Selfoc"-Linsen - das entspricht einer herkömmlichen zylindrischen Linse - auf 4 bis 2 dB reduziert werden [64]. Um diese Koppelverluste weiter zu erniedrigen, wird neuerdings ein Ende einer Gradientenfaser zu einer kleinen halbsphärischen Mikrolinse verschmolzen und dieses Faserstück mit einer LD [65] zu einem Bauelement zusammengefügt. Bei Verwendung einer LED wird in dieselbe eine Vertiefung geäzt (etched well emitter) und das Faserstück dort ohne Mikrolinse eingeklebt. Mit dieser Methode treten nur noch Koppelverluste von 2,2 dB bis 1,5 dB zwischen LD und Glasfaser bzw. von 12 dB zwischen LED und Glasfaser auf. Damit stehen jetzt günstigenfalls 5 mW CW-Laserlichtleistung am Anfang einer Gradientenfaser mit 50 µm Kerndurchmesser und numerischer Apertur 0,2 bzw. maximal 0,5 mW Lichtleistung von einer superstrahlenden LED (Burrus LED) am Anfang einer Faser mit numerischer Apertur 0,3 zur Verfügung (vgl. Tabelle 3).

Zum Zweck der Abzweigung von Signalen aus Glasfasern sind transparente Si-Film-Mesa-pin- bzw. GaAl/(GaAl)As-pin-Photodioden mit 15 % Strahlungsverlust durch Reflektion und Rekombination im 0,8-1,1 µm-Bereich bzw. mit 70 % Transmission im 0,82-0,84 µm-Bereich entwickelt worden, die 2,5 dB Lichtverlust beim Übergang Stufenprofilfaser/PIN/Stufenprofilfaser zeigten [99].

2.5 Integrierte Optik

Die Integrierte Optik umfaßt integriert-optische Bauelemente und integriert-optische Schaltungen [66].

Integriert-optische Bauelemente sind Verbindungs- oder Schaltungskomponenten in Form von Streifen- oder Filmleitern, die in planaren miniaturisierten Anordnungen die optische Verbindungs- und Schaltungstechnik (d.h. Beginn der optischen Vermittlungstechnik) realisieren, z.B.

- Linsen, Spiegel und Prismen in Dünnfilmen [67],
- Modenwandler durch optisch-anisotrope Materialien in Wellenleitern [68],
- Wellenleiter-Taper zur Verbindung von Wellenleitern mit unterschiedlichen Querschnitten [69],
- Streifenleiter zur Verbindung z.B. eines Halbleiter-Lasers (mit Streifengeometrie) mit einem Wellenleiter-Modulator,
- passive optische Abzweigungen oder Verzweigungen [70], [71],
- passive optische Streifenleiter-Richtkoppler [72], [74],
- Prismen- oder Bragg-Gitter-Koppler, die Strahlenwellen in Film- oder Streifenleiter einkoppeln [75],
- elektro-optisch geschaltete Streifenleiter-Richtkoppler [73], [76] - [79],
- optische Wellenlängen-Multiplexer [80], [81],
- Wellenleiterlaser [82],
- elektro-optische, akusto-optische und magneto-optische Wellenleiter-Modulatoren [75], [76], [78], [83],
- Wellenleiterfilter [84], [85] und
- frequenzselektive Streifenleiter-Weichen zum Zusammenführen und Trennen von Lichtwellen im Frequenzmultiplex.

In integriert-optischen Schaltungen - analog zu den integrierten Schaltungen der digitalen Elektronik - sollen einmal ganze Systeme von optischen und opto-elektronischen Bausteinen auf einem gemeinsamen Substrat zusammengefügt werden. Diese integriert-optischen Schaltungen lassen

- einen kompakten Aufbau
- eine hohe Zuverlässigkeit
- einen geringen Bedarf an optischer und elektrischer Leistung und

- geringe Lichtverluste erwarten.

Die planare integrierte Optik ist bisher auf Ein-Moden-Betrieb beschränkt, so daß bei der Kopplung integriert-optischer Bauelemente und Schaltungen an Glasfasern nur Monomodefasern in Betracht kommen. Für eine Schaltungsintegration in der Optik spricht, daß die meisten Komponenten und Verbindungswege entsprechend der Wellenlänge des Lichtes äußerst klein sein können.

Drei für die optische Nachrichtenübertragung wichtige integriert-optische Komponenten werden im folgenden näher betrachtet:

Passive optische Abzweigungen für Multimode-Glasfasern sind bereits im Ansatz entwickelt worden. Die Verkopplung von 3 Multimode-Stufenprofil-Fasern (160 µm Quarzkern-Durchmesser, 10-50 µm Silikonmantel-Dicke, 34 dB/km Dämpfung bei 0,633 µm bzw. 10 dB/km Dämpfung im 0,8-0,9 µm-Bereich) mit zwei 180 µm x 180 µm großen Mikroprismen zu einem passiven Faser-Richtkoppler [70] zeigte 0,6 dB Lichtverlust (87 % der Eingangsintensität) in der Hauptfaser und 20,5 dB Lichtverlust (0,8 % der Eingangsintensität) in der Abzweigfaser.

Ein anderer optischer Abzweig bestehend aus einer Hauptkanal-Multimodefaser, einer um 15 µm versetzten 2. Hauptkanalfaser und einem Stück Plastik (Riston)-Wellenleiter zur Verbindung der ankommenden Hauptfaser mit der abzweigenden Faser [71] verteilt die ankommende Lichtleistung so, daß 1,4 dB Lichtverlust (73 % der Eingangsintensität) in der Hauptfaser und 20 dB Lichtverlust (1 % der Eingangsintensität) in der Abzweigfaser entstehen.

Ein $LiNbO_3$-Wellenleitermodulator [78] wurde in Form eines elektro-optisch geschalteten Streifenleiter-Richtkopplers zur Einkopplung von moduliertem Licht in eine Monomodefaser entwickelt.

Damit ist Intensitätsmodulation ohne Benutzung eines Polarisator-Analysators möglich. Der Wellenleitermodulator hatte minimal 8,2 dB Lichtverlust (15 % der Eingangsintensität) und maximal 17,6 dB Lichtextinktion (1,7 % der Eingangsintensität) bei 4 V Modulationsspannungsamplitude sowie eine 3 dB-Übertragungsbreite von 1,0 GHz für Intensitätsmodulation.

Optische Wellenlängen-Multiplexer und optische Wellenlängen-Demultiplexer wurden z.B. mit 3 GaAlAs-Laserdioden (λ_1 = 805 nm, λ_2 = 823 nm, λ_3 = 863 nm und $\Delta\lambda$ = 1-4 nm)

[80] bzw. 3 LED [81] in Labor-Übertragungsexperimenten erprobt. Der optische Wellenlängen-Multiplexer bestand aus 3 Mikrozylinder-Linsen, die das Licht aus den ankommenden Glasfasern kollimierten, und 1 Objektivlinse, die die 3 kollimierten Lichtströme auf den Kern der Übertragungsfaser fokussierte. Der optische Wellenlängen-Demultiplexer bestand aus einem CdS-Prisma zur Aufteilung des Lichtes verschiedener Wellenlänge auf 3 verschiedene Glasfasern. Im Versuchsaufbau mit LD hatte der optische Multiplexer Lichtverluste zwischen 5,2 und 8,2 dB und der optische Demultiplexer Verluste um 5 dB. Die optische Nebensprechdämpfung war größer als 24 dB.

3. Optische Übertragungssysteme

Glasfaser-Übertragungssysteme werden - wie bereits erwähnt - in der Nachrichten-, Daten-, Computer-, Meß-, Regel- und Hochspannungstechnik verwendet. Die Signalübertragung kann über analoge oder digitale Glasfaser-Systeme erfolgen.

3.1 Analoge Glasfasersysteme

Die analoge Übertragung von Bild- und Tonsignalen über kurze Glasfaserstrecken (0,1 - 5 km) mit Bandbreiten bis ca. 5 - 20 MHz ist mit LED bzw. Burrus-LED (= LED mit hoher Strahlungsleistung) und PIN bzw. APD unter Ausnutzung von AM/IM- und FM/IM-Modulation bereits verwirklicht [26], [63].

Frequenzmodulierte Tonsignale (auf 7,5 MHz-FM-Träger) und PAL-Farbfernsehsignale sind mittels LED und APD sowie einer 20 MHz-FM-Zwischenträger/IM-Modulation über eine 2,1 km lange Gradientenfaserstrecke übertragen worden [26]. 12 Video-Kanäle aus dem amerikanischen Standard-VHF-Bereich von 54 MHz bis 216 MHz sind optisch mittels GaAlAs-LD und PIN über ein kurzes Faserstück mit 50 dB Signal/Rausch Abstand und einer Übertragungsbandbreite von 20 bis 350 MHz (Grenzfrequenzen bei - 5 dB) übertragen worden [90]. Je nach Faserqualität und Anforderung an die Empfangsqualität kann damit eine kurze Übertragungsstrecke überbrückt werden.

Erste Feldversuche zur Verwendbarkeit von analogen optischen Übertragungsstrecken mit Burrus-LED und PIN werden in einem Zweiweg-CATV-System mit 300 Teilnehmern (max. Verstärkerfeldlänge: 4 km) im "Higashi-Ikoma Optical Visual Information System (HiOvis)" in Higashi-Ikoma/Japan durchgeführt [91].

Im Frequenzmultiplex werden 1 Bildkanal (10 Hz - 4,5 MHz), 1 FM-Tonkanal (FM-Träger : 6 MHz, Frequenzhub: ± 25 kHz) und ein 200 bit/s-Datenkanal (FM-Träger: 6,6 MHz) übertragen. Weitere Anwendungsmöglichkeiten werden in der Teilnehmerebene zukünftiger Kommunikationsnetze gesehen [9], [14], [26]. Tabelle 6 zeigt die wichtigsten Daten bereits käuflicher, analoger optischer Kurzstrecken-Übertragungssysteme.

Tabelle 6 Analoge optische Kurzstrecken-Übertragungssysteme

Übertragungs bandbreite	5 MHz	5 MHz	20 MHz	20 MHz
Hersteller	AEG TELEFUNKEN	SIEMENS	ITT	ITT
Bezeichnung	TELELUX	A 5/D 10 - I	2A - PS	2A - AS
Anwendung	Video Steuersignale	Video TV-Verteilung Meßwertübertr	BB Übertragung	BB Übertragung
Modulation	AM/IM	FM/IM	AM/IM	AM/IM
Frequenzbereich	≈ 5 MHz	1 Hz - 5 MHz	10 Hz - 20 MHz	300 Hz - 20 MHz
Trägerfrequenz	-	20 MHz		
Frequenzhub	-	± 10 MHz		
Nichtlineare Verzerrungen				
• Diff. Verstärkung		4%		
• Different. Phase	-	2%		
• Klirrfaktor	1-2%	-		
Opt. Sender	LED (920 nm)	LED oder Burrus-LED	Burrus LED	Burrus LED
Opt. Empfänger	PIN	PIN oder APD	PIN	APD
• Min. Lichtleistung	-	-	40 nW (bei 0,85 µm)	1 nW (bei 0,85 µm)
Faserdämpfung	< 20 dB/km	5-100 dB/km		
Repeaterabstand	0,1-0,5 km	0,1-5 km (abh. v. Sender, Empf. + Faser)		
Max. Eingangssignal	0,5 Vss	1 Vss	1 V	1 V
Max. Ausgangssignal	0,5-2 Vss	1 Vss	1 V	3 V
Eingangsimpedanz	1 kΩ/10 pF	75 Ω	75 Ω	75 Ω
Ausgangsimpedanz	20 Ω	75 Ω	75 Ω	600 Ω
Signal/Rausch-Abstand	50-40 dB (abhängig von Faserlänge)	70-60 dB (bewertet) 61-44 dB (unbewertet)		

Tabelle 7: Digitale optische Kurzstrecken-Übertragungssysteme

Bitrate:	1 Mbit/s	10 Mbit/s	10 Mbit/s	20 Mbit/s
Hersteller:	SECOR	SIEMENS	AEG-TELEF.	ITT
Bezeichnung:	SD1L/ED1L	A5/D10-I	TELELUX	2D - PS
Anwendung:	Daten-, Meß-, Steuerungs- u. Hochspannungstechnik	Interfaceleitungen	Daten-, Rechner-, Meßwert-, Steuer-, Signal-Übertragung	Datenübertragung
Kompatibilität m. Logikfamilie:	TTL, LSL CMOS	TTL	TTL	TTL
Opt. Sender:	LED (GaAsP)	LED oder	LED	Burrus-LED
• Wellenlänge:	655 nm	Burrus-LED	920 nm	-
• Spektr. Bandbreite:	30 nm	-	40 nm	-
• Lichtleistung:	-	-	-	17 µW (Spitze)
Opt. Empfänger:	PD (Si)	PIN oder APD	PIN	PIN
• Min. Lichtleistung:	-	-	-	0,5 µW (Spitze)
Max. Streckendämpfung:	3 dB	-	-	15 dB
Eingangsimpedanz:	-	10 kΩ	1 kΩ	50 Ω
Ausgangsimpedanz:	-	< 1 Ω	20 Ω	50 Ω
Bitfehlerrate:	≈ 10			10

3.2 Digitale Glasfasersysteme

Für die optische Übertragung von Daten-, Meß-, Steuer- und Regelsignalen über kurze Entfernungen (0,1-1 km) und bei niedrigen Bitraten (1-20 Mbit/s) gibt es digitale Kurzstrecken-Glasfasersysteme mit Bitfehlerraten $\leq 10^{-7}$ bereits auf dem Markt, wie Tabelle 7 zeigt.

Im Hinblick auf die digitale Übertragung von Ton- und Bild-Signalen in Fernsprech- und zukünftigen Breitbandnetzen [9], [12] - [29], [63] wird die digitale Glasfaserübertragung auf allen PCM-Hierarchie-Stufen von 1,544 Mbit/s (Japan, USA) bzw. 2,048 Mbit/s (Europa) bis $\frac{1}{2}$. 1,6 Gbit/s (Japan) bzw. $\frac{1}{2}$. 2,24 Gbit/s (Europa) erprobt. Digitale Glasfaser-Versuchsübertragungen sind bereits bei Übertragungsraten $\leq$100 Mbit/s mit LED und PIN bzw. APD sowie bei Übertragungsraten $\geq$ 8,448 Mbit/s mit LD und APD in Labors und unter realen Einsatzbedingungen erfolgreich durchgeführt worden, z.B. in den USA [18], in Japan [19] - [22], England [15], [23], [88], Frankreich [24], Italien [25] und in der Bundesrepublik Deutschland [26], [27], [63], [86]. Eine digitale 1,12 Gbit/s-Übertragung über ein 3 km langes Kabel mit Gradientenfasern wurde im Heinrich-Hertz-Institut (HHI) in Berlin realisiert [28]. Glasfaser-Übertragungsstrecken bei verschiedenen PCM-Bitraten (140 Mbit/s, 280 Mbit/s und 560 Mbit/s) werden in einem digitalen Breitband-Modellnetz im HHI-Projekt "Breitbandkommunikation mit optischen Kanälen" [14], [93], [94] erprobt. Die wichtigsten digitalen Glasfaser-Versuchsübertragungen sind in Tabelle 8 aufgelistet. Tabelle 9 gibt Bitraten und Zahl der digitalen Sprechkanäle entsprechend der PCM-Hierarchiestufen wieder.

In Fig. 2 sind Grenzrepeaterabstände in Abhängigkeit von der Übertragungsrate mit den Parametern Fasertyp, optischer Sender, optischer Empfänger und Lichtwellenlänge aufgetragen [19]. Multimode-Stufenprofilfasern mit LED und PIN-Dioden werden bei niedrigen Übertragungsraten (1-34 Mbit/s), Gradientenfasern mit LD und APD bei mittleren Übertragungsraten (34-1000 Mbit/s) und Monomodefasern mit LD und APD bei den höchsten Übertragungsraten (0,4-10 Gbit/s) bevorzugt eingesetzt. Die in Fig. 2 eingezeichneten Punkte zeigen die in Japan bereits bei den verschiedenen Übertragungsraten mit Multimode-Stufenprofil-, Gradienten- und Monomodefasern im 0,85 µm-Lichtwellenlängenbereich realisierten

Tabelle 8 Digitale Glasfaser-Versuchsübertragungssysteme
LD = Laserdiode, **LED** = Lichtemittierende Diode **APD** = Avalanche-Photodiode, **PIN** = pin-Photodiode, **S** = Multimode-Stufenprofil-Faser, **G** = Multimode-Gradientenprofil-Faser, **M** = Monomode-Stufenprofil-Faser, * = Selfoc-Faser, ** = W-Typ-Faser, Rep = Repeater

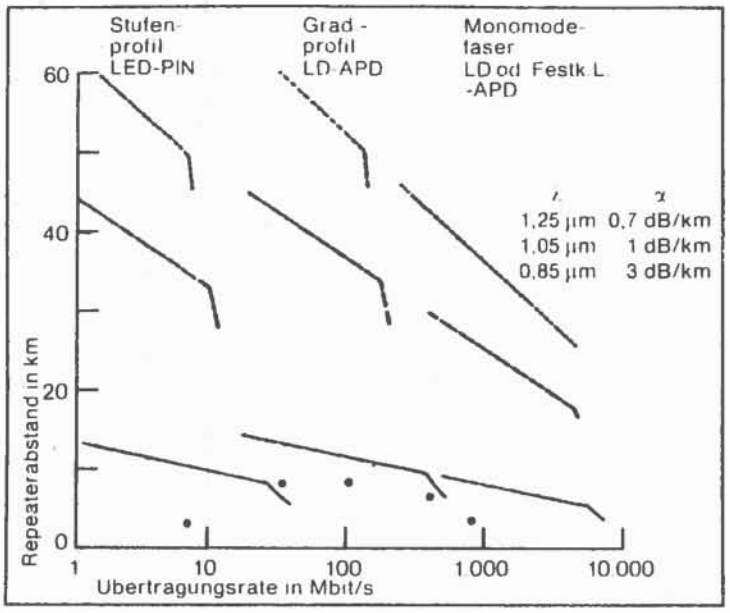
Bitrate (Mbit/s)	Optische Sender	Optische Empfänger	Glasfasertyp	Repeaterabstand (km)	Gesamte Faserlänge (km)	Modulation	Jahr	Ort	Organisation	Lit.
0,048	LD	APD	S	0,13			1975	Tokyo	ETL/MITI	[9]
2,048	LED	APD	G	2,1; 4,2	6,3	PCM 30	1976	München	SIEMENS	[26]
6,3	LED	PIN	S	5			1975	Tokyo	Fujitsu	[9]
1–8	LED	APD	S	>6	48	PCM (3R, 2R)	1976-'77	Yokosuka	ECL/NTT	[21]
8,448	LD	APD	G	6; 7	13	PCM (5B 6B)	1977	Martlesham/Ipswich	BPO	[15]
32	LD	APD	G*	3			1975	Tokyo	NTT + NEC	[9]
32	LED	APD	S	3			1975	Tokyo	NTT + Fujitsu	[9]
32	LED	APD	S	>4			1976	Yokosuka	ECL/NTT	[20]
32	LD	APD	S	>8 [7 Rep]	64		1976-'77	Yokosuka	ECL/NTT	[20]
34	LD	APD	G	4,7		PCM (HDB-3)	1977	Backnang	AEG-TELEFUNKEN	[63]
34	LD	APD	G	8			1976	Lannion	CNET	[24]
44,7	LD	APD	G	7–10,9	64		1976	Atlanta	Bell	[18]
79,8	LD (als LED)	APD	G	2,1		DPCM	1976-'77	München	SIEMENS	[26]
100	LED		S	–			1973		Bell	
100	LD (als LED)	APD	G	0,2			1976	Backnang	AEG-TELEFUNKEN	[86]
100	LD	APD	G*	1			1974	Tokyo	NEC	[9]
100	LD	APD	S**	[5 Rep]			1975	Tokyo	Hitachi	[9]
100	LD	APD	G	8			1975	Tokyo	Fujitsu	[9]
100	LD	APD	G	10			1976	Tokyo	ECL/NTT	[87]
140	LD	APD	G	~3	9	PCM (7B 8B)	1977	Hitchin/Stevenage	ITT (STC/STL) + BPO	[23]
140	LD	APD	G	6			1977	Martlesham/Kesgrave	BPO	[68]
140	LD	APD	G	6			1977	Lannion	CNET	[24]
140	LD	APD	G	8	96	PCM 1920	1978	Geldrop	Philips	[89]
400	LD	APD	G	4			1975	Tokyo	Fujitsu	[9]
400	LD	APD	G	5			1975	Tokyo	ECL/NTT	[9]
400	LD	APD	M	5,9			1975	Tokyo	ECL/NTT	[87]
560	LD	APD	G	3,1 [8 Rep]	24,8	PCM-IM	1980	Berlin	HHI + SIEMENS	[14]
800	LD	APD	M	7,3		PCM-IM	1977	Tokyo	ECL/NTT	[87]
1120	LD	APD	G	3,1		PCM-IM	1977-'78	Berlin	HHI	[28]

Tabelle 9: Hierarchie der PCM-Übertragungssysteme

Hierarchie-Stufe	Japan		USA		Europa	
	Bitrate (Mbit/s)	Sprechkanäle	Bitrate (Mbit/s)	Sprechkanäle	Bitrate (Mbit/s)	Sprechkanäle
1	1.544	24	1.544	24	2,048	30
2	6,3	96	6.3	96	8,448	120
3	32	480	44,7	672	34	480
4	100	1 440	274	4 032	140	1 920
5	400	5 760			560	7 680
6	1 600	23 040			2 240	30 720

Repeaterabstände. Die flachen Geraden markieren die Begrenzung des Repeater-Abstandes durch die Faserdämpfung (3 dB/km in Fig. 2), die steileren Geradenstücke die Begrenzung des Repeater-Abstandes durch die Impulsverbreiterung der Faser. Für die Zukunft werden Repeater-Abstände von ca. 30 km für die breitbandige Weitverkehrs-Übertragung von Audio- und Video-Signalen über Monomodefasern (z.B. 15 000 Sprechkanäle bei 1 Gbit/s) und von 30 - 50 km für eine optische Datenfernübertragung mit 100 Mbit/s bei Benutzung von LD des 1,0 - 1,4 µm Bereiches vorausgesagt [11], [29].

Fig. 2 Grenzrepeaterabstände als Funktion der Übertragungsrate [19]



Erste Feldversuche zur optischen Verwendbarkeit von Glasfaser-Übertragungssystemen im Ortsnetz sind z.B. beim British Post Office [15], [23], [88] zwischen Martlesham und Ipswich/England (13 km; 8,448 Mbit/s und 140 Mbit/s) angelaufen bzw. befinden sich bei der Nippon Telegraph und Telephone Public Corporation [16] in Tokyo/Japan (20 km; 100 Mbit/s) und bei der Deutschen Bundespost [17] in Berlin (4,3 km; 34 Mbit/s) im Aufbau.

4. Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird ein Überblick über den derzeitigen Stand der optischen Nachrichtenübertragungstechnik mittels Glasfasern gegeben. Dabei werden neuere Ergebnisse bei optischen Komponenten - Glasfasern, optischen Kabeln, Steckverbindungen, Spleißen, optischen Sendern, optischen Empfängern und integriert-optischen Bauelementen - sowie bei analogen und digitalen Glasfaser-Übertragungssystemen behandelt.

Die Verbesserungen, die bis heute insbesondere bei Bauelementen wie Glasfasern (Dämpfung $\leq$ 1 dB/km, Impulsverbreiterung $<$ 0,5 ns/km), lichtemittierenden Dioden (Lebensdauer 10^6 h, Lichtleistung bis ca. 10 mW) und Halbleiterlasern (Lebensdauer $> 10^5$ h, Linearisierung der Kennlinie) erreicht wurden, erscheinen die hohen Entwicklungsaufwendungen für diese Technik zu rechtfertigen.

Die Entwicklung von Glasfasern mit kleiner Dämpfung und Impulsverbreiterung, von Lumineszenz- und Laser-Dioden auf GaAlAs-Basis sowie von PIN und Avalanche-Photodioden auf Si-Basis für den 0,8 - 0,9 µm-Lichtwellenlängenbereich ist dabei soweit vorangeschritten, daß analoge und digitale Glasfaser-Übertragungssysteme mit lichtemittierenden Dioden für kurze Strecken (0,1-5 km) und kleine Übertragungsbandbreite (maximal 5-20 MHz analog bzw. 1-20 Mbit/s digital) entwickelt werden konnten und für die verschiedensten Anwendungszwecke bereits auf dem Markt erhältlich sind. Glasfaser-Übertragungssysteme mit Laserdioden für hohe Bandbreiten (z.B. 330 MHz analog) und hohe Übertragungsraten (z.B. 1,5 Mbit/s bis 800 Mbit/s in Japan oder USA und 2 Mbit/s bis 1,12 Gbit/s in Europa) werden dagegen zur Zeit in Labor- und Feldversuchen erprobt. Für die höchsten Übertragungsraten werden dazu Gradientenfasern in Europa und Monomodefasern in Japan benutzt.

Für die weitere Entwicklung zeichnet sich ein Trend zu größeren Lichtwellenlängen zwischen 1,2 µm und 1,4 µm ab, wo bei Verwendung von Monomodefasern nochmals eine erhebliche Steigerung der Bandbreite und/oder der Repeaterabstände von Glasfaser-Systemen gegenüber bereits erreichten Werten (1,12 Gbit/s über 3 km Gradientenfaser) erwartet wird. Schnelle Laserdioden und Photodetektoren für diesen Lichtwellenlängenbereich befinden sich jedoch noch im Forschungsstadium.

Neben einer verschwindenden Dispersion im 1,2 - 1,4 µm-Bereich ist die Verknüpfbarkeit von Monomodefasern mit Bauelementen der Integrierten Optik ein weiterer Vorteil von Monomodefasern, der für die zukünftige Entwicklung von Systemen für die optische Übertragungs- und Vermittlungstechnik bedeutsam sein kann.

5. Literatur

[1] Maiman, T. H.
Stimulated Optical Radiation in Ruby
Nature 187 (1960), 493–494

[2] Gurs, K., Muller, R.
Internal Modulation of Optical Masers
in Proc. Symp. Optical Masers, Vol. XIII (Brooklyn, N.Y., 16–19. Apr. 1963), S. 243

5. Literatur

[3] Burner, M.
Mehrstufiges Übertragungsverfahren für in Pulscodemodulation dargestellte Nachrichten
DBP Nr. 1254513 vom 21. Dez. 1966

[4] Kapron, F. P., Keck, D. B., Maurer, R. D.
Radiation Losses in Glass Optical Waveguides
Appl. Phys. Lett. 10 (1970), S. 423–425

[5] Hayashi, I., Panish, M. B., Foy, P. W., Sumski, S.
Junction Lasers Which Operate Continuously at Room Temperature
Appl. Phys. Lett. 17 (1970), S. 109–111

[6] Hawkes, T. A., Reymond, J. C.
Optical Communication Systems for Aircraft
2. Europ. Conf. on Optical Fibre Communication, 27.–30. Sept. 1976, Paris, S. 399–407

[7] Bark, P., Fröscher, P.
Designing of Optical Links Consisting of Converters, Cables, and Connectors for Different Digital Transmission Applications
Proc. of the Society of Photo-Optical Instrumentation Engineers SPIE 63 (1975), S. 68–75

[8] Aoki, F., Ando, K., Nishida, M., Ueno, Y., Hinoshita, S., Ishikawa, M.
Practical Use of Optical Fiber Communications for Electrical Power Companies
1977 International Conference on Integrated Optics and Optical Fiber Communication (kurz: IOOC'77), 18.–20. Juli 1977, Tokyo, Technical Digest, S. 485–488

[9] Koyama, M.
Optical Fiber Communication Systems in Japan
1977 IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems, 25.–27. April 1977, Phoenix/Arizona, S. 98–101

[10] Erdel, K., Strehl, H.
Glasfaser-Bussysteme zur Signalübertragung in Bordnetzen
Frequenz 31 (1977) 12, S. 364–368

[11] Kimura, T., Daikoku, K.
A Proposal on Optical Fibre Transmission Systems in a Low-Loss 1,0–1,4 µm Wavelength Region
Optical and Quantum Electr. 9 (1977), S. 33–42

[12] Ohnsorge, H.
Neue Möglichkeiten für Nachrichtensysteme auf der Basis des Laser-Glasfaserkanales
NTZ-Report 17 (1973), VDE-Verlag GmbH, Berlin

[13] Lonnen, K. W. J.
The Potential Application of Optical Fibre Systems in the Junction and Trunk Networks of the British Post Office
3 European Conf. on Optical Communication (kurz: ECOC'77), NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 220–223, VDE-Verlag GmbH Berlin

[14] Haller, U., Matt, H. J.
Das Projekt Breitband-Kommunikation mit optischen Kanälen
Vortragsband 50 Jahre HHI, 1978

Fußgänger, K., Haller, U., Matt, H. J., Ohnsorge, H.
Experimental System of an Integrated Communication Network with Glass Fibres
1978 Int. Zürich Seminar on Digital Communication, 7.–9. März 1978, Zurich, Proceedings, S. A6.1–A6.6

Fußgänger, K., Matt, H. J.
Optical Fiber Transmissions in the HHI Wide-Band Communications System
1977 Int. Conf. on Integrated Optics and Optical Fiber Communication, 18.–20. Juli 1977, Tokyo, Digest of Post-Deadline-Papers, S. 45–48

Matt, H. J.
Activities in Optical Communications in the Federal Rupublic of Germany
Japanisch-Deutsches Seminar über Optische Kommunikationstechnik, 10. Sept. 1975, veranstaltet von der Japan Industrial Technology Association und der Botschaft der Bundesrepublik Deutschland, Tokyo

5. Literatur

[15] Brace, D., Cameron, K.
BPO 8448 kbit/s Optical Cable Feasibility Trial
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 237–240, VDE-Verlag GmbH, Berlin

[16] N. N.
Kommerzielles Glasfaser-Nachrichtensystem in Japan installiert
Elektronik 26 (1977) 11, S. 16, NTZ 30 (1977) 12, S. 877

[17] Seidel, M.
Erste Ortsnetz-Strecke mit Lichtwellenleitern
NTZ 30 (1977) 11, S. 830

Feldmann, J.
Eine Untersuchung von Lichtleitstrecken unter betriebsnahen Umweltverhältnissen
VDE-Fachberichte 29 (1976), S. 126–133, VDE-Verlag GmbH, Berlin

Feldmann, J., Gallenkamp, W.
Prüfung der Einsatzmöglichkeiten gegenwärtig verfügbarer optischer Nachrichtenübertragungssysteme im Fernmeldenetz der DBP
NTZ 29 (1976) 3, S. 235–237

[18] Cook, J. S.
Optical Fiber Communications in the Bell System
IOOC'77, Technical Digest, S. 529–534

[19] Mizuguchi, H.
Optical Fiber Transmission System Research for Public Telecommunication in Japan
IOOC'77, Technical Digest, S. 503–506

[20] Miki, T., Koyama, M., Ishio, H., Aoyama, K.
Initial Trial of Optical Fiber Transmission Systems in NTT: Overview
IOOC'77, Technical Digest, S. 541–544

[21] Osafune, K., Okano, Y., Miki, T.
Hybrid Digital Transmission System Over Optical Fiber Cable
IOOC'77, Technical Digest, S. 553–556

[22] Kimura, T., Uehara, S., Saruwatari, M., Yamada, J.
800 Mbit/s Optical Fiber Transmission Experiments at 1,05 µm
IOOC'77, Technical Digest, S. 489–492

N. N.
Single-Mode Optical-Fiber Cables Transmit 800 Mbit/s Signals
Electronics 50 (1977) 13, S. 9E–10E

[23] Hill, D. R., Jessop, A., Howard, P. J.
A 140 Mbit/s Field Demonstration System
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 240–242, VDE-Verlag GmbH, Berlin

[24] Bouillie, R.
Application of Optical Fibers to Existing Communication Systems
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 231–236, VDE-Verlag GmbH, Berlin

[25] Catania, B.
Recent Advances in Optical Fibre Research at CSELT
IOOC'77, Digest of the Post-Deadline-Papers, S. 57–58

[26] Bark, P., Boscher, G., Gier, J., Goldmann, H., Zeidler, G.
Installation of an Experimental Optical Cable Link and Experiences Obtained with the Transmission of TV- and Telephone Signals
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 243–245, VDE-Verlag GmbH, Berlin

Bauch, H.
Analoge Signalübertragung über Lichtwellenleiter
NTZ 30 (1977) 10, S. 764–766

Bauch, H.
Experimental System for Telephone and TV Transmission over Optical Waveguide Cable
1977 IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems, 25.–27. April 1977, Phoenix/Arizona, S. 95–97

[27] N. N.
Demonstation der Übertragung digitalisierter Fernsehsignale über Glasfaser
(mit 34 Mbit/s bei der SEL), Frequenz 31 (1977) 12, S. 389

[28] Baack, C.
Optische Übertragung bei 1,12 Gbit/s
Vortragsband 50 Jahre HHI, 1978

Baack, C., Elze, G., Enning, B., Heydt, G., Knupke, H., Löffler, R., Walf, G.
1,12 Gbit/s Regenerator Experiment for an Optical Transmission System
Frequenz (Mai 1978)

[29] Börner, M., Maslowski, S.
Single-Mode Transmission Systems for Civil Telecommunication
Proc. IEE 123 (1976) 6, S. 627–632

[30] Jacobsen, H., Neuroth, N., Reitmayer, F.
Absorption and Scattering Losses in Glasses and Fibres for Light Guidance
J. Amer. Ceram. Soc. 54 (1971), S. 186–187

[31] Inada, K., Yamauchi, R., Yamada, T., Hashimoto, H., Tanaka, S., Uchida, N.
Bandwidth Change of Graded and Step Index Optical Fibers under Production Process and Splicing
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 31–33, VDE-Verlag GmbH, Berlin

[32] Schicketanz, D.
Messung der komplexen Übertragungsfunktion von Glasfasern
Siemens Forsch.- u. Entwickl.-Ber. 6 (1977) 2, S. 92–98

[33] Cohen, L. G., Tasker, G. W., French, W. G., Simpson, J. R.
Pulse Dispersion in Multimode Fibers With Graded B_2O_3-SiO_2 cores and uniform B_2O_3-SiO_2 Cladding
Appl. Phys. Lett. 28 (1976) 7, S. 391–393

[34] Hazan, J. P., Bernard, J. J., Küppers, D.
Medium-Numerical-Aperture Low-Pulse-Dipersion Fibre
Electronics Letters 13 (1977) 13, S. 540–542

[35] Maurer, R. D.
Doped Deposited-Silica Fibers for Communications
Proc. IEE 123 (1976) 6, S. 581–585

[36] Küppers, D., Lydtin, H., Meijer, F.
Preparation Methods for Optical Fibres Applied in Philips Research
IOOC'77, Technical Digest, S. 319–322

[37] Gliemeroth, G., Krause, D., Neuroth, N.
Lichtleitfasern mit niedrigen Verlusten und hoher Übertragungs-Kapazität für die Nachrichtentechnik
Schott-Information 2/1976 und Produkt Information 7038 dXI/76 o.P
Lichtleitfaser zur optischen Nachrichtenübertragung Typ N5

[38] Rau, K., Mühlich, A., Treber, N.
Progress in Silica Fibers With Fluorine Dopant
Topical Meeting on Optical Fiber Transmission II, Williamsburg, Virginia, 22.–24. Febr. 1977, Digest S. TuC4-1 bis TuC4-4 u. Datenblatt, Juni '77

[39] Pascher, H.
Status of Fiber Transmission Techniques in Germany
Topical Meeting on Optical Fiber Transmission II, 22.–24. Febr. 1977, Williamsburg/Virginia, Digest S. ThA2-1 bis ThA2-4

[40] Ikeda, K., Kan, H., Oomura, E., Matsui, K., Ishii, M., Susaki, W.
TJS-Laser Maintaining a Single Mode Behaviour Even After 12000 Hours CW Aging
IOOC'77, Technical Digest, S. 77–80

[41] Nakamura, M., Aiki, K., Umeda, J., Chinone, N., Ito, R., Nakashima, H.
Single-Transverse-Mode Low-Noise (GaAl)As Lasers with Channeled Substrate Planar Structure
IOOC'77, Technical Digest, S. 83–86

[42] Saito, K., Shige, N., Kajimura, T., Tsukuda, T., Maeda, M., Ito, R.
Buried-Heterostructure Lasers as Light Sources in Fiber Optic Communications
IOOC'77, Technical Digest, S. 65–68

[43] Hayashi, I.
Semiconductor Light Sources
IOOC'77, Technical Digest, S. 81–82

5. Literatur

[1] Mavroides, J.
Lasers at 1.0–1.3 µm for Optical Fiber Communications
IOOC'77, Technical Digest, S. 197–200

[2] Weber, H. P., Danielmayer, T. C., Danielmayer, H. G., Tofield, B. C.
Nd:Ultraphosphate Laser
Appl. Phys. Lett. 22 (1973), S. 534–536

[3] Saruwatari, M., Kimura, T., Otsuka, K.
Miniaturized CW $LiNdP_4O_{12}$ Laser Pumped with a Semiconductor Laser
Appl. Phys. Lett. 29 (1976) 5, S. 291–293

Saruwatari, M., Kimura, T.
LED Pumped Lithium Neodymium Tetraphosphate Lasers
IEEE J. Quant. El. QE-12 (1976) 10, S. 584–591

N. N.
Efficient Laser Material $LiNdP_4O_{12}$
ECL Technical Publication No. 140, Musashino-ECL/NTT, Tokyo 1976, S. 1–4

[4] Chesler, R. B., Draegert, D. A.
Miniature Diode-Pumped Nd: YAG Lasers
Appl. Phys. Lett. 23 (1973), S. 235–236

[5] Saruwatari, M., Otsuka, K., Miyazawa, S., Yamada, T., Kimura, T.
Fluorescence and Oscillation Characteristics of $LiNdP_4O_{12}$ Lasers at 1.317 µm
IOOC'77, Technical Digest, S. 223–226

[6] Nakamura, M.
Monolithic Integration of Distributed-Feedback Semiconductor Lasers
IOOC'77, Technical Digest, S. 227–230

[7] Streifer, W., Scifres, D. R., Burnham, R. D.
Distributed Feedback Lasers
IOOC'77, Technical Digest, S. 243–246

[8] Misugi, T., Takanashi, H.
Detectors for Optical Fiber Communications
IOOC'77, Technical Digest, S. 33–36

[9] Berchtold, K., Krumpholz, O., Suri, J.
Avalanche Photodiodes With a Gain-Bandwidth Product of More Than 100 GHz
Appl. Phys. Lett. 26 (1975) 10, S. 585–587

[10] Brick, C., Elze, G., Wall, G.
GaAs MESFET: A High Speed Optical Detector
Electronics Letters 13 (1977) 7, S. 193

[11] N. N.
CdS/CuInSe$_2$ Detektor
Mitteilung aus dem Forschungsprogramm der SEL anläßlich der Funkausstellung 1977 in Berlin

[12] Sugimoto, S., Okura, K.
Optical Fiber Cable Transmission Systems Applied to Telecommunication Networks in Japan
2. Europ. Conf. on Optical Fibre Communication, 27.–30. Sept. 1976, Paper XII/5

[13] Kunze, D., Krimmling, H. J., Liertz, H., Bachel, E.
Jointing Techniques for Optical Cables
2. Europ. Conf. on Optical Fibre Communication, 27.–30. Sept. 1976, Paris, Konferenzband, S. 257–260

[14] Weidhaas, W.
Optical Fibre Cables and Accessories
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 47–49 und F&G Datenblatt 1977
Garnituren für optische Nachrichtenkabel

[15] Gottmann, J., Krumpholz, O., Pfeiffer, E.
A Simple Connector for Glass Fibre Optical Waveguides
AEÜ 29 (1975) 1, S. 50–52

[16] Krumpholz, O., Pfeiffer, E.
Coupling Device Connecting a Glass Fibre With an Integrated Optical Circuit
Topical Meeting Integrated Optics, 21.–24. Jan. 1974, New Orleans

[60] Takimoto, H., Shiraishi, S., Matsuno, K.
A Splicing Method With Auxiliary Fibers
IOOC'77, Technical Digest, S. 343–346

[61] Miller, C. M.
Realistic Splice Losses for Parabolic Index Fibers
IOOC'77, Technical Digest, S. 347–350

[62] Caspers, F., Neumann, E.-G.
Optical-Fibre End Preparation by Spark Erosion
Electronics Letters 12 (1976) 17, S. 443–444, und F&G Datenblatt 1977:
Fasertrennvorrichtung mittels Funkenerosion

[63] Schußler, H.
Opto-Elektronische Signalübertragung
Laser 77 Opto-Electronics, 20.–24. Juni 1977, München, Conference Proceedings, S. 472–489

[64] Uchida, T., Sugimoto, S.
Research and Development of Fibre-Optic Communication Systems
Proc. IEE 123 (1976) 6, S. 648–652

[65] Stockton, T. E., Gill, R. B., Schneider, P. J.
Injection Laser Diodes for Fiber Optic Communication
Laser 77 Opto-Electronics, 20.–24. Juni 1977, München, Conference Proceedings, S. 32–36 und Datenblatter der Fa. Laser Diode Laboratories (LD-Type: LCW-10F und LED-Type: IRE-160F).

[66] Unger, H. G.
Optische Nachrichtentechnik
Elitera-Verlag, Berlin 1976, S. 97–114

[67] Anderson, D. B., August, R. R.
Progress in Waveguide Lenses for Integrated Optics
IOOC'77, Technical Digest, S. 231–234

[68] Makimoto, T., Yamamoto, S.
Passive Integrated Optical Circuits Utilizing Anisotropic Waveguides
IOOC'77, Technical Digest, S. 1–4

[69] Lit, J. W. Y., Vincent, D.
Some Uses of Tapers in Integrated Optics
IOOC'77, Technical Digest, S. 13–16

[70] Suzuki, Y., Kashiwagi, H.
Concentrated-Type Directional Coupler for Optical Fibers
Appl. Optics 15 (1976) 9, S. 2032–2033

[71] Witte, H. H.
Optical Tapping Element for Multimode Fibers
Optics Communications 18 (1976) 4, S. 559–562

[72] Sasaki, M., Okamoto, A., Furuta, H., Kudo, T.
Directional Couplers Consisting of Modified Optical Striplines
IOOC'77, Technical Digest, S. 251–254

[73] Campbell, J. C., Blum, F. A., Shaw, D. W., Lawley, K. L.
GaAs Electro-Optic Directional-Coupler Switch
Appl. Phys. Lett. 27 (1975) 4, S. 202–205

[74] Somekh, S., Garmire, E., Yariv, A., Garvin, H. L., Hunsperger, R. G.
Channel Optical Waveguide Directional Couplers
Appl. Phys. Lett. 22 (1973) 2, S. 46–47

[75] Kotani, H., Kubota, M., Kawabe, M., Namba, S., Masuda, K.
Bragg-Deflection Modulators in Corrugated $LiNbO_3$ Waveguides
IOOC'77, Technical Digest, S. 169–172

[76] Hammer, J. M.
Progress in Optical Waveguide Modulators and Switches
IOOC'77, Technical Digest, S. 133–135

[77] Schmidt, R. V., Cross, P. S.
Waveguide Directional Coupler Amplitude Modulator Using Multiple Sections of Alternating $\Delta\beta$
IOOC'77, Technical Digest, S. 157–160

[78] Mikami, O., Noda, J., Fukuma, M.
Directional Coupler Type Light Modulator Using $LiNbO_3$ Waveguides
IOOC'77, Technical Digest, S. 161–164

5. Literatur

[79] Steinberg, R. A.; Giallorenzi, T. G.
Design of Integrated Optical Switches for Use in Fiber Data Transmission Systems
IEEE J. Quant. El. QE-13 (1977) 4, S. 122–128

[80] Sugimoto, S., Minemura, K., Kobayashi, K., Seki, M., Shikada, M., Ueki, A., Yanase, T., Miki, T.
High Speed Digital Signal Transmission Experiments by Optical Wavelength Division Multiplexing
IOOC'77, Technical Digest, S. 497–500

[81] Ishio, H., Miki, T.
A Preliminary Experiment on Wavelength Division Multiplexing Transmission Using LED
IOOC'77, Technical Digest, S. 493–496

[82] Suematsu, Y.
Monolithic Integration of Optical Circuits and Related Twin-Guide Lasers
IOOC'77, Technical Digest, S. 185–188

[83] Minakata, M., Yamada, T., Uehara, S.
Optical Intensity Modulator Using a Pair of Gate Couplers and Electro Optic Phase Shifters
IOOC'77, Technical Digest, S. 145–148

[84] Cross, P. S., Kogelnik, H.
Sidelobe Suppression and Band-Broadening in Corrugated-Waveguide Filters
IOOC'77, Technical Digest, S. 17–20

[85] Kobayashi, M., Terui, H., Egashira, K.
Integrated Mode Filters Using Coupling Between Optical Waveguides
IOOC'77, Technical Digest, S. 259–262

[86] Heyke, H. J., Krull, K., Rohn, K., Thomas, H.
Digitales Lichtleiter-Übertragungssystem für 100 Mbit/s
NTZ 29 (1976) 3, S. 249–255

[87] Oguchi, B.
Light in Telecommunications-Present Status and Future Prospect
IOOC'77, Keynote Address

[88] Ravenscroft, I. A.
Optical Communication Systems in the UK
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 183–188

[89] N. N.
Testing Has Begun of Glass Fibres for Optical Communications (140 Mbit/s-Übertragungsstrecke von Philips Research Laboratories in Geldrop). Computer Design 16 (1977) 7, S. 20

[90] Dabby, F. W., Chesler, R. B., Arbuthnott, J., Canestri, M.
Twelve Video Channel Transmission Over a Single Optical Fiber
IOOC'77, Digest of the Post-Deadline-Papers, S. 49–52

[91] Kawahata, M.
Hi-OVIS (Higashi Ikoma Optical Visual Information System) Development Project
IOOC'77, Technical Digest, S. 467–471 und private Mitteilung

[92] N. N.
Hughes Fiber Shows 0,01 dB/km Loss in IR
Electronics 50 (15. Sept. 1977)

[93] Maslowski, S.
Komponenten der optischen Nachrichtenübertragung
Vortragsband 50 Jahre HHI, 1978

[94] Bauch, H.
Optisches Übertragungssystem mit 560 Mbit/s
Vortragsband 50 Jahre HHI, 1978
Bauch, H.
Fast Repeaters
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 130–135

[95] Heinlein, W.
Equivalent Circuit and Transfer Function of the Multimode Glass Fiber with Random Mode Conversions
Siemens Forsch.- u. Entwickl.-Ber. 2 (1973) 4, S. 185–188

[96] Heinen, J., Huber, W., Harth, W.
Light-Emitting Diodes with a Modulation Bandwidth of More Than 1 GHz
Electronics Letters 12 (1976) 21, S. 553–554

[97] Arnold, G., Glasmacher, G., Gottsmann, H., Vollmer, H.-P., Wölk, C.
Investigation of Degradation of Laser Diodes
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 114–116, VDE-Verlag GmbH, Berlin

[98] Arnold, G., Berlec, F.-J., Petschacher, R.
Modulation Behavior and Spectral Properties of Directly-Modulated Injection Lasers
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 136–138, VDE-Verlag GmbH, Berlin

Russer, P., Arnold, G., Petermann, K.
High-Speed Modulation of DHS Lasers in the Case of Coherent Light Injection
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 139–141, VDE-Verlag GmbH, Berlin

Arnold, G., Russer, P.
Modulation Behaviour of Semiconductor Injection Lasers
Appl. Phys. 14 (1977), S. 255–268

[99] Müller, J., Eickhoff, W., Marschall, P., Schlosser, E.
Transparent Photodiodes for Optical Transmission Systems
ECOC'77, NTG-Fachberichte 59 (1977), S. 173–175, VDE-Verlag GmbH, Berlin

B. Bericht über die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten

I. Wissenschaftlich-technische Gesamtzielsetzung

Bedeutung und Notwendigkeit zur Weiterentwicklung der Nachrichtentechnik

Die Mittel für Speicherung und Verarbeitung sowie zur weiträumigen Verteilung und zum Austausch von Information ohne Zeitverlust haben für die moderne Gesellschaft mindestens eine gleichrangige Bedeutung wie die Mittel zum Transport von Personen und Gütern.

Fernwirk- und Kommunikationssysteme fördern die volkswirtschaftliche Effizienz in allen Bereichen und sind bei der Lösung öffentlicher Aufgaben meist unentbehrlich. Da es sich bei der Nachrichtentechnik um eine hochqualifizierte Technologie handelt, ist der Export, insbesondere in unterentwickelte Länder von großer Bedeutung.

Oft wird die Bedeutung der Nachrichtensysteme durch Investitionsvergleiche hervorgehoben. Der Nutzwert dürfte aber weit höher sein, als die Investitionskosten erwarten lassen. Geht man von einem mittleren Verkehrsaufkommen von 0,1 Erlang aus, dann benutzen beispielsweise in jedem Augenblick über eine Million Personen der Bundesrepublik das Fernsprechnetz, obgleich für diese Kommunikationsform nur Mittel von mäßiger Qualität und Perfektion im Vergleich zu den technischen Möglichkeiten derzeit zur Verfügung stehen. Pro Tag werden in der Bundesrepublik Deutschland ca. 36 Mio Telefongespräche geführt. Der Nutzwert, den die die Bürger der Bundesrepublik Deutschland dem Fernsprechen beimessen, muß mindestens in der Höhe der Gebühreneinnahmen von ca. 9000 Mio DM/Jahr für Fernsprechdienste liegen. Weltweit sind ca. 400 Mio Hauptanschlüsse installiert.

In den Abendstunden sind in der Bundesrepublik ca. 20 Mio Fernsehgeräte in Betrieb, obgleich nur eine sehr geringe Programmauswahl möglich ist und das Gerät nur für Informationskonsum und nicht für Kommunikation genutzt werden kann. Zweiweg-Kabelfernsehen könnte interaktive Telekommunikationsformen ermöglichen, die für das Fernsehgerät eine völlig neue Dimension der Nutzung als Kommunikationsplatz erschließen. Ein erster Schritt in diese Richtung wird die Einführung von Video- und Bildschirmtext sein.

Die natürliche Kommunikation zwischen Menschen geschieht audio-visuell, Fernsprechen ist dagegen ein rein akustischer Kontakt und dient daher nur in seltenen Fällen als Substitutionsmittel für Dienstreisen. Auch wenn Konferenzfernsprechen ohne Bild zu höchster Perfektion entwickelt würde, dann fehlt noch der visuelle Eindruck, den natürliche Konferenzen bieten. Geeignete Telekonferenz- und Bildfernsprecheinrichtungen könnten erheblich Einsparungen an Zeit und Reiseverkehrsentlastungen bringen. Die Hinderungsgründe für die Einführbarkeit von audio-visuellen Kommunikationssystemen sind folgende:

Geeignete Endgeräte fehlen, wirtschaftliche Übertragungs- und Vermittlungssysteme für diese Breitband-Dienste existieren noch nicht, und die heute verfügbaren Mittel zur Realisierung der Breitbandkommunikation führen zu unbezahlbar teuren Lösungen. Andererseits ist die audiovisuelle Telekommunikation ein Mittel, das eine annähernd natürliche Kommunikation zwischen Menschen über beliebige Entfernungen hin ermöglicht. Technisch einwandfreie und wirtschaftliche Realisierungsmöglichkeiten erscheinen im Hinblick auf die optische Nachrichtenübertragung nicht mehr utopisch.

Die Möglichkeiten der Telekommunikation und der Elektronik werden im Bürobereich noch sehr wenig genutzt. Insbesondere im Hinblick auf die zu erwartenden kostengünstigen Breitbandsysteme mit optischer Nachrichtenübertragung und die gravierende Entwicklung der Elektronik mit Halbleiter-Großschaltkreisen werden große Erleichterungen und Umgestaltungen in der Büroarbeit entstehen. An den technischen Hilfsmitteln dafür wird intensiv gearbeitet.

Die neuen Medien, wie Bildschirm- und Kabeltext, bieten für Journalisten, Verlage und Druckereien ein neues, weites Wirkungsfeld. Die technischen Einrichtungen speziell in den Druckereien stehen dafür jedoch noch nicht zur Verfügung, auch an den zentralen Einrichtungen und den Übermittlungssystemen für diese neuen Dienste muß noch gearbeitet werden.

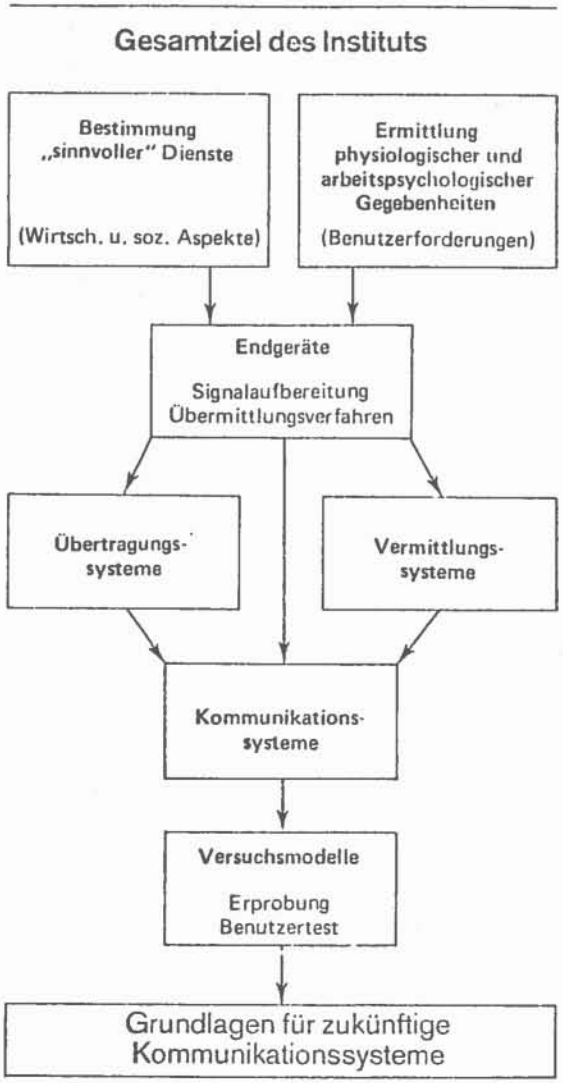
Diese Betrachtungen weisen auf die wissenschaftlich-technischen Ziele des Heinrich-Hertz-Institutes hin und deuten die Gründe für diese Zielsetzungen an. Das Gesamtziel ist die "Schaffung von Grundlagen für zukünftige Kommunikationssysteme".

Hierfür müssen:

- Neue Telekommunikationsformen ermittelt, getestet und beurteilt,
- Anforderungen der Benutzer hinsichtlich Qualität, Komfort und Dienstangebote ermittelt,
- Endgeräte bzw. Kommunikationsplätze technisch und wirtschaftlich optimiert,
- neue Schmal- und Breitbandsysteme zur störungsfreien und kostengünstigen Übertragung und Vermittlung erarbeitet,
- geeignete topologische und betriebliche Strukturen komplexer Kommunikationssysteme im Hinblick auf Kosten, Wartung, Betriebssicherheit, Erweiterbarkeit, Zukunftssicherheit usw. ermittelt
- und die Ergebnisse in Modellversuchen erprobt und beurteilt

werden.

Die Zusammenhänge der Aufgaben sind im Bild veranschaulicht.



Zukünftige Kommunikationssysteme werden Umstrukturierungen in der Industrie und in den Anforderungen an die Berufstätigen mit sich bringen, die den Arbeitsmarkt stark beeinflussen. Die Wirtschaftlichkeit neuer Technologien muß geklärt sein, ehe an eine Einführung gedacht werden kann. Daher werden in zunehmendem Maße wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Begleitforschungen zu den technischen Entwicklungen notwendig.

Entsprechend diesen Aufgaben ist das Institut in fünf wissenschaftlich-technische Abteilungen gegliedert, die sich gegenseitig zuarbeiten.

II. Ziele und Zusammenarbeit der Abteilungen

Abt. Allgemeine Grundlagen

Ein Fundament für alle wissenschaftlichen Arbeiten des Instituts sind die theoretischen Grundlagen der Nachrichtentechnik wie z.B.

- die Informationstheorie
- die Codierungstheorie
- die Systemtheorie
- die statistische Signaltheorie
- die Theorie der Wellenausbreitung
- die Verkehrstheorie

Eine Gruppe in der Abteilung Allgemeine Grundlagen soll sich die Übersicht zu diesen Theorien erarbeiten und eigene Beiträge zu den Themen leisten. Diese Gruppe ist damit Zubringer für alle anderen Abteilungen.

Die zweite Gruppe der Abteilung soll die Grenzen der menschlichen Wahrnehmung ermitteln und daraus Qualitätsanforderungen an Endgeräte und Übertragungseinrichtungen ableiten. Qualität und Kosten steigen meist proportial, aus Wirtschaftlichkeitsgründen muß daher oft auf technisch mögliche Qualität verzichtet werden. Da Kommunikationseinrichtungen auch im Arbeitsprozeß eine ständig steigende Bedeutung erlangen - z.B. bei Büro-Automation - , müssen auch die "Zumutbarkeitsgrenzen" durch Belastungsmessungen ermittelt werden, um die Benutzer technischer Einrichtungen nicht zu überfordern. Die Ermittlung dieser Grenzen ist eine besonders schwierige Aufgabe der Abteilung Allgemeine Grundlagen. Die genannten Arbeiten liefern Grundlagen und Anforderungen für die Konzipierung von Endplätzen in der Abteilung Bild und Ton.

Abt. Bild und Ton

Diese Abteilung befaßt sich mit der Ermittlung und Bereitstellung neuer Telekommunikationsformen, insbesondere für Kabelfernseh-Systeme. Nutzungsprofile Betriebsabläufe und erforderliche Einrichtungen für die neuen Dienste werden ermittelt und liefern Anforderungen an die zugehörigen Kommunikationsplätze mit den Signalaufbereitungseinrichtungen.

Die Optimierung und der Test von Heim- und Bürokommunikationsplätzen sowie von elektronischen Arbeitsplätzen für die Druckindustrie gehören ebenfalls zu den Aufgaben der Abteilung Bild und Ton.

Endeinrichtungen liefern Signale, die zur Übertragung aufbereitet werden müssen (z.B. Digitalisierung, Redundanz- und Irrelevanzreduktion und die Qualitätsverbesserung bandbegrenzter Sprache); dies geschieht in einer weiteren Gruppe.

Zum Mensch-Maschine Dialog als neue Telekomunikationsform gehören auch Sprachsynthese und Sprachmodule zur lautsprachlichen Steuerung von elektronischen Einrichtungen sowie die Optimierung von signalverarbeitenden Systemen. Diese Themen werden ebenfalls in dieser Abteilung bearbeitet.

Die Endgeräte und Signalaufbereitungseinrichtungen liefern die Forderungen an die Zentraleinrichtungen sowie an die Übertragungs- und Vermittlungssysteme.

Die wirtschafts- und sozialwissenschaftliche Begleitforschung wurde in der Abteilung Bild und Ton angesiedelt, da die wissenschaftlich-technischen Arbeiten dieser Abteilung am unmittelbarsten die Benutzer betreffen.

Abt. Vermittlung und Übertragung

Die Digitalisierung im Zusammenhang mit der monolithischen Integration und dem optischen Kanal (Laser/Glasfaser) bieten die interessantesten Perspektiven für zukünftige Übertragungssysteme aus technischer und wirtschaftlicher Sicht; digitale, optische Kanäle bilden daher einen Schwerpunkt dieser Abteilung. Im Hinblick auf die Kabelfernsehsysteme werden jedoch auch Grundlagenarbeiten für analoge Breitband-Systeme durchgeführt, da eine Reihe von Komponenten speziell für 30-Kanal-Systeme und Zweiwegbetrieb noch nicht existieren und bessere Modulationsverfahren erforderlich sind.

Die digitale Übertragung wird nur dann den erwarteten Erfolg an Kostensenkung, Störunterdrückung und Übertragungsqualität liefern, wenn auch die Vermittlung im Digitalbereich als Zeitmultiplex-Durchschaltung realisierbar ist. Digitale Vermittlungssysteme lassen sich in sehr vielfältiger Form bauen, daher sind Forschungsarbeiten notwendig zur Ermittlung technisch einwandfreier und wirtschaftlicher Konzepte für diese Systeme. Die Arbeiten werden in je einer Gruppe für zentrale und dezentrale Vermittlungen ausgeführt.

Neben dienstspezifischen Zentraleinrichtungen sind Endgeräte, Übertragungssysteme und Vermittlungseinrichtungen die wesentlichen Komponenten, aus denen Kommunikationssysteme aufgebaut werden. Diese Komponenten bilden die Bausteine für die Arbeiten der Abteilung Systemstrukturen.

Abt. Systemstrukturen

Die bestehenden Nachrichtennetze sind organisch entsprechend dem Bedarf entstanden. Zur Planung stehen heute Verfahren zur Verfügung, die Teilnetze nach bestimmten Gesichtspunkten (z.B. minimale Teilnehmer-Anschlußleitungslänge) optimieren. Die Güte eines Kommunikationssystems wird jedoch von einer Vielzahl von Parametern bestimmt: z.B. Investitionskosten, Betriebskosten, Wartungsfreundlichkeit, Betriebssicherheit, Erweiterungsfähigkeit hinsichtlich Teilnehmerzahlen und Dienste-Integration. Methoden zur Ermittlung optimaler Strukturen bei vorgegebenen Gewichtsfaktoren der Bewertungsparameter existieren z.Zt. nur in Ansätzen, so daß weder neue Netze (z.B. Kabelfernsehen, Bildfernsehen, Datennetze) optimal entworfen noch bestehende Netze hinsichtlich ihres Abstandes vom theoretischen Optimum beurteilt werden können.

Es ist Aufgabe dieser Abteilung, Verfahren und Grundlagen für die Optimierung komplexer Kommunikationssysteme zu entwickeln und neue Systeme nach diesen Gesichtspunkten zu entwerfen, um die Anwendbarkeit der Verfahren zu testen.

III. Arbeiten an Modellsystemen

Im wissenschaftlichen Jahresbericht 1976 wurde die Definitions- und Konzipierungsphase des Projektes "Modellsystem für Zweiweg-Kabelfernsehen" mit interaktivem Verkehr beschrieben. Vier Abteilungen des HHI und eine Reihe von Unterauftragnehmern arbeiteten im vergangenen Jahr an der Verwirklichung der gesteckten Ziele. Das HHI-Team demonstrierte bereits auf der Funkausstellung 1977 in Berlin mit einem Simulationssystem neue Telekommunikationsformen, die das Modellsystem bieten wird (siehe Kapitel Funkausstellung). Unsere Konzepte wurden mit dem FTZ diskutiert und fanden ihren Niederschlag bei den Vorbereitungen der Pilotprojekte in München, Kassel und Berlin. Die bisherigen Ergebnisse lasssen eine erfolgreiche Durchführung des Gesamtvorhabens erwarten. Folgende Arbeiten wurden von den Abteilungen des HHI im Berichtszeitraum durchgeführt:

Abteilung Planung:

- Das Computersystem für die Zentralstation wurde definiert und ausgeschrieben. Gemeinsam mit den anbietenden Firmen werden z.Zt. Detailspezifikationen erarbeitet, die Anfang 1978 zu endgültigen Angeboten und zur Auftragsvergabe führen sollen.

- Die Kopfstation für 30 Kanäle mit kohärenten Trägern steht vor der Lieferung.

- Am Netzmodell, dem Digitalsystem für interaktiven Verkehr und dem Speichersystem für Standbilder, Bewegtbilder und Ton wird gearbeitet.

- Entwürfe für Teilnehmertastaturen und Vorarbeiten für Benutzersprachen liegen vor.

Abteilung Bild und Ton:

- Die im Bericht 1976 erläuterten Unteraufträge über Nutzungsmöglichkeiten von KTV-Systemen sind erfüllt und die Ergebnisse auf einem Status-Seminar präsentiert worden.

- Die Courseware für komplexe Telekommunikationsformen unter Einbeziehung eines Tutors ist so weit entwickelt, daß auf der Funkausstellung 1977 Akzeptanzen und die Bedienbarkeit ermittelt werden konnten.

- Die Dialogführung wurde weiter vervollkommnet.

- Die Umsetzung von LIDIA-Programmen (Lernen im Dialog) in Fortran IV erfolgte für eine Reihe von Leistungsangeboten.

- Aus der großen Menge möglicher Telekommunikationsformen wurden ca. 30 Beispiele ausgewählt und daraus für die Spezifikation des Rechnersystems Scenarien entwickelt sowie Lastprofile ermittelt.

- Das breite Spektrum der demonstrierten Telekommunikationsformen fand auf der Funkausstellung 1977 große Beachtung.

Abteilung Vermittlung und Übertragung:

- Die nichtlinearen Verzerrungen bei 30 Kanälen pro Kabel und Nachbarkanalbelegung wurden rechnerisch und experimentell ermittelt.

- Eine optimale Phasenbeziehung zur Minimisierung der Verzerrungen bei kohärenten Trägern konnte in Analogie zu Baker-Codes theoretisch bestimmt werden. Die erreichten Verbesserungen gegenüber konventionellen Verfahren sind gravierend.

- Ein Fernsehempfangsumsetzer für 30-Kanal-Betrieb ist konzipiert und befindet sich in der Realisierung.

- Mit einer Kaskade von 16 Breitbandverstärkern und Dämpfungsgliedern konnte nachgewiesen werden, daß die kohärente Trägerverkopplung die Intermodulation der Bildträger praktisch völlig eliminiert und hinsichtlich der Kreuzmodulation der Seitenbänder ein Gewinn von 6 dB Störabstand erzielbar ist.

Abteilung Systemstrukturen

- Mit Hilfe eines Minicomputers PDP 11 T 34 wurde ein Teilnehmersimulator realisiert und zugehörige Programmierungsfragen bearbeitet.
- Ein Pflichtenheft für den Simulator zur Nachbildung des Verkehrs von 10 000 Teilnehmern entstand.
- Eine Struktur des Rechnersystems als Alternative zu den Firmenkonzepten liegt vor.
- Am Beispiel Berlin wurden Teilnehmer und Lastprofile für KTV-Systeme bearbeitet.
- Die Arbeiten über Kostenfunktionen bereiten noch erhebliche Schwierigkeiten.

Zu Beginn des Jahres 1977 standen die technischen Einrichtungen für die Akzeptanzuntersuchung zur Telekonferenz bereit.

Mit Fallaufgaben aus dem Unternehmensbereich und unterschiedlichen Gruppen wurden

- 18 Tonkonferenzvarianten und
- 12 Bildvarianten getestet.

Testkonferenzen ohne Technik dienen für die Akzeptanzbeurteilung als Vergleichsmaßstab

- 124 Konferenzen mit oben genannten Varianten der technischen Ausrüstung stehen für die Auswertung zur Verfügung.

Die Konferenzen werden nach Erfolg (richtige Löstung der Aufgaben) und Zufriedenheit mit den technischen Einrichtungen beurteilt. Hinsichtlich des Erfolges sind Telekonferenzen und Normalkonferenzen gleichwertig. Höchste Zufriedenheit wird mit ortsaufgelöster Tonwiedergabe bei $\geq$ 6 kHz Bandbreite/Kanal und Bewegtbild-Gruppendarstellung erreicht.

Die Ergebnisse werden in einem umfassenden Abschlußbericht dargestellt.

Eine Variante der Telekonferenz mit besonders guter Schallfeldnachbildung und Einzelmonitor pro Konferenzteilnehmer fand auf der Funkausstellung 1977 großen Anklang.

Für das Projekt "Breitbandkommunikation mit optischen Kanälen", bei dem das Modell eines integrierten Netzes realisiert wird, wurden mit Firmen der deutschen Nachrichtenindustrie 10 Verträge über die Zulieferung von Komponenten und Teilsystemen abgeschlossen. Die zugehörigen Pflichtenhefte mußten erarbeitet werden. Fünf weitere Unteraufträge, die zur Durchführung des Gesamtvorhabens notwendig sind, befinden sich in Vorbereitung.

Mit der Realisierung von Teilsystemen und dem Aufbau des Gesamtsystems wurde begonnen.

Die bisherigen Ergebnisse der Unteraufträge zeigen, daß das hochgesteckte Ziel des Vorhabens erreicht werden kann; eine Verlängerung der Laufzeit ist aber voraussichtlich unvermeidbar.

Die vier beteiligten Abteilungen des HHI lieferten 1977 zu dem Vorhaben folgende Beiträge:

Abteilung Planung:

- Der Finanzierungsplan, der Zeitplan und ein Netzplan wurden überarbeitet und erweitert.
- Die Konzepte für Installation, Raumausbauten und räumliche Unterbringung des Gesamtsystems liegen vor.
- An Abnahmestrategien und der Darstellung von Betriebsabläufen im Gesamtsystem wird gearbeitet.

- Das zentrale Prüf-, Überwachungs- und Auswertesystem ist definiert und in Auftrag gegeben.

- Mit der Installation des analog zentralvermittelnden Teilsystems des integrierten Netzes wurde begonnen.

- Meßaufbauten für Abnahmetests entstanden und erste Abnahmearbeiten erfolgten 1977.

Abteilung Bild und Ton:

- Die Realisierung eines Prototyps des Bildfernsprech-Codecs (C/PC 1) ist weitgehend abgeschlossen. Der Nachbau wird verfolgt.

- Der TV-Coder (CTV) ist entworfen.

- Konzepte für den Bildspeicher liegen vor.

- Der TV-Decoder (DCTV) ist in Bearbeitung.

- Die Empfangseinrichtung für Rundfunk besteht aus einem kommerziellen Ballempfänger für TV-Signale und hochwertigen Konsumgeräten für 3 Stereoprogramme. Ergänzende Arbeiten für dieses Teilsystem erfolgten 1977.

Abteilung Vermittlung und Übertragung:

- Für die Teilnehmerstation (TS) liegen alternative, modulare Konzepte und Komponententests vor.

- Für die Teilnehmerstation entstand eine Simulationseinrichtung.

- In einem handelsüblichen Fernsprechapparat mit Tastenwahl sind die Schaltungen für dezentral vermittelten Fernsprecher untergebracht worden.

- Neben den Arbeiten der SEL für die Vorfeldeinrichtung (VFE) entstanden im HHI Schaltungen für den Sendekoppler, den Netzüberwachungskoppler und die Steuerung.

- Als Begleitstudie wurde im Rahmen des Vorhabens 3.3.1 die Zweckmäßigkeit dezentraler Vermittlungen ermittelt.

Abteilung Systemstrukturen

- Ein Zeitrahmensimulator für 280 Mbit/s wurde als Prototyp entwickelt. Die Probleme eines voll- und teilsynchronlaufenden Vor- und Rückwärtszählers konnten gelöst werden.

- Die Stromlaufpläne und kleinere Funktionsblöcke des Zeitschlitzempfängers liegen vor.

- Die Arbeiten am Geschwindigkeitsumsetzer (GU) sind soweit fortgeschritten, daß mit der Realisierung begonnen werden kann.

- Für den Syncwortgenerator (SG) sind der Quarzoszillator (Stabilität 2×10^{-10}/s bei 278,528 MHz), ein Regelumsetzer und ein Pulsformer aufgebaut worden.

- Das Konzept des Sync-Reflex (SR^{x}) ist überarbeitet und die Möglichkeit einer automatischen Regelung durch die VFE vorgesehen worden.

- Vorarbeiten für Prüfhilfen zum Komponententest und für den Aufbau der Pin-Elektronik wurden geleistet.

Bild-Kommunikation und -Signalverarbeitung

Zur antropotechnischen Optimierung von Büroarbeitsplätzen wird die Mehrfachausnutzung von Ein-/Ausgabegeräten angestrebt. In einem Laboraufbau wurde die Verkopplung von Bildschirm, Kamera, Hardcopy-Gerät und Tastatur als Vielzweckeinrichtung demonstriert. Diese Einrichtung fand starkes Interesse bei Industrie und Anwendern. Zu den Arbeiten für Bild-Kommunikation gehört auch die Realisierung eines Heimterminals für Zweiweg-Kabelfernsehen, das auf der Funkausstellung vorgestellt wurde.

Das Simulationssystem für ein- und mehrstufige Kompressionsverfahren mit Kanalcodierung wurde erweitert und ein Konzept für den Anschluß eines Magnetbandspeichers höchster Bitrate (16 Parallelspuren mit je 6,5 Mbit/s) entwickelt. Der Coder / Decoder für die Fehlerkorrektur ist fertiggestellt, eine Erweiterung für statistisch unabhängige Mehrfachfehlerkorrektur ist in Arbeit. Der Taktgeber des Simulators arbeitet nun mit farbträgerverkoppelter Abtastfrequenz. Zur subjektiven Beurteilung der Fehlerempfindlichkeit von Kompressionsverfahren ist ein Testplatz nach CCIR-Vorschriften realisiert worden. Erste Untersuchungen über die Fehlerempfindlichkeit liegen vor. Eine gravierende Qualitätsverbesserung bei gestörter Übertragung brachte die Einführung des Hybrid-Verfahrens von van Buul. In Anlehnung an die Arbeiten dieses Vorhabens entstehen die Bild-Codecs für das Modellsystem: Breitbandkommunikation mit optischen Kanälen.

Zur Ermittlung der Irrelevanz in Fernsehbildern konnten quantitative Aussagen über die Erhöhung der Leuchtdichte-Unterschiedsschwellen an Kanten gewonnen werden. Um Adaptionseffekte des Auges aufzudecken, werden Tests durchgeführt, die zu einer Vervollkommnung des entwickelten mathematischen Modells führen sollen.

Das vorhandene Testsystem wurde durch Software und Hardware erweitert.

Ton-Technik und -Signalverarbeitung

Die Synthese von Sprache aus Sprachlauten geschieht durch Steuerung mit Symbolen einer internationalen Lautschrift, so daß mit 250 gespeicherten Lautelementen ein unbegrenztes Vokabular synthetisiert werden kann (Speicherbedarf 80 Kbytc).

Ein Synthetisator für Sprachausgabe auf 200 Parallelkanälen befindet sich im Auftrag des FTZ in der Realisierung.

Zur automatischen Sprechererkennung werden Codesätze über eine Filterbank geleitet, die alle 100 ms ein Kurzzeitspektrum in einen Minicomputer eingibt. Aus der Zeit-Frequenz-Matrix des Codesatzes werden Merkmalsgruppen extrahiert, die zur Klassifizierung bzw. zur Erkennung des Speichers dienen. Dieses System COMEX (Codewortbezogene Merkmalsextraktion) wird z.Zt. in einem umfangreichen Experiment getestet und soll im kommenden Jahr an die Firma Philips übergeben werden, die gemeinsam mit dem HHI dieses Vorhaben bearbeitet. Das Ziel der noch laufenden Optimierungsarbeiten ist es, die Sprechererkennung unter realistischen Bedingungen (Umweltgeräusche, gestörte Übertragungskanäle) zu ermöglichen.

Zur Verbesserung der Sprachkommunikation mit Schwerhörigen wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem die Frequenzanteile der Sprache oberhalb von 1 kHz in die Resthörfläche der Hörgeschädigten transponiert werden können. In umfangreichen Tests wurde eine erhebliche Verbesserung des Sprachverständnisses durch das Transpositionssystem festgestellt. Die Ergebnisse sind in einem umfassenden Abschlußbericht dargestellt.

Übertragungstechnik

Ende 1977 konnte die digitale Ferntrasse mit optischen Kanälen für 1.12 Gbit als Laboraufbau vorgeführt werden. Nach einer Übertragung von 2,9 km Gradientenfasern von Sicor werden die Impulse in einem Repeater nach Impulsform, Impulshöhe und Impulsabstand regeneriert. Ein System mit dieser Übertragungsrate und diesem Repeaterabstand ist bisher nicht bekannt geworden.

Die Ergebnisse der Arbeiten an analogen Breitbandeinrichtungen wurden bereits unter dem Punkt Zweiweg-Kabelfernsehen erläutert.

Das Vorhaben Leitungseigenschaften von Hohlkabeln fand 1977 ebenfalls seinen Abschluß. Der Hochpaßcharakter eines Hohlkabel-Spiegels konnte experimentell bestätigt werden. Deformationsmessungen am Kindermann-Krümmer führten zur Klärung der früher gemessenen hohen Krümmerdämpfung.

Das Ziel des Vorhabens Wellenausbreitung in Glasfasersystemen ist die theoretische und experimentelle Ermittlung der Übertragungseigenschaften von passiven Abzweigelementen in Glasfaser-Übertragungssystemen. Im Berichtsjahr wurden Ketten optischer Multimodeverzweigungen (parallelgeführte Stufenindexfasern) berechnet und zur Vorbereitung der strahlenoptischen Behandlung neuer Kopplerstrukturen Rechenprogramme für den Strahlendurchgang durch geschichtete Medien entwickelt.

Für die adaptive Echokompensation in Fernsprechleitungen wurden im Auftrag und in Zusammenarbeit mit dem FTZ die Grundlagen zur Minimierung der zu schätzenden Parameter des adaptiven Filters ermittelt. Mit der Optimierung aller Systemparameter des Echo-Kompensators wurde das Vorhaben abgeschlossen. Die Hardware-Realisierung erfolgt im Forschungsinstitut der Deutschen Bundespost. Die Ergebnisse des Vorhabens sind in den Dissertationen der beiden wissenschaftlichen Bearbeiter enthalten.

Arbeiten des Dickfilmlabors:

Durch eine einmalige Zuwendung des BMFT konnte das Dickfilmlabor in 1977 so ausgebaut werden, daß nun die erforderlichen Arbeiten auf dem Gebiet der Hochgeschwindigkeitselektronik ausgeführt werden können. Die derzeitige Ausstattung des Labors ist in dem Beitrag der Abteilung Vermittlung und Übertragung erläutert.

Das Labor lieferte im Verlauf des Jahres 20 Schaltungen speziell für die Arbeiten auf dem Gebiet der optischen Übertragungstechnik. Der VCO für die Taktrückgewinnung bei 1,12 Gbit/s wurde vollständig im Dickfilmlabor entwickelt.

Vermittlungstechnik

- Für zentrale Digitalvermittlungen werden Systeme mit Steuerungen, die zwischen völlig zentraler bis zu völlig dezentraler Verteilung variieren, untersucht. Technische Spezifikationen für drei verschiedene Konzepte liegen vor. Schnittstellendefinitionen für drei verschiedene Koppelanordnungen wurden erarbeitet und Schaltbilder entwickelt.

- Im Rahmen des Vorhabens "Breitbandkommunikation mit optischen Kanälen" entsteht, wie bereits erwähnt, eine zentrale Digitalvermittlungseinrichtung (VFE) für 280 Mbit/s.

- Das Modell einer zentralen vollektronischen Vermittlung für Schmal- und Breitbanddienste - als Teil des gleichen Vorhabens - befindet sich im Aufbau.

- Die Untersuchungen zur dezentralen Vermittlung sollen theoretische Grundlagen zur Beurteilung dezentral vermittelnder Netze liefern. Es zeigte sich, daß nur unter bestimmten Umständen zentrale Vermittlungen in höheren Netzebenen hinsichtlich des Kabelaufwandes günstiger sind als dezentrale Vermittlungen. Für die Teilnehmerebene erwiesen sich dezentrale Vermittlungen sowohl aus der Sicht des Aufwandes als auch bezüglich der Sicherheit gegenüber Kabelbruch günstiger als Sternnetze. Die Untersuchungen zur Taktrückgewinnung ergaben, daß die Synchronisierung bei Serienschaltung vieler Ein/Auskoppelstellen gewährleistet werden kann. Ein umfassender Bericht zur dezentralen Vermittlung ist in Vorbereitung.

- Die Realisierung einer "Dezentralen Vermittlung mit 280 Mbit/s" wurde bereits vorher erläutert.

Optimierung von Betriebs- und Netzstrukturen

Die Optimierung von Nachrichtensystemen mit zentraler Vermittlung bezieht sich auf die Ermittlung der kostengünstigsten Verteilung von Vermittlungsstellen im Ortsbereich anhand von Teilnehmer- und Verkehrsprofilen unter Berücksichtigung der topographischen Gegebenheiten. Im Berichtszeitraum wurde an der Erstellung eines gerasterten Fernsprechverkehrsprofils von West Berlin gearbeitet. Das HHI beteiligte sich in diesem Zusammenhang an einer Arbeitsgruppe, die einen Vorschlag zur Zusammenarbeit der europäischen Länder auf dem Gebiet der Optimierungs- und Planungsmethoden für Fernmeldenetze vorlegen soll.

Zur Optimierung der Struktur dezentral vermittelnder Nachrichtensysteme auf der Grundlage flächenhafter Verkehrsprofile wurde das Verfahren zur optimalen Zerlegung eines Versorgungsgebietes in Anschlußbereiche weiterentwickelt. Durch ein iteratives Austauschverfahren wird eine vorgegebene Anfangszerlegung durch Zuordnung von Teilflächen an den Grenzen der Anschlußbereiche zu anderen Anschlußbereichen eine Minimisierung des Externverkehrs der dezentralen Netzgrundeinheiten erreicht. Für die optimale Verteilung von Systemkomponenten (z.B. Konzentratoren) ist ein Lösungsweg gefunden worden, der z.Zt. verfolgt wird.

Die Arbeiten zum Entwurf von Strukturen für Zweiweg-Kabelfernsehsysteme sind unter Punkt "Zweiweg-Kabelfernsehen" erläutert.

Für verschiedene Systemstrukturen werden die Eigenschaften von Netzen mit dezentraler Vermittlung hinsichtlich der Betriebssicherheit, der Wirtschaftlichkeit, der Abhörsicherheit, des zulässigen Verkehrsaufkommens, der Erweiterbarkeit, der zweckmäßigen Einsatzfälle und des Wartungsaufwands untersucht. Der Einfluß der Kanalzahl des verlegten Übertragungsmediums auf die Kabellängen pro Teilnehmer wurde ermittelt. Anhand einer teilnehmerbezogenen Netzverfügbarkeit konnte gezeigt werden, daß dezentrale Vermittlungen mit bidirektionaler Ringstruktur die höchste Betriebssicherheit bieten.

Die Auslastung der Übertragungsmedien (Nutzung der Kapazität) in der Teilnehmerebene bei Integration von verschiedenen Diensten in einem Netz liegt bei dezentral vermittelnden Systemen deutlich über den Werten bei zentraler Vermittlung. Es erfolgte eine Gegenüberstellung der Eigenschaften zentral und dezentral vermittelnder Netze, die sehr stark zugunsten der dezentralen Vermittlung ausfiel.

Optimierung von Teilnehmereinrichtungen

Im HHI werden z.Zt. Endeinrichtungen für den Bürobereich und für Kabelfernsehteilnehmer mit interaktivem Verkehr bearbeitet. Es wurde auch mit einer Studie über Endplätze für den Druckereibereich im Hinblick auf die neuen Medien

(Bildschirmtext, Kabeltext) begonnen. Die Optimierung dieser Einrichtungen geschieht nach wirtschaftlichen und antropotechnischen Gesichtspunkten. Arbeiten in verschiedenen Vorhaben leisten Beiträge zu dieser Zielsetzung; Arbeiten über Wahrnehmungsgrenzen, Belastungsermittlungen und Akzeptanzuntersuchungen gehören zu diesem Bereich und sollen verstärkt werden.

Unter dem Thema Multidimensionale Urteile soll versucht werden, die langwierigen subjektiven Beurteilungstests, die eine Voraussetzung für die Optimierung von Endgeräten sind, durch objektive Messungen zu ersetzen. Es werden zunächst die Benutzerurteile durch mathematische Methoden so aufbereitet, daß möglichst vollständige relevante Beurteilungsaspekte (Faktoren) entstehen; diese müssen dann durch physikalische Messungen am Objekt beschreibbar gemacht werden. Beispielhaft wird diese Methodik durch Beurteilung von Lautsprechern getestet.

IV. Tabellarische Übersichten

1. Technische Berichte

Lfd. Nr.	Vorh. FP-Nr.	Titel	Verfasser	Abteilung
1	2.1.1	Dokumentation Mikroprozessorsystem 8o8o, Teil 1: Hardware	Güth, Lohnert, Tröller	B+T
2	2.1.1	Dokumentation Mikroprozessorsystem 8o8o, Teil2: Software	Güth, Lohnert Tröller	B+T
3	2.2.4	Bericht ü.Dienstreise zu d.Forschungs-stellen a.d.Gebiet d.Tonsignaltechnik i.d. USA	Höhne	B+T
4	2.2.4	Bericht ü.Dienstreise z.d.Forschungs-stellen a.d.Gebiet d.Sprecherer-kennung in den USA	Jesorsky	B+T
5	3.5.1.2	"Ketten optischer Multimodenverzwei-gungen mit Welltypkopplung auf den Verbindungsfasern"	Strebel	AG
6	3.3.2.2	Stand d.Techn.d.analogen Breitband-übertragungseinrichtungen beim Kabel-fernsehen	Krick	VO
7	3.3.2.4	Transmissionsverhalten gleichmäßig gekrümmter Kreishohlleiterresonatoren	Großkopf Löffler	VO
8	3.3.2.5	Das Übertragungsverhalten zweier be-liebig stark verkoppelter Leitungs-resonatoren u.d.Anwendung auf eine Störwellenanalyse im H_{01}-Kreishohl-leiter	Bachus	VO

2. Zwischen- u. Abschlußberichte über geförderte Vorhaben

Lfd. Nr.	Vorh. FP-Nr.	Titel	Verfasser	Abteilung
1	1.1	1.Zwischenbericht zum Laborprojekt Zweiweg-Kabelfernsehen, Febr. 1977	Dr. Vöge Schnee u.a.	Pl, B+T,Sy, VÜ
2	1.1	Überarbeiteter Projektplan Projekt Zweiweg-Kabelfernsehen, Febr.77	Dr. Vöge Schnee	Pl, B+T, Sy, VÜ
3	1.1	2.Zwischenbericht zum Laborprojekt Zweiweg-Kabelfernsehen, August 1977	Dr. Vöge Schnee u.a.	Pl, B+T, Sy, VÜ
4	1.2	9. Zwischenbericht Modelluntersuchung Telekonferenz	Dr. Wilkens u. Mitarbeiter	Pl
5	1.2	1o.Zwischenbericht Modelluntersuchung Telekonferenz	Dr. Wilkens u. Mitarbeiter	Pl
6	1.3	Zwischenbericht Nr. 2 Breitbandkommunikation mit optischen Kanälen	J. Matt u.a.	Pl, B+T, VÜ, Sy
7	1.1.G	Halbjahresbericht 2/77 zum Laborprojekt Zweiweg-Kabelfernsehen (NT 371)	Dr. Vöge u.a.	B+T
8	1.1.G	Halbjahresbericht 8/77 zum Laborprojekt Zweiweg-Kabelfernsehen (NT 731)	Dr. Vöge u.a.	B+T
9	2.1.1	Zwischenbericht Nr. 1 für den Zeitraum vom 1.6.76 - 31.1.1977 (NT 739)	Tröller, Guth, Lohnert	B+T
1o	2.1.1	Zwischenbericht Nr. 2 für den Zeitraum 1.2.1977 - 3o.7.1977 (NT 739)	Tröller, Guth, Lohnert	B+T
11	2.1.2	Zwischenbericht Nr. 4 des Projekts "Bildkompression" (NT 627)	Brüders, Kummerow, Neuhold,Stammnitz	B+T
12	2.1.4	Abschlußbericht zum Projekt "Überwachungseinrichtung für Kreuzschienenverteiler"(SFB)	Burmeister,Günther, Teichmann	B+T
13	2.1.6	Beiträge zum Halbjahresbericht 2/77 zu Telekommunikationsformen und Endgeräte	Günther, Hunger, Mahnkopf, Schieferdecker,Strasser, Vöge	B+T

Lfd. Nr.	Vorh. FP-Nr.	Titel	Verfasser	Abteilung
14	2.1.6	Beiträge zum Halbjahresbericht 8/77 zu Telekommunikationsformen und Endgeräte	Günther, Hunger, Mahnkopf, Schieferdecker, Strasser, Vöge	B+T
15	2.2.3	Jahresabschlußbericht 1976 "Sprachsynthese aus Lautelementen im Zeitbereich" (FTZx)	Großmann	B+T
16	2.2.3	1.Zwischenbericht 1977 "Sprachsynthese aus Lautelementen im Zeitbereich"(FTZx)	Großmann	B+T
17	2.2.3	2. Zwischenbericht 1977 "Sprachsynthese aus Lautelementen im Zeitbereich"(FTZx)	Großmann	B+T
18	2.2.4	6. Zwischenbericht zu "Entwicklung eines Systems zur automatischen Sprechererkennung" (GMD)	Bunge, Höfker, Höhne, Jesorsky, Kriener, Talmi, Wesseling	B+T
19	2.2.4	7. Zwischenbericht zu "Entwicklung eines Systems z.automatischen Sprechererkennung" (GMD)	Höfker, Jesorsky, Kriener, Talmi, Wesseling	B+T
2o	4.3	Arbeitsbericht zu "Optimierungsverfahren für Netze m. dezentraler Struktur"	Ehler, Evers, Hoffmann, Neumann	Sy
21	4.6	Wissenschaftl.Ergebnisse z."Simulation/ Topologie v.Zweiweg-Kabelfernsehsystemen" (Beitrag z.Zwischenber.2/77 d.Projekts "Laborprojekt Zweiweg-Kabelfernsehen")	Anders, Dreyer, Evers Hoffmann, Scherhag	Sy
22	4.6	Wissenschaftl.Ergebnisse z."Simulation/ Topologie v.Zweiweg-Kabelfernsehsystemen" (Beitr.z.Zwischenber. 8/77 d.Projekts "Laborprojekt Zweiweg-Kabelfernsehen")	Anders, Czernoch, Rehbein, Wendisch	Sy
23	3.1.2/ 4.8	Zwischenbericht Nr. 3 zu "Untersuchungen zur dezentralen Vermittlung"	Mrozynski, Schulze, Weber	Sy/V+O
24	3.1.2/ 4.8	Zwischenbericht Nr. 4 zu "Untersuchungen zur dezentralen Vermittlung"	Mrozynski, Schulze, Weber	Sy/V+O
25	3.1.2/ 4.8	Zwischenbericht Nr. 5 zu"Untersuchungen zur dezentralen Vermittlung"	Mrozynski, Schulze, Weber	Sy/V+O

Lfd. Nr.	Vorh. FP-Nr.	Titel	Verfasser	Abteilung
26	3.5.1.1	5.Zwischenbericht,Verfahren z.Echokompensation	Meißner,v.d.List	AG
27	3.5.2.1	4.Quartalsbericht 76,Kommunikation mit Schwerhörigen	Block, Boerger	AG
28	3.5.2.1	1. Quartalsbericht 77, Kommunikation m. Schwerhörigen	Block, Boerger	AG
29	3.5.2.1	2.Quartalsbericht 77,Kommunikation mit Schwerhörigen	Block, Boerger	AG
30	3.5.2.1	2.Zwischenbericht,Kommunikation mit Schwerhörigen	Block,Boerger,Wettschureck,Böttcher, Brauer	AG
31	3.5.2.1	3.Quartalsbericht 77,Kommunikation mit Schwerhörigen	Block	AG
32	3.5.2.1	Abschlußbericht Kommunikation mit Schwerhörigen	Block, Boerger,Keck, Böttcher,Brauer, Wettschureck	AG
33	3.5.2.1	Zwischenpräsentation Kommunikation mit Schwerhörigen	Boerger	AG
34	3.5.2.6	3.Zwischenbericht Irrelevanz i.Fernsehbildern	Wilkens	AG
35	3.5.2.5	Abschlußbericht Akustischer Leistungsmesser	Lehringer,Boerger, Barsikow	AG
36	3.3.2.1	Digitale Fernstrasse mit optischen Kanälen (3. Zw.-Bericht)	Albrecht,Baack,Elze, Enning,Heydt,Knupke, Löffler,Walf.	VO
37	3.3.1.1	Zentrale Digitalvermittlung (1.Zw.-Ber.)	Hartke,Schumann	VO
38	3.3.1.1	Zentrale Digitalvermittlung (Abschlußber. d.Vorstudie)	Hartke,Schumann	VO
39	3.3.2.4	Leitungseigensch.v.Hohlkabeln m.dielektrischem Belag (Zw.-Ber.u.Abschlußber.)	Großkopf,Löffler, Schön	VO

lfd. Nr.	Vorh. FP-Nr.	Titel	Verfasser	Abteilung
4o	3.3.2.5	Untersuchung v.Hohlkabelbauteilen(Abschl. Bericht)	Bachus,Küller,Eichhorn	VO
41	3.3.2.2	Übertr.-Verfahren u.Komponentenentwicklg. im Laborprojekt Zweiweg-Kabelfernsehen (Zw.-Ber. 2/77; Kap. 1.4,6.12-6.15)	Krick, Raddant	VO
42	3.3.1.1	Steuerungen für zentrale Digitalvermittlungen (1.Zw.-Bericht)	Hartke,Schumann	VO
43	3.3.2.2	Übertr.-Verfahren u.Komponentenentwicklg. im Laborprojekt Zweiweg-Kabelfernsehen (Zw.-Ber. 8/77)	Krick,Küller,Raddant	VO

3. Öffentliche Vorträge

Lfd. Nr.	Titel	Vortragender	Veranstaltung	Datum	Abt.
1	Laborprojekt Zweiweg-Kabelfernsehen	R. Schnee	Winterarbeitsgemeinschaft d. VDE Berlin	17.1.1977	P1
2	Technical Specification for an Interactive CATV-System with 1o.ooo Subscribers	R. Schnee	1o. Internationales Fernsehsymposium Montreux	9.6.1977	P1
3	Modelluntersuchung Telekonferenz	H. Wilkens	Internationale Funkausstellung	28.7.1977	P1
4	Integrierte Breitbandkommunikation mit Laser-Glasfaser-Systemen	H.J. Matt	Winterarbeitsgemeinschaft des VDE Berlin	7.2.1977	P1
5	Integriertes Breitband-Nachrichten-System mit optischen Kanälen	H.J. Matt	Elektrotechnisches Kolloquium der RWTH Aachen	24.5.1977	P1
6	Versuchssystem zur Breitbandkommunikation mit optischen Kanälen	H.J. Matt K. Fußgänger	DFG-Kolloquium im HHI-Berlin	28./29.3.77	P1
7	Die Glasfaser als Übertragungsmedium für zukünftige Nachrichtensysteme	C. Baack H.J. Matt	Internationale Funkausstellung Berlin	31.8.1977	P1
8	Optical Fiber Transmission in the HHI Wide-Band Communications System	K. Fußgänger	Kolloquium im Electrotechnical Laboratory MITI, Tanashi, Tokyo	14.7.1977	P1
9	Optical Fiber Transmissions in the HHI-Wide-Band Communications System	K. Fußgänger H.J. Matt	1977 International Conference on Integrated Optics and Optical Fiber Communication, Tokyo, Post-Deadline, paper P 12	19.7.1977	P1
1o	The HHI Optical Wide-Band Communications System	K. Fußgänger	Vortrag bei Fujitsu, Laboratories Ltd,Kawasaki	8.8.1977	P1
11	Fiber Optic Communications Systems in West-Germany	K. Fußgänger	Vortrag im Yokosuka Electrical Communication Laboratory/NTT, Yokosuka	24.9.1977	P1

Lfd. Nr.	Titel	Vortragender	Veranstaltung	Datum	Abt.
12	Fiber-Optic Communication Systems in West-Germany	K. Fußgänger	Vortrag vor d.Japan Electronic Industry Development Assoc., Minato-ku, Tokyo	25.8.1977	P1
13	Fiber-Optic Communication Systems in West-Germany	K. Fußgänger	Vortrag bei Tokyo Shiboura Electric Co. Ltd. Toshiba Research and Development Center. Kawasaki	3o.8.1977	P1
14	Kabelfernsehen m.Rückkanal	Vöge	ETV Berlin	1o.1.1977	B+T
15	Teilnehmer-Endeinrichtungen für neue Kommunikationsformen	Strasser	ETV Berlin	24.1.1977	B+T
16	Digitale Verarbeitung von Sprachsignalen	Jesorsky	Elektrotechn.Koll.d. Inst.f.Fernmeldetechn. FU Berlin	25.1.1977	B+T
17	Zweiweg-Kabelfernsehen	Vöge	Podiumsdiskussion AIESEC, Berlin	1o.2.1977	B+T
18	Bildcodierung	Kummerow	ETV Berlin	14.2.1977	B+T
19	Fehlerkorrektur mit zyklischen BCH-Codes b.d.Übertragung quellencodierter Bildsignale	Stammnitz	DFG Kolloquium "Bildkompression", München	14.3.1977	B+T
2o	Subjektive Messungen der Fehlersichtbarkeit bei der Obertragung quellencodierter Bildsignale	Kummerow	DFG Kolloquium "Bildkompression", München	14.3.1977	B+T
21	Cable around the world	Vöge	Panelvortrag NCTA, Chicago	19.4.1977	B+T
22	The Two-way CATV laboratory project of the HHI Berlin	Vöge	Tagung Münchener Kreis, München	19.4.1977	B+T

Lfd. Nr.	Titel	Vortragender	Veranstaltung	Datum	Abt.
23	Probleme der Dialogführung im interaktiven Kabelfernsehen	Strasser	Tagung "Techniken des Dialogs" des German Chapter of the ACM, Darmstadt	3o.4.1977	B+T
24	Statistical Techniques for Automatic Speaker Recognition by Computers	Bunge Jesorsky	1977 IEEE-ASSP, Conf. Hartford, Conn.,USA	11.5.1977	B+T
25	A System for Automatic Speaker Recognition by Computers	Jesorsky	Koll.d.Bold Beranek and Newmann, Inc.,Cambridge, Mass., USA	26.5.1977	B+T
26	Interdependence of interacitve CATV services and home terminal design	Strasser	TV-Symposium,Montreux	9.6.1977	B+T
27	Program Services and Additional Services in CATV	Vöge	Panelvortrag Symposium	1o.6.1977	B+T
28	Was ist heute technologisch machbar?	Vöge	Arbeitskreis "Neue Technologien" des BVD, Essen	13.6.1977	B+T
29	Speech synthesis in the time domain in consideration of prosodic parameters	Großmann	9.Int.Congress on Acoustics, Madrid	6.7.1977	B+T
3o	Automatische Sprechererkennung mit Computern	Höhne Jesorsky	Vortrag im BMFT	19.7.1977	B+T
31	AUROS - Automatic Recognition of Speakers by Computers:Feature-extraction and reduction for textdependent Speaker Recognition	Jesorsky	9. IOA, Madrid	Juli 1977	B+T
32	AUROS - Automatic Recognition of Speakers by Computers:Phoneme-ordering for Speaker-Recognition	Höfker	9. IOA, Madrid	Juli 1977	B+T

lfd. Nr.	Titel	Vortragender	Veranstaltung	Datum	Abt.
33	AUROS - Automatic Recognition of Speakers by Computers: Time Normalization for Automatic Speaker Verification"	Kriener	9. IOA, Madrid	Juli 1977	B+T
34	Aufgabenstellung und Einordnung des HHI-Laborprojektes Zweiweg-Kabelferns.	Vöge	Fachausschuß Medienpolitik der FDP, Berlin	11.8.1977	B+T
35	Dienste u. Technik für das Zweiweg-Kabelfernsehen	Vöge	Int. Funkausstellung Berlin	31.8.1977	B+T
36	Grundlegende technologische Entwicklungslinien neuer Telekommunikationsformen	Vöge	Interkulturelle Tagung OAI u. GMD,St.Augustin	6.9.1977	B+T
37	Floating Versus Fixed Point Arithmetic in Digital Filter Implementation	Lacroix	Summer Symposium on Circuit Theory,Kladno, CSSR	6.9.1977	B+T
38	Möglichkeiten des Zweiweg-Kabelfernsehens	Vöge	BMWI,Verbraucherforum	2o.9.1977	B+T
39	Vergleich v.Festkomma-u. Gleitkomma-Arithmetik hins. d.Rundungsrauschens bei digitalen Filtern verschiedener Struktur	Lacroix	DFG-Koll. "Digitale Filter", Erlangen	28.9.1977	B+T
4o	Hardwarekonzept für ein Verfahren zur Sprachsynthese im Zeitbereich	Großmann	DFG-Koll. "Sprachverarbeitung", Muggendorf	29.9.1977	B+T
41	Bestimmung der Sprachgrundfrequenz mit einem digitaler Filter	Lacroix	DFG-Koll."Sprachverarbeitung",Muggendorf	29.9.1977	B+T
42	Gewinnung von sprecherspezifischen Merkmalen aus Codesätzen	Höfker Jesorsky	3. DFG-Koll."Sprachverarbeitung"	Sept.1977	B+T

Lfd. Nr.	Titel	Vortragender	Veranstaltung	Datum	Abt.
43	Vorverarbeitung v.Sprachsignalen f.d.Sprecherverifizierung	Jesorsky Kriener Talmi	3.DFG-Koll."Sprachverarbeitung"	Sept.1977	B+T
44	Qualitätsverbesserung bandbegrenzter Sprache	Höhne	3. DFG-Koll. "Sprachverarbeitung"	Sept. 1977	B+T
45	Interactive CATV-Services and inherent problems of man-machine-communication	Strasser	8th International Symposium on Human Factors in Telecommunications, England	Sept.1977	B+T
46	Text-dependent Speader Recognition by Computers	Jesorsky	Seminar on Pattern Recognition, Lüttich	Nov. 1977	B+T
47	Neue Formen d.Bild-u.Textkommunikation	Vöge	AVMZ, Essen	28.11.1977	B+T
48	Theoretische Untersuchung digitaler optischer Nachrichtensysteme hoher Bitrate	Baack	DFG-Kolloquium	29. 3.1977	Vü
49	Vergleich verschiedener Lawinenphotodioden	Elze	DFG-Kolloquium	29.3. 1977	Vü
50	Digitale Ferntrasse mit optischen Kanälen	Baack	Elektrotechn. Verein	21.2.1977	Vü
51	d.Lichtwellenleiter als Basis f.ein integriertes Breitbandnetz	Herold	BW Hochschule München	11.1.1977	Vü
52	Glasfaser als Obertragungsmedium f.zukünftige Nachrichtensysteme	Baack Matt	Intern.Funkausstellung Berlin	31.8.1977	Vü Pl
53	Optimierung der Struktur v.dezentralen Nachrichtennetzen	Hoffmann	DFG-Kolloquium "Digitale Obertragung"	25.2.1977	Sy

Lfd. Nr.	Titel	Vortragender	Veranstaltung	Datum	Abt.
54	Die Sprache HDL zur Beschreibung von Abläufen in digitalen Systemen	Hoffmann	Informatik-Kolloquium der Universität Bonn	21.1o.1977	Sy
55	Die Sprache HDL zur Beschreibung von Abläufen in digitalen Systemen	Hoffmann	Informatik-Kolloquium der Universität Frankfurt	21.11.1977	Sy
56	Predicting the way new services will be used in an interacitve CATV system	Anders Evers	8th International Symposium on Human Factors in Telecommunications Cambridge	11.9.1977	Sy
57	Measurement of grade of service and user characteristics by monitoring subscriber-lines	Anders Evers	International Symposium on Measurement in Telecommunications Lannion	5.1o.1977	Sy
58	Beitrag z.Funktionssicherheit dezentral vermittelnder Nachrichtenübertragungssysteme auf d.Basis d.Glasfaserkanals	Mrozynski	DFG-Kolloquium "Digitale Obertragung"	25.2.1977	Sy
59	Audiometrie m.evozierten Potentialen	Boerger	Kolloquium, Inst.f. Techn.Akustik, TUB	2o.1.1977	AG
6o	Zukünftige Kommunikationssysteme -mögliche Nutzungen Auswirkungen u.Gefahren	Ohnsorge	Tagung d.Dt.Public Relation-Gesellschaft	2o.5.1977	ZA
61	Breitbandkommunikation	Ohnsorge	Kommission f.Fragen d. Massenmedien auf Funkausstellung	29.8.1977	ZA
62	Die Entwicklung v.Informationstheorie u.Halbleitertechn.m.ihren praktischen Konsequenzen f.d.Nachrichtentechnik	Ohnsorge	125.Jubiläum d.Stiftung Hasler-Werke, Bern	16.9.1977	ZA
63	Stand u.Entwicklungstendenzen auf d.Gebiet d.Obertragungssysteme	Ohnsorge	AGENDA of the 5th IFRA Symposium 1977 The new Media	1.12.1977	ZA

4. Erschienene Veröffentlichungen

Lfd. Nr.	Titel	Verfasser	Zeitschrift	Datum	Abteilung
1	Vergleich der Beurteilung verschiedener raumakustischer Situationen bei Anregung eines Raumes mit einem Orchester oder Lautsprechern	Wilkens Kotterba	Acustica	Dez.1977	PL
2	OPTICAL FIBER TRANSMISSIONS IN THE HHI WIDE-BAND COMMUNICATIONS SYSTEM	Fußgänger	Int.Conf.on Integrated Optics and Optical Fiber Communication, 18.-20.Juli 1977,Tokio, Post-Deadline Paper P 12 Digest S. 45-48	Juli 1977	PL
3	Zeitplatzorganisation für ein digitales Breitband-Nachrichten-Netz	Matt	NTZ Bd. 30 H. 10 S. 799	1977	PL
4	Design and Application of a Universal Processor for Digital Signal Processing	Gethöffer Lacroix Reiß	Proc. IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems	April 77	B+T
5	The Relations between the Components of the Frequency Response of Causal Discrete Time Systems	Lacroix	Proc. IEEE Int. Symp. on Circuits and Systems	April 77	B+T
6	The Two-Way CATV Laboratory Project of the HHI Berlin	Vöge	Tagungsband "Two-Way Communication",Münchner Kreis, Springer-Verlag	April 77	B+T
7	Accurate Pitch Estimation Using Digital Filters	Lacroix Höptner	Proc.IEEE Int.Conf. on Acoustics, Speech and Signal Processing	Mai 1977	B+T
8	Comparison of Various Digital Filter Structures with Respect to Roundoff Noise	Lacroix Höptner	Proc. IEEE Int. Conf con Acoustics Speech and Signal Processing	Mai 1977	B+T

lfd. Nr.	Titel	Verfasser	Zeitschrift	Datum	Abteilung
9	A Unique Hardware and Software Approach for Digital Signal Processing	Gethöffer Lacroix Reiß	Proc. IEEE Int. Conf. on Acoustics Speech and Signal Processing	Mai 1977	B+T
10	Statistical Techniques for Automatic Speaker Recognition by Computers	Bunge, Höfker Jesorsky, Kriener, Wesseling	Proceedings: 1977 IEEE International Conf. on Acoustics, Speech, and Signal Processing, Hartford Conn., USA	Mai 1977	B+T
11	Interdependence of interactive CATV services and home terminal design	Strasser	10th International TV-Symposium, Symposium record	Juni 1977	B+T
12	Technical Specification for an interactive CATV System with 10.000 Subscribers	Schnee Vöge	10th international TV-Symposium Record, Montreux	Juni 1977	B+T
13	Estimation of Pitch Contours with the Aid of Digital Filters	Lacroix	Proc. 9.Int.Congress on Acoustics, Madrid	Juli 1977	B+T
14	Speech synthesis in the time domain in consideration of prosodic parameters	Großmann Endres	Proc.9.Int.Congress on Acoustics,Madrid	Juli 1977	B+T
15	AUROS- Automatic Recognition of Speakers by Computers:Feature-extraction and -reduction for text-dependent Speaker Recognitions	Kriener Jesorsky Höfker	Proceedings 9.ICA	Juli 1977	B+T
16	Floatin Versus Fixed Point Arithmetic in Digital Filter Implementation	Lacroix	Proc.Summer Symp. an Circuit Theory Prog.	Sept.77	B+T
17	Gewinnung von sprecherspezifischen Merkmalen aus Codesätzen	Höfker, Jesorsky, Wesseling	Proceedings, 3.DFG-Koll."Sprachverarbeitung" Muggendorf	Sept.77	B+T

Lfd. Nr.	Titel	Verfasser	Zeitschrift	Datum	Abteilung
18	Vorverarbeitung von Sprachsignalen für die Sprecherverifizierung	Jesorsky	Proceedings, 3.DFG-Koll."Sprachverarbeitung" Muggendorf	Sept.77	B+T
19	Qualitätsverbesserung bandbegrenzter Sprache	Höhne	Proceedings, 3.DFG-Koll."Sprachverarbeitung" Muggendorf	Sept.77	B+T
20	Hardwarekonzept für ein Verfahren zur Sprachsynthese im Zeitbereich	Großmann	Vortragsband des DFG-Koll. "Sprachverarbeitung" Muggendorf	Sept.77	B+T
21	Interactive CATV-Services and inherent problems of man-machine-communication	Strasser	8th internatinal Human Factors Symposium Proceedings	Sept.77	B+T
22	Text-dependent Speaker Recognition by Computers	Jesorsky, Höfker, Kriener, Wesseling	Proceedings "Seminar on Pattern Recognition" Lüttich	Nov.77	B+T
23	The AUROS System - Automatic Recognition of Speakers by Computers	Bunge, Höfker Höhne Jesorsky Kriener Wesseling	Frequenz	Nov. 77	B+T
24	Dienste und Technik für das Zweiweg-Kabelfernsehen	Vöge	Wiss.Vorträge anläßlich der Funkausstellung 77,Berlin	Dez. 77	B+T
25	Report about Speaker Recognition Investigations with the AUROS System	Bunge Höfker Höhne Jesorsky Kriener Wesseling	Frequenz	Dez. 77	B+T
26	Digitale Nachrichtenübertragung über Glasfasern	Baack Elze Walf	Broschüre Hannover	20.-28.4. 1977	VO

Lfd. Nr.	Titel	Verfasser	Zeitschrift	Datum	Abteilung
27	Schreib- und Lesehilfe für Blinde	Heydt	Broschüre Hannover	20.-28.4. 1977	VO
28	Grenzrepeaterabstand digitaler optischer Übertragungssysteme hoher Bitrate	Baack	NTZ, Bd. 30,Heft 1	1977	VO
29	GaAs-MESFET : A High Speed Optical Detector	Baack Elze Walf	Electronics Letters, Vol.13, No. 7	March 77	VO
30	Helicondiagnostik v. periodisch beschichtetem Halbleiterplasma	Nolting	NTZ, Bd.30,Heft 1 S. 67	1977	VO
31	Untersuchung zur Herstellung u.techn.Nutzung v.periodisch dotierten InSb-Einkristallen mittels Peltiereffekt	Nolting	J.Crystal Growth 37 S. 289-292	1977	VO
32	Die Richtungsabhängigkeit der VLF-Atmospherics-Aktivität in Berlin	Heydt Frisius Harth	Kleinheubacher Berichte, 20 S.415 - 421	1977	VO
33	Grenzrepeaterabstand digitaler, optischer Übertragungssysteme bei unterschiedlichen Laserimpulsen	Baack	NTZ, Bd.30,Heft 7	1977	VO
34	Optical Transmission Experiment at 1,12 Gbit/s Using A Graded-Index Fibre with A Length OF 1,652 km	Baack Elze Walf Gliemeroth Krause Neuroth	Electronics Letters 4th,Vol.13,No. 16	Aug. 77	VO
35	Vom Punktschriftband zur Braille-Cassette	Heydt	Horus, Marburger Beiträge 1,S.40-41	1977	VO
36	Das BRAILLOCORD BRS 76 als Grundbaustein eines neuen Informationssystems für Blinde	Heydt	Die Blindenselbsthilfe, 11, S.6 - 7	1977	VO

lfd. Nr.	Titel	Verfasser	Zeitschrift	Datum	Abteilung
37	Das Braille-Recorder-System BRAILLOCORD BRS 76, eine elektronische Schreib- und Lesehilfe für Blinde	Heydt	Augenspiegel, Zeitschrift praktizierender Augenärzte	1977	VO
38	Platzsparendes Speichern von Punktschrift auf Magnetband-Cassetten mit dem Braille-Recorder-System BRAILLOCORD BRS 76	Heydt	Verbandsorgan des Bundes der Kriegsblinden Deutschlands	1977	VO
39	Results of the Global VLF-Atmospherics-Analyser Network	Heydt Takeuti	Electric Processes in Atmospheres Proceedings of the Fifth International Conference on Atmospheric Electricity, Pg. 687-693	1977	VO
40	Rechenwerke und Mikroprogrammierung	Hoffmann	Reihe Datenverarbeitung R.Oldenbourg Verlag	1977	Sy
41	Mittlere Wartezeit und Wartewahrscheinlichkeit in einem dezentral vermittelnden System mit reinem Internverkehr zwischen endlich vielen Teilnehmern	Mrozynski	AEO (in Druck)	1977	Sy
42	Filter Function of the Guinea Pig Cochlea after Degeneration of Outer Hair Cells	Rohman Boerger	Arch.Oto-Rhino-Laryng. 215 S.223 - 229	1977	Sy
43	Wiedererkennbarkeit der Originallautstärke eines Sprechers bei elektroakustischer Wiedergabe	Wilkens Bartel	Acustica, 37, S.45-49	1977	Sy
44	Mehrdimensiomale Beschreibung subjektiver Beurteilungen der Akustik von Konzertsälen	Wilkens	Acustica, 38, S. 10 - 23	1977	Sy

Lfd. Nr.	Titel	Verfasser	Zeitschrift	Datum	Abteilung
45	Die Entwicklung von Informationstheorie und Halbleitertechnik mit ihren praktischen Konsequenzen für die Nachrichtentechnik	Ohnsorge	AGEN, Arbeitsgemeinschaft für elektrische Nachrichtentechnik der Stiftung Hasler-Werke Bern/Schweiz Nr.25 S.7 - 22	Dez.77	ZA
46	Economic Gain of Source- and Channel-Encoding	Ohnsorge	1. Frequenz 31, S.270-274 2. ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ Том XIII, 1977	Sept.77 77	ZA
47	Anwendungsmöglichkeiten der optischen Nachrichtenübertragung	Ohnsorge	Зарубежная РАДИОЭЛЕКТРОНИКА 9 '77		ZA

5. Eingereichte Patente

Lfd. Nr.	Titel	Erfinder	Anmelder	Einreichung
1	Verfahren zum zeilenweisen Ausdrucken von Bildschirminhalten	Tröller, G. Guth, R. Lohnert, F.	HHI	1o.11.1977
2	Zentrale eines Telekommunikationsnetzes mit Systemperipherie (Zusatz zu Anmeldung P 26 49 5o4.5)	Anders, K.-E.	HHI	22.11.1977

6. Institutsveranstaltungen

lfd. Nr.	Art der Veranstaltung (Thema)	Datum	Teilnehmer
1	Statusseminar Telekommunikationsformen	14.1.1977	HHI und 15 externe Experten
2	Interdata-Kolloquium	18.1.1977	HHI; Interdata
3	Kolloquium m.Dipl.-Ing.E.Rasek (Zeichenerkennung i.d. Magnetischen Speichertechnik)	1.2.1977	HHI; Institute der TUB
4	Das HHI stellt sich dem neuen Referenten in Bonn für das HHI vor	7./8.2.1977	HHI; H. Thomas
5	Kolloquium m.Prof.Wolf, Inst. f.Angewandte Physik, Ffm. (Sprache als stochastischer Prozeß)	14./15.2.1977	HHI; Institute der TUB
6	Wissenschaftlich technisches Rahmenprogramm	18.2.1977	HHI; Mitglieder der AMK
7	Präsentation und Laborbesuche	23.2.1977	Dr.Dübber (MdB) u.Haushaltsausschuß d.Dt.Bundestages
8	Kolloquium m.Dipl.-Ing.Bantelmann,Philips GmbH (Einsatz v. Mikroprozessoren in Multimikroprozessorsystemen)	1.3.1977	HHI; Institute der TUB
9	Präsentation u.Laborbesichtigung	7.3.1977	Redakteure d.Industrie-u. Handelskammer-Zeitschriften
1o	HHI-Besichtigung durch den "Arbeitskreis für Information"	11.3.1977	HHI, Prof.Krückeberg/GMD
11	Das HHI stellt sich dem ETV Berlin vor	17.3.1977	HHI, ETV; BMFT
12	Präsentation für den Vorstand der Gesellschaft v.Freunden d. HHI	24.3.1977	Vorstand der Ges.v.Freunden des HHI und geladene Gäste

Lfd. Nr.	Art der Veranstaltung (Thema)	Datum	Teilnehmer
13	Optische Nachrichtentechnik "Komponenten u. System" DFG-Kolloquium	28.3.1977	ca. 1oo geladene Gäste
14	Besichtigung d.HHI anläßlich d. DFG-Kolloquiums "Optische Nachrichtentechnik-Komponenten u. Systeme"	29.3.1977	HHI u. DFG-Kolloquiums-Teilnehmer
15	Vortrag Prof.Dr.-Ing.Schönfelder TU Braunschweig,Inst.f.Nachrichtentechnik(Untersuchungen zur Schmalband-Farbbildübertragung)	29.3.1977	HHI
16	Präsentation u. Laborbesuche	31.3.1977	HHI, Dr. Landauer u.Dr. Dorsch DFVLR Oberpfaffenhofen
17	Vortrag v.Prof.Thomas S. Huang (Image restoration by algebraic methods)	15.4.1977	HHI; Institute der TUB
18	Kolloquium im Rahmen der Aktion "Jugend forscht"	3.5.1977	HHI u. Veranstalter der Aktion "Jugend forscht"
19	Präsentation und Laborbesuche	4.5.1977	HHI u. Journalisten,Lehrer,Studenten,PR-Leute d.Fachrichtung Informationstechn.d.Universität Lind (Schweden)
2o	Besuch v.Diplomaten ausl.Vertretungen i.d. Bundesrepublik	16.5.1977	HHI und Diplomaten
21	Status-Seminar (Neue Formen der Text-u.Bildkommunikation f.d.Individualbereich)	31.5.-1.6.1977	HHI,Projektleiter,Unterauftragnehmer,Interessenten v.Senat u. BMFT
22	Besuch d.Bundesministers f.Forschung u.Technologie Hans Matthöfer, Pressekonferenz	7.6.1977	HHI, BMFT, Senat
23	Demonstration KTV-Projekt	2./3.8.1977	HHI, H.Götzner,ZDF u.Mitarbeiter
24	Internationale Funkausstellung	25.8./4.9.1977	HHI, Gäste, Besucher

Lfd. Nr.	Art der Veranstaltung (Thema)	Datum	Teilnehmer
25	Präsentationen und Laborbesuche	12.9.1977	HHI, Prof. Jakenawa
26	Besuch v.Prof.Hartmann TU Braunschweig	19.9.1977	HHI
27	Präsentation und Laborbesuch	22.9.1977	HHI;Vertreter d.Arbeitgeberverbände v.Hamburg,Schleswig-Holstein
28	Präsentation f. Aufsichtsrat	28.9.1977	Mitglieder des Aufsichtsrats, HHI
29	Präsentation f.Wissenschaftl. Beirat	18.1o.1977	Mitglieder d.Wissenschaftl. Beirats
3o	Präsentation und Laborbesuch	1.11.1977	HHI, Bundesverband Druck
31	Besuch d.Mitglieder d.Inst.f. Kommunikationswissenschaften d. TU Berlin	1.11.1977	HHI; Fr.Dipl.-Ing.I.Bihler, Dr.-Ing.M.Krause, Dipl.-Ing. M.Pirnzram
32	Präsentation KTV-Projekt	9.11.1977	HHI; Vorstand d. Stiftung Warentest
33	Präsentation KTV-Projekt	9.11.1977	HHI; 15 Ärzte aus Berlin
34	Präsentation u. Laborbesuch	18.11.1977	HHI; 2 Kanadier des DOC
35	Präsentation KTV-Projekt	18.11.1977	HHI, Gohling,Bayr.Wi-Tln.u.a.
36	Präsentation	21.11.1977	Dr.v.Dulong,AG Öffentlichkeitsarbeit d.norddtsch.IHKs, Leistico, Kammergemeinschaft Öffentlichkeitsarbeit der nordrheinwestfälischen IHKs, Dr.Brepohl,Inst.d.dtsch.Wirtschaft; HHI
37	Präsentation	3o.11.1977	HHI; 6 Mitarbeiter der Fa. ACEC, Düsseldorf

Lfd. Nr.	Art der Veranstaltung (Thema)	Datum	Teilnehmer
38	Präsentation	5.12.1977	HHI; Prof.Dr.G.Ackermann + Studenten TFH, Berlin
39	Kolloquium Dr.Wilkens, Ergebn.d. Untersuchungen über Varianten v. Telekonferenzen	6.12.1977	HHI; Institute der TUB
4o	Präsentation	13.12.1977	HHI; Techn.Dir.Dr.Tradowski + 15 Ingenieure d. Firma Berthold
41	Kolloquium Dipl.-Ing.Schnee Stand d.Arbeiten f.d.Realisierung eines "Zweiweg-Kabelfernseh-systems"	13.12.1977	HHI; Institute der TUB
42	Präsentation z.Projektbesuch "Sprechererkennung"	19.12.1977	HHI; Herren Graetz u. Slama v. GMD
43	Kolloquium H.Matt, Stand d.Arbeiten f.d.Realisierung eines Systems zur "Breitbandkommunik. m. optischen Kanälen"	2o.12.1977	HHI; Institute der TUB
44	Präsentation f.Herrn Dr. Bruce Hannay, Direktor d.Bell Labs.	21.12.1977	HHI