

**Zeitschrift:** Technische Mitteilungen / Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe = Bulletin technique / Entreprise des postes, téléphones et télégraphes suisses = Bollettino tecnico / Azienda delle poste, dei telefoni e dei telegrafi svizzeri

**Herausgeber:** Schweizerische Post-, Telefon- und Telegrafienbetriebe

**Band:** 51 (1973)

**Heft:** 10

**Rubrik:** Verschiedenes = Divers = Notizie varie

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

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

## L'étude EURODATA 1972

621.391:621.394.3:621.395.74:681.327.12:001.892(4)

Pierre LAESSER, Berne

### Historique

La transmission de données fit son apparition en Europe dans les années 1960 avec des réseaux cédés en location à des utilisateurs privés et avec la mise en service des premiers systèmes permettant l'échange de données. Les pionniers se trouvaient surtout parmi les grandes entreprises industrielles, les sociétés de navigation aérienne et les banques. Une très forte augmentation du nombre et des variétés d'application de la téléinformatique fut enregistrée jusqu'en 1970. Le nombre de modems augmenta de plus de 100% par an dans plusieurs pays. Ces développements ont confirmé les prévisions d'un vaste potentiel de croissance du trafic des données aux Etats-Unis et coïncidé avec des demandes toujours plus pressantes d'équipements spéciaux de transmission de données de la part d'organismes européens.

Tous ces facteurs sont intervenus alors que de nombreuses administrations européennes des télécommunications se trouvaient placées devant une série de choix impliquant d'énormes investissements et une planification à long terme pour la modernisation des réseaux et des centres de commutation.

A l'heure actuelle, les utilisateurs suisses disposent du réseau télex, du réseau téléphonique et de circuits télégraphiques ou téléphoniques remis en location.

L'augmentation du nombre d'utilisateurs, les exigences accrues quant aux possibilités offertes, ainsi que la rapidité du développement de la technique en ce domaine, nécessitent que l'Entreprise des PTT prenne des décisions quant à la taille et à l'étendue de nouvelles prestations.

### Collaboration internationale pour l'étude EURODATA

17 administrations européennes des télécommunications – dont la Suisse – se sont associées dans le cadre de la Conférence Européenne des administrations des Postes et Télécommunications (CEPT), pour commander, à la fin de 1971, une vaste étude de marché dans le domaine de la transmission de données, connue maintenant sous le nom d'étude EURODATA 1972. Les résultats doivent contribuer à recueillir les informations de base nécessaires à la planification et au développement des services futurs des PTT dans ce domaine. Cette étude est également un moyen important de recueillir un en-

semble de connaissances communes aux domaines des télécommunications et de l'informatique.

### Objectifs principaux de l'étude

Les objectifs principaux de l'étude ont été définis comme suit:

- déterminer la nature et les caractéristiques futures des activités engendrant les besoins en transmission de données sur le plan national et international;
- fournir des prévisions pour la période s'étendant jusqu'en 1985 sur toutes les caractéristiques du trafic de données;
- effectuer une étude de marché détaillée pour les besoins en terminaux de données et établir des prévisions couvrant la période jusqu'en 1985.

### Réalisation de l'étude

Des recherches poussées ont été effectuées dans les domaines économique et technologique, ainsi qu'auprès de la clientèle. Plus de 8500 firmes européennes furent réparties, en fonction de leurs activités, en 13 secteurs économiques, divisés à leur tour en une centaine d'applications. Choies parmi les plus importantes ou les plus significatives quant à la transmission de données, 1253 entreprises (Suisse: 49) participèrent à un entretien personnel très détaillé. Plus de 7500 questionnaires (Suisse: 252) furent envoyés aux autres maisons retenues. Cette recherche «sur le terrain» a obtenu un franc succès, si l'on considère le taux élevé des réponses. Il va sans dire que les informations recueillies ont ainsi plus de valeur. Un tel résultat n'a été atteint que grâce à la participation active des firmes interrogées.

Le dépouillement et l'analyse de tous ces résultats ont permis de dégager une image détaillée de la situation actuelle et surtout future de la transmission de données en Europe. Chacune de la centaine d'applications économiques a fait l'objet d'un examen approfondi et séparé, pour en définir les caractéristiques de trafic.

### Importance de l'étude

Un effort sans précédent a été accompli dans le cadre d'EURODATA. Que l'on en juge:

- Recherches couvrant 26 pays. Pour chaque pays, évaluation du trafic interne, comme avec chaque pays d'Europe, avec l'Amérique du Nord et le reste du monde.
- Plus de 30 hommes-année pour les enquêtes.
- 1253 maisons interrogées en détail.
- Plus de 7500 questionnaires adressés par poste dans 21 combinaisons de pays et de langues.

- 100 personnes de 19 nationalités constituant l'équipe du projet.
- Base de données établie à partir de 200 milliards d'éléments d'information.

### Quelques-uns des résultats pour l'Europe

Le volume du trafic de données va se multiplier par 12 au cours des 13 prochaines années, dans les dix-sept pays EURODATA (fig. 1). La croissance moyenne sera de l'ordre de 22% par an jusqu'en 1985. Cette année-là, l'équivalent de 70 milliards de mots ou 220 millions de pages dactylographiées sera transmis quotidiennement par les usagers des PTT. De son côté, le flux du trafic international va quintupler. Une grande partie de ce dernier s'établira en Europe bien que les activités avec l'Amérique du Nord conservent les taux de croissance les plus élevés. Les banques, les compagnies de transport aérien, les firmes multinationales ainsi que les sociétés de services en informatique fourniront la plus grande part du trafic.

Les terminaux utilisant les lignes des PTT passeront de 80 000 en 1972 à plus de 800 000 en 1985. De plus, 600 000 stations fonctionneront sur des équipements locaux à l'intérieur des entreprises. Il y aura au total plus de 1 400 000 terminaux installés en 1985 en Europe occidentale.

75% de ces installations se trouvera en Allemagne, en Grande-Bretagne, en France et en Italie (tableau I). Une vitesse de transmission plus rapide, un usage plus large d'unités d'affichage, une capa-

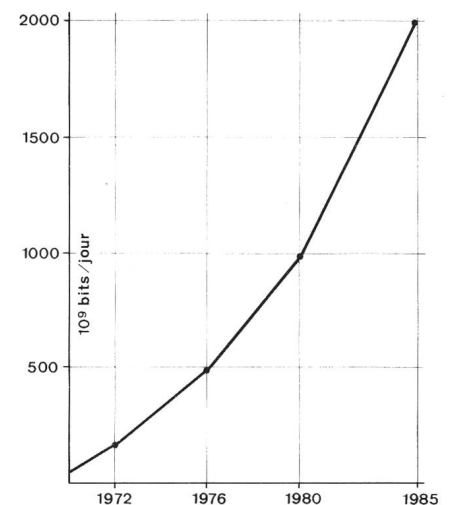


Fig. 1  
Prévision du trafic de données, en milliards de bits/jour, pour les pays de l'EURODATA, pour 1972...1985 – Entwicklung des Datenverkehrs der EURODATA-Länder 1972...1985 in Milliarden bits/Tag

Tableau I. Prévision du nombre de terminaux empruntant les réseaux des PTT (en milliers – systèmes internes exclus)

Tabelle I. Voraussichtliche Entwicklung der Zahl der Datenendstationen im Anschluss an PTT-Netze (in 1000, ohne hausinterne Anlagen)

Pays – Land	1972	1976	1980	1985
Belgique – Belgien	2,2	9,6	17,8	27,7
Danemark – Dänemark	1,8	4,0	6,7	14,5
Espagne – Spanien	3,3	9,4	15,9	29,0
Finlande – Finnland	1,1	6,9	10,1	14,7
France – Frankreich	11,0	33,9	66,2	135,3
Grèce – Griechenland	0,1	0,3	1,1	2,5
Irlande – Irland	0,3	0,8	1,8	3,2
Islande – Island	—	0,04	0,1	0,2
Italie – Italien	8,2	21,3	33,4	60,4
Luxembourg – Luxemburg	0,06	0,24	0,4	0,68
Norvège – Norwegen	0,8	3,3	5,8	10,3
Portugal	0,4	1,7	2,4	4,0
Pays-Bas – Niederlande	3,2	16,1	26,4	41,9
Rép. Féd. d'Allemagne – BR Deutschland	14,6	51,5	105,0	220,5
Royaume-Uni – Grossbritannien	26,3	57,5	107,8	193,1
Suède – Schweden	3,7	11,4	19,4	30,6
Suisse – Schweiz	2,2	8,0	16,8	26,2
Total (arrondi – gerundet)	79,6	235,6	437,4	815,0

réseau spécialisé ou adapté à la transmission de données est à l'étude. Les premières réalisations pratiques devraient, si tout se déroule normalement, débiter l'année prochaine.

### Renseignements au sujet de l'étude EURODATA

Les commanditaires de l'étude ont reconnu que les informations recueillies étaient également importantes pour l'industrie et le commerce. Ils ont accepté que le consultant prépare un rapport spécial, basé sur les résultats obtenus par l'étude EURODATA et destiné à être mis sur le marché. Ce rapport spécial est établi de manière à répondre en premier lieu aux besoins des fabricants de la branche informatique et d'équipements des télécommunications, tout en sauvegardant la nature des informations confidentielles recueillies.

### Die Marktstudie EURODATA 1972

#### Vorgeschichte

Die Datenübertragung begann in Europa in den 60er Jahren mit Nachrichtennetzen, die privaten Benützern vermietet wurden, und der Bereitstellung erster Systeme für den Datenaustausch. Zu den Pionieren zählen vor allem grössere Industrieunternehmen, Luftverkehrsgesellschaften und Banken. Bis zum Jahre 1970 waren ein sprunghafter Anstieg des Datenverkehrs und eine starke Ausdehnung der Anwendungsbereiche der Datenübertragung zu beobachten, wobei die Zahl der Modems in vielen Ländern um jährlich mehr als 100% in die Höhe schnellte. Diese Entwicklung verlief parallel zum vorausgesagten hohen Wachstumspotential des Datenverkehrs in den USA und vollzog sich unter der immer

citée de mémoire plus grande et des fonctions de contrôle incorporées au terminal, seront les principales améliorations introduites au cours de ces prochaines années.

En 1985, 13 000 organisations européennes disposant de leur propre installation d'ordinateurs utiliseront le réseau des PTT pour la transmission de données. 85% du trafic proviendra des utilisateurs actuels et des sociétés de services en informatique. Ce dernier secteur verra son importance notablement augmenter (21% du trafic total en 1972, 44% en 1985).

#### Et la Suisse

En 1972 la Suisse occupait le 6<sup>e</sup> rang parmi les 17 pays EURODATA pour le volume du trafic de données. Le taux de croissance de ce volume sera d'environ 20% par an, ce qui est légèrement inférieur à la moyenne européenne.

A court terme – jusqu'en 1976 – ce taux atteindra presque le double de la moyenne des autres pays. La Suisse connaît un fort trafic international – près du tiers –, en majeure partie avec l'Allemagne et la France. Cette proportion se maintiendra à l'avenir. Les principaux centres actuels, Zurich et Genève, seront toujours en tête bien que l'écart avec les autres régions du pays tende à diminuer. En effet, les flux de trafic vont se décentraliser fortement et toutes les régions auront dès 1980, un volume d'échanges important.

Le nombre des terminaux utilisant les circuits des PTT passera de 2000 en 1972 à plus de 26 000 en 1985. La répartition par classes de vitesses montre une tendance

à l'augmentation de la vitesse utilisée (tableau II).

Cette modification est notamment due à un usage important d'unités d'affichage (displays). Les échanges d'informations à basse vitesse auront une certaine clientèle dans la mesure où les mini-ordinateurs et les équipements seront offerts à bon marché. On prévoit que les installations fonctionnant jusqu'à 200 bits/s seront nombreuses jusque vers 1978.

Par la suite, ce genre d'installations perdra de son attrait et son nombre diminuera fortement.

L'Entreprise des PTT suisses n'est pas restée indifférente à l'égard de ce nouveau service des télécommunications. Depuis de nombreuses années, la création d'un

Tableau II. Prévision du nombre de terminaux par classes de vitesse

Tabelle II. Entwicklung der Zahl der Datenendstationen entsprechend ihrer Übertragungsgeschwindigkeiten (bit/s)

Classes de vitesse Geschwindigkeitsklasse bit/s	1972		1985	
	Nombre Anzahl	%	Nombre Anzahl	%
<50	—	—	1 941	7,4
51... 200	879	40,1	2 856	10,9
201... 600	25	1,1	7 450	28,4
601...1200	578	26,3	4 452	17,0
1201...2400	604	27,5	6 844	26,1
2401...4800	98	4,4	2 505	9,5
4801...9600	4	0,1	84	0,3
>9601	2	0,0	28	0,1
* chiffres arrondis Zahlen gerundet	2190	100*	26 160	100*

eindringlicheren Nachfrage europäischer Unternehmungen nach besonderen Datenübertragungseinrichtungen. Diese Einflüsse wirkten in einem Zeitpunkt zusammen, als viele Post- und Fernmeldebetriebe vor langfristigen Planungen zur Modernisierung ihrer Fernmeldezentren und -zentren sowie grossen Investitionsprogrammen standen.

Heute verfügen die Kunden in der Schweiz über das Telex- und das Telephonwählnetz sowie über Mietleitungen im Telegraphen- und Telephonnetz. Aufgrund des ständigen Wachstums der Teilnehmerzahlen, der steigenden Anforderungen an die Übertragungsmittel und des raschen technischen Fortschritts auf diesem Gebiet, ergab sich für die PTT-Betriebe die Notwendigkeit, Art und Umfang möglicher neuer Dienstleistungen zu ermitteln.

#### **Internationale Zusammenarbeit für die EURODATA-Studie**

17 europäische Fernmeldeverwaltungen – darunter auch die schweizerischen PTT-Betriebe – schlossen sich im Rahmen der Conférence Européenne des Administrations des Postes et des Télécommunications (CEPT) zusammen, um Ende 1971 eine umfassende Marktuntersuchung über die Datenübertragung in Europa in Auftrag zu geben. Diese Untersuchung erhielt die Bezeichnung EURODATA-Studie 1972. Der Schlussbericht liefert umfangreiche Unterlagen für die Planung und die Entwicklung künftiger Datendienste der PTT-Betriebe. Die Ergebnisse vermitteln zudem wertvolle Kenntnisse über die Zusammenhänge zwischen den Bereichen der Telekommunikation und der Informatik.

#### **Zielsetzung der Studie**

Die wichtigsten Zielsetzungen der EURODATA-Studie waren:

- Ermitteln der künftigen Anforderungen an Datenübertragungsdienste auf nationaler und internationaler Ebene
- Erarbeiten von Vorhersagen für die Jahre bis 1985 über sämtliche charakteristischen Merkmale des Datenverkehrs
- Ermitteln der technischen Anforderungen an Datenendgeräte und deren Bedarf bis 1985.

#### **Durchführung der Studie**

Mehr als 8500 europäische Firmen sind entsprechend ihren Tätigkeiten in 13 Wirtschaftssektoren aufgeteilt worden, denen wiederum rund 100 Anwendungen zugeordnet wurden. Bei 1253 bedeutenden europäischen Unternehmen, davon 49 in der Schweiz, sind dann eingehende Interviews durchgeführt worden. Mehr als 7500 Fragebogen (Schweiz: 252) sind zudem den

andern in Betracht fallenden Firmen zur Beantwortung zugestellt worden.

Die Sichtung all dieser Resultate ergab ein detailliertes Bild der gegenwärtigen und vor allem künftigen Situation auf dem Gebiete der Datenübertragung in Europa, da jede Applikation einer näheren Untersuchung unterzogen wurde, um deren Verkehrsmerkmale herauszuschälen.

#### **Bedeutung der Studie**

Der Umfang der Untersuchungen im Rahmen der EURODATA-Studie lässt sich anhand folgender Angaben ersehen:

- Untersuchung in 26 europäischen Ländern
- Untersuchung der Verkehrsbeziehungen im eigenen Lande, innerhalb Europas, mit Nordamerika sowie der übrigen Welt
- Befragungsaufwand im Umfange von über 30 Mannjahren
- persönliche Befragung bei 1253 Unternehmen
- mehr als 7500 Fragebogen, die in 21 Kombinationen an Empfänger in verschiedenen Ländern und verschiedenen Sprachen versandt wurden
- Personalaufwand: 100 Personen aus 19 Nationen in der Projektleitung
- Datenbank mit 200 Milliarden Einzelinformationen.

#### **Einige Ergebnisse für Europa...**

In den 13 Jahren bis 1985 wird sich der Datenverkehr in den 17 EURODATA-Ländern mehr als verzweifelfachen (*Fig. 1\**), der mittlere jährliche Verkehrszuwachs rund 22% betragen. Die Daten, die 1985 von den Teilnehmern mit Hilfe der Fernmeldebetriebe untereinander ausgetauscht werden, entsprechen etwa 70 Milliarden Wörtern oder 220 Millionen maschinenbeschriebenen Seiten pro Tag. In der genannten Zeit wird sich der internationale Verkehr verfünffachen. Ein grosser Teil dieses Verkehrs wird sich innerhalb Europas abwickeln, obwohl die Beziehungen mit Nordamerika weiterhin die grösste Zuwachsrate aufweisen werden. Den grössten Beitrag zum Verkehr werden die Banken, Luftfahrtgesellschaften, die multinationalen Industrieunternehmen sowie die Daten-Dienstleistungsunternehmen erbringen.

Die Zahl der an das öffentliche Netz angeschlossenen Datenstationen wird von 80 000 im Jahre 1972 auf mehr als 800 000 im Jahre 1985 ansteigen. Darüber hinaus wird es dann zum etwa 600 000 sogenannte Inhouse-Datenstationen geben, so dass die Gesamtzahl der Datenstationen in Europa 1,4 Millionen erreicht. Von diesen

\* Figuren und Tabellen siehe vorausgehender französischer Text!

werden allein 75% in Deutschland, Grossbritannien, Frankreich und Italien in Betrieb stehen (*Tab. I*). Der Haupttrend bei den Datenstationen verläuft in Richtung höherer Übertragungsgeschwindigkeiten, vermehrter Verwendung von Datensichtgeräten und Erweiterung der Speicherkapazität, wobei Rechenoperationen und Steuerfunktionen von den Datenstationen selbst übernommen werden.

Im Jahre 1985 werden 13 000 europäische Unternehmen über eigene Datenverarbeitungsanlagen verfügen und die öffentlichen Fernmeldedienste für den Datenaustausch benutzen, 85% dieses Verkehrs wird von den heutigen Benutzern sowie den Daten-Dienstleistungsunternehmen herrühren. Letztere werden ihre Bedeutung noch kräftig erhöhen (1972 21% Anteil am Gesamtverkehr. 1985 dagegen 44%).

#### **...und für die Schweiz**

Die Schweiz nimmt 1972 hinsichtlich des Gesamtverkehrsvolumens an Datenübertragungen den 6. Rang unter den 17 EURODATA-Ländern ein. Die erwartete jährliche Zuwachsrate beträgt 20%, das heisst sie ist etwas geringer als das europäische Mittel. Kurzfristig – bis 1976 – wird die Zuwachsrate in der Schweiz jedoch das Doppelte des Mittelwertes der andern Länder erreichen.

Die Schweiz weist einen regen internationalen Verkehr auf, der ungefähr 1/3 des Gesamtverkehrsvolumens ausmacht. Der grösste Teil wickelt sich mit Deutschland und Frankreich ab. Dieses Verhältnis wird sich in der Zukunft nicht ändern. Die zur Zeit wichtigsten Zentren Zürich und Genf werden weiterhin an der Spitze bleiben, obwohl sich ihr Abstand zu den andern Regionen verkleinern wird. Die Datenflüsse werden sich stark dezentralisieren, und sämtliche Landesteile werden von 1980 an einen beträchtlichen Verkehrsumfang aufweisen.

Die Zahl der an PTT-Leitungen angeschlossenen Terminale wird von 2000 im Jahre 1972 auf über 26 000 im Jahre 1985 ansteigen. Die Entwicklung lässt zudem höhere Übertragungsgeschwindigkeiten erwarten (*Tab. II*), was auf die vermehrte Verwendung von Datensichtgeräten zurückgeführt wird. Der langsame Datenaustausch wird für einen gewissen Benutzerkreis interessant, wenn Kleincomputer und Ausrüstungen zu günstigen Bedingungen angeboten werden. Es ist anzunehmen, dass Anlagen für 200 bit/s bis 1978 noch zahlreich sein werden, dann aber, wegen geringerer Attraktivität, stark zurückgehen.

Die schweizerischen PTT-Betriebe verhielten sich gegenüber diesem neuen Fernmeldedienst aufgeschlossen. Sie studier-

ten die Schaffung eines besonderen Datenübertragungsnetzes oder die Anpassung des bestehenden Netzes an die Bedürfnisse der Datenübertragung. Die ersten praktischen Verwirklichungen sollten, wenn alles normal verläuft, 1974 zur Tatsache werden.

## Computer-Ausgabe auf Mikrofilm

Max HERZIG, Bern

Seit dem 1. Juli 1973 werden die umfangreichen Listen «Nachschlagewerke Finanz-/Kostenrechnung» (NSW FR/KR) für die Sektion Betriebliches Rechnungswesen der Finanzabteilung und «Nachschlagewerk MATICO FM» (Informationssystem für die Bewirtschaftung von Fernmeldematerial) für die Sektion Lagerwirtschaft der Abteilung Fernmeldematerial versuchsweise verfilmt. Dabei werden die auf Magnetband gespeicherten Daten statt auf Papier, direkt auf Mikrofilm ausgegeben. Dieses Verfahren erhielt die Bezeichnung Computer Output on Microfilm (COM).

Beim *Nachschlagewerk Finanz-/Kostenrechnung* geschieht die Aufzeichnung auf einen 16-mm-Film, wobei zusätzlich noch ein Formulardia (ersetzt Formularvordruck) eingeblendet wird. Auf einem solchen kassettierten Film von 30 m Länge hat dieses Nachschlagewerk von rund 2000 Seiten bequem Platz.

Für die Rückvergrößerung des Films wird der Kassetten-Betrachter/Kopierer Filmac 500 CT benützt. Für das Auffinden von Daten werden keine besonderen Suchhilfen benötigt, da sich die Bildseiten aufsteigend nach Kontenplannummern folgen.

Das *Nachschlagewerk MATICO FM* wird dagegen auf Mikrofichen, das heisst Plan-

## Veröffentlichung der Ergebnisse

Die Auftraggeber der Studie erkannten, dass die durch die Untersuchung gewonnenen Informationen ebenfalls für Handel und Industrie von grosser Bedeutung sind. Sie haben deshalb gemeinsam beschlossen, die Ergebnisse in Form eines kommer-

ziellen Berichtes zu veröffentlichen. Dieser Bericht zielt besonders darauf ab, die Hersteller von Datenverarbeitungsanlagen und Fernmeldeeinrichtungen in ihren Planungsproblemen zu unterstützen. Die vereinbarte Vertraulichkeit der Informationen bleibt gegenüber den Befragten gewahrt.

Die Auftraggeber der Studie erkannten, dass die durch die Untersuchung gewonnenen Informationen ebenfalls für Handel und Industrie von grosser Bedeutung sind. Sie haben deshalb gemeinsam beschlossen, die Ergebnisse in Form eines kommerziellen Berichtes zu veröffentlichen. Dieser Bericht zielt besonders darauf ab, die Hersteller von Datenverarbeitungsanlagen und Fernmeldeeinrichtungen in ihren Planungsproblemen zu unterstützen. Die vereinbarte Vertraulichkeit der Informationen bleibt gegenüber den Befragten gewahrt.

Die Auftraggeber der Studie erkannten, dass die durch die Untersuchung gewonnenen Informationen ebenfalls für Handel und Industrie von grosser Bedeutung sind. Sie haben deshalb gemeinsam beschlossen, die Ergebnisse in Form eines kommerziellen Berichtes zu veröffentlichen. Dieser Bericht zielt besonders darauf ab, die Hersteller von Datenverarbeitungsanlagen und Fernmeldeeinrichtungen in ihren Planungsproblemen zu unterstützen. Die vereinbarte Vertraulichkeit der Informationen bleibt gegenüber den Befragten gewahrt.

Die Auftraggeber der Studie erkannten, dass die durch die Untersuchung gewonnenen Informationen ebenfalls für Handel und Industrie von grosser Bedeutung sind. Sie haben deshalb gemeinsam beschlossen, die Ergebnisse in Form eines kommerziellen Berichtes zu veröffentlichen. Dieser Bericht zielt besonders darauf ab, die Hersteller von Datenverarbeitungsanlagen und Fernmeldeeinrichtungen in ihren Planungsproblemen zu unterstützen. Die vereinbarte Vertraulichkeit der Informationen bleibt gegenüber den Befragten gewahrt.

Die Auftraggeber der Studie erkannten, dass die durch die Untersuchung gewonnenen Informationen ebenfalls für Handel und Industrie von grosser Bedeutung sind. Sie haben deshalb gemeinsam beschlossen, die Ergebnisse in Form eines kommerziellen Berichtes zu veröffentlichen. Dieser Bericht zielt besonders darauf ab, die Hersteller von Datenverarbeitungsanlagen und Fernmeldeeinrichtungen in ihren Planungsproblemen zu unterstützen. Die vereinbarte Vertraulichkeit der Informationen bleibt gegenüber den Befragten gewahrt.

## Quadrophonie – ein Experiment oder technischer Fortschritt?

681.84.087.7

W. MOORTGAT-PICK, Grassau<sup>1</sup>

### 1. Einleitung

Das Problem der wiedergabeseitigen Abbildung eines räumlichen Klanggeschehens auf elektroakustischem Wege wird umso leichter lösbar, je mehr Übertragungskanäle man verwenden kann. Es ist durchaus nicht einzusehen, warum man mit nur zwei Kanälen, wie sie der Stereoübertragung zur Verfügung stehen, sich den optimalen Verhältnissen bereits soweit genähert haben sollte,

<sup>1</sup> Aus einem Vortrag, gehalten anlässlich des internationalen Fachjournalistentreffens am 4./5. Juni 1973 in Grassau.

dass sich eine Erhöhung der Anzahl der Übertragungskanäle nicht mehr lohnt.

Theoretisch könnte man davon ausgehen, dass ein quadroförmiger Wiedergaberaum, wie er dem üblichen Wohnraum entspricht, sechs Begrenzungsflächen und acht Ecken besitzt. Um die wiedergabeseitige Reproduktion möglichst genau der Schallverteilung des Aufnahmeortes anzugleichen, müssten daher eigentlich sechs oder acht Übertragungskanäle am günstigsten sein, wobei man dann entsprechend einer äquivalenten Mikrophananordnung im Aufnahme- raum insgesamt sechs Lautsprecher jeweils zum Beispiel in der Mitte von Decke, Fussboden und Wänden oder acht Lautsprecher in allen Ecken anzubringen hätte. Damit würde es gelingen, alle Direktschall-

bedarf (Platzgewinn bei Umstellung von Papier auf Film um ca. 97%)

- Kostspielige Formularvordrucke sind nicht mehr erforderlich
- Die Anzahl der zu erstellenden Kopien ist unbeschränkt
- Die Datenausgabe lässt sich stark beschleunigen (etwa 10...15mal schneller als ein Computer-Drucker)
- Der Film ist ein handliches Arbeitsmittel für die Fachdienste (bedeutende Reduktion des Gewichtes im Vergleich zu den Endloslisten)
- Schneller Zugriff zu den Ergebnissen auf Film (das Blättern in grossformatigen, unhandlichen Listen fällt weg).

Die COM-Ausgabe scheint für grössere Datenmengen mit statischen Werten besonders geeignet zu sein.

Den Vorteilen stehen allerdings auch gewisse *Nachteile* gegenüber, wie:

- Anschaffungskosten für Betrachterstationen, wobei Fiche-Betrachter wesentlich billiger als Kassettenbetrachter sind
- Handschriftliche Korrekturen und Ergänzungen, wie sie bis heute auf den Listen angebracht werden konnten, sind auf Film nicht mehr möglich.

Beim Versuchsbetrieb mit COM geht es darum, Erfahrungen mit dieser Technik zu sammeln, damit sich deren Vor- und allfällige Nachteile rasch und auf breiter Basis erkennen lassen.

und Reflexschallanteile aus dem Aufnahme- raum amplituden- und richtungsgetreu sowie auch in ihrer relativen Laufzeitverteilung weitgehend naturgetreu zu reproduzieren, und zwar bei zugleich guter Schallverteilung im Raum.

Hinsichtlich dieser Kriterien bietet jedoch eine 4-Kanal-Übertragung, das heisst die Quadrophonie, bereits praktisch optimale Verhältnisse. Dazu trägt im wesentlichen der Umstand bei, dass der nutzbare Abhörbereich in der Höhe des Wiedergaberaumes stark eingeschränkt ist. Mit vier Übertragungskanälen und vier möglichst in der Hörebene des Wiedergaberaumes günstig platzierten Lautsprechern wird daher bereits ein Zustand erreicht, der durch Hinzufügung weiterer Übertragungskanäle nicht

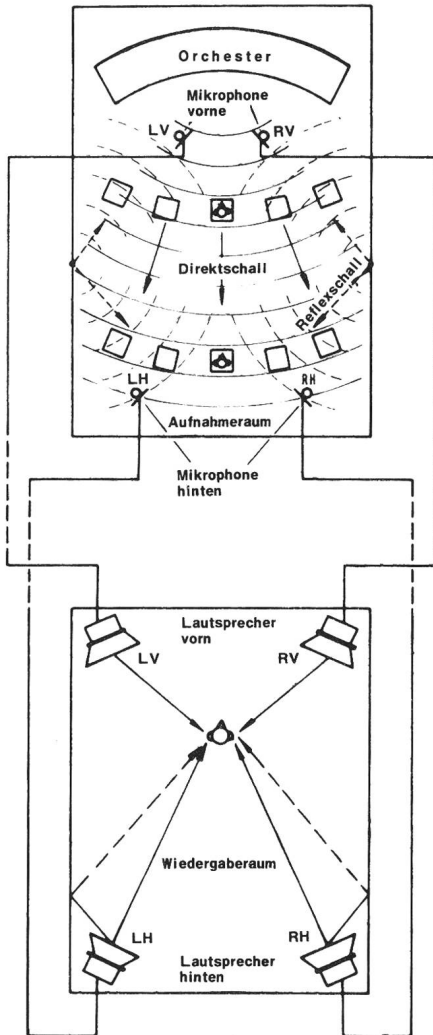


Fig. 1  
Prinzip der «diskreten» Quadro-Übertragung -  
Principe de la transmission quadrophonique  
«discrète»

- Orchester - Orchestre
- Mikrophone vorne - Microphones avant
- Direktschall - Onde directe
- Reflexschall - Onde réfléchié
- Aufnahmeraum - Local d'enregistrement
- Mikrophone hinten - Microphones arriére
- Lautsprecher vorne - Haut-parleurs avant
- Wiedergaberaum - Local de reproduction
- Lautsprecher hinten - Haut-parleurs arriére
- LV Links vorne - Gauche avant
- RV Rechts vorne - Droite avant
- LH Links hinten - Gauche arriére
- RH Rechts hinten - Droite arriére

mehr nennenswert verbessert werden kann [1]

Im Gegensatz zur zweikanaligen Stereo-übertragung, deren Aufnahmetechnik auf eine möglichst präzise und transparente Darstellung nur des Klangkörpers selbst

ausgerichtet ist, erfasst die quadrophone Aufnahmetechnik das Schallfeld des gesamten Aufnahmeraumes. Wiedergabeseitig wird daher nicht nur der Direktschall des Klangkörpers, sondern auch der für den Aufnahmeraum charakteristische Nachhall reproduziert, der bei konventioneller Stereotechnik durch den bekannten «Verdeckungseffekt» des menschlichen Hörempfindens so gut wie unhörbar bleibt.

## 2. Quadrophonie bei Tonband- und Schallplattenübertragung

Das Grundprinzip der «diskreten» Quadroübertragung, entsprechend der Darstellung in Fig. 1, wurde zuerst mit Hilfe

der 4-Spur-Tonbandtechnik verwirklicht. Technisch bestanden dabei die wenigsten Probleme, zumal die 4-Spur-Technik bei Tonbandgeräten bereits eingeführt war, ehe wesentliche Experimente mit «diskreter» Quadrophonie gemacht wurden. Diese boten sich vielmehr geradezu an, als sich die 4-Spur-Tonbandtechnik für zunächst 2x2 Kanäle durchsetzen konnte, da die Grenzen der Stereoübertragung an sich seit langem bekannt waren und zu zahlreichen Experimenten und Untersuchungen über wiedergabeseitige Verbesserungen mit Pseudo- und Quasi-Quadrophonie Anlass gegeben hatten (vgl. [2], [3], [4], [5]). Eine Übersicht der allgemeinen Übertragungsprinzipien zeigt Fig. 2.

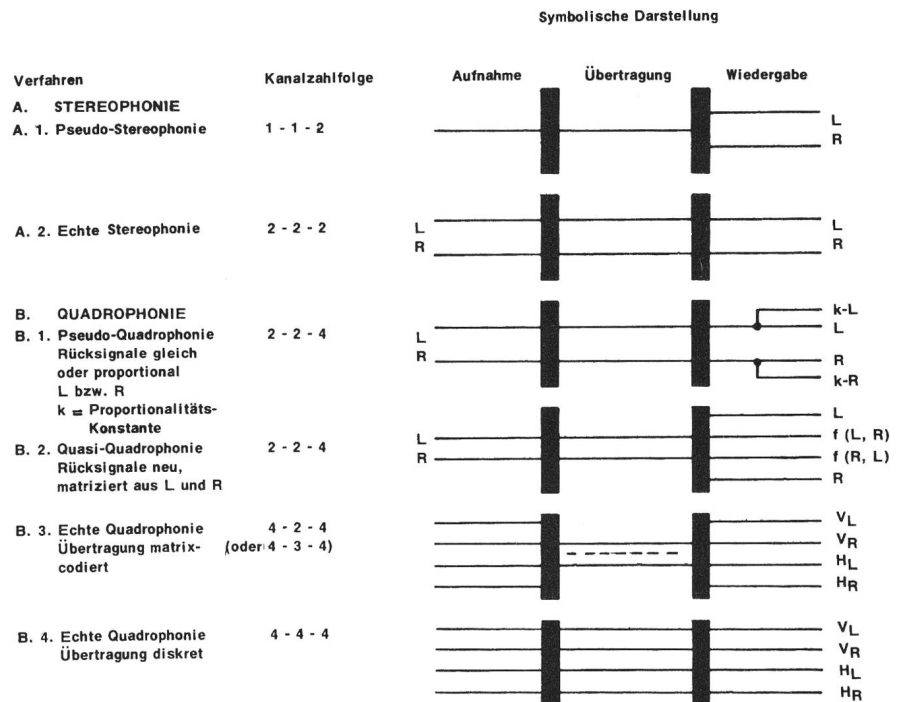


Fig. 2  
Übertragungssysteme für Stereophonie und Quadrophonie, Übersicht - Aperçu des systèmes de transmission pour stéréophonie et quadrophonie

Symbolische Darstellung - Représentation symbolique

- Verfahren - Procédé
- Kanalzahlfolge - Numéro successif des canaux
- Aufnahme - Enregistrement
- Übertragung - Transmission
- Wiedergabe - Restitution
- A Stereophonie - Stéréophonie
- A 1 Pseudo-Stereophonie - Pseudo-stéréophonie
- A 2 Echte Stereophonie - Stéréophonie vraie
- B Quadrophonie - Quadrophonie
- B 1 Pseudo-Quadrophonie. Rücksignale gleich oder proportional L(inks), beziehungsweise R(achts). k = Proportionalitätskonstante - Pseudo-quadrophonie. Signaux arrières égaux ou proportionnels à gauche (L

- ou à droite (R). k = constante de proportionnalité
- B 2 Quasi-Quadrophonie. Rücksignale neu, matriziert aus L(inks) und R(achts) - Quasi-quadrophonie. Signaux arrières matriciels de gauche (L) et droite (R)
- B 3 Echte Quadrophonie. Übertragung matrixcodiert - Quadrophonie vraie, transmission matricielle
- B 4 Echte Quadrophonie. Übertragung diskret - Quadrophonie vraie, transmission discrète
- L Links - Gauche
- R Rechts - Droite
- VL Vorne links - Gauche avant
- VR Vorne rechts - Droite avant
- HL Hinten links - Gauche arriére
- HR Hinten rechts - Droite arriére

Interessanterweise konnte jedoch die 4-Spur-Tonbandtechnik der Quadrophonie nicht zum Durchbruch verhelfen, obwohl, rein qualitativ betrachtet, hier alle wichtigen an eine elektroakustische Übertragungskette zu stellenden Forderungen (Frequenzbereich, Störabstand, Verzerrungsfreiheit, Kanaltrennung usw.) bestens erfüllt sind, und obwohl von mehreren aussereuropäischen Herstellern bereits entsprechende Geräte angeboten werden.

Offenbar ist, wie schon bei der Einführung der Stereotechnik, nur ein Tonträger in der Lage, die Entwicklung zu beschleunigen, nämlich die Schallplatte, der sich gegenüber dem Tonband neben guter Qualität und Preiswürdigkeit besonders durch das stets aktuelle Repertoire und die kurze Zugriffszeit auszeichnet.

Die zur Zeit noch ungeklärten Verhältnisse des verwendeten Übertragungs- beziehungsweise Speicherprinzips für die quadrophone Schallplatte stellten allerdings eine erhebliche Behinderung für die Einführung der Quadrophonie in Europa dar.

### 3. Echte Quadrophonie

Bekanntlich unterscheidet man innerhalb der durch vier getrennte Aufnahme- und Wiedergabekanäle gekennzeichneten «echten» Quadrophonie zwischen zwei Systemen, die das bei der Schallplatte anzuwendende Speicherprinzip entscheidend bestimmen, und zwar:

1. Die sogenannte Matrix-Übertragung (4-2-4) und
2. die diskrete Übertragung (4-4-4).

Bei der Matrix-Übertragung werden die vier primären, unabhängigen Aufnahmesignale in bestimmter Weise mit einer Codierschaltung zu zwei Sekundärsignalen kombiniert, die dann einfacher übertragen werden können als die ursprünglichen vier Signale. Mit Hilfe eines Decoders werden im Wiedergabegerät erneut die Signale dann weitgehend getrennt ([3], [6], [7]) (Fig. 3).

Die Codierung auf zwei Übertragungs- beziehungsweise Speicherkanäle (4-2-4) bietet eine Reihe von Vorteilen sowohl für die quadrophone Schallplatten- als auch für eine allfällige Rundfunkübertragung:

1. Sämtliche Abspielgeräte für Stereoschallplatten können unverändert und mit gleichen Qualitätsmerkmalen hinsichtlich der Stör-, Rausch- und Klirrabstände weiter benutzt werden.
2. Die Kompatibilität zur Stereotechnik ist gut zu verwirklichen, das heisst, matrixierte Quadro-Schallplatten können über eine konventionelle 2-Kanalanlage stereophon wiedergegeben werden. Ebenso

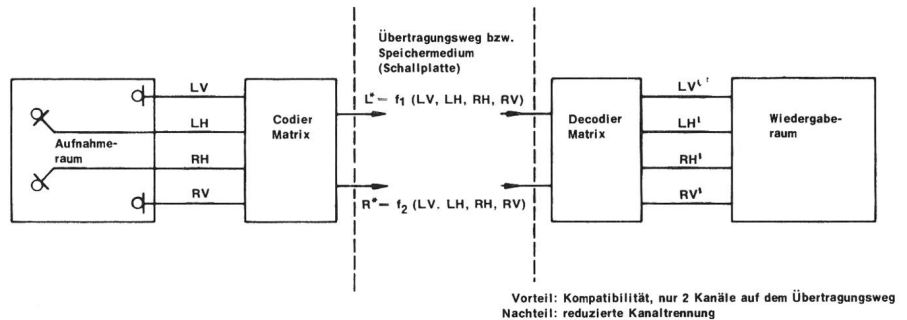


Fig. 3

Prinzip der Matrix-Codierung von vier Quadrosignalen auf zwei Übertragungs- beziehungsweise Speicherkanäle – Principe du codage matriciel de quatre signaux quadrophoniques sur deux canaux de transmission ou d'enregistrement

Aufnahmeraum – Local d'enregistrement  
Codiermatrix – Codeur matriciel  
Übertragungs- beziehungsweise Speichermedium (Schallplatte) – Canal de transmission ou support d'enregistrement (disque)  
Decodiermatrix – Décodeur matriciel  
Wiedergaberaum – Local de restitution  
LV Links vorne – Gauche avant  
LH Links hinten – Gauche arrière

RH Rechts hinten – Droite arrière  
RV Rechts vorne – Droite avant  
Vorteil: Kompatibilität, nur 2 Kanäle auf dem Übertragungsweg  
Avantage: Compatibilité, seulement 2 canaux sur la voie de transmission  
Nachteil: Reduzierte Kanaltrennung  
Inconvénient: Séparation réduite des canaux

können Stereo-Schallplatten über die 4-Kanalanlage reproduziert werden, wobei im allgemeinen sogar ein Qualitätsgewinn erzielt wird.

3. Für den Rundfunk sind – wenn man von den studioteknischen Investitionen absieht – übertragungsseitig keine zusätzlichen Aufwendungen erforderlich. Werden rundfunkseitig matrixcodierte Quadro-Schallplatten zweikanalig, das heisst stereophon übertragen, so können diese ohne zusätzliche Massnahmen über die 4-Kanalanlage quadrophon wiedergegeben werden, wenn das im Empfänger stereophon decodierte Signal zusätzlich auch den für die Quadro-Schallplattenwiedergabe vorgesehenen Matrix-Decoder durchläuft.
4. Matrixierte Quadro-Rundfunksendungen können auch mit zweikanaligen Stereotonbandgeräten aufgenommen und nach Passieren des Matrix-Decoders im Empfänger quadrophon wiedergegeben werden.
5. Matrix-Decoder lassen sich leicht umschaltbar ausführen, so dass sie gegebenenfalls auch für verschiedene Codiersysteme geeignet sind.

Den genannten Vorteilen steht auf der anderen Seite ein im Prinzip des Matrix-Verfahrens begründeter *Nachteil* gegenüber, nämlich eine zum Teil erhebliche Reduzierung der Kanaltrennung zwischen den vier Wiedergabekanälen, wobei die Werte bei den verschiedenen vorgeschla-

genen Codiersystemen Unterschiede aufweisen.

Um den dadurch bedingten Verlust an Auflösung zu verringern, der sich besonders für die Aufgaben der Effekt-Quadrophonie oder die Möglichkeiten der Neukomposition mit Rundumbeschallung qualitätsmindernd auswirkt, wurden sogenannte Logikschaltungen entwickelt, die das unerwünschte Übersprechen mit Hilfe von amplituden- oder phasengesteuerten Regelschaltungen in zulässigen Grenzen halten [8], [9]. (Fig. 4).

Beim System der «diskreten» Quadrophonieübertragung, wie sie in Figur 1 dargestellt ist, bleiben die vier aufnahmeseitigen Primärsignale auch auf dem Übertragungsweg und im Speichermedium (Schallplatte oder Tonband) praktisch vollständig getrennt (4-4-4), so dass zumindest theoretisch keine Informationsverluste oder Verfälschungen auftreten. Die Darstellung einer punktförmigen, räumlich eindeutig definierbaren Schallquelle an einem beliebigen Ort in der nutzbaren Hörzone des Wiedergaberaumes ist mit diesem System am besten möglich.

Aus der Vielzahl der besonders in den USA und Japan vorgeschlagenen und erprobten Systeme für die quadrophone Schallplatte sind bisher drei Verfahren zur Anwendung gelangt, so dass eine Entscheidung zugunsten des einen oder anderen nur langfristig vom Markt her erwartet werden kann: Das diskrete «CD 4»-System [10] (Fig. 5) sowie die beiden Matrixverfahren

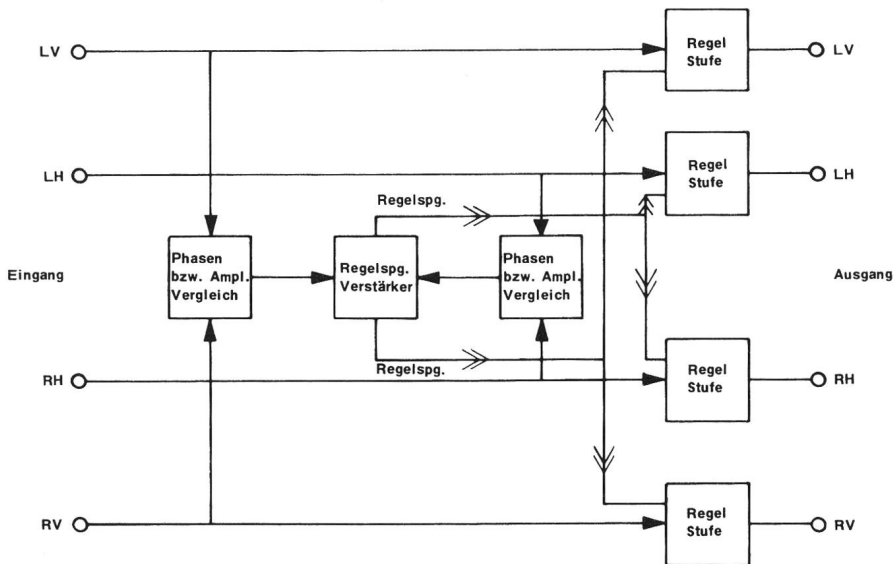


Fig. 4  
Funktion der Logikschaltung zur Reduzierung des Übersprechens bei 4-2-4 Matrixübertragung – Fonctionnement du circuit logique pour la réduction de la diaphonie dans la transmission matricielle 4-2-4

Regelstufe – Etage régulateur	Eingang – Entrée
Phasen- beziehungsweise Amplitudenvergleich – Comparaison de phase ou d'amplitude	Ausgang – Sortie
Regelspannungsverstärker – Amplificateur de tension de réglage	LV Links vorne – Gauche avant
Regelspannung – Tension de réglage	LH Links hinten – Gauche arrière
	RH Rechts hinten – Droite arrière
	RV Rechts vorne – Droite avant

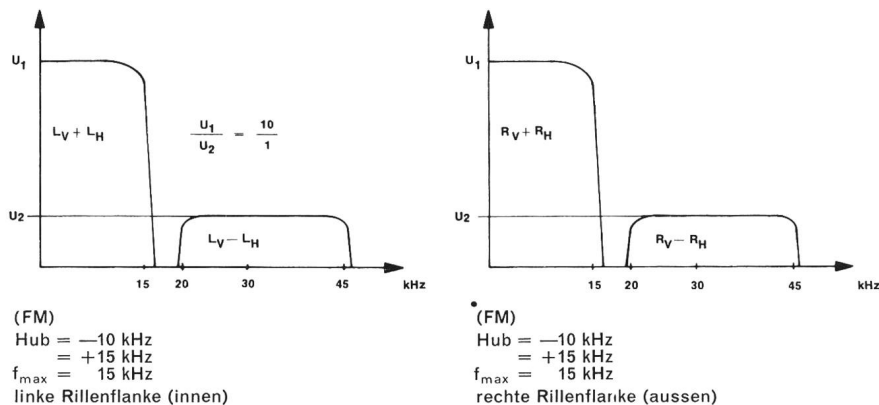


Fig. 5  
Signalverteilung beim «CD-4»-System 4-2-4 – Répartition des signaux dans le système «CD-4» 4-2-4

Linke Rillenflanke (innen) – Flanc gauche du sillon (intérieur)	Hub – Excursion de fréquence
Rechte Rillenflanke (ausen) – Flanc droit du sillon (extérieur)	LV Links vorne – Gauche avant
	LH Links hinten – Gauche arrière
	RV Rechts vorne – Droite avant
	RH Rechts hinten – Droite arrière

ren «SQ» (Fig. 6) [6] [7] [8] und «RM/QS» [9].

Ausser diesen am Markt bereits eingeführten Systemen verdient das von D. Cooper vorgeschlagene Universalmatrixsystem (UMX) Beachtung, das theoretisch die Vorteile des diskreten und des Matrixprinzips

vereinigt (Fig. 7). Dies geschieht in der Weise, dass in den beiden mit der Stereoinformation kompatiblen, niederfrequenten Hauptkanälen die quadrophonen Informationen matrixcodiert enthalten sind (BMX = 4-2-4), und dass zusätzlich zwei weitere schmalbandig frequenzmodulierte Hilfs-

trägerkanäle im Bereich von 24...36 kHz die Möglichkeit bieten, bei hochwertigen Geräten, je nach Ausnutzung nur einer (TMX = 4-3-4) oder beider (QMX = 4-4-4) zusätzlicher Informationen eine entsprechend verbesserte oder vollständige Kanaltrennung zu erreichen. Die Matrixcodierung in den beiden Hauptkanälen entspricht etwa der RM/QS-Codierung von Sansui. Trotz dieser anscheinend sehr günstigen Eigenschaften sind die Chancen für eine praktische Anwendung des UMX-Systems gegenwärtig gering, da die am Markt eingeführten drei Verfahren bereits genügend Verwirrung verursachen und sich alle Beteiligten wohl überlegen, ob eine weitere Verunsicherung verantwortet werden kann.

#### 4. Bemühungen um eine Normung (in der Bundesrepublik Deutschland)

Die aus dem Wettstreit der verschiedenen Systeme sich ergebenden Schwierigkeiten für die Einführung der Quadrophonie in Europa waren für die Fachverbände der gerätebauenden Industrie Anlass, im Oktober 1971 eine Arbeitskommission zu gründen, mit der Aufgabe, die Vor- und Nachteile der verschiedenen Systeme auf breiter Ebene, gemeinsam mit den Vertretern der Schallplattenindustrie und der Rundfunkanstalten, offen zu legen und zu diskutieren, um möglichst vor der Internationalen Funkausstellung 1973 einen einheitlichen Beschluss zu fassen und damit die Normung eines bevorzugten Systems zu erreichen. Als wesentliches Ergebnis wurde am 11. September 1972 eine von den Fachverbänden Rundfunk und Fernsehen [14] sowie Phonotechnik [26] gemeinsam verabschiedete «Stellungnahme zur Wahl eines Quadrophonie-Matrixsystems» veröffentlicht, in der den deutschen Geräteherstellern für die erste Phase die Anwendung des SQ-Matrixsystems empfohlen wird, nachdem für dieses System bereits Aufnahmen sowie auch attraktive Bauelemente verfügbar sind. Obwohl diese Stellungnahme vom deutschen Bundesverband der Phonographischen Wirtschaft leider nicht befürwortet wurde und somit eine Normung bisher nicht zustande gekommen ist, waren die Bemühungen insofern erfolgreich, als mit einer weitgehend einheitlichen Ausstattung der künftigen Quadrophoniegeräte aus deutscher Produktion zu rechnen ist.

#### 5. Situation beim Rundfunk

Gegenüber der Schallplatte erscheint eine Klärung der senderseitigen Probleme in noch weiterer Ferne. Das liegt einerseits daran, dass die Rundfunkanstalten ihren traditionellen Anspruch auf technischen Perfektionismus, wie er durch Anwendung des UKW-FM-Stereo-Verfahrens möglich



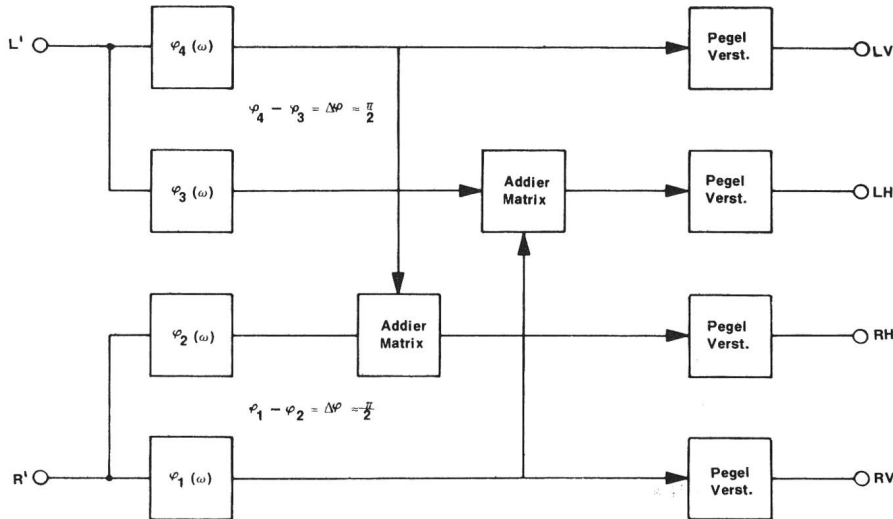


Fig. 6 Funktion des Matrix-Decoders beim «SQ»-System (4-2-4) – Fonctionnement du décodeur matriciel dans le système «SQ» (4-2-4)

Pegelverstärker – Amplificateur de niveau  
 Addiermatrix – Matrice d'addition  
 L Links – Gauche  
 R Rechts – Droite

LV Links vorne – Gauche avant  
 LH Links hinten – Gauche arrière  
 RH Rechts hinten – Droite arrière  
 RV Rechts vorne – Droite avant

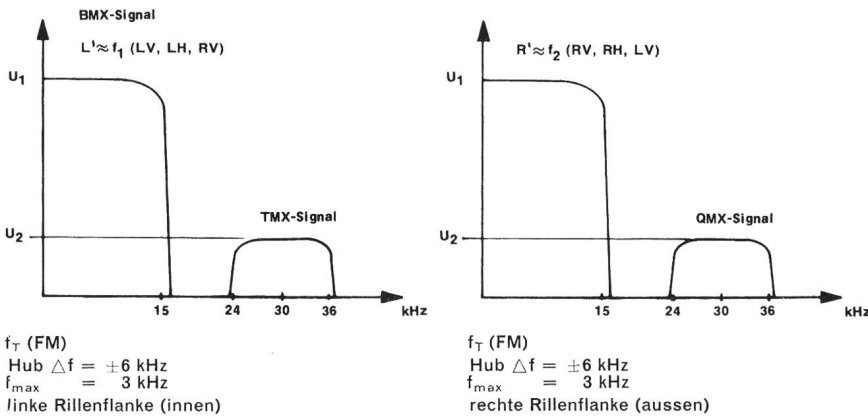


Fig. 7 Signalverteilung beim «UMX»-System für wahlweise 4-2-4 (BMX), 4-3-4 (TMX) oder 4-4-4 (QMX) Decodierung – Répartition des signaux dans le système «UMX» pour décodage 4-2-4 (BMX), 4-3-4 (TMX) ou 4-4-4 (QMX)

BMX-Signal – Signal BMX  
 TMX-Signal – Signal TMX  
 OMX-Signal – Signal OMX  
 Linke Rillenflanke (innen) – Flanc gauche du sillon (intérieur)

Rechte Rillenflanke (aussen) – Flanc droit du sillon (extérieur).  
 Hub – Excursion de fréquence

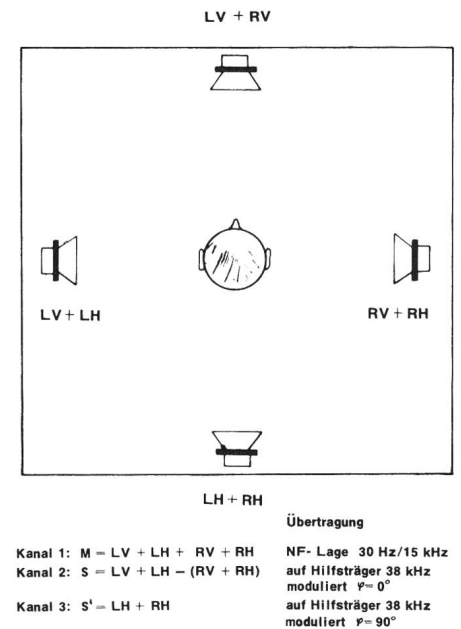
wurde, nicht gern durch ein kompromiss-behaftetes Quadrophonieverfahren in Frage stellen wollen. Auf der anderen Seite ist man sich aber darüber im klaren, dass ein diskretes 4-Kanalsystem mit zwei Hilfsträgern, wie es in den USA erprobt wird, im Gegensatz zu den dort bestehenden Verhältnissen, für Europa nicht annehmbar ist, weil der zusätzliche Verlust im Störabstand

von etwa 14 dB (37 dB gegenüber Mono) sowie die unzulässigen Störungen der in Betrieb befindlichen Stereoempfänger durch den zweiten Hilfsträger dieses verbieten.

Die verbleibende Alternative geht dahin, sich entweder doch einem 4-2-4-Matrixverfahren unter Inkaufnahme der reduzierten Kanaltrennung anzuschließen oder aber

auf ein 4-3-4-Matrixsystem auszuweichen, das durch Quadraturmodulation des derzeitigen 38-kHz-Hilfsträgers realisierbar erscheint. In dieser Richtung liegen bereits mehrere Vorschläge vor [11], [12], die es erlauben, die Vor-Rück-Kanaltrennung auf 10...12 dB zu steigern, und zwar ohne wesentliche Reduzierung der bei Stereo üblicherweise geforderten Links-Rechts-Kanaltrennung (Fig. 8).

Eine Entscheidung des Rundfunks wird wohl vom Verlauf des Wettstreits der verschiedenen Schallplattensysteme mit abhängen. Ausschlaggebend dürften aber die Ergebnisse der Untersuchungen sein, die



Übertragung  
 Kanal 1: M = LV + LH + RV + RH NF-Lage 30 Hz/15 kHz auf Hilfsträger 38 kHz moduliert  $\varphi = 0^\circ$   
 Kanal 2: S = LV + LH - (RV + RH) auf Hilfsträger 38 kHz moduliert  $\varphi = 90^\circ$   
 Kanal 3: S' = LH + RH auf Hilfsträger 38 kHz moduliert  $\varphi = 90^\circ$

Fig. 8 3-Kanal-Rundfunk-Quadroübertragung (4-3-4) für UKW, Codierung nach Mallon – Transmission quadrophonique sur 3 canaux radiophoniques (4-3-4) pour OUC, codage selon Mallon

Kanal 1, 2, 3 – Canal 1, 2, 3  
 Übertragung – Transmission  
 NF-Lage 30 Hz/15 kHz auf Hilfsträger 38 kHz moduliert  $\varphi = 0$ , auf Hilfsträger 38 kHz moduliert  $\varphi = 90^\circ$   
 Plage BF 30 Hz/15 kHz sur porteuse auxiliaire 38 kHz modulé  $\varphi = 0$ , sur porteuse auxiliaire 38 kHz modulé  $\varphi = 90^\circ$   
 RV Rechts vorne – Droite avant  
 LV Links vorne – Gauche avant  
 RH Rechts hinten – Droite arrière  
 LH Links hinten – Gauche arrière

von den Rundfunkanstalten selbst beziehungsweise in den zuständigen Instituten ausgeführt werden, deren Abschluss jedoch noch nicht zu übersehen ist.

## 6. Schlussbetrachtung

Die Vielzahl der vorgeschlagenen Systeme für die quadrophone Schallplatten- und Rundfunkübertragung ist bezeichnend für die technischen Schwierigkeiten, die immer dann auftreten, wenn unter Kompatibilitätsforderungen eine Systemerweiterung bezüglich der Anzahl der Übertragungskanäle angestrebt wird. Es erhebt sich zudem die Frage, ob es dem *Benutzer* einer komplizierten Quadrophonieanlage im Normalfall zuzumuten ist, die Einstellung der verschiedenen Regler und die Platzierung der Komponenten so zu treffen, dass er tatsächlich in den Genuss des möglichen technischen Fortschritts gelangt.

Genau hier liegt die Aufgabe der Entwickler, um im Zuge der technischen Weiterentwicklung Bedienungsvereinfachungen und wiederum Automaten zu schaffen, durch die grobe Fehlbedienungen verhindert werden, ohne die individuellen Möglichkeiten für den technisch und musikalisch versierten Hörer zu beschränken. Hier könnten zum Beispiel fest programmierte, durch Tasten wählbare Mittelwertstellungen sehr nützlich sein. Auch mit einer günstigen Zuordnung und Zusammenfassung der für die Quadrophonie zusätzlichen Regelorgane mit den bisher für die Stereo-version gebräuchlichen könnte die Handhabung so vereinfacht werden, dass der Durchschnittshörer zumindest keine zusätzliche Komplizierung empfindet.

## Bibliographie

- [1] *Steinke G.* Zur Entwicklung der Quadrophonie. Bericht 9. Tonmeistertragung 26.-29. Oktober 1972, Köln, S. 210...227.
- [2] *Keibs L.* Kompatibles Verfahren zur stereo-ambiofonen Aufnahme, Übertragung und Wiedergabe über 2 Kanäle. Franz. Patentschrift 1 301 105 - Cl. int. G 10j-G 10k, Anmeldung vom 21. 8. 1961.
- [3] *Schaaf A.* Einrichtung zur stereophonischen Wiedergabe. DAS 1 205 151, bek. gem. 18. 11. 1965.
- [4] Multisound - ein neues HiFi-Übertragungssystem. *Funkschau*, 1971, H. 17, S. 517.
- [5] *Williges H.* Quadrophonie - ja oder nein? *Funktechnik*, 1971, H. 16, S. 587...589 und H 17, S. 635...638.
- [6] *Scheiber P.* Quadrosonic Sound System. U.S. Patentschrift 3.632 886 v. 29. 12. 1969.
- [7] *Bauer B.B.* Verfahren und Vorrichtung zur Verteilung mehrkanaliger Informationen auf verschiedene Informationskanäle. DOS 2 126 432 v. 2. 3. 1972, Priorität USA 8. 6. 1970.
- [8] *Bauer B.B.* Vorrichtung zur Aufzeichnung und Wiedergabe von Informationen in Vierkanalstereophonie (Quadrophonie). DOS 2 126 480 vom 27. 1. 1972, Priorität USA 8. 6. 1970.
- [9] *Itoh R., Takahashi S.* The Sansui QS-Coding-System and a New Technique to Improve its Interchannel Separation Characteristic. 42. AES-Convention.
- [10] *Takahashi N.* System zur Aufzeichnung und/oder Wiedergabe von vier Signalkanälen auf einer Schallplatte. DOS 2 058 334 v. 9. 6. 1971, Priorität Japan 28. 11. 1969.
- [11] *Mallon D.* Verfahren zur Übertragung von drei oder vier NF-Signalen über UKW-Sender. *Funkschau*, 1972, H. 4, S. 117...119.
- [12] *Cooper D.H., Chiga T.* Discrete-Matrix Multichannel Stereo. *Journal of the Audio Engineering Society*, Juni 1972, S. 346...360.

## La quadrophonie, expérience ou progrès technique? <sup>1</sup>

### 1. Introduction

Plus on utilise de canaux de transmission, plus il est aisé de résoudre, par voie électro-acoustique, le problème que pose la reproduction d'un phénomène sonore spatial. Il n'est pas démontré qu'avec deux canaux seulement, comme ils sont utilisés dans la technique stéréophonique, on se soit approché à tel point des conditions optimales, qu'une augmentation du nombre des voies de transmission ne se justifie pas.

Théoriquement, on pourrait partir de l'hypothèse qu'une pièce d'audition, en l'occurrence une salle de séjour normale, est délimitée par six surfaces et huit angles. Pour restituer aussi fidèlement que possible, à l'écoute, les conditions sonores qui règnent dans le local de prise de son, il faudrait admettre que six ou huit canaux de reproduction constitueraient la solution idéale. Par analogie à la disposition des microphones dans le local de prise de son, on placerait six haut-parleurs dans la pièce, soit un au centre de chacune des surfaces de délimitation ou huit en tout, soit un dans chaque coin. Ainsi, on pourrait reproduire aussi naturellement que possible toutes les composantes de son direct ou réfléchi du local d'enregistrement et assurer une transmission fidèle, tant en amplitude qu'en direction et en ce qui concerne la répartition relative des temps de propagation; comme corollaire serait assurée une distribution homogène du son dans la pièce.

A l'égard de ces critères, la stéréophonie à quatre voies, c'est-à-dire la quadrophonie, offre déjà des conditions quasi idéales. Le fait que la plage de réceptivité utile est fortement limitée dans la hauteur du local d'écoute contribue notablement à cet état de choses. Lorsqu'on dispose de quatre canaux de reproduction et d'un nombre égal de haut-parleurs répartis aussi judicieusement que possible sur le plan de l'écoute, on atteint déjà un effet qui ne peut plus guère être sensiblement amélioré par l'addition d'autres voies de transmission [1].

A l'encontre de la stéréophonie à deux voies, où l'on se limite, lors de la prise de

son, à représenter de manière tangible et transparente la source sonore proprement dite, la technique d'enregistrement quadrophonique permet de saisir le champ acoustique de l'ensemble du local de prise de son. A l'audition, il est ainsi possible de ne pas limiter la reproduction à l'effet sonore direct produit par la source, mais de reproduire aussi le phénomène d'écho caractéristique du local, composante qui demeure pratiquement inaudible dans la technique stéréophonique conventionnelle, vu l'effet de masque affectant l'oreille humaine.

### 2. La quadrophonie retransmise par bandes magnétiques et par disques

Le principe de base de la transmission quadrophonique selon le procédé discret que montre la *figure 1*, a été réalisé pour la première fois à l'aide de la technique d'enregistrement sur bande magnétique à quatre pistes. Techniquement, ce moyen présentait peu de problèmes, vu que les magnétophones à quatre pistes existaient déjà avant que l'on fit des expériences fondamentales sur la quadrophonie en système discret. Ces bandes offrirent une solution toute trouvée, après que la technique des quatre pistes se fut tout d'abord imposée pour 2x2 canaux, vu que les limites de la transmission stéréophonique en soi étaient connues depuis longtemps et que des expériences et des recherches nombreuses avaient porté sur l'amélioration de la qualité de la reproduction grâce à des «pseudosystèmes» à quatre voies (Voir [2], [3], [4], [5]). La *figure 2* montre une vue synoptique des principes généraux de transmission. Fait curieux, la technique des bandes magnétiques à quatre pistes ne permit pas à la quadrophonie de s'imposer, bien qu'elle satisfît pleinement, du point de vue purement qualitatif, à toutes les exigences que l'on doit poser à une chaîne de transmission électro-acoustique (gamme des fréquences, rapport signal/bruit, absence de distorsions, séparation des canaux, etc.), et bien que de nombreux fabricants extra-européens eussent déjà offert des appareils compatibles avec cette technologie. Apparemment, on assiste au même phénomène que lors de l'introduction de la stéréophonie, où il fut prouvé qu'un seul support de modulation, à savoir le disque, était capable d'accélérer le développement. En effet, le disque offre, par rapport à la bande magnétique, en plus de sa bonne qualité et de son coût modeste, l'avantage d'un répertoire toujours actuel et d'un temps d'accès réduit aux enregistrements.

Cependant, la confusion qui règne actuellement au sujet du système de transmission et d'impression appliqué au disque stéré-

<sup>1</sup> Extrait d'une conférence tenue lors de la rencontre internationale des journalistes spécialisés, des 4/5 juin 1973, à Grassau. (Fig. p. 483...486.)

réophonique à quatre voies entrave sérieusement l'introduction de la quadrophonie en Europe.

### 3. Quadrophonie véritable

Comme on le sait, il y a lieu de faire la différence entre deux systèmes fondamentaux utilisés dans l'impression sur disques de la quadrophonie véritable, caractérisée par quatre canaux d'enregistrement et de reproduction séparés, à savoir

1. le système matriciel (4-2-4) et
2. le système discret (4-4-4).

Dans le système matriciel, les quatre signaux d'enregistrement primaires indépendants sont introduits dans un circuit de codage, où ils sont combinés, d'une façon déterminée, en deux signaux secondaires qui peuvent être transmis plus facilement que les quatre signaux primaires originaux. A l'aide d'un décodeur, ces signaux sont à nouveau séparés dans une large mesure par l'équipement de reproduction [3], [6], [7].

Le codage sur deux canaux de transmission et d'enregistrement (4-2-4) offre une série d'avantages, tant pour le disque stéréophonique à quatre voies que pour la retransmission éventuelle par voie radio-phonique:

1. Il est possible de continuer à utiliser tous les lecteurs de disques stéréophoniques, sans les modifier, aux mêmes standards de qualité, en ce qui concerne les reculs du bruit de fond et du souffle et le facteur de distorsion.
2. Il est facile de réaliser la compatibilité entre les disques stéréophoniques à quatre voies matriciels et les disques stéréophoniques à deux voies, c'est-à-dire que les disques quadrophoniques matriciels peuvent être reproduits stéréophoniquement sur un équipement conventionnel à deux canaux. Il est aussi possible de reproduire des disques stéréo par le biais de l'installation à quatre voies, ce qui se traduit en général par un gain de qualité.
3. En ce qui concerne la radiodiffusion, il n'est pas nécessaire – compte non tenu des investissements en matériel de studio – de mettre en œuvre des moyens supplémentaires du côté de l'émission. Si, en radiodiffusion, on diffuse sur deux canaux, c'est-à-dire en stéréophonie, des disques quadrophoniques codés selon le système matriciel, on peut les recevoir sans autre en quadrophonie sur une installation à quatre canaux, si le signal décodé stéréophoniquement par le récepteur traverse aussi le décodeur matriciel prévu pour la reproduction des disques quadrophoniques.

4. Les émissions de radiodiffusion en quadrophonie, codées selon le système matriciel, peuvent aussi être enregistrées sur des magnétophones stéréophoniques à deux voies et restituées en quadrophonie, après qu'on les a fait passer par le décodeur matriciel du récepteur.

5. Il est facile de réaliser des décodeurs matriciels commutables, si bien qu'il est possible de les utiliser, le cas échéant, pour divers systèmes de codage.

En revanche, le système matriciel présente un *inconvenient* qui contrebalance les avantages précités, à savoir une réduction parfois sensible de la séparation entre les canaux des quatre voies de reproduction. A ce propos, il convient de relever que les valeurs des divers systèmes de codage proposés diffèrent.

Pour diminuer la perte de définition qui en résulte et qui se fait sentir par une réduction de la qualité dans la quadrophonie à effets ou dans les possibilités de la nouvelle composition de l'environnement sonore, on a développé des circuits logiques qui maintiennent la diaphonie indésirable dans des limites admissibles, à l'aide de montages de régulation commandés en amplitude ou en phase (*fig. 4*) [8], [9].

Dans le système de transmission quadrophonique discret, ainsi qu'il est représenté à la figure 1, les quatre signaux primaires résultant de la prise de son restent pratiquement séparés (4-4-4) dans la chaîne de transmission et sur le support d'information (disque ou bande magnétique). Ainsi, il ne se produit pas de pertes d'informations ou d'altérations, du moins théoriquement. Ce système permet donc de représenter, mieux que tout autre, une source sonore punctiforme et de reproduire clairement sa définition spatiale dans la plage de réceptivité utile du local d'audition.

Parmi le grand nombre de systèmes de disques quadrophoniques proposés et testés, provenant en majeure partie des Etats-Unis et du Japon, trois procédés ont été appliqués jusqu'ici, si bien qu'une décision, quant au marché, en faveur de l'un ou de l'autre ne peut être attendue qu'à long terme. Il s'agit du système discret «CD 4» N° 10 (*fig. 5*) ainsi que des deux procédés matriciels «SQ» (*fig. 6*) [6], [7], [8] et «RM/QS» [9].

Outre ces systèmes déjà introduits sur le marché, le système matriciel universel (UMX) proposé par D. Cooper retient particulièrement l'attention, vu qu'il constitue théoriquement une synthèse des avantages offerts par les systèmes discrets et matriciels (*fig. 7*).

On parvient à ce résultat en ajoutant aux deux canaux principaux à basse fréquence,

compatibles avec la stéréophonie, les informations quadrophoniques sous forme d'un codage matriciel (BMX = 4-2-4). De plus, deux canaux porteurs auxiliaires en modulation de fréquence à bande étroite dans la plage de 24...36 kHz offrent, dans des appareils très perfectionnés, la possibilité d'utiliser l'une des informations supplémentaires (TMX = 4-3-4) ou les deux (QMX = 4-4-4) et d'obtenir ainsi une séparation des canaux améliorée en conséquence, ou complète.

Le codage matriciel des deux canaux principaux correspond à peu près au codage RM/QS de Sansui. Malgré les propriétés très favorables dont le système UMX semble disposer, ses chances de percer sur le marché sont actuellement faibles, vu que les trois autres procédés qui y ont déjà été lancés provoquent suffisamment de confusion et que tous les intéressés se demandent s'il est justifié d'introduire un nouveau facteur d'insécurité.

### 4. Efforts entrepris en vue d'une normalisation (en République fédérale d'Allemagne)

Vu la difficulté d'introduire la quadrophonie en Europe, en raison de la concurrence que se livraient les fabricants des divers systèmes, les associations professionnelles de l'industrie intéressée créèrent en octobre 1971 une commission de travail. Elles lui fixèrent pour objectif d'analyser et de débattre tout l'éventail des avantages et des inconvénients offerts par les différents systèmes, en accord avec les représentants de l'industrie phonographique et des institutions de radiodiffusion. Il s'agissait de parvenir, si possible avant l'exposition radiotechnique internationale de 1973, à une décision unitaire et d'adopter la normalisation d'un système préféré. Le résultat essentiel de ces débats fut un communiqué publié en commun le 11 septembre 1972 par les associations professionnelles de la radio et de la télévision [14] et celles de la technique phonographique [26] intitulé «Avis quant au choix d'un système de quadrophonie matriciel». Dans cet avis, les fabricants allemands d'appareils recommandaient, dans une première phase, l'emploi du système matriciel SQ, vu qu'on disposait déjà d'enregistrements et de composants intéressants qui reposaient sur ce procédé. Bien que cet avis n'ait malheureusement pas été approuvé par l'association fédérale allemande de l'industrie phonographique et que, de ce fait, une normalisation n'ait pas encore été réalisée à ce jour, les efforts furent couronnés de succès, en ce sens qu'on peut s'attendre une normalisation assez généralisée des

appareils de quadrophonie sortant des chaînes de production allemandes.

### 5. Situation sur le plan de la radiodiffusion

Comparée à la situation sur le plan du disque, celle qui règne dans le domaine de la radiodiffusion sera encore plus longue à se préciser. Cela tient, d'une part, au fait que les institutions de radiodiffusion ne sont pas disposées à mettre en question leur réputation traditionnelle de perfection technique, acquise grâce au procédé de stéréophonie en modulation de fréquence sur OUC, par l'introduction d'un système de quadrophonie chargé de compromis. D'autre part, on se rend bien compte, qu'à l'encontre des conditions qui règnent outre-Atlantique, un système discret à quatre canaux et deux porteuses auxiliaires, comme celui qui fait l'objet d'essais aux Etats-Unis, n'est guère acceptable en Europe. En effet, la diminution supplémentaire d'environ 14 dB dans le recul de bruit (37 dB par rapport au système mono-canal), ainsi que les perturbations inadmissibles des récepteurs stéréophoniques en service par la deuxième porteuse auxiliaire l'interdisent.

L'ultime alternative consiste donc à opter soit pour un procédé matriciel 4-2-4 en

s'accommodant de la séparation réduite des canaux, soit à choisir le système matriciel 4-3-4 dont la réalisation semble possible grâce à la modulation quadratique de la porteuse auxiliaire actuelle à 38 kHz. Plusieurs propositions ont déjà été faites dans ce sens [11], [12], qui permettraient de porter la séparation canal avant – canal arrière à 10...12 dB, sans réduire sensiblement le taux de séparation canal gauche – canal droit généralement exigé en stéréophonie (fig. 8).

Il est probable que la décision des institutions de radiodiffusion dépendra de l'évolution de la situation ambiguë qui règne dans le domaine des différents systèmes de disques. Seront sans doute déterminants les résultats des enquêtes menées par ces institutions, c'est-à-dire dans les établissements compétents et dont les conclusions ne peuvent encore être prévues.

### 6. Conclusion

Le nombre élevé des systèmes proposés pour la reproduction quadrophonique de disques et d'émissions de radiodiffusion caractérise bien les difficultés techniques qui surgissent toujours lorsqu'on tend à développer un système lié à des exigences

de compatibilité et qu'il faut augmenter le nombre des canaux de transmission.

D'autre part, il y a lieu de se demander si l'on peut attendre de l'utilisateur d'une installation de quadrophonie compliquée, qu'il règle les différents potentiomètres et place les enceintes de manière à jouir vraiment du progrès technique possible.

C'est précisément là que réside la tâche des ingénieurs de développement, qui, au cours du processus de perfectionnement technique, sont appelés à créer des dispositifs automatiques capables de simplifier l'emploi des appareils et d'empêcher les grossières fautes de réglage. Cela ne devrait cependant pas limiter les possibilités individuelles de l'auditeur versé dans la technique et dans la musique. En l'occurrence, des valeurs moyennes de réglage à sélection par touches, et programmées à demeure, pourraient se révéler très utiles. D'autre part, on pourrait simplifier considérablement l'emploi des équipements en groupant les boutons ou les curseurs de réglage additionnels nécessaires en quadrophonie de manière à les placer près de ceux qui étaient usuels jusqu'ici en stéréophonie à deux voies, de sorte que l'auditeur moyen n'éprouve pas le sentiment de complications supplémentaires.

## LASER 73

621.375.826:061.3

Opto-électronische Systeme, ihre Anwendung in Wissenschaft und Industrie war das Thema einer erstmals durchgeführten Fachveranstaltung, die vom 4. bis 7. September 1973 unter der Bezeichnung Laser 73 in München stattfand. Im Rahmen eines umfassenden Programmes wurden in Tagungen, Seminarien und einer Ausstellung eine ausführliche Übersicht über den Stand der Technik, das Angebot an Geräten und die Trends der Entwicklung der Laser-Strahlungsquellen und deren Anwendungen behandelt.

Am 7. Juli 1960 gab Dr. T.H. Maiman auf einer Pressekonferenz in New York bekannt: «Zum erstenmal in der Geschichte steht eine Quelle von kohärentem Licht zur Verfügung...» So erfuhr die Welt von einer epochalen Erfindung, dem Laser.

Die hervorragenden Eigenschaften der neuen Lichtquelle ermöglichten eine explosionsartige Entwicklung, und heute befinden sich in der ganzen Welt viele auf der Anwendung des Lasers beruhende Geräte in Vorbereitung, in Serienfertigung oder bereits in Benutzung.

### 1. Laser-Technologie – vielversprechender Bereich der internationalen Zusammenarbeit

Die französische Zeitschrift «Match» schrieb in einem grossen Laser-Bericht: «...Aus dem 'Rayon de la mort' ist ein 'Rayon de vie' geworden...» Mit diesem Satz dürfte die sprunghaft zunehmende Anwendung des Lasers und anderer Entwicklungen der Opto-Elektronik für friedliche Zwecke eindeutig charakterisiert sein.

Mit hervorragenden Eigenschaften empfiehlt sich der Laserstrahl als nützlicher Helfer des Menschen bei vielen Aufgaben. Die Laser emittieren elektromagnetische Wellen in einem äusserst schmalen Frequenzband. Sie wirken dabei ungefähr wie Radiosender. Während deren Wellen in Metern und Zentimetern gemessen werden, sind Lichtwellen Mikronbegriffe. Daher kann ein Laserstrahl eine viel grössere Informationsmenge tragen. Beispielsweise können theoretisch mit einem einzigen Laserstrahl gleichzeitig einige Hunderttausend Fernsehsendungen übertragen werden.

Laser strahlen ein beispiellos scharf gebündeltes Licht ab, und die Strahlung kann so streng parallel sein, dass die Energiekonzentration im Lichtfeld eine unglaubliche

Höhe erreicht. Zudem wirken Laser auch als eigenartige Kondensatoren: Vollgetankt mit Energie entladen sie sich im Bruchteil einer Sekunde. Dabei kommt es zu einem so mächtigen Lichtstoss, dass kein einziger Werkstoff ihm standhalten kann.

Diese Eigenschaften machten Laser zum bearbeitenden, messenden und sogar chirurgischen Instrument, das immer weitere Anwendung findet. Mit dem Laserstrahl können überharte Werkstoffe gebohrt und geschnitten, Teile kontrolliert, Schweissarbeiten in aggressiven Medien und im Vakuum durchgeführt werden. Die Entdeckung der Laser gab auch einen mächtigen Impuls zur Entwicklung der Holographie, einer besonderen Methode zur «Aufzeichnung» und späteren Reproduktion von Raumbildern. Mit Hilfe dieser Methode würde man wahrscheinlich das Stereofernsehen entwickeln können.

Auch bei Experimenten im Weltraum fanden auf der Anwendung des Lasers beruhende Geräte ihren fruchtbaren Einsatz. Der von der französischen Firma Sud-Aviation gebaute Lichtreflektor, installiert auf dem sowjetischen Mondmobil Lunochod 1 hat es ermöglicht, die Entfernung zum Mond mit nie dagewesener Genauig-

keit zu messen: Die Differenz dürfte nicht grösser als 1,5 m sein. Einen ähnlichen Erfolg konnte auch die Gruppe von Mitarbeitern des Lebedew-Institutes aus der UdSSR mit ihrem Winkelreflektor erringen, den das amerikanische Raumschiff Apollo 15 auf den Mond beförderte.

In internationalen Fachtagungen wurden die Möglichkeiten erörtert, Laseranlagen zur thermonuklearen Synthese zu entwickeln. Erfolgsmeldungen kamen bereits aus dem Lebedew-Institut, aus Limeil (Frankreich), Albuquerque (USA) und neuerdings auch aus dem Plasma-Institut von Nagoya (Japan).

Übereilte Prognosen und gefühlsbetonte Voraussagen der ersten Jahre wurden inzwischen durch praktische Anwendungsbeispiele in Industrie und Forschung zu realen Aussichten korrigiert. Jedoch die Palette der Anwendungsmöglichkeiten blieb ungeheuer breit, vom Schneidwerkzeug in Textil- und Kartonagenfabriken bis zur Idee des NASA-Fachmannes Mr. Abraham Hertzberg über die mit Hilfe des Lasers drahtlose Energieübertragung.

Die Ergebnisse der ersten Schritte berechneten zu Hoffnungen, dass die Lasertechnologie zum vielversprechenden Bereich der internationalen Zusammenarbeit werden kann. Der kontinuierliche Erfahrungsaustausch auf internationaler Ebene zwischen Forscher, Hersteller und Anwender bleibt dabei die wichtigste Voraussetzung.

## 2. Entwicklung der Laserstrahlungsquellen

Verglichen mit der Entwicklung der Rundfunk-, Radar- und Computertechnik entwickelte sich seit 1960 die Opto-Elektronik mit Laser und die auf diesem Gebiet entstandene Technologie explosionsartig.

Neue Methoden der Anregung gasförmiger Lasermedien und der Umsetzung von chemischer Energie in Laserstrahlung haben u.a. zu extrem hohen Emissionsleistungen geführt, eine Entwicklung, die nicht zuletzt durch das hochgesteckte Fernziel der Energiegewinnung durch laserinduzierte, kontrollierte Kernfusion herausgefordert wurde.

Einen vielversprechenden Weg zur Bedeckung des UV-Spektrums mit Laserlinien zeigen kürzlich durchgeführte Experimente mit Frequenzvervielfachung von Laserstrahlung. Darüber hinaus ist die Verwirklichung eines Röntgen-Lasers Gegenstand wissenschaftlicher Diskussionen und experimenteller Bemühungen.

Die Entwicklung der Laserdioden, der vielseitig verwendbaren Miniaturlaser für das Infrarotgebiet, brachte neue Fortschritte, von denen der Abstimmbarkeit

der Emissionswellenlänge besondere Bedeutung zukommt.

Frequenzvariable Laser, wie Laserdioden, parametrische Oszillatoren, spin-flip-Ramanlaser und nicht zuletzt Farbstofflaser sind zu wichtigen Forschungshilfsmitteln in der Spektroskopie und der Umweltforschung geworden.

## 3. Laser in der Nachrichtentechnik

Die Nachrichtentechnik darf wohl als eines der Gebiete angesehen werden, auf denen der Laser seine grösste wirtschaftliche Bedeutung erlangen wird. Diese Aussage stützt sich auf jüngste Forschungsergebnisse und Entwicklungen, die Lichtkabel zur Nachrichtenübertragung in greifbare Nähe rücken.

Kernstück dieser Lichtkabel sind haarfeine Glasfasern, die mit Nachrichtenmoduliertes Licht leiten können. Solche Lichtkabel stehen den heute üblichen Kupferleitungen an Flexibilität in nichts nach; ihre Übertragungskapazität aber ist unvergleichlich höher: 10 000 ... 20 000 Ferngespräche gleichzeitig in einer einzigen Glasfaser zu übertragen, wird als durchaus realistisch angesehen.

Als Sender zur Speisung dieser Lichtkabel sind Laser erforderlich, wobei dem sogenannten Halbleiter-Injektionslaser eine Favoritenrolle zukommt. Die Gründe hierfür sind seine geringen Abmessungen – weit unter einem Millimeter – und seine Fähigkeit, einen eingepprägten Strom direkt in Laserstrahlung umzuwandeln. Dabei folgt die Lichtabstrahlung in ihrem zeitlichen Verlauf dem eingepprägten Strom bis zu extrem hohen Frequenzen, so dass zu übertragende Signale dem Licht leicht aufmoduliert werden können.

## 4. Laser in der Messtechnik

Bei den wachsenden Qualitätsansprüchen in der Industrie sowie bei der Entwicklung von neuen Maschinen und Werkstoffen erscheint es immer dringlicher, genauere Messmethoden zu entwickeln. Vor einigen Jahrzehnten lag im Maschinenbau die geforderte Messgenauigkeit im Bereich von 1/100 bis 1/10 Millimeter, heute wird bereits eine Genauigkeit von 1/1000 mm gefordert.

Ähnlich sind die Verhältnisse bei der Entwicklung von zerstörungsfreien Prüfverfahren. In vielen Bereichen ist man aus technischen und finanziellen Gründen darauf angewiesen, Bauteile bis an ihre Belastungsgrenze auszulegen; dies setzt aber eine einwandfreie Qualität der Bauteile und damit eine zerstörungsfreie Prüfung voraus.

Durch die Erfindung des Lasers wurden viele neue Messmethoden ins Leben ge-

rufen. Der grosse Vorteil dieser optischen Messmethoden ist die berührungslose Messung; bei einigen Messverfahren ist es die bildmässige, flächenhafte Information und vor allem die grosse Genauigkeit im Bereich von einer Lichtwellenlänge, also ungefähr 1/2000 mm. So wird beispielsweise im Maschinenbau der Laser für Entfernungsmessungen wirtschaftlich eingesetzt. Die fahrbaren Tische von Werkzeugmaschinen werden von Lasergeräten auf 1/1000 mm genau gesteuert. Die optische Geschwindigkeitsmessung beginnt sich in der Verfahrenstechnik einen Markt zu erobern.

Ein breites Anwendungsgebiet für die Technik bietet die Holographie, mit der bildmässig die Verformung von beliebigen Bauteilen gemessen werden kann. So wird diese Methode beispielsweise von Automobilherstellern zum Messen der mechanischen Stabilität an Motorbauteilen oder zum Studium der Körperschallübertragung von Karosserieteilen benutzt. Damit wird durch die Lasertechnik die Lärmbelastung der Fahrzeuginsassen und der Umwelt gemindert.

In der zerstörungsfreien Werkstoffprüfung wird die Holographie vor allem bei solchen Werkstoffen, bei denen konventionelle Prüfverfahren (Röntgen- oder Ultraschallprüfung) problematisch sind, angewandt. So bei Gummi, Kunststoffen, Verklebungen, aber auch metallischen Werkstoffen. Es können beispielsweise Reifenpannen, das Reißen von Motoraufhängungen in Autos, Rohrbrüche usw. durch eine zerstörungsfreie holographische Werkstoffprüfung insofern vermieden werden, als sich schlechte Teile von allem Anfang an aussondern lassen. Die Prüfgeräte sind teilweise bereits so weit entwickelt, dass hundertprozentige Produktionskontrollen wirtschaftlich durchführbar sind.

## 5. Laser in der Datentechnik

Die Möglichkeit der Holographie, der Speicherung und Wiedergabe von räumlichen Bildern und Daten, wurde erst durch den Laser nutzbar. Mit Lichtbündeln kann Information in sehr hoher Dichte transportiert, gespeichert und – innerhalb gewisser Grenzen – verarbeitet werden; theoretisch finden in jedem Quadratcentimeter des Strahlquerschnitts 100 Millionen bit Platz, da je bit nur eine Fläche von der Grösse einer Lichtwellenlänge im Quadrat benötigt wird. Laserlicht im besonderen ermöglicht die Anwendung des Prinzips der Holographie, das für die optische Datentechnik dominierende Bedeutung erhalten hat.

Veränderung der Information im Sinne einer Verarbeitung ist dadurch möglich, dass im Zuge der Ausbreitung des Lichtes

ein definiertes Ineinanderlaufen aller Teile der Welle durch Beugung erfolgt, und dass Intensität und Gestalt der Welle durch optische Elemente wie Linsen und Prismen bis hin zu Hologrammen kompliziertester Struktur verändert werden können. Die bisher bekanntesten Anwendungen sind die Gewinnung äusserst scharfer Radarbilder aus elektronisch gewonnenen Filmaufzeichnungen und die schnelle automatische Erkennung gesuchter Objekte, zum Beispiel Fingerabdrücke gesuchter Personen, aus umfangreichen Bildarchiven.

Von noch grösserer Bedeutung versprechen die Anwendungen von Lasertechnik und Holographie auf die Speicherung von Information zu werden. Grundsätzlich speichert man dadurch mit Licht, dass man jedem bit einen scharf konzentrierten Brennpunkt eines Lichtstrahls zuordnet und eine grosse Zahl solcher Brennpunkte dicht an dicht auf lichtempfindlichem Material, z.B. Film, aufzeichnet. Dabei wird das Verfahren der Holographie bevorzugt angewandt, bei dem über die gesamte Speicherfläche gleichmässig ausgebreitete Interferenzfelder solcher Punktquellen aufgenommen werden. Gegenüber einem Speichern der Punkte direkt auf dem Film ergeben sich dadurch stark verringerte Toleranzanforderungen sowie Immunität gegen Kratzer und andere Störungen des Films.

Holographische Speicherverfahren bieten erstmals die Möglichkeit, Speicher sehr grosser Kapazität ohne Mechanik, das heisst mit sehr schnellem Zugriff zur ge-

speicherten Information mit wirtschaftlichem Aufwand zu verwirklichen. Heute sind bereits alle Grundlagen für Festwertspeicher erarbeitet. Ein noch lohnenderes Ziel sind löschbare Grossspeicher, auf die sich jetzt die Forschung konzentriert. Sie könnten eines Tages die langsamen magnetischen Speicher in heutigen Rechenzentren ersetzen.

## 6. Bauelemente – in Tagung und Ausstellung

Das Tagungsprogramm und das Ausstellungsangebot der Laser 73 waren thematisch aufeinander abgestimmt. Somit bot diese spezialisierte Veranstaltung eine gute Grundlage für den Gedanken- und Erfahrungsaustausch zwischen Wissenschaftlern, Herstellern und Anwendern.

Laser 73 brachte ein bemerkenswertes Angebot von Rohmaterial über optoelektronische Bauelemente und Laserhalbleiter, weiter über Displaybaugruppen, über verschiedene Lasergeräte und deren Anwendung bis zu Systemen mit Lasern, was einen Überblick über den derzeitigen Stand der Wissenschaft gewinnen half.

Zur Themengruppe Bauelemente gaben sowohl das Symposium als auch die Ausstellung ein umfassendes Bild des Standes der Technik, und zwar auf folgenden zwei Gebieten:

- I. Opto-elektronische Bauelemente
- II. Laser-Halbleiter

Bei den opto-elektronischen Bauelementen wurden ebenso emittierende wie licht-

aufnehmende Elemente gezeigt. Hierbei kommen sowohl Anwendungen im Bereich des sichtbaren Lichts als auch in den infraroten oder ultravioletten Bereichen zur Demonstration. Auch wurden integrierte Baugruppen zur opto-elektronischen Signalübertragung gezeigt. Einen breiten Raum nahmen die anzeigenden Bauelemente, etwa Lichtemissionsdioden, in verschiedenen Fassungen, Leuchtfarben und Leuchtsymbole ein.

Ein besonders interessantes und erst vor kurzem herausgebrachtes Bauelement ist die Photodiodenmatrix oder das Photodioden-Array. Dieses gestattet die Bildaufnahme ohne Aufnahmeröhre sowie die digitale Zergliederung von Bildinhalten, wobei die einzelnen Photodioden von einem integrierten Schieberegister abgefragt werden.

Die Laserhalbleiter unterscheiden sich von den vorher erwähnten optoelektronischen Bauelementen unter anderem durch ihr monochromatisches Verhalten. Hier werden insbesondere Laserdioden für Impulsbetrieb und für Dauerstrichbetrieb auch bei Raumtemperatur vorgeführt. Auch diese Laserdioden können in Arrays zusammengefasst sein, wobei hier die Zusammenfassung jedoch im Parallelbetrieb, zwecks Erreichung höherer Impulsleistungen, erfolgt. Zu den gezeigten Laserdioden gehören auch deren speziell ausgelegte Impulsgeneratoren.

(Ko. nach Pressedienst Laser 73)

## 50 Jahre «Unterhaltungsrundfunk» in Deutschland

Gerhard GOEBEL, Darmstadt

Zum diesjährigen Jubiläum des Rundfunks in Deutschland am 29. Oktober gibt die Deutsche Bundespost eine Gedenkmarke «50 Jahre deutscher Rundfunk» nach einem Entwurf des Düsseldorfer Graphikers Paul Froitzheim heraus. Die Marke zeigt einen charakteristischen Heimempfänger aus dem Jahre 1923: in der Mitte das «Telefunken G», einen einfachen Audionempfänger mit einer vom Abstimmkondensator zwangsläufig gesteuerten Rückkopplung, rechts den Niederfrequenzverstärker «Telefunken C», links den Hochfrequenzverstärker «Telefunken K». Die gleiche, im Volksmund «Telefunken-D-Zug» genannte Gerätekombination wurde damals – nur in andersfarbigen Holzkästen – auch von den Firmen AEG sowie Siemens & Halske AG geliefert.

Noch ehe der Rundfunk in Deutschland das erste Programm ausstrahlen konnte, war er Gegenstand heftigster Diskussionen um die möglichen Einflüsse von Machtgruppen, Parteien und Behörden, und bis zum heutigen Tag sind die Auseinandersetzungen um Zuständigkeiten nicht ganz abgeklungen, ein Umstand, der die rationelle Entwicklung mehr als einmal gehemmt hat.

Dr. Hans Bredow, Staatssekretär im Reichspostministerium und ehemaliger Telefunken-Direktor, hatte 1920 ein alle grösseren deutschen Städte umspannendes «Reichsfunknetz» für die telegraphische Übermittlung von Pressetelegrammen und Wirtschaftsnachrichten geschaffen, auf dem auch «Blitzfunktelegramme» des öffentlichen Dienstes zu erhöhter Gebühr mit einer Laufzeit von nur 15 Minuten befördert wurden. Am 1. September 1922 ersetzte die Deutsche Reichspost diesen telegraphischen «Rundfunk» durch einen regelmässigen, gebührenpflichtigen funk-

telephonischen «Wirtschafts-Rundspruchdienst» für etwa 1000 ausgewählte Abonnenten.

Gegen eine allgemeine Freigabe des Funkempfangs für jedermann bestanden damals in Deutschland noch schwerwiegende militärische und innenpolitische Bedenken; selbst in Postkreisen befürchtete man daraus eine potentielle Verletzung des Telegraphengeheimnisses. Erst im Sommer 1923 hatte sich die politische Lage in Deutschland so weit gefestigt, dass Bredow den von ihm seit langem geplanten «Unterhaltungsrundfunk» verwirklichen konnte. Er teilte das Reichsgebiet entsprechend seiner staatspolitischen und kulturellen Struktur – freilich auch im Blick auf die geringe Antennenleistung der damaligen Telephoniesender – in neun Bezirke ein; in jedem errichtete und betrieb die Post einen Sender von meist 0,25 kW Trägerleistung. Das Programm lieferte eine in jedem Sendebezirk mit privatem Kapital gegründete Rundfunkgesellschaft, bei-

spielsweise die «Funkstunde AG» in Berlin, die «Nordische Rundfunk AG» (Norag) in Hamburg oder die «Ostmarken-Rundfunk AG» (Orag) in Königsberg. 1925 schlossen sich die regionalen Sendegesellschaften – mit Ausnahme der «Deutschen Stunde in Bayern GmbH» – zur Bearbeitung gemeinsamer Verwaltungsaufgaben in einer Dachorganisation, der «Reichs-Rundfunk-Gesellschaft» (RRG), zusammen.

Unter der nationalsozialistischen Regierung wurde von 1933 an der Rundfunk völlig zentralisiert. Die privaten Rundfunkgesellschaften mussten aufgelöst werden; die Funkhäuser wurden als «Reichssender» der RRG als dem ausführenden Organ des Reichsministeriums für Volksaufklärung und Propaganda unterstellt. Die Sender mit einer Gesamtträgerleistung von 4012 kW (1944) wurden weiterhin von der Reichspost errichtet und betrieben. Das von der

RRG unter Leitung eines «Reichs-Intendanten» produzierte «Reichsprogramm» nahm schliesslich etwa 80% der Sendezeit ein.

Nach der Kapitulation Deutschlands im Jahre 1945 wurden die von den Alliierten beschlagnahmten Rundfunksendeinrichtungen zunächst von den Besatzungsbehörden als «Sender der Militärregierung» weiterbetrieben, bis sie von 1948 an wieder in die Hände deutscher, durch Verordnung der Militärregierung oder durch Ländergesetz geschaffener regionaler «Rundfunkanstalten des öffentlichen Rechts» übergingen, welche die Sendeanlagen der Post entschädigungslos übernahmen, erweiterten und ein engmaschiges UKW-Sendernetz aufbauten.

Durch Urteil des Bundesverfassungsgerichts vom 28. Februar 1961 wurde schliesslich die Funkhoheit des Bundes auch für

die sendetechnische Seite des Rundfunks bestätigt. Für die 1960 durch Bundesgesetz geschaffenen öffentlich-rechtlichen Rundfunkanstalten des Bundesrechts, den «Deutschlandfunk» und die «Deutsche Welle», die das europäische und das aussereuropäische Ausland über das Geschehen in der Bundesrepublik Deutschland unterrichten sollen, werden die Sender wieder von der Deutschen Bundespost errichtet und betrieben.

In der Deutschen Demokratischen Republik (DDR) ist die Deutsche Post auch für die Studioteknik des Rundfunks verantwortlich, während die Programmgestaltung in den Händen des Staatlichen Komitees für Rundfunk liegt.

*Adresse des Autors:* Gerhard Goebel, Dipl.-Ing., Friedrich-Ebert-Strasse 6, D-6100 Darmstadt-Eberstadt.

## Die sowjetischen Fernmelde-Satelliten «Molnija»

Augustin DITL, Prag

Die Sowjetunion verfügt seit Oktober 1967 über ein nationales Fernmelde-netz mit Satelliten. Dieses wird laufend erweitert und verbessert. Es umfasst zwei Satelliten des Typs «Molnija» (Fig. 1), die in stark elliptischen Bahnen mit einer Umlaufzeit von 12 Stunden die Erde umkreisen. Die Bahnen sind um 60° gegen den Äquator geneigt, und die Satelliten schweben im Apogäum über dem Gebiet der UdSSR. In diesem ist

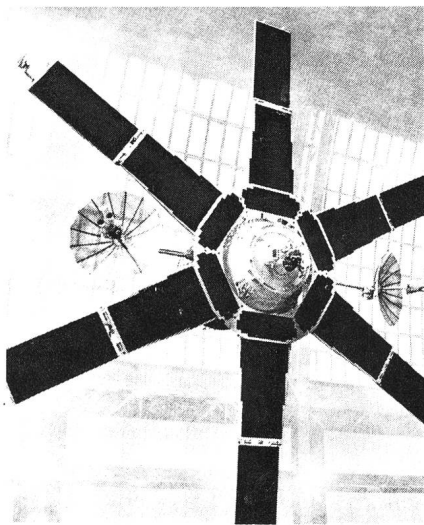


Fig. 1 Molnija-Fernmeldesatellit mit seinen sechs typischen Sonnensegeln, die die Photozellen zur Umwandlung der Sonnen- in elektrische Energie tragen

die Winkelgeschwindigkeit des Satelliten gering, da sie umgekehrt proportional zur Entfernung des Satelliten vom Erdmittelpunkt ist. Das System mit Satelliten elliptischer Umlaufbahn wurde gewählt, weil ein Synchronsatellit, über dem Äquator, im hohen Norden der Sowjetunion zu tief am Horizont stehen würde (Fig. 2).

Die Bodenstationen, genannt Orbita, werden nach einem Programm gesteuert und folgen dem Satelliten. Nach dem Ver-

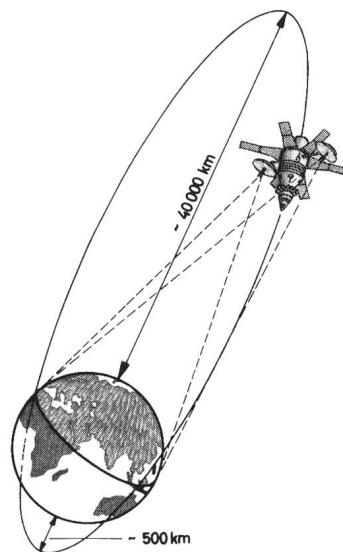


Fig. 2 Die elliptische Umlaufbahn der Molnija-Satelliten weist über der Sowjetunion ein ausgeprägtes Apogäum von rund 40 000 km auf

schwinden des einen hinter dem Horizont, wird die Bodenstation auf den zweiten, aufsteigenden Satelliten ausgerichtet und folgt diesem bis zu seinem «Untergang». Dieses System erlaubt einen Betrieb nur mit kurzen Unterbrechungen, bei Verwendung von nur einer Antenne je Station.

Das russische Fernmelde-Satellitensystem arbeitet im Frequenzbereich 800...1000 MHz. Die Bodenstationen sind mit einer Parabolantenne von 12 m Durchmesser ausgestattet, deren Brennweite 3 m und deren Rauschtemperatur 30...45° K beträgt. Die geometrische Fläche der Antenne wird zu 60...73% ausgenützt. Die effektive Rauschtemperatur des ganzen Empfängers liegt zwischen 60...90° K. Der Signalausgang, gemessen mit videometrischem Filter, wird mit 42...50 dB angegeben. Die Streuung der Werte wird durch die verschiedenen geographischen Lagen der Bodenstationen, die verschiedenen Stellungen des Satelliten in der Umlaufbahn, verschiedene Grade der Genauigkeit der Antenneneinstellung der Bodenstationen usw. hervorgerufen.

Die Gebäude der Bodenstationen sind genormt. Sie tragen die Antenne auf dem Dach (Fig. 3). Die Antenne ist mit einem 15 m langen Wellenleiter mit den Geräten verbunden. Die Antennen sind robust gebaut, um auch die schweren Witterungsverhältnisse des sibirischen Winters zu überstehen. Zur Zeit sind 36 Bodenstationen im Betrieb, von denen sich die östlichste auf 167° östl. Länge in Bilibino, die westlichste in Murmansk (36° östl. Länge), die nördlichste in Norilsk (70° nördl. Breite) und die südlichste in Nebit Dag (40° nördl. Breite) befindet.



Fig. 3  
Eine der russischen Satelliten-Bodenstationen mit der auf das Betriebsgebäude aufgesetzten (meist) 12 m grossen Parabolantenne

Das ursprüngliche Ziel war, die Verbreitung der TV-Programme des Fernseh-zentrums Moskau nach dem Fernen Osten, dem Hohen Norden und Zentralasien zu ermöglichen (Fig. 4). Das zugehörige Tonsignal wurde durch breitenmodulierte Impulse, die während des Verdunkelungsimpulses am Zeilenbeginn gesendet wurden, übertragen. Da die Abtastfrequenz 15,625 kHz beträgt, konnte das Tonsignal bis 6,5 kHz betragen. Im Farbfernsehen werden jedoch die Verdunkelungsimpulse zur Synchronisierung des Farbsignals benötigt; deshalb musste das Übertragungssystem für den Ton geändert werden. Dieser wird nun mit einem Hilfsträger von 7,5 MHz frequenzmoduliert mit einem Maximalhub von 150 kHz übertragen. Der Signal-Rauschabstand des Tonsignals ist 57 dB. Der grösste Teil der russischen Bodenstationen ist heute in der Lage, auch Farbfernseh-signale einschliesslich Ton zu empfangen. In den letzten Jahren wurde die Qualität des übertragenen Fernsehbildes bedeutend ver-

bessert, so dass nunmehr die technische Norm eingehalten werden kann.

Ursprünglich wurde während 5 Tagen in der Woche gesendet, und zwar Fernsehprogramme (an den beiden andern Tagen bestritten die regionalen Fernsehstationen eigene Programme). Nun ist das System täglich im Einsatz und überträgt auch Radioprogramme, Faksimile von Zeitungen, meteorologischen Karten usw. Die Übermittlung ganzer Zeitungsseiten ermöglichte es beispielsweise, die «Prawda» in Moskau und Chabarowsk fast zur selben Zeit erscheinen zu lassen. Eine weitere wichtige Benützungsort des Systems ist nunmehr zusätzlich die Mehrfachtelephonie. In den vergangenen Jahren erhielten zahlreiche Bodenstationen die entsprechenden Aus-rüstungen und dadurch die Möglichkeit, im Duplexbetrieb zu arbeiten, das heisst, diese Bodenstationen wurden von reinen Emp-fangs- in kombinierte Sende- und Emp-fangsstationen umgewandelt.

Im Laufe des Fünfjahresplanes 1971/1975 wird das System erneuert und mit neuen Satelliten des Typs Molnija II ausgestattet. Der erste Satellit dieser Art wurde am 21. November 1971 gestartet. Er empfängt im Frequenzbereich 5725...6225 MHz und sendet im Bereich 3400...3900 MHz. In den Bodenstationen werden Antennen mit 25 m Durchmesser und einer Rauschtemperatur von 25° K oder von 12 m Durchmesser und einer Rauschtemperatur von 10° K benützt. Die effektive Sendefläche dieser Antenne ist 70%, die effektive Empfangsfläche 50% der geometrischen Fläche. Die Bandbreite der einzelnen Übertragungskanäle beträgt 34 MHz, die gesendete Leistung 3 oder 10 kW, die Leistung des Satellitensenders 15 W. Die Bandbreite des Satellitensenders beträgt 40 MHz, der Gewinn der Sende-antenne 22 dB, der Gewinn der Empfangs-antenne 19 dB.

Adresse des Autors: Dr. Augustin Dittl, Vlasimska 10, CS-101 00 Prag 10.



Fig. 4  
Das Netz der Bodenstationen (von denen in dieser Karte einige erst in neuerer Zeit erstellte nicht eingezeichnet sind) (Archivbilder TM)