

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

Band: 58 (1980)

Heft: 2

Artikel: Entwicklungstendenzen in der Phonotechnik

Autor: Welland, Klaus / Redlich, Horst

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875867>

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: 18.10.2024

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

Entwicklungstendenzen in der Phonotechnik¹

Klaus WELLAND, Hannover, und Horst REDLICH, Berlin

681.844:681.85.:621.3.037.37

Zusammenfassung. Rund 100 Jahre nach der Erfindung des Phonographen zeichnet sich auf dem Gebiet der Phontechnik ein grundlegender Wandel ab. Neue Technologien und die Grossintegration erlauben, künftig anstelle der mechanischen, analogen Aufzeichnung und Abtastung die viele Vorzüge aufweisende digitale Technik anzuwenden. Voraussetzung sind jedoch internationale Normen, die die Weiterentwicklung nicht hemmen. Die Autoren erläutern den von Telefunken-Decca vorgeschlagenen Standard für eine piezoelektrisch abgetastete PCM-Tonplatte. Nur am Rande wird erwähnt, dass es neben diesem Abtastverfahren noch weitere mit Berührung sowie berührungslose Systeme gibt, so dass eine Einigung langwierig sein dürfte.

Evolution observée dans le domaine de l'enregistrement sonore

Résumé. Près de cent ans après l'invention du phonographe, on voit s'amorcer une évolution fondamentale dans le domaine de l'enregistrement et de la reproduction sonores. Les nouvelles technologies et l'intégration à large échelle permettront désormais de remplacer l'enregistrement et la lecture mécaniques, en mode analogique, par la technique numérique offrant de nombreux avantages. Ce nouveau développement suppose toutefois l'établissement de normes internationales. Les auteurs expliquent le système proposé par Telefunken-Decca, à savoir un enregistrement MIC sur disque reproduit par un lecteur piézoélectrique. On relève en marge l'existence d'autres systèmes de lecture, avec ou sans contact, si bien que les travaux de normalisation dureront sans doute longtemps.

Tendenza dello sviluppo tecnico nell'acustica

Riassunto. Alla distanza di 100 anni dall'invenzione del fonografo, si intravede nel campo della tecnica acustica un mutamento fondamentale. Nuove tecnologie e l'integrazione su vasta scala permettono di applicare, al posto della registrazione e dell'esplorazione meccanica-analogica che vanta molti pregi, la tecnica digitale. Ciò permette tuttavia lo stabilimento di norme internazionali che non intralcino l'ulteriore sviluppo. Gli autori descrivono lo standard per un disco musicale PCM destinato ad essere esplorato con sistemi piezoelettrici, proposto dalla Telefunken-Decca. Solo al margine si ricorda che, oltre a questo procedimento d'esplorazione, esistono ancora altri sistemi a contatto e senza contatto diretto.

1 Einleitung

Es ist sicher kein Zufall, wenn heute, im Jahrzehnt der Grossintegration von Halbleitern, auch über Anwendungsmöglichkeiten in der Phonotechnik diskutiert und damit möglicherweise ein genereller Wandel eingeleitet wird. Sicher ist es aber Zufall, wenn dies fast 100 Jahre nach der Erfindung des Phonographen geschieht. Die Entwicklung, die die Phonotechnik unter Beibehaltung des Grundprinzips der analogen Aufzeichnung und Abtastung in diesen 100 Jahren durchlaufen hat, ist bedeutend und hat zu beachtlichen Ergebnissen geführt, was Qualität, Spielzeit, Preiswürdigkeit und Verbreitung anbetrifft. So wird zum Beispiel die Anzahl der aktiven Abspielgeräte weltweit auf über 200 Millionen und die der allein 1977 in den wichtigsten westlichen Ländern verkauften Schallplatten auf mehr als 1,5 Milliarden Stück geschätzt.

Doch trotz dieser beachtenswerten Fortschritte scheinen nunmehr die Grenzen der Qualitätsverbesserung erreicht: Es bleiben immer noch Störgeräusche (Störabstand < 60 dB), das Übersprechen von einem Stereokanal in den anderen ist verhältnismässig hoch (< 30 dB), je nach Handhabung der Platten stören Knister- und Knackgeräusche, und nicht zuletzt beeinflussen bei der Produktion der «Software» durch Mehrfachkopieren der Originalaufnahme das Modulationsrauschen der Bänder sowie sich akkumulierende Zeitfehler und Kompressionseffekte die Durchsichtigkeit der Darbietung (Fig. 1). Deshalb erfreuen sich heute sogenannte Direktschnittplatten, bei deren Softwareproduktion die Bandaufnahmen der 1. und 2. Generation umgangen werden, zunehmender Beliebtheit. Wegen der nicht möglichen künstle-

rischen Korrektur der Aufnahme und der herstellungsbedingt begrenzten Stückzahl sind ihre Produktionskosten und damit die Preise relativ hoch. Sie bleibt deshalb künstlerisch aufwendigen Produktionen, wie grossen symphonischen Werken, kompletten Opern usw., vorbehalten.

2 Digitaltechnik schafft Abhilfe

Aus der Nachrichtentechnik sind Verfahren bekannt, die durch Umformung analoger Zeichen in digitale und Rückwandlung nach ihrer Übertragung Störeinflüsse weitgehend eliminieren. Hierbei werden Augenblickswerte, beispielsweise von Schallereignissen, periodisch in sehr kurzen Zeitabständen gemessen (quantisiert) und jedem dieser Werte verabredete Daten (Codes) zugeordnet. Diese Daten in Form von Impulsfolgen werden übertragen, gespeichert und schliesslich wieder in die

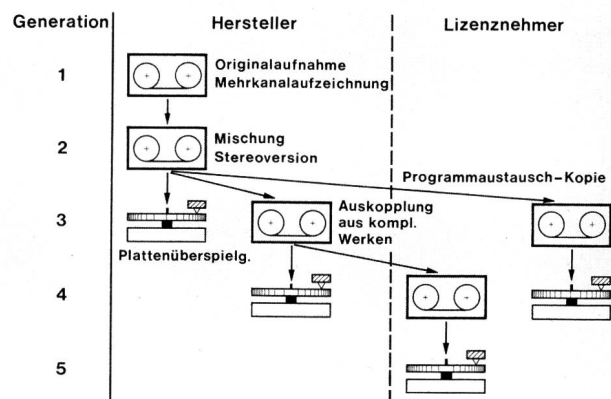


Fig. 1
Überspielvorgänge zur Plattenherstellung

¹ Dieser Beitrag, als Vortrag am 15. Technischen Presse-Kolloquium von AEG-Telefunken gehalten, rundet unsere in den Technischen Mitteilungen PTT Nrn. 6 und 8/1979 erschienenen Ausführungen über Zukunftsentwicklungen auf dem Gebiet der Unterhaltungselektronik ab. Er skizziert die künftige Entwicklung der Schallplatte aus der Sicht von Telefunken-Decca.
Die Redaktion

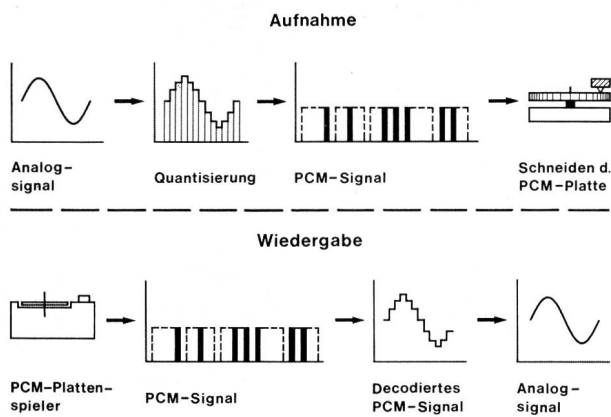


Fig. 2
Prinzip der PCM-Übertragung

ursprünglichen analogen Signale zurückverwandelt. Man bedient sich hierbei der sogenannten Pulscode modulation, kurz PCM genannt (Fig. 2).

Für die Darstellung hochwertiger Tonsignale sind sehr viele Daten je Zeiteinheit nötig, das heisst, die Übertragungsbandbreite muss viel grösser sein als bei normaler Analogtechnik, und damit auch die benötigte Speicherdichte auf der Schallplatte. Aus der Anwendung des Verfahrens ergibt sich allerdings eine absolute Inkompatibilität mit der herkömmlichen Schallplatte. Dem stehen aber ungewöhnliche Vorteile gegenüber:

- sehr grosse Dynamik, viel grösserer Störabstand als bei herkömmlichen Platten
- Eliminierung impulsartiger Störungen durch Fehlerkorrektur
- praktisch kein Übersprechen
- zu vernachlässigende Gleichlaufschwankungen
- vernachlässigbare Verzerrung
- Zeit- und Amplitudenfehler können korrigiert werden
- praktisch keine Qualitätseinbusse bei mehreren Umkopiervorgängen im Produktionsstudio

Die technischen Voraussetzungen, solche bisher nur in kommerziellen Nachrichtenwegen angewendeten Verfahren auch der Unterhaltungselektronik zugänglich zu machen, sind heute praktisch erfüllt. Es sind Codes entwickelt worden, die eine fast vollständige Fehlerkorrektur zulassen. Weiterhin können in absehbarer Zeit durch die gewaltigen Fortschritte auf dem Gebiet der Grossintegration preiswerte Digital-Analog-Wandler hoher Präzision hergestellt werden. Schliesslich stehen Platten hoher Speicherdichte aus der Bildplattentechnologie zur Verfügung.

3 Das Problem des Standards

Ebenso wie bei der heute weitverbreiteten Schallplatte sollte vor der Einführung der PCM-Platte ein möglichst weltweiter Standard erarbeitet werden, der auch noch nach Jahrzehnten nichts an Aktualität eingebüsst hat. Es sind bei der Standardisierung sowohl der anzu-

wendende Code als auch das Dichtspeichersystem, also die Konzeption von Platte und Gerät, zu berücksichtigen. Zwischen beiden gibt es in gewissen Grenzen Abhängigkeiten.

Der zu wählende Code muss folgende Anforderungen erfüllen:

- hohe, aber nicht übertriebene Qualitätsanforderungen an die Übertragungstreue
- Kompatibilität mit dem bei der Softwareproduktion angewendeten Code
- allenfalls Kompatibilität mit Codes künftiger anderer Übertragungswege (etwa PCM-Satellitenübertragung)
- einfaches, aber ausreichendes Fehlerkorrektursystem, um die Gerätekosten in Grenzen zu halten

Das Dichtspeichersystem (Platte/Gerät) sollte folgende Voraussetzungen erfüllen:

- möglichst kompakt, das heisst kleiner Plattendurchmesser
- Platte beidseitig bespielbar
- Spielzeit je Plattenseite mindestens 45 min
- Adressierbarkeit einzelner Titel
- keine zu hohen Anforderungen an Toleranzen, besonders in der Plattenfertigung
- leichte Handhabbarkeit von Platte und Gerät
- hohe Lebensdauer von Platte und Abtaster

Im Blick auf die Probleme einer weltweiten Normung sind verschiedene nationale und internationale Standardisierungskomitees gegründet worden, denen fast alle führenden HiFi-Geräte- und Schallplattenhersteller angehören. In der bisherigen Normungsarbeit sind zwar wesentliche Fortschritte erzielt worden — so steht beispielsweise die ursprüngliche Forderung nach Teilkompatibilität mit Bildplatten beziehungsweise Bildplattenspielern nicht mehr im Vordergrund — doch müssen, was beim Code Quantisierung, Samplingfrequenz sowie erforderliche Bitrate und beim Gerät das Dichtspeichersystem sowie den Plattendurchmesser betrifft, noch Übereinkünfte erzielt werden.

Die für die Unterhaltungselektronik relevanten und zur Debatte stehenden Dichtspeichersysteme können in zwei Gruppen unterteilt werden (Tab. I), nämlich in die

Tabelle I. Dichtspeicher-Plattensysteme

	Berührende Abtastsysteme			Berührungslose Abtastsysteme	
	Rille	Rille	ohne Rille	ohne Rille	ohne Rille
Informationsspur					
Plattenmaterial	PVC	PVC + Carbon	PVC + Carbon	PVC	PVC + Verspiegelung
Abtastsystem	piezo-elektrisch	elektro-statisch	elektro-statisch	foto-elektrisch	foto-elektrisch

mit berührungsloser und die mit berührender Abtastung der Platte. Der zweiten Gruppe sind die piezoelektrische und die elektrostatische Abtastung — beide mit Führungsrille — sowie die elektrostatische Abtastung ohne Führungsrille zuzuordnen, wobei vorstellbar ist, dass die Systeme mit Führungsrillen kompatibel sein können.

4 Vorschlag für die PCM-Tonplatte

Abgeleitet aus den Arbeiten auf dem Gebiet der Bildplatte schlagen *AEG-Telefunken* und *Teldec* als Standard vor:

Codeparameter:

Quantisierung 14 bit linear
($2^{14} = 16\,384$ Stufen)
Samplingfrequenz 48 kHz
Übertragungscode Biphas

Dichtspeichersystem: PVC-Platte, beidseitig bespielt, piezoelektrische Abtastung mit Rillenführung

Geräteparameter:

Spielzeit 2 x 60 min
Frequenzumfang 20 Hz...20 kHz
Dynamik > 85 dB
Störabstand > 85 dB
Übersprehdämpfung > 85 dB
Gleichlaufschwankungen Quarzgenau
Klirrfaktor < 0,05 %
Bedienungskomfort Kassette, automatischer Suchlauf, Titladressierung

Die weiteren Daten des zu wählenden Standards hängen davon ab, ob auch in Zukunft nur Stereowiedergabe relevant sein wird oder ob mehr als zwei Tonkanäle vorzusehen sind. Es werden deshalb zwei Alternativen vorgeschlagen, die sich im Gebrauchsnutzen und damit auch im Geräteaufwand unterscheiden:

Standard A für 2 Kanäle (nur Stereobetrieb) und Standard B für 4 Kanäle. Ein Gerätekonzept für den Standard B würde neben dem normalen Stereobetrieb noch folgende Besonderheiten zulassen:

- wahlweise Wiedergabe in Normal- oder Kunstkopf-Stereophonie
- getrennte Aufzeichnung der «Rauminformation», damit diese vom Benutzer — bei Lautsprecherwiedergabe je nach Grösse und Schalleigenschaften seines Wohnraums oder für Kopfhörerempfang — individuell dem Stereosignal zugemischt werden kann
- getrennte Aufzeichnung von Soloparts (Stimmen, Instrument), um eine individuelle Relation Orchester/

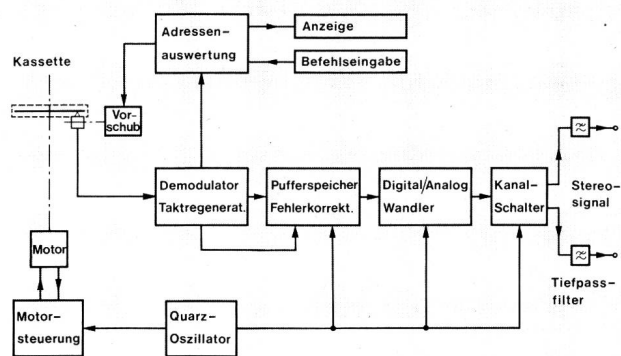


Fig. 3 Blockschaltplan PCM-Plattenspieler (Standard A)

- Solopart vornehmen oder den Solopart selbst produzieren zu können (sogenannte «minus-one»-Platten)
- Aufzeichnung der heute auf den Plattenhüllen abgedruckten Erläuterungen, wie Einführung in das Werk, Künstlerporträt usw. («Akustischer Beipack»)
- je Plattenseite unter Ausnutzung der automatischen Adressierung 120 min Stereowiedergabe (Opern, Konzerte, Oratorien mit langen Spielzeiten)
- Quadrophonie mit absoluter Kanaltrennung

Die weiteren variantenspezifischen Parameter sind in *Tabelle II* aufgeführt. Den Blockschaltplan eines Geräts der Variante A zeigt *Figur 3*. Wegen der Konstruktionsmerkmale dieser PCM-Platte wird beim Pressen eine Genauigkeit erreicht, die in Verbindung mit dem «Biphas»-Übertragungscode keine aufwendige Nachsteuerungselektronik für den Abtaster erforderlich macht.

5 Aufzeichnung und Herstellung der Platte

Die Aufzeichnung von PCM-Platten für dieses Dichtspeichersystem ist relativ einfach. Sie unterscheidet sich zum Beispiel in der Zahl der Arbeitsschritte und damit der möglichen Störstellen auf den gepressten Platten von jener für berührungslose Abtastung dadurch, dass mit der Direktaufzeichnung in ein vorprofiliertes Metalloriginal fünf Arbeitsgänge weniger erforderlich

Tabelle II. Technische Daten des PCM-Dichtspeichersystems

System- und Gerätedaten		Plattendaten	
Dichtspeichersystem:	Piezoelektrisch mit Rillenführung	Standard:	A B
Plattenmaterial:	PVC	Anzahl der Kanäle:	2 4
Quantisierung:	14 bit linear	Durchmesser:	125 mm 135 mm
Samplingfrequenz:	48 kHz	Spurabstand:	1,67 μm 1,67 μm
Übertragungscode:	Biphas -S	Drehzahl:	300 U/min 3000 U/min
Spielzeit:	2 x 60 min	Abtastgeschwindigkeit:	1,89 m/s 1,89 m/s
Frequenzumfang:	20 Hz...20 kHz	Wellenlänge minimal:	0,55 μm 0,61 μm
Dynamik:	≥ 85 dB	Bitrate:	1,728 Mbit/s 3,072 Mbit/s
Störabstand:	≥ 85 dB	Speicherdichte etwa maximal:	1100 kbit/mm ² 980 kbit/mm ²
Übersprehdämpfung:	≥ 85 dB		
Gleichlaufschwankungen:	Quarzgenau		
Klirrfaktor:	≤ 0,05 %		
Bedienungskomfort:	Kassette Automatischer Suchlauf Titladressierung		

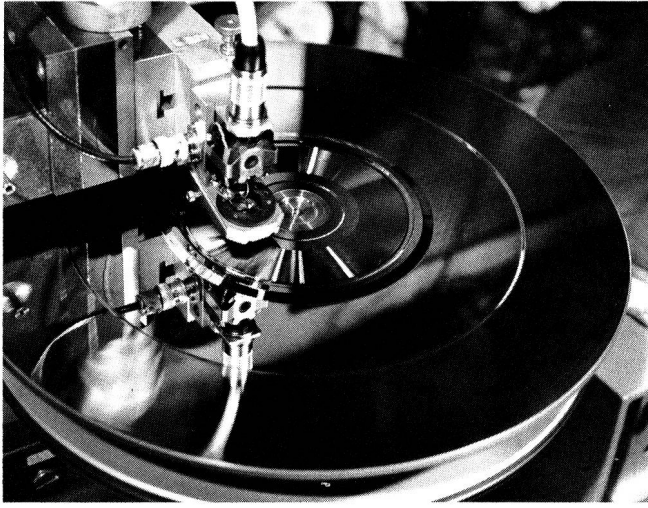


Fig. 4
Direktaufzeichnung auf Metallmaster

sind (Tab. III und Fig. 4). Einen Grössenvergleich der Rillen einer konventionellen Schallplatte (LP) und der einer PCM-Platte für piezoelektrische Abtastung zeigt Fig. 5. Die Platte selbst wird praktisch in der gleichen Weise und mit den gleichen Materialien hergestellt, wie sie heute für die herkömmlichen Schallplatten angewendet werden. Zusätzliche Einrichtungen — etwa für Photoprozesse bei der Masterherstellung oder Verspiegelung der gepressten Platten — sind nicht erforderlich.

6 MD (Mini Disc)-System

Allen Dichtspeichersystemen mit Berührungsabtastung ist gemeinsam, dass die Information in der Plattenoberfläche liegt. Obwohl etwa Staubablagerungen keinen Einfluss auf den Abtastvorgang haben, ist die Platte gegen Fingerabdrücke oder Kratzer empfindlich. Der notwendige sichere Schutz der Plattenoberfläche sowie weitere das Konzept Platte/Gerät vereinfachende Konstruktionsmerkmale sind im MD-System vereint: Die Platte ist durch eine allseitig geschlossene Kasette geschützt, die nur im und durch das Abspielgerät in einem schmalen Bereich geöffnet wird. Die Abtastung geschieht von der Plattenunterseite. Im Zentrierbereich — gekennzeichnet durch einen eingepressten Konus — enthält die Platte ferromagnetisches Material. Sie wird

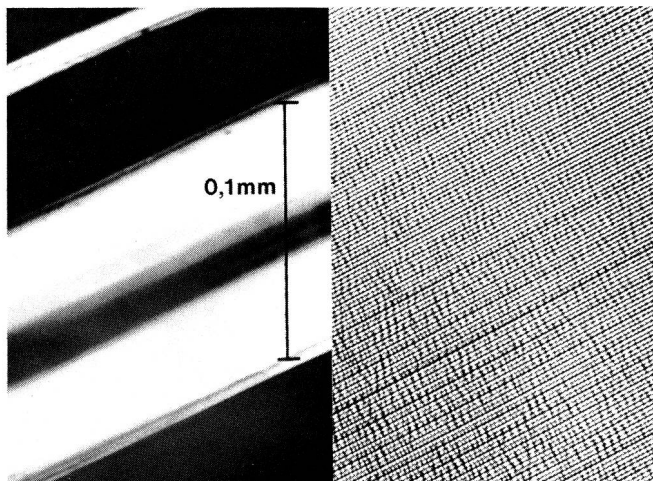


Fig. 5
Vergleich zwischen einer Langspielplatten- und einer Mini-Disc-Rille

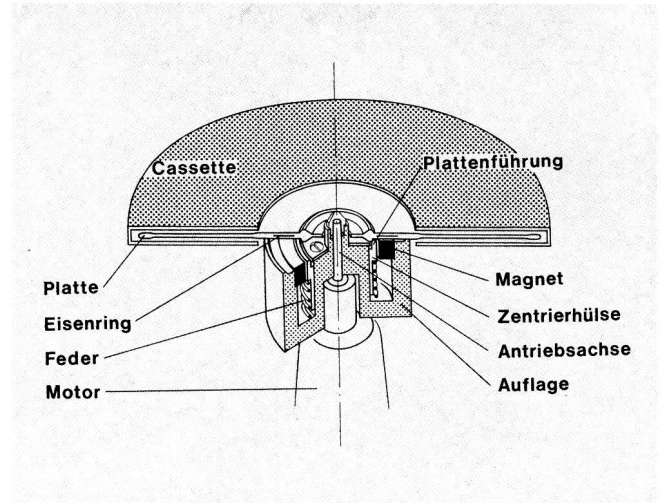


Fig. 6
Mini-Disc-Kassette

Tabelle III. Herstellungsschritte für Dichtspeicherplatten

	Piezoelektrisches System	Optisches System
Aufzeichnung	Direktaufzeichnung auf Metallmaster	Fotoresistlackbeschichtung Belichtung im Reinraum Entwicklungsprozess
Galvanik	Matrize	Versilberung Master Matrize
Plattenherstellung	Pressung	Pressung Verspiegelung

beim Abspielen durch einen Magneten in den Zentrierbereich des Speichers hineingezogen und festgehalten. Selbstverständlich bewegt sie sich völlig frei in der Kasette (Fig. 6). Sie ersetzt die herkömmlichen Plattenhüllen und gestattet eine kompakte Plattensammlung (Fig. 7) — verglichen mit herkömmlichen Langspielplatten gleicher Spielzeit.

7 PCM-Platte wird allmählich vordringen

Die Resultate der vorliegenden Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zeigen, dass mit den vorhandenen



Fig. 7
Eine Mini-Disc-Kassette ersetzt vier Langspielplatten

oder in naher Zukunft zur Verfügung stehenden Technologien Tonspeicher verwirklicht werden können, deren Wiedergabequalität unter Anwendung von Dichtspeichersystemen und PCM-Verfahren den heutigen Standard in allen Parametern bei weitem übertreffen. Neben der sicheren und leichteren Handhabung der Platte lässt das MD-System Gerätekonzepte zu, die ausser durch problemlose Bedienbarkeit, wie Titeladressierung und Suchlauf, auch noch durch kompakte Bauweise bestechen, sei es als Front- oder als Toplader.

Wegen der Inkompatibilität mit der weitverbreiteten konventionellen Schallplatte und deren Abspielgeräten

wird sich — einen weltweiten Standard für die PCM-Platte vorausgesetzt — der Übergang auf die neue Technik nur allmählich vollziehen. Die Bereitstellung von breiten Katalogangeboten wird neben der Preisstellung der Platten und Geräte massgeblich die Akzeptanz des neuen Systems durch den Verbraucher beeinflussen.

Adresse der Autoren: Dr.-Ing. Klaus Welland und Ing. Horst Redlich, c/o Telefunken Fernseh- und Rundfunk GmbH, D-3000 Hannover, bzw. c/o Teldec, D-1000 Berlin.

Buchbesprechungen – Recensions – Recensionii

Izsák M. (ed.) Budavox Handbook of Telecommunication. 4. Auflage. Budapest, Budavox Telecommunication Foreign Trading Co Ltd/Langelsheim, Wissenschaftliche Versandbuchhandlung Harry Münchberg, 1978. XXVIII + 1267 S., zahlr. Abb. und Tab. Preis DM 99.50.

Dieses Handbuch erschien unter ähnlichen Titeln 1959, 1967 und 1971. Es ist nun auf rund 1300 Seiten angewachsen, die in einem trotzdem handlichen Band untergebracht werden konnten, dank kleiner Schrift und sehr dünnem Papier, auf dem man Randvermerke vorsichtigerweise nur mit Bleistift machen wird. Der Leserkreis wird im Vorwort wie folgt angesprochen: «Auch diese Ausgabe bringt . . . Informationen und Einzelheiten für die tägliche Routinearbeit der theoretisch oder praktisch im Fernmeldegebiet Tätigen.» Damit ist zugleich gesagt, dass im wesentlichen der Istzustand der Fernmeldetechnik, das gesicherte Wissen, beschrieben wird. Das Buch stützt sich sehr stark auf internationale Empfehlungen, z. B. die CCITT-Orange-Bücher 1976. Aber gerade diese Quelle wurde von den Bearbeitern der verschiedenen Abschnitte (insgesamt werden 38 Namen erwähnt) nicht gleichmässig berücksichtigt. Die — allerdings seither revidierte — Empfehlung X.25 für Schnittstellen in öffentlichen Paketvermittlungsnetzen ist beispielsweise nur an einer einzigen Stelle, beinahe nebenbei in einer Tabelle, ohne weitere Aussagen angeführt. Aber gerade bei stark im Fluss befindlichen Bereichen der Technik (welche sind es heute nicht?) ist es für ein Buch dieser Art besonders schwierig, mitzukommen. So ist etwa über optische Übertragung gar nichts zu finden. Andere Dinge, die an sich mindestens kurz erwähnt sind, hat man mit dem etwas rudimentären Index oft mühselig zu suchen, zum Beispiel: für «stored program control» siehe unter «control of exchanges»

und lies zwei Seiten weiter, wo SPC im Zusammenhang mit dem höchsten Zentralisierungsgrad (?) auftaucht, sowie auch das CCITT-Signalisierungssystem Nr. 6; über letzteres findet man dann noch drei Seiten. — Sehr zu anerkennen ist hingegen die Darstellung der Grundlagen; jedes Kapitel wird mit Definitionen oder Erklärungen der vorkommenden Begriffe eingeleitet. Manch einer wird auch froh sein über die Seiten 1187...1194, betitelt «World Organizations», einschliesslich OSS, Comecon, Intersputnik (allerdings habe ich CEPT und Intelsat nicht gefunden). Das Buch ist im übrigen in einem sehr guten Englisch mit ganz wenigen Druckfehlern (dafür teilweise amüsanten, z. B. im Index «switching, ...-pocket») geschrieben. *E. Hauri*

Tornig W. Numerische Mathematik für Ingenieure und Physiker. Band 1: Numerische Methoden der Algebra. Berlin, Springer-Verlag, 1979. 272 S., 14 Abb., 9 Tab. + XIV. Preis DM 48.—.

Der vorliegende Band 1 über numerische Mathematik behandelt hauptsächlich die wichtigsten klassischen und modernen Verfahren zur Lösung linearer und nichtlinearer Gleichungssysteme. Grosse derartige Systeme können bei vielen Problemen der angewandten Mathematik auftreten und sind heute dank Computerverarbeitung lösbar. Die richtige Wahl der Lösungsmethode ist jedoch in diesen Fällen von besonderer Bedeutung. Das Buch vermittelt auch darüber die notwendigen Kenntnisse.

In einem ersten Teil werden die mathematischen Hilfsmittel für die Handhabung von Matrizen und zur Berechnung der Nullstellen von Funktionen rekapituliert.

Der anschliessende zweite Teil behandelt numerische Lösungsmethoden für lineare Gleichungssysteme, nämlich direkte Verfahren (Gauss'scher Algorithmus mit Modifikationen) sowie iterative Verfahren (Überrelaxation nach Jacobi, Gauss-Seidel-Verfahren, Zweischritt-Verfahren), ergänzt durch Ausführungen über Konvergenzverhalten, Fehlerabschätzung und Nachiteration.

Ein dritter Teil ist der Lösung grosser nichtlinearer Systeme gewidmet, die nur durch indirekte Methoden angegangen werden können. Darin werden die allgemeinen Iterationsverfahren nach Newton sowie die speziellen Überrelaxations- und Zweischrittverfahren dargelegt. Eingestreuete Beispiele und Aufgaben (letztere ohne Lösungen) sowie kapitelweise tabellarische Zusammenstellungen der Verfahren vervollständigen den Text. Einige Fortran-Programme zur Lösung linearer und nichtlinearer Systeme sind explizit wiedergegeben. Ein ausführliches Sachverzeichnis (als Ergänzung des übersichtlichen Inhaltsverzeichnisses) sowie ein Literaturnachweis bilden den Schluss.

Das Buch setzt mathematische Kenntnisse voraus, wie sie im Grundstudium an Technischen Hochschulen oder Universitäten erworben werden. Es ist zum Teil aus Hochschulvorlesungen entstanden, die der Verfasser für Mathematiker, Naturwissenschaftler und Ingenieure gehalten hat. Diese Tatsache darf nicht unerwähnt bleiben, liefert sie doch die Erklärung dafür, dass es sich um ein anspruchsvolles Lehrbuch handelt. Die abstrakt gehaltenen mathematischen Formulierungen gestatten nicht, es in die Kategorie der praktischen Handbücher einzureihen. Erwähnung verdient die gute Ausstattung des Buches, die sich im sauberen Druck, im gediegenen stabilen Einband und in der guten Papierqualität manifestiert, und dies zu einem durchaus annehmbaren Preis. *Th. Gerber*