

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: 54 (1976)

Heft: 11

Artikel: Planung und Installation der Teilstrecke Bern-Zürich des schweizerischen PCM-Fernleitungsnetzes

Autor: [s.n.]

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-875855>

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: 29.03.2025

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

Planung und Installation der Teilstrecke Bern – Zürich des Schweizerischen PCM-Fernleitungsnetzes

Roland KOHLER, Bern

621.315.213.14.037.37:621.376.56:621.395.741.001.14(494)

Zusammenfassung. Die Unterlagen und Kriterien für die Planung werden dargestellt und eine Übersicht über die Anlage gegeben. Dann kommen einige Aspekte der Ausrüstungen und der Installation zur Sprache. Zum Schluss werden die Kontrollmessungen, insbesondere die Messung des Abstandes des Nutzsignals zum Störsignal, erörtert.

Planification et installation du tronçon Berne-Zurich du réseau suisse des lignes interurbaines MIC

Résumé. Après avoir présenté les données et les critères ayant servi à la planification, l'auteur donne une vue d'ensemble de l'installation. Puis, il traite quelques aspects des équipements et de l'installation. Pour terminer, il expose les mesures de contrôle, en particulier la mesure de l'écart signal utile|signal perturbateur.

Pianificazione e installazione della tratta parziale Berna-Zurigo della rete interurbana PCM

Riassunto. Nel presente articolo sono rappresentati i documenti e descritti i criteri fissati per la pianificazione. Viene inoltre offerta una visione d'insieme dell'impianto. L'autore si sofferma poi su alcuni aspetti inerenti agli equipaggiamenti e all'installazione. Per terminare, sono esaminate le questioni concernenti le misurazioni di controllo e, in particolare, la misurazione del segnale utile|segnale parassita.

1 Einleitung

Von der Generaldirektion der PTT-Betriebe wurden zu Beginn der siebziger Jahre Studien durchgeführt, die sich mit der Entwicklung der Datenübertragung in der Schweiz befassten [1]. Diese Studien bezweckten einerseits den zu erwartenden Umfang des Datenverkehrs abzuschätzen, andererseits die verschiedenen in Frage kommenden Übertragungsmedien und -verfahren auf ihre Wirtschaftlichkeit zu prüfen.

Die Berechnungen zeigten, dass für die Übertragung von Telefonie, Daten und Telex ein PCM-Fernleitungsnetz eine sehr vorteilhafte Lösung darstellt, sofern als Übertragungsmittel das DM-Kabelnetz (Kabel mit Verseilung und Aufbau nach Dieselhorst-Martin) verwendet wird. Dieses durchschnittlich 40 Jahre alte Kabelnetz verbindet die wichtigsten Schweizer Städte und kann als amortisiert gelten. Ein grosser Teil der Verbindungen besteht zudem aus zwei parallel verlaufenden Kabeln, so dass eine Übertragung im Zweikabelbetrieb in Betracht gezogen werden konnte (die PCM-Signale werden richtungsgetreunt in zwei getrennten Kabeln übertragen). Dadurch lassen sich grössere Verstärkerfeldlängen erreichen als im Einkabelbetrieb. Es wurde beschlossen, dieses Netz zu sanieren und gleichzeitig die Adern für die PCM-Übertragung vorzubereiten [2].

Mitte 1972 wurden die PCM-Lieferanten in der Schweiz aufgefordert, Offerten für ein PCM-Netz einzureichen. Den Auftrag für die hier beschriebene Strecke Bern–Zürich erhielt die Hasler AG Bern.

2 Planung der Anlage

Die in Abschnitt 1 erwähnten Studien lieferten die Unterlagen zur Ermittlung der erforderlichen PCM-Verbindungen. Zusätzlich mussten die interessierenden DM-Kabelparameter ausgemessen werden.

21 Aufbau und Eigenschaften der DM-Kabel

Die DM-Kabel sind NF-Kabel älterer Bauart. Sie bestehen aus paarverseilten symmetrischen Adern mit Papierisolation. Je zwei Aderpaare sind zu Vierern zusammengefasst, die ihrerseits im Lagenaufbau zu einem Kabel gebunden sind. Gegen Umwelteinflüsse ist das Kabel, das Aderpaare mit kleineren (0,9/1,0 mm) und grösseren (1,4/1,5 mm) Durchmessern enthält, mit einem Bleimantel und einer Armierung geschützt. Für die Übertragung der PCM-Impulse

wurden die grösseren Adern gewählt, weil mit ihnen eine besonders günstige Streckenplanung zu erreichen war.

In Tabelle I sind einige für die grösseren Aderpaare ermittelte Kabelparameter aufgeführt. Zu beachten ist, dass es sich um typische Werte handelt, die beträchtlich streuen können.

Tabelle I. DM-Kabelparameter

Art des Kabelparameters	Typischer Wert
Gleichstromwiderstand ($\varnothing = 1,4/1,5$ mm)	11,2/9,7 Ω /km
Kabeldämpfung Mittelwert (1,024 MHz)	8,0 dB/km
Fernendnebensprechen Mittelwert	54 dB
Streuung δ des Fernendnebensprechens	8,5 dB
Fernendnebensprechen im gleichen Vierer Mittelwert	40 dB
Kleinster gemessener Fernendnebensprechwert	30 dB
Nahendnebensprechen Mittelwert	60 dB

Die Nebensprechwerte gelten für eine Frequenz von 1,024 MHz und eine Kabellänge von 3660 m

22 Streckenplanung

Mit den vorhandenen Unterlagen wurde die Streckenplanung durchgeführt. Es zeigte sich, dass im vorgesehenen Zweikabelbetrieb ein Zwischenverstärkerabstand von 2 Pulinlängen (etwa 3660 m) erreicht werden konnte, weil die Beeinflussung durch Störsignale wesentlich kleiner ist als im Einkabelbetrieb. Normalerweise erweisen sich die weitem auf einem Kabel vorhandenen PCM-Systeme als wichtigste Störquellen für einen PCM-Impulszug. Im Zweikabelbetrieb gelangen diese Störsignale über das Fernendnebensprechen an die Eingänge der Zwischenverstärker. Der mittlere Abstand eines Störers zum Nutzsignal beträgt gemäss Tabelle I für 2 Pulinlängen 54 dB, und im schlechtesten Fall immer noch 30 dB. Selbst wenn noch berücksichtigt wird, dass die vorhandenen Störer sich summieren, sind ausreichende Störabstände gewährleistet. Mit diesen grösstenteils eingehaltenen 2 Pulinlängen als Zwischenverstärkerabstand ergaben sich 20 Verstärkerabschnitte für die Strecke Bern–Olten und 19 für die Strecke Olten–Zürich.

Für die Fernspeisung konnte mit nur einem Zwischenspeisepunkt (Olten) und einer maximalen Fernspeisespannung von 130 V ebenfalls eine günstige Lösung gefunden werden. Die von Hasler entwickelte und von den PTT für PCM-Anlagen erster Ordnung eingesetzte Fehlerortung erlaubt zudem,

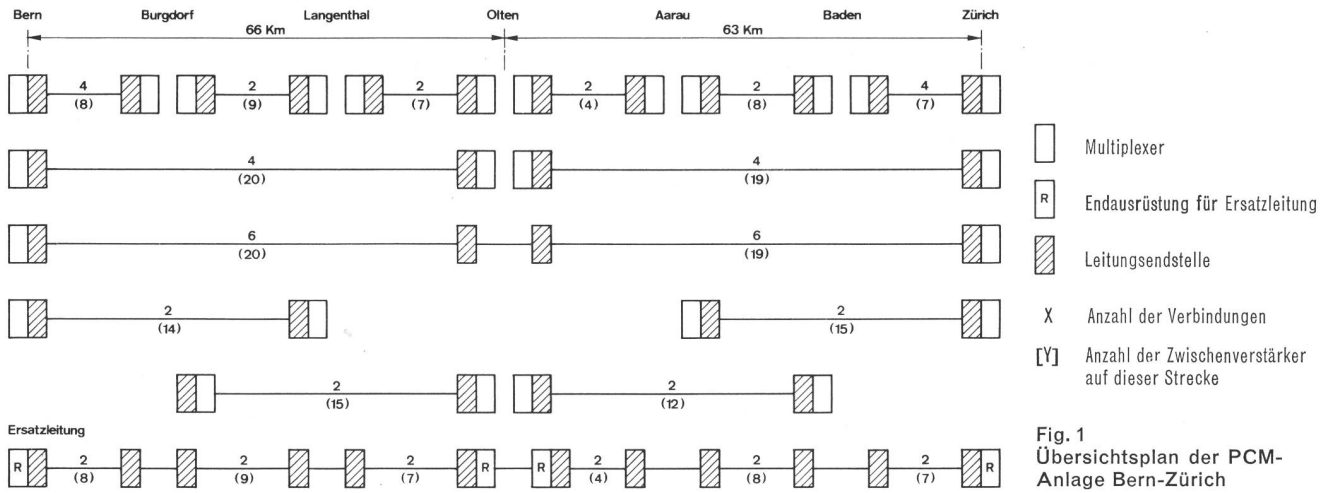


Fig. 1
Übersichtsplan der PCM-Anlage Bern-Zürich

von einer Leitungsendstelle bis zu 20 Zwischenverstärker zu erfassen. Die Ortung der gesamten Strecke ist somit von Bern, Olten und Zürich aus möglich.

23 Übersichtsplan

Figur 1 zeigt einen Übersichtsplan der Anlage. Es bestehen neben den direkten Verbindungen Bern–Olten–Zürich noch Leitungen zu einigen Verstärkerstellen, die in der Nähe oder an der Strecke liegen. Zusätzlich sind zwei Ersatzleitungen vorhanden, die nach Bedarf in den erwähnten Verstärkerstellen durchgeschleuft werden können.

Die gesamte Anlage umfasst:

- 76 Multiplexer
- 112 Leitungsendstellen
- 84 Zwischenverstärkerkasten
- 704 Zwischenverstärker (2 Regeneratoren)

3 Ausrüstungen

Die gelieferten Ausrüstungen entsprechen dem PCM-System CH-30, das in [3] ausführlich beschrieben ist. Deshalb werden hier nur kurz einige zusammenfassende und ergänzende Erläuterungen gegeben.

31 Multiplexer und Datenanpasseinheiten

Vorläufig werden auf dem Fernnetz vorwiegend NF-Kanäle übertragen, so dass die normalen Multiplexerausrüstungen

zum Einsatz kommen. Für die anfallenden Daten sind zwei im Multiplexer einsetzbare 48-kbit/s-Datenanpasseinheiten vorgesehen. Es können Ausrüstungen mit einer Trennstelle gemäss CCITT V28/V35 angeschlossen werden.

Bei Bedarf können anstelle der 48-kbit/s-Datenanpasseinheiten bis zu vier 64-kbit/s-Datenkanäle ohne Änderungen an den Ausrüstungen eingesetzt werden. Ein Blockschaubild der Datenanpasseinheit ist in Figur 2 dargestellt. Sie besteht aus zwei Einschüben, dem Datenkanal und dem für bis zu vier Kanäle gemeinsamen Datenmultiplexer. In der Senderichtung übernimmt das Schieberegister SR 1 die anfallenden Daten vom Interface. In einem geeigneten Zeitpunkt, der durch die Synchronisierschaltung SY bestimmt wird, werden die Daten in das Schieberegister SR 2 eingelesen. Die Zeitschlitzwahlschaltung ZW 1 und die Ausblendschaltung AB 1 bestimmen dann den Zeitschlitz, in dem die Daten aus dem Schieberegister SR 2 ausgelesen und in den PCM-Impulszug eingefügt werden. Dabei sind 8 von den 32 möglichen Zeitschlitzen ansteuerbar.

In der Empfangsrichtung wird in der Zeitschlitzwahl- und Ausblendschaltung (ZW 2, AB 2) der Zeitschlitz ermittelt, in dem die Daten aus dem PCM-Impulszug übernommen und in das Schieberegister SR 3 eingelesen werden müssen. Von dort gelangen sie, im Takt von 48 kHz, über das Interface zur Datensenke.

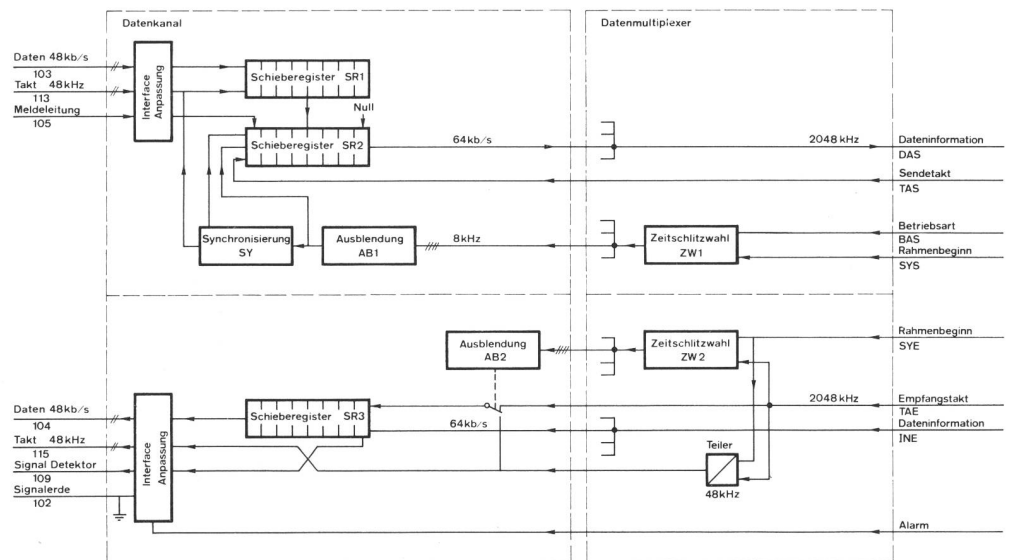


Fig. 2
Blockschaubild für die Datenanpasseinheit 48 kbit/s

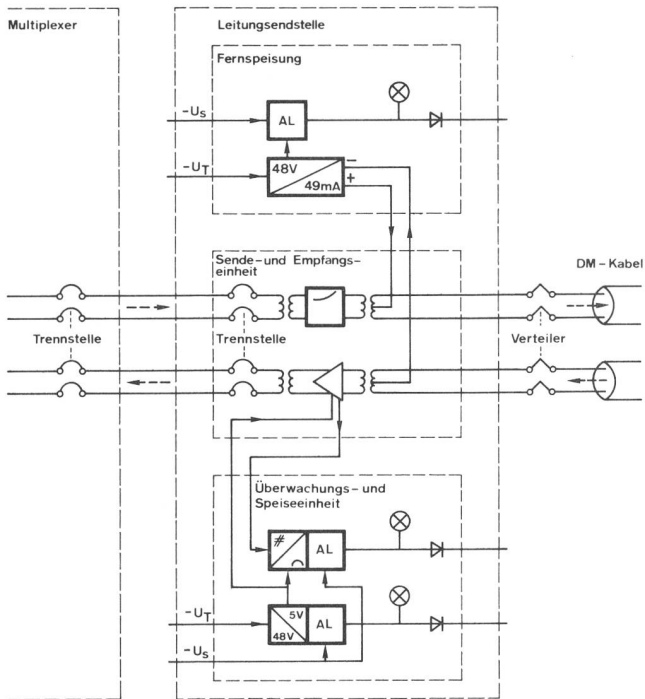


Fig. 3
Blockschaltbild einer Leitungsendstelle

32 Leitungsendstelle

Als Leitungsendstelle wurde die vom Multiplexer getrennte, mechanisch und elektrisch selbständige Version gewählt. Ein Blockschaltbild ist in *Figur 3* zu sehen. Sie verfügt, nebst eigener Speisung, über eine Überwachungsschaltung, die die Codeverletzungen des ankommenden PCM-Impulszuges erkennt und bei einer Fehlerrate $\geq 10^{-5}$ einen Alarm auslöst. Die Fernspeisung liefert den Strom (49 mA) zur Speisung der Zwischenverstärker. An der normierten Trennstelle können die zu übertragenden PCM-Signale jederzeit auf verschiedene Leitungen geschaltet werden, wodurch eine grosse Flexibilität im Betrieb gewährleistet ist. Zwei Leitungsendstellen, Trennstelle gegen Trennstelle geschaltet, sind auch als Zwischenspeisepunkt einsetzbar.

33 Zwischenverstärker

Die Zwischenverstärker enthalten eine automatische Entzerrung im Bereich von 6...36 dB (bei 1,024 MHz). Die Taktextraktion wird mit einem passiven LC-Schwingkreis der Güte $Q = 80$ verwirklicht. Der Spannungsabfall je Zwischenverstärker beträgt 5,4 V bei einem Strom von 49 mA. Je 16 Doppelweg-Zwischenverstärker sind in einem Kasten untergebracht, wobei für die getrennten Übertragungsrichtungen separate Kästen verwendet werden.

34 Fehlerortung und Überwachung

Für die notwendigen Unterhaltsmessungen steht ein tragbares Gerät zur Verfügung. Mit ihm sind folgende Operationen durchführbar:

- Wechselstromfehlerortung. Sie beruht auf dem Schlaufungsprinzip und kommt zur Anwendung, wenn eine Strecke eine erhöhte Fehlerrate aufweist.
- Gleichstromfehlerortung. Sie wird bei einem Unterbruch des Speisepfades angewendet.
- Überwachung der Fehlerrate eines PCM-Impulszuges an der Trennstelle.

- Messung von Strom, Spannung und Erdsymmetrie der Fernspeisung.

Das Gerät weist zudem einen Registrierausgang auf, der besonders bei der Fehlerratenüberwachung gute Dienste leistet.

4 Installation und Kontrollmessungen

Im Anschluss an die Sanierung der DM-Kabel wurden von Ende 1974 an die Zwischenverstärkerkästen gesetzt und die Anschlusskabel eingespleisst. Dann folgten Montage und Verkabelung der Gestelle in den Verstärkerstellen. In einer zweiten Phase wurden die Gestelle ausgerüstet, die Kästen mit den Zwischenverstärkern bestückt und anschliessend eingeschaltet. Die *Figuren 4...6* zeigen Aufnahmen der Gestelle mit den Multiplexern und den Leitungsendstellen in Zürich sowie einer unterirdischen Zwischenverstärkeranlage.

In der dritten Phase wurden Installationsmessungen durchgeführt. Bei den Multiplexern sind das die üblichen NF-Messungen. Bei den Zwischenverstärkern und Leitungsendstellen wird, neben der allgemeinen Funktionstüchtigkeit, besonders das Nutz-zu-Störsignal-Verhältnis geprüft.

In *Figur 7* ist dieser Messvorgang schematisch dargestellt. Auf der Sendeseite eines Verstärkerfeldes wird mit Hilfe eines Adapters, in dem eine variable Leitungsnachbildung eingebaut ist, die Teilstreckendämpfung erhöht. Dadurch wird das Nutzsignal abgesenkt, und zwar so lange, bis eine merkbare Fehlerrate auftritt. Vor einer weiteren Erklärung des Messvorganges muss noch eingefügt werden, dass die

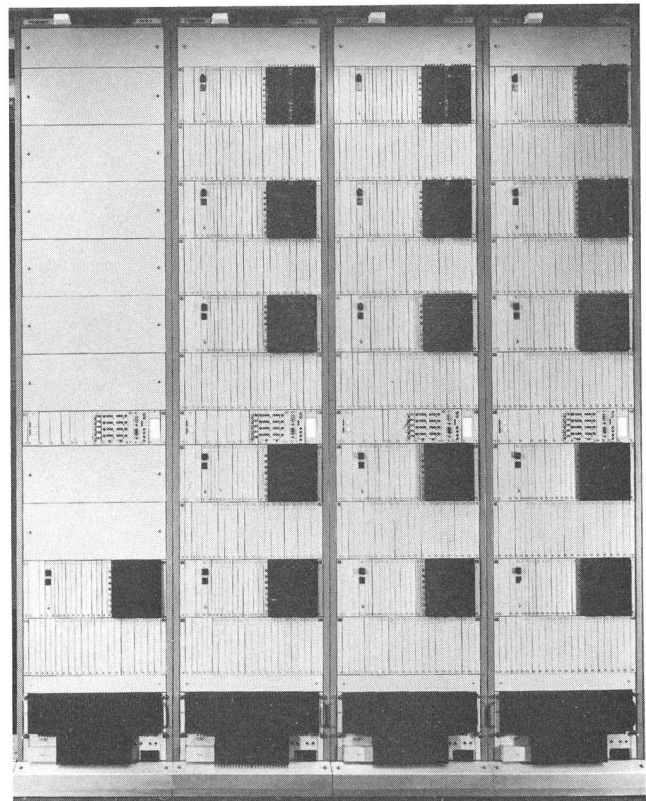


Fig. 4
Ansicht der mit Multiplexern ausgerüsteten Gestelle in Zürich

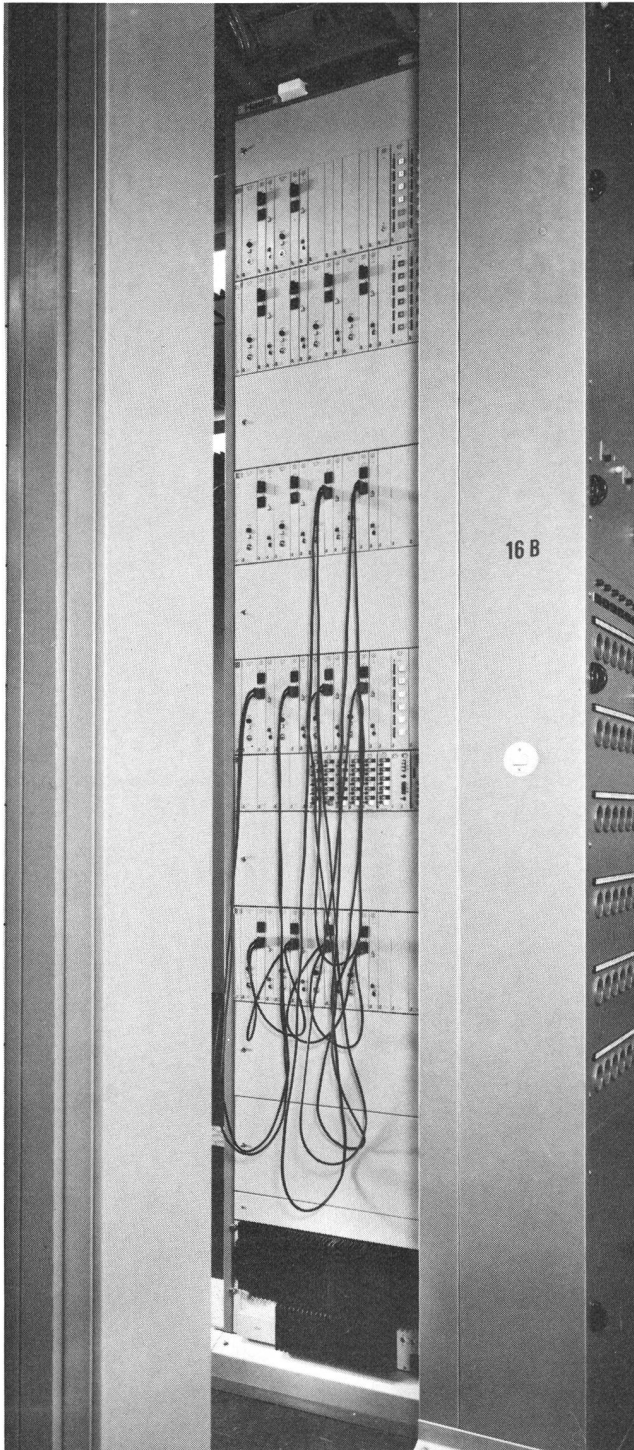


Fig. 5
Gestell mit den Leitungsendstellen. Pro Baugruppenträger sind 4 Leitungsendstellen vorhanden. Die auf der Fotografie ersichtlichen Kabel wurden zu Messzwecken eingesetzt

Zwischenverstärker eine interne Begrenzung bei etwa 42 dB aufweisen, so dass, wenn die Dämpfung der Leitungsnachbildung A_{LN} zusätzlich jene des Kabels A_K einen Wert von etwa 42 dB erreicht haben, der Zwischenverstärker nicht mehr richtig funktionieren kann und Fehler erzeugt (A_{LN} , A_K gemessen bei 1,024 MHz).

An jedem Leitungsabschnitt und System werden zwei Messungen vorgenommen:

- a) Messung der Dämpfung der maximal einfügbaren Leitungsnachbildung A_{LN} , wobei die übrigen PCM-Systeme (und damit die vorwiegenden Störquellen) ausgeschaltet werden

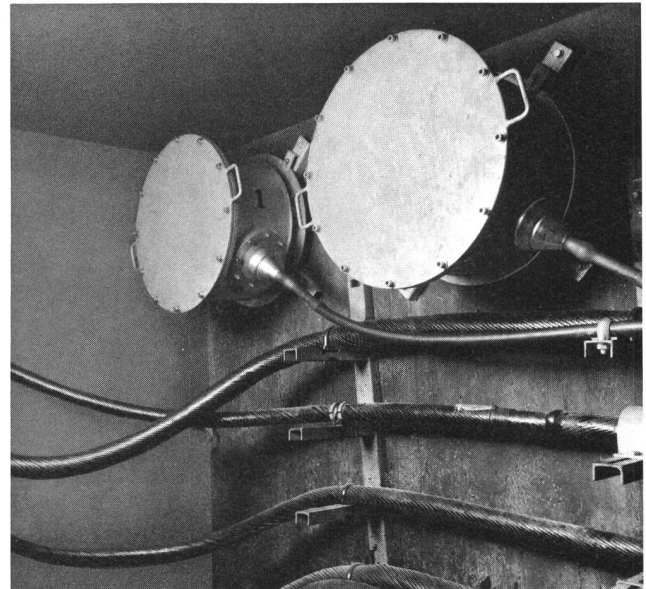


Fig. 6
Blick in einen unterirdischen Zwischenverstärkerschacht. Für die beiden Übertragungseinrichtungen werden in Zweikabelbetrieb getrennte Kästen verwendet

- b) Messung wie unter a), aber mit eingeschalteten benachbarten PCM-Systemen

Die Messung a) zeigt an, ob ein Zwischenverstärker für sich allein (ohne externe Störsignale) richtig funktioniert. Dabei soll also $A_{LN} + A_K \cong 42$ dB erreicht werden.

Bei der Messung b) sinkt oft der Wert der einfügbaren Leitungsnachbildung, wegen der Störbeeinflussung durch die benachbarten Systeme. Der übrigbleibende Wert von A_{LN} entspricht dann ziemlich genau dem Nutz-zu-Störsignal-Verhältnis. Wenn der Wert A_{LN} gegenüber der Messung a) nicht sinkt, so bedeutet dies, dass auch bei Messung b) die interne Begrenzung im Zwischenverstärker massgebend für den Fehlerrateanstieg ist und dass der effektiv vorhandene Nutz-zu-Störsignal-Abstand grösser als A_{LN} ist. Mit diesen beiden Messungen kann also die Funktionstüchtigkeit der Zwischenverstärker und die vorhandene Reserve gegenüber Störsignalen geprüft werden.

Die Messungen an den einzelnen Verstärkerfeldern ergaben folgende typische Werte:

- Kabeldämpfung (2 Pupinlängen) $A_K = 29$ dB
- Einfügbare Leitungsnachbildung Messung a) $A_{LN} = 12..16$ dB
- Einfügbare Leitungsnachbildung Messung b) $A_{LN} = 12..16$ dB

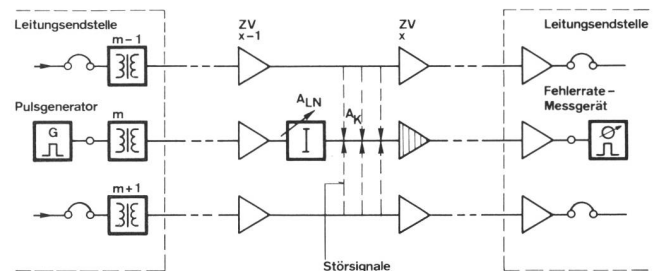


Fig. 7
Schematische Darstellung der Messanordnung zur Ermittlung des Signalabstandes zum Geräuschabstand am Eingang eines Zwischenverstärkers (ZV) (es wird der Zwischenverstärker x vom System m gemessen)

Hier tritt also der Fall auf, dass zwischen Messung a) und b) kein Unterschied besteht, der Störsignalabstand ist also auch bei voller Belegung mit PCM-Systemen grösser als der einfügbare Wert A_{LN} . Dies konnte aufgrund der vorhandenen Nebensprechwerte (siehe Abschnitt 22) erwartet werden.

In einer späteren Messphase folgten dann weitere umfangreiche Messungen, doch darüber wird in [4] berichtet.

5 Schlussfolgerungen

Mit dem DM-Kabelnetz als Übertragungsmittel konnte ein PCM-Fernleitungsnetz aufgebaut werden, das unter Berücksichtigung des Aufwandes als optimale Lösung bezeichnet werden darf. Durch den Zweikabelbetrieb und die geringe Dämpfung der verwendeten Aderpaare wurde eine Verstärkerfeldlänge von 3660 m erreicht. Dies erlaubte es, die Zahl der Zwischenverstärker und der damit zusammenhän-

genden Einrichtungen wie Fernspeisung, Fehlerortung usw. verhältnismässig klein zu halten. Messungen bestätigten die bei der Planung abgeschätzten günstigen Verhältnisse bezüglich Nutz- zu Störsignalabstand auf der Leitung. Damit steht technisch einem vorgesehenen Ausbau der Anlage nichts im Wege.

Bibliographie

- [1] *Bütikofer J.-F.* PCM-Fernleitungsnetz für Telefonie, Datenübertragung und Telex. Bern, Techn. Mitt. PTT 51 (1973) Nr. 10, S. 444...459.
- [2] *Knuchel W.* Sanierung des DM-Fernkabelnetzes. Bern, Techn. Mitt. PTT 54 (1976) Nr. 1, S. 13...21.
- [3] *Gessler H.R., Trachsel R., Kohler R.* Das PCM-System Hasler CH-30. Bern, Hasler Mitt. 33 (1974) Nr. 2, S. 33...52.
- [4] *Käser A.* Quelques mesures de taux d'erreur et de gigue en ligne sur les systèmes à 2 Mbit/s sur câbles. Bern, Techn. Mitt. PTT 54 (1976) Nr. 11, S. 428...430.

Literatur - Bibliographie - Recensionen

Chauvierre M. **La télévision – hier, aujourd'hui et demain.** Vaucresson, Editions S.E.D.E.T., 1975. 208 S., zahlr. Abb. und Tab. Preis F 39.–.

Ce livre retrace l'histoire passionnante de la télévision depuis les timides tentatives en laboratoire au début de ce siècle à l'exploitation industrielle et commerciale telle qu'elle se présente à l'heure actuelle. L'auteur, qui part de son expérience personnelle puisqu'il a contribué activement à diverses recherches dans le domaine de la télévision, nous fait pénétrer dans un monde qui étonnera plus d'un mordu du petit écran. Pour que la télévision sorte des laboratoires et passe dans le domaine de l'exploitation avec la radiodiffusion d'un programme quotidien, d'abord en Angleterre, puis en Allemagne et enfin en France, il a fallu attendre jusqu'aux environs de 1927. Après de multiples améliorations techniques échelonnées sur de nombreuses années, la télévision permit de voir à Paris, le 6 février 1952, le couronnement de la Reine Elisabeth d'Angleterre. La retransmission de cette cérémonie a été le signal de départ de la télévision commerciale et de l'Eurovision. Une autre étape importante dans l'histoire de la télévision allait être franchie par la naissance de la télévision en couleur. La résolution du problème de la couleur, réalisée en Amérique et dénommée par le désormais célèbre sigle NTSC, apportait dans le domaine de la radiodiffusion visuelle non seulement une solution, mais une révolution. L'auteur analyse ensuite le phénomène télévision dans son ensemble. Des domaines tels que l'enregistrement, la visio-phonie, la télévision sur disque, la modulation numérique et la compression de bande sont abordés. Les problèmes actuels que

sont les télécommunications par satellite, la télédistribution et la télévision interactive ne sont pas oubliés, et Marc Chauvierre leur consacre plusieurs chapitres. Il examine également la télévision dans son évolution technique future: écran plat, le grand écran, la télévision en relief et le télé-toucher, les ondes optiques et la photonique. L'auteur discute aussi de façon critique des choix passés et à venir des normes et des retombées psychologiques et sociales du développement de la télévision. Au lecteur de juger si le tableau qu'il a brossé de la vie et des problèmes en l'an 2000, correspond à une vision fantaisiste, sinon utopique, de l'avenir ou, plus qu'à une possibilité, une probabilité?

En conclusion, c'est un livre très intéressant qui constituera un enrichissement certain pour les connaisseurs et enchantera les profanes, d'autant plus que l'auteur émaille son récit d'anecdotes véridiques et de remarques qui incitent à la réflexion

Ch. Bärzfuss

Bernhard J.-H. **Problemlösungen mit dem Klein-Computer in elektrotechnischen/elektronischen Disziplinen.** = UTB-Uni-Taschenbuch, Band 490. Raisting, Dr. Alfred Hüthig Verlag, 1975. 226 S., 93 Abb., 11 Tab. Preis DM 21.80.

Der Titel des vorliegenden Werkes verspricht dem Leser einen Einblick in die Problematik des Klein-Computer-Einsatzes in elektrotechnischen Disziplinen. Der Autor befasst sich jedoch nicht nur mit dem Gebiet der Elektrotechnik; als Lehrer an der Fachhochschule Düsseldorf sieht er im Computer ein Werkzeug für das interaktive Problemlösen einerseits und ein starkes

Motivationsmittel in Lehre und Studium andererseits.

Resultat seiner pädagogischen Tätigkeit sind eine Reihe von Beispiellösungen; nur etwa 40% davon sind «rein» elektrotechnischer Natur. Das Buch gliedert sich in 11 Kapitel, die folgenden Themen gewidmet sind: Zielvorstellungen – Elektronische Taschenrechner – Programmiersprachen, Programmierung, Problemlösungen – Eine konkrete Familie aus der Klasse der Kleincomputer – Konkrete Problemlösungen – Automatisierter Informationsservice – Kleine Software-Pakete zur Problemlösung in der technischen Kybernetik – Optimierung – Prozesslenkung – Kybernetik – Computergrafik/Computerkunst. Der Schwerpunkt liegt in den Kapiteln 5 und 7, in denen nach einer Einführung in die Eigenschaften der Rechner HP 9810 und HP 9830 im Kapitel 4 – eine Reihe von kleineren Problemen vorgelegt wird. Positiv ist dabei die Darstellung des kompletten Lösungsganges zu werten: Problemstellung – Analyse – Datenorganisation – Programm-Ablaufschema – Programmaufstellung – Testspiel – Interpretation der Resultate. Es werden entweder ganze Programme gelistet (der Autor setzt Kenntnis der BASIC-Sprache voraus) oder ausführliche Ablaufdiagramme wiedergegeben.

Das weitgesteckte Gebiet der Kapitel 6, 8, 9, 10 und 11 wurde nur verhältnismässig kurz behandelt. Es ist schwierig, in einem Werk dieses Umfangs auf alle angedeuteten Themen mehr als nur informativ einzugehen. Um so mehr wünschte man sich eine ausführliche Bibliographie, vor allem weil das Werk eine Übersicht der an einer bestimmten Schule mit einer bestimmten EDV-Einrichtung durchgeführten Arbeiten darstellt.

Th. Formanek