

**Zeitschrift:** Pionier : Zeitschrift für die Übermittlungstruppen

**Herausgeber:** Eidg. Verband der Übermittlungstruppen; Vereinigung Schweiz. Feld-Telegraphen-Offiziere und -Unteroffiziere

**Band:** 39 (1966)

**Heft:** 5

**Artikel:** Pulse-Code-Modulation (PCM), ein neues Übertragungssystem für kurze Distanzen

**Autor:** [s.n.]

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-562794>

#### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 21.02.2026

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

# Pulse-Code-Modulation (PCM), ein neues Übertragungssystem für kurze Distanzen

Die geographische Struktur der Schweiz ist im Vergleich mit andern Ländern dadurch gekennzeichnet, dass sich die Wohnsiedlungen recht gleichmässig über das ganze Land verteilen. Wirkliche Grossstädte haben sich bei uns nicht entwickelt, dafür ist eine stattliche Zahl von mittelgrossen und kleineren Städten und Dörfern in regelmässiger Verteilung vorhanden. Diese Struktur hat auch dem Leitungsnetz der schweizerischen PTT-Betriebe den Stempel aufgedrückt.

Untersucht man die Häufigkeit der Fern- und Bezirkskabelbündel, so stellt man fest, dass die kurzen Leitungsbündel viel häufiger vorkommen als die langen. Von 750 Bezirksleitungsbündeln sind nur deren 32 länger als 25 km. Die Grenzlänge, oberhalb welcher die klassischen Trägersysteme wirtschaftlich eingesetzt werden können, beträgt etwa 20 bis 25 km. Damit können rund 7 bis 8 Prozent der Bezirksleitungen bedient werden. Sollte es gelingen, ein Trägersystem mit einer wirtschaftlichen Grenzlänge von 10 km zu bauen, so könnten 50 Prozent aller Bündel davon profitieren. Obwohl gerade in den letzten Jahren die Linienausrüstung dank der Transistorisierung wiederum wesentlich verbilligt werden konnten, wird es in absehbarer Zeit nicht gelingen, Trägersysteme nach der klassischen Bauart für Leitungslängen unter 20 km wirtschaftlich einzusetzen. Demgegenüber zeigt die neueste Entwicklung, dass es mit Hilfe der Pulse-Code-Modulations-Technik möglich wird, Leitungen im Bereich von 10 bis 20 km mehrfach wirtschaftlich auszunutzen, d. h. über ein Leiterpaar gleichzeitig mehrere Gespräche im Zeitmultiplex-Verfahren zu übertragen.

## Pulse-Code-modulierte Trägersysteme

Um eine Sprache zu übertragen, ist es nicht notwendig, dass jeder beliebige Momentanwert des Sprachsignals übermittelt wird, sondern es genügt, der Sprachschwingung in regelmässigen Zeitabständen Augenblickswerte zu entnehmen und nur diese zu übertragen.

Die Abtastfrequenz muss dabei mindestens doppelt so hoch sein wie die höchste übertragenen Sprachfrequenz, d. h. etwa 8000 Hz. Durch eine zeitliche Staffelung der Abtastimpulse verschiedener Gespräche kann eine Mehrfachübertragung auf einem Leiter erzielt werden.

Der Augenblickswert der Amplitude wird bei jeder Abtastung gemessen. Der numerische Wert dieser Messung wird in Binarform übertragen. Eine Verfälschung der übertragenen Nachricht kann nur dann eintreten, wenn ein ganzer Impuls, bzw. eine ganze Impulsserie ausfällt, oder wenn durch Stör-einflüsse zusätzliche Impulse erzeugt werden. Insofern ein gewisser Grenzwert nicht überschritten wird, werden Nebensprechen, Leitungsverzerrung und Geräusch keinen Einfluss auf die Nachrichtenübertragung haben. Darin liegt der grosse Vorteil der Pulse-Code-Modulation.

Die Pulse-Code-Modulation kann auf Grund ihrer geringen Störanfälligkeit qualitativ mittelmässige oder sogar minderwertige Übertragungswege benützen, d. h. gewöhnliche unabgeglichene Fernsprechadern. Infolge der hohen zu übertragenden Frequenz werden die Impulse zwar stark gedämpft, so dass in kurzen Abständen Verstärker eingeschaltet werden müssen, doch können diese Verstärker sehr einfach gebaut werden und beispielsweise in ähnlicher Art wie heute Pupinspulen montiert werden.

Die PCM-Technik kann auf verschiedenen Stufen der Übertragungsnetze Anwendung finden: beispielsweise als 24- oder 30-Kanalsystem auf Teilnehmer- und Bezirksleitungen, wo sie einen wesentlichen Beitrag zur 4-Drahtdurchschaltung bis zum Teilnehmer bringen würden. Es besteht aber auch die Möglichkeit, dass in einem späteren Zeitpunkt PCM-Systeme auf der Fernleitungsebene für die Übertragung grosser Leitungsbündel über Koaxialkabel oder Wellenleiter Einsatz finden.

Ein grosser Vorteil der Pulse-Code-Modulation liegt darin, dass die Signale auf einfachste Weise verstärkt bzw. regeneriert werden können, wobei es möglich ist, die Übertragung ohne jeden Informationsverlust auszuführen. Dies bedeutet, dass bei der PCM-Technik die Übertragungsqualität theoretisch unabhängig von der Übertragungsdistanz ist. Diese Eigenschaft steht im Gegensatz zu den Eigenschaften aller andern bekannten Übertragungssysteme.

Wie zu erwarten ist, weisen aber PCM-Systeme gegenüber den klassischen Übertragungssystemen nicht nur Vor-, sondern auch gewisse Nachteile auf. Einer dieser Nachteile ist das Quantisierungsgeräusch. Dieses Geräusch ist auf den stufenweisen Messvorgang bzw. die abgestufte Codierung der Impulsamplituden zurückzuführen und kann bei PCM-Systemen durch technischen Aufwand wohl reduziert, jedoch nie ganz ausgemerzt werden. Es gilt hier, einen Kompromiss zwischen Preis und Qualität zu finden. Je mehr Quantisierungsstufen dem Coder zur Verfügung stehen, desto kleiner wird das Quantisierungsgeräusch. Für Sprachübertragungen rechnet man mit 128 bis 243 Stufen.

Die Verarbeitung der elektrischen Signale hat bei PCM-Systemen ausserordentlich rasch zu erfolgen. Beträgt die Abtastfrequenz eines Telefonkanals 8 kHz, und sollen pro System 24 Kanäle abgetastet werden, so stehen dem Coder nur 5  $\mu$ -Sekunden, d. h. nur 5millionst Sekunden, für diese Funktion zur Verfügung. Innerhalb diesen 5  $\mu$ -Sekunden muss nur erst noch der Amplitudenwert durch beispielsweise einen siebenstufigen Code gekennzeichnet werden, so dass also pro Elementar-Codezeichen nur etwa 0,7millionst Sekunden zur Verfügung stehen. Es handelt sich hier also um äusserst kurze Schaltzeiten für elektrische Signale. Die PCM-Technik hat für die Lösung dieser Probleme von den grossen Fortschritten der elektronischen Digital-Verarbeitung viel Nutzen ziehen können.

In Europa hat die Entwicklung der PCM-Systeme die Fabrikationsreife noch nicht vollständig erreicht. Das bedeutet, dass wir uns in allernächster Zukunft für die Planung unseres Netzes noch nicht auf diese neue Technik stützen können.

Demgegenüber ist festzustellen, dass uns eine ganze Reihe gut ausgereifter Übertragungssysteme konventioneller Bauart zur Verfügung stehen, die uns eine solide Grundlage für den Ausbau unserer Fern- und Bezirkskabelanlagen gewährleisten. Im besonderen sei hier die Kleinkoaxialkabeltechnik erwähnt. Die erste Anlage dieses Types konnte vor einigen Wochen zwischen Baden und Zürich in Betrieb genommen werden. Weitere Anlagen werden in regelmässiger Folge erstellt. Diese Kleinkoaxialtechnik eignet sich für die schweizerischen Verhältnisse besonders gut, und wird deshalb zu einer Hauptstütze unseres Fernleitungsnetzes werden. In den nächsten Jahren wird die Mehrzahl der 52 schweizerischen Fernleitungszentren durch Kleinkoaxialkabelanlagen verbunden.

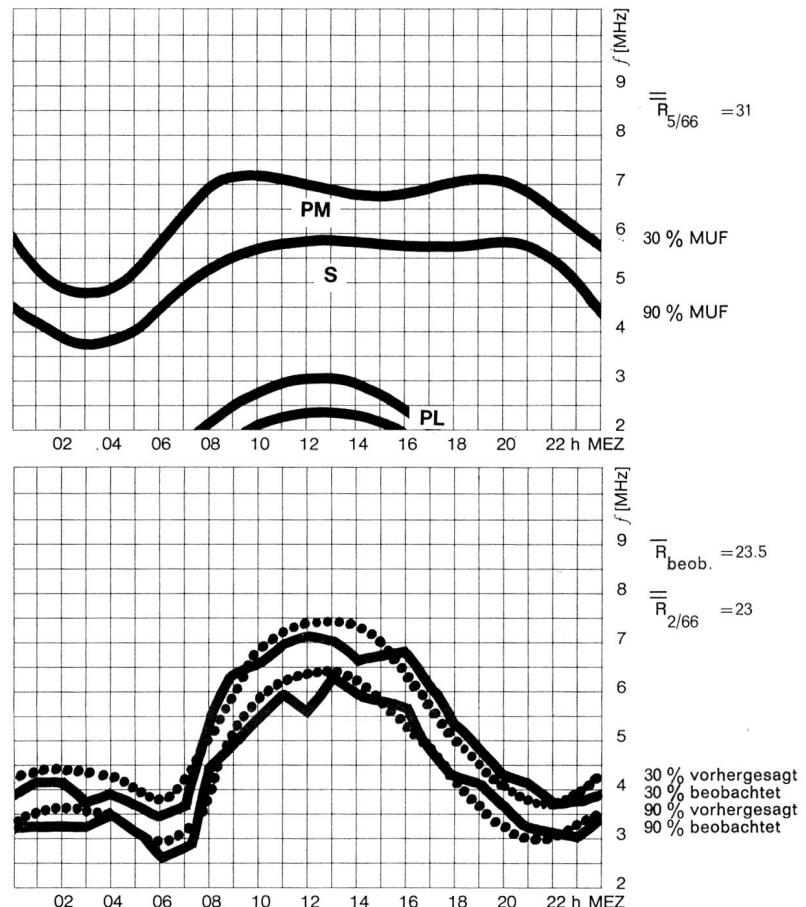
## MUF-Vorhersage für Mai 1966 Beobachtungen, Februar 1966

Kleinkoaxialanlagen sind im Prinzip eine Weiterentwicklung der klassischen Koaxialtechnik, wie wir sie in der Schweiz seit etwa 1952 kennen. Wie viele andere Produkte der neusten Technik findet auch die Kleinkoaxialtechnik den Ursprung in der Transistorisierung, welche dank ihren Vorzügen eine neue technische Konzeption ermöglichte. Gegenüber den klassischen Koaxialanlagen unterscheiden sich die Kleinkoaxialkabel durch kleinere Dimensionen der Außen- und Innenleiter und durch eine grössere Anzahl der Rohrpaare. Die Verstärker können in Abständen von 6 km in unterirdischen Schächten montiert werden und verstärken pro Tubenpaar vorerst 300 Telephoniekanaele und in einer zweiten Ausbaustufe 1260 Kanäle. Allerdings müssen für diese Leistungssteigerung die Verstärkerabstände auf 3 km reduziert werden.

Auch auf anderen Gebieten der Übertragungstechnik wurden in den letzten Jahren wesentliche Fortschritte erzielt. Dank einer engen Zusammenarbeit zwischen der schweizerischen Fernmeldeindustrie und den PTT-Betrieben, konnte beispielsweise eine einheitliche Bauart für Linienausführungen entwickelt werden, deren Vorteile rasch sichtbar wurden.

Auf dem Gebiet der Kabeltechnik wird uns die nächste Zukunft ebenfalls Verbesserungen bringen. Hier gehen die Anstrengungen dahin, die bisherigen klassischen Baumaterialien wie Blei, Stahl und Papier durch Kunststoffe zu ersetzen. Zusammen mit der Einführung neuer Werkzeuge und Spleissmethoden wird der Bau unserer Anlagen weiter rationalisiert, und wir hoffen, dadurch auch dem Problem der Personalknappheit begegnen zu können.

Die Zunahme des Fernmeldeverkehrs beträgt in der Schweiz jährlich 7 bis 8 Prozent, d. h. innerhalb von etwa zehn Jahren verdoppelt sich das Verkehrsvolumen. Die Bewältigung dieser Aufgabe ist nur durch einen steten Einsatz aller Kräfte der Industrie und PT-Betriebe möglich.



### Bedeutung der Symbole

Wählt man für eine Verbindung auf Kurzwellen innerhalb der Schweiz die Arbeitsfrequenz so, dass sie in den Bereich S fällt, so ist die Verbindung als sicher zu beurteilen (unter Vorbehalt von drei gestörten Tagen). In den Bereichen PM und PL ist die Wahrscheinlichkeit für eine sichere Verbindung naturgemäß geringer. Fällt die Arbeitsfrequenz in den Bereich PM, so ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Tages-MUF erreicht oder überschritten wird. Ist die Verbindung schlecht, soll eine tiefere Arbeitsfrequenz gewählt werden. Fällt die Arbeitsfrequenz in den Bereich PL, so ist die Wahrscheinlichkeit grösser, dass die Tages-LUF erreicht oder überschritten wird. Ist die Verbindung schlecht, soll eine höhere Arbeitsfrequenz gewählt werden.

$\bar{R}$  = gleitendes Zwölftmonatsmittel der Sonnenflecken-Relativzahlen

$\bar{R}$  = beobachtete monatliche Relativzahl der Sonnenflecken

### Explication des symboles

Si l'on choisit pour une transmission sur ondes courtes sur territoire suisse une fréquence de travail qui se trouve dans la région centrale S du graphique, on peut considérer la liaison comme sûre (sauf en cas de perturbation pendant trois jours). Dans les régions PM et PL du graphique, la probabilité d'obtenir une liaison sûre est naturellement moins grande. Si la fréquence de travail se trouve dans la région PM, la probabilité est plus grande que la MUF de ce jour soit atteinte ou même dépassée. En cas de mauvaise liaison: diminuer la fréquence de travail. Si la fréquence de travail se trouve dans la région PL, la probabilité est plus grande que la LUF de ce jour soit atteinte ou même dépassée. En cas de mauvaise liaison: augmenter la fréquence de travail.

$\bar{R}$  = nombre relatif mensuel observé des taches solaires

$\bar{R}$  = moyenne glissante de douze mois des nombres relatifs mensuels des taches solaires.



**SÄNTIS**  
**Batterien**  
**für alle Zwecke**

**SÄNTIS** Batteriefabrik  
J. Göldi RÜTHI/SG