

Vortrag von

D. Bazlen, L. Katzschner, W. Lörcher, H. Weisschuh

über

" EIN VORSCHLAG FÜR EIN PARTIELL INTEGRIERTES PCM-WÄHLNETZ
FÜR FERNSPRECH- UND DATENVERKEHR "

gehalten auf dem DFG-Kolloquium über "Digitale Übertragungstechnik
- Datenübertragung " an der Technischen Universität Braunschweig
(23. - 24. Sept. 1974)

INHALT

1. Struktur des Netzes
2. Wirtschaftliche Ausnutzung von Unterkanälen eines PCM-Kanals durch unterschiedliche Bitraten
3. Neuer Asynchron-Synchron-Wandler für Bitraten von 50 bzw. 200 bps.

Im folgenden wird ein Konzept für ein PCM-Wählnetz mit partiell integriertem Fernsprech- und Datenverkehr vorgestellt. Es wird die Struktur des Netzes erläutert und weiterhin auf zwei Teilprobleme näher eingegangen. Es sind dies die wirtschaftliche Ausnutzung von Unterkanälen eines PCM-Kanals durch Datenverkehre unterschiedlicher Bitraten und ein Verfahren zur Wandlung von asynchronen Bitraten in synchrone Bitraten für die Übertragung und Vermittlung.

1. Struktur des Netzes

Wenn man die Entwicklung des Einsatzes der PCM-Technik auf dem Gebiet der Übertragungs- und Vermittlungstechnik verfolgt, so lässt sich absehen, daß etwa in der Mitte der 80er Jahre mit synchronen digitalen öffentlichen Orts-Wählnetzen gerechnet werden kann. Deshalb legen wir diesen Zeitpunkt als Voraussetzung für die folgenden Betrachtungen zugrunde.

Die Fernsprech-PCM-Ortsvermittlungsstellen werden rechnergesteuert und die Teilnehmer sind nicht mehr direkt an die Vermittlungsstelle angeschlossen, sondern über sogenannte Konzentratoren im Vorfeld. In der Regel werden bis zu 500 Teilnehmer an einen Konzentrator angeschlossen. Die Steuerinformationen von und zum Konzentrator können teilweise in der Vermittlungsstelle durch Vorverarbeitungseinheiten verarbeitet werden. Dadurch wird der zentrale Steuerrechner entlastet. Die zu erwartende Zahl von Datenteilnehmern ist aus Bild 1 ersichtlich. Die Zahlen beruhen auf der EURODATA-Studie für das Jahr 1985, die im Auftrag der Postverwaltungen europäischer Länder durchgeführt wurde.

Verkehrsort	Mittlere Teilnehmerzahlen	
	einer Vermittlungsstelle mit 10,000 Fernsprechteilnehmern	eines Konzentrators mit 500 Fernsprechteilnehmern
Fernsprechen	10,000	500
Daten		
50 bps	82	≈ 4
50...200 bps	6	< 1
200 bps	18	≈ 1
600 bps	42	≈ 2
24 kbps	36	≈ 2
9.6 kbps	2	< 1
48 kbps	2	< 1
> 48 kbps	1	< 1
gesamt	188	≈ 10

Bild 1: Prognosewerte für Datenteilnehmer im Jahr 1985 (EURODATA-Studie)

In der ersten Spalte sind die verschiedenen Verkehrsarten eingetragen; sie umfassen den Fernsprechverkehr, den Datenverkehr entsprechend den von CCITT vorgeschlagenen Benutzerklassen, sowie Datenverkehr schneller als 48 kbps. In der zweiten Spalte ist die mittlere Zahl von Datenteilnehmern, bezogen auf 10.000 Fernsprechteilnehmer eingetragen. Diese Bezugsgröße wurde gewählt, da eine PCM-Orts-Vermittlungsstelle selten mehr Teilnehmer haben wird. Die dritte Spalte zeigt die Zahl von Datenteilnehmern, bezogen auf die Zahl von 500 Fernsprechteilnehmer, die wie oben erwähnt, im Mittel an einen Konzentrator angeschlossen werden.

Wie man sieht, sind im Einzugsbereich eines solchen Konzentrators im Mittel nur etwa 10 Datenteilnehmer zu erwarten. Da diese Zahl sehr klein ist, ist es wirtschaftlich, diese Datenteilnehmer mit den Fernsprechteilnehmern zusammen an einen gemeinsamen Konzentrator im Vorfeld anzuschließen.

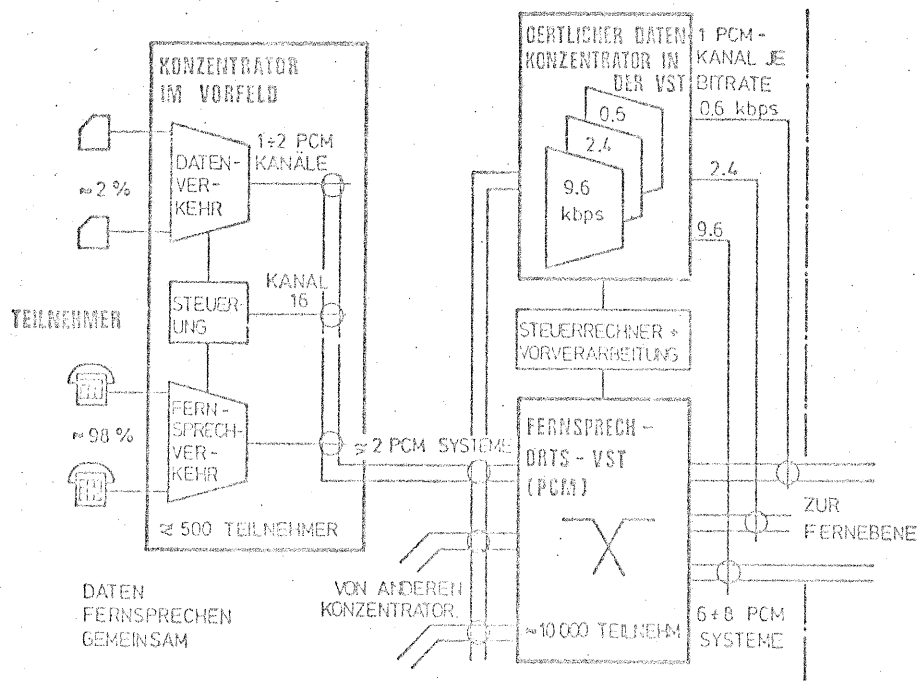


Bild 2: ORTSEBENE

Das Bild 2 zeigt das Blockschaltbild der Ortsebene. Links ist ein Konzentrator im Vorfeld gezeichnet, über den die Teilnehmer an die Vermittlungsstelle angeschlossen sind. Rechts ist die Vermittlungsstelle mit dem zentralen Steuerrechner und mit dessen Vorverarbeitungseinheiten dargestellt.

Sowohl die Konzentration des Datenverkehrs als auch diejenige des Fernsprechverkehrs wird von einer gemeinsamen Steuerung überwacht. Die Signalisierungsinformation von und zur Orts-VSt wird auf dem gemeinsamen Signalisierungskanal 16 eines PCM-Systems übermittelt. Für den gesamten Fernsprech- und Datenverkehr des Konzentrators werden bei üblichen Verkehrswerten mindestens 2 PCM-Systeme zur Orts-VSt benötigt.

Der gesamte Datenverkehr wird vom Konzentrator zur Vermittlungsstelle synchron übertragen und auf 1 oder 2 PCM-Kanäle konzentriert, welche Teil der Fernsprech-PCM-Übertragungssysteme sind. (Standard Systeme mit 32 Kanälen nach CCITT.)

Aufgrund der sehr kleinen Zahl von Datenteilnehmern innerhalb des Anschlußbereichs einer Orts-VSt und wegen ihres relativ geringen Verkehrs untereinander, ist es nicht wirtschaftlich, den Datenverkehr schon im eigenen Ortsnetz zu vermitteln. Deshalb wird am Eingang der Fernsprech-Orts-VSt der Datenverkehr aller angeschlossenen Konzentratoren vom Fernsprechverkehr getrennt und zu einem örtlichen Datenkonzentrator in der VSt geführt. Hier wird der Datenverkehr nach Bitraten sortiert.

Alle Datenflüsse derselben Bitrate werden auf einem, erforderlichenfalls mehreren individuellen PCM-Kanälen zusammengefaßt. Die dazu notwendigen Steuerungsaufgaben werden von dem Steuerrechner und den Vorverarbeitungseinheiten der Fernsprech-Orts-VSt mit erledigt.

Die weitere Übertragung des Datenverkehrs in die Fernebene erfolgt wieder gemeinsam mit Fernsprechverkehr, zwar über eigene Datenkanäle, aber über dieselben PCM-Systeme.

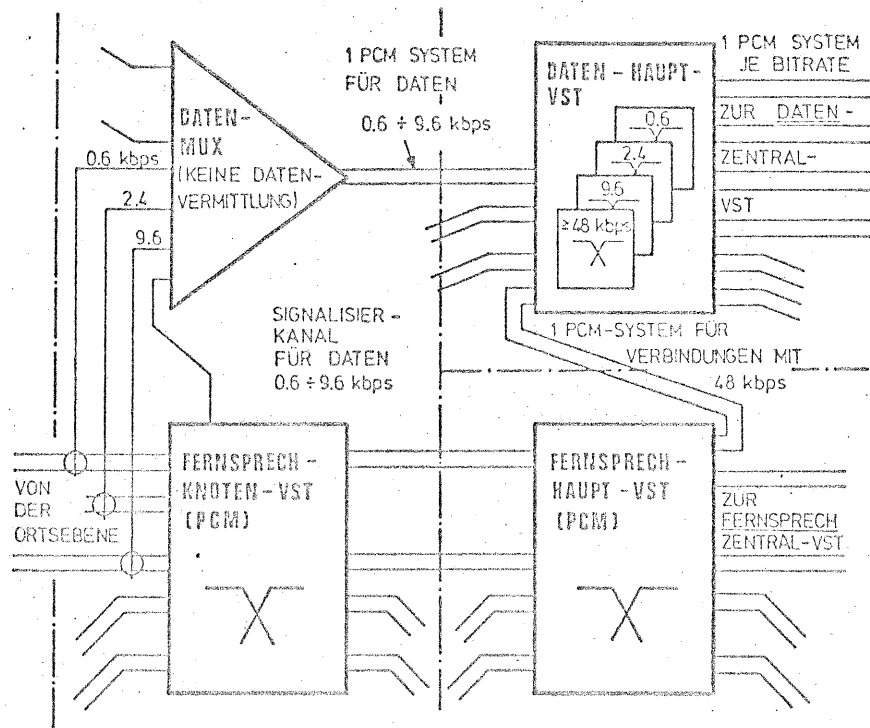


Bild 3: FERNEBENE

Auf Bild 3 ist nunmehr das Blockschaltbild der Knotenvermittlungsstelle (KVSt) links, und der Hauptvermittlungsstelle (HVSt) rechts innerhalb der Fernebene dargestellt. Am Eingang der Fernsprech-KVSt werden die gemeinsamen PCM-Systeme in Daten- und Fernsprechanäle aufgeteilt. Die Datenkanäle werden zu einem Daten-Multiplexer geführt. Dieser Multiplexer schaltet die ankommenden Datenverkehre aller Orts-VSt auf ein abgehendes PCM-System zur Daten-Haupt-VSt durch. Dieses PCM-System führt nur noch Datenverkehr. Die Übertragung der einzelnen Bitraten in individuellen PCM-Kanälen wird auf diesem PCM-System beibehalten.

Bis zur Fernsprech-Knoten-VSt wurde je PCM-System dessen Signalisierkanal für Daten- und Fernsprechverkehr gemeinsam benutzt. Jetzt werden die Signalisierinformationen der Datenverbindungen abgezweigt und zum Multiplexer geführt. Die Fernsprech-KVSt vermittelt also nur den Fernsprechverkehr. Der Datenverkehr wird damit zum ersten Mal in der Daten-Haupt-VSt vermittelt. Da der Datenverkehr bereits in individuellen PCM-Kanälen je Bitrate ankommt, kann er je Bitrate auf getrennte PCM-Koppelfelder geführt werden. Dies führt zu wesentlich einfacheren PCM-Koppelfeldern. Der Verkehr zur Daten-Zentral-VSt wird (zweckmäßigerweise wieder für jede Bitrate

getrennt) auf eigenen PCM-Systemen übertragen.

Datenverbindungen mit 48 kbps (kbit/sec) wurden bis jetzt noch nicht erwähnt. Sie werden vom Teilnehmer-Endgerät bis zur Fernsprech-Haupt-VSt wie Fernsprechfernverbindungen behandelt, d.h. pro Datenverbindung wird ein Fernsprechkanal zugeteilt. Diese Datenverbindungen werden dann über die Fernsprech-Haupt-VSt zu einem eigenen PCM-System vermittelt, das zur Daten-Haupt-VSt führt.

Oberhalb der Ebene der Haupt-VSt sind Daten- und Fernsprechverkehr vollkommen voneinander getrennt.

Die wesentlichen Eigenschaften des vorgestellten PCM-Netzes lassen sich also wie folgt zusammenfassen:

- . In der Ortsebene, d.h. von den Konzentratoren im Vorfeld bis zur Orts-VSt sind alle Datenverkehre mit Geschwindigkeiten kleiner 48 kbps in eigenen PCM-Kanälen zusammengefasst, die ihrerseits zu integrierten Daten- und Fernsprechsystemen gehören. Datenverkehr mit 48 kbps und Fernsprechverkehr werden über gemeinsam absuchbare PCM-Kanäle abgewickelt.
- . Von der Orts-VSt zur Knoten-VSt-Ebene werden Datenverkehre mit Geschwindigkeiten kleiner 48 kbps in PCM-Kanälen übertragen, die jeder Bitrate eigens zugeordnet sind. Diese Kanäle sind wieder ein Teil der integrierten Daten- und Fernsprechsysteme. Datenverkehr mit 48 kbps und Fernsprechverkehr werden, wie in der Ortsebene, über gemeinsam absuchbare PCM-Kanäle geführt.
- . In der Haupt- und Zentral-Vermittlungsstellen-Ebene sind Datenverkehr und Fernsprechverkehr vollständig voneinander getrennt.

2. Wirtschaftliche Ausnutzung von Unterkanälen eines PCM-Kanals durch unterschiedliche Bitraten

Für die Datenverbindungen von einem Konzentrator im Vorfeld bis zur Orts-VSt über jeweils 1 bis 2 PCM-Kanäle ist es besonders wichtig, diese Kanäle gemeinsam für unterschiedliche Bitraten gut auszunutzen. Dafür wird nun ein Verfahren vorgestellt.

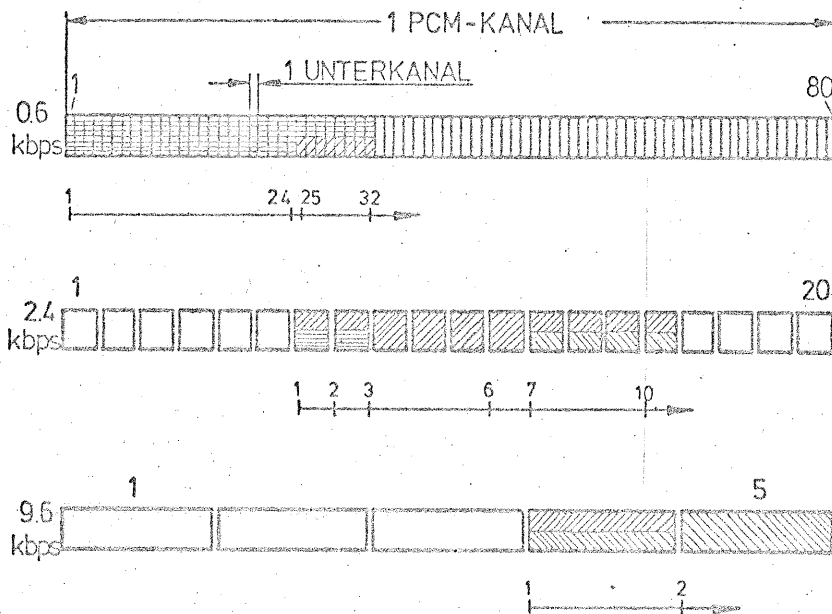


Bild 4: ABSUCHVERFAHREN ZUR UNTERKANALBELEGUNG

Nach CCITT Empfehlungen hat ein PCM-Kanal für Datenverkehr eine Übertragungsrate von 48kbps und die niedrigste zu übertragende synchrone Bitrate ist 600 bps (Bild 4). Deshalb wird ein PCM-Kanal in 80 Unterkanäle für je 600 bps unterteilt. Ein Unterkanal belegt seinen PCM-Kanal jeden 80. Rahmen. So ist es möglich, über einen PCM-Kanal eine unterschiedliche Zahl von Datenverbindungen zu führen: z. B.

- 80 Verbindungen mit einer Bitrate von 0,6 kbps oder
- 20 Verbindungen mit einer Bitrate von 2,4 kbps oder
- 5 Verbindungen mit einer Bitrate von 9,6 kbps

In unserem Anwendungsfall können bei der Datenübertragung vom Konzentrator im Vorfeld zur Orts-Vst die drei Arten von Verbindungen gleichzeitig über einen PCM-Kanal geführt werden. Es soll aber verhindert werden, daß Datenverbindungen einer Bitrate alle Unterkanäle für sich beanspruchen.

Zu diesem Zweck werden bestimmte Unterkanäle ausschließlich für den Datenverkehr einer Bitrate reserviert; andere Unterkanäle können gemeinsam benutzt werden.

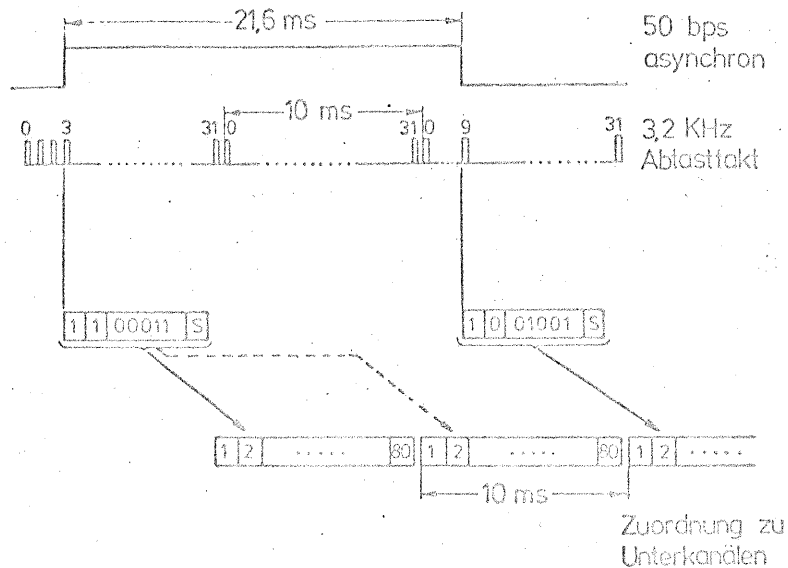
Ein Beispiel einer derartigen Kanalaufteilung ist auf dem Bild 4 dargestellt: Datenverbindungen mit 0,6 kbps können nur über 32 Unterkanäle abgewickelt werden. Ferner sind maximal 10 Verbindungen mit

2,4 kbps und 2 Verbindungen mit 9,6 kbps zugelassen. Ein Teil der Unterkanäle ist nur für individuelle Bitraten verfügbar, während andere auch für zwei Arten zugelassen werden können.

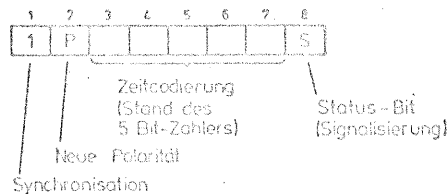
Die auf dem Bild angegebenen Zahlen stellen nur ein Beispiel dar. Sie können natürlich den jeweiligen Verhältnissen angepasst werden, d.h. der Zahl und der Übertragungsgeschwindigkeit der Datenteilnehmer am Konzentrator im Vorfeld.

3. Neuer Asynchron-Synchron-Wandler für Bitraten von 50 bzw. 200 bps

Zum Schluß sei noch das Prinzip eines Asynchron-Synchron-Wandlers zur Umwandlung von asynchronen Bitraten von 50 bis 200 bps in synchrone Bitraten von 600 bps bzw. 2,4 kbps vorgestellt. Ein solcher Wandler ist für alle asynchronen Datenteilnehmer am Konzentrator im Vorfeld notwendig.



Asynchron-Synchron Wandlung



Struktur des PCM-Datenwortes.

Bild 5

Auf dem Bild 5 ist oben ein (etwas verzerrt angenommenes) asynchrones Datensignal (Bitrate 50 bps) dargestellt. Asynchrone Datensignale mit 50 bps werden nun mit einer Abtastfrequenz von 3,2 kHz abgetastet.

Der Zeitpunkt eines auftretenden Polaritätswechsels wird dabei mit einem 5bit-Zähler, der vom Abtasttakt gesteuert wird, auf $\pm 0,3$ ms genau festgehalten. Es ergibt sich dadurch ein Zählerzyklus von 10 ms. Tritt nun in einem solchen Zyklus ein Polaritätswechsel auf, so wird der Zählerstand zum Zeitpunkt des Polaritätswechsels festgehalten und zusammen mit der neuen Polarität des Datensignals in einem Unterkanal übertragen.

Im Beispiel (Bild 5) findet ein Polaritätswechsel beim Zählerstand 3 von 0 nach 1 statt. Die neue Polarität des Datensignals ist 1. Diese wird zusammen mit dem Zählerstand 3 und zwei zusätzlichen Bits zu einem 8bit-PCM-Datenwort zusammengefasst und in dem Unterkanal 2 übertragen. Entsprechendes geschieht mit dem nächsten Wechsel; die neue Polarität ist 0 und der Zählerstand ist 9.

Da jeder Unterkanal eine synchrone Bitrate von 600 bps überträgt, muß in diesem Beispiel (50 bps) nach jeweils 80 PCM-Rahmen, d.h. im Abstand von 10 ms, ein Datenwort der betrachteten 50 bps-Verbindung angeliefert werden. Findet in einem Zählerzyklus von 10 ms kein Polaritätswechsel statt, so wird die Information des letzten Polaritätswechsels noch einmal gesendet, was durch die gestrichelte Linie in Bild 5 oben angedeutet ist.

Durch die geschilderte einfache Art der Umwandlung werden die asynchronen Datensignale nunmehr als synchrone Datensignale mit 600 (800) bps übertragen und vermittelt.

Analog werden Daten-Verbindungen mit 200 bps mit 12,8 kHz abgetastet und es wird alle 2,5 ms ein zeitcodiertes Datenwort von 8 Bit übertragen. Die synchrone Übertragung von asynchronen 200 bps-Signalen erfordert demnach eine Bit-Rate von 2,4 kbps, wofür 4 Unterkanäle benötigt werden.

Auf Bild 5 unten ist noch einmal die Struktur des 8bit-PCM-Datenwortes angegeben, wie es in einem Unterkanal übertragen wird. Das Format entspricht den CCITT-Vorschlägen. Es enthält ein Bit für die Polarität und fünf Bit für die Zeitcodierung des Polaritätswechsels. Das erste Bit ist ein Synchronisationsbit. Das letzte Bit ist ein Statusbit, welches angibt, ob Signalisierinformation oder Daten übertragen werden.