

# Digitale Koppelnetze

## KURZFASSUNG

21 Seiten

## INHALT

<b>1</b>	<b>Übersicht.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Allgemeines .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Digitale Koppelprinzipien .....</b>	<b>4</b>
3.1	Zeitlagenvielfach .....	5
3.1.1	Funktionsweise .....	5
3.1.2	Steuerung .....	6
3.2	Raumlagenvielfach .....	8
3.2.1	Funktion .....	8
3.2.2	Steuerung .....	9
3.3	Andere Koppelvielfache .....	10
3.3.1	Kombinationsvielfach .....	10
3.3.2	Konzentrationsstufen .....	11
3.3.3	Expansionsstufen .....	11
3.3.4	Verteilstufen.....	11
<b>4</b>	<b>Digitale Koppelnetze .....</b>	<b>12</b>
4.1	Verteilstufen-Strukturen .....	12
4.1.1	Dreistufiges Koppelnetz .....	13
4.1.2	Fünfstufiges Koppelnetz .....	14
4.1.3	Koppelnetzschnittstellen .....	15
4.2	Wegesuche .....	16
4.3	Durchschaltung und Steuerung.....	17
4.4	Betriebssicherheit .....	17
<b>5</b>	<b>Kontrollfragen .....</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Bilder und Tabellen .....</b>	<b>20</b>
<b>7</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>21</b>
<b>8</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>21</b>

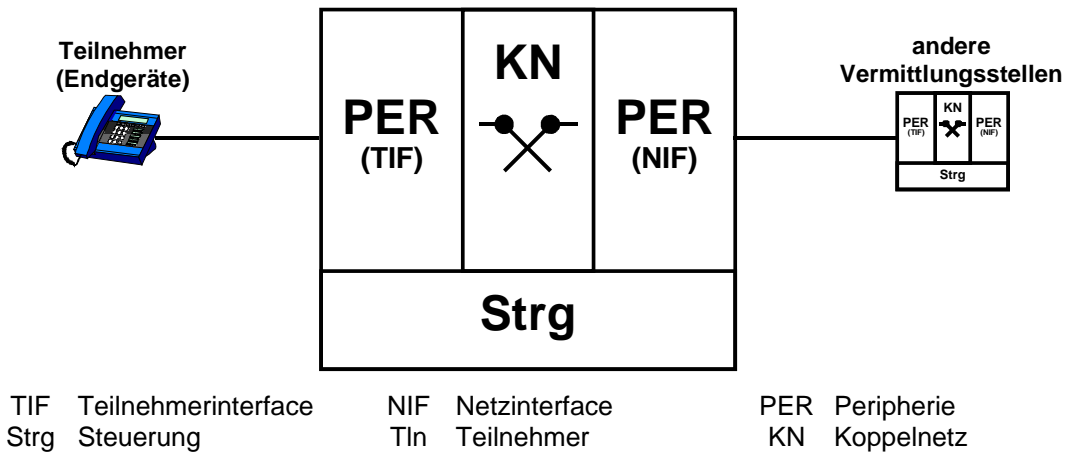
## **1 Übersicht**

Zur Durchschaltung von 64 kbit/s-Nachrichtenwegen werden digitale Koppelnetze in mehrstufigen Anordnungen verwendet. Sie bestehen aus einer Kombination von Zeit- und Raumlagenvielfachen welche die Koppelnetzeingänge mit den Koppelnetzausgängen verknüpfen und sind aus Sicherheitsgründen immer gedoppelt. Die Zeit- und Raumlagenvielfache sind auf steckbaren Baugruppen montiert und erleichtern dadurch einen modularen Koppelnetzausbau. Aus Kosten- und Raumgründen werden auch Baugruppen eingesetzt auf denen beide Prinzipien kombiniert aufgebaut sind – sog. Kombinationsvielfache. Neben diesen eigentlichen Koppelnetzelementen bestehen digitale Koppelnetze noch aus Schnittstelleneinrichtungen zu den Teilnehmerschaltungen und den digitalen Netzschnittstellen, so wie einem Koppelnetzrechner welcher das Wegesuchergebnis des zentralen Vermittlungsstellenrechners in Haltespeicheradressen und Haltespeicherinhalte umrechnet. Die Verknüpfung eines Koppelnetzeingangs mit einem Koppelnetzausgang erfolgt also durch die Eintragung einer Steueradresse – Haltespeicherinhalt – unter einer bestimmten Haltespeicheradresse. Während Koppelnetzrechner für eine bestimmte Gruppe von Koppelbaugruppen vorgesehen sind, hat jede Koppelnetzbaugruppe einen eigenen Haltespeicher. Um Koppelnetzausfälle so gering als möglich zu halten sind sowohl mitlaufende Prüfungen als auch Routineprüfungen vorgesehen die im Fehlerfall eine Umschaltung auf das fehlerfreie, redundante Koppelnetz einleiten.

### **Schlüsselwörter**

Zeitlagenvielfach, Raumlagenvielfach, Kombinationsvielfach, Informationsspeicher – Speech Memory, Haltespeicher – Connection Memory, Link-Anordnung, effektiv volle Erreichbarkeit, Wegesuche, Sicherungsmaßnahmen

2 Allgemeines



**Aufgaben digitaler Koppelnetzes**

(1) Koppelnetze sind Teil einer Vermittlungsstelle und verbinden kommende Leitungen (Eingänge) mit gehenden Leitungen (Ausgänge) aufgrund der Teilnehmer-Wahlinformation. Da digitale Nachrichtenverbindungen für jede Nachrichtenrichtung einen eigenen Verbindungsweg besitzen, müssen in digitalen Koppelnetzen je Nachrichtenverbindung immer zwei Wege durchgeschaltet werden - einer für die Richtung A→B und einer für die Richtung B→A. Die VSt-Steuerung (Strg) wertet die Wahlinformation des Teilnehmers zur Wegesuche im Koppelnetz aus und ermöglicht so die Durchschaltung einer Wählverbindung zwischen zwei Teilnehmern eines Telekommunikationsnetzes. Für die Durchschaltung einer Nachrichtenverbindung zwischen zwei Teilnehmern ist es bedeutungslos ob die Nachrichtenverbindung über ein oder mehrere Koppelnetze (Vermittlungsstellen) läuft.

(2) Bei Koppelnetzen ist grundsätzlich zwischen Raumkoppelnetzen und Zeitkoppelnetzen zu unterscheiden.

- Raumkoppelnetze können sowohl analoge als auch digitale Signale durchschalten,
- Zeitkoppelnetze arbeiten im „Zeitvielfach“<sup>1</sup> und können nur digitale Signale eines bestimmten Typs (z.B. PCM-Signale) durchschalten; sie werden auch "digitale Koppelnetze" genannt.

Digitale Koppelnetze schalten Verbindungen durch, indem sie 8-bit-Codewörter verschiedener Fernsprechsingnale entsprechend den Verbindungswünschen neu ordnen. Entsprechend der Abtastfrequenz werden pro Verbindungsrichtung 8000 Codewörter pro Sekunde weitervermittelt (125-µs-Perioden). Innerhalb dieser Perioden hat jedes Codewort eine bestimmte Zeitlage. Das entspricht genau der digitalen Übertragungstechnik, bei der innerhalb eines Pulsrahmens jedes Codewort einem bestimmten Kanal (Zeitschlitz) zugeordnet ist. Anstelle von Codewörtern kann die Vermittlungsstelle auch 8-bit-Gruppen anderer Signale durchschalten um andere Dienste im digitalen Fernsprechnet (ISDN) zu integrieren.

<sup>1</sup> Zeitvielfach bedeutet, dass über jede interne Leitung mehrere verschiedene Verbindungen, zeitlich hintereinander angeordnet, jedoch für den Benutzer quasi gleichzeitig hergestellt werden können. Das bedeutet auf der einen Seite eine durch Mehrfachnutzung mögliche Einsparung an Koppelpunkten und internen Verbindungsleitungen, auf der anderen Seite kann das am Eingang liegende Signal eine derartige Koppelanordnung nicht unbeeinflusst durchlaufen. Zeitvielfach-Koppelanordnungen sind für die Vermittlung von analogen Signalen daher nicht geeignet, sondern nur für die Vermittlung von digitalen Pulssignalen

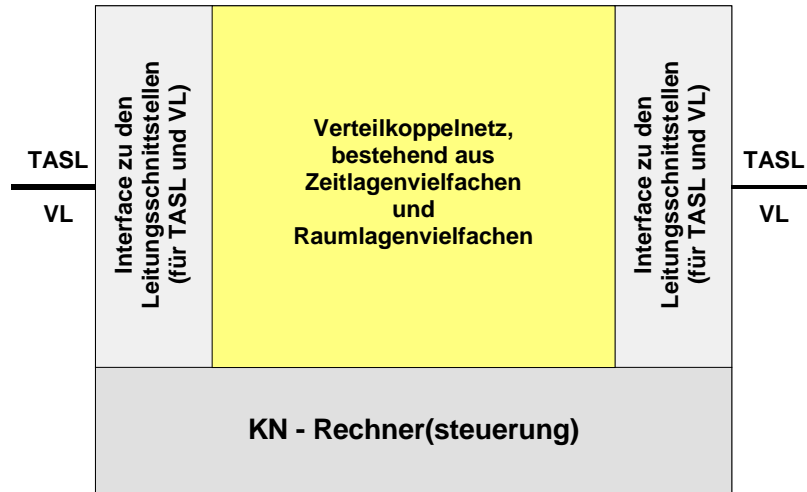


Bild 2 Bestandteile eines digitalen Koppelnetzes

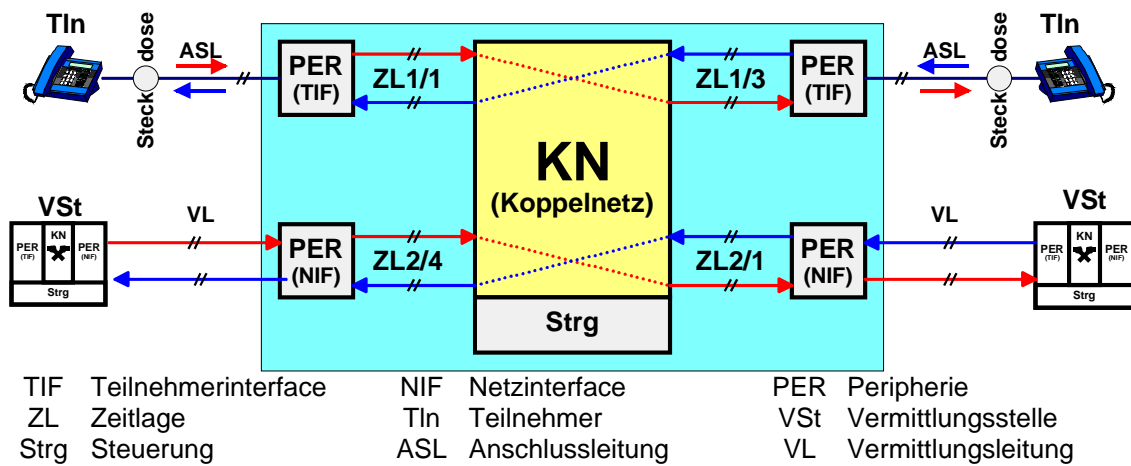


Bild 3 Nachrichtenverbindungen durch ein digitales Koppelnetz

### 3 Digitale Koppelprinzipien

(3) Für den Vermittlungsvorgang in digitalen Vermittlungsstellen stehen zwei Prinzipien zur Verfügung:

- das Zeitlagenvielfach und
- das Raumlagenvielfach.

3.1 Zeitlagenvielfach

(4) Das Zeitlagenvielfach erlaubt die Verschiebung eines Sprachbytes zwischen Eingangs- und Ausgangsmultiplexleitung. Zu diesem Zweck werden die ankommenden Codewörter zyklisch in das Speech Memory SM (Informationsspeicher) eingeschrieben und von dort durch das Connection Memory CM (Haltespeicher) gesteuert ausgelesen.

Das SM besitzt so viele Speicherplätze als das ZLV Eingangszeitlagen hat – die Eingangszeitlage entspricht also der SM-Speicherplatzadresse.

Das CM besitzt so viele Speicherplätze als das ZLV Ausgangszeitlagen hat – die Ausgangszeitlage entspricht also der CM-Speicherplatzadresse.

Die Verknüpfung zwischen Eingang und Ausgang erfolgt durch Eintragen der zu verschiebenden Eingangszeitlage (SM Adresse) auf den CM-Speicherplatz der gewünschten Ausgangszeitlage durch den KN-Rechner. Beide Adressen werden vom Rechner auf Grund der Teilnehmer-Wahlinformation errechnet.

Es ist auch möglich die Sprachbytes bereits sortiert in den Informationsspeicher einzuschreiben und anschließend zyklisch auszulesen.

Da digitale Nachrichtenverbindungen für jede Nachrichtenrichtung einen eigenen Verbindungsweg besitzen, müssen in digitalen Koppelanordnungen je Nachrichtenverbindung immer zwei Wege durchgeschaltet werden - einer für die Richtung A→B und einer für die Richtung B→A. Zeitlagenvielfache können als Verteilstufen, aber auch als Konzentrations- oder Expansionsstufen eingesetzt werden.

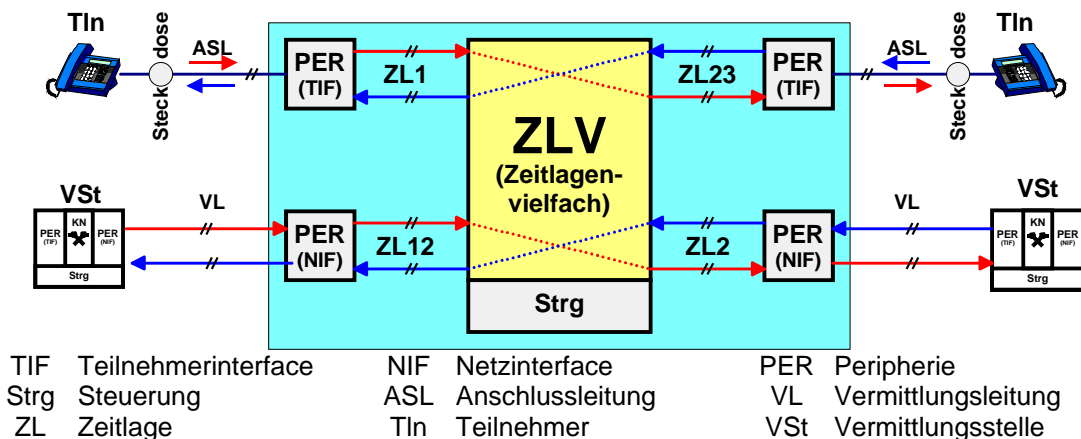


Bild 4 Nachrichtenverbindungen durch ein Zeitlagenvielfach

3.1.1 Funktionsweise

(5) Sollen Codewörter von einer kommenden Zeitlage in eine andere gehende Zeitlage verschoben werden, so müssen sie in einem Informationsspeicher oder Speech Memory zwischengespeichert werden. Die ankommenden Bytes werden entweder in den Informationsspeicher zyklisch eingeschrieben und von dort vom Haltespeicher gesteuert ausgelesen oder sie werden bereits beim Einspeichern sortiert, so dass sie zyklisch ausgelesen werden können.

Im ersten Fall wird der "Drehschalter" am Eingang des Informationsspeichers zyklisch gesteuert, wodurch die ankommenden Bytes der Reihe nach und synchron mit den Eingangszeitlagen in den Informationsspeicher abgelegt werden. Die Reihenfolge beim Auslesen aus

dem Informationsspeicher wird von den jeweiligen Vermittlungswünschen bestimmt. Die Steueradressen für den „Drehschalter“ am Ausgang des Informationsspeichers die zum Lesen der zwischengespeicherten Codewörter erforderlich sind werden vom sog. Haltespeicher oder Connection Memory synchron mit den Ausgangszeitlagen ausgegeben.

Entsprechend den 8000 Abtastungen pro Sekunde erfolgt der Zeitlagentausch der Codewörter für jede Verbindung ebenfalls 8000-mal pro Sekunde. Durch das Vertauschen der Zeitlagen werden im Zeitlagenvielfach die Codewörter der verschiedenen Verbindungen unterschiedlich verzögert.

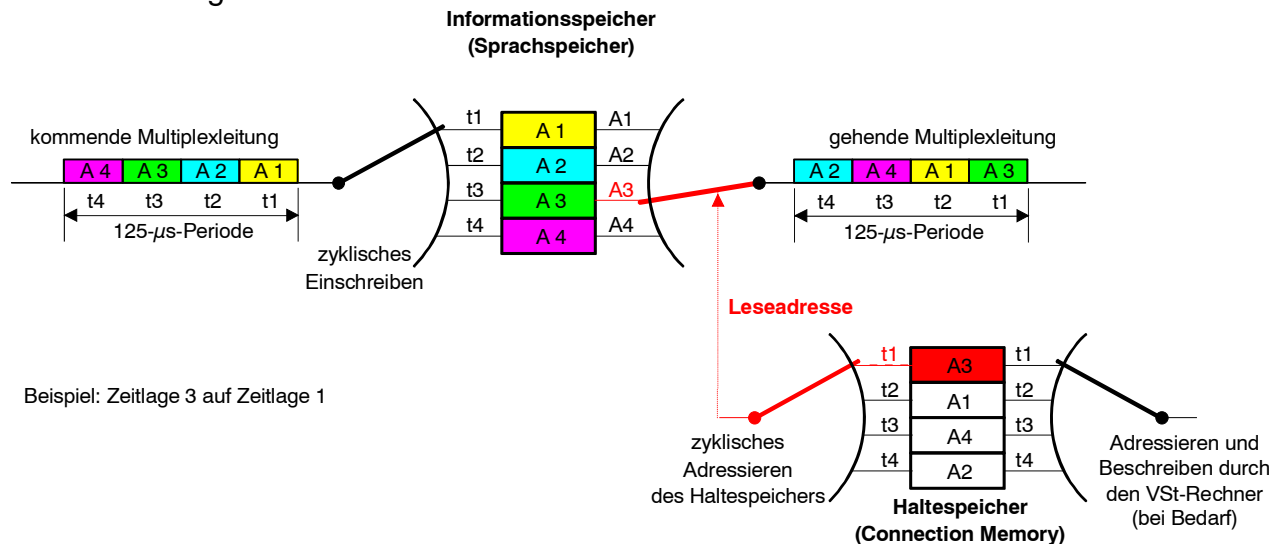


Bild 5 Prinzipschaltbild eines Zeitlagenvielfachs

Der Drehschalter am Ausgang des Informations- oder Sprachspeichers wird folgendermaßen vom Haltespeicher (Connection Memory) gesteuert:

- zur Ausgangszeitlage tA1 auf Speicherplatz 3
- zur Ausgangszeitlage tA2 auf Speicherplatz 1
- zur Ausgangszeitlage tA3 auf Speicherplatz 4
- zur Ausgangszeitlage tA4 auf Speicherplatz 2

Dadurch vertauscht das Zeitlagenvielfach die Zeitlagen der Codewörter wie folgt:

- von Eingangszeitlage 1 nach Ausgangszeitlage 2
- von Eingangszeitlage 2 nach Ausgangszeitlage 4
- von Eingangszeitlage 3 nach Ausgangszeitlage 1
- von Eingangszeitlage 4 nach Ausgangszeitlage 3

### 3.1.2 Steuerung

(6) Jedem Zeitlagenvielfach ist ein Haltespeicher oder Connection Memory CM zugeordnet. Als Haltespeicher wird ein Schreib-Lese-Speicher (RAM = random access memory) verwendet, dessen Inhalt beliebig geändert werden kann. Anhand der von der Steuerung empfangenen Daten werden Steueradressen in bestimmte Haltespeicherplätze eingeschrieben und in anderen gelöscht. Die eingeschriebenen Steueradressen geben die durchzuschaltenden Verbindungen an. Sie bleiben für die Dauer der jeweiligen Gespräche im Haltespeicher gespeichert. Ein Haltespeicher hat für jede gehende Zeitlage einen Speicherplatz. Jeder Speicherplatz kann eine Adresse des Informationsspeichers enthalten. Innerhalb einer 125-µs-

Periode werden alle Speicherplätze eines Haltespeichers einmal angesteuert und die gespeicherten Steueradressen ausgelesen.

Bei Zeitlagenvielfachen mit zyklischem Einschreiben gibt die Steueradresse an, aus welchem Speicherplatz des Informationsspeichers auszulesen ist. Bei Zeitlagenvielfachen mit zyklischem Auslesen gibt die Steueradresse an, in welchem Speicherplatz des Informationsspeichers einzuschreiben ist.

### 3.2 Raumlagenvielfach

(7) Im Gegensatz zum Zeitlagenvielfach kann das Raumlagenvielfach jedes 8-bit-Codewort einer Zubringermultiplexleitung zu jeder beliebigen Abnehmermultiplexleitung zeitlagengleich vermitteln. Die Codewörter behalten dadurch während und nach dem Vermittlungsvorgang ihre ursprüngliche Zeitlage bei. Verändert wird nur ihre "räumliche" Lage (Zuordnung zu Multiplexleitungen). Beim Raumlagenvielfach werden immer so viele Verbindungen „gleichzeitig“ durchgeschaltet als Eingangs- bzw. Ausgangsmultiplexleitungen vorhanden sind. Raumlagenvielfache können als Verteilstufen, aber auch als Konzentrations- oder Expansionsstufen eingesetzt werden.

#### 3.2.1 Funktion

Im Gegensatz zum Zeitlagenvielfach kann das Raumlagenvielfach jedes 8-bit-Codewort der Zubringermultiplexleitungen zu jeder beliebigen Abnehmermultiplexleitung zeitlagengleich vermitteln. Die Codewörter behalten dadurch während und nach dem Vermittlungsvorgang ihre ursprüngliche Zeitlage bei. Verändert wird nur ihre "räumliche" Lage (Zuordnung zu einer abgehenden Multiplexleitung). Beim Raumlagenvielfach werden immer so viele Verbindungen „Gleichzeitig“ durchgeschaltet als Eingangs- bzw. Ausgangsmultiplexleitungen vorhanden sind.

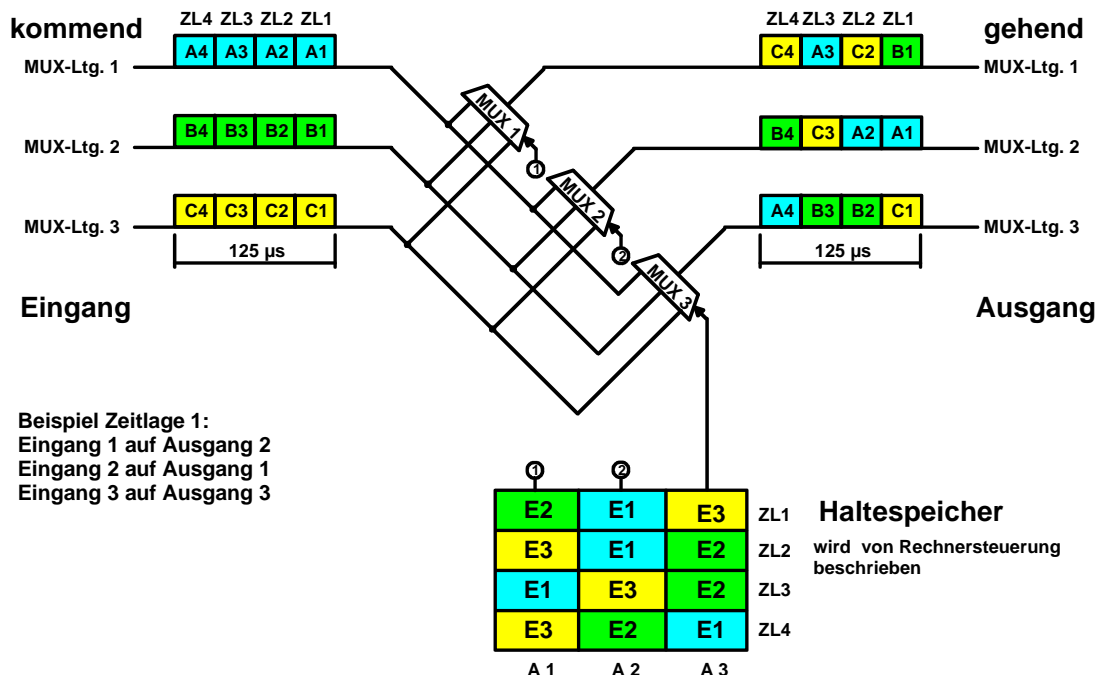


Bild 6 Prinzipschaltbild eines Raumlagenvielfachs

Vereinfachend sind im Prinzipschaltbild jeweils nur 4 Zeitlagen und 3 Eingangs- und Ausgangsmultiplexleitungen so wie ein Multiplexer je Ausgangsleitung gezeichnet. Die Durchschaltstellung der Multiplexer ändert sich mit jeder Zeitlage. Zu jeder Zeitlage wird pro Zubringermultiplexleitung eine Verbindung über einen Multiplexer durchgeschaltet. Zu einer bestimmten Zeitlage und für die Dauer einer Verbindung wird ein Multiplexer 8000-mal pro Sekunde durchlässig. In Bild 6 sind während der Zeitlage 1 folgende Multiplexleitungen miteinander verbunden:

A1 mit E2, A2 mit E1 und A3 mit E3



### 3.2.2 Steuerung

(8) Jeder Spalte eines Raumlagenvielfachs ist ein Haltespeicher zugeordnet. Als Haltespeicher wird ein Schreib-Lese-Speicher (RAM = random access memory) verwendet, dessen Inhalt beliebig geändert werden kann. Anhand der von der Rechnersteuerung erhaltenen Daten werden Steueradressen in bestimmte Haltespeicherplätze eingeschrieben und in anderen gelöscht. Die eingeschriebenen Steueradressen geben die durchzuschaltenden Verbindungen an. Sie bleiben für die Dauer der jeweiligen Gespräche im Haltespeicher gespeichert. Ein Haltespeicher hat für jede gehende Zeitlage einen Speicherplatz. Jeder Speicherplatz kann die Adresse einer Zubringermultiplexleitung enthalten. Innerhalb einer 8-Bit-Periode werden so viele Haltespeicherplätze gleichzeitig angesteuert und die gespeicherten Steueradressen ausgelesen als Ausgangsmultiplexleitungen vorhanden sind. Innerhalb einer 125- $\mu$ s-Periode werden alle Speicherplätze eines Haltespeichers einmal angesteuert und die gespeicherten Steueradressen ausgelesen.

Im Raumlagenvielfach bezeichnet die Steueradresse eine Zubringermultiplexleitung. Dadurch wird ein bestimmter Eingang des Multiplexers durchlässig, so dass während der betreffenden Zeitlage die adressierte Zubringermultiplexleitung mit der Abnehmermultiplexleitung des Haltespeichers verbunden ist.

3.3 Andere Koppelvielfache

3.3.1 Kombinationsvielfach

(9) Zeit- und Raumlagenvielfache können miteinander kombiniert werden wodurch das Kombinationsvielfach entsteht. Das Kombinationsvielfach bietet den Vorteil, dass die Anzahl der Haltespeicher um 50% geringer ist als bei getrennter Ausführung.

Die gleichzeitig auf den Multiplexleitungen eintreffenden Codewörter werden durch einen Multiplexer seriell angeordnet und anschließend seriell in den Sprachspeicher geschrieben. Nach dem Vermittlungsvorgang, d.h. dem seriellen Auslesen von vier Codewörtern teilt der Demultiplexer diese wieder auf vier Abnehmermultiplexleitungen mit der ursprünglichen Bitrate auf.

Ausgenommen die Serien / Parallelwandlung (und umgekehrt) hat das Kombinationsvielfach die gleichen Arbeitsprinzipien wie das Zeitlagenvielfach. Es kann also auch hier jedes Codewort der ankommenden Seite zu jeder Zeitlage aller vier Multiplexleitungen der abgehenden Seite blockierungsfrei vermittelt werden (volle Erreichbarkeit).

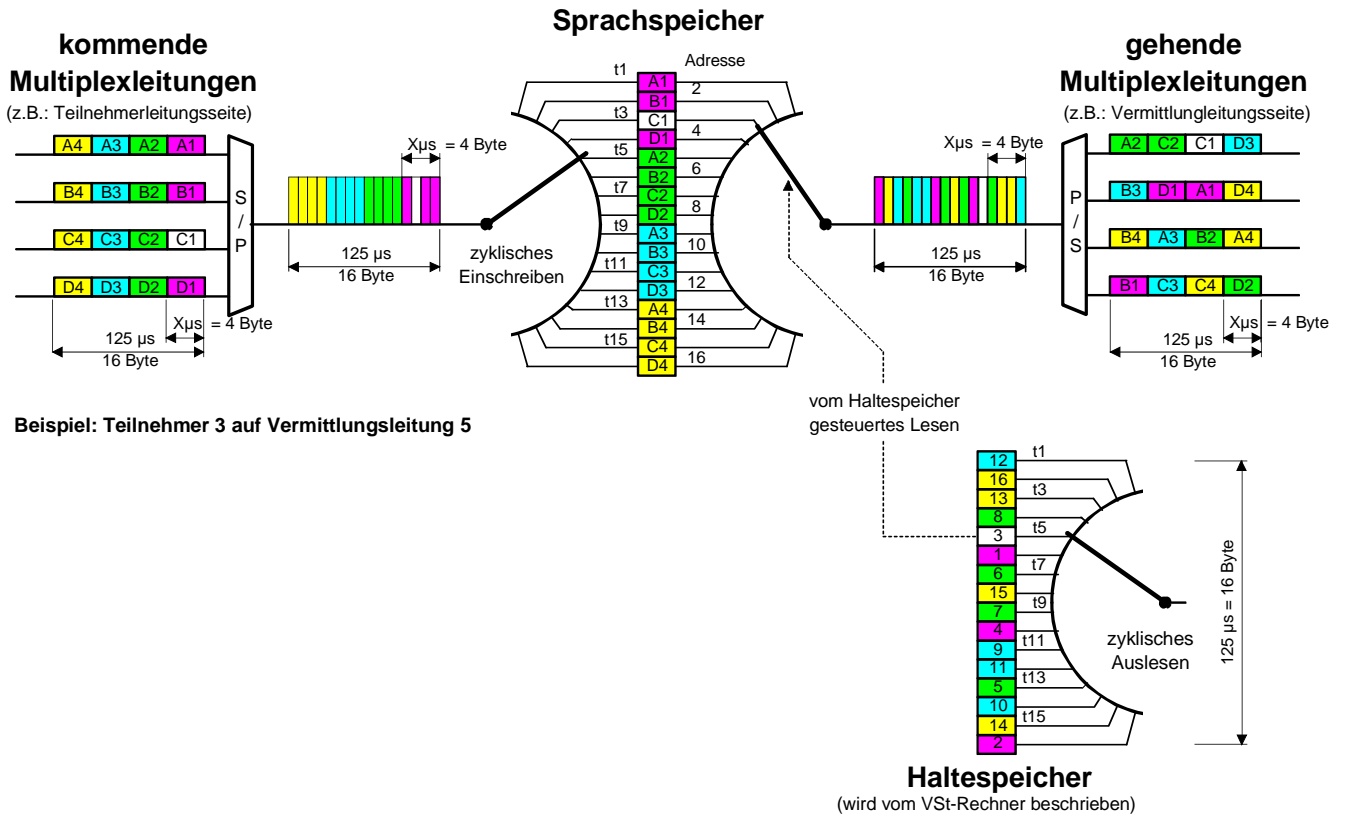


Bild 7 Prinzipschaltbild eines Kombinationsvielfaches

### 3.3.2 Konzentrationsstufen

Besitzen Zeit- oder Raumlagenvielfache weniger Eingänge als Ausgänge so werden sie als Konzentrationsvielfache bezeichnet. Es können natürlich nur so viele Verbindungen durchgeschaltet werden als Ausgangszeitlagen zur Verfügung stehen. Bei Raumlagenvielfachen können natürlich nur so viele Verbindungen gleichzeitig durchgeschaltet werden als Ausgangsmultiplexleitungen vorhanden sind.

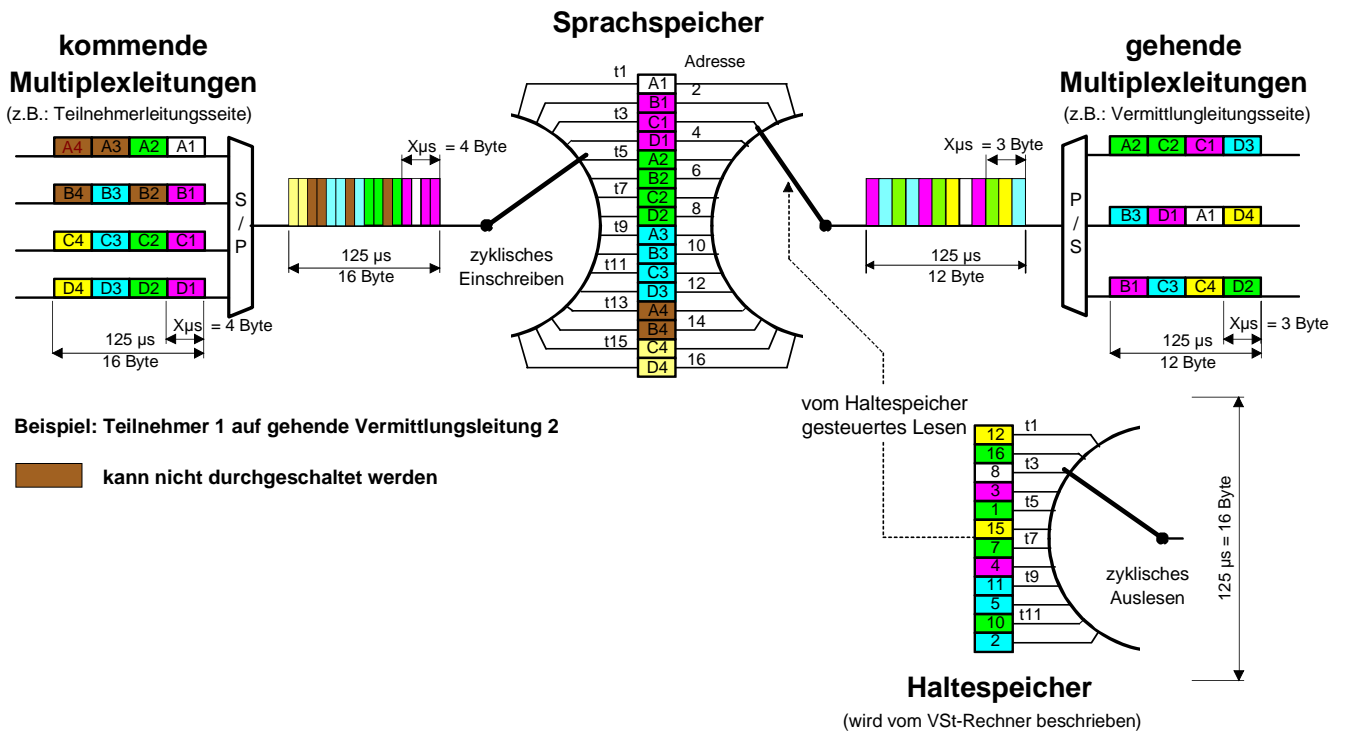


Bild 8 Prinzipschaltbild einer Konzentrationsstufe

### 3.3.3 Expansionsstufen

Stehen mehr Ausgangszeitlagen zur Verfügung als Eingangszeitlagen, so spricht man von Expansionsvielfachen. Es können nur so viele Verbindungen durchgeschaltet werden als Eingangszeitlagen zur Verfügung stehen. Bei Raumlagenvielfachen können natürlich nur so viele Verbindungen gleichzeitig durchgeschaltet werden als Eingangsmultiplexleitungen vorhanden sind.

### 3.3.4 Verteilstufen

Bei Verteilstufen ist die Anzahl der Eingangszeitlagen gleich der Anzahl der Ausgangszeitlagen. Bei Raumlagenvielfachen werden so viele Verbindungen gleichzeitig durchgeschaltet als Multiplexleitungen (kommend oder gehend) vorhanden sind.

4 Digitale Koppelnetze



Bild 9 Prinzip eines digitalen Koppelnetzes

Digitale Koppelnetze müssen, wie auch Raumkoppelnetze, die Funktion der Verkehrskonzentration, Verkehrsverteilung und Verkehrsexpansion durchführen. Diese Funktionen werden in digitalen Vermittlungsstellen in der Regel durch ein kombiniertes (doppelt gerichtetes) Konzentrations- / Expansionskoppelnetz und durch ein Verteilkoppelnetz wahrgenommen. Digitale Koppelnetze dienen der zeit- und raummäßigen, kanalindividuellen Vermittlung von Sprachinformationen und können in Abhängigkeit von der Vermittlungsstellengröße modular aufgebaut werden.

Da zur Durchschaltung eines Nachrichtenweges zwischen Koppelnetzeingang und Koppelnetzausgang in der Regel nicht nur die Multiplexleitung sondern auch die Zeitlage gewechselt werden muss, bestehen die kombinierten Konzentrations- und Verteilstufen digitaler Koppelnetze meist aus vielen Kombinationsvielfachen, und die Verteilstufen digitaler Koppelnetze aus einer Kombination von Zeitstufen<sup>2</sup> und Raumstufen<sup>3</sup> in einstufiger<sup>4</sup> oder mehrstufiger<sup>5</sup> Anordnung. Die Kombination von Zeit- und Raumstufen kann

- symmetrisch - z.B. : Z - Z, Z - R - Z, Z - R - R - Z, Z - R - R - R - Z oder
- unsymmetrisch – z.B. Z - R, Z - Z - R, R - Z - R - Z, etc. erfolgen.

4.1 Verteilstufen-Strukturen

Welche Kombinationen in den einzelnen Anwendungsfällen in Frage kommt, hängt vom Konzept des Vermittlungssystems und der Vermittlungsstellengröße ab.

Eine häufig angewendete Kombination ist die unten im Bild angeführte Zeit-Raum-Zeit-Anordnung welche für kleine und mittelgroße Vermittlungsstellen –20.000 bis 80.000 Teilnehmer - eingesetzt werden kann.

Für größere Vermittlungsstellen sind z.B. fünfstufigen Anordnungen (Z –R – R – R – Z) im Einsatz.

<sup>2</sup> Eine Zeitstufe wird aus Zeit- oder Kombinationsvielfachen gebildet

<sup>3</sup> Eine Raumstufe wird aus Raumlagenvielfachen gebildet

<sup>4</sup> Einstufige Koppelanordnungen bestehen entweder aus einem Zeitlagen- oder einem Kombinationsvielfach

<sup>5</sup> Mehrstufige Koppelanordnungen bestehen aus einer Kombination von Zeit- und Raumstufen

4.1.1 Dreistufiges Koppelnetz

(10) Die Gesamtzahl der an ein digitales Koppelnetz anschließbaren Ports<sup>6</sup> ergibt sich aus der Anzahl der Zeitlagen je Multiplexleitung mal Anzahl der Multiplexleitungen. Die Anzahl der möglichen Zeitlagen je Multiplexleitung ergibt sich aus der Gesamtbitrate geteilt durch die Bitrate eines Nachrichtenweges, z.B. ergeben sich bei 64 Multiplexleitungen und einer Bitrate von je 2048 kbit/s insgesamt  $1024^7$  durchschaltbare Zeitlagen und bei einer Bitrate von 2048 kbit/s insgesamt 2048 durchschaltbare Zeitlagen.

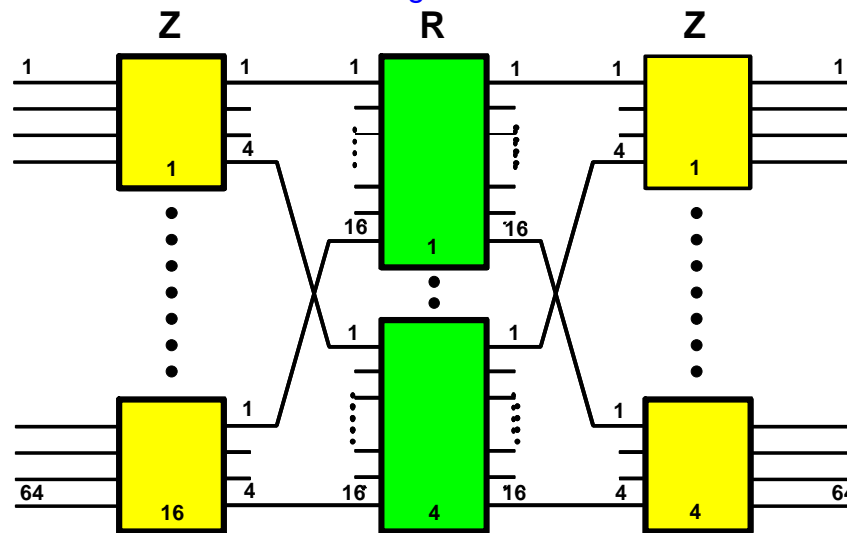


Bild 10 Prinzip einer dreistufiges Koppelnetz

(11) Digitale Koppelnetze mit mehr als 128 Eingangs- und Ausgangszeitlagen werden in der Regel mehrstufig aufgebaut wobei die Koppelstufen mit sog. Links zusammenschaltet werden. Man nennt solche Anordnungen daher auch Link Anordnungen oder Zwischenleitungsanordnungen<sup>8</sup>. Link Anordnungen arbeiten mit konjugierter Einstellung<sup>9</sup>, d.h. zentrale Steuergeräte suchen alle zum Ziel führenden Verbindungswege ab; wenn überhaupt noch eine Möglichkeit besteht wird die Verbindung durchgeschaltet, anderenfalls der Verbindungswunsch – mit Besetztton - abgewiesen. In Koppelanordnungen mit konjugierter Einstellung tritt innere Blockierung dadurch ein, dass belegte Zwischenleitungen auch die noch freien Ausgänge des zugehörigen Koppelvielfaches in der nachfolgenden Koppelstufe sperren. Die Erreichbarkeit ist also von der Anzahl bereits bestehender Verbindungen zwischen Eingängen und Ausgängen abhängig; deshalb haben Zwischenleitungsanordnungen mit innerer Blockierung variable Erreichbarkeit.

Die in mehrstufigen Koppelanordnungen auftretenden innere Blockierungen können jedoch klein gehalten werden, wenn durch eine entsprechende Gruppierung des Koppelnetzes die Anzahl der Zwischenleitung reichlich bemessen ist und für jede Verbindungsart immer genügend Zwischenleitungen vorhanden sind. Wenn am Eingang des A Koppelvielfaches Leitungen mit sehr starkem Verkehr angeschlossen werden sollen, so muss die Anzahl der von der A Stufe weiterführenden Zwischenleitungen mindestens gleich oder sogar etwas größer sein als die Anzahl der Eingänge in der A Stufe.

<sup>6</sup> Als Port der Anschlusslage wird die HW-Anschlussstelle einer Teilnehmer- oder Vermittlungsleitung an eine digitale Vermittlungsstelle bezeichnet. Innerhalb der Vermittlungsstelle werden die einem Port zugehörigen 8-bit-Codewörter als Zeitlagen bezeichnet.

<sup>7</sup>  $2048 \text{ kbit/s} : 64 \text{ kbit/s} = 32$  Zeitlagen.  $32 \text{ Zeitlagen} \cdot 32 \text{ Multiplexleitungen} = 1024$  Zeitlagen

<sup>8</sup> Eine Zwischenleitungsanordnung mit mindestens einfacher Zwischenleitungsführung bezeichnet man als vollständige Zwischenleitungsanordnung

<sup>9</sup> entspricht der weitspannenden Wegesuche

4.1.2 Fünfstufiges Koppelnetz

Die inneren Blockierungen eines mehrstufigen Koppelnetzes steigen natürlich mit der Anzahl der Koppelstufen. Durch Vermehrung der Zwischenleitungen zwischen den inneren Stufen des Koppelnetzes – z.B. in Bild 11 auf das Doppelte – kann dieser Effekt zum Teil wieder kompensiert werden.

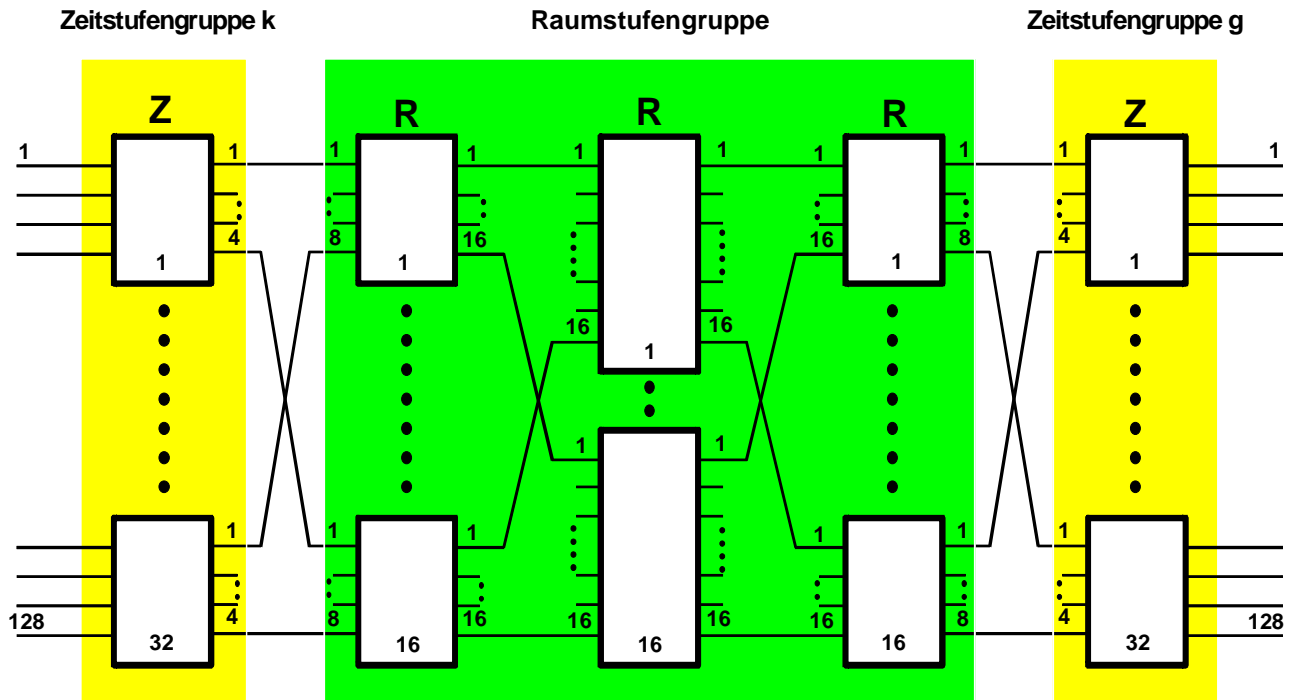


Bild 11 Fünfstufiges Koppelnetz mit 128 kommenden und gehenden Multiplexleitungen

Anzahl der anschaltbaren Ports bei einer Taktgeschwindigkeit von 2048 kHz:

2048 kbit/s durch 64 kbit/s = 32 Zeitlagen.

32 Zeitlagen mal 128 Multiplexleitungen = 496 durchschaltbare Zeitlagen.

Anzahl der anschaltbaren Ports bei einer Taktgeschwindigkeit von 8192 kHz:

8192 kbit/s durch 64 kbit/s = 128 Zeitlagen.

128 Zeitlagen mal 128 Multiplexleitungen = 16 384 durchschaltbare Zeitlagen.

4.1.3 Koppelnetzchnittstellen

(12) Wesentliche Aufgaben der Koppelnetzchnittstellen (KN-Interfaces) sind:

- Taktanpassung auf der Empfangsseite
- Störungsfreier Signalaustausch mit den Partneereinrichtungen Peripherie, Steuerung, etc.

Die Taktanpassung wird mittels Ausgleichsspeichern durchgeführt, in welche die Informationen mit dem „Sendetakt“ eingeschrieben und mit dem Koppelnetz-Arbeitstakt leicht verzögert ausgelesen werden.

Der störungsunempfindliche Signalaustausch wird z.B. durch Umwandlung des TTL-Signals in ein störungsunempfindliches Gegentaktsignal erreicht, welches in der „Empfangsschnittstelle“ wieder in ein TTL-Signal zurückgewandelt wird.

Durch diese Maßnahmen kann z.B. die Verkabelung zwischen Koppelnetz und den peripheren Schnittstellen TIF und NIF über größere Entfernungen und ohne Einhaltung eines bestimmten Verlegeweges erfolgen.

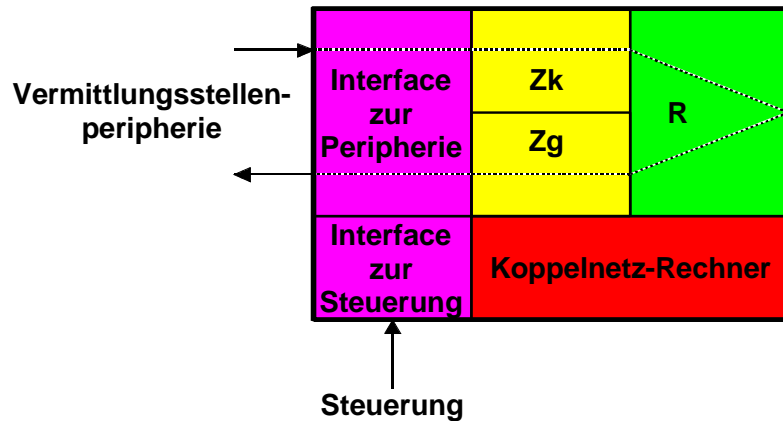


Bild 12 Blockdiagramm einer dreistufigen Koppelanordnung

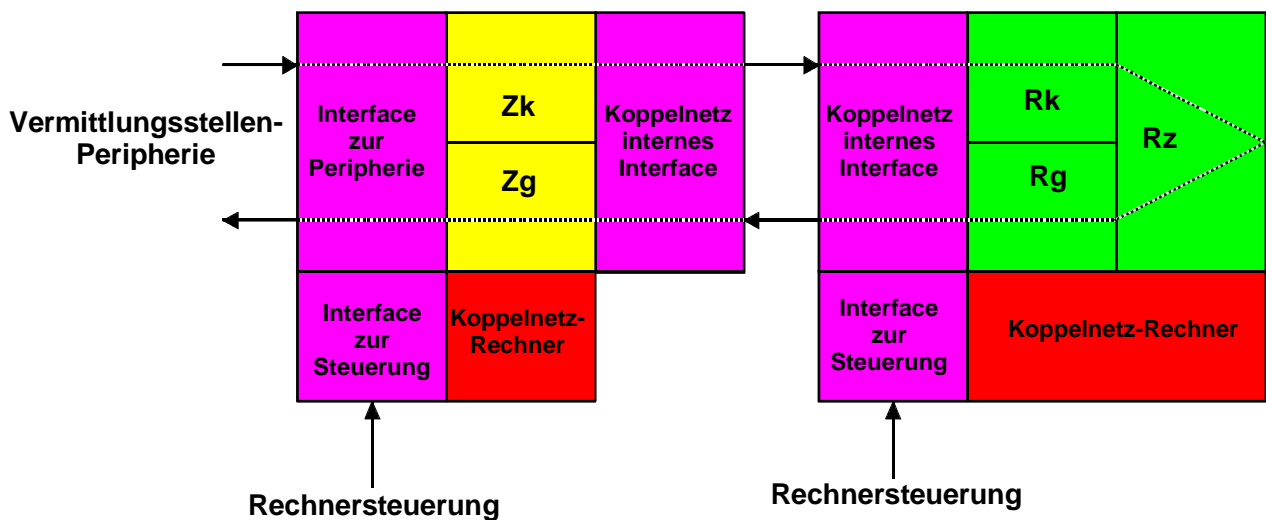


Bild 13 Blockdiagramm einer fünfstufigen Koppelanordnung

4.2 Wegesuche

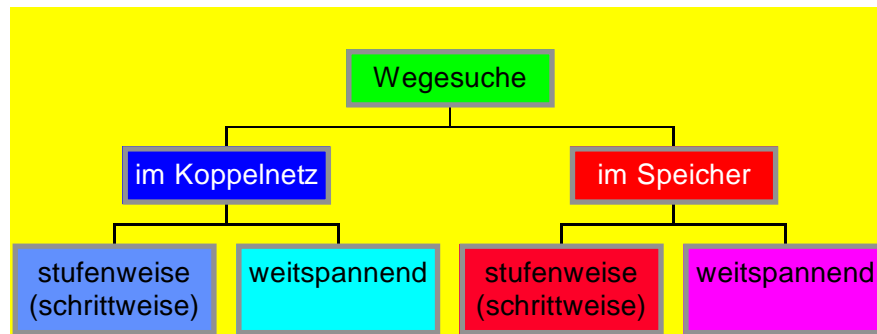


Bild 14 Wegesuche in Koppelnetzen

(13) Bei digitalen Vermittlungssystemen erfolgt die Wegesuche im Speicher des Vermittlungsstellenrechners. In Wegetabellen ist für jeden Koppelpunkt 1 Bit vorgesehen, welches angibt, ob der Koppelpunkt belegt werden kann oder nicht. Eigene Wegesuchprogramme suchen die freien Wegemöglichkeiten in den Wegetabellen ab, wobei prinzipiell zwischen 2 Möglichkeiten unterschieden werden kann, der

- stufenweisen bzw. schrittweisen Wegesuche oder der
- weitspannenden Wegesuche

Bei der stufenweisen Wegesuche wird jeder Wahlstufe eine eigene Steuerung zugeordnet. Die Steuerung der jeweils nachfolgenden Wahlstufe erhält die Wahlinformation erst dann, wenn die vorhergehende Stufe bereits durchgeschaltet hat.

Bei der weitspannenden Wegesuche und Einstellung werden alle Koppelvielfache einer mehrstufigen Koppelanordnung von einer gemeinsamen Steuerung gesteuert.

Die Ergebnisse der Wegesuche werden in Haltespeicheradressen (Ausgänge einer Koppelstufe) und Haltespeicherinhalten (Eingänge einer Koppelstufe) umgerechnet und damit die Koppelpunktdurchschaltung festgelegt. Für einen Verbindungsweg werden im Koppelnetz immer zwei Wege durchgeschaltet, einer für die Richtung A→B, der anderer für die Richtung B→A

Je nach Art der durchzuschaltenden Verbindung kann ferner noch unterschieden werden zwischen

- Punkt - Punkt – Wegesuche und der
- Punkt - Bündel – Wegesuche

Bei der Punkt-Punkt-Wegesuche wird versucht, einen Weg zwischen einer gegebenen Zubringerleitung und einer vorher festgelegten Abnehmerleitung zu finden. Die Punkt - Punkt - Wegesuche wird angewendet, wenn eine Verbindung zu einem Teilnehmer aufgebaut werden soll. Die Zubringerleitung ist durch die vorhergehende Vermittlungsstelle, bzw. den A-Teilnehmer, festgelegt und die Abnehmerleitung durch den B-Teilnehmer.

Bei der Punkt-Bündel - Wegesuche wird die Wegesuche mit dem Ziel durchgeführt eine Verbindung zwischen einer gegebenen Zubringerleitung und irgendeiner freien Abnehmerleitung eines Abnehmerbündels herzustellen. Bei einer Verbindung von einem Teilnehmer aus ist nur die Lage der Zubringerleitung bekannt. In Zielrichtung muss dagegen ein Bündel angesteuert werden, da zur weiterführenden Vermittlungsstelle immer mehrere Leitungen vorhanden sind.



### 4.3 Durchschaltung und Steuerung

Die Verknüpfung eines Koppelnetzeinganges mit einem Koppelnetzausgang wird im Connection Memory CM, auch Haltespeicher genannt, festgelegt. Nachdem das Wegesuchprogramm der Vermittlungsstellen-Steuerung die für die Durchschaltung der Verbindung zu verwendenden Koppelpunkte festgelegt hat, werden diese Angaben von einem oder mehreren Koppelnetzrechnern in Haltespeicheradressen und Haltespeicherinhalte umgerechnet. Die Haltespeicheradressen werden durch die gehenden Zeitlagen/Multiplexleitungen bestimmt, die Haltespeicherinhalte durch die kommenden Zeitlagen/Multiplexleitungen

#### (14) Connection Memory (Haltespeicher)

Ein Haltespeicher wird bei Zeitlagenvielfachen und Raumlagenvielfachen benötigt. Je Ausgangszeitlage wird ein Haltespeicherplatz benötigt, d.h. jede Ausgangszeitlage entspricht einer Haltespeicheradresse. Haltespeicheradressen und deren Inhalte werden durch den Vermittlungsstellenrechner aufgrund der Teilnehmer-Wahlinformation errechnet.

Haltespeicheradresse und Haltespeicherinhalt definieren daher die Verknüpfung (Durchschaltung) zwischen einem bestimmten Eingang mit einem bestimmten Ausgang.

- Bei Zeitlagen vielfachen enthält der Haltespeicher die Adresse des auszulesenden Sprachspeicherplatzes.
- Bei Raumlagenvielfache enthält der Haltespeicher die Nummer der kommenden Multiplexleitung

Achtung: Ein Speech Memory - Sprachspeicher - wird nur im Zeitlagenvielfachen bzw. Kombinationsvielfachen benötigt. Die kommenden Nachrichten- Codeworte werden in ihm gespeichert und zu einem anderen Zeitpunkt (Zeitlage) wieder ausgelesen.

### 4.4 Betriebssicherheit

Digitale Koppelnetze sind aus Sicherheitsgründen immer gedoppelt, d.h. alle Verbindungen werden immer in beiden Koppelnetzen durchgeschaltet, damit im Fehlerfall, d.h. ohne Betriebsunterbrechung auf den Ersatzweg im redundanten Koppelnetz umgeschaltet werden kann. Das fehlerhafte Koppelnetz wird automatisch außer Betrieb genommen, damit keine weiteren Verbindungen darüber aufgebaut werden können.

Bei dreistufigen Anordnungen wird in der Regel immer das gesamte Koppelnetz umgeschaltet, bei fünfstufigen Anordnungen erfolgt die Umschaltung gruppenweise.

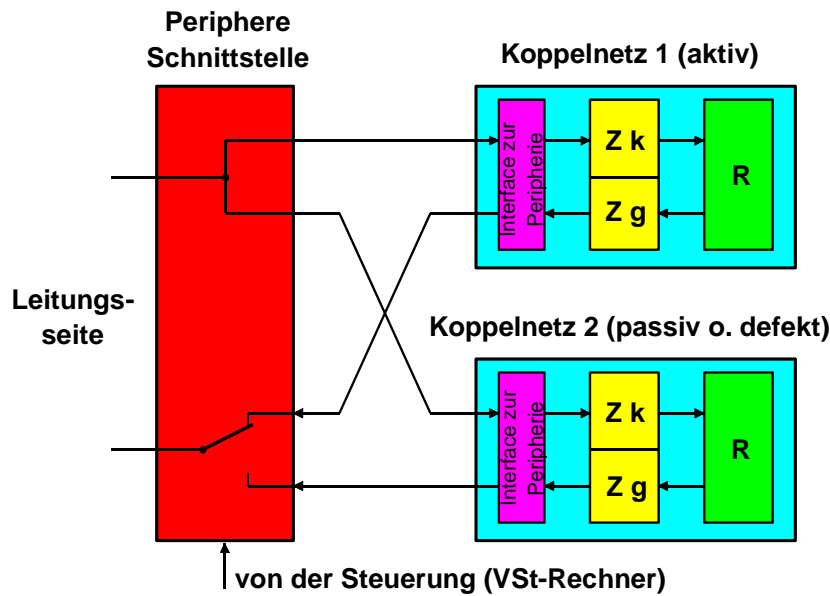


Bild 15 Prinzip der Koppelnetzumschaltung

(15) Die einwandfreie Durchschaltung eines Nachrichteweges im Koppelnetz wird vor dem Durchschalten der Verbindung zwischen den beiden Teilnehmern durch einen speziellen Hardwaretest überprüft. Treten mehrere fehlerhafte Testergebnisse unmittelbar hintereinander auf, so wird vom Vermittlungsstellenrechner eine Umschaltung auf das fehlerfreie Koppelnetz veranlasst. Die Umschaltung auf das fehlerfreie Koppelnetz erfolgt in der peripheren Schnittstelle und wird für die gesamte Vermittlungsstelle durch den Vermittlungsstellenrechner veranlasst.

Bei manchen Systemen wird die durchgeschaltete Sprachinformation durch ein Paritybit überwacht, wodurch fehlerhafte Verbindungen nicht nur vor der Durchschaltung einer Verbindung sondern auch bei bestehenden Verbindungen erkannt werden können.

Ferner werden in regelmäßigen Zeitabständen vom Vermittlungsstellenrechner sog. Prüfkommandos ausgesendet, mit deren Hilfe die prinzipielle Funktion der Koppelnetzbaugruppen des redundanten Koppelnetzes und in verkehrsschwachen Zeiten auch jener des aktiven Koppelnetzes überprüft werden kann.

**5 Kontrollfragen**

1. Welche grundsätzliche Aufgabe haben Koppelnetze?
2. Welche Koppelnetzarten kennen Sie und welche Eigenschaften besitzen diese?
3. Welche digitalen Koppelprinzipien kennen Sie?
4. Welche Eigenschaften hat ein Zeitlagenvielfach und wofür wird es eingesetzt?
5. Erklären Sie die Funktionsweise des Zeitlagenvielfaches.
6. Nach welchem Prinzip arbeitet der Haltespeicher?
7. Welche Eigenschaften hat ein Raumlagenvielfach?
8. Erklären Sie die Funktionsweise des Raumlagenvielfaches.
9. Welche Eigenschaften und Vorteile besitzt ein Kombinationsvielfach?
10. Wie berechnet man die Anzahl der an eine digitale Verteilstufe anschließbaren Ports?
11. Was versteht man unter einer Link-Anordnung und wie arbeitet sie?
12. Welche Aufgaben haben die Koppelnetzschnittstellen?
13. Wie erfolgt die Wegesuche in digitalen Koppelnetzen?
14. Wofür wird das Connection Memory benötigt und wie funktioniert es?
15. Mit welchen Maßnahmen können defekte Koppelnetze gefunden werden und welche Maßnahmen werden im Fehlerfall ergriffen?

**6 Bilder und Tabellen**

Bild 1 Blockdiagramm einer digitalen Vermittlungsstelle ..... 3

Bild 2 Bestandteile eines digitalen Koppelnetzes ..... 4

Bild 3 Nachrichtenverbindungen durch ein digitales Koppelnetz ..... 4

Bild 4 Nachrichtenverbindungen durch ein Zeitlagenvielfach ..... 5

Bild 5 Prinzipschaltbild eines Zeitlagenvielfachs..... 6

Bild 6 Prinzipschaltbild eines Raumlagenvielfachs ..... 8

Bild 7 Prinzipschaltbild eines Kombinationsvielfaches..... 10

Bild 8 Prinzipschaltbild einer Konzentrationsstufe ..... 11

Bild 9 Prinzip eines digitalen Koppelnetzes ..... 12

Bild 10 Prinzip einer dreistufiges Koppelnetz ..... 13

Bild 11 Fünfstufiges Koppelnetz mit 128 kommenden und gehenden  
Multiplexleitungen..... 14

Bild 12 Blockdiagramm einer dreistufigen Koppelanordnung ..... 15

Bild 13 Blockdiagramm einer fünfstufigen Koppelanordnung ..... 15

Bild 14 Wegesuche in Koppelnetzen ..... 16

Bild 15 Prinzip der Koppelnetzumschaltung ..... 18

**7 Abkürzungen**

CM.....	Connection Memory, Haltespeicher
HW.....	Hardware
ISDN.....	Integrated Services Digital Network
MUX.....	Multiplexer
NIF.....	Netzinterface, Netzschnittstelle
PCM.....	Pulse Code Modulation
R.....	Raumstufe
RAM.....	Random Access Memory
TIF.....	Teilnehmerinterface, Teilnehmerschnittstelle, Teilnehmerschaltung
TTL.....	Transistor-Transistor-Logik
VSt.....	Vermittlungsstelle
Z <sub>g</sub> .....	Zeitstufe gehend
Z <sub>k</sub> .....	Zeitstufe kommend

**8 Literatur**

- [1] Heinz A. Paul (Hrsg), Analoge Vermittlungstechnik für Telefonverkehr, R.v.Deckers Verlag, 1990, ISBN 3-7685-3389-1
- [2] Ulrich Freyer, Nachrichtenübertragungstechnik, 3. Auflage, Carl Hanser Verlag, 1994, ISBN 3-446-17724-8
- [3] Gunther Altehage (Hrsg), Digitale Vermittlungssysteme für Fernsprechen und ISDN, , R.v.Deckers Verlag, 1991, ISBN 3-7685-0689-4
- [4] Telekommunikationstechnik, 6. Auflage, Verlag Europa Lehrmittel, 1995, ISBN 3-8085-3346-3
- [5] SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT; Topic 7 Digital-Fernsprechen
- [7] Gerd Siegmund, Technik der Netze, 3. Auflage, R.v.Decker´s Verlag, 1996, ISBN 3-7685-2495-7
- [8] Beuth/Hanebuth/Kurz, Nachrichtentechnik – Elektronik 7, 1. Auflage, Vogel Fachbuchverlag, 1996, ISBN 3-8023-1401-8