

# Rechnersteuerungen

## KURZFASSUNG

27 Seiten

## INHALT

<b>1</b>	<b>Übersicht.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Arbeitsprinzipien.....</b>	<b>3</b>
2.1	Aufgaben, Prioritäten und Leistungsfähigkeit.....	3
2.2	Sicherheitsmaßnahmen .....	4
2.3	Zeichengabe .....	5
<b>3</b>	<b>Rechnerkonfigurationen.....</b>	<b>6</b>
3.1	Einrechnersteuerungen (Zentrale Steuerungen).....	6
3.2	Mehrrechnersteuerungen.....	7
3.2.1	Vermittlungssysteme mit verteilten Steuerungsaufgaben .....	7
3.2.2	Vermittlungssysteme mit intelligenter Peripherie .....	8
<b>4</b>	<b>Software digitaler Vermittlungsstellen.....</b>	<b>11</b>
4.1	Prinzipien .....	11
4.2	Die grafische Beschreibungssprache SDL.....	13
<b>5</b>	<b>Verkehrslenkung .....</b>	<b>17</b>
5.1	Abschnittsweise Verkehrslenkung .....	17
5.2	Weitspannende Verkehrslenkung .....	18
6	Betreiben digitaler Vermittlungsstellen.....	19
<b>7</b>	<b>Taktversorgung.....</b>	<b>21</b>
7.1	Taktgenauigkeit zwischen Netzen.....	21
7.2	Taktgenauigkeit in einem nationalen Netz .....	21
7.3	Taktgenauigkeit in einer Vermittlungsstelle.....	23
<b>8</b>	<b>Kontrollfragen .....</b>	<b>25</b>
<b>9</b>	<b>Bilder und Tabellen.....</b>	<b>26</b>
<b>10</b>	<b>Abkürzungen .....</b>	<b>26</b>
<b>11</b>	<b>Literatur .....</b>	<b>27</b>

## 1 Übersicht

Aufgabe von Systemsteuerungen in Nachrichtenvermittlungssystemen ist die Realisierung wichtiger vermittlungstechnischer Grundfunktionen wie

- Abwickeln der vermittlungstechnischen Zeichengabe zwischen Vermittlungsstellen um Nachrichtenverbindungen auf- oder abzubauen,
- Durchführen der Verkehrslenkung (Routing),
- Steuern der Nutzkanaldurchschaltung im eigenen Koppelnetz, so wie
- Bestimmen der Verrechnungsparameter Zone und Tarif.

Rechnersteuerungen moderner digitaler Vermittlungssysteme bilden die Schnittstelle zwischen dem Bediener (Operator) und dem System. Sie müssen daher neben den erwähnten unbedingt notwendigen Aufgaben zusätzlich wichtige Verwaltungsaufgaben übernehmen wie z.B. die

- Teilnehmerverwaltung, welche die Zuordnung zwischen Hardwareanschluss an die VSt und Teilnehmerrufnummer so wie deren Basis- und Zusatzdienste durchführt, die
- Wegeverwaltung, welche die Zuordnung zwischen Hardwareanschluss an die VSt und Vermittlungsleitung einschließlich des benötigten Zeichengabeverfahrens und die Messung des Verkehrsaufkommens durchführt und die
- Gebührenverwaltung welche neben der laufenden Aktualisierung von Gebührenzonen und Tarifen die Aufzeichnung verbindungsindividueller Gebührendatensätze und deren Weiterleitung an eine zentrale Verrechnungsstelle umfasst.

### **Schlüsselwörter**

Steuerungsverfahren, Aufgaben, Leistungsfähigkeit, verteilte Steuerungsaufgaben, intelligente Peripherie, Verbindungsaufbau, Betreiben digitaler Vermittlungsstellen, Vermittlungsstellensoftware, System Description Language, Routing, alternative und adaptive Verkehrslenkung, Taktversorgung, Taktgenauigkeit

## 2 Arbeitsprinzipien

Aufgrund der mehr als 100 jährigen historischen Entwicklung auf dem Gebiet der Telekommunikation können Steuerungssysteme nach sehr unterschiedlichen Gesichtspunkten betrachtet und unterschieden werden, wie z.B. in:

- direkte und indirekte Steuerungen, in
- dezentrale, teilzentrale und zentrale Steuerungen, in
- in elektromechanische, elektronische und Rechnersteuerungen

**(1)** Im Gegensatz zu den elektromechanischen Steuerungsverfahren ist die Hardware von Rechnersteuerungen funktionsneutral, da die Logik der gesamten vermittlungstechnischen Funktionen nicht in der Art der Verdrahtung, sondern in der Rechnersoftware, den sog. Programmen liegt. Man spricht in solchen Fällen von gespeicherter Logik (SPC = stored program control). Im Rahmen des verfügbaren Speicherplatzes können diese Programme im Prinzip beliebig gestaltet und auch nachträglich verändert werden, ohne die Schaltung ändern zu müssen.

Da alle Betriebszustände im Speicherabbild des Rechners abgelegt sind, werden z.B. im Koppelnetz auch keine besonderen Steueradern für die Wegesuche benötigt. Aus diesem Grund kann bei Vermittlungssystemen mit Rechnersteuerung auch die Wegesuche im gesamten Koppelnetz einer Vermittlungsstelle rechnerintern im Speicherabbild des Koppelnetzes mit sehr großer Geschwindigkeit erfolgen.

SPC-Vermittlungssysteme können aufgrund ihres Steuerungsprinzips wie folgt eingeteilt werden:

- Einrechnersteuerungen (Zentrale Steuerung)
- Mehrrechnersteuerungen
  - Vermittlungssysteme mit verteilten Steuerungsaufgaben (verteilter Steuerung)
  - Vermittlungssteuerung mit intelligenter Peripherie

### 2.1 Aufgaben, Prioritäten und Leistungsfähigkeit

#### **(2) Aufgaben**

Rechner in prozessorgesteuerten digitalen Vermittlungssystemen bearbeiten Aufgaben der

- Vermittlungstechnik
  - zu den vermittlungstechnischen Aufgaben gehören
    - die Steuerung des Verbindungsaufbaues
    - die Ziffernbewertung für die Verzonung und
    - Ziffernauswertung für die Leitweglenkung.
- Betriebstechnik
  - zu den betriebstechnischen Aufgaben gehören die Verwaltung von Ressourcen für die Bedienung und Wartung der Vermittlungsstellen, wie z.B.
    - das Zu- und Abschalten von Teilnehmeranschlüssen und Vermittlungsleitungen,
    - Ändern der Bündelzuordnung
    - das Auslesen von Gebühren-, Verzonungs- und Verkehrsmessdaten usw., aber auch
    - das Prüfen von Leitungen und Geräten mittels Prüf- und Testmodulen sowie manuelle Fehlerdiagnosen

- die Ausgaben von Alarmen, Fehlermeldungen oder Statusmeldungen an Druckern und Terminals.
- Sicherungstechnik  
zu den sicherungstechnischen Aufgaben gehören
  - die Überwachung von Prozessabläufen, Hardwarefunktionen (Alarmbits im Rahmenmeldewort, Ausfall von Vermittlungsleitungen)
  - die Fehlerbehandlung wie z.B. Lokalisieren und Sperren defekter Einrichtungen, Ersatzschaltungen, Alarmierung und Fehlermeldung, automatischer Anlauf

## Bearbeitungsprioritäten

1. sicherungstechnische Aufgaben
2. betriebstechnische Aufgaben
3. vermittlungstechnische Aufgaben

## (3) Leistungsfähigkeit

- Die Leistungsfähigkeit von Vermittlungsstellenrechnern wird in Verbindungsversuchen in der Hauptverkehrsstunde angegeben, den sog. **Busy Hour Call Attempts BHCA**.
- Als Hauptverkehrsstunde – Busy Hour – werden jene vier aufeinander folgenden Viertelstundenintervalle bezeichnet in denen die höchste Verkehrslast auftritt.
- Als Verbindungsversuche – Attempts – bezeichnet man jene Aktivitäten eines Rechners die zum Aufbau einer Nachrichtenverbindung durchgeführt werden müssen, wobei zu beachten ist, dass zur Durchschaltung eines Verbindungsweges mehrere (50 – 100) Rechneraktivitäten benötigt werden.
- Die benötigten BHCA-Werte können mit Hilfe der Verkehrstheorie berechnet werden. Die tatsächliche Rechnerleistung sollte jedoch immer 66 bis 100 % höher sein als die berechnete um Rechnerabstürze in der Hauptverkehrsstunde zu vermeiden.

## 2.2 Sicherheitsmaßnahmen

SPC Systeme sind Echtzeitsysteme (Real-Time-Systems), an die sehr hohe Anforderungen gestellt werden, wie z.B. 24h Dauerbetrieb, hohe BHCA Rate, etc. Aus diesen Gründen müssen wichtige Steuereinheiten wie Prozessoren oder das Koppelnetz gedoppelt werden. Diese Backups werden im „Hot-Stand-by-Mode“ zur Verfügung gestellt, wobei sich folgende Betriebsarten unterscheiden lassen:

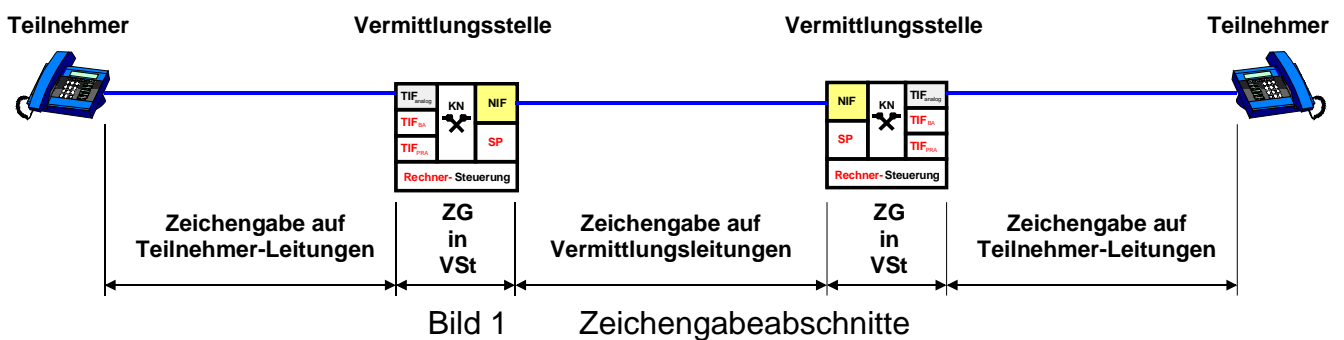
- Doppellung wichtiger Steuereinheiten
- mikrosynchronen Parallelbetrieb
- Multirechnerbetrieb
- Betrieb mit Lastteilung
- Betrieb mit gleichberechtigter Lastteilung
- Betrieb mit funktionaler Lastteilung

### 2.3 Zeichengabe

Um Nachrichtenverbindungen automatisch aufbauen und abbauen zu können, müssen die beteiligten Einrichtungen, zum Teil über große Entfernungen hinweg, zusammenarbeiten können. Hierzu müssen entsprechende Schaltkennzeichen übertragen werden, welche die Steuerung der jeweiligen technischen Einrichtungen, d.h. die Durchschaltung der Koppelnetze bewirken.

(4) Im Zuge eines Verbindungsaufbaus unterscheidet man folgende Zeichengabeabschnitte:

- Zeichengabe zwischen Teilnehmer und Vermittlungsstelle,
- Zeichengabe innerhalb einer Vermittlungsstelle und
- Zeichengabe zwischen Vermittlungsstellen.



(5) Bei der Zeichengabe zwischen Vermittlungsstellen haben sich im Laufe der Zeit viele unterschiedliche Zeichengabeverfahren entwickelt, die jedoch alle zwei Zeichengabeprinzipien zugeordnet werden können:

- Sprechkreisgebundene (kanalgebundene) Zeichengabeverfahren
  - Gleichstromzeichengabe
  - Wechselstromzeichengabe
  - Digital codierte Leitungszeichengabe
- Zentralkanalzeichengabeverfahren
  - feste Nachrichtenlänge
  - variable Nachrichtenlänge

Da die sprechkreisgebundene Zeichengabe den heutigen Anforderungen hinsichtlich Zeichenumfang und Geschwindigkeit nicht mehr entspricht da die vermittlungstechnischen Zeichen in rechnergesteuerten Vermittlungsstellen nicht mehr leitungsindividuell anfallen, sondern in einer zentralen Steuerung und auf der Gegenseite wieder in einer zentralen Steuerung verarbeitet werden, wird heute z.B. in Österreich nur mehr Zentralkanalzeichengabe eingesetzt.

Von Zentralkanalzeichengabe spricht man, wenn ein Zeichengabeweg wegen seiner hohen Geschwindigkeit für den Verbindungsaufbau mehrerer hundert Nachrichtenwege benützt werden kann. Zentralkanal-Zeichengabeverfahren besitzen dadurch einen hohen Wirkungsgrad.

(6a) Bei Einsatz eines zentralen Zeichenkanals werden alle vermittlungstechnischen Zeichen, die für eine Verbindung zu übertragen sind, über einen, für viele Sprechwege gemeinsamen, Zeichenkanal übertragen. Ein Zeichenkanal kann dabei aus mehreren Leitungen bestehen, die auf getrennten Trassen verlegt sein können.

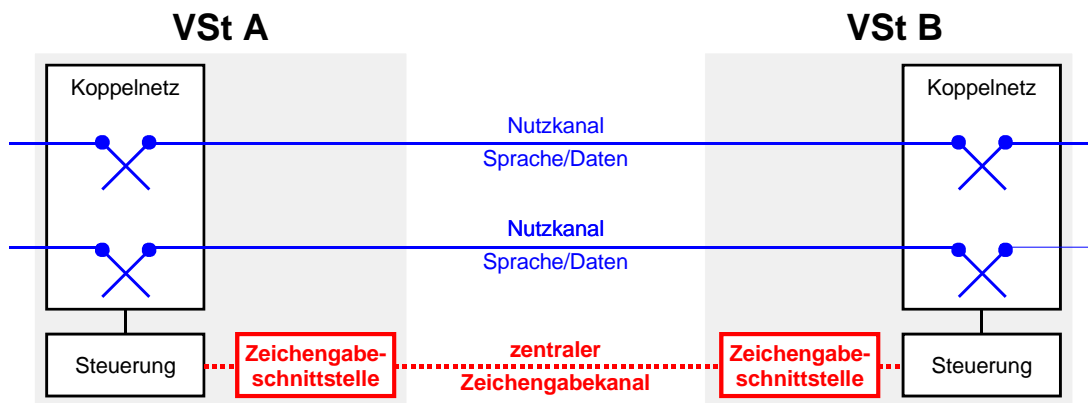


Bild 2 Prinzip eines Zeichengabeverfahrens mit zentralem Kanal

(6b) Durch die Trennung von Sprechweg und Zeichenweg vereinfachen sich die Endeinrichtungen der einzelnen Leitungen erheblich. Daneben lassen sich über den zentralen Zeichengabekanal Daten übertragen, die nicht einer Verbindung zugeordnet sind, sondern zum Beispiel allgemeine Aussagen über den Zustand des Vermittlungssystems enthalten.

Die Trennung von Zeichengabe- und Nachrichtenweg macht eine Sprechkreisprüfung vor dem Verbindungsaufbau erforderlich, die sicherstellt, dass eine Verbindung über einen Sprechkreis nur dann aufgebaut wird, wenn dieser nicht gestört ist.

ITU-T hat für die digitale, rechnergesteuerte Vermittlungstechnik das Zentralkanalzeichengabeverfahren Nr. 7 entwickelt. Es ist für digitale Vermittlungssysteme optimiert und sowohl für Daten- und Fernsprechnetze als auch für integrierte digitale Netze (ISDN) einsetzbar. Die typische Übertragungsgeschwindigkeit beträgt 64 kbit/s und entspricht damit der Bitrate eines PCM-Sprachkanals.

### 3 Rechnerkonfigurationen

#### 3.1 Einrechnersteuerungen (Zentrale Steuerungen)

(7) Rechnersteuerungen arbeiten nach dem one-at-a-time-Prinzip, d.h. mehrere Schaltvorgänge können nur quasi gleichzeitig ablaufen, da der Rechner immer nur eine einzige Operation gleichzeitig ausführen kann. Die Rechnerleistung, bzw. Arbeitsgeschwindigkeit eines Rechners ist daher unmittelbar mit der Größe einer Vermittlungsstelle verknüpft.

Das heißt, dass bei Einrechner- bzw. Zentralrechnersteuerungen an eine Vermittlungsstelle um so mehr Teilnehmer und Vermittlungsleitungen angeschlossen werden können, je höher die Rechnerleistung, d.h. die Arbeitsgeschwindigkeit des zentralen Rechners ist, da bei Systemen mit Zentralrechnersteuerung der Rechner nicht nur bei jeder Teilnehmermanipulation aktiv werden, sondern darüber hinaus alle daraus resultierenden vermittlungs-, betriebs- und sicherungstechnische Aufgaben alleine durchführen muss. Die Leistungsfähigkeit des Rechners bestimmt dadurch die Anzahl der anschaltbaren Leitungen und damit auch die Größe der Vermittlungsstelle.

Aus Sicherheitsgründen müssen Zentralrechnersteuerungen immer gedoppelt sein.

Vermittlungsstellen mit Zentralrechnersteuerung waren vor allem in den 70er Jahren, d.h. zu Beginn der digitalen Vermittlungstechnik aktuell.

### 3.2 Mehrrechnersteuerungen

Wegen des hohen technischen Aufwandes waren Rechnersteuerungen ursprünglich nur in Form zentraler Steuerungen wirtschaftlich realisierbar. Heute erlauben Mikroprozessoren den wirtschaftlichen Aufbau von Rechnersteuerungen sowohl in dezentralen, teilzentralen, als auch in Mehrrechnersteuerungen.

#### 3.2.1 Vermittlungssysteme mit verteilten Steuerungsaufgaben

Mit der Entwicklung von Systemen mit verteilter Steuerung wollte man die große Störwirkbreite minimieren, die ein Totalausfall zentraler Rechneinheit mit sich bringt. Jede Prozesseinheit übernimmt einen Teil der Gesamtaufgaben einer Vermittlungsstelle. Für jede gleichartige Aufgabe oder Gruppe gleichartiger Aufgaben werden, abhängig von der dafür aufzubringenden Rechnerleistung, gleichartige Prozesseinheiten mehrfach eingesetzt. Ein Ausfall einer Prozesseinheit führt dann lediglich zu einer Verminderung der für eine bestimmte Aufgabe zur Verfügung stehenden Ressourcen.

Eine weitere Idee, die der Entwicklung von Systemen mit verteilter Steuerung zugrunde liegt, ist das Hinzufügen von Prozesseinheiten mit wachsenden Anforderungen an die Vermittlungsstellen, z.B. neue Leistungsmerkmale oder Erweiterung von Vermittlungsstellen.

Ein System mit verteilter Steuerung ist z.B. das System S12 von Alcatel.

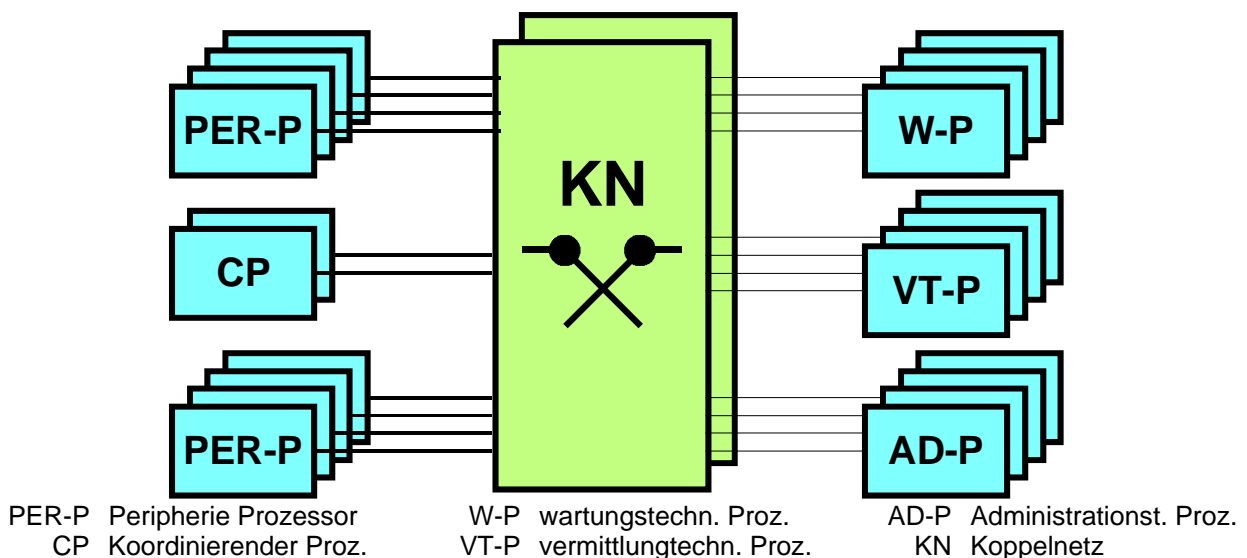


Bild 3 Rechnerstruktur eines Vermittlungssystems mit verteilten Steuerungsaufgaben

- (8) Die Steuerung eines Vermittlungssystems mit verteilten Aufgaben hat folgende Merkmale:
- Bei Systemen mit verteilten Steuerungsaufgaben sind die einzelnen Prozessoren für die Bearbeitung bestimmter Aufgaben (vermittlungs-, betriebs-, sicherungs- und koordinations-technischer Aufgaben) vorgesehen. Je nach Vermittlungsstellengröße sind mindestens zwei Stück je Rechartyp vorhanden. Die Kommunikation der Prozessoren untereinander erfolgt in der Regel über das Koppelnetz.
  - Jede Prozesseinheit übernimmt einen Teil der Gesamtaufgaben einer VSt. Abhängig von der aufzubringenden Rechnerleistung werden für jede gleichartige Aufgabe/Gruppe von gleichartigen Aufgaben gleichartige Prozesseinheiten mehrfach

- eingesetzt. Somit führt ein Ausfall einer Prozessoreinheit nur zur Verminderung der für eine bestimmte Aufgabe zur Verfügung stehenden Ressourcen.
- Jede Prozessoreinheit besitzt ihr eigenes Betriebssystem und die für die Aufgabenerfüllung notwendigen Daten (Datenbank). Die Datenbestände werden über das gesamte System verteilt, wodurch klar definierte, standardisierte und schnelle Zugriffsmechanismen auf die Datenbanken erforderlich sind.
- Um das Koppelnetz nicht zentral verwalten zu müssen, ist es notwendig, dass die angeschlossenen Steuereinheiten das Koppelnetz einstellen (zum Nachrichten- und Meldungsaustausch) oder aufgrund von Informationen (die den Nutzdaten hinzugefügt werden) in der Lage sind einen Pfad zur Interprozessorkommunikation herzustellen. Das gleiche trifft auch für die Durchschaltung von Sprach- und Datenverbindungen zu.
- Dieses Konzept minimiert die große Störbreite eines Zentralprozessorausfalls, da der Ausfall eines aufgabenbezogenen Prozessors nur eine Kapazitätseinschränkung, aber keinen Totalausfall der Vermittlungsstelle zur Folge hat.

### 3.2.2 Vermittlungssysteme mit intelligenter Peripherie

Bei Systemen mit intelligenter Peripherie werden Funktionen welche nicht zentral bearbeitet werden müssen, da sie nur einen bestimmten HW-Bereich betreffen in die Peripherie verlagert. Systeme mit intelligenter Peripherie sind die Vermittlungssysteme OES-E/D der Telekom Austria, so wie E10 von Alcatel oder AXE 10 von Ericsson.

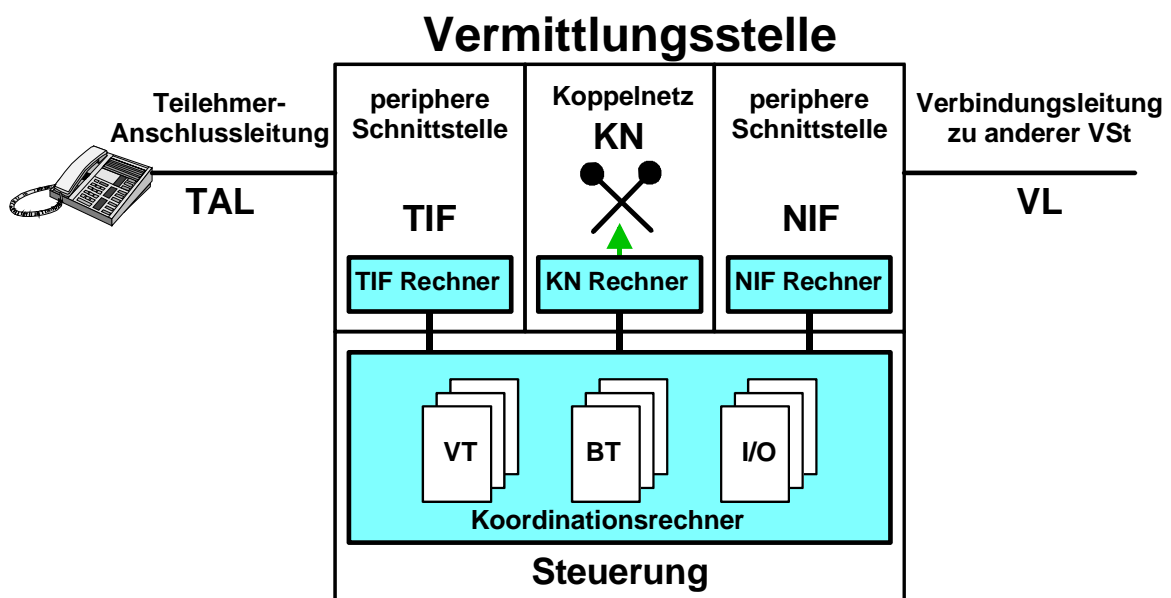


Bild 4 Rechnerstruktur eines Vermittlungssystems mit intelligenter Peripherie

(9) Die Steuerung eines Vermittlungssystems mit intelligenter Peripherie hat folgende Merkmale:

- Bei Vermittlungsstellen mit intelligenter Peripherie sind einer Gruppe von Hardwareeinheit, z.B. 4 PCM Strecken, 16 Teilnehmerschaltungen, 1 Koppelnetz, eigene Prozessoren zugeordnet welche die in den HW-Einheiten anfallenden Aufgaben erledigen, wie z.B. das Erkennen eines Verbindungswunsches oder das Erkennen von Wahlziffern, und damit den zentralen Vermittlungsstellenrechner entlasten



- Jeder periphere Prozessor muss betriebs-, sicherungs- und vermittlungstechnische Aufgaben erfüllen.
- Periphere Prozessoren können entweder direkt oder über das Koppelnetz verbunden werden. Der zentrale Vermittlungsstellenrechner koordiniert die Arbeit der einzelnen peripheren Prozessoren und übernimmt allgemeine Funktionen wie Wegesuche im Koppelnetz oder Verkehrslenkung.
- Im Gegensatz zum zentralen Prozessor werden die peripheren Prozessoren nicht gedoppelt, da ihr Ausfall nur einen Teil der Vermittlungsstelle betrifft.

Durch die Möglichkeit der funktionalen oder gleichwertigen Lastteilung von zentralen Rechinereinheiten beginnt der Unterschied zwischen Systemen mit intelligenter Peripherie und Systemen mit verteilter Steuerung mehr und mehr zu verschwinden.

## Aufgaben peripherer Rechner

- TIF-Rechner
  - Erkennen eines Verbindungswunsches
  - Erkennen des Verbindungsendes
  - Erkennen, ob Verbindungswunsch bearbeitet werden kann – Weg ins Netz frei, TW-Empfänger verfügbar
  - Ziffernvorbewertung für den Koordinationsprozessor
  - Erstellen eines Verrechnungsdatensatzes
- NIF-Rechner
  - Überwachen der Streckensynchronität (RKW)
  - Überwachen der Streckenqualität (BER)
  - Fehlerbehandlung durchführen
    - Unterbrechen der INFO-Durchschaltung, setzen des Alarmbits
    - bei kanalgebundener Zeichengabe ein und Ausblenden der ZG-Info
- KN-Rechner
  - Umrechnen des Wegesuchergebnisses des CP in
  - Haltespeicheradressen und
  - Haltespeicherinhalte

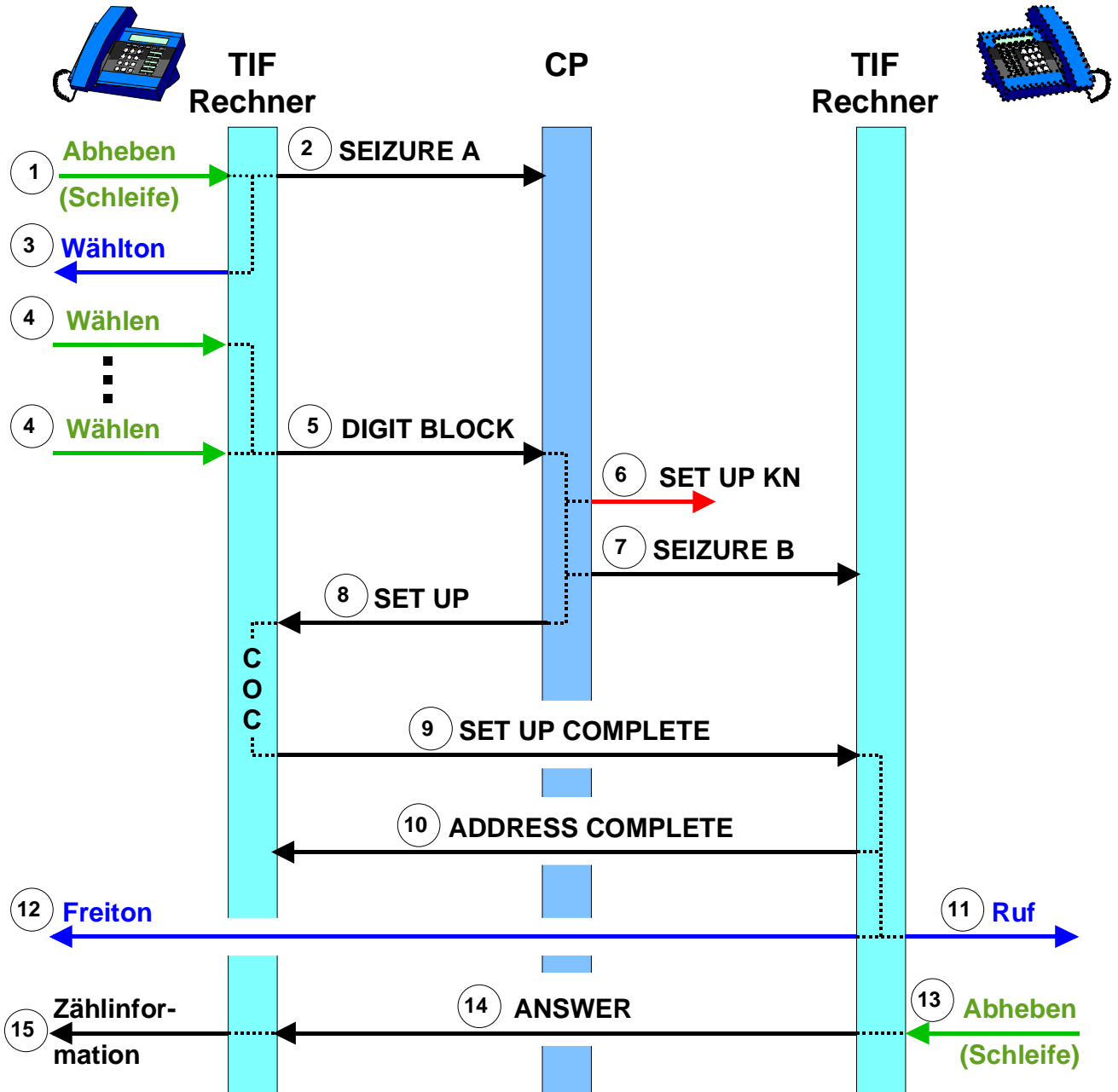
## Aufgaben des koordinierenden Rechners

- Wegesuche im Koppelnetz
- Routing
  - abschnittsweise Verkehrslenkung
  - weitspannende Verkehrslenkung
  - Tarif- und Zonenverwaltung
  - Sichern der Verrechnungstickets auf Festplatte
  - Übertragen der Verrechnungstickets 1 mal täglich zum Betriebsstellenrechner

## Verbindungsaufbau bei Systemen mit intelligenter Peripherie

**(10)** Bei Systemen mit intelligenter Peripherie müssen zum Aufbau einer Nachrichtenverbindung immer mehrere Prozessoren miteinander zusammenarbeiten. Die Kommunikation zwischen den an einem Verbindungsaufbau beteiligten Prozessoren wird über Messages abgewickelt.

**Bild 5** zeigt einen vereinfachten Ablauf eines Verbindungsaufbaus zwischen zwei an dieselbe VSt angeschlossenen Teilnehmern.



Legende: Die Ziffern geben die zeitliche Reihenfolge der Aktivitäten an  
 Links und rechts außen sind die Teilnehmeraktivitäten angeführt  
 Die in Blockschrift angeführten Bezeichnungen stellen Messages mit genau definierten Inhalten dar, die durch einen bestimmten Vorgang (z.B. Abheben ⇒ SEIZURE A) verursacht werden.  
 Die Interprozessorkommunikation erfolgt zwischen dem zentralen Koordinationsprozessor CP und den beiden peripheren Prozessoren TIF-R<sub>A</sub> (A-Teilnehmer) und TIF-R<sub>B</sub> (B-Teilnehmer).  
 Die senkrechten, strichlierten Linien stellen Rechneraktivitäten dar, die z.B. das Aussenden einer Message zur Folge haben. COC = Cross Office Check, d.h. es wird die Überprüfung eines neu eingestellten HW-Weges durch das Koppelfeld vorgenommen.

Bild 5 Vereinfachter Ablauf eines Verbindungsaufbaus

## 4 Software digitaler Vermittlungsstellen

In komplexen Systemen, wie es zeitgemäße Vermittlungssysteme sind, kommt der Software eine überragende Bedeutung zu. Das gilt sowohl für den Entwicklungs- und Betreuungsaufwand als auch für das Funktionieren des Systems. Die Software hat sich aber andererseits sehr detailliert der jeweiligen Hardwarekonfiguration anzupassen, die ihrerseits wieder dem technologischen Fortschritt unterliegt. Die Software ist aber auch das Bindeglied des Systems zum Betreiber und Benutzer und muss daher für geänderte Einsatzbedingungen und/oder neue Leistungsmerkmale offen und anpassbar sein. Im Folgenden wird ein grundlegender Überblick über die wesentlichsten Aufgaben der Software in Vermittlungssystemen gegeben. Aus diesen hier skizzierten Randbedingungen geht hervor, dass sowohl Funktionalität als auch Wirtschaftlichkeit eines Systems wesentlich durch die Softwarearchitektur bestimmt sind. Daraus ergeben sich nun die wichtigsten Merkmale und Bausteine der Softwarearchitektur:

### 4.1 Prinzipien

#### (11a) SW-Merkmale

- Modularer Aufbau: überschaubare, funktionsorientierte Programmteile
- Verwendung höherer Programmiersprachen (CHILL, PROTEL, etc.) zur hardwareunabhängigen Formulierung,
- strukturierte Programmierung zur übersichtlichen Gliederung,
- separate, anwenderorientierte Programme zur Anpassung an den jeweiligen Einsatzfall,
- Speicherschutz für permanente Programme und Daten.

#### (11b) SW-Bausteine

- Rechnerbetriebssystem. Dieses ist die eigentliche Schnittstelle zur Rechnerhardware. Damit ist eine Entkopplung von Rechnerhardware und den in einer höheren Programmiersprache geschriebenen Anlagenprogrammen oder Anwendersoftware gegeben.
- Anlagenprogramm (office load):
- Support Software.

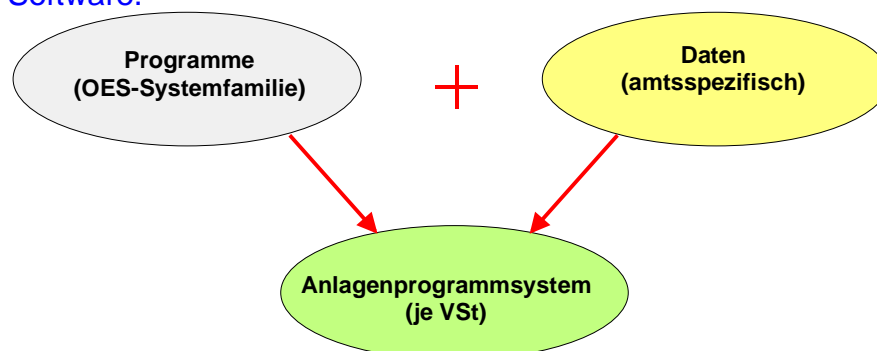


Bild 6 Vermittlungsstellensoftware

Jene Software, die in ein bestimmtes Amt geladen wird, ist das Anlagenprogramm. Es wird aus dem universellen Programm des digitalen Vermittlungssystems (jeweiliges System Soft-

ware Release) und aus den amtsspezifischen Daten gefertigt und nach dem Aufbau der Hardware in die Anlage geladen. Es ist je nach Anwendungsfall (d. h. für jede VSt) unterschiedlich. Die amtsspezifischen Daten sind standortabhängige Daten, die auch standortabhängige HW-Konfigurationen (Teilnehmer, Vermittlungsleitungen usw.) berücksichtigen.

**Bild 7** zeigt die zwei Schnittstellen des Betriebssystems. Der kleinere Kreis stellt die innere Schnittstelle zur Rechnerhardware dar, der nächst größere Kreis die äußere Schnittstelle zur Anwendersoftware. Die äußere Schnittstelle des Betriebssystems ist für alle Zentralprozessortypen und für alle Größen digitaler Vermittlungsstellen gleich. Das bietet einen großen Vorteil: Die Anwendersoftware ist prozessorneutral.

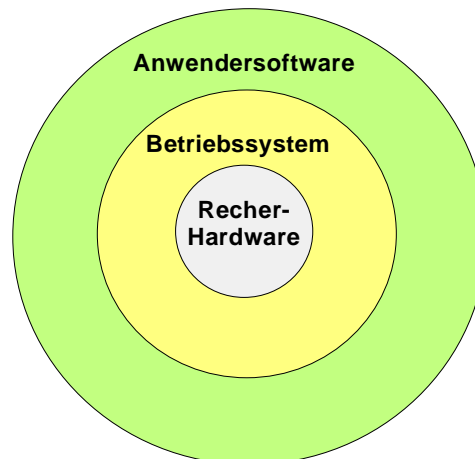


Bild 7 Software-Schalenmodell

Aufgaben des Betriebssystems sind z.B.:

- • Steuerung der Programmabläufe in verschiedenen Dringlichkeitsstufen,
- • Ausführung von Ein-/Ausgabeprozeduren und Zeitmessfunktion,
- Sicherungsfunktion (z. B. recovery).

Die Anwendersoftware enthält Programme für Funktionen, die vermittlungsstellenspezifisch gelöst werden müssen. Das sind Funktionen für das Bearbeiten der Verbindungen und ebenso für Bedienung und Wartung der Vermittlungsstelle.

In den peripheren Prozessoren bearbeiten die Programme der Anwendersoftware die Ereignisse in der Peripherie; z.B. Abtasten der Teilnehmerleitungen und Vermittlungsleitungen (z.B. zur Ziffernerkennung), Ziffern speichern, Ziffern aussenden, Teilnehmer- und Leitungssätze steuern, leitungsindividuelle Zeichengabe.

Obwohl die so genannte Support Software gar kein Teil der Vermittlungsstelle ist, ist sie aber doch ein sehr wesentlicher Bestandteil der Systemsoftware. Die Support Software führt im Wesentlichen die Umsetzung von Anwenderprogrammen und amtsindividuellen Daten aus höheren Programmiersprachen in die anlageindividuellen Programmpakete durch.

Die Support Software unterstützt das Produzieren, Pflegen und Erweitern der Systemsoftware mit Hilfe von folgenden Programmpaketen:

- • Generieren der Daten
- • Übersetzen der Programme
- • Binden der Module
- • Verwalten der Bibliotheken
- Testhilfen

4.2 Die grafische Beschreibungssprache SDL

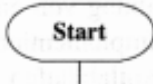

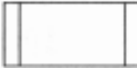


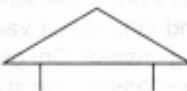







(12) Um Programmabläufe in Rechnersteuerungen zu beschreiben verwendet man häufig die Specification and Description Language (SDL). Sie ist eine Festlegung zur Beschreibung von endlichen Automaten und sieht sowohl eine Textform als auch eine äquivalente grafische Darstellung vor.

SDL kann bei Rechnersteuerungen sowohl für Spezifikationen als auch für Entwurf und Implementierung eingesetzt werden.

In Normen wird SDL zur eindeutigen Spezifikation von Protokollabläufen verwendet.

Die Grundelemente von SDL

Symbol	Bezeichnung	Erlaubtes Folgesymbol	Bedeutung
	Zustand (State)	Eingangssignal	Der Zustand beschreibt eine Situation, in der ein Prozeß inaktiv ist und auf ein Eingangssignal (Ereignis) wartet.[3]
	Eingangssignal (Input)	Zustand Entscheidung Aktion Ausgangssignal	Ein Eingangssignal ist jeder Anreiz, der eine Bearbeitung im System und eine damit verbundene Zustandsänderung anstößt. Der gegenwärtige Zustand wird verlassen und die dem Eingangssymbol folgenden Aktionen werden ausgeführt.
	Ausgangssignal (Output)	Zustand Entscheidung Aktion Ausgangssignal	Ein Ausgangssignal ist eine Mitteilung des Systems an die Außenwelt (z.B. Senden einer Nachricht, Textausgabe, elektrischer Impuls).
	Aktion (Task)	Zustand Entscheidung Aktion Ausgangssignal	Unter einer Aktion versteht man systeminterne Verarbeitungsvorgänge. Entscheidungen und Ausgangssignale sind nicht eingeschlossen.
	Entscheidung (Decision)	Verzweigung Zustand Entscheidung Aktion Ausgangssignal	Die Entscheidung stellt eine logische Abfrage über die einzuschlagende Ablauffluß-Linie innerhalb eines Zustandüberganges dar. [3]
	Verzweigung (Divergence)	Zustand Entscheidung Aktion Ausgangssignal	Aufteilung einer Ablauffluß-Linie entsprechend vorausgegangener Entscheidung.[3]
	Erzeuge-Prozeß (Create Request)	Zustand Entscheidung Aktion Ausgangssignal	Der ablaufende Prozeß kann bei Verwendung dieses Symbols im Verlauf einer Ablauffluß-Linie einen weiteren Prozeß erzeugen (starten). Beim Prozeßstart können Parameter mitgegeben werden. Ein Prozeß kann auch zu verschiedenen Zeitpunkten, mit unterschiedlichen Parametern erzeugt werden.

Symbol	Bezeichnung	Erlaubtes Folgesymbol	Bedeutung
	Start		Steht am Anfang von einem Prozeß, der im System erzeugt (aufgerufen) werden kann. Alle folgenden Aktionen bis zum Erreichen eines Zustandes werden abgearbeitet.
	Stop	keins	Beendet einen erzeugten Prozeß.
	Prozedur-Aufruf (Process Call)	Entscheidung Aktion Ausgangssignal	Ruft eine Prozedur (Unterprogramm) auf (keine Zustände).
	Prozedurstart (Process Start)	alle	Start eines Unterprogramms
	Prozedur-Stop (Process Stop)	keins	Stop einer Prozedur und anschließender Rücksprung zum Punkt, an dem die Prozedur aufgerufen wurde.
	Option	alle	Wird in Spezifikationen verwendet, die Auswahlmöglichkeiten bieten, wie ein bestimmter Ablauf zu implementieren ist.
	Wartebedingung (Save)	Zustand	Die Wartebedingung stellt das zeitliche Zurückstellen eines Eingangssignals dar, wenn der Prozeß sich in einem Zustand befindet, in dem die Wahrnehmung dieses Eingangssignals nicht vorgesehen ist. [3]
	Ablaufflußlinie	alle	Verbindungselement zwischen den Symbolen, über welche die Folge des Ablaufs festgelegt ist.
	Zusammenführung (Convergence)	alle	Vereinigung zweier Ablauffluß-Linien
	Verbindungselement (abgehend) (Connector)	keins	Eine Ablauffluß-Linie kann zur übersichtlichen Unterteilung durch ein abgehendes Verbindungselement unterbrochen werden, der Ablauf wird beim zugeordneten ankommenden Verbindungselement fortgesetzt.
	Verbindungselement (ankommend)	alle	Fortsetzung einer zuvor unterbrochenen Ablauffluß-Linie
	Kommentar (Comment)	-	Erklärende Zusatzinformationen zur besseren Lesbarkeit oder zum besseren Verständnis von SDL-Diagrammen
	Kennzeichnung intern erzeugter Eingangssignale	-	Wird in ETSI -Spezifikationen zur Kennzeichnung intern erzeugter Eingangssignale verwendet.

**Beispiele von SDL-Diagrammen**

Die nachfolgenden Beispiele von SDL-Diagrammen für eine Teilnehmerschnittstelle sollen die Verwendung zur Beschreibung von Funktionsabläufen innerhalb einer digitalen Vermitt-



lungsstelle zeigen. Die SDL-Darstellung hat den Vorteil, dass neben den Regelabläufen auch alle weiteren (möglichen) Ereignisse mitberücksichtigt werden können. Die Signale auf der Anschlussleitung vom und zum Teilnehmer werden vorverarbeitet, d.h. die unten angeführte Signalisierungsbearbeitung sendet und empfängt ausschließlich vermittlungstechnische Signale. Alle zentralen Elemente der Vermittlungsstelle (Tongeneratoren, Wahlempfänger und das Koppelnetz) sind unter der Kontrolle der zentralen Verbindungssteuerung (Call Control). Die Aktionen und Reaktionen des Kommunikationspartners werden durch die Verbindungssteuerung an die Signalisierungsbearbeitung weitergeleitet.

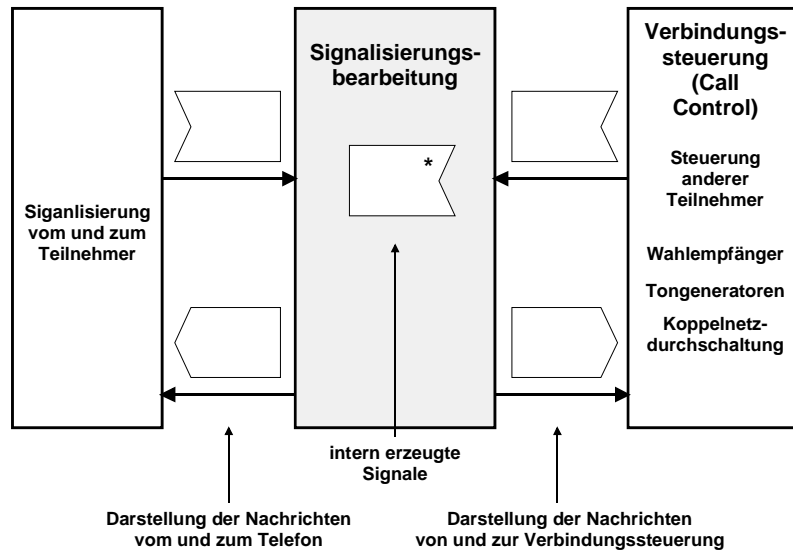


Bild 8 Schnittstellen der Signalisierungsbearbeitung

Für den Kommunikationspartner erfolgt die Signalisierungsbearbeitung in der gleichen Weise. In den folgenden Diagrammen sind beide Kommunikationsrichtungen berücksichtigt. Die beiden beteiligten Signalisierungsbearbeitungen einer Kommunikation werden durch die Verbindungssteuerung koordiniert. Aus den Ausgangssignalen der einen Steuerung werden, nach entsprechender Prüfung und ggf. notwendiger Bearbeitung, die Eingangssignale der anderen Signalisierungsbearbeitung erzeugt.

**(13) Betriebszustandsübersicht**

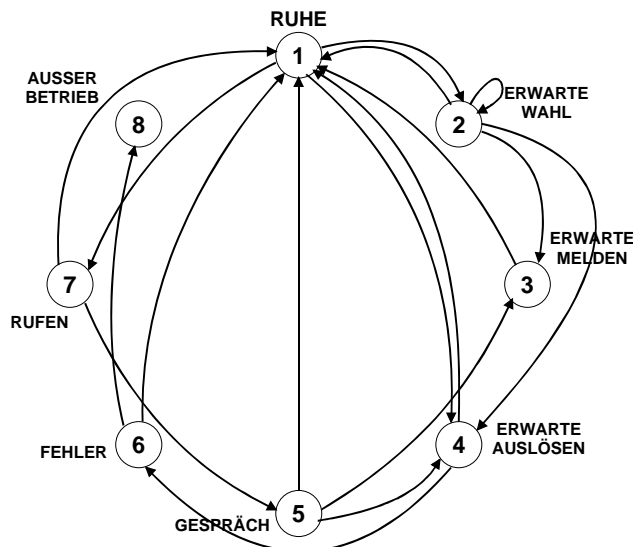


Bild 9 Betriebszustände einer Teilnehmerschaltung – vereinfacht

Beispiele von Betriebszustands-Änderungen

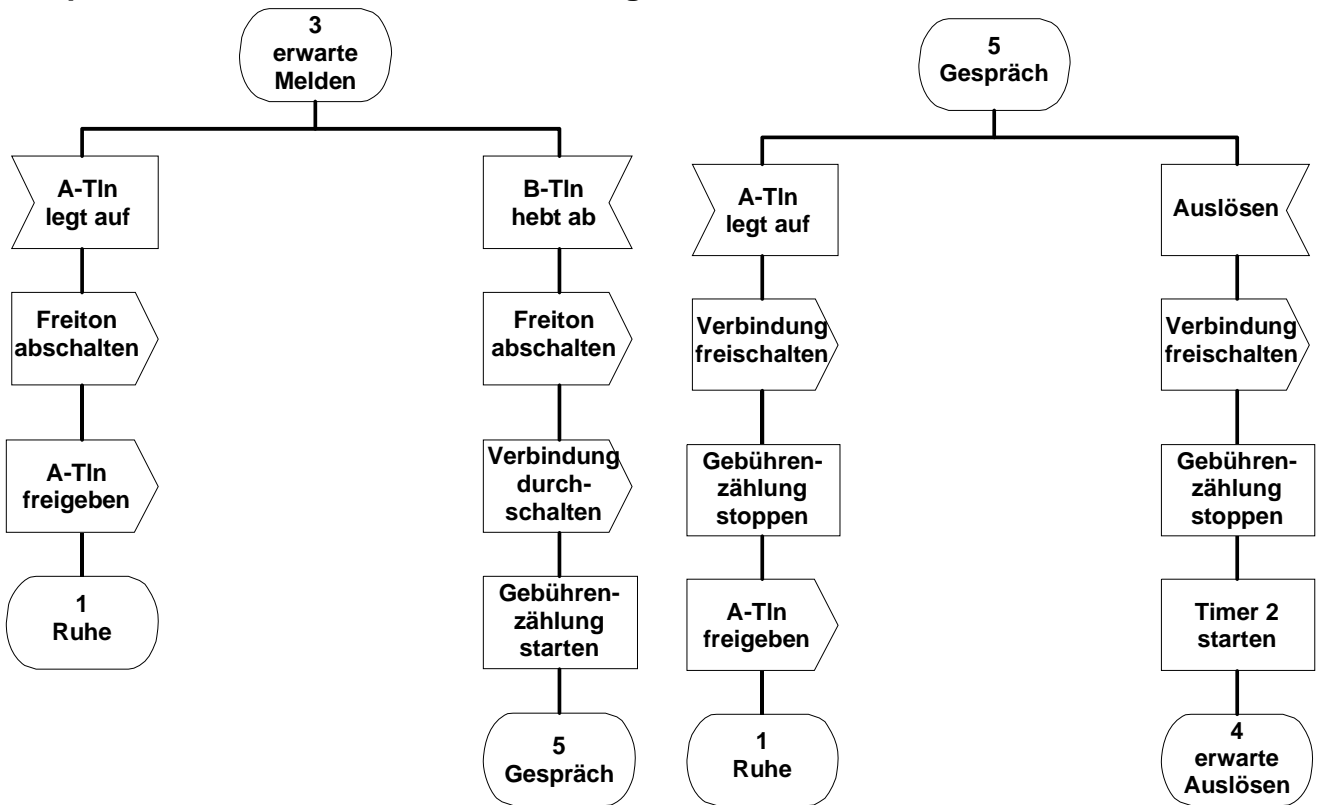


Bild 10 Zustand 3 (erwarte Melden)

Bild 11 Zustand 5 (Gespräch)

(14) Im Zustand 3 wird auf das Melden des gerufenen Teilnehmers gewartet, daneben muss das Auslösen durch den A-TIn berücksichtigt werden. Nach der Meldung des B-TIn wird die Verbindung durchgeschaltet und die Gebührenzählung gestartet.

(15) Zustand 5 ist der Gesprächszustand. Er wird nur durch Auslösen einer der beiden Kommunikationspartner wieder verlassen. Dieser Zustand wird für kommende und gehende Belegungen verwendet, aber nur bei einer gehenden Belegung wurde die Gebührenzählung gestartet. Beim Verlassen des Zustands wird die Verbindung ausgelöst und die Gebührenzählung angehalten.

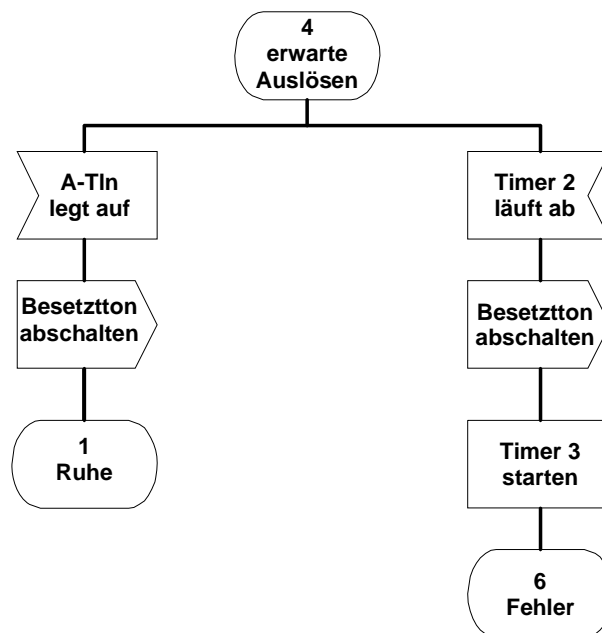


Bild 12 Zustand 4 (erwarte Auslösen)



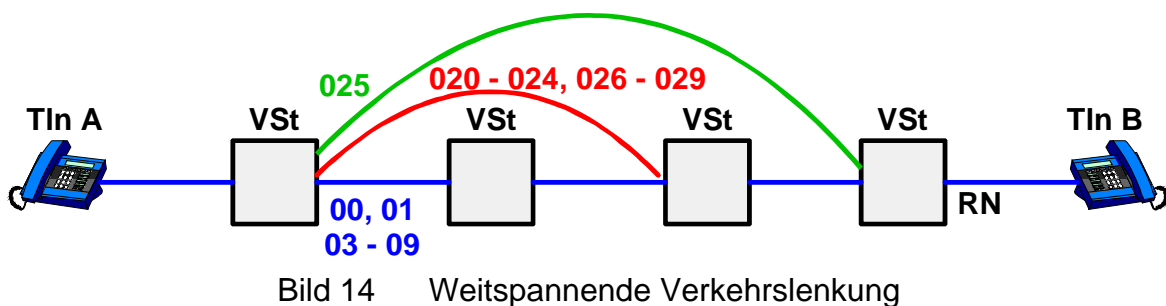
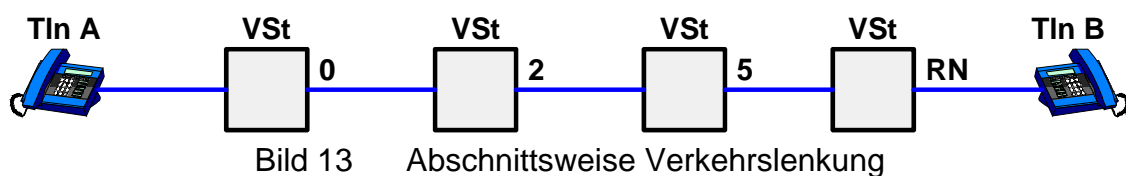
Der Zustand 4 wird immer erreicht, wenn auf das Auslösen des Teilnehmers gewartet wird. Erfolgt dies nicht innerhalb einer gewissen Zeit (T02), geht die Signalisierungssteuerung in den Fehlerzustand (Zustand 6) über.

## 5 Verkehrslenkung

(16) Aufgabe der Verkehrslenkung (früher auch als Leitweglenkung bezeichnet) ist es, einen möglichst günstigen Weg für eine bestimmte Verbindung durch ein Telekommunikationsnetz zu finden und bereitzustellen.

Grundsätzlich kann man verschiedene Techniken der Verkehrslenkung wie die

- abschnittsweise Verkehrslenkung und die
- weitspannende Verkehrslenkung unterscheiden.



### 5.1 Abschnittsweise Verkehrslenkung

(17) Bei abschnittswise Verkehrslenkung wird der Weg zum Zielteilnehmer von Vermittlungsstelle zu Vermittlungsstelle, Abschnitt für Abschnitt, neu gesucht.

Die Verkehrslenkung erfolgt aufgrund der empfangenen Wahlziffern und der im VSt-Rechner abgelegten Verkehrslenkungstabellen, die laufend auf Stand gehalten werden müssen.

Die Verkehrslenkungstabellen sind bei dieser Methode relativ einfach und erfordern lediglich einen begrenzten Verwaltungsaufwand.

Die einzelne Vermittlungsstelle muss bei dieser Technik nur einen begrenzten Ausschnitt des Netzes kennen und dessen Zustand beurteilen können, um den günstigsten Weg in Richtung des Zieles zu finden.

Wird im Verlauf der weiteren Verbindung in Richtung Ziel keine freie Leitung mehr gefunden, sind in den davor liegenden Abschnitten jedoch unnötig Betriebsmittel (Leitungen) belegt, ein Nachteil, der nicht vermeidbar ist, weil das Netz immer nur abschnittsweise beurteilt wird.

## 5.2 Weitspannende Verkehrslenkung

Bei der weitspannenden Verkehrslenkung erfolgt diese am Anfang der Verbindung und für den gesamten Weg bis zum Ziel. Bei dieser Technik werden unnötige Belegungen vermieden, aber die Verkehrslenkung und die Lenkungstabellen sind erheblich aufwändiger.

**(18)** Komplexere Verkehrslenkungsverfahren unterscheiden:

- feste Verkehrslenkung,
- alternative Verkehrslenkung und
- adaptive Verkehrslenkung.

### Feste Verkehrslenkung

Bei der festen Verkehrslenkung werden die verschiedenen Möglichkeiten, um von einem bestimmten Ausgangspunkt im Netz ein bestimmtes Ziel zu erreichen, nach einem fest vorgegebenen Verfahren ermittelt. Die Verkehrslenkung erfolgt beispielsweise nach dem Prinzip des kürzesten Weges, der augenblickliche Belegungszustand des Netzes wird bei dieser Technik nicht berücksichtigt. Die Verkehrslenkungstabellen werden nur bei Netzstrukturänderungen oder längeren Störungen angepasst. Alternativen werden bei der Wegesuche nicht berücksichtigt.

### Alternative Verkehrslenkung

**(19a)** Mit der alternativen Verkehrslenkung wird der augenblickliche Belegungszustand des Netzes berücksichtigt. Um von einem bestimmten Punkt im Netz ein bestimmtes Ziel zu erreichen, stehen mehrere Möglichkeiten zur Verfügung die in einer festen Reihenfolge die Wege nacheinander geprüft werden.

Als erstes wird der sog. „Erstweg“ geprüft, dieser ist normalerweise die günstigste Verbindung. An der zweiten Stelle kann durch einen Überlauf ein „Zweitweg“ oder noch ein „Drittweg“ genommen werden. Bei dem Verfahren ist aber immer auch ein sog. „Letztweg“ vorge-schrieben, bei dessen Besetzfall keine weitere Wegesuche möglich ist. Dieses Verfahren wurde bereits im elektromechanischen Fernnetz angewendet.

### Adaptive Verkehrslenkung

**(19b)** Bei der adaptiven Verkehrslenkung werden nicht nur die augenblicklichen Belegungs-zustände berücksichtigt, sondern es wird auch die Absuchreihenfolge abhängig vom Netzzu-stand adaptiert. Die Verkehrslenkung passt sich so optimal an den gegenwärtigen Netzzu-stand an.

Diese optimierte Verkehrslenkung hat jedoch den Nachteil, dass relativ viele Netzmanage-mentdaten innerhalb des Netzes ausgetauscht werden müssen. Diese Art der Verkehrslen-kung ist besonders für paketvermittelte Netze interessant, bei denen nicht die Entfernung ein Kriterium für die Verkehrslenkung ist, sondern die Durchlaufzeit, die außerdem von der Be-lastung der Vermittlungsstellen durch andere Quellen abhängt.

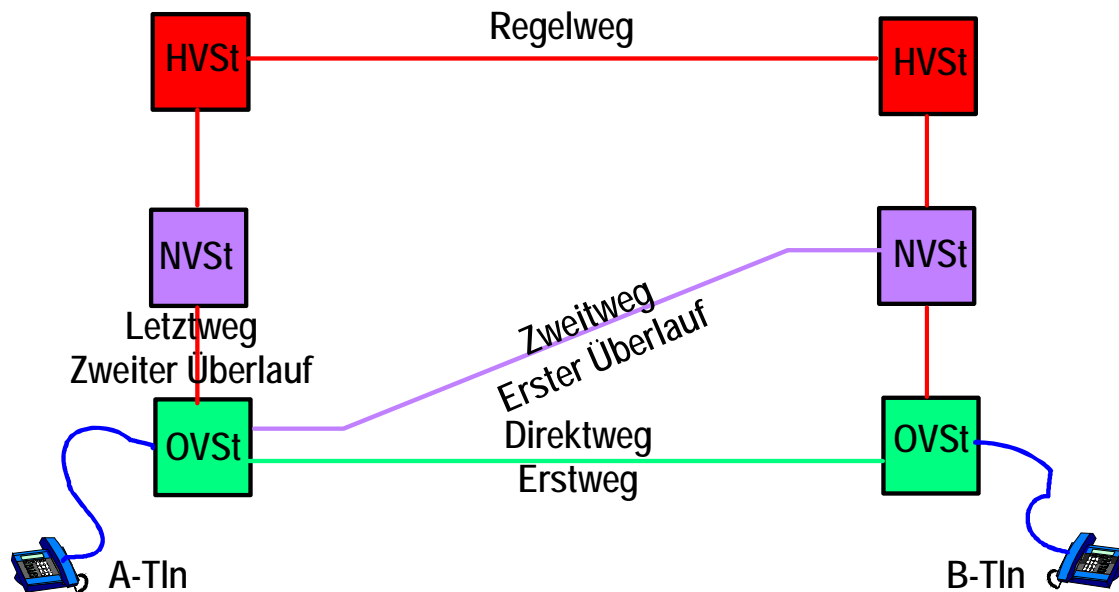


Bild 15 Weitspannende, alternative Verkehrslenkung

## 6 Betreiben digitaler Vermittlungsstellen

In Vermittlungsstellen mit verdrahteter Logik konnte die Inbetriebnahme und Abschaltung einer Vermittlungsstelle durch Ein- bzw. Abschalten der Versorgungsspannung durchgeführt werden. Für die Einschaltung bzw. Abtragung von Teilnehmeranschlüssen oder Vermittlungsleitungen bzw. Vermittlungsleitungsbündeln während des Betriebes waren umfangreiche Verdrahtungs- und Rangierarbeiten erforderlich. Auch die Änderung von Tarifen während des Betriebes einer Vermittlungsstelle war mit einem großen manuellen Arbeitsaufwand verbunden, der wie alle anderen Tätigkeiten vor Ort ausgeführt werden musste.

In Vermittlungsstellen mit Rechnersteuerung, also in Vermittlungsstellen mit gespeicherter Logik, können die meisten der oben angeführten Tätigkeiten durch Veränderung der Vermittlungsstellen-SW vorgenommen werden. Diese SW-Änderungen werden wie bei kommerziellen Rechnersystemen über sog. Bedienterminals vorgenommen, die entweder vor Ort, also in der Vermittlungsstelle, oder abgesetzt an den Vermittlungsstellenrechner angeschlossen sein können. Diese abgesetzten Bedienterminals werden in sog. Betriebsstellen zusammengefasst und an einen Betriebsstellenrechner angeschlossen. Dieser Betriebsstellenrechner ist über ein Anschlussleitungsnetz - Datex-P oder ISDN - an die Bedienschnittstelle eines oder mehrerer Vermittlungssysteme angeschlossen. Durch diese Konfiguration ist es jedem Bedienterminal möglich zu jedem Vermittlungsstellenrechner eine Verbindung - Sitzung - aufzubauen, sie erlaubt aber auch die „gleichzeitige“ Kommunikation mehrerer Bedienterminals mit einem Vermittlungsstellenrechner um die verschiedenen Betriebs- und Wartungsaufgaben durchzuführen. Das Merkmal der Fernbedienung macht es möglich die Betreuung der Vermittlungsstellen eines großen geographischen Bereiches an einer zentral gelegenen Stelle zusammenzufassen; die man als zentrale Betriebsstelle oder als OAM-Zentrum (Operation and Maintenance Center) bezeichnet.

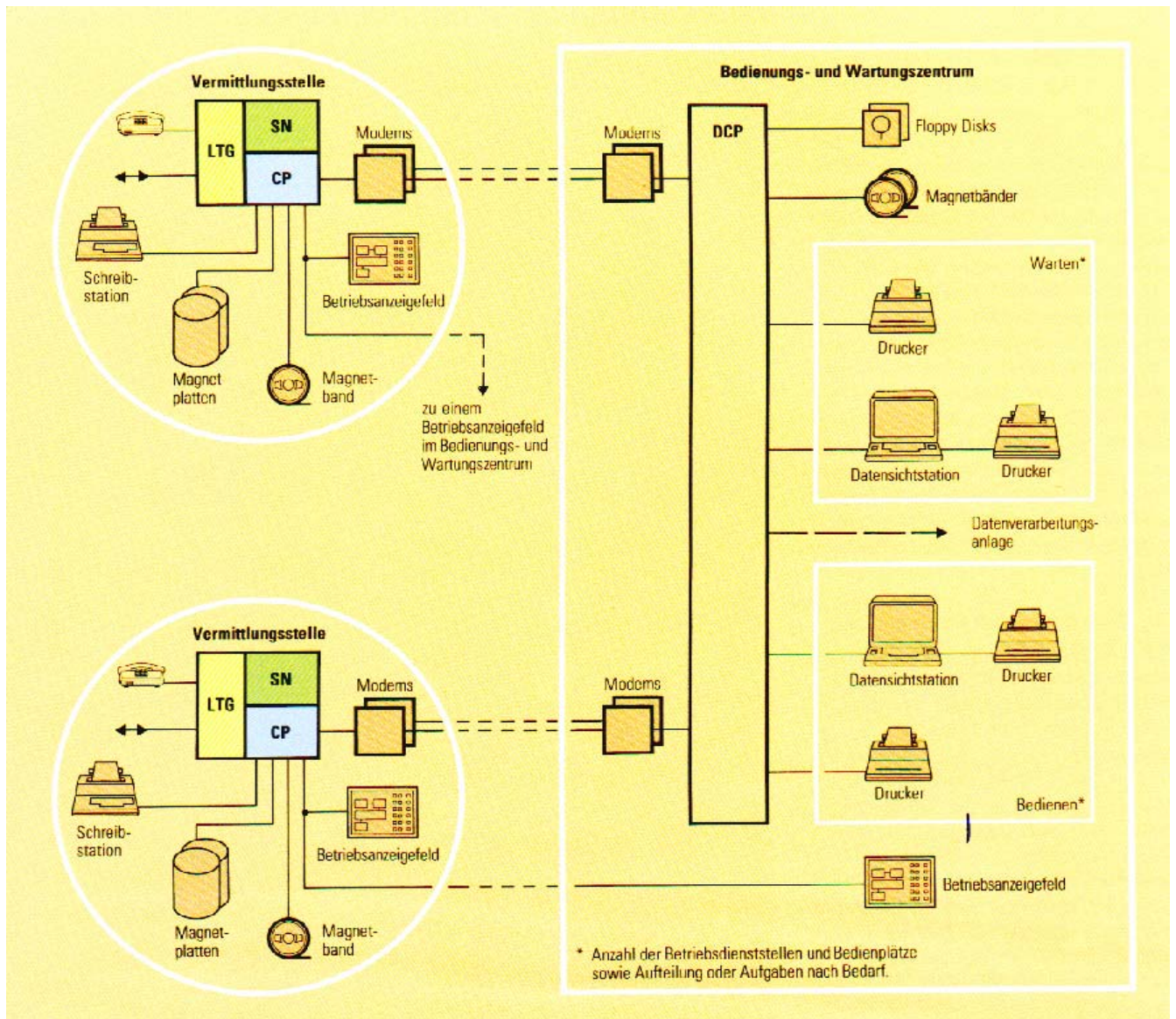


Bild 16 Prinzipdarstellung eines OAM-Zentrums

Entsprechend der administrativen Struktur eines Netzbetreibers können im Bedarfsfall auch Vermittlungsstellen mehrerer OAM-Zentren von einer übergeordneten Stelle einer sog. Leitstelle betreut werden, wenn z.B.: ein 24-Stundenbetrieb nicht in allen Betriebsstellen vorgesehen ist



## 7 Taktversorgung

In digitalen Vermittlungssystemen erfolgen alle Aktivitäten aufgrund der digitalen Signaldurchschaltung taktgesteuert. Wegen der hohen Geschwindigkeiten ist eine Synchronität aller Steuertakte innerhalb einer VSt unbedingt erforderlich. Da die meisten Nachrichtenverbindungen über mehr als eine VSt geschaltet werden, ist es erforderlich diese Taktsynchronität auf das gesamte Nachrichtennetz auszudehnen.

Zum weltweiten, d.h. globalen Nachrichtentransport ist die Zusammenschaltung von zumindest zwei Nachrichtennetzen erforderlich um die gewünschte Verbindung herstellen zu können. In diesem Fall darf, um eine hohe Nachrichtenübermittlungsqualität garantieren zu können, die Frequenzabweichung ein bestimmtes Ausmaß nicht überschreiten. Von ITU-T wurde dafür die Abweichung der Takte benachbarter Netze mit nicht mehr als 125  $\mu$ s in 70 Tagen festgelegt.

Aufgrund der globalen Netzstruktur können drei Stufen der Taktgenauigkeit bzw. -synchronität unterschieden werden.

- Taktgenauigkeit zwischen Nachrichtennetzen
- Taktsynchronität in einem nationalen Nachrichtennetz
- Taktsynchronität in einer Vermittlungsstelle

### 7.1 Taktgenauigkeit zwischen Netzen

**(20)** Benachbarte Nachrichtennetze werden untereinander aus technischen, organisatorischen und kommerziellen Gründen nicht synchronisiert. Ihre Taktfrequenz darf jedoch ein bestimmtes Ausmaß nicht überschreiten. Diese Taktdifferenz wurde, wie bereits oben angeführt, von ITU-T mit max. 125  $\mu$ s innerhalb von 70 Tagen festgelegt. Dieses geringe Auseinanderlaufen der Taktfrequenzen benachbarter Nachrichtennetze kann nur durch einen Mastertaktgenerator mit einer Genauigkeit von  $10^{-19}$  erreicht werden. Diese hohe Genauigkeit kann mit einer sog. Atomuhr, z.B.: einem Caesium-Normale erreicht werden.

Eine Abweichung von 125  $\mu$ s innerhalb von 70 Tagen bedeutet, dass bei Erreichen dieses Wertes in dem einen Netz ein Pulsrahmen übersprungen und in dem anderen ein Pulsrahmen doppelt ausgelesen werden muss.

### 7.2 Taktgenauigkeit in einem nationalen Netz

**(21)** In taktsynchronen Netzen wird, wie bereits oben angeführt, ein hochgenauer Mastertakt durch eine Atomuhr erzeugt. Aus finanziellen und sicherheitstechnischen Gründen wird dieser Mastertakt zur Synchronisierung vermittlungsstellenindividueller Taktgeneratoren über ein hierarchisch strukturiertes Verteilsystem verwendet. Der Einsatz vermittlungsstellenindividueller Taktgeneratoren, sog. zentraler Taktgeneratoren (Central Clock Generators CCG) erhöht die Ausfallsicherheit eines Nachrichtennetzes beträchtlich, da bei Ausfall einer Verteilung die CCG's selbständig weiterlaufen und die Taktsteuerung der Vermittlungsstelle sichern.

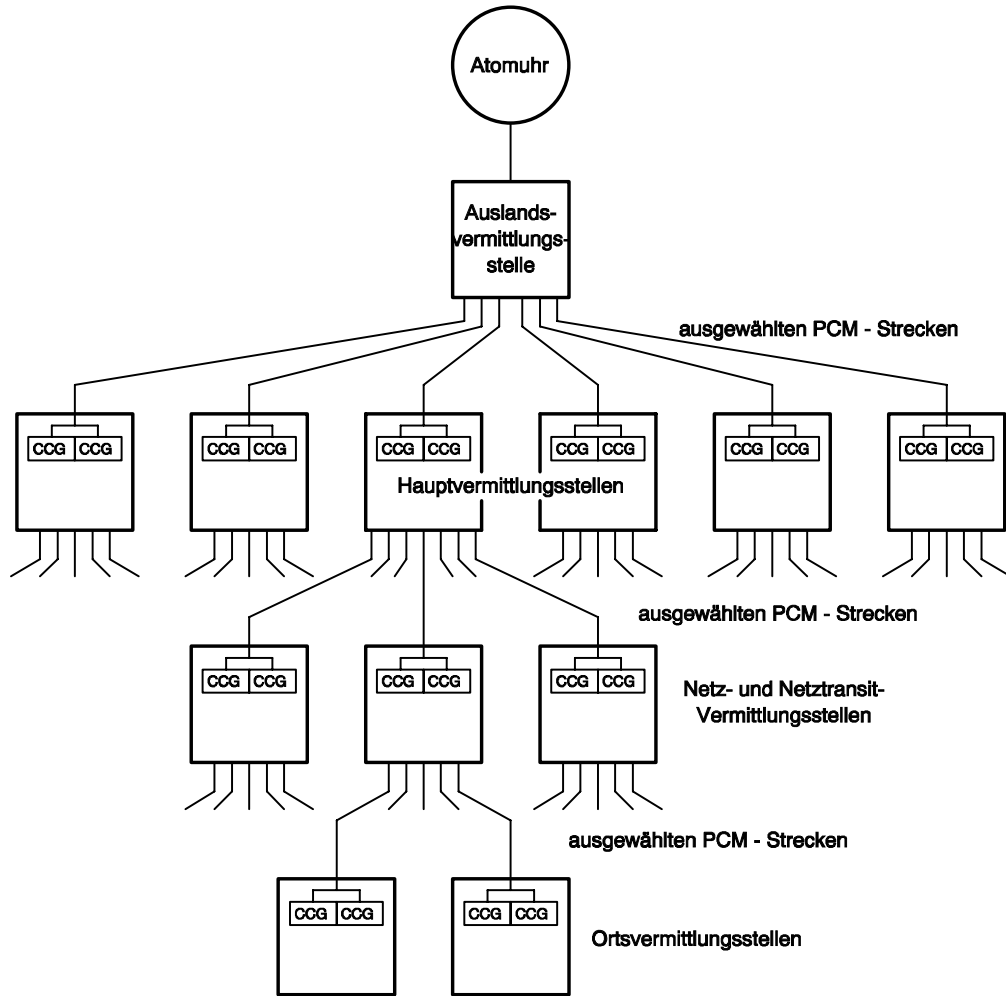


Bild 17 Prinzip der Taktverteilung

Die Verteilung des Mastertaktes erfolgt im Allgemeinen über ausgewählte PCM-Strecken des Nachrichtennetzes die laufend überwacht werden. Bei Auftreten von Störungen, bzw. bei Streckenausfall wird eine entsprechende Fehlermeldung ausgegeben und auf einen definierten Ersatzweg umgeschaltet.

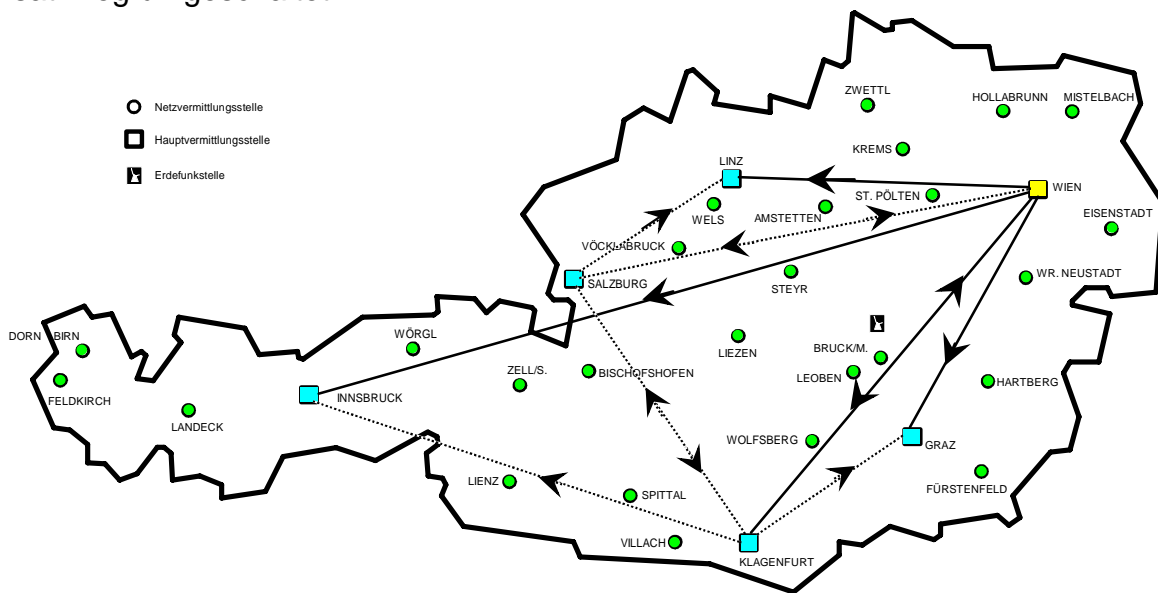


Bild 18 Prinzip der Ersatzstreckenauswahl

Der über die PCM-Strecken verteilte hochgenaue Mastertakt wird, wie bereits erwähnt, zur Synchronisierung sog. zentraler Taktgeneratoren (CCG = Central Clock Generator) verwendet. Diese zentralen Taktgeneratoren übernehmen bei einem Totalausfall der Mastertaktversorgung die Taktversorgung der Vermittlungsstelle, jedoch mit einer Genauigkeit von nur  $10^{-12}$ , - d.h. mit einer geringeren Genauigkeit als die Atomuhr - wodurch die erlaubte Abweichung von 125 µs in einer kürzeren Zeit als 70 Tagen eintritt.

Durch die Synchronisierung der Vermittlungsstellen-CCG's mit dem Mastertakt des Netzes ist die Taktfrequenz zwar in allen Vermittlungsstellen 100%ig gleich, wegen der Verteilung des Taktes über PCM-Strecken unterschiedlicher Länge differieren jedoch aufgrund der Laufzeit die Taktflanken. Eine solche Situation wird in der Praxis als synchron bezeichnet, ist in Wirklichkeit jedoch mesochron.

Die aus anderen Vermittlungsstellen eintreffenden Signale haben also aufgrund der unterschiedlicher Entfernung der VStn voneinander auch unterschiedliche Laufzeiten und treffen daher auch nicht mit der gleichen Phasenlage in der VSt ein. Damit sie jedoch in dieser Vermittlungsstelle weiter verarbeitet, d.h. weiter vermittelt werden können muss die Phasenlage aller eintreffenden Signale an jene der VSt angepasst werden. Die Ausrichtung bzw. Anpassung der unterschiedlichen Phasenlagen erfolgt in einem sog. Ausgleichsspeicher, in den die Informationen mit dem aus dem Empfangssignal gewonnenen Sendetakt eingeschrieben und mit dem durch den „CCG erzeugten Vermittlungsstellentakt“ um einige Takte verzögert wieder ausgelesen werden, um anschließend in der VSt weiter bearbeitet zu werden.

### 7.3 Taktgenauigkeit in einer Vermittlungsstelle

**(22)** Jede Vermittlungsstelle besitzt einen aus Sicherheitsgründen gedoppelten zentralen Taktgenerator CCG. Dieser synchronisiert die Gruppentaktgeneratoren der VSt mit dem sog. Vermittlungsstellentakt und wird seinerseits, wie bereits beschrieben, über ausgewählte PCM-Strecken durch den Mastertakt des Nachrichtennetzes synchronisiert.

Die beiden CCG's arbeiten in einer Master - Slave Konfiguration. Bei Ausfall des Masters wird unter Beibehaltung der Phasenlage unterbrechungslos auf den Slave umgeschaltet. Fällt auch der Slave-CCG aus, dann laufen die sog. Gruppentaktgeneratoren (Group Clock Generator GCG) in der Vermittlungsstelle unsynchronisiert weiter, d.h. die erlaubten 125µs Taktdifferenz zu den anderen VStn werden in wesentlich weniger als 70 Tagen erreicht.

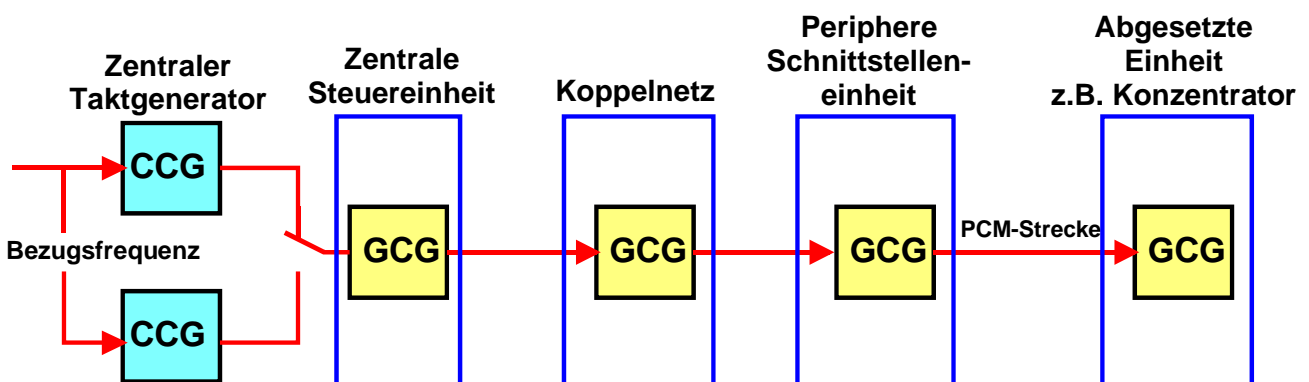


Bild 19 Taktversorgung in der Vermittlungsstelle

Der Vermittlungsstellentakt des CCG wird wie der Mastertakt des Nachrichtennetzes nach hierarchischen Gesichtspunkten in der Vermittlungsstelle verteilt um die GCG's zu synchro-

nisieren. Jeder GCG versorgt eine sog. Taktinsel, die aus mehreren HW-Einrichtungen besteht, z.B.: einem Koppelnetz oder einer Koppelnetzgruppe, aus 8 PCM-30-Systemen oder 128 Teilnehmerschnittstellen, etc.

Fällt eine Synchronisationsleitung in der Vermittlungsstelle aus, läuft der betroffene GCG selbständig, jedoch nur mit einer Genauigkeit von  $10^{-9}$  weiter, d.h. die erlaubte Zeitdifferenz von  $125\mu\text{s}$  wird in noch weniger Tagen erreicht als bei Ausfall eines CCG; wird der aufgetretene Fehler innerhalb dieser Zeit behoben geht der gesamte Betrieb der VSt störungslos weiter, gelingt die Fehlerbehebung innerhalb dieses Zeitraumes nicht, muss entweder ein Pulsrahmen doppelt ausgelesen oder aber übersprungen werden.

Fällt hingegen ein GCG aus, so tritt ein VSt-Teilausfall auf, da die notwendigen Steuervorgänge in den betroffenen HW-Einrichtungen nicht mehr durchgeführt werden können. Selbstverständlich wird auch dieser GCG-Ausfall durch eine Alarmmeldung angezeigt.

### **Begriffe der Synchronität**

Asynchrones Netz (nichtsynchrones Netz) In einem asynchronen Netz arbeiten die Taktgeneratoren der digitalen Vermittlungsstellen unabhängig voneinander.

Isochron Ein Signal ist isochron, wenn die Zeitpunkte des Übergangs von einem Signalelement zum nächsten in einem festen Zeitraster liegen (Kennzeitpunkte).

Mesochron Zwei Signale sind mesochron, wenn ihre durchschnittlichen Bitraten gleich sind. Wenn die Phasenabweichung zwischen den Signalen innerhalb bestimmter Grenzen bleibt, pflegt man solche Signale in der Praxis als „synchron“ zu bezeichnen.

Plesiochron Zwei Signale sind plesiochron, wenn ihre Bitraten nominell gleich sind (z.B. 2048 kbit/s), wobei die tatsächliche Bitrate jedes Signals innerhalb einer gegebenen Toleranz (z.B.  $5 \cdot 10^{-5}$  vom Nennwert abweichen kann).

Netze mit plesiochronem Betrieb arbeiten nicht synchron. Die Oszillatoren (Taktgeber) der einzelnen Vermittlungsstellen arbeiten autonom und daher mit - wenn auch nur geringfügig - unterschiedlichen Frequenzen. Eine hohe, durch Atomfrequenznormale erzielbare Frequenzgenauigkeit der selbständigen Oszillatoren verhindert bei plesiochronem Betrieb einen zu häufigen Informationsverlust durch Schlupf.

Pulsrahmensynchron heißt, dass die Anfänge und ebenso die Enden der Pulsrahmen von parallel arbeitenden PCM-Multiplexleitungen eine Schnittstelle gleichzeitig überqueren.

Pulsrahmensynchronisierung Für Übertragungstrecken sind Anschlusseinrichtungen in der digitalen Vermittlungsstelle vorgesehen. Diese Anschlusseinrichtungen identifizieren Rahmenkennungssignale und gleichen Laufzeitunterschiede zwischen den verschiedenen Übertragungstrecken aus. Damit synchronisieren sie die ankommenden Pulsrahmen mit den  $125\text{-}\mu\text{s}$ -Perioden in der digitalen Vermittlungsstelle.

In jeder Anschlusseinrichtung für Übertragungstrecken wird das ankommende Digital-signal im Leitungstakt empfangen und aus dem Speicher, der zum Laufzeitausgleich dient, im Vermittlungstakt ausgelesen. In einem nicht synchronisierten Netz oder bei Synchronisationsstörungen könnten diese beiden Takte unterschiedlich sein. Dadurch überholen sich, in gewissen Abständen, die Einschreib- und Auslesevorgänge.



**8 Kontrollfragen**

1. Was bedeutet SPC?
2. Beschreiben Sie die Aufgaben von Vermittlungsstellenrechnern und nennen Sie deren Prioritäten.
3. Wie ist die Leistung eines Vermittlungsstellenrechners definiert?
4. Welche Zeichengabeabschnitte kennen Sie?
5. Welche Zeichengabeprinzipien für die Zeichengabe über Vermittlungsleitungen kennen Sie?
6. Welches Prinzip liegt einem Zeichengabeverfahren mit zentralem Kanal zugrunde?
7. Welche Merkmale besitzt eine Einrechnersteuerung?
8. Welche Merkmale besitzt die Steuerung eines Vermittlungssystems mit verteilten Steuerungsaufgaben?
9. Welche Merkmale besitzt die Steuerung eines Vermittlungssystems mit intelligenter Peripherie?
10. Wie erfolgt der Verbindungsaufbau bei einem System mit intelligenter Peripherie?
11. Nach welchen Gesichtspunkten ist die Software digitaler Vermittlungssysteme strukturiert?
12. Nennen Sie die Einsatzmöglichkeiten der SDL Beschreibungssprache.
13. Welche SW-Betriebszustände einer Teilnehmerschaltung kennen Sie und durch welche Aktivitäten erfolgen diese Übergänge?
14. Zeichnen Sie ein SDL Diagramm für die Veränderungsmöglichkeiten einer Teilnehmerschaltung aus dem Zustand „Erwarte Melden“.
15. Zeichnen Sie ein SDL Diagramm für die Veränderungsmöglichkeiten einer Teilnehmerschaltung aus dem Zustand „Gespräch“.
16. Beschreiben Sie die grundsätzlichen Techniken der Verkehrslenkung und deren Aufgaben.
17. Nennen Sie die Merkmale der abschnittswisen Verkehrslenkung.
18. Beschreiben Sie die Eigenschaften von drei Verfahren der weitspannenden Verkehrslenkung.
19. Beschreiben Sie den Unterschied zwischen alternativer und adaptiver Verkehrslenkung.
20. Welche Taktgenauigkeit ist zwischen „benachbarten“ Nachrichtennetzen erforderlich?
21. Wie wird die Taktgenauigkeit in einem nationalen Netz sichergestellt?
22. Wie wird die Taktgenauigkeit in einer Vermittlungsstelle sichergestellt?

**9 Bilder und Tabellen**

Bild 1 Zeichengabeabschnitte..... 5  
 Bild 2 Prinzip eines Zeichengabeverfahrens mit zentralem Kanal ..... 6  
 Bild 3 Rechnerstruktur eines Vermittlungssystems mit verteilten Steuerungs-  
 aufgaben ..... 7  
 Bild 4 Rechnerstruktur eines Vermittlungssystems mit intelligenter Peripherie ..... 8  
 Bild 5 Vereinfachter Ablauf eines Verbindungsaufbaus ..... 10  
 Bild 6 Vermittlungsstellensoftware ..... 11  
 Bild 7 Software-Schalenmodell..... 12  
 Bild 8 Schnittstellen der Signalisierungsbearbeitung ..... 15  
 Bild 9 Betriebszustände einer Teilnehmerschaltung – vereinfacht ..... 15  
 Bild 10 Zustand 3 (erwarte Melden) Bild 11 Zustand 5 (Gespräch) ..... 16  
 Bild 12 Zustand 4 (erwarte Auslösen)..... 16  
 Bild 13 Abschnittsweise Verkehrslenkung ..... 17  
 Bild 14 Weitspannende Verkehrslenkung..... 17  
 Bild 15 Weitspannende, alternative Verkehrslenkung ..... 19  
 Bild 16 Prinzipdarstellung eines OAM-Zentrums ..... 20  
 Bild 17 Prinzip der Taktverteilung ..... 22  
 Bild 18 Prinzip der Ersatzstreckenauswahl..... 22  
 Bild 19 Taktversorgung in der Vermittlungsstelle..... 23

**10 Abkürzungen**

VSt..... Vermittlungsstelle  
 SPC ..... Stored Program Control  
 BHCA..... Busy Hour Call Attempt  
 ZG..... Zeichengabe  
 Tln..... Teilnehmer  
 Ltg..... Leitung  
 ITU-T..... International Telegraphenunion, Abteilung Telekommunikation  
 ISDN ..... Integrated Services Digital Network, digitales Netz mit Diensteintegration  
 PCM..... Puls Code Modulation  
 HW..... Hardware  
 SW ..... Software  
 OES ..... Österreichisches digitales Telphonsystem  
 GP/A ..... Gruppenprozessor – A-Seite  
 CP..... Coordination Processor, Koordinationsprozessor  
 COC..... Cross Office Check, Verbindungswege-Durchschalteprüfung  
 OAM ..... Operation Administration Maintenance, Bedienung, Verwaltung Wartung  
 CCG..... Central Clock Generator, zentraler Taktgenerator  
 GCG ..... Group Clock Generator, Gruppentaktgenerator

**11      Literatur**

- [1] Taschenbuch der Telekommunikation 1999, Fachbuchverlag Leipzig
- [2] Gunther Altehage (Hrsg), Digitale Vermittlungssysteme für Fernsprechen und ISDN, R.v.Decker´s Verlag, 1991, ISBN 3-7685-0689-4
- [3] Telekommunikationstechnik, 6. Auflage, Verlag Europa Lehrmittel, 1995, ISBN 3-8085-3346-3
- [4] Gerd Siegmund, Technik der Netze, 3. Auflage, R.v.Decker´s Verlag, 1996, ISBN 3-7685-2495-7
- [5] Ulrich Freyer, Nachrichtenübertragungstechnik,3. Auflage, Hanser Verlag, 1994, ISBN 3-446-17724-8
- [6] Siemens, EWSD Systembeschreibung