

**Heinrich-Hertz-Institut
für Nachrichtentechnik
Berlin GmbH**

208

Ein Rechnersystem mit autonomen
Verarbeitungspfaden und gemein-
samem Zugriff auf ein Hinter-
grund-Massenspeichersystem.

von

Dipl.-Ing. K.-E. Anders

Ing. (grad.) W. Dühlmeyer

Technischer Bericht Nr. 208

208

Ein Rechnersystem mit autonomen
Verarbeitungspfaden und gemein-
samem Zugriff auf ein Hinter-
grund-Massenspeichersystem.

von

Dipl.-Ing. K.-E. Anders

Ing. (grad.) W. Dühlmeyer

© 1978 HHI

Alle Rechte, insbesondere an Erfindungen und Veröffentlichungen die aus dem Inhalt hervorgehen, bleiben vorbehalten. Weiterhin ist die Überführung in maschinenlesbare Form, sowie das Speichern in Informationssystemen, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Einwilligung des HHI gestattet.

Ein Rechnersystem mit autonomen Verarbeitungspfaden und gemeinsamen Zugriff auf ein Hintergrundspeichersystem.

Zusammenfassung:

Es wird ein Rechnersystem für eine Kommunikationszentrale mit Teilhaberbetrieb vorgestellt. Die Konfiguration berücksichtigt den durch die Technologie begründeten Trend zu kleineren Rechereinheiten, die autonom voneinander arbeiten können. Zum Erreichen einer hohen Verfügbarkeit sind automatische Überwachungsroutrinen vorgesehen, womit die einzelnen Verarbeitungspfade sich gegenseitig überwachen und im Störfungsfall ein Ersatzsystem ohne erheblichen Informationsverlust initiieren. Die Arbeit soll eine Übersicht über die Funktionsweise ermöglichen. Hierbei ist Wert darauf gelegt worden, daß besonders die nicht kaufbaren Komponenten durch die Angabe der verwendbaren Bauelemente und entsprechender Darstellung der Zeitabläufe genauer beschrieben sind.

HHI, im Oktober 1978

Die Bearbeiter

Klaus E. Anders
Dipl.-Ing. K.E. Anders

W. Dühlmeier
Ing.(grad.) W. Dühlmeier

Abteilungsleiter

Rolf Evers
(Dr.-Ing. R. Evers)

Wiss. techn.

Gebäudeleiter

R. Ulmsorge
(Dr.-Ing. R. Ulmsorge)

ISSN 0342-6815

1. Einleitung
2. Hardwarevoraussetzungen
 - 2.1. Ausstattung der Zentrale
 - 2.2. Ausfallüberlegungen
 - 2.3. Teilnehmerendgerät
3. Softwarevoraussetzung
4. Verarbeitung der Dialogblöcke
 - 4.1. Format der Dialogblöcke
 - 4.1.1. Header des Dialogblocks, Teilnehmer <-> Zentrale
 - 4.1.2. Header des Pollingblocks, Zentrale -> Teilnehmer
 - 4.2. Die Dialogabwicklung
 - 4.2.1. Der Dialogbeginn
 - 4.2.2. Das Dialogende
 - 4.3. Beschreibung der Hardware-Komponenten
 - 4.3.1. Datenempfangssteuerung-Zentrale (DESZ)
 - 4.3.2. Silospeicherung und Schnittstelle zum DMA-IN-Interf
 - 4.3.3. Datensendesteuerung-Zentrale (DSSZ)
 - 4.3.4. Datenempfangssendesteuerung-Teilnehmer (DESST)
 - 4.4. Speicherausstattung der Verarbeitungspfade
 - 4.4.1. Berechnung der Arbeitsspeichergröße
 - 4.4.2. Speicherorganisation in den Verarbeitungspfaden
 - 4.5. Abspeichern der Dialogblöcke
 - 4.5.1. Arbeitsweise des DMA-IN-Interfaces
 - 4.5.2. Zeitbetrachtungen und Berechnung der Mindestgröße des Silospeichers
 - 4.5.3. Beispiel für die Initialisierung eines DMA-Interfa
5. Bedienung des Teilnehmers
6. Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Verarbeitung
7. Datenschutz
8. Der Weg der Information durch das System
9. Schlußbemerkung
10. Quellenauszug

1. Einleitung

Für die Realisierung von Datenverarbeitungssystemen mit Realzeitzugriff von mehr als 1000 Teilnehmern gibt es bisher nur wenige ausgeführte Beispiele. Das Kommunikationssystem Plato /1/ zum Beispiel hat einen beschränkten Benutzerkreis und ist, ausgehend vom technischen Stand von vor 8-10 Jahren, auf sein heutiges Leistungsspektrum ausgebaut worden. Die Systeme, die zur Zeit in Japan errichtet werden, berücksichtigen ein kleines Dienstangebot mit dem Rückkanal über Tastentelefon /2/, wobei auch die Anzahl der gleichzeitigen Teilnehmer eingeschränkt ist. Das Endgerät für den Rückkanal des Versuchsystems Qube in Columbus/Ohio (USA) besteht aus einer Klein-Tastatur mit wenigen Tasten.

Wird ein System mit Teilnehmerendgeräten ausgestattet, bei denen eine Volltastatur für den Rückkanal zur Verfügung steht, so bieten sich hier eine große Menge von Diensten an, für deren Realisierung das Rechnersystem der Zentrale eine entscheidende Schwierigkeit bildet. Eine günstige Aufwandsanpassung an die Anforderungen besteht darin, die Rechnerzentrale in kleinen Einheiten erweiterbar vorzusehen. Ein zweiter wichtiger Betrachtungspunkt ist die durch die Benutzungsverfügbarkeit beeinflusste Akzeptanz. Hier ist die Forderung ableitbar, daß die zuvor geforderten, kleinen Systemeinheiten möglichst autonom arbeiten, damit ein Störfall, ein Ausfall einer Systemeinheit, keine Folgewirkungen zeigt. Um die Stör- und Ausfallzeiten gering zu halten, besteht weiterhin die Forderung, die verwendeten Komponenten des Systems zu standardisieren, das heißt, möglichst gleiche, austauschbare Typen zu verwenden.

Um auch eine automatische Störungsbeseitigung zu ermöglichen, werden daher in dem vorgestellten System mehrere gleich ausgestattete Verarbeitungspfade verwendet, die sich gegenseitig kontrollieren und die bei einem Ausfall automatisch einen Reserveverarbeitungspfad initiieren. Besondere Aufmerksamkeit muß allen Komponenten entgegengebracht werden, in denen die gesamten Informationen verarbeitet oder umgesetzt werden. Eine Übersicht hierfür ist im Kap.8 "Der Weg der Information durch das System" angegeben. Hierbei werden jedoch auch Komponenten berührt, die nicht mehr zum Rechnersystem der Zentrale gehören. Es sei dies somit ein Hinweis auf die Entwicklung der übrigen Komponenten, da sonst der Vorteil der erhöhten Verfügbarkeit des Rechnersystems nicht genutzt werden kann.

Entsprechend der z.Z. marktüblichen Verarbeitungsbreite von 16 Bit in den Prozessoren der ausgewählten Größe ist die direkte Adressierbarkeit des Arbeitsspeichers eingeschränkt. Mit Hilfe einer Memory-Management-Routine, gemeinsam mit einem Adressenerweiterungsregister, lassen sich Konsequenzen aus dieser Beschränkung teilweise umgehen. Derartige Zusatzeinrichtungen beeinflussen aber in jedem Fall das Zeitverhalten, da zeitliche Einschränkungen entstehen. Nach Entwicklung von Mikroprozessoren mit größeren Verarbeitungsbreiten (zum Beispiel 32 Bit) wäre ein Einsatz dieser Prozessoren sicherlich vorteilhaft für die Textverarbeitung, für das Zeitverhalten und für die Vergrößerung des direkten Adressraumes des Arbeitsspeichers.

2. Hardware-Voraussetzungen

2.1. Ausstattung der Zentrale

Die Zentrale besteht aus dem Datenempfangsgerät, den acht gleichartig ausgebildeten Verarbeitungspfaden mit Zugriff auf die Medienperipherie /3/, dem Datensendegerät und einem Hintergrundrechner mit Massenspeicher zur Sicherung der aktuellen Systemdaten und zur Lieferung der Algorithmen für die Dienst- und Systemprogramme. Für eine noch weitergehende Erhöhung der Zuverlässigkeit können auch weitere Rechner zur Hintergrundicherung hinzugezogen werden (siehe Bild 1). Bei eingeschränktem oder erweitertem Dienstangebot (gegenüber der Spezifizierung im HHI-Laborprojekt) können weniger oder mehr Verarbeitungspfade vorgesehen werden.

Grundlage für die Konzeption des Systems sind Hard- und Software-Komponenten des Prozeßrechnersystems PDP 11/34 mit dem RT 11 Betriebssystem. Grundsätzlich sind mit gleichen oder ähnlichen Leistungscharakteristiken auch andere Fabrikate verwendbar.

Die Verarbeitungspfade bestehen je aus einer vollständigen Rechanlage, gebildet aus CPU, Arbeitsspeicher (DUAL-PORT-MEMORY), Plattenspeicher, digitaler Ausgabe und V24-Schnittstelle mit angeschlossenem Terminal, DMA- Interfaces für ankommende (DMA-IN-Interface) und abzusendende (DMA-OUT-Interface) Dialogblöcke und für das Updaten der aktuellen Datensätze (DMA-I/O-Interface) in den Hintergrundrechner.

Ein Verarbeitungspfad ist für die Verwaltung des Systems und der Teilnehmer zuständig, die restlichen sind für die Verarbeitung der Dienstprogramme gedacht.

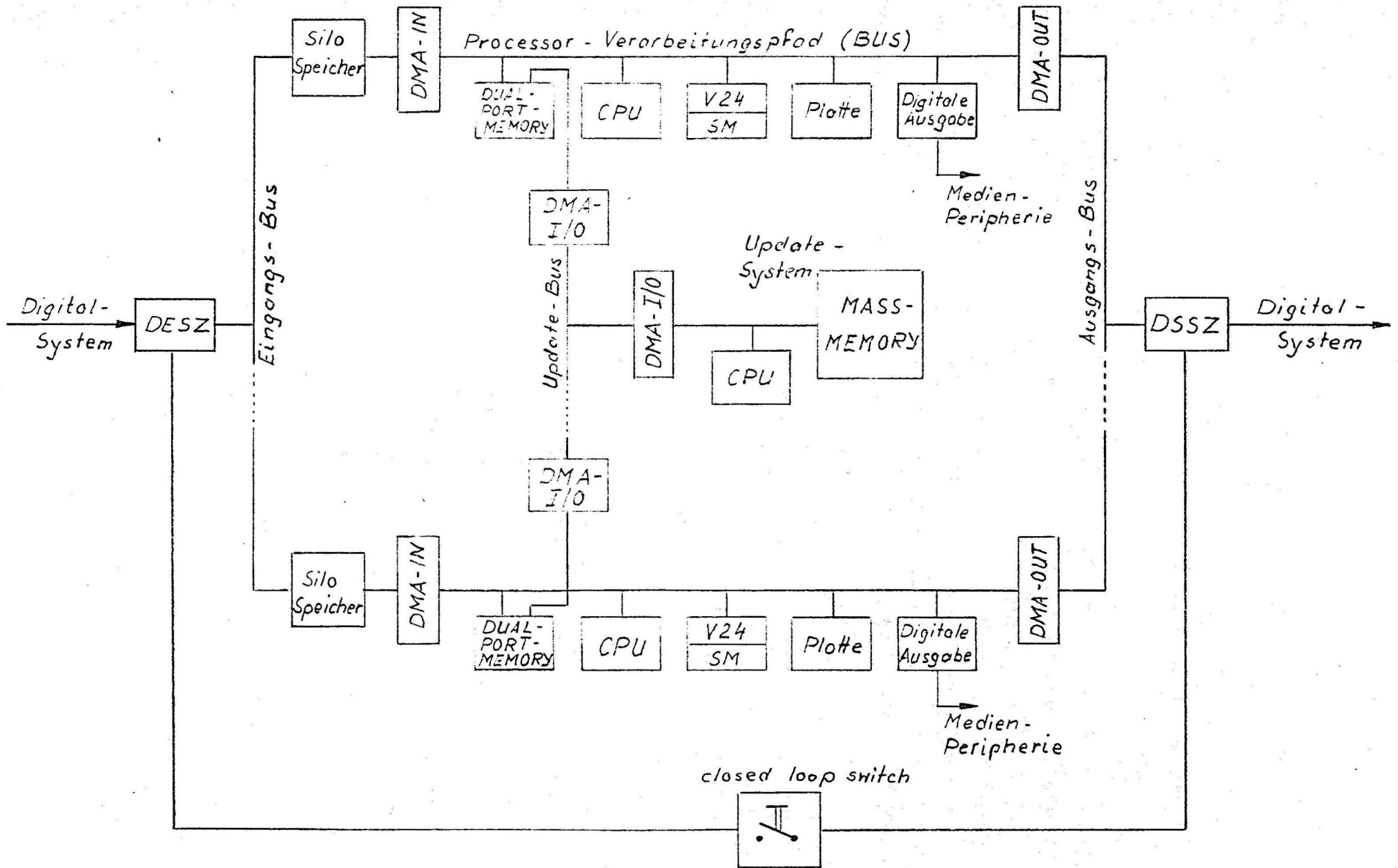


Bild 1: Hardware - Struktur

Da jeder Verarbeitungspfad für jeden beliebigen Dienst ersatzweise verwendet werden kann, ist die Größe des Arbeitsspeichers für grössere, nicht sinnvoll teilbare Programme (zum Beispiel Spielprogramm D 24* , Schach rund 20 mal rekursiv) ausgelegt.

Die Datenempfangssteuerung (DESZ) in der Zentrale empfängt die Dialogblöcke von den Teilnehmern, bereitet sie auf und weist sie in den für sie bestimmten Verarbeitungspfad ein.

Die Datensendesteuerung (DSSZ) in der Zentrale fragt die einzelnen Verarbeitungspfade auf einen abzusendenden Dialogblock zyklisch ab. Bei einer positiven Antwort wird der Dialogblock durch DMA in den Sendepuffer gebracht, mit der Übertragungszedur versehen und dem Teilnehmer übertragen.

Der Hintergrundrechner ist aufgebaut aus einer CPU, einem Massenspeicher und einem DMA-I/O-Interface. Zur größeren Sicherheit kann ein zweiter Hintergrundrechner vorgesehen werden.

* aus Klassifizierung der Dienste im HHI-Laborprojekt
Zweiwegkabelfernsehen

2.2. Ausfallüberlegungen

1. Ein Verarbeitungspfad fällt aus:

Nach Umschaltung innerhalb von ca. 30 s (mittlerer Dialogwechsel, siehe Kap. 7) ist das System voll leistungsbereit.

2. Zwei Verarbeitungspfade fallen aus:

Die Aufgaben des ersten ausgefallenen Verarbeitungspfades werden nach 30 s weitergeführt.

Ist der zweite ausgefallene Verarbeitungspfad mit den System-Verwaltungsaufgaben und Statistik betraut, so wird ein anderer Verarbeitungspfad (z.B. der mit geringster Auslastung) stillgelegt, da kein zweiter Reserve-Verarbeitungspfad zur Verfügung steht und die Systemverwaltungsaufgaben unverzichtbar sind. Innerhalb von ca. 60 s nach Ausfall des zweiten Verarbeitungspfades ist das System zu >83% leistungsbereit, d.h. mehr als 83% der angebotenen Dienste werden angeboten.

Wenn ein zweiter Diensteverarbeitungspfad ausfällt, so kann für diesen Pfad kein Ersatzsystem generiert werden, so daß das System anschließend ebenfalls zu mehr als 83% leistungsbereit ist. Eine Leistungsbereitschaft von genau 83% ist gegeben, wenn das System vorher zu 100% belastet war.

3. Das Hintergrundrechnersystem fällt aus:

Das System bleibt voll leistungsbereit.

4. Das Hintergrundrechnersystem und ein Verarbeitungspfad fallen aus:

a) Wenn in dem ausgefallenen Verarbeitungspfad Systemverwaltungsaufgaben bearbeitet werden, führt dies zum Gesamtausfall des Systems.

Wird angenommen, daß die Ausfallwahrscheinlichkeit bei allen Rechnersystemen gleich und 0,1 ist, beträgt die Wahrschein-

lichkeit für den Gesamtausfall $0,5 \times 0,1 \times 0,1 = 0,005$. Der Gesamtausfall tritt nur dann auf, wenn zunächst das Hintergrundsystem und dann der Verarbeitungspfad "Verwaltung" ausfällt. Fällt zunächst der Verarbeitungspfad "Verwaltung" aus, kann der Gesamtausfall nur auftreten, wenn vor oder während der Neugenerierung (30 s) ebenfalls der Hintergrundrechner ausfällt. Letzterer Zusammenhang wurde durch den Wichtungsfaktor der Wahrscheinlichkeit 0,5 berücksichtigt. Sofern das Risiko noch als zu groß angesehen wird, kann eine Verdoppelung des Hintergrundrechnersystems in Erwägung gezogen werden.

b) Wenn in dem ausgefallenen Verarbeitungspfad Dienstaufgaben bearbeitet werden, bleibt das System zu 83% leistungsbereit. In diesem Zusammenhang sei auch auf die Verfügbarkeitsüberlegungen in /4/ hingewiesen.

2.3. Teilnehmerendgerät

Das Teilnehmergerät entspricht den Vorgaben des Pflichtenheftes im Laborprojekt Zweikabelfernsehen. Inwieweit hierfür noch Ergänzungen notwendig werden, kann erst im Verlauf einer spezifischen Untersuchung festgestellt werden. Hierbei kann auch entschieden werden, ob die zunächst vorgesehene teilweise softwaremäßige Verarbeitung der korrespondierenden Datenblöcke in einen Mikroprozessor durch Hardwaremodule ersetzt werden sollten.

3. Software Voraussetzungen

Die Rechenanlagen der einzelnen Verarbeitungspfade sind nach Voraussetzung autonom und vollständig, das heißt, sie besitzen für ihre eigene Organisation ein vorhandenes modulares Betriebssystem. Dieses ist für den Einsatz in der Zentrale um einige speziell für diesen Zweck zu entwickelnde Software-Module zu erweitern (siehe Bild 2).

Diese sind ein Modul für die Verarbeitung der ankommenden Dialogblöcke, einer für die gegenseitige Prüfung (Kap. 6) der Prozessoren, einer für die Meldung eines defekten Prozessors an den Operator und ein weiterer für das Updaten der aktuellen Systemdaten in den Massenspeicher (Kap.7).

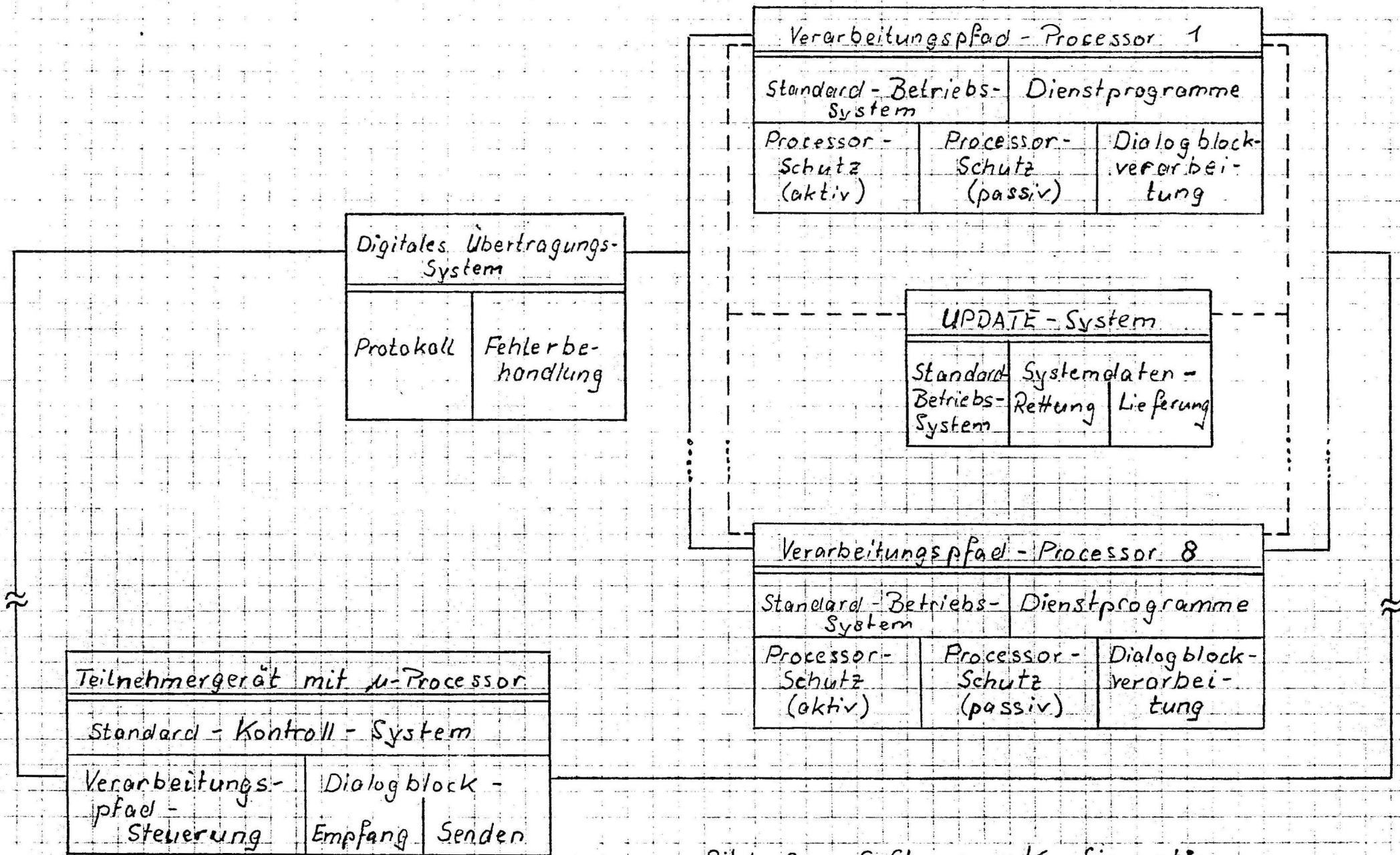
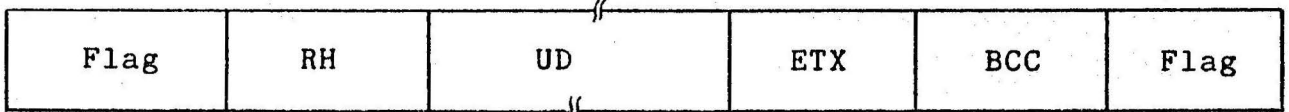


Bild 2 Software - Konfiguration

4. Verarbeitung der Dialogblöcke

4.1. Format der Dialogblöcke

Die Dialogblöcke bestehen grundsätzlich aus dem Routing-Header, der Angaben über Herkunft, Ziel und Länge des Dialogblocks enthält (s.4.1.1. und 4.1.2.), der zu übertragenden Information und der Übertragungssicherung. Sie sind eingerahmt von sogenannten Flag-Bytes, die zur Synchronisation des Datenempfangsgerätes dienen.



- FLAG Synchronisationsbyte für die Datenempfangssteuerung
- RH Informationen über den Dialogblock, s.4.1.1. und 4.1.2.
- UD User Data, übermittelte Nachricht, n x 16 Bit
- ETX End of Text
- BCC Block Check Character, Übertragungssicherungsbyte

Die Länge der übermittelten Nachricht ist abhängig von der Größe des Speichers des Teilnehmergerätes.

4.1.1. Header des Dialogblocks, Teilnehmer <-> Zentrale

SA	STX	UN	Lth
----	-----	----	-----

- SA Server Adress, Nr. des Verarbeitungspfades in der Zentrale, in den der Dialogblock eingewiesen werden soll.
- STX Start of Text
- UN User Name, Nr. des Teilnehmers
- Lth Länge der übermittelten Nachricht, Anzahl der Bytes von UD

4.1.2. Header des Pollingblocks, Zentrale -> Teilnehmer

UN	STX	SA
----	-----	----

- UN User Name, Nr. des Teilnehmers, für den der Dialogblock bestimmt ist.
- SA Server Adress, Nr. des Verarbeitungspfades, in den der nächste Dialogblock eingewiesen werden soll.
- STX Start of Text

4.2. Die Dialogabwicklung

Die Dialogabwicklung wird jeweils autonom entweder von dem Verarbeitungspfad "Verwaltung" oder von einem Verarbeitungspfad "Dienst" vorgenommen. Lediglich bei Dialogbeginn und Dialogende findet ein Übergang zwischen diesen zwei Verarbeitungspfaden statt.

4.2.1. Der Dialogbeginn

Durch das Digitalsystem bekommen alle inaktiven Teilnehmer in regelmäßigen Abständen einen Freirufblock (Polling) angeboten.

Will ein Teilnehmer einen Dienst in Anspruch nehmen und hat er sein Teilnehmergerät eingeschaltet, so wird durch einen Freirufblock das Server-Adress-Register mit der aktuellen Server-Adresse (Kapitel 4.1.2.) normiert. Diese Server-Adresse ist die Adresse des Verarbeitungspfades "Verwaltung", der die Zulässigkeit der Inanspruchnahme, die Gebührenberechnung und die Zuordnung zu den Verarbeitungspfaden "Dienste" festlegt.

Die bei den folgenden Dialogschritten ausgetauschten Datenblöcke haben solange die Server-Adresse "Verwaltung" gespeichert, bis eindeutig erkannt wurde, welchen Dienst der Teilnehmer wünscht. Der Verarbeitungspfad "Verwaltung" setzt in den Server-Adress-Bereich des Dialogblock-Headers die für den gewählten Dienst zuständige Verarbeitungspfad-Nummer ein. Alle weiteren Dialogwechsel zur Diensteabwicklung bis zum Ende des Dialogs finden dann zwischen dem Verarbeitungspfad n "Dienst" und dem Teilnehmer statt.

4.2.2. Das Dialogende

Das Dialogende kann auf vier Arten stattfinden, wozu zwei Anlässe beim Teilnehmer und zwei Anlässe in der Zentrale liegen. Das eine durch die Zentrale begründete Ende ist der nicht neugenerierbare Systemausfall (vergl. Kap. 2.2.), bei dem der Teilnehmer, sofern der Verarbeitungspfad "Verwaltung" noch funktionsfähig ist, ein Rest-Diensteangebot bekommt.

Das zweite durch die Zentrale begründete Dialogende ist das Algorithmenende des Dienstes. Der Verarbeitungspfad "Dienst" schließt in diesem Fall den Dienst mit der Übermittlung eines Datenblocks ab. In diesem Datenblock ist als Server-Adresse wieder der Verwaltungspfad angegeben. Wünscht der Teilnehmer eine Mitteilung über die angefallenen Gebühren, kann er dann diese vom Verarbeitungspfad "Verwaltung" als letzten Schritt eines normal abgeschlossenen Dienstes bekommen. Dem Verarbeitungspfad "Verwaltung" wird mit dem letzten Teilnehmerdatenblock vom Verarbeitungspfad n "Dienst" ein simuliertes Teilnehmerende über das Digitalsystem übermittelt, so daß dort bereits bekannt ist, daß der Teilnehmer seinen Dienst beendet hat.

Die beiden Anlässe der teilnehmerbegründeten Beendigung des Dialogs werden aus der Sicht der Zentrale zusammengefaßt. Es ist dies das willkürliche Ende oder der Abbruch und die Nichtfortsetzung des Dialogs (Einschlafen!). In beiden Fällen wird an Hand der Registrierung in einer teilnehmerspezifischen Liste in dem den Dialog ausübenden Verarbeitungspfad erkannt, daß der Teilnehmer den Dialog nicht fortsetzt. Beim "Einschlafen" besteht dann nochmals die Möglichkeit zum Anstoß einer "Weck-routine". Schließlich wird wiederum gegebenenfalls mit einem "simulierten Teilnehmerende" der Dialog ordnungsgemäß im Verarbeitungspfad "Verwaltung" abgeschlossen.

4.3. Beschreibung der Hardware-Komponenten

Die Beschreibung der Hardware-Komponenten ist im folgenden beschränkt auf nicht käufliche (oder noch nicht käufliche) Baugruppen, die für das Aufsplitten und Zusammenführen des Datenstromes zwischen Digitalsystem und den Verarbeitungspfaden notwendig sind. Sowohl die Komponente DESZ als auch die Komponente DSSZ bestehen aus weniger als 10^3 Gatter, so daß die Schaltungen diskret integriert auf einer Europakarte realisierbar sind.

Sofern eine Identität der Schaltungen DESZ/DSSZ und DESST wegen der Symmetrie möglich ist, erscheint eine höhere Integration der Baugruppen sinnvoll, so daß die gesamte Schaltung in einem IC unterzubringen ist.

4.3.1. Datenempfangssteuerung - Zentrale (DESZ)

Die DESZ besteht aus der Synchronisierungseinheit, dem Serien/Parallel (S/P)-Umsetzer, dem Verarbeitungspfad-Erkenner für die ankommenden Dialogblöcke und der Kontrolleinheit. Eine prinzipielle Darstellung zeigt Bild 3.

Das erste Flag eines ankommenden Dialogblocks synchronisiert über die Synchronisierungseinheit die Kontrolleinheit auf den Takt des Dialogblocks.

Die in Hardware aufgebaute Kontrolleinheit veranlaßt daraufhin durch Ausgabe der einzelnen Freigabesignale A bis C die Einweisung des Dialogblocks in den Verarbeitungspfad, siehe Zeitdiagramm Bild 4.

Die Codierung der Server-Adress (SA) aus dem Routing-Header (RH) des Dialogblocks wird in das Server-Adress-Register

(SAR) geladen. Dieses Register wird verglichen mit dem den Verarbeitungspfaden 1 - 8 zugehörigen Adressen-Registern (VAR). Der Inhalt dieser Register wird durch Switches vom Operator voreingestellt. So besteht die Möglichkeit, bei Ausfall oder Wartung eines Verarbeitungspfades die Aufgaben dieses Pfades einem Ersatzverarbeitungspfad zu übergeben. Dabei werden durch Eingabe der Adresse des gestörten Verarbeitungspfades in das Server-Adress-Register des Ersatzverarbeitungspfades, die folgenden Dialogblöcke in diesen Verarbeitungspfad geleitet.

Der Vergleich von SAR mit den 8 VAR erzeugt bei Gleichheit das Freigabesignal für denjenigen Verarbeitungspfad, in den der Dialogblock einzuweisen ist.

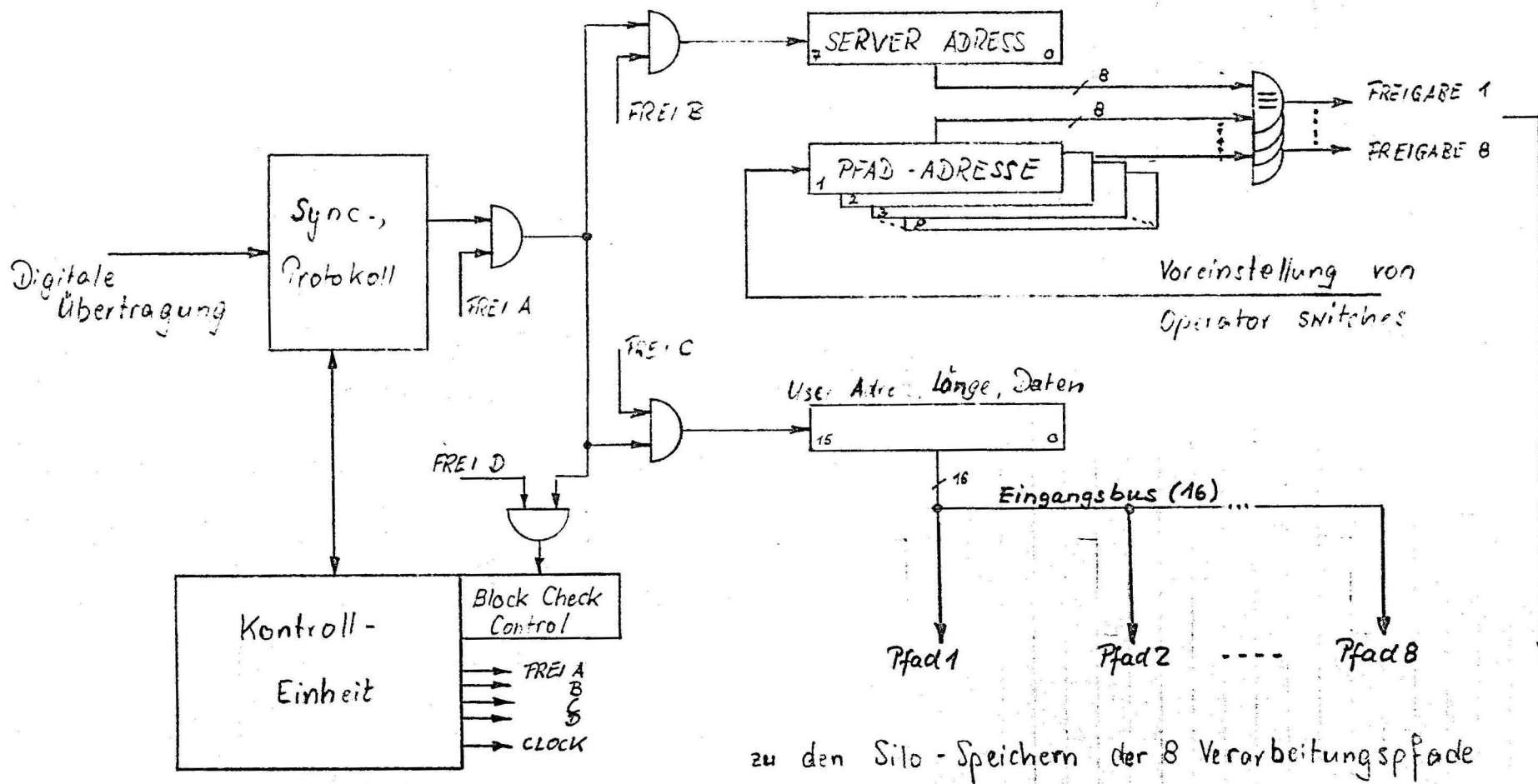


Bild 3 Datenempfangssteuerung - Zentrale (DESZ)

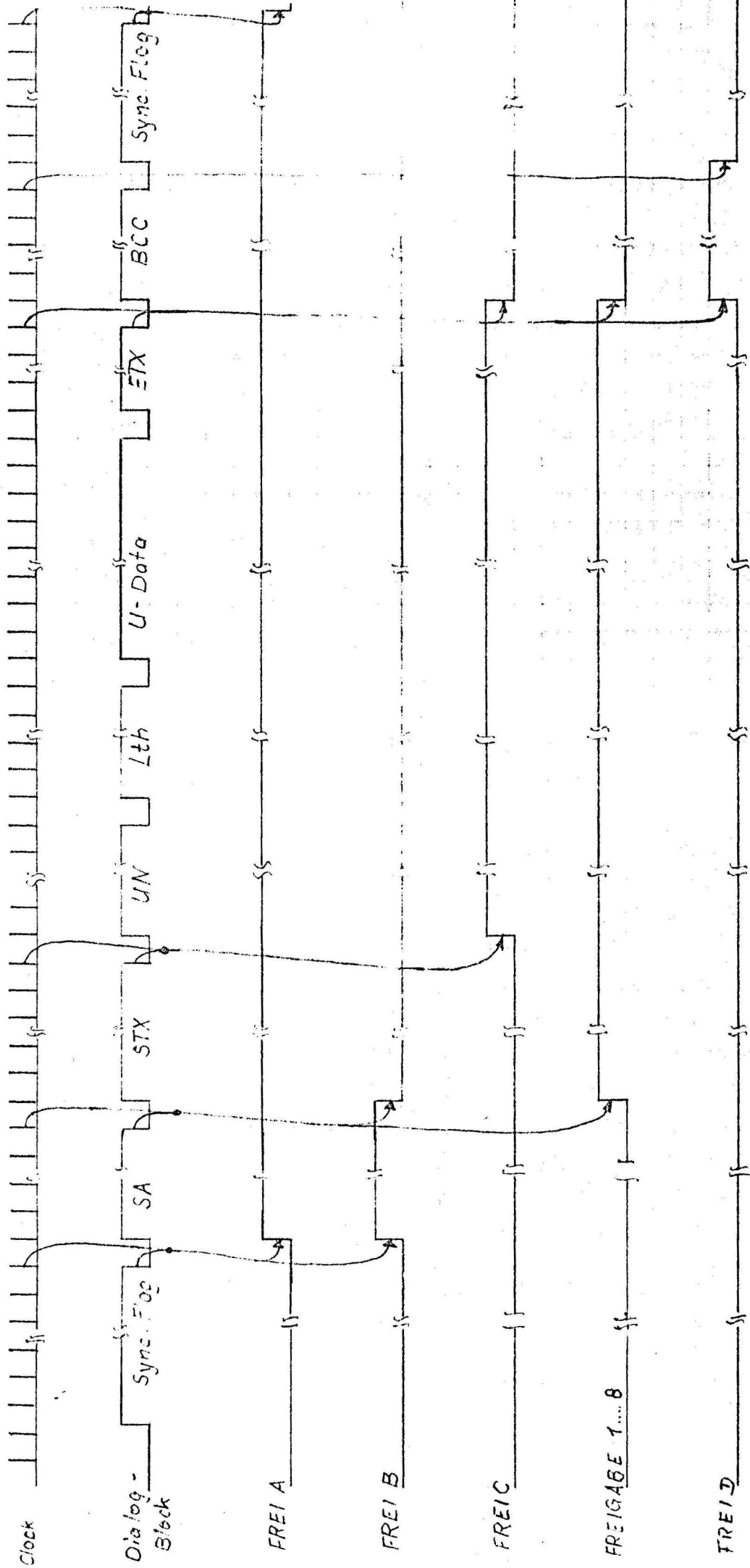


Bild 4 Zeitdiagramm DESZ

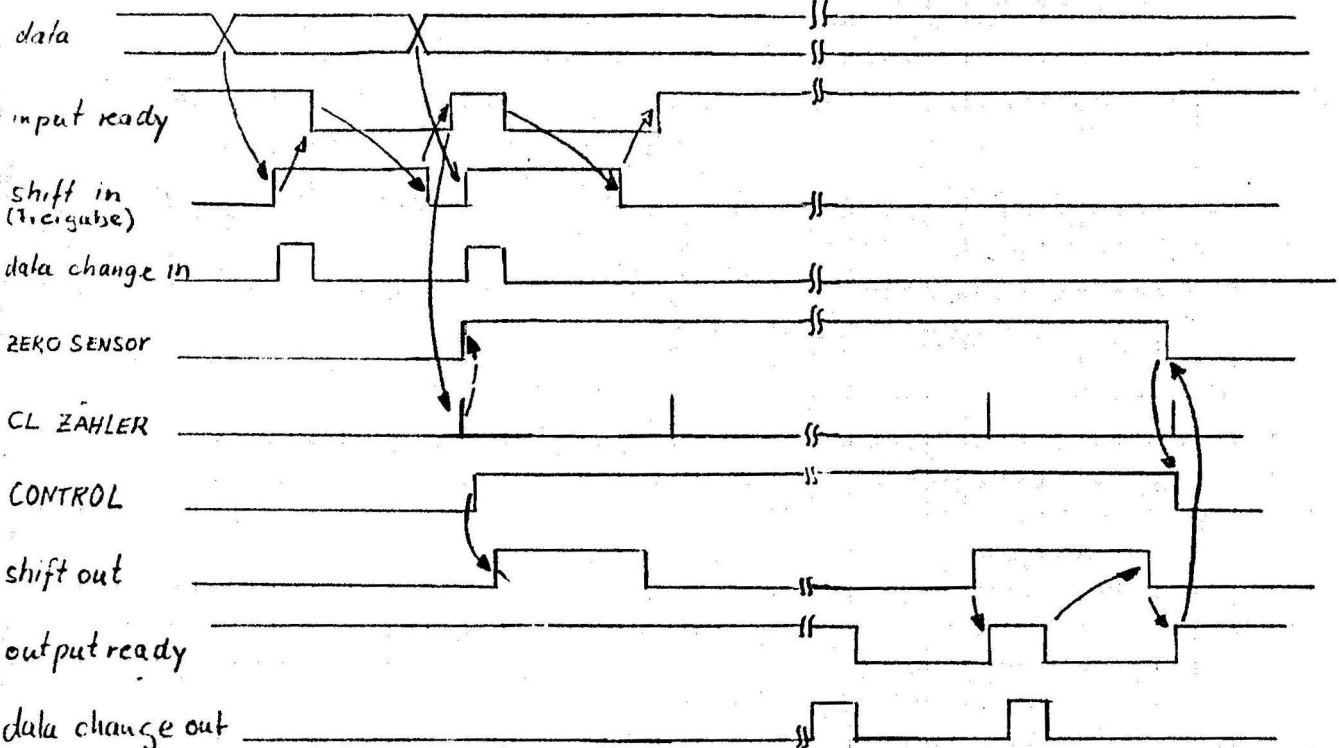
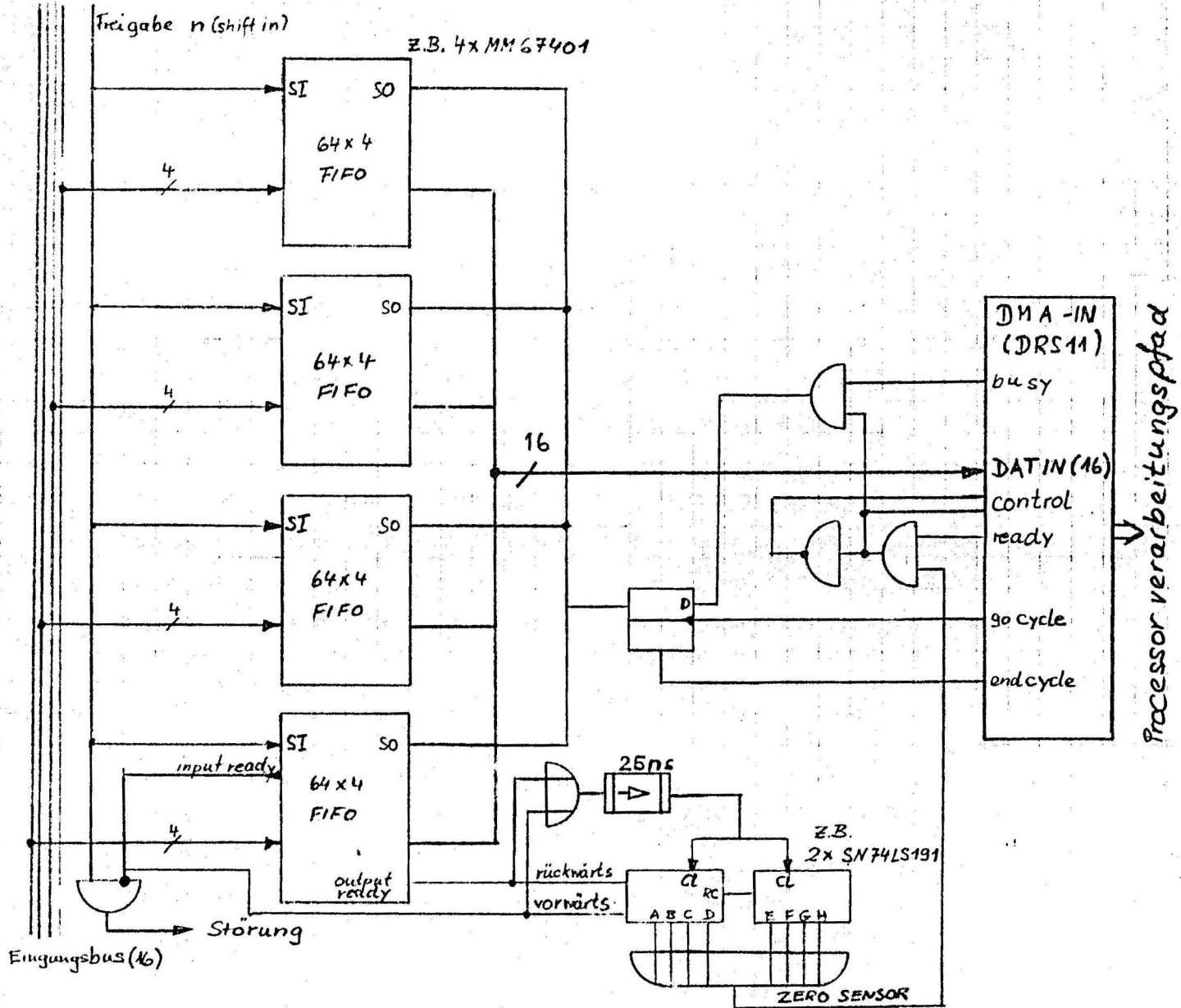
4.3.2. Silospeicherung und Schnittstelle zum DMA-IN-Interface

Zur zeitgerechten Einweisung der Datenblöcke von den Teilnehmern in die Verarbeitungspfade ist eine Synchronisation der Geschwindigkeiten von ankommendem und abgehendem Informationsstrom notwendig. Die von den Teilnehmern über das Digitalsystem ankommenden Datenblöcke liegen auf einer maximalen Taktfrequenz von 2 MHz. Entsprechend der Interaktionshäufigkeit eines Teilnehmers und den abgeschätzten Wahrscheinlichkeiten (siehe Kap. 4.5.1.) eines direkt sequentiellen Eintreffens von Datenblöcken für ein und den gleichen Verarbeitungspfad, wurde eine Speichertiefe für den Silospeicher von 64 Wörtern gewählt. Verwendbar ist hier der FIFO-Speicher MM 67401, der im Bedarfsfall auch erweiterbar ist.

Die Schaltung des Silo-Speichers mit der Schnittstelle zum DMA-IN-Interface ist im Bild 5 angegeben.

Das Zeitdiagramm ist auf der Grundlage des Silospeichers Typ MM 67401, des Vor-Rückwärtszählers Typ SN 74 191 und des DMA-Interfaces DRS11-C von Digital ausgeführt. Prinzipiell sind andere Fabrikate entsprechend verwendbar. Bei dieser Konzeption beträgt die zeitliche Verzögerung durch die Speicherung typ. 30 ns jeweils für das Ein- und Auslesen und 2 μ s für den Informationstransfer über die 64 Ebenen des FIFO-Speichers. Praktisch sind diese Zeitverzögerungen gegenüber der Geschwindigkeit der ankommenden und abgehenden Datenblöcke ohne Einfluß. Die Ableitfrequenz der DMA-IN-Schnittstelle beträgt bestenfalls 850 kHz (PDP 11/34) mit Sperrungen von bis zu 25 μ s (siehe Kap.4.5.2.), wenn höherpriorisierte Busbelegungen im Verarbei-

tungspfad vorliegen. Die Zuleitfrequenz der Datenblöcke zum Silospeicher liegt im ungünstigsten Fall wegen der Serien-Parallelwandlung 1:16 bei 125 kHz. Für diesen ungünstigsten Fall ist eine Informationsableitungsunterbrechung ohne Informationsverlust von 512 μ s (64:125 kHz) mit der Zwischenspeichertiefe von 54 Ebenen erlaubt. Bei einer Realisierung des Konzeptes ist es zweckmäßig, im Probetrieb das Signal "Störung" auszuwerten, wovon eine Erweiterung der Zwischenspeichertiefe abhängig gemacht werden kann.



typ 30ms typ 2µs typ 30ns

Bild 5 : Silospeicherung und Schnittstelle zum DMA-IN - Interface

4.3.3. Datensendesteuerung - Zentrale (DSSZ)

Die DSSZ setzt sich zusammen aus der Sende-Kontrolleinheit, dem Sendepuffer, den Senderegistern 1 und 2, in denen die Parallel-Seriell-Umsetzung stattfindet, und dem Baustein für die Übertragungssicherung (Block Check Control, BCC). Eine prinzipielle Darstellung zeigt Bild 6.

Der Dialogblock, der übertragen werden soll, wird bis auf die Synchronisationsbytes und das Kontrollbyte, aber mit vollständigem Routing Header, durch das Dienstprogramm zusammengestellt. Danach wird das DMA-OUT-Interface initialisiert. Dieses reagiert auf die Initialisierung durch das Setzen eines Flags. Diese Flags werden von der Sendekontrolleinheit (SKE) zyklisch abgefragt.

Nach dem Erkennen eines Flags wird mit FREI-C zuerst das erste Synchronisationsbyte in den Sendepuffer gelesen, anschließend das dem Flag zugehörige DMA-OUT-Interface freigegeben (durch SL-FREI 1...8) und der zu sendende Dialogblock durch DMA in den Sendepuffer gebracht. Der Nulldurchgang des Wortzählers setzt das Flag zurück. Das ist das Signal für die Sende-Kontrolleinheit, durch Ausgabe von FREI-B und FREI-C das Kontroll-Byte und das Endsynchronisationsbyte in den Puffer zu bringen.

Aus dem Sendepuffer, der als FIFO-Speicher ausgebildet ist und dessen Organisation die Sendekontrolleinheit steuert, werden die beiden Senderegister parallel geladen. Für eine kontinuierliche Datenübertragung ist es nötig, daß mindestens zwei Senderegister vorhanden sind. Somit kann während des seriellen Auslesens des einen Registers das andere mit dem nächsten zu sendenden Wort geladen werden. Durch abwechselndes Setzen der Signale SEND1 und SEND2 wird der Inhalt der Senderegister der Digitalen Übertragung kontinuierlich übergeben.

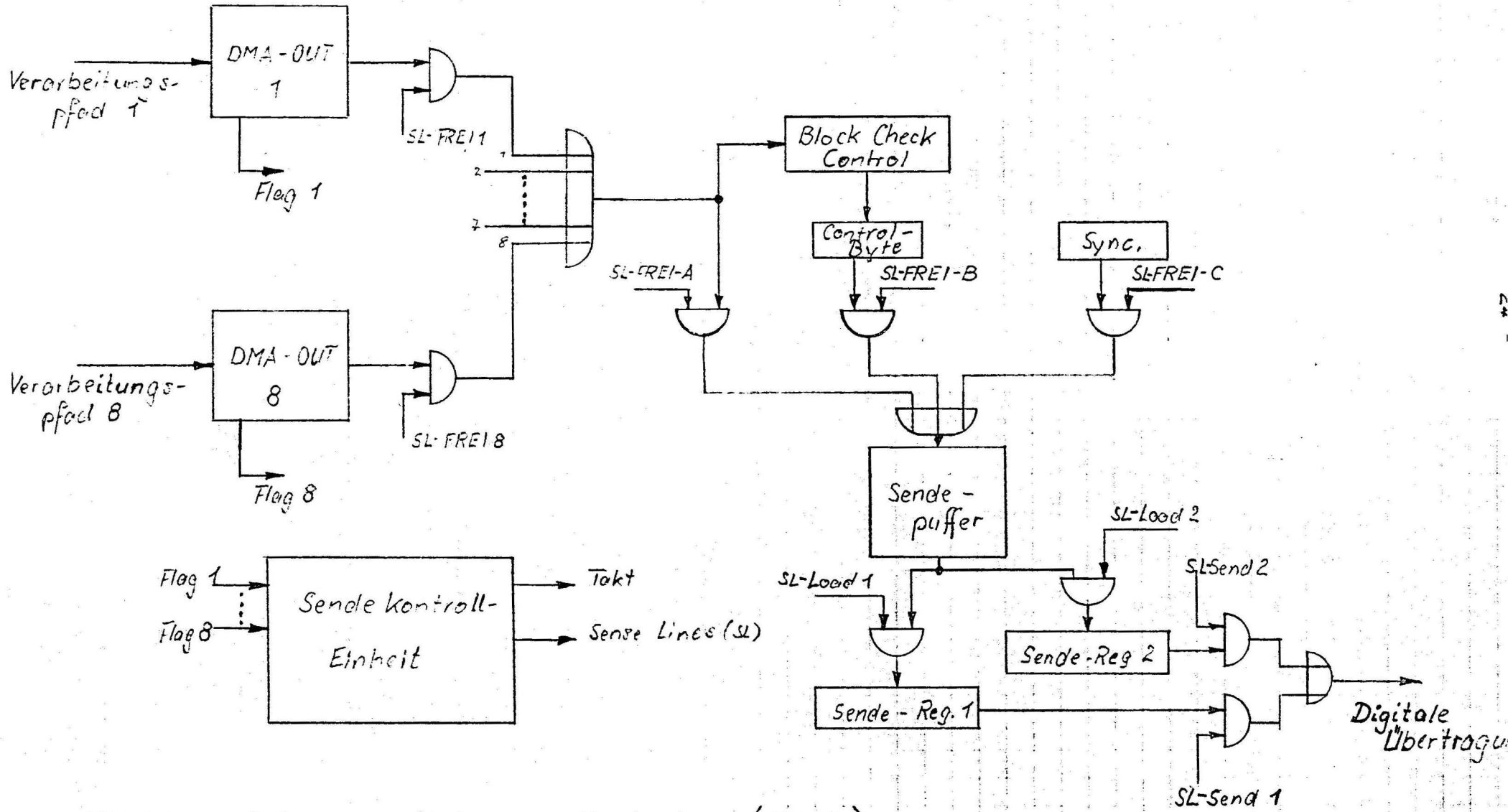
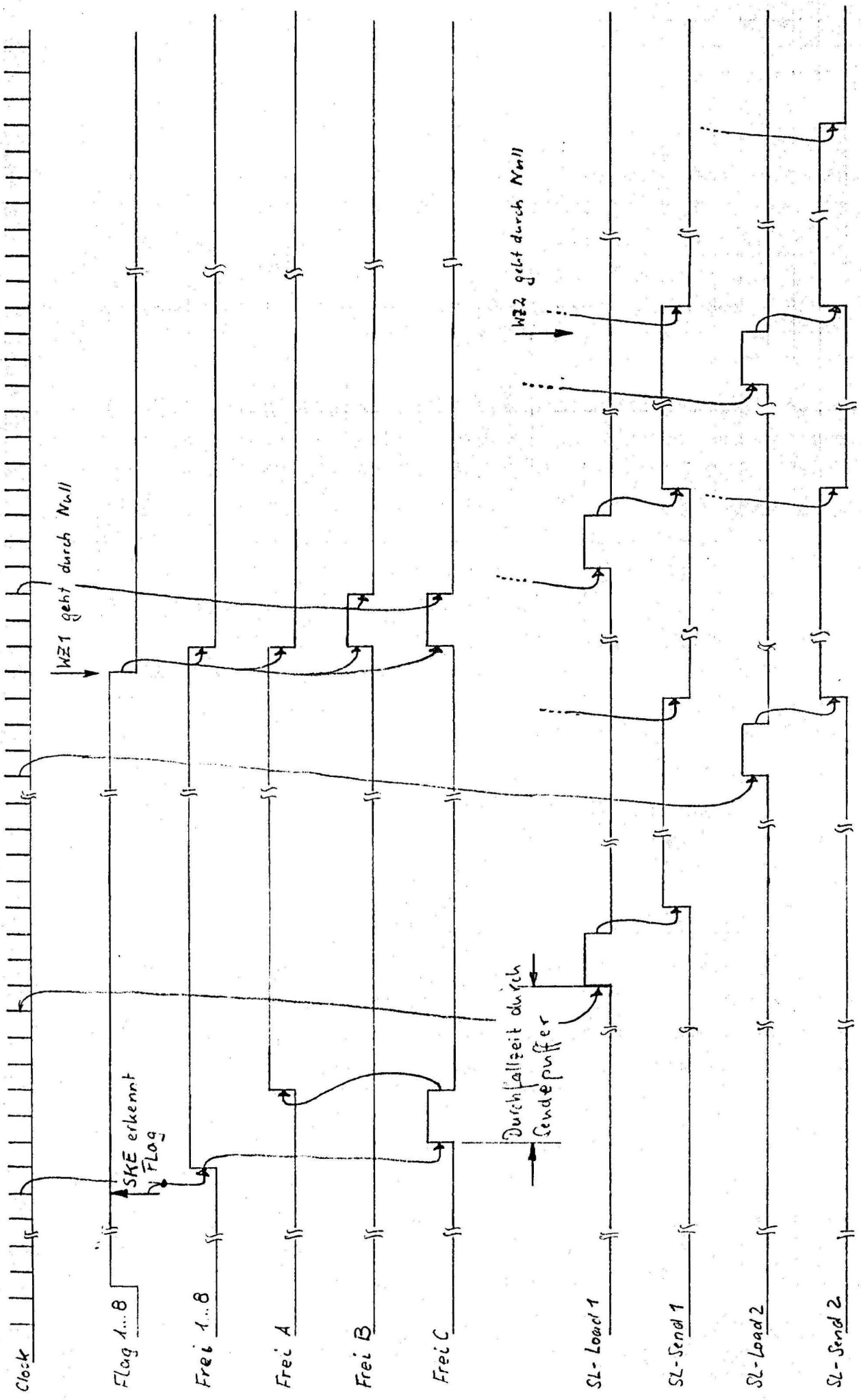


Bild 6 Datensendesteuerung - Zentrale (DSSZ)



WZ1 Horzähler - Interface
 WZ2 Horzähler - Sendepuffer

Bild 7 Zeitdiagramm DSSZ

4.3.4. Datenempfangssendesteuerung-Teilnehmer (DESST)

Die Datenempfangssendesteuerung (DESST) hat die Aufgaben, einen empfangenen Dialogblock dem Mikro-Prozessor des Teilnehmergerätes zu melden und einen abzusendenden von dem Mikro-Prozessor zu übernehmen und für die Digitale Übertragung aufzubereiten. Eine prinzipielle Darstellung zeigt Bild 8.

Die Steuerung-Eingang (STE) erkennt einen für den Teilnehmer bestimmten Dialogblock anhand der im Routing Header, der dem Synchronisationsbyte folgt, eincodierten Teilnehmeradresse (User Name) und liefert daraufhin die Kontrollsignale für die ordnungsgemäße Abspeicherung des Dialogblocks (siehe Zeitdiagramm Bild 9). Als erstes wird die der Teilnehmeradresse folgende Server Adress (Nummer des Verarbeitungspfades) in das Server Adress Register übernommen. Dieses Register enthält die Adresse des aktuellen Verarbeitungspfades, in den der nächste Dialogblock des Teilnehmers eingewiesen werden soll. Beim Einschalten des Teilnehmergerätes wird dieses Register mit der Standardcodierung "Verwaltungspfad" geladen. Die nachfolgenden Daten werden nach der FREI 3 in den Teilnehmerspeicher gebracht. Die weitere Verarbeitung übernimmt nun der sich im Teilnehmergerät befindliche Mikro-Prozessor.

Einen abzusendenden Dialogblock bringt der Prozessor nach Drücken der SEND-Taste ohne Flag-Bytes und Header in den Sendebereich des Speichers und meldet der Steuerung-Ausgang (STA) die Länge des Dialog-Blocks. Diese stellt durch Ausgabe der Freigaben A bis D den Dialogblock zusammen (siehe Zeitdiagramm Bild 10) und übergibt ihn der Digitalen Übertragung.

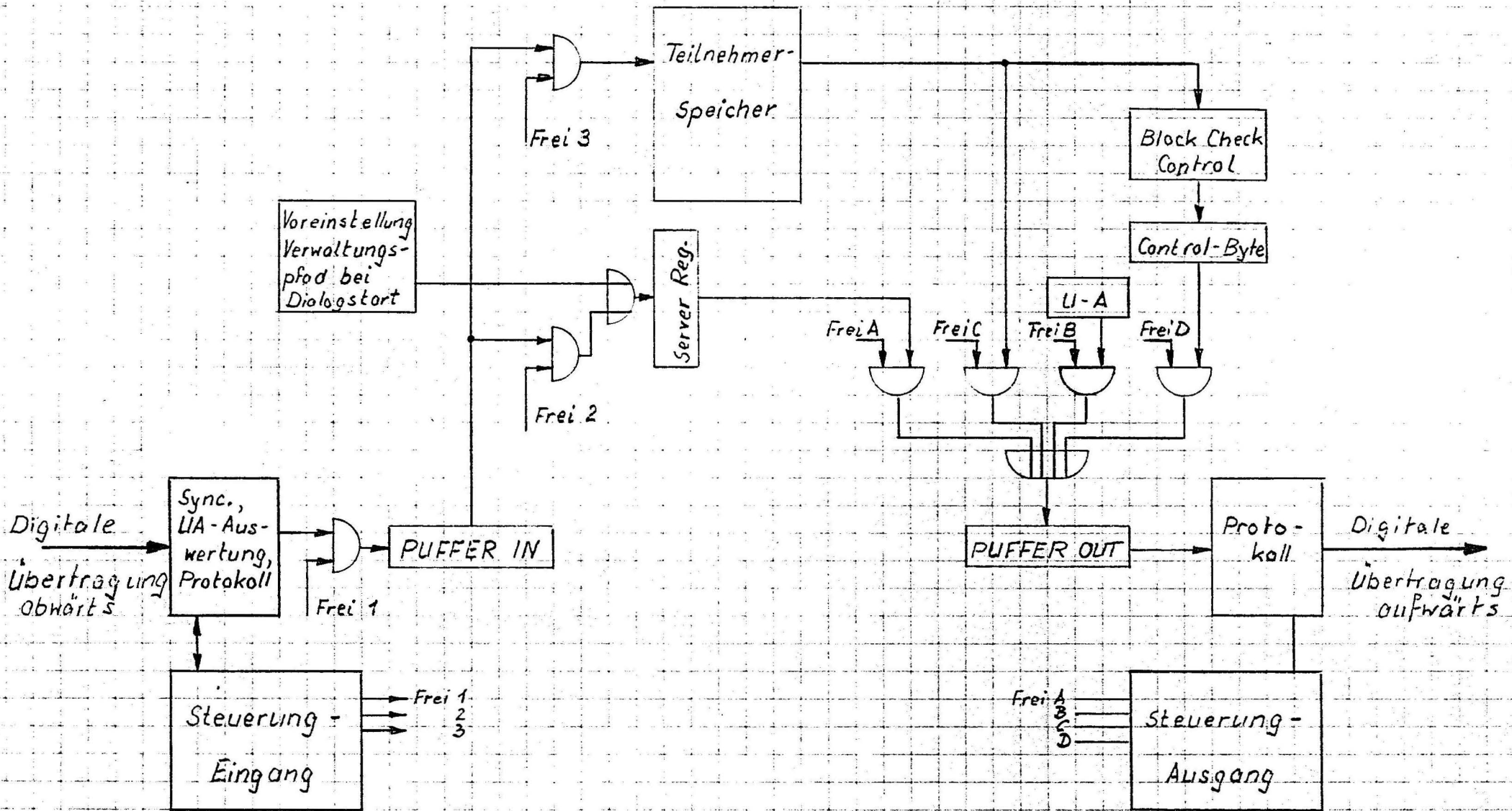


Bild 8 Datenempfangs- und sendesteuerung - Teilnehmer (DESSST)

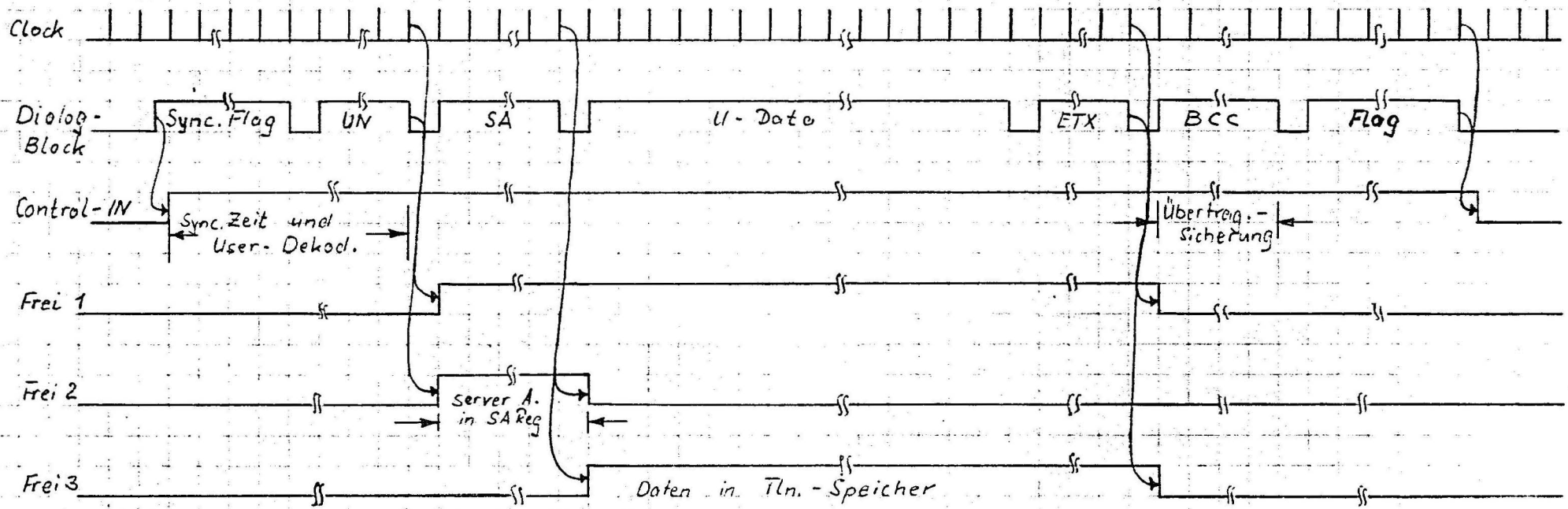


Bild 9 Zeitdiagramm DESST-IN

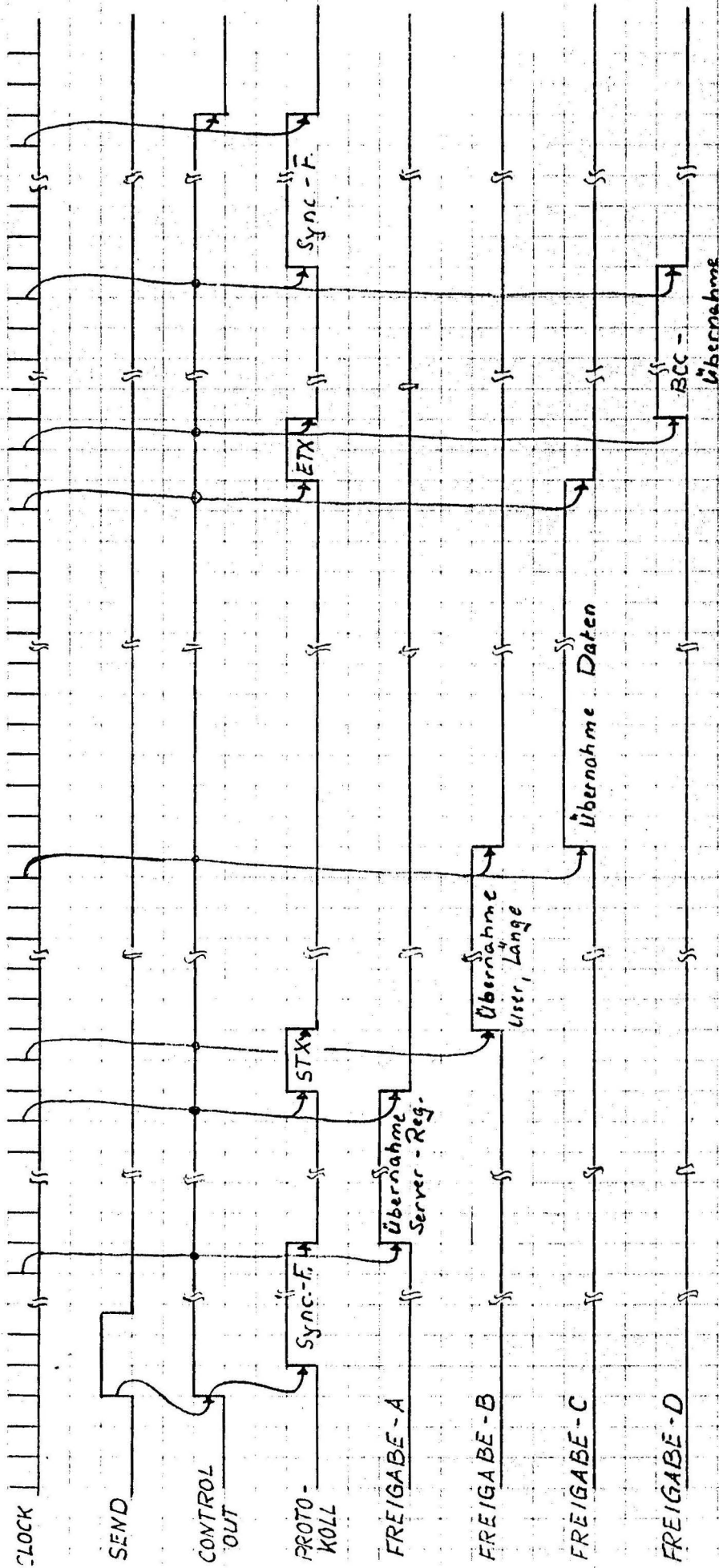


Bild 10 Zeitdiagramm DESST-OUT

4.4. Speicherausstattung der Verarbeitungspfade

4.4.1. Berechnung der Arbeitsspeichergröße

Für die Größe des Arbeitsspeichers der Verarbeitungspfade wird anfangs von der Minimalkonfiguration ausgegangen. Sie muß aber mindestens so groß bemessen werden, daß, auch wenn sich die maximale Anzahl von Teilnehmern in dem Verarbeitungspfad befinden, für jeden Teilnehmer ein genügend großer fest zugewiesener Speicherraum zur Verfügung steht. Außerdem muß für eine temporäre Vergrößerung des individuellen Speicherbereichs des Teilnehmers eine Reserve vorhanden sein. Zusätzlich muß für das Betriebssystem und mindestens ein Dienstprogramm noch Speicherplatz vorgesehen werden.

Nachfolgend eine Abschätzung für die Größe des Arbeitsspeichers:

1. Gesamtzahl der Dienste unter Verwendung von Rechenleistung: 24
2. Anzahl der Verarbeitungspfade: 8
3. Anzahl der Dienste pro Verarbeitungspfad: 3
4. Mittlere Größe des Rechenprogramms/Dienst 10 k Worte (a 16 Bit) resident
5. Mittlere Größe des dienstebezogenen Datenspeichers: 4 k Worte resident
6. Mittlere Größe des teilnehmerbezogenen Datenspeichers: 1 k Worte resident
7. Anzahl der Teilnehmer mit Inanspruchnahme von Rechenleistung pro Dienst: 45
8. Mittlere Größe des temporären dienstbezogenen gemeinsamen Datenspeichers: 10 k Worte

9. Mittlere Größe des temporären teilnehmerbezogenen gemeinsamen Datenspeichers: 15 k Worte
10. Betriebssystem mit erweiterten Kontrollmodulen
10 k Worte resident

Unter diesen Annahmen wird der Speicherbedarf pro Verarbeitungspfad bestimmt zu 122 k Worte, gewählt 128 k Worte. Bei 8 Verarbeitungspfaden bestimmt sich der Gesamtarbeitspeichers entsprechend zu 1024 k Worte.

Dieser Speicher entspricht dem Adressierungsbereich eines 16-Bit- Rechners mit Memory-Management, zum Beispiel System DEC 11/34 mit RT 11. Bei Verwendung von Rechnersystemen mit eingeschränkterem Adressraum ist entsprechend die Anzahl der Verarbeitungspfade zu erhöhen.

4.4.2. Speicherorganisation in den Verarbeitungspfaden

Um eine einfache übersichtliche Speicherverwaltung sicherzustellen und die Austauschbarkeit der einzelnen Verarbeitungspfade sicher, schnell und einfach zu ermöglichen, sind die Arbeitsspeicher in den einzelnen Verarbeitungspfaden gleich organisiert (Bild 11). Hierbei wird das auch im Univac-Konzept für das Laborprojekt HHI enthaltene Schalenkonzept modifiziert berücksichtigt.

Im Kernbereich des Arbeitsspeichers befinden sich das Betriebssystem mit den Betriebssystemerweiterungen (Kap.3) Dieser Teil des Speichers ist in allen Verarbeitungspfaden absolut gleich. Bei einer späteren Neukonzeption mit einem neuen, dann reentrant geschriebenen Betriebssystem, sind die Verwaltungsdatenfelder in der zweiten "Schale" des

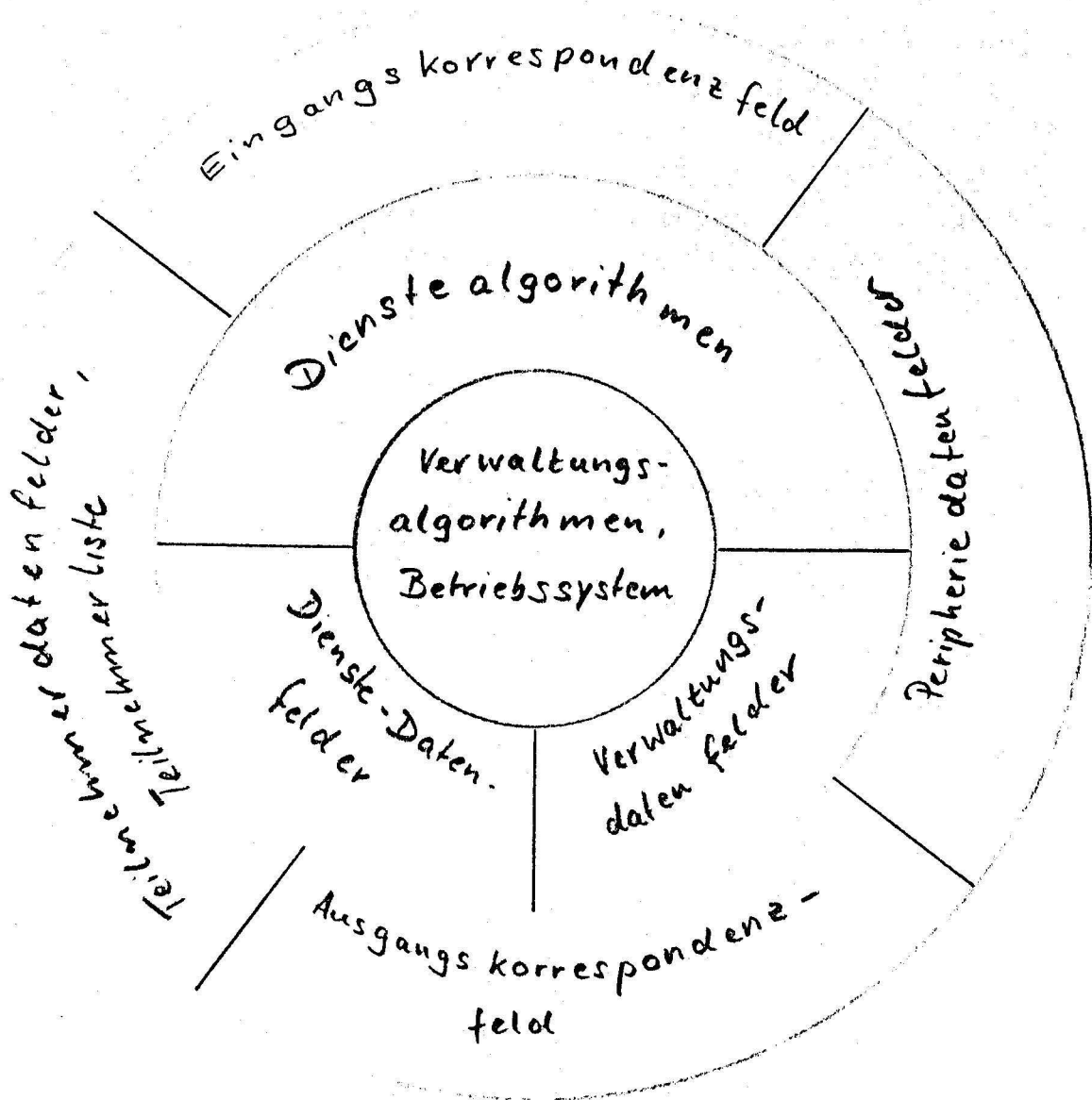


Bild 11: Arbeitsspeicherorganisation im Verarbeitungspfad
(Up-date-Bereich entspricht dem äußeren Ring, vgl. Kap.7)

Speichers, zusammen mit den Dienstalgorithmen und den Dienstedatenfeldern untergebracht. Die äußere Schale des Speicherkonzeptes enthält schnell veränderliche Datenfelder. Dieser Speicherbereich unterliegt den UPDATE-Routinen, die im Kapitel 7 erläutert sind. Es besteht demnach ein selektiver Speicherschutz, der hardwaremäßig ausgeführt eine größere Sicherheit für unzulässiges Verändern bewirkt. Die korrespondierenden Datenfelder sind in Bild 12 angegeben.

Bild 12 Korrespondenzen der Datenfelder im Arbeitsspeicher

	Dienstalg.	Verwaltungsalg.	DMA-IN	DMA-OUT	DMA-Update
Eingangsfeld		x x			x
Ausgangsfeld	x			x x	
Peripheriefeld	x x				x
Teilnehmerfeld	x x				x
Dienstefeld	x				
Verwaltungsf.		x			

4.5. Abspeichern der Dialogblöcke

4.5.1. Arbeitsweise des DMA-IN-Interfaces

Für das Abspeichern der Dialogblöcke ist in jedem Verarbeitungspfad ein nur für diesen Zweck bestimmter Arbeitsspeicherbereich vorgesehen. Die Größe dieses Bereiches ist nicht gleichgroß für jede Dienstart und ist bei Diensten, in denen größere Datenblöcke übertragen werden, dementsprechend angepaßt. Dieser Speicherbereich kann außerdem bei stärkerem Dialogwechsel temporär mit einem dafür vorgesehenen Reserverspeicherbereich vergrößert werden.

Für den Routing Header eines Dialogblocks ist immer dieselbe Arbeitsspeicherstelle vorgesehen.

Das DMA-IN-Interface wird beim Initialisieren des Prozessors des Verarbeitungspfades mit dieser Arbeitsspeicheradresse und der Länge des Headers geladen (siehe 4.4.3.). Danach erfolgt die Freigabe des Interfaces (Bild 13).

Nach Ankunft eines Dialogblocks, Freigabe 1...8 der DESZ, meldet das Interface einen DMA-Request und der Header des Blocks wird aus dem Silo-Speicher übernommen und an der vorbestimmten Stelle abgespeichert. Danach unterbricht das Interface das laufende Programm, und das DMA-Interrupt-Programm wird aufgerufen. Dieses entnimmt aus dem Header des Dialogblocks dessen Länge und vergleicht sie mit dem noch vorhandenen restlichen Arbeitsspeicherbereich, der für die Dialogblöcke vorgesehen ist. Reicht er aus, wird die erste Adresse des freien Speicherbereichs in das Adressenregister und der Wortzähler mit der Länge des Blocks geladen. Ist die restliche Größe kleiner als die Länge der Teilnehmerdaten, wird auf den für diese Fälle vorgesehenen Reserve-

speicher zurückgegriffen und das Adressregister mit der ersten Adresse dieses Bereiches geladen. Danach erfolgt die 2. Freigabe des Interface. Diese Neu-Initialisierung ist zeitabhängig von dem verwendeten Prozessor (siehe Kap.4.5.2.).

Anschließend wird der restliche Dialogblock unter DMA-Kontrolle in den Speicher des Verarbeitungspfades gebracht. Es erfolgt ein Eintrag über die Ankunft dieses Dialog-Blocks in eine Liste, versehen mit Teilnehmeradresse, Speicheradresse, Länge und Zeit.

Nach Beendigung des Abspeicherns enthält der Wortzähler den Wert Null, wodurch das DMA-IN-Interface ein IR an den Prozessor gibt. Das aufgerufene DMA-Interrupt-Programm initialisiert das Interface wieder neu mit der fest vorgegebenen Arbeitsspeicheradresse für den Header des nächsten Dialogblocks. Damit wird sichergestellt, daß die im Silo-Speicher anstehenden Daten mit der geringstmöglichen Zeitverzögerung übernommen werden.

4.5.2. Zeit-Betrachtungen und Berechnung der Mindest-Größe des Silo-Speichers

Zeitliche Schwierigkeiten können auftreten, wenn mehrere mit der maximalen Datenrate von 2 MBit/s ankommende Dialogblöcke nacheinander in den gleichen Verarbeitungspfad eingewiesen werden sollen. Da bei jeder Ankunft eines Dialogblocks 2 Interrupts (IR 1 und IR 2) zu bedienen sind, 2-malige Neuinitialisierung des DMA-Interfaces, und zu diesem Zweck jeweils das laufende Programm unterbrochen werden muß, steht das Interface für die Zeit der Neuinitialisierungen nicht zur Verfügung.

Bei Verwendung der PDP 11/34 als CPU des Verarbeitungspfades ergibt sich folgende maximale Sperrzeit:

IR-Service-Time 7,7 μ s max. /5/
zusätzlich einige Organisations-Befehle
insgesamt rd. 25 μ s,
daraus folgt: Sperrzeit für das Interface 50 μ s/IR

Aus diesem Grund muß vor das DMA-IN-Interface ein Silo-Speicher (FIFO-Speicher), der ein voneinander unabhängiges Einschreiben und Auslesen gestattet, zur Anpassung der Datenübertragungsrates an die Abspeichergeschwindigkeit des DMA-Interfaces vorgeschaltet werden.

Für die Abschätzung der Tiefe des Silospeichers wird von folgender Verteilung der Größe der Dialogblöcke ausgegangen:

10%	bestehen aus	1	-	6 Zeichen
75%	aus	7	-	20 Zeichen
10%	aus	21	-	160 Zeichen
5%	aus	mehr als 160 Zeichen.		

Ohne Berücksichtigung der längeren Blöcke, Zeichenanzahl größer als 160, ergibt sich ein Mittelwert von 20 Zeichen je übertragener Block.

Die Gesamtlänge pro Block setzt sich zusammen aus

	mittlere Blockgröße (20 Zeichen)	kleinste Blockgröße (1 Zeichen)
Anf. Protokoll	56	56
USER DATA	160	16
End Protokoll	32	32
insgesamt	248 Bits	104 Bits

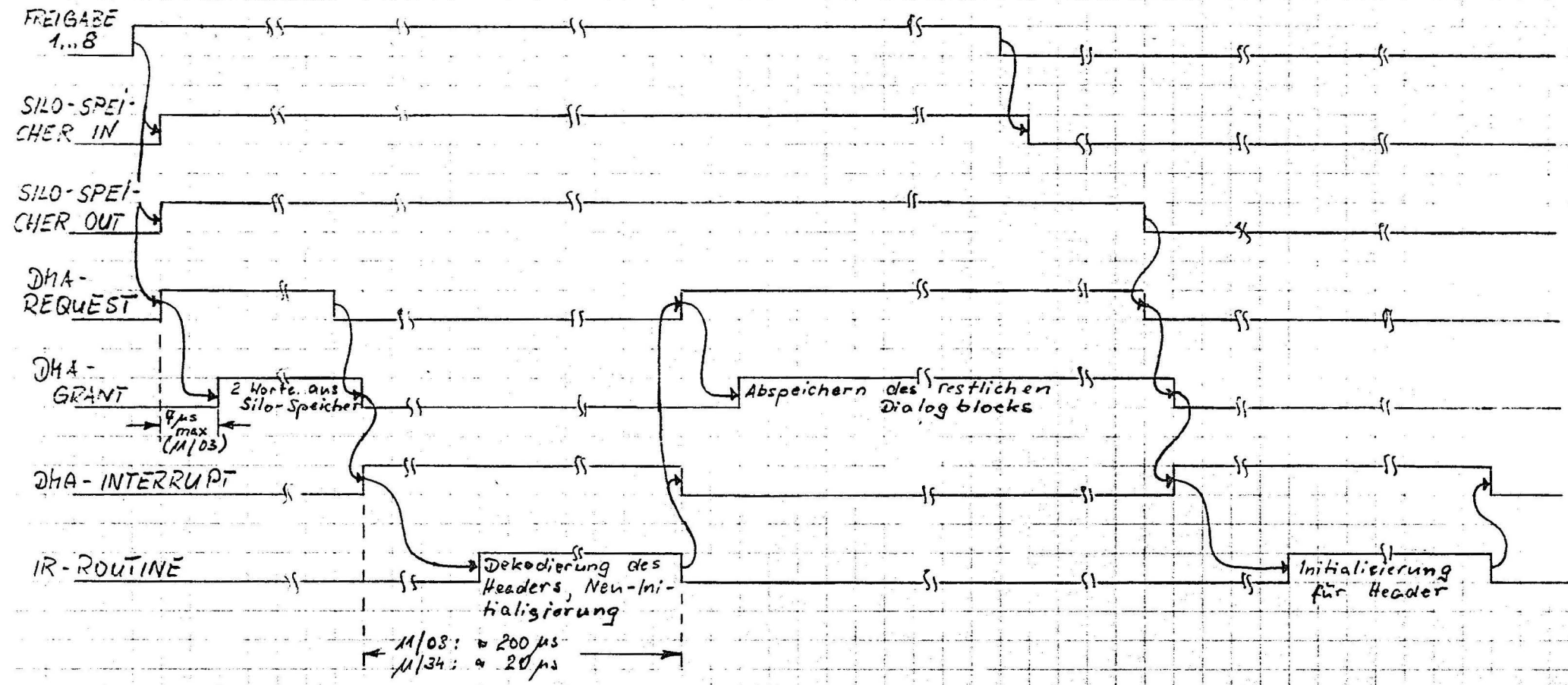


Bild 13 Abspeichern des Dialog blocks

Der Zeitraum für die Übertragung eines Blocks mittlerer Größe beträgt dann bei der maximalen Übertragungsrates von 2 MBit/s 124 μ s, für den kleinsten Block 52 μ s.

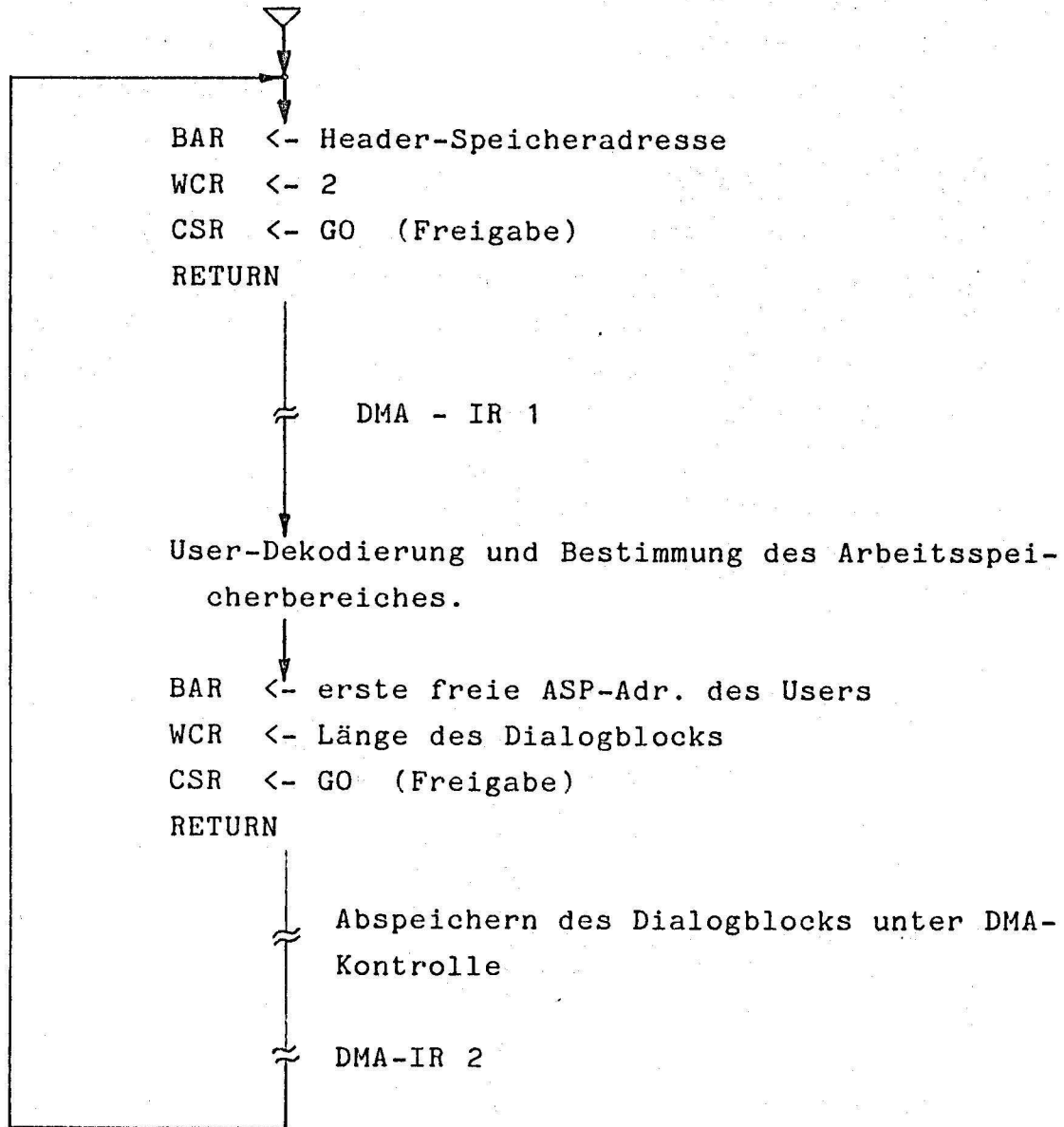
Die Abspeicherzeit eines Blockes mittlerer Größe bestimmt sich bei einer DMA-Geschwindigkeit von 1,5 μ s insgesamt auf 73,0 μ s und ist damit geringer als die Übertragungszeit. Es muß deshalb nur für die Sperrzeit von 25 μ s, während der Neuinitialisierung des DMA-Interfaces, ein Pufferspeicher vorgesehen werden. Innerhalb dieser Sperrzeit können maximal 4 Wörter übertragen werden. Es ist somit ausreichend, wenn als Pufferspeicher ein handelsüblicher 64 Wörter tiefer FIFO-Speicher, zum Beispiel der Typ MM 67401, vorgesehen wird. Dieser bietet auch genügend Sicherheit, wenn mehrere Blöcke mit nur einem Zeichen für den gleichen Verarbeitungspfad bestimmt sind. Bei diesen Blöcken ist die Übertragungszeit mit 52 μ s geringer als die Abspeicherzeit von 59,5 μ s. Die Wahrscheinlichkeit, daß ein Block dieser oder geringerer Größe auftritt und in den Verarbeitungspfad k , $k = 1 \dots 8$, eingewiesen wird, liegt bei $0,1 \times 0,125 = 0,0125$, bei 5 Blöcken ist sie geringer als 10^{-10} . Die Zeitdifferenz zwischen Ankunftszeit und Abspeicherzeit beträgt bei fünf Blöcken à 1 Zeichen 40 μ s, das entspricht einer Übertragungszeit von höchstens 6 Wörtern, die im FIFO-Speicher gepuffert werden müßten. Der oben angegebene Speicher ist also voll ausreichend.

4.5.3. Beispiel für die Initialisierung des DMA-Interfaces DRS 11 - C von DEC

Das DMA-Interface wird unter Programmkontrolle initialisiert, indem zuerst die Anzahl der zu übertragenden Wörter im 2er Komplement in das Word Count Register (WCR) geladen wird, anschließend wird das Bus Adress Register (BAR) mit der Anfangsadresse des Speicherbereichs geladen, in den die Daten abgespeichert werden sollen. Anschließend wird für den Transfer das Control Status Register (CSR) geladen. Das entspricht der Freigabe des Interfaces. Der Zugriff zu dem Arbeitsspeicher geschieht nun unter Kontrolle des DMA-Interfaces.

Das WCR wird nach jeder Übertragung eines Wortes um 1 inkrementiert, ebenfalls das BAR. Beim Null-Durchgang von WCR meldet das Interface einen DMA-Interrupt dem Prozessor, der mit der dementsprechenden IR-Routine darauf reagiert; siehe dazu ein Beispiel auf der folgenden Seite.

Beispiel: IR-Routine des DMA-IN-Interfaces



5. Bedienung des Teilnehmers

Unabhängig von der Einzelspezifikation des Digitalsystems wird nach dem Einschalten des Teilnehmergerätes von diesem ein freier Abfrageblock belegt. Dieser erste Dialogblock hat im Header eine Standardcodierung für den Verarbeitungspfad "Verwaltung".

Er wird von diesem, wie unter 4.5. beschrieben, empfangen und in den Speicher gebracht. Die DMA-IR-Routine des Dienstes "Verwaltung" übernimmt hier noch zusätzlich die Prüfung, ob es sich um einen neuen Teilnehmer handelt, denn für einen neuen Teilnehmer steht noch kein für ihn reservierter Speicherplatz zur Verfügung. Der erste Dialogblock eines neuen Teilnehmers wird in einen speziell dafür vorgesehenen Speicherbereich gebracht, und es erfolgt ein Eintrag in die Teilnehmerliste. Die Abarbeitung dieser Liste kann sequentiell oder prioritätsgesteuert erfolgen. Bei einer prioritätsgesteuerten Abarbeitung ist eine dementsprechende Kennzeichnung im Dialogblock vorhanden. Es könnte zum Beispiel vorgesehen sein, daß Dialogblöcke, die von einem anderen Verarbeitungspfad kommen, bevorzugt bearbeitet werden.

Bei der weiteren Verarbeitung dieses ersten Dialogblocks des neuen Teilnehmers erfolgt zuerst eine Prüfung der momentanen Auslastung der Zentrale. Bei voll ausgelasteter Zentrale erhält der Teilnehmer eine dementsprechende Nachricht, und die Zentrale gibt ihm die Möglichkeit, sich den gewünschten Dienst für die gewünschte Zeit vorzubestellen.

Bei Annahme des Teilnehmers erfolgt der Eintrag des Teilnehmers in die Liste der aktiven Teilnehmer, und es wird außerdem Speicherplatz für die zukünftigen Dialogblöcke reserviert.

Danach erfolgt das Angebot der zur Zeit verfügbaren Dienste. Aus diesem Angebot sucht sich der Teilnehmer den gewünschten Dienst heraus und übermittelt seinen Wunsch der Zentrale. Befindet sich in dem Angebot der Dienste nicht derjenige, der vom Teilnehmer gewünscht wird, weil die maximale Anzahl von Teilnehmern, die dieser Dienst verarbeiten kann, sich darin schon befinden, wird dem Teilnehmer ebenfalls das Angebot der Vorbestellung eröffnet. Ist der gewünschte Dienst verfügbar, meldet die Verwaltung dem Verarbeitungspfad, der diesen Dienst bearbeitet, einen neuen Teilnehmer. Außerdem erfolgt ein mit der Zeit versehener Eintrag des Teilnehmers in eine Tabelle, in der sämtliche Teilnehmer dieses Dienstes eingetragen sind. Diese Tabelle kann zu einer späteren Abrechnung herangezogen werden.

Aufgrund der Meldung der Verwaltung werden in diesem Verarbeitungspfad für den neuen Teilnehmer die organisatorischen Vorbereitungen, wie Reservierung und Zuweisung von Speicherplatz, und, sofern nötig, die Belegung von sonstigen Betriebsmitteln, zum Beispiel Komponenten der Medienperipherie (Leitungen, Bildschirmgeräte, usw.), vorgenommen. Anschließend erfolgt die Bedienung des Teilnehmers, die - je nach Art des Dienstes - verschiedene Formen annehmen kann (beispielsweise sehr dialogintensiv oder sehr rechenintensiv).

minimierung des Verarbeitungspfades

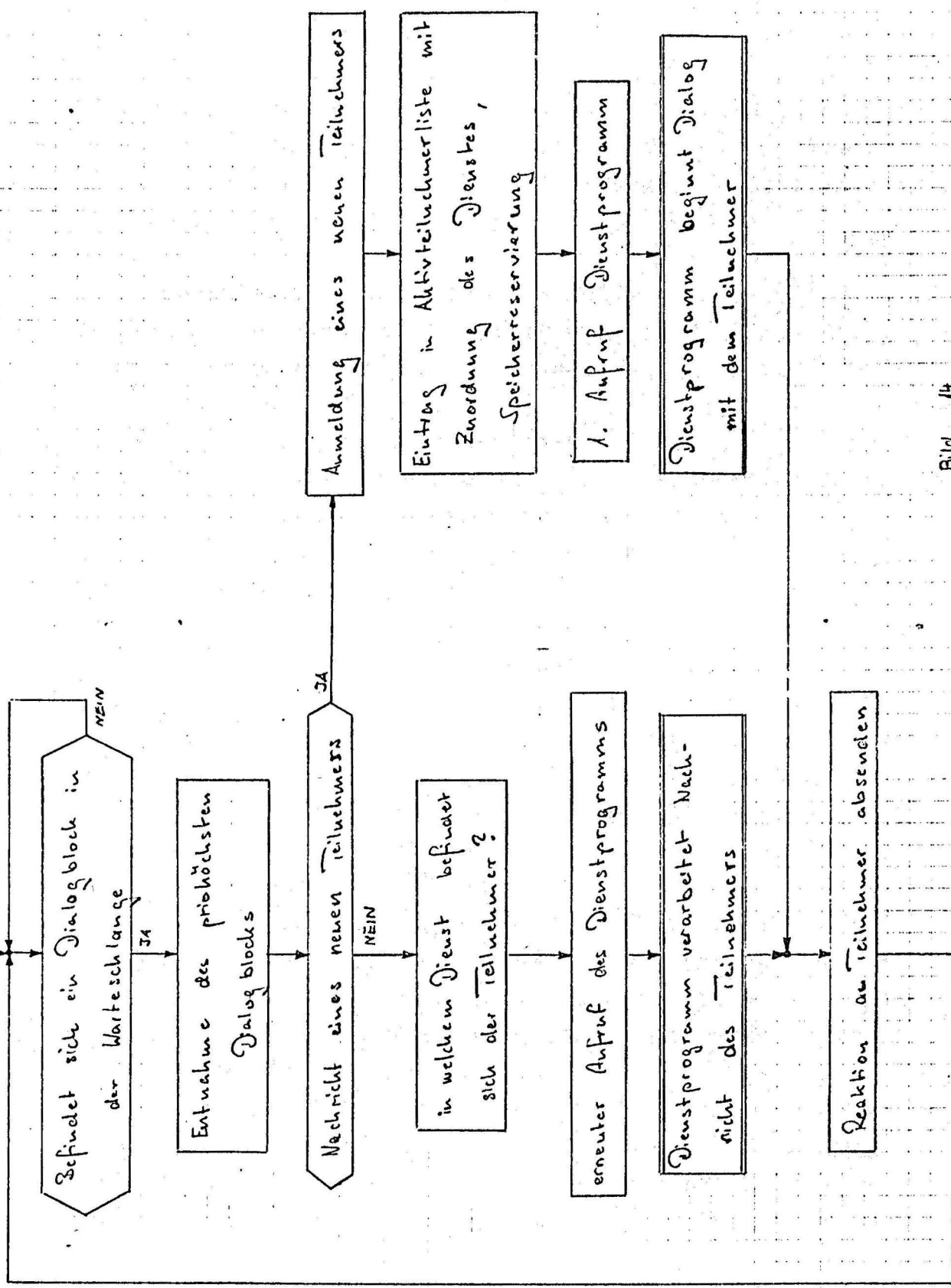


Bild 14

Bedienung des Teilnehmers durch einen Verarbeitungspfad

6. Überprüfung der Funktionsfähigkeit der Verarbeitungspfade

Für eine zuverlässige Arbeitsweise der Zentrale ist es wichtig sicherzustellen, daß die einzelnen Verarbeitungspfade der Zentrale richtig arbeiten. Dies erfolgt durch gegenseitige Kontrolle der Verarbeitungspfade.

Zur Durchführung eines sicheren Ausfallschutzes werden in diesem System prüfende (aktive) und geprüfte (passive) Komponenten unterschieden. Die prüfenden und geprüften Komponenten werden zyklisch wechselseitig entweder nach der Art eines Modulozählers oder stochastisch aufgerufen. Das eigentliche Prüfungsprogramm besteht aus einem einfachen Rechenprogramm mit bekannten Parametern und bekanntem Ergebnis, das unter Benutzung aller Befehle und Einbezug aller Arbeits- und Korrespondenzregister die Funktionsfähigkeit des Prozessors überprüft. Ein Memory-Test erfolgt hierbei nicht, da dieser in dem betrachteten System standardmäßig von der Memory-Steuerung durch ein Memory-Parity-Bit durchgeführt wird. Der Zeitabstand, mit dem diese Prüfroutinen aufgerufen werden, richtet sich nach der mittleren Interaktionshäufigkeit, damit im Fehlerfall im Mittel nicht mehr als ein Dialogschritt über den Reserveverarbeitungspfad wiederholt zu werden braucht.

Der prüfende Verarbeitungspfad simuliert dabei einen Teilnehmer und sendet an den zu prüfenden Verarbeitungspfad die festgelegten Anforderungen, die dem Prüfprogramm entsprechen. Die Reaktionen des geprüften Verarbeitungspfades werden vom prüfenden ausgewertet. Sind die Reaktionen des geprüften Verarbeitungspfades korrekt, übermittelt der prüfende Verarbeitungspfad den Befehl, die aktuellen Registerinhalte der CPU in einen bestimmten geschützten Speicherbereich des Verarbeitungspfades zu bringen. Die Daten über

die Teilnehmer und die Daten von den Teilnehmern befinden sich ebenfalls in diesem Speicherbereich, der in regelmäßigen Abständen in den Massenspeicher gebracht wird (UPDATEN).

Ist eine der verlangten Reaktionen falsch, wird diese Anforderung wiederholt. Bei nochmaligem falschen Ergebnis der Prüfung erfolgt eine Meldung an den Operator. Dieser schaltet den defekten Verarbeitungspfad ab, indem er die Voreinstellung des zugehörigen Adressen-Register SAR (siehe Bild 3) des Reserververarbeitungspfades mit der Adresse desjenigen Verarbeitungspfades lädt, der die Störung aufweist. Das Adressen-Register des defekten Verarbeitungspfades wird gesperrt. (Bei einer späteren Optimierung des Systems wäre zu überlegen, ob diese Voreinstellung der Adressen-Register nicht durch die Verarbeitungspfade selbst übernommen werden könnten). Es erfolgt außerdem eine Meldung an den Reserveverarbeitungspfad, daß er nun die Aufgaben des defekten Verarbeitungspfades übernehmen wird. Dazu übermittelt ihm der ebenfalls benachrichtigte Hintergrundspeicher die dafür benötigten Dienstprogramme und Systemdaten. (Hier könnte bei einer späteren Optimierung ebenfalls in Betracht gezogen werden, nicht die gesamten Aufgaben des defekten Verarbeitungspfades einem einzigen zuzuteilen, sondern sie gerecht auf die restlichen anderen zu verteilen. Dieses könnte verwirklicht werden, indem die Verteilung der Dialogblöcke auf die Verarbeitungspfade nicht direkt über die Adresse des Verarbeitungspfades, sondern über eine Zuordnung Dienst-Verarbeitungspfad vorgenommen werden würde. Es müßte dann nur diese Zuordnung verändert werden.)

Bei der Anwendung der Prüfalgorithmen ist darauf geachtet worden, daß dieselben Systemroutinen benutzt werden, die auch von den aktiven Teilnehmern gebraucht werden. Dies wird erreicht, indem die prüfenden Verarbeitungspfade einen simulierten Teilnehmer in der Teilnehmerliste enthalten und so eine systeminterne Kommunikation stattfindet (siehe Bild 15).

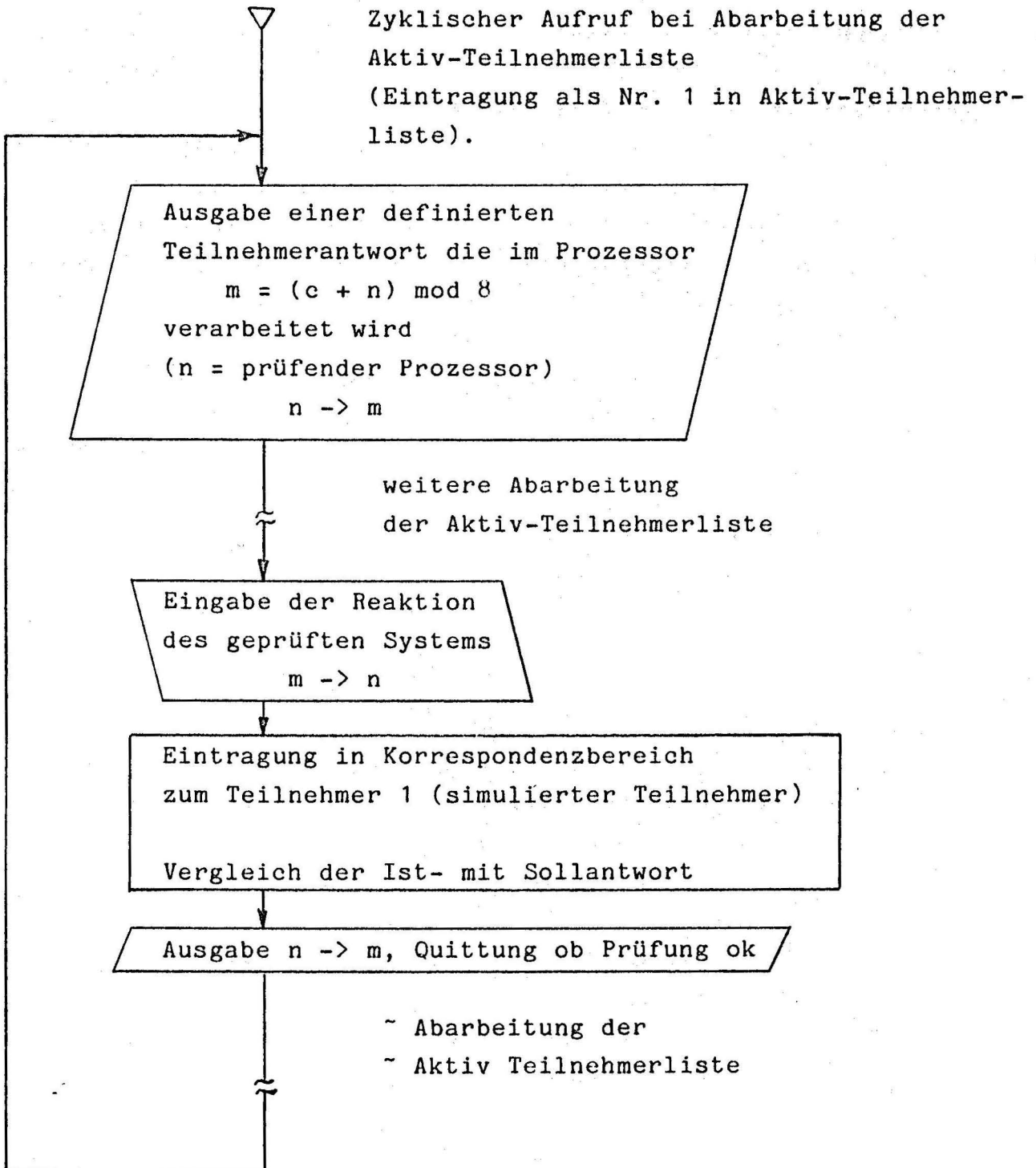
Im Gegensatz zu den übrigen Teilnehmern, die ihre Eintragung selbst passivieren können, indem sie den Dienst abschließen, ist diese Eintragung nur vom Operator passivierbar. Der Operator kann auch festlegen, ob der simulierte "Prüf"-teilnehmer das externe Netz benutzen oder ob die Prüfung intern stattfinden soll. Hierbei wird der "closed loop switch "(Bild 2) benutzt. Dadurch kann leicht festgestellt werden, ob eine auftretende Störung in der Zentrale oder im Netz seinen Ursprung hat.

Für die Inbetriebnahme und für die Lastsimulation sind darüber hinaus auch weitere Eintragungen simulierter "Prüf"-teilnehmer in den jeweiligen Teilnehmerlisten möglich, so daß eine Prüfung des Gesamtsystems unter Last möglich wird.

In die Prüfalgorithmen ist auch der Verarbeitungspfad "Verwaltung" einbezogen.

Bild 15

Algorithmus zur Überprüfung der Funktionsfähigkeit eines Verarbeitungspfades.



7. Datenschutz

(Sicherung gegen Verlust der aktuellen Daten)

Damit bei einer Störung und somit Ausfall eines Verarbeitungspfades in der Zentrale jederzeit ein anderer Verarbeitungspfad die Aufgaben des ausgefallenen übernehmen kann, ist es nötig, daß die aktuellen Systemdaten der Verarbeitungspfade jederzeit verfügbar sind, um mit ihnen die Rechenanlage desjenigen Verarbeitungspfades versorgen zu können, der die Arbeit des ausgefallenen Verarbeitungspfades übernimmt. Aus diesem Grund werden in regelmäßigen Zeitabständen diese aktuellen Systemdaten, die sich, wie unter 5. beschrieben, in einem festgelegten Speicherbereich befinden, in den Massenspeicher gebracht (Updaten). Zu diesen aktuellen Systemdaten zählen zum Beispiel die Registerinhalte der CPU, die empfangenen Daten von den Teilnehmern, die Daten über die Teilnehmer (Nutzungsstatistik) und die zu sendenden Daten an die Teilnehmer.

Anders als die Verarbeitungspfade, die durch Empfang und Senden von Dialogblöcken untereinander kommunizieren und auf diese Weise Daten übertragen können, verkehrt das UPDATE-System mit den Verarbeitungspfaden über DMA und überträgt so diese Daten von dem DUAL-PORT-Speicher der Verarbeitungspfade zu dem Massenspeicher des UPDATE-Systems oder bei Generierung zurück zu dem Reserveverarbeitungspfad. Die Steuerung des DUAL-PORT-Speichers verhindert gleichzeitigen Zugriff einer anderen Komponente.

Vor der Ausführung des UPDATE-Vorganges wird im betrachteten Verarbeitungspfad eine definierte Kombination einer Prüfszelle abgefragt, die durch den in Bild 15 angegebenen Algorithmus gespeist wird. Ist die Abfrage positiv, wird der UPDATE-Vorgang eingeleitet, indem alle aktuellen und ge-

geschützten Bereiche des Arbeitsspeichers in den Massenspeicher über einen DMA-Kanal, der an den zweiten Ausgang des DUAL-PORT-Speicher angeschlossen ist, abgeleitet und dort gesichert werden.

Ist die Abfrage nicht durchführbar, zum Beispiel weil der Prüfvorgang gerade vorgenommen wird, wartet das UPDATE-System. Bleibt der Vorgang länger als eine vorgebbare Zeit (zum Beispiel 500 ms) unabgeschlossen, so erkennt das UPDATE-System die Abfrage negativ.

Davon abgeleitet erfolgen folgende Maßnahmen:

1. Meldung an den Operator, daß ein Verarbeitungspfad ausgefallen ist. Der Operator hat dann innerhalb einer eng bemessenen Zeit (zum Beispiel 15 sek.) die weiteren Maßnahmen zu beeinflussen. Wenn keine Operatoraktivität stattfindet erfolgt
2. Der letzte in Ordnung befindliche aktuelle Datensatz wird mit den resident vorgesehenen Programmen in einen Reservepfad übertragen. Auch hierzu erfolgt der Transfer über den UPDATE-Bus mit DMA-Geschwindigkeit.
3. Der Reservepfad generiert sich selbst und sendet an alle ihn benutzenden Teilnehmer die Meldung "Bitte letzte Antwort wiederholen!" Durch diese Meldung wird gleichzeitig allen beteiligten Komponenten über die aktuelle Server Adresse im Dialogblock mitgeteilt, daß dieser Verarbeitungspfad für die Bedienung der Teilnehmer zuständig ist.

4. Dem Verarbeitungspfad für die Diensteröffnung und Statistik wird mitgeteilt, welcher Pfad gestört ist und welcher Pfad die Dienstabwicklung übernimmt.

5. Den Steuereinheiten der Medienperipherie wird mitgeteilt, daß für die laufenden Anforderungen die Rückmeldungen (soweit Rückmeldungen vorgesehen) an den ausgetauschten Verarbeitungspfad erfolgen sollen.

6. Das gestörte System ist nicht mehr am Informationsaustausch beteiligt und kann Off-line repariert und geprüft werden.

7. Nach Wiederherstellung kann das System als Reserveeinheit wieder einbezogen werden, indem dem UPDATE-System eine diesbezügliche Meldung vom Operator eingegeben wird.

Ist das ausgefallene System der Verarbeitungspfad "Verwaltung", läuft der gleiche Generationsvorgang ab.

8. Der Weg der Information durch das System
(siehe Bild 16)

Ein von der Zentrale ausgesandter Dialogblock berührt auf dem Weg zu seinem Ziel alle Teilnehmer. Jedoch nur die Dateneingangssteuerung des Gerätes bei dem Teilnehmer, an den die Nachricht gesandt wird, erkennt an der im Routing Header encodierten Teilnehmeradresse diesen, übernimmt ihn in den Speicher des Teilnehmergerätes und meldet bei einem fehlerhaften Empfang dieses dem Mikro-Prozessor des Teilnehmergerätes. Dieser bereitet den Dialog-Block zur Darstellung des Inhalts (zum Beispiel das Menu mit dem Angebot der zur Zeit verfügbaren Dienste) auf dem Bildschirm auf. Die darauffolgende Reaktion des Teilnehmers, in diesem Fall die Auswahl eines bestimmten Dienstes, wird nach dem Drücken der SEND-Taste von dem Prozessor zur Übertragung vorbereitet und dem Digitalen Übertragungssystem übergeben, das sie als Dialog-Block der Zentrale übermittelt.

Die Eingangssteuerung der Zentrale bemerkt den Beginn eines neuen Dialog-Blocks durch die Ankunft des Synchronisationsbytes am Eingang der DESZ. Daraufhin wird aus dem Routing Header die Server Adress dekodiert und der Dialog-Block in dem Arbeitsspeicher dieses Verarbeitungspfades abgespeichert. In diesem Verarbeitungspfad erfolgt nun auch die weitere Fortführung des Dialogs je nach Dienstart. Das Ergebnis dieser Fortführung wird ebenfalls als Dialog-Block von der Datensendesteuerung in das Digitale Übertragungssystem eingepaßt und dem Teilnehmer mitgeteilt.

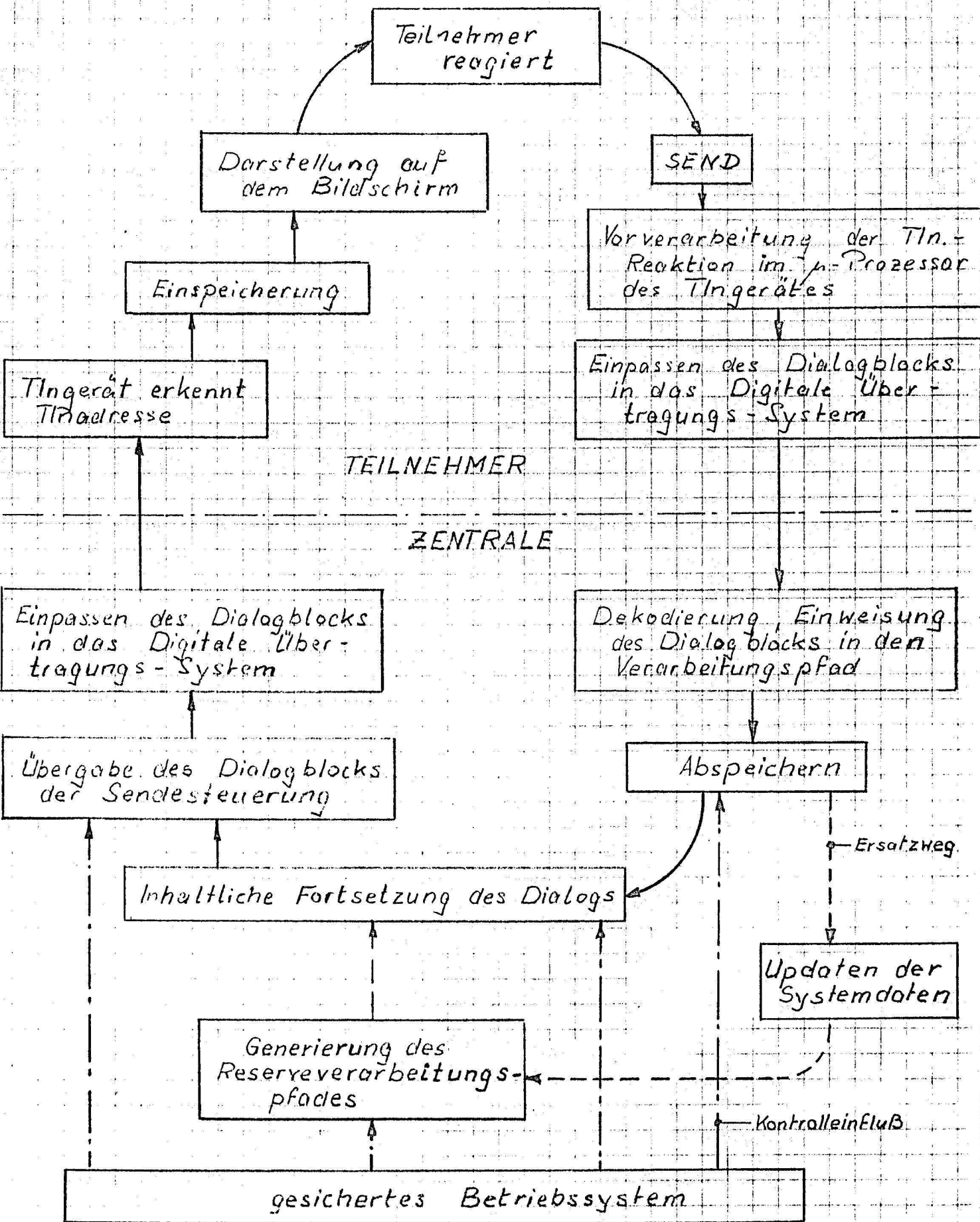


Bild 16 Der Weg der Information durch das System.

9. Schlußbemerkung

Aufgrund vieler zeitlicher Engpässe konnte dieses Konzept einer Telekommunikationszentrale nicht in der notwendigen Tiefe ausgearbeitet werden. Insbesondere stellte sich während der Arbeit heraus, daß andere Forschungsgruppen* die prinzipiellen Untersuchungen anhand von Multiprozessorsystemen am Objekt gestalten. Bei Verwendung dieses Konzeptes auf ein konkretes System sollten diese Erfahrungen einbezogen werden. Weiterhin sind im Zusammenhang mit der Arbeit über 600 Literaturquellen zusammengetragen worden, die ebenfalls noch nicht voll ausgewertet werden konnten. Auf die Frage, inwieweit das Konzept auch für eine dezentralisiert aufgebaute "Zentrale" verwendbar ist, wurde im vorliegenden Bericht nicht eingegangen. Die Antwort wird von einer Abschätzung abhängig sein, inwieweit der zusätzliche Aufwand für die Interdependenzen mit der Zunahme der Systemsicherheit korrespondiert. Eine solche Frage ist analytisch nur unter Berücksichtigung von Wertungen möglich, zu deren Einschätzung den Verfassern keine Materialien zur Verfügung standen. Grundsätzlich ist eine logisch dezentralisiert aufgebaute Zentrale einfacher auch räumlich zu dezentralisieren als eine logisch zentralisiert aufgebaute Zentrale.

* Experimentielles Multicomputersystem am Forschungsinstitut für Forschung und Mathematik, Wachtberg-Werthhoven;
Seminar: SMS, Multiprocessor Architecture;
Promotionsthema: Verteilte Steuerung in einem Mikro-
Prozessor-Verbund, Prof. Schneider, TU Berlin;
Projekt VDN, TU Berlin u.a.

Abschließend sei bemerkt, daß das Prinzip dieses Konzeptes nach Vorstellungen der Verfasser eine nach heutigem Stand der Technik optimale Problemlösung hinsichtlich Ausfallsicherheit und schrittweiser Erweiterung darstellt. Eine andere, hier nicht berücksichtigte Lösungsstrategie kann auch im Individualschutz des Teilnehmers Berücksichtigung finden. Hier kann der im IFZ (Institut für Zukunftsplanung Berlin) entwickelte Gedanke Ausgangspunkt sein, nachdem alle teilnehmerindividuellen Informationen nur dezentral beim Teilnehmer gespeichert werden und eine Verletzung dieses Speicherbereichs nur mit Quittierung des Teilnehmers erfolgen kann. Die technologische Entwicklung der Speicher- und Übertragungstechnik könnte diese aus Teilnehmersicht wünschenswerte Forderung bei angemessenem Aufwand real erscheinen lassen.

10. Quellenauszug

/1/ Systembeschreibung Plato-System

/2/ Symposium des Münchner Kreises vom 27.-29.4.1977

Nachrichtentechnische Zeitschrift

Band 30, Heft 8, August 1977

/3/ Dühlmeier, W.

Nachbildung der Medienperipherie in einer

Telekommunikationszentrale

Studienarbeit, TU Berlin 1978

/4/ Anders, K.E.

Einfluß der Strukturierung eines Rechnersystems

auf die Verfügbarkeit am Beispiel eines Tele-
kommunikationssystems

Interner Bericht des HHI, 1978

/5/ Digital Option Description

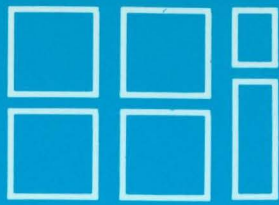
PDP 11, DRS 11-C DMA-Interface

/6/ Anders, K.E.

Untersuchung über mögliche Dienste in einem

Zweiwegkabelfernseh-System

Diplomarbeit, TU Berlin 1975



**Heinrich-Hertz-Institut
für Nachrichtentechnik
Berlin GmbH**

