

Mikroprozessor-gesteuerter Ein-/Ausgabe-Multiplexer
für Siemens Prozeßrechner 300-R30.

G. Kratz, G. Arndt

Institut für Regelungstechnik (Prof. W. Leonhard), TU Braunschweig

Übersicht

Für einen am Institut für Regelungstechnik der TU Braunschweig vorhandenen Prozeßrechner Siemens R30 (Bild 1) sollte ein Mehrbenutzer-Betrieb ermöglicht werden. Zusätzlich bestand die Notwendigkeit, vorhandene Peripheriegeräte mit unkonventionellen Schnittstellen anzuschließen. Es wurde dafür ein spezieller Mikroprozessor-gesteuerter Ein-/Ausgabe-Multiplexer entwickelt, über den im folgenden berichtet wird.

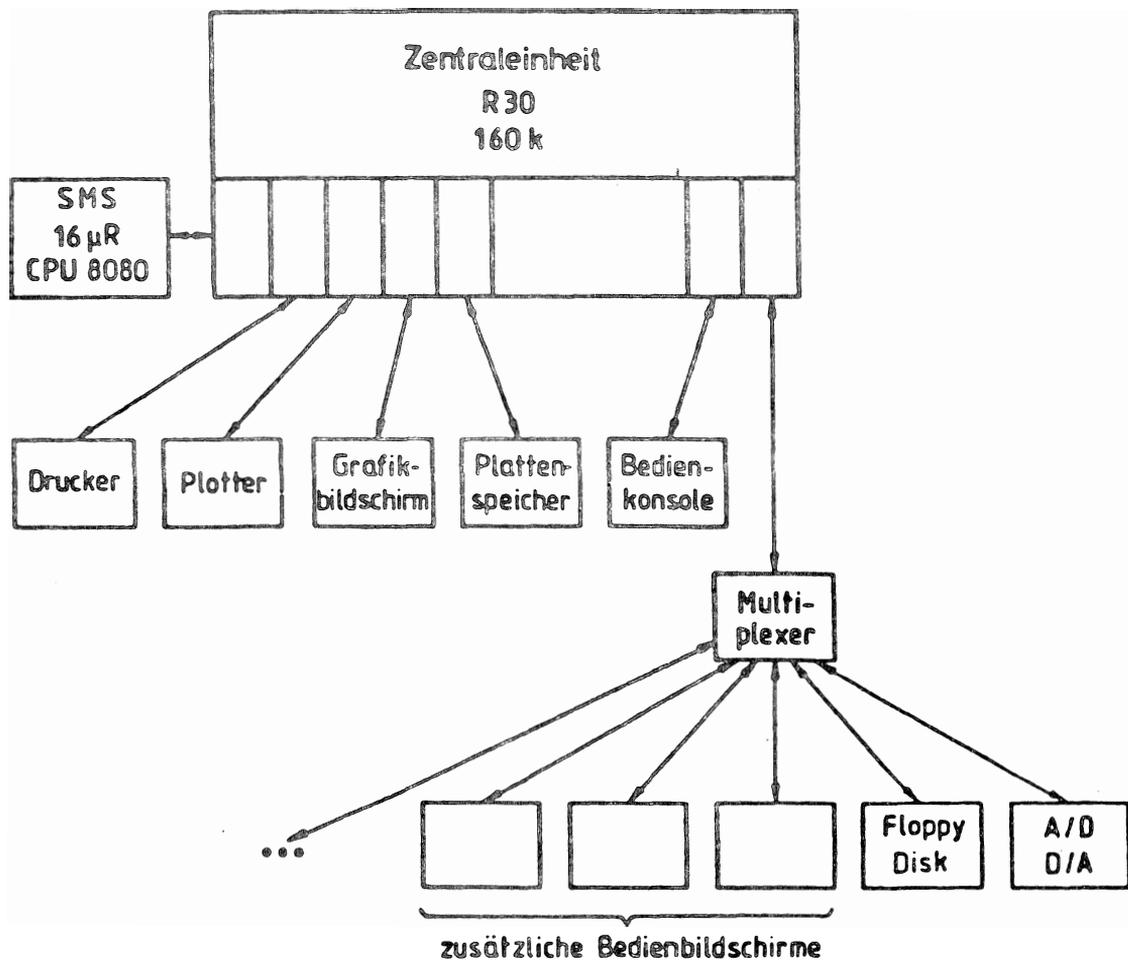


Bild 1 Geräteperipherie des Prozeßrechners

1. Einleitung

Für den direkten Anschluß peripherer Geräte an Prozeßrechner der Serie 330-R30 steht nur eine relativ geringe Anzahl von E/A-Steckplätzen zur Verfügung. Daher wird es i.A. notwendig sein, einzelne dieser Kanäle über Multiplexer zu einer neuen Untergruppe von E/A-Anschlußstellen zu erweitern. Als Standardlösungen kommen hierfür die Multiplexersteuerung 3902 und die "programmierte Mehrfachanschaltung" (PROMEA) in Betracht. Der Einsatz einer Multiplexersteuerung wird vorwiegend in größeren Systemen erfolgen; bei dieser relativ aufwendigen Lösung läßt sich eine E/A-Anschlußstelle für den Anschluß von max. 256 Geräten erweitern. Die programmierte Mehrfachschaltung stellt eine (kostengünstigere) Alternative für kleinere Systeme dar; es können max. 16 Geräte angeschlossen werden. In beiden Fällen sind zum Anschluß jedes Gerätes zusätzliche Hardwarekomponenten ("Anschaltungen") erforderlich (Bild 2).

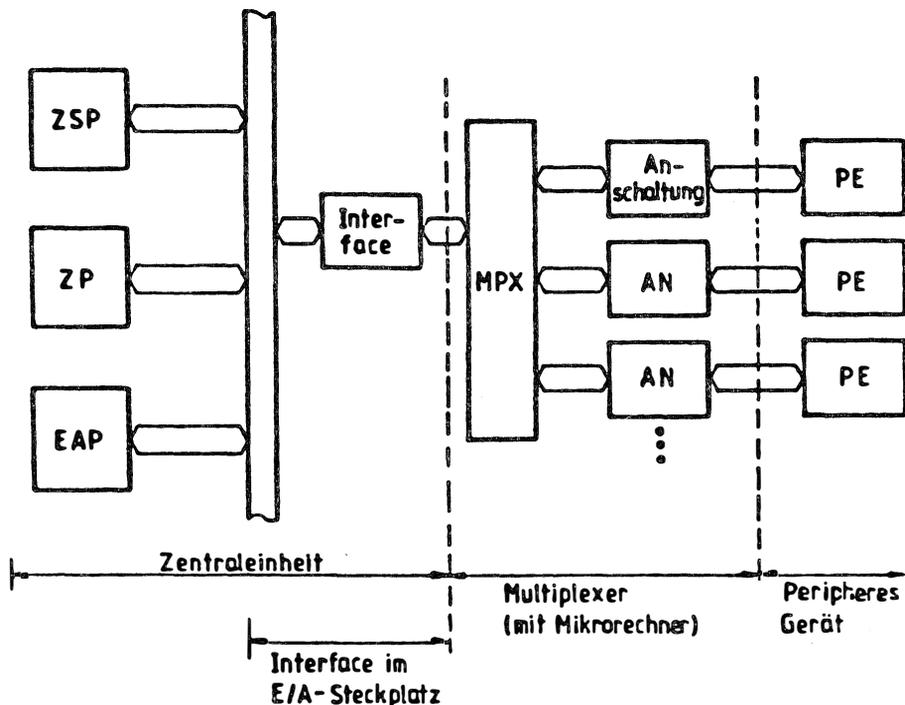


Bild 2 E/A-Anschlußstelle mit Multiplexer

Die Notwendigkeit, Geräte mit unkonventionellen Schnittstellen anschließen zu können, führte zur Eigenentwicklung eines Multiplexers am Institut für Regelungstechnik. An diesen wurden folgende Anforderungen gestellt:

- Änderungen und Erweiterungen der am Multiplexer angeschlossenen Geräte sollten möglichst ohne den Austausch von Hardware-Baugruppen flexibel möglich sein.
- Zum Aufbau eines Mehrbenutzerbetriebes mit Benutzungsmöglichkeit von "MEDIS" sollten statt intelligenter mikrorechnergesteuerter Zeichenbildschirm-einheiten (3974) einfache Standardterminals eingesetzt werden.

Es bot sich an, zur Steuerung eines derartigen Multiplexers einen Mikrorechner einzusetzen, bei dem eine variable Anpassung an die jeweilige Geräteschnittstelle weitgehend von der Hardware weg in eine entsprechende Programmgestaltung verlagert wird.

2. E/A-Schnittstellenbedingungen

Für den Entwurf eines entsprechenden Gerätes stellte die Analyse der rechnerseitigen Schnittstellenbedingungen (Signalsequenzen, Zeitschranken) bei Multiplexbetrieb an einer E/A-Anschlußstelle das Hauptproblem dar.

Bild 3 zeigt die beiden prinzipiell zu unterscheidenden Möglichkeiten des Datenaustausches (hinzu kommt der direkte Speicherzugriff -DMA-, der hier nicht betrachtet wird):

- a) Steuerung durch den Zentralprozessor ZP ("zentrale Initiative"). Dieser Datenverkehr wird vorwiegend zur Übertragung einzelner Datenworte oder zur Befehlsversorgung blockweise arbeitender peripherer Geräte benutzt.
- b) Bei Geräten, mit denen große Datenmengen ausgetauscht werden, wird der Verkehr unter "peripherer Initiative" abgewickelt. Nachdem die periphere Einheit (PE) von der ZE mit einem Befehl versorgt wurde, bestimmt sie die Übertragungsgeschwindigkeit

innerhalb eines Datenblocks. Der E/A-Verkehr wird dabei unter Entlastung des ZP mit dem Ein-/Ausgabe-Prozessor (EAP) abgewickelt.

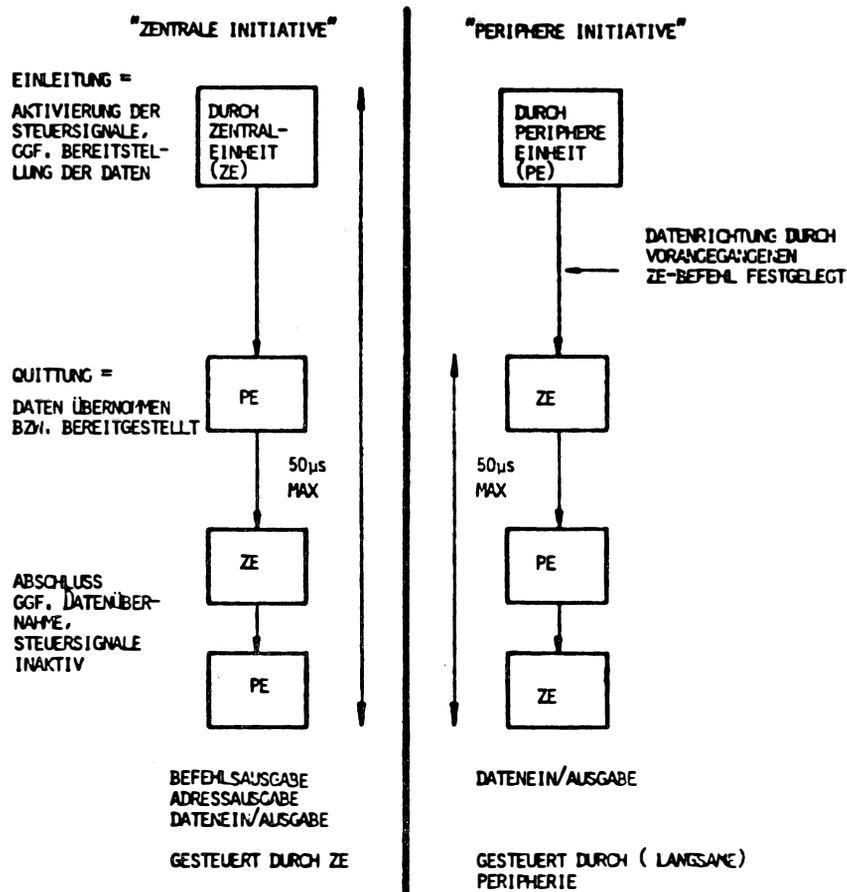


Bild 3 Datenverkehr an einer E/A-Anschlußstelle, Übertragungsprozedur für ein Datenwort

Sowohl bei zentraler wie peripherer Initiative wird ein vollständiges Quittungsprinzip benutzt. In beiden Fällen wird das Zeitfenster zwischen erster Aktivität der ZE (ZP bzw. EAP) und letzter Quittung der PE von der Hardware auf Einhaltung einer Maximalzeit von $50\mu\text{s}$ überwacht. Verletzt die PE diese Bedingung, wird die entsprechende Anschlußstelle für "UNKLAR" erklärt.

Bild 4 zeigt den prinzipiellen Ablauf der Übertragung eines Datenblockes unter peripherer Initiative (z.B. mit einem Bildschirmgerät): Auf einen Anstoß entweder durch ZE oder PE hin, erfolgt unter zentraler Initiative eine Befehlsversorgung der PE (z.B. Aufforderung Befehlsparameter von der ZE "abzuholen"). Der

gesamte eigentliche Datenverkehr erfolgt dann ausschließlich unter Taktvorgabe durch die PE. Charakteristisch für den Multiplexbetrieb ist nun, daß zentrale Initiativen durch den verschachtelten (von außen betrachtet "gleichzeitigen") Datenverkehr der verschiedenen Kanäle mehrfach unmittelbar aufeinanderfolgend auftreten können.

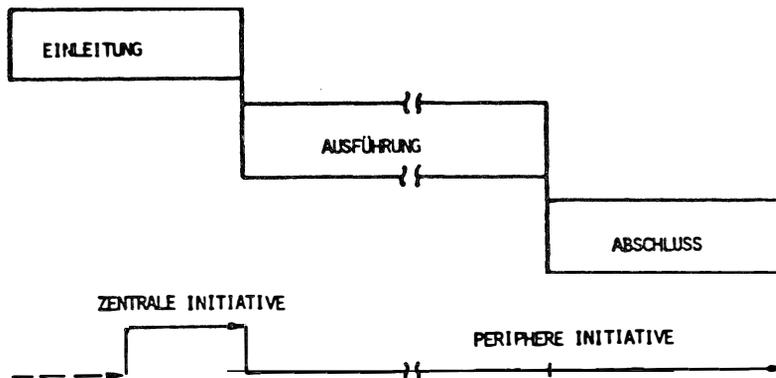


Bild 4 Datenverkehr mit Bildschirmgeräten, Übertragung eines Datenblocks

Es stellte sich heraus, daß ein Standardmikrorechner (8085) zwar leistungsfähig genug ist, unter peripherer Initiative den Datenverkehr z.B. für fünf Bildschirme gleichzeitig abzuwickeln, beim Auftreten zentraler Anforderungen durch die Überwachung der Anforderungs-Quittungszeit auf $50 \mu\text{s}$ allerdings an die Leistungsgrenze gerät (Programmiertes FIFO bzw. Ringspeicher erforderlich). Dies führte zum Entwurf und Aufbau einer schnellen Interface-Schaltung, die zumindest bei Ausgabe unter zentraler Initiative durch Zwischenspeicherung/Vorabquittung die ZE und den eigentlichen Multiplexer geschwindigkeitsmäßig entkoppelt.

3. Interface ZE/Multiplexer

Bild 5 zeigt das Blockschaltbild dieser Schaltung, die im Steckplatz der betriebssystemseitig für Multiplexer generierten E/A-Anschlußstelle sitzt. Sie paßt den 8-Bit breiten Mikrorechnerbus an den 16-Bit breiten Prozeßrechnerbus an und stellt Anforderungs- und Quittungssignale bereit. Im Konfliktfall hat zentrale Anforderung (ZA) Vorrang vor peripherer Anforderung (PA), daher muß in jeder Datenrichtung ein doppelter Registersatz vorgesehen werden, der bei Anliegen einer ZA umgeschaltet wird. Eine evtl. anstehende PA wird in diesem Fall hardwaremäßig zurückgenommen und die ZA an den Mikrorechner weitergeleitet. Nachdem die ZA bearbeitet und quittiert wurde, wird die PA wieder freigegeben.

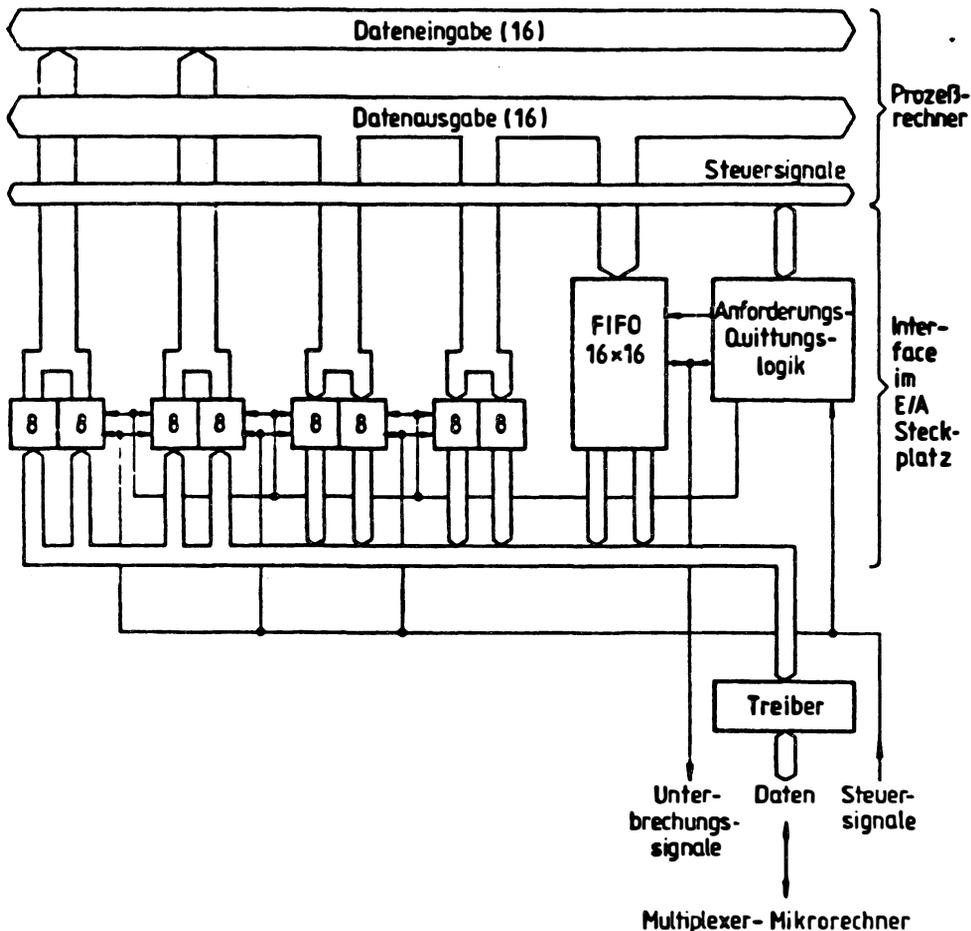


Bild 5 Interface im E/A-Steckplatz

Bei Ausgaben unter zentraler Initiative (Befehle, Adressen oder einzelne Datenwörter für Prozeßschnittstellen) werden die entsprechenden Daten in einem Hardware-FIFO (FIRST IN FIRST OUT)-Speicher (16 Worte zu je 16 Bit) zwischengespeichert und hardwaremäßig innerhalb kürzester Zeit quittiert. Ein Unterbrechungssignal vom FIFO signalisiert dem Mikrorechner, daß vor Bearbeitung evtl. anstehender peripherer Initiativen die eingetroffene(n) ZA(s) auszuwerten sind.

Bei der Aufforderung zur Dateneingabe unter zentraler Initiative ist eine Entkopplung nicht möglich. Der Multiplexer-Mikrorechner wird daher in diesem Fall mit dem höchstwertigen Unterbrechungssignal veranlaßt, die anstehende Adresse auszuwerten, die Information aus dem entsprechenden Datenkanal zu lesen und auf die Dateneingabeleitungen zu legen. Da dies etwa $30-40 \mu\text{s}$ erfordert, sind die erreichbaren Grenzfrequenzen z.B. beim Auslesen von A/D-Wandlern auf einige kHz begrenzt. Dies reicht für den hier vorgesehenen Anwendungsfall (Identifizierung von Regelstrecken mit Zeitkonstanten im ms-Bereich) jedoch aus.

4. Der Multiplexer - Mikrorechner

Der eigentliche Multiplexer ist mit dem Interface im E/A-Steckplatz über ein 25-poliges Flachkabel verbunden. Er ist auf vier "Europakarten" aufgebaut und in einem separaten einzeiligen 19"-Einschub untergebracht (Bild 5).

Zu seinem Aufbau wurden vorwiegend am Institut für Regelungstechnik standardmäßig eingesetzte Komponenten benutzt: Sein "Herz" ist ein Einkartenmikrorechner mit CPU 8085, 8 Unterbrechungseingängen, 2 x 8-Bit Digital-I/O, 2 Zeitgebern. In Verbindung mit einer Speichererweiterungskarte verfügt der Mikrorechner über einen Speicherplatz von 7 KByte EPROM und 1.5 KByte RAM. Auf zwei weiteren Karten sind die Schnittstellen zum Anschluß der peripheren Geräte untergebracht: Über 5 Standard-Serienschnittstellen (V 24) können praktisch beliebige Typen von Bildschirmterminals angeschlossen werden. Weiterhin

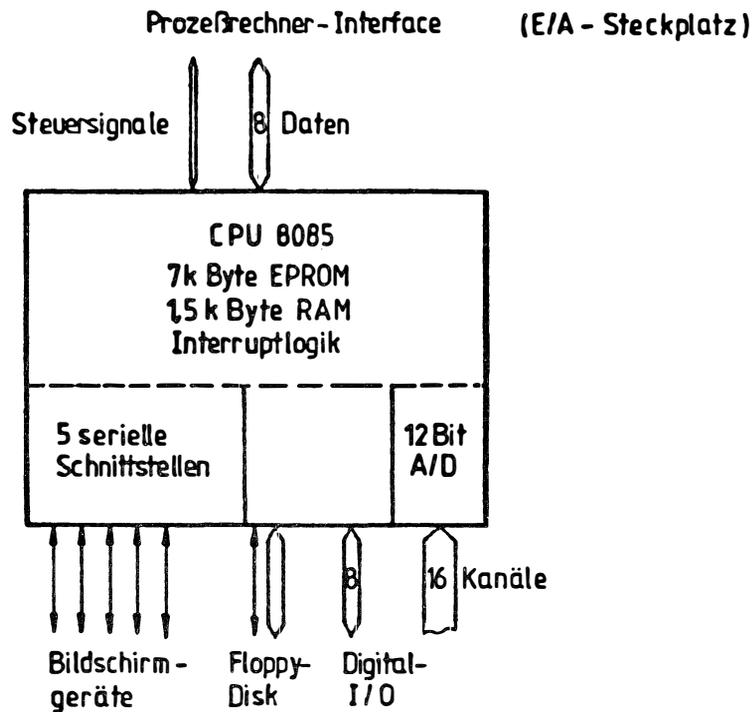


Bild 6 Multiplexer-Mikrorechner

steht ein Anschluß für eine Floppy-Disk zur Verfügung. Außer diesen Kanälen, bei denen die Datenübertragung unter peripherer Initiative abläuft, sind für den Prozeßeinsatz neben der 8-Bit-Digital-I/O 16 Analogeingänge (12-Bit A/D-Wandler) vorhanden. Die Steuerung erfolgt in diesem Fall durch den ZP (Zentrale Initiative): Wandleranstoß durch "Befehlsausgabe"; Wandler auslesen bzw. Digital-I/O durch "Daten-Ein/Ausgabe".

5. Programm des Multiplexer - Mikroprozessors

Die Inbetriebnahme der Interface-Schaltung zwischen Prozeßrechner und Mikrorechner im E/A-Steckplatz wurde mit einem eigens hierfür erstellten Monitorprogramm des Multiplexer - Mikrorechners durchgeführt. Es ermöglicht den Test der gesamten Multiplexer - Hardware vom Bildschirm aus. So können beispielsweise einzelne periphere Anforderungen gestellt und die Reaktion der ZL ausgewertet

werden. Dies erwies sich bei der Analyse der erforderlichen Signalsequenzen an der Prozeßrechnerschnittstelle als entscheidendes Hilfsmittel. Die angeschlossenen Bildschirmgeräte werden in einer Endlos - Pollschleife durch den Mikrorechner nacheinander bedient. In Eingaberichtung sind die Anforderungen an den Mikrorechner gering (pro Kanal max. einige 100 Zeichen/sec). In Ausgaberrichtung ergibt sich erst bei längerer, gleichzeitiger Protokollausgabe auf mehr als drei Bildschirme eine merkbare Verlangsamung.

Für den Benutzer am Bildschirm werden ein Zeilenpuffer sowie Zeilenedierfunktion direkt durch den Multiplexer (ohne Beteiligung der ZE) bereitgestellt. Sowohl zeichen- als auch blockweiser Betrieb sind möglich.

Im block- (d.h. zeilenweisen) Betrieb, beispielsweise beim Dialog mit Standardprogrammen wie DIPOS oder Benutzung von EDIS-P werden die am Bildschirm eingegebenen Zeichen einer Zeile vom Mikrorechner zunächst zur Darstellung auf dem Schirm zurückübertragen (Echo), und gleichzeitig gespeichert. Bis zum Absenden an die ZE (Taste CR) kann die Zeile durch entsprechende Edier-Kommandos geändert werden:

- Zeichen ein/ausfügen
- Tabulator
- Cursor links/rechts
- Zeile löschen/wiederholen

Bei Protokollausgabe besteht die Möglichkeit des Anhaltens/Fortsetzens.

Bestimmte Zeichen (z.B. CR, LF ↔ ETX) werden vom Mikrorechner vor Eingabe in die ZE bzw. Ausgabe zum Bildschirm entsprechend den Erfordernissen umkodiert.

Als zweite Betriebsart wird der zeichenweise Betrieb bereitgestellt: Die Eigenschaft des Programmes MEDIS, das Abbild der beteiligten Bildschirminhalte (i.A. im Hauptspeicher) abzuspeichern führte zur Überlegung, daß dann auch der Einsatz einfacher Standardbildschirmterminals möglich sein müßte. Der Multi-

plexer - Mikrorechner stellt auch für diesen Betrieb die notwendigen (Software!-) Funktionen zur Verfügung:

Ablauf:

- Umschaltung Zeichen-/Blockbetrieb am jeweiligen Terminal

- Betätigung einer Taste

↓
Prüfung, Umkodierung des Zeichens/Befehls entsprechend der verfügbaren Tastatur durch MPX

↓
Eingabe des Zeichens/Befehls durch MPX an ZE

↓
Echo des Zeichens bzw. der durch den Befehl ausgelösten Zeichenfolge durch ZE (MEDIS)

↓
Umkodierung und Weitergabe zum Bildschirm durch MPX

↓
Anzeige auf Bildschirm

Durch die Arbeitsweise der benutzten einfachen Standardterminals ist die Umkodierung bestimmter am Terminal ausgelöster Befehle in Befehlsfolgen erforderlich. Beispielsweise wird auf das Kommando "Zeile einfügen" durch den Multiplexer die Befehlssequenz "Zeile einfügen", "Bildschirminhalt neu aufbauen" an die ZE (MEDIS) abgesetzt.

In allen Programmteilen ist sichergestellt, daß eintreffende zentrale Anforderungen "Dateneingabe" die laufende Operation unterbrechen können und innerhalb von 50 μ s bedient werden.

Die Programme (7 KByte) wurden zu 80% in PL/M und (für die zeitkritischen Teile) zu 20% in ASSEMBLER erstellt.

6. Zusammenfassung

Der Einsatz eines Mikrorechners zur Steuerung eines E/A-Multiplexers führt zu einer flexibel änder- und erweiterbaren Lösung zum Anschluß mehrerer Geräte an eine gemeinsame E/A-Anschlußstelle. Durch den Mikrorechner können periphere Geräte ohne "Intelligenz" gegenüber der ZE in ein bestimmtes, mit der Systemsoft- bzw. Hardware verträgliches komplizierteres Gerät "transformiert" werden.

Der hier beschriebene Multiplexer arbeitet seit etwa 1 1/2 Jahren im praktischen Betrieb störungsfrei.