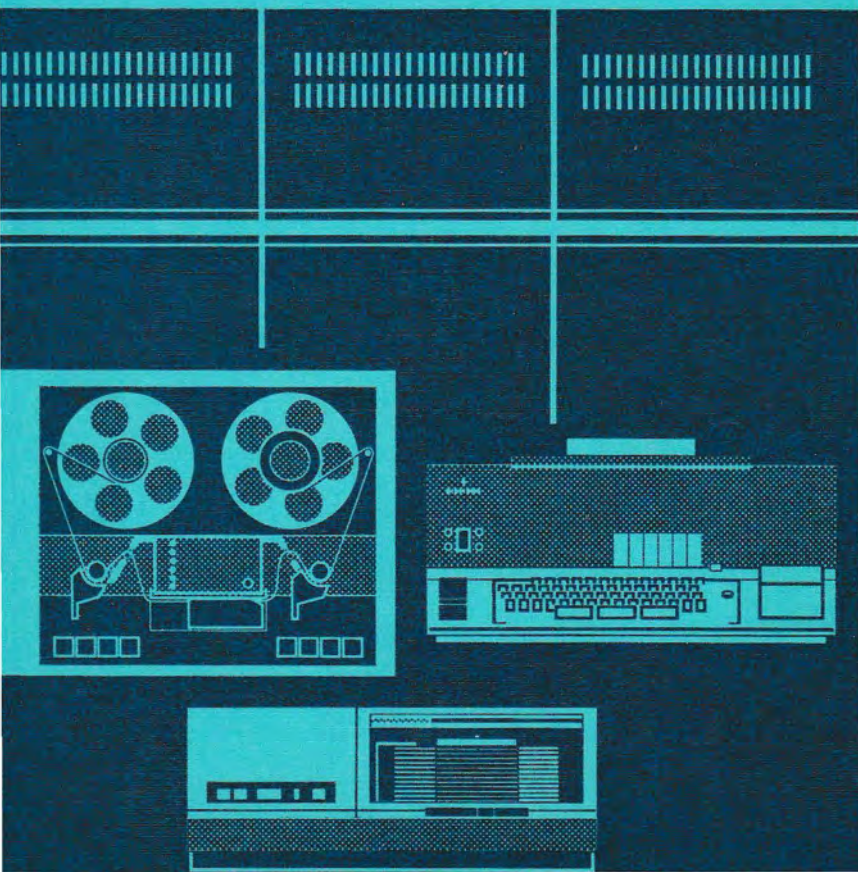


Siemens-System 300 für Prozeßautomatisierung

Band 2: Peripheriegeräte



Heller/Roth

Siemens-System 300
für Prozeßautomatisierung
Band 2: Peripheriegeräte

Siemens-System 300 für Prozeßautomatisierung

Band 2: Peripheriegeräte

von Ehrenfried Heller
und Siegfried Roth

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT

Herausgeber und Verlag:

Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München

© 1971 by Siemens Aktiengesellschaft Berlin und München

Alle Rechte vorbehalten, auch die des auszugsweisen Nachdruckes, der fotomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung sowie der Bearbeitung für Ton- und Bildträger, für Film, Funk und Fernsehen, für den Gebrauch in Lerngeräten jeder Art.

Printed in Germany

Vorwort

Die Projektierung einer Prozeßrechneranlage ist fast immer eine neue Aufgabe. Wegen der stets unterschiedlichen Anforderungen an diese Anlagen ist die Geräteausrüstung außerordentlich vielseitig. Ihre zahlreichen Einsatzmöglichkeiten können nur dann erfolversprechend geplant und genutzt werden, wenn umfassende Kenntnisse der angewandten Gerätetechnik vorhanden sind.

Die Entwicklung auf dem Gebiet der Prozeßrechner hat in den letzten Jahren ein breites Spektrum von peripheren Geräten entstehen lassen. Da sie noch nicht abgeschlossen ist, kann mit dem Versuch, die Ausrüstungsteile einer Prozeßrechneranlage umfassend zu beschreiben, nur ein vorübergehendes Stadium festgehalten werden; dies wird dann aufschlußreich, wenn besonderes Gewicht auf die Erläuterung der Vorgänge beim Datenaustausch zwischen Zentraleinheit und Externem Element gelegt wird. Der Aufbau eines Peripheriegerätes — auch wenn es inzwischen weiterentwickelt ist — stellt überwiegend ein wesentliches Entwicklungsergebnis dar, da seine Struktur auch in anderen Geräteausführungen Parallelen findet. Die beigegeführten technischen Daten sollen die Erklärungen unterstützen.

Das Buch gibt also — im Anschluß an den 1. Band „Zentraleinheiten“ — einen gründlichen Einblick in Handhabung und Aufbau der Peripheriegeräte eines Prozeßrechners am Beispiel des Siemens Systems 300.

Berlin und München, im November 1971

SIEMENS AKTIENGESSELLSCHAFT

Inhalt

1. Einführung	9
2. Der Aufbau von Externen Elementen	11
2.1. Begriffe	11
2.2. Gemeinsame Eigenschaften der EXE	12
2.3. Beispiel für einen Datenaustausch	16
2.4. Alarmbearbeitung und Programmunterbrechung	25
2.5. Übersicht	28
3. Standardgeräte	33
3.1. Blattschreiber T 100	33
3.1.1. Arbeitsweise	33
3.1.2. Anschluß des BS an das Bedienungselement BDK	35
3.1.3. Anschluß an das Fernschreibelement FSK	40
3.1.4. Anschluß an das Prozeßelement P1K	45
3.2. Lochstreifengeräte	48
3.3. Lochkartengeräte	56
3.4. Schnelldrucker	62
4. Externe Speicher	67
4.1. Übersicht	67
4.2. Trommelspeicher	70
4.3. Plattenspeicher	78
4.4. Sonstige Speicher	84
5. Prozeßelement P1K	91
5.1. Übersicht	91
5.2. Steuerung	96
5.3. Adressierung der Signalformer	107
5.4. Digitaleingaben	113
5.5. Digital- und Analogausgaben	118
5.6. Analogeingaben	125
5.7. Zeichenübertragungsbausteine	143
5.8. Aufbau eines P1K	162

6. Prozeßelemente P3K und P4K	167
6.1. Übersicht	167
6.2. Aufbau und Wirkungsweise	169
6.3. Anwendung	182
7. Kopplung von Rechnern	186
7.1. Grundsätzliche Lösungen	186
7.2. Betriebsbedingungen und Übertragungsverfahren . . .	190
7.3. Anwendung	203
8. Datensichtgeräte	208
8.1. Übersicht	208
8.2. Alphanumerische Sichtgeräte	215
8.3. Analogsichtgeräte	218
8.4. Universalsichtgeräte	222
8.5. Anwendung	225
9. Besondere Betriebsfälle und ihre Anzeigen	230
10. Stromversorgung für Prozeßrechneranlagen	236
10.1. Externe Einspeisung	236
10.2. Stromverteilung in der Zentraleinheit	242
Abkürzungen	252
Stichwortverzeichnis	258

1. Einführung

Der komplizierte Aufbau einer Prozeßrechneranlage stellt steigende Anforderungen an die Ausbildung von Bedienungspersonal, das sowohl die Gerätetechnik als auch die eigentliche Programmierung beherrschen sollte. Eine Spezialisierung für die eine oder andere Seite läßt sich meistens nicht umgehen. Die Schaffung problemorientierter Sprachen für die Programmierung, deren Anwendung keinerlei Kenntnisse über den inneren Aufbau der eingesetzten DVA voraussetzt, verführt leicht zu der Auffassung, daß man die Programmierung grundsätzlich unabhängig von der Gerätetechnik betreiben könne. Diese Meinung leitet sich von der Idee ab, daß man für eine bestimmte Aufgabe eine zugeschnittene Geräteausstattung beschafft und damit fertig vorbereitete Programme abarbeitet. Sie berücksichtigt aber nicht, daß in der Prozeßautomatisierung höchst selten zweimal die gleiche Aufgabenstellung auftritt, und daß dann auch noch (oft aus Preisgründen) die Bestückung der Rechneranlage variieren kann.

Hier liegt ein wesentlicher Unterschied zwischen der Anwendung einer DVA als „Rechneranlage“ und der Anwendung als Automatik. Die Automatik ist nicht selbständig einsetzbar, sondern sie ist Bestandteil der Prozeßanlage. Die Abwicklung des Produktionsvorganges oder das Erzeugen und Verteilen der Energie nach wirtschaftlichen Gesichtspunkten setzt eine gut funktionierende maschinentechnische Ausrüstung und darauf abgestimmte Meßeinrichtungen voraus. Die Automatisierung soll zwar bei der Auswahl dieser Anlagenteile berücksichtigt werden, doch muß sie sich selbst nach den Vorgaben des technischen Prozesses richten.

Damit gilt für die Projektierung eines Prozeßrechners nichts anderes als was bisher für die Auslegung einer Relaisautomatik oder einer SIMATIC® maßgeblich war und noch ist: Mit möglichst preiswerten Mitteln eine gut überschaubare und leicht zu handhabende Einrichtung zu schaffen. Dazu muß man aber die Geräteausstattung kennen und die Funktion jeder einzelnen Einheit klar durchschauen.

Die „Programmierung“ einer solchen Automatik ist eigentlich nichts Neues. Die Konzepte für den Ablauf einer Ampelsteuerung für eine Straßenkreuzung oder für die Schaltfolge der Steuerungsgeräte bei einem Aufzugsmotor kann man auch Programme nennen, die aber im Aufbau der Automatik „materialisiert“ werden. Die wahlfreie Anwen-

dung bestimmter Befehle in der DVA, d. h. das freizügige Anlegen ausgewählter Signalkombinationen an eine elektronische Schaltung, und vor allem das Speichern dieser Befehle für einen nicht termingebundenen Abruf sehen, nur oberflächlich betrachtet, schwierig und neuartig aus.

Für den Programmierer von Anwenderaufgaben liegt in der „problemlosen“ Übernahme des generell abgefaßten Betriebssystems eine große Erleichterung. Darüber läßt sich aber leicht verkennen, daß das Organisationsprogramm (ORG) als Bestandteil des Betriebssystems auf die Gerätetechnik der Externen Elemente (EXE) zugeschnitten ist, soweit diese überhaupt in allgemein verbindlichen Teilprogrammen berücksichtigt werden kann. In diesen Teilprogrammen zeigt das ORG sehr deutlich auf, wie man die EXE vernünftigerweise bedienen sollte.

Wie der Programmierer letztlich nicht ohne die Kenntnis der Handhabung der Externen Elemente auskommt, so muß auch der reine Gerätetechniker über den Aufbau der Hardware hinaus verstehen, wie die Zentraleinheit (ZE) jedes Gerät anspricht. Deshalb enthalten die folgenden Betrachtungen immer wieder Hinweise auf die Programmierung. Sie tragen auch damit zur Verständigung zwischen Hardware- und Softwareseite bei, indem sie klarstellen, daß der Anwenderprogrammierer durch die Verwendung von Makroaufrufen nur scheinbar andere Anweisungen gibt, als letztlich am EXE ankommen. Durch die Erläuterungen wird also auch einiges von der Funktion des Organisationsprogramms deutlich.

Als weiterer beachtenswerter Punkt ist das Verhältnis von Hardwareaufwand zu Kosten für die Programmierung — bezogen auf den Betrieb einzelner Geräte — anzusehen. Wenn man auf der einen Seite mehr ausgibt, kann man auf der anderen sparen. Besonders auffallende Beispiele sind das Fernschreibelement FSK und mehr noch das Prozeßelement P2K. Ihre gut ausgestatteten Steuerungen erlauben den automatischen Ablauf von umfangreichen Ein- und Ausgabevorgängen, zu denen andere Geräte zeitraubende Programmabschnitte abarbeiten müssen. Im Gegensatz dazu erhielten die Zeichenübertragungsbausteine, als Ein- oder Ausgabeeinheiten am Prozeßelement P1K, einen so einfachen Aufbau, daß ihre Aufgaben nur mit einem vergleichbar viel größeren Aufwand an Programmierung erledigt werden können als bei anderen externen Ein- und Ausgabegeräten.

2. Der Aufbau von Externen Elementen

2.1. Begriffe

Die zu einer Prozeßrechneranlage gehörenden Peripheriegeräte führen der Zentraleinheit alle Daten und Programme zu, welche sie für ihre Arbeit braucht, andererseits übernimmt sie alles von ihnen, was zum Betrieb der Rechner- und der Prozeßanlage notwendig ist. Zwar ist es die *Zentraleinheit* (ZE) — das Kernstück der Anlage — in der allein die Daten verarbeitet werden, doch kann sie vom Bedienungspersonal nur in Verbindung mit peripheren Einheiten — den *Externen Elementen* (EXE) — zum automatischen Arbeiten angeregt werden.

In ihrer Funktion sind ZE und EXE so aufeinander abgestimmt, daß sie zusammen eine perfekte Automatik ergeben, in der die Tätigkeiten, für die sie jeweils konzipiert wurde, ebenso logisch ablaufen wie die Reaktionen auf „besondere Betriebszustände“ und Fehler. Die Gerätetechnik der Peripherie ist dort gegen die „Umwelt“ abgegrenzt, wo die automatisierbare Einflußnahme durch die ZE aufhört; so gehören zwar Meßfühler, Steuerzwischenrelais und alle Arten von Koppelelektroniken zu den Automatisierungsmitteln der gesamten Prozeßanlage, werden aber nicht selbstverständlich von der ZE auf Fehler überwacht.

Man zählt also alle Einheiten, die vom *Organisationsprogramm* (ORG) abhängig sind und auf der Seite der Zentraleinheit am Rangierverteiler der Anlage angeschlossen sind, zu den Peripheriegeräten des Prozeßrechners.

Externe Elemente in einer Prozeßrechneranlage erfüllen eine ganz bestimmte Aufgabe für die Datenverarbeitung, sind aber gerätetechnisch nicht immer ein geschlossenes Ganzes. So kann ein Teil ihrer Steuerungseinrichtungen auch in der Schrankreihe der Zentraleinheit untergebracht und nur über ein Kabel mit dem getrennt aufgestellten Gerät verbunden sein. Der Ausdruck: Externes Element ist also als abstrakter Begriff aufzufassen für etwas, das an die Nahtstelle der Zentraleinheit angeschlossen und von ihr mit Befehlen für den Externverkehr angesprochen wird. Diese Befehle sind meistens in Gruppen zusammengefaßt und stehen nur im Organisationsprogramm.

Der Programmierer für die Anwenderaufgaben setzt ausschließlich *Makroaufrufe* ein, die an das ORG gerichtet sind und dort die notwendigen Befehlsabläufe anstoßen.

Die EXE kann man in drei Gruppen aufteilen:

- Die *Standardperipherie* mit allen Geräten, die Informationen drucken, ablochen oder abgelochte lesen können,
- die *externen Speicher*, die Informationen auf magnetischen Datenträgern festhalten und wieder abgeben können und
- die *Prozeßelemente*, die Informationen mit der Prozeßanlage oder mit einem anderen Rechner austauschen.

Diese Einteilung ist sehr grob. Es gibt auch EXE, die zwar typische Eigenschaften mit Geräten der einen Gruppe gemeinsam haben, aber in ihrer Funktion von Geräten einer andern Gruppe abhängen. So ist z. B. das Datensichtgerät eigentlich ein Standardgerät; da es aber unter Umständen eine Reihe von Zusatzeinrichtungen — z. B. Steuerungen aus der Gruppe der Prozeßelemente — benötigt und nach einem eigenen Prinzip arbeitet, ist es nur in einer Ausführung direkt mit einem Standardgerät zu vergleichen. Deshalb werden solche besonderen Einrichtungen getrennt behandelt; außerdem kann sich dann ihre Beschreibung auf vorhergehende Erläuterungen abstützen.

Ein EXE besteht aus einer Steuerungseinrichtung und einem Geräteteil. Dabei ist vorausgesetzt, daß man unter dem — hier auch abstrakt, wie bereits erläutert, benützten — Begriff *Gerät* eine Einheit versteht, die Tätigkeiten ausübt und dabei von einer Steuerung angeleitet wird. Die Standard-EXE und die externen Speicher besitzen äußerlich sichtbar dieses mechanisch arbeitende Gerät. In den rein elektronischen Prozeßelementen ist dies nicht der Fall; doch soll hier die Übersicht über die Funktionen eines EXE durch eine allgemeingültige Begriffsbildung gefördert werden.

2.2. Gemeinsame Eigenschaften der EXE

Die Externen Elemente wurden in der Mehrzahl nicht eigens für Rechneranlagen entworfen. Lochkarten z. B. wurden schon im 19. Jahrhundert eingesetzt; Standardgeräte, wie Blattschreiber (Fernschreiber) und Lochstreifengeräte, bewährten sich auch schon einige Jahrzehnte lang bei der Fernübermittlung von Nachrichten. Die externen Speicher, die heute mit Prozeßrechnern zusammenarbeiten, gehörten ursprünglich zu anderen Rechnersystemen, allein die Prozeßelemente wurden ausschließlich für Prozeßrechner entwickelt.

Diese Vergangenheit der EXE ist gewissermaßen ein Ballast für den Entwurf einer modernen Rechneranlage. Einerseits hat sich die Infor-

mationsdarstellung bei diesen verschiedenen Geräten unterschiedlich entwickelt; es stimmen also die Codes oft nicht überein. Andererseits paßt die Eigengeschwindigkeit dieser mechanischen Geräte nicht zu der der ZE, obwohl es auch schon sehr hochgezüchtete, schnelle Mechaniken gibt. Das Geschwindigkeitsverhältnis zwischen diesen nicht elektronischen EXE und der ZE beträgt oft mehr als 1000 : 1. Daraus ergeben sich notwendig Konsequenzen, die im Aufbau der EXE berücksichtigt sind.

Die Bedingung für reibungslosen und zügigen Datenverkehr zwischen ZE und EXE ist ein weitgehend selbständiges Arbeiten der externen Einheiten; wenn aber ein EXE vollkommen unabhängig von der Geschwindigkeit der ZE ganz im eigenen Rhythmus tätig sein soll, darf nur eine flexible Verbindung zum Rechner bestehen. Dieser muß allerdings festlegen, was er von dem EXE erwartet; doch hängt die Erfüllung dieser Erwartungen ganz von den Fähigkeiten des EXE ab. Der Zeitpunkt seiner Reaktion auf die Aufforderung, etwas zu tun, also Übergabe oder -nahme einer Information, wird ausschließlich von ihm selbst „bestimmt“, sofern keine Rücksichten auf andere EXE zu nehmen sind.

Damit aber die ZE ungehindert weiterarbeiten und die Zeit zwischen dem Anstoß einer Tätigkeit des EXE und deren Ende voll ausnützen kann, hat das EXE die Möglichkeit, selbständig in den Ablauf der Vorgänge im Steuerwerk der ZE einzugreifen. Das EXE tauscht ja nur Daten mit dem Arbeitsspeicher (ASP) der ZE aus. Deshalb ist es notwendig, das Abarbeiten eines Programms im Steuerwerk (die sogenannte Programmsteuerung) funktionell von dem Datenverkehr mit dem ASP (der sogenannten Datensteuerung) zu trennen.

Im Steuerwerk der ZE dienen der Befehlszähler und das Befehlsregister ausschließlich der Programmabwicklung, der Befehlszähler als Ort für das Bereithalten der nächsten Befehlsadresse und das Befehlsregister zur Aufnahme des Befehlswortes vor dessen Auswertung. Die übrigen Hauptregister, das Adreßregister (zur Ansteuerung einer ASP-Zelle) und das Lese-Schreib-Register (für den Informationsaustausch mit den Ringkernen des ASP) werden für die Programm- und die Datensteuerung gemeinsam benützt.

Da der Verkehr mit einem EXE durch das *Prioritätennetzwerk* allen übrigen Verrichtungen des Steuerwerks übergeordnet wird, kommt die Anforderung des EXE immer zum Zug; dem EXE — das im Augenblick die höchste Kanalpriorität aller anmeldenden hat — wird also sofort der nächste ASP-Zyklus zugeteilt.

Der Datenverkehr läuft dann an dem Befehlszähler und dem Befehlsregister vorbei und läßt ihren Inhalt unberührt.

Aber nur dann kann das EXE selbständig Daten mit dem ASP austauschen, wenn es „weiß“, mit welcher Zelle des ASP verkehrt werden soll. Die Aufforderung zum Datenaustausch muß also genaue Angaben über den Beförderungsweg der Daten enthalten; dieser ist durch Absender und Empfänger festgelegt. Nur in den besonderen Fällen, in denen das EXE (und mit ihm der entsprechende Endpunkt des Datenweges) schon eindeutig durch die Ansteuerung über seine Kanalnummer erreicht wird, entfällt ein Hinweis. Ähnlich ist es mit dem Umfang des Datentransports. Einzelne Daten ein- oder auszugeben, ist meistens unrentabel. Immer wieder neue Befehle zum Datentransfer an das EXE zu schicken, kostet nämlich relativ viel Zeit; zudem belastet jede zusätzliche Befehlsgebung das Steuerwerk der ZE unnötig. Folglich ist es wirtschaftlicher, die Daten blockweise zu versenden und einen wortweisen Verkehr den Fällen vorzubehalten, in denen sich der Blockverkehr wegen der Art der beteiligten Geräte, ihren Informationen und ihrer Bedienung nicht lohnt. Dieser Ausnahmefall ist z. B. gegeben, wenn der Operator die Informationen über einen Blattschreiber in die ZE gibt, weil dieser — vom Rechner aus betrachtet — sehr langsam arbeitet.

Die Detailanweisungen für den Datenverkehr: Absender, Empfänger, Umfang und anderes müssen in dem EA-Befehl (Elementauswahlbefehl) und in nachfolgenden EV-Befehlen (Elementversorgungsbefehlen) enthalten sein. Der Befehlsempfänger ist eine EXE-Steuerung, in der diese Parameter in geeigneten Registern aufgefangen und ausgewertet werden. Hier wird auch für einen ordnungsgemäßen Betrieb in der Mechanik und in den elektrischen Stromkreisen für die Signalumsetzung gesorgt.

Jede Steuerung eines Externen Elements läßt sich also in zwei, wenn eine Mechanik angeschlossen ist, in drei wesentliche Teile gliedern.

Um jeden dieser Abschnitte ansprechen und seine speziellen Eigenschaften erläutern zu können, werden hier auf bestimmte Tätigkeiten hinweisende Bezeichnungen benutzt, die in dieser Form aber noch nicht offiziell eingeführt sind.

Eine EXE-Steuerung besteht aus:

- Der *Elementsteuerung* (auch *Grundsteuerung* genannt); diese nimmt die Befehle von der ZE auf und setzt sie in interne Anweisungen und in Bearbeitungsgrößen um; außerdem wickelt sie den Datenaustausch mit der ZE ab. Hierzu besitzt sie die oben erwähnten Register, die die Parameter für den Datentransport aufnehmen, und zusätzlich in den meisten Fällen eine Ablaufsteuerung, die wie ein Schrittschaltwerk den Ablauf der Tätigkeiten im EXE dirigiert.

Die Elementsteuerung ist gleichzeitig die Nahtstelle der in Zentraleinheit und Externem Element verwendeten „Technik“.

● Der geräteinternen *Datensteuerung*. In diesem Teil der EXE-Steuerung werden die von der ZE empfangenen Daten aufgefangen und in die Form umgesetzt, die die „Elektromechanik“ des Geräts für ihre Tätigkeit benötigt. Hier geschieht z. B. die Auswertung einer Bitkombination für die Ansteuerung der Stanzmagnete einer Lochkartenausgabe oder die Erzeugung der Magnetisierungsimpulse zur Übertragung der Informationen auf einen Magnetspeicher. Da diese Vorgänge — wie später gezeigt wird — überwacht und nach bestimmten Regeln dirigiert werden, benötigt man umfangreiche Steuerungseinrichtungen.

In Externen Elementen ohne mechanische Einrichtungen werden in diesem Steuerungsteil bestimmte Signalwege durchgeschaltet; dies kann in Form eines Multiplexes geschehen, der wie ein Vielfachscharter Verbindungen zu „außenliegenden“ Absendern oder Empfängern von Daten herstellt.

Hier laufen die Informationen auch durch Serien-Parallel- bzw. Parallel-Serien-Umsetzer, wenn die Peripherie die von der ZE geforderte bitparallele Form nicht anbietet oder akzeptiert.

● Der *Geräteststeuerung* für die elektromechanischen Einrichtungen des EXE. Für die Betätigung von Magnetantrieben und das Zu- und Abschalten von Motoren sind Schaltglieder erforderlich, die in dieser Umgebung eigentlich fremd anmuten. So trifft man nicht selten auf große Relais und Schütze, die die Netzspannung schalten und selbst mit relativ hohen Strömen betätigt werden müssen. Diese Bauteile sind nach anderen Regeln zusammenzustellen und zu betreiben als die elektronischen Geräteststeuerungen (z. B. nach VDE 0110) und verdienen deshalb besondere Beachtung.

Diese Aufteilung der Steuerung eines Externen Elements in die genannten Aufgabenbereiche ist willkürlich getroffen und nicht bei allen Ausführungen gleich klar erkennbar. Meistens faßt man auch die Teile 2 und 3 unter dem Begriff Geräteststeuerung zusammen und betont damit den Gegensatz zur Elementsteuerung. Trotzdem sollte man sich bei allgemeinen Betrachtungen über die Steuerungsvorgänge in EXE über die funktionelle Aufgabenteilung auf jede beteiligte Einheit im klaren sein.

2.3. Beispiel für einen Datenaustausch

Die zum Teil sehr umfangreiche und komplizierte Ausrüstung eines EXE ist erforderlich, weil wirklich alle Vorgänge vollautomatisch ablaufen müssen. Normalerweise darf außer der Inbetriebnahme und den üblichen Bedienungen, wie Einlegen von Kartenstapeln, Lochstreifen und Druckpapier und dergleichen, kein manueller Eingriff notwendig werden, wenn die ZE mit dem EXE korrespondiert. Deshalb ist die Anzahl der einander folgenden Einzelschritte beim Datenverkehr überraschend hoch. Um die Beschreibung aber doch noch einigermaßen übersichtlich zu halten, sind nur so viele Details erfaßt, als für das Verständnis im großen Rahmen unerlässlich sind.

Die Erläuterungen zu den Zentraleinheiten (Band 1) verweisen darauf, daß es EXE für *Teilwortverkehr* (über einen Standardkanal der ZE) und solche für *Wortverkehr* (über einen Schnellkanal der ZE) gibt. Die ZE 301 hat nur zwei Nahtstellen für einen Datenaustausch mit 24-Bit-Wörtern. Die übrigen Zentraleinheiten sind entsprechend Tabelle 1 bestückt:

Grundsätzlich könnte der Datenverkehr über die unterschiedlichen Nahtstellen nach gleichen Regeln ablaufen. Es wurde aber schon erklärt, warum es hier doch Unterschiede gibt. Die vielen vorhandenen Gemeinsamkeiten erlauben jedoch, durch die Beschreibung eines Vorgangs die Möglichkeit zu schaffen, Parallelen für andere zu finden. Man muß dazu nur die besonderen Eigenschaften jeder EXE-Steuerung kennen.

Als weiteres aufschlußreiches Hilfsmittel für die Erklärung der Prozeduren im Datenverkehr dient der enge Zusammenhang zwischen der Hardware und der Software in einer Rechneranlage. Im Rahmen dieser Betrachtungen ist es sicher nicht notwendig, die Programmierung des Prozeßrechners genau zu kennen. Doch sollte man sich vorstellen können, daß — wie in Band 1 betont — die Bitmuster der Befehle als Mini-

Tabelle 1

ZE	Anzahl der Standardkanäle	Anzahl der Schnellkanäle
302	5	—
303	6	—
304	10	max. 5
305	10	max. 5
306	10	max. 5

schalterstellungen in den Stromkreisen aufgefaßt werden können, woraus Hinweise auf den Ablauf in den externen Steuerungen abzuleiten sind. Dies soll am Beispiel der Lochstreifeneingabe LSE erklärt werden. Die Befehlsgruppe der Zentraleinheit für die Eingabe eines Datenblocks von einem Lochstreifen lautet:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
EA	Kanal - Nr.																		1	0	1	0	0	1
EVa	ANFADR des ASP-Bereichs																		1	1	0	0	0	0
EVb										Zeichenanzahl									1	1	0	0	0	0

Diese drei Befehle sind Teile eines Programms, das im Arbeitsspeicher der ZE steht. Bei ihrer Abarbeitung laufen folgende Vorgänge ab (Bild 1):

- Das Steuerwerk liest den EA-Befehl (Elementauswahlbefehl), dessen Adresse im Befehlszähler enthalten war, aus dem ASP und bringt ihn in das Befehlsregister (BR).

- Die Befehlsdecodierung stellt im Operationsteil des Befehls, Bit 19 bis 24, fest, daß es sich um einen Elementauswahlbefehl EA handelt, und veranlaßt die Durchschaltung der Bitstellen 2 bis 5 (Kanalnummer) zum Elementauswahlregister (EAR). Die Kanalnummern werden hier gespeichert, solange die ZE das Register nicht durch einen weiteren EA-Befehl umlädt. Dann ermittelt die Kanaldecodierung (KDEC) aus dem Bitmuster im EAR den anzusteuern den Kanal und öffnet den Weg zur Lochstreifeneingabe (LSE).

- Das Decodierungssignal von der Kanaldecodierung KDEC — mit der Bezeichnung BBE (Befehl steht bereits) — läuft zu der Torschaltung in der angesteuerten Elementsteuerung, die den für sie bestimmten Inhalt des Befehlsregisters durchläßt. Auf der Sammelleitung werden die Bitstellen 1 bis 14 und 22 bis 24 angeboten; davon übernimmt die Elementsteuerung nur die Bitstellen 22 bis 24. In ihnen ist der Hinweis auf die Verkehrsrichtung, also auf eine Eingabe, enthalten, der gleichzeitig als Schaltkommando für das Anwerfen der Gerätemotore in der LSE verstanden wird.

- Die Elementsteuerung meldet mit dem Signal RBE (Rückmeldung nach Befehlsübernahme) an die ZE, daß der erste Parameter eingetroffen ist. Bis zum Empfang dieser Meldung befindet sich das Steuerwerk der ZE im Leerlaufzustand; dieser wird nun durch das RBE-Signal am Prioritätenetzwerk aufgehoben, wodurch das Signal BEL (Befehl lesen) wirksam wird.

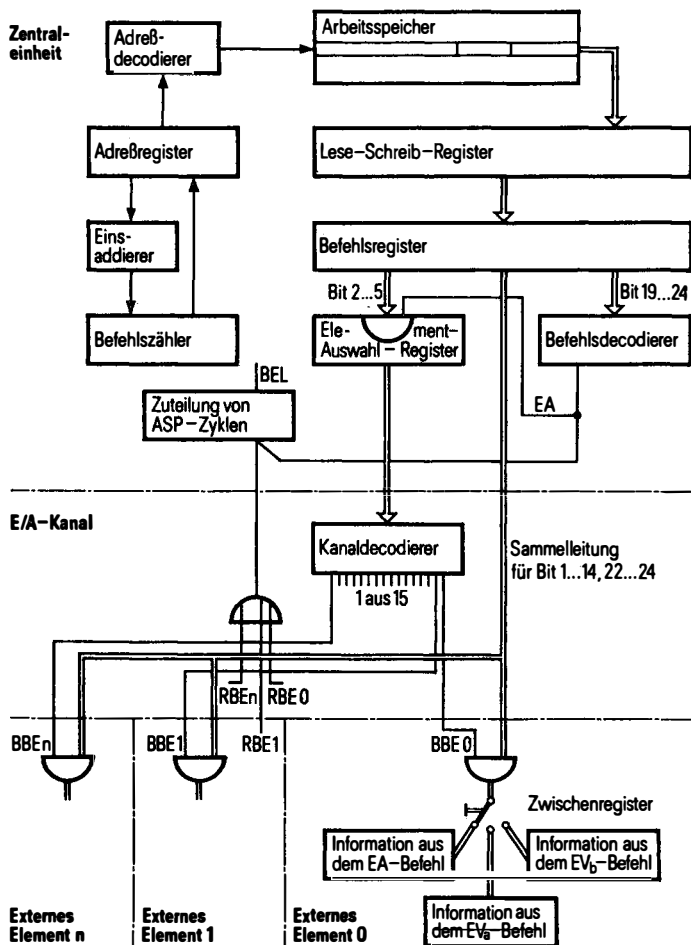


Bild 1
Befehlsgabe an ein Externes Element

So erhält der nächste Befehl, dessen Adresse im Befehlszähler steht, den nächsten ASP-Zyklus zugeteilt. Daß ein Signal höherer Priorität am Prioritätennetzwerk dazwischen kommen kann, ist bei dieser Betrachtung außer acht gelassen.

● Der nachfolgende, in das Befehlsregister gebrachte Befehl wird von der Decodierung als Elementversorgungsbefehl EV erkannt. Da das EAR noch gesetzt ist, das BBE-Signal demnach wieder zu der LSE-Steuerung gelangt, wird von dieser auch der zweite Parameter übernommen. Dabei handelt es sich um die Empfängerangabe, nämlich die Anfangsadresse des Arbeitsspeicherbereichs, in den der Datenblock vom Lochstreifen übertragen werden soll.

Von diesem EV-Befehl speichert die Elementsteuerung nur die ersten 14 Bitstellen ab.

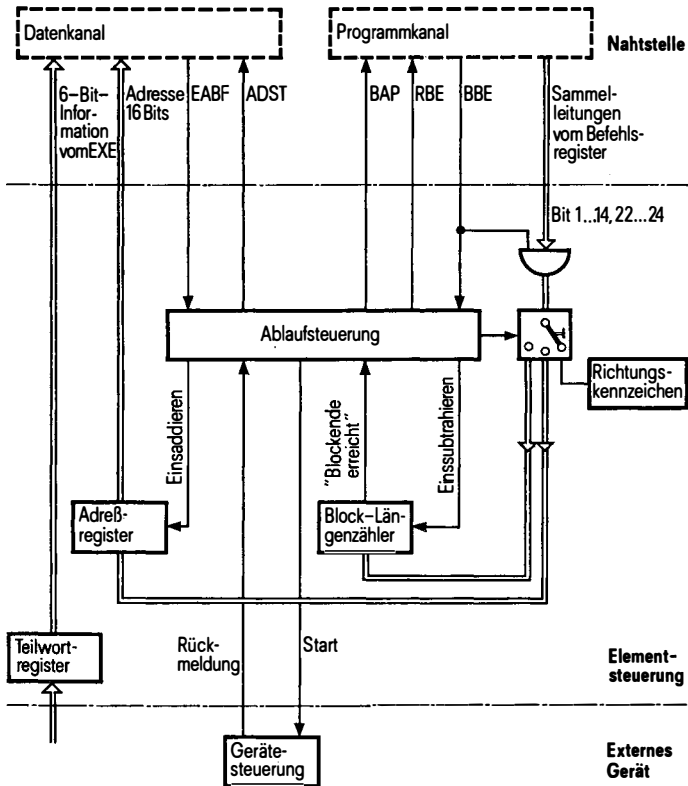
● Der empfangene Befehl wird wie der vorhergehende quittiert, so daß das Lesen des nächsten möglich ist. Dieser wird auch als EV-Befehl erkannt, und die Parameterübergabe verläuft ebenso wie bei dem ersten EV-Befehl.

Damit hat die Elementsteuerung die drei interessierenden Angaben erhalten: die Verkehrsrichtung, die Anfangsadresse im ASP und die Anzahl der Teilwörter (bzw. Zeichen), die transferiert werden sollen. Die Quittierung des letzten EV-Befehls gibt in dem Steuerwerk der ZE das Lesen des im ablaufenden Programm folgenden Befehls frei. Damit hat die ZE alles getan, was für die Arbeitsaufnahme durch die LSE notwendig ist. Diese reagiert „irgendwann“ auf die Aufforderung des Rechners.

Die Befehlsübergabe benutzt den *Programmkanal*. Dieser besteht aus so vielen Einzeladern, als Einzelsignale und Bitstellen aus Befehlswörtern übertragen werden müssen. Die Einzelleitungen sind allerdings nicht die Adern eines Kabels, sondern sind mit den Signalwegen des Datenkanals auf zwei 31adrige Kabel aufgeteilt. Die Nahtstellen an der ZE sind alle einheitlich aufgebaut, so daß jeder Ader im Kabel ein bestimmtes Signal zugeordnet ist. Wenn ein EXE das eine oder andere Signal nicht auswertet oder benützt, wird das bei der Auslegung des Kabels nicht berücksichtigt.

In jedem Externen Element befindet sich eine *Ablaufsteuerung*. Darunter versteht man eine Art Schrittschaltwerk, das durch das BBE-Signal der ZE angestoßen wird und in Abhängigkeit von fest eingestellten Zeitgliedern oder von dem Eintreffen bestimmter Impulse der ZE Signale nach außen gibt. Diese Signale veranlassen unter anderem auch das Einschreiben der Befehlsparameter in die dafür vorgesehenen Re-

gister. Man kann sich die Ablaufsteuerung deshalb auch als automatisch umlaufenden Vielfachschalter vorstellen, der nach dem Laden der Zwischenregister wieder in seine Ruhestellung zurückkehrt (Bild 2).



- ADST Anforderung an die Datensteuerung
 BAP Bedingte Anforderung auf Programm-Unterbrechung
 BBE Befehl steht für das Externe Element bereit
 RBE Rückmeldung des Externen Elementes nach Befehlsübernahme
 EABF Elementabfertigung (d. h. das Element erhält einen ASP-Zyklus zugeteilt)

Bild 2
 Schema einer Elementsteuerung

Die Register für die Aufnahme der ASP-Adresse und der Teilwortanzahl sind als Zähler aufgebaut. Der Blocklängenzähler, der mit der Teilwortanzahl aus dem EVb-Befehl geladen wird, hat den Charakter eines „Auf-Null-Zählers“. Nach jedem Teilworttransport wird sein Inhalt um 1 verkleinert, bis der Wert Null erreicht ist. Dies ist dann das Zeichen, den Datenverkehr zu beenden.

Das Adreßregister erhält mit dem EVA-Befehl eine 14stellige ASP-Adresse. Da von der LSE aber nur Teilwörter an die ZE abgefertigt werden können, sind zur Füllung einer ASP-Zelle vier Eingaben notwendig. Der automatische Betrieb erfordert, daß jedes Teilwort an den richtigen Platz im Maschinenwort dirigiert wird. Dies ist nur durch gezielte Teilwortadressierung möglich. Deshalb hat das Adreßregister in der Elementsteuerung und im Steuerwerk der ZE 16 Bitstellen, von denen die letzten beiden die Position des Teilworts im ganzen Wort bezeichnen. Nach jedem Teilworttransport wird auf die 16. Stelle der Adresse 1 aufaddiert und damit fortlaufend der richtige Speicherplatz in der ZE gefunden.

Nach dem Eintreffen des letzten EV-Befehls gibt die Ablaufsteuerung der Gerätesteuerung das Startsignal, daraufhin wird das erste Zeichen gelesen und die Mechanik in Bewegung gesetzt. Nach dem Weiterücken des Lochstreifens um eine Teilung liest die zweite Lesestation dasselbe Zeichen zur Kontrolle nochmals und läßt es mit dem zuerst gelesenen Bitmuster vergleichen. Anschließend wandert das Teilwort in das Zwischenregister der Elementsteuerung, woraufhin das Gerät an die Ablaufsteuerung das Ende des Lesevorgangs meldet.

Die Übertragung der Teilwörter in den ASP läuft nach Bild 3 so ab:

- Wenn die Gerätesteuerung das Operationsendesignal gibt, richtet die Ablaufsteuerung das Signal ADST (Anforderung an die Datensteuerung) an die ZE; es trifft auf die erste Stufe des Prioritätenetzwerks und fordert dieses zur Zuteilung des nächsten ASP-Zyklus auf. Da diese Anforderung die höchste Priorität hat, wird sie auch sofort erledigt.

Hierbei ist wieder vorausgesetzt, daß kein EXE mit höherer Kanalpriorität Anspruch auf einen ASP-Zyklus erhoben hat.

- Das Signal ADST wird vom Steuerwerk mit EABF (Elementabfertigung) als Quittungssignal für die Elementsteuerung beantwortet. Dieses öffnet die Torschaltungen für die ASP-Adresse und die Information, so daß beide an den Registern der Datensteuerung anstehen.

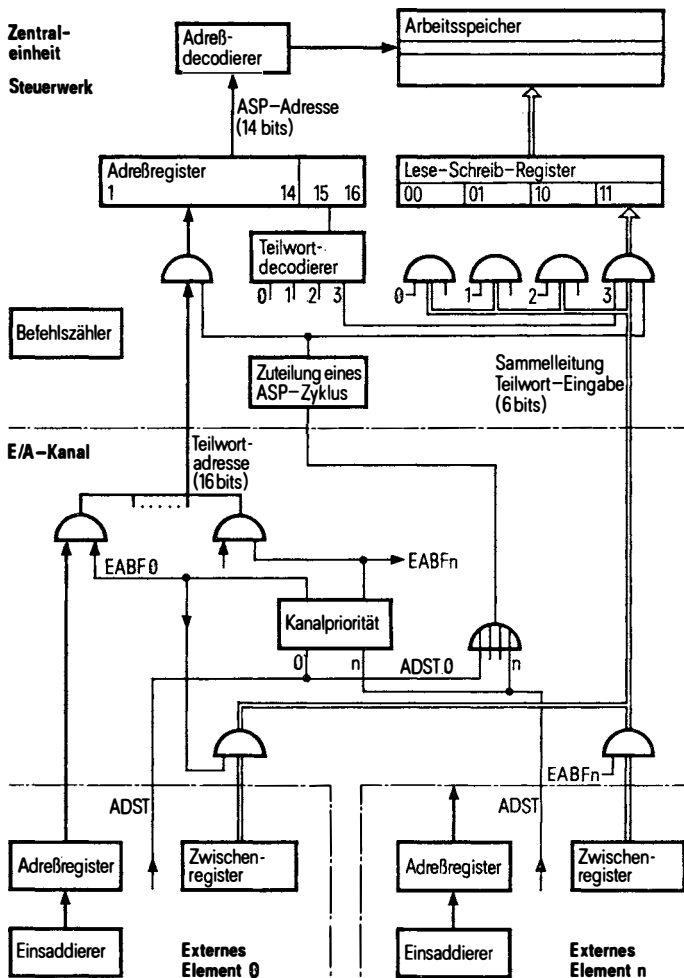


Bild 3
Dateneingabe von einem EXE

● Die ersten 14 Stellen des Adreßregisters (AR) steuern eine ASP-Zelle an. Die restlichen Bitstellen werden dem Teilwortdecodierer zugeführt, dessen Ausgangssignal für die richtige Positionierung des Teilwortes im Lese-Schreib-Register (LSR) sorgt. Im Verlauf des ASP-Zyklus wird der (in sechs Bitstellen erneuerte) gesamte Inhalt des LSR in die angesteuerte Zelle des ASP übernommen.

● Die sechs Flipflops des LSR, an die das Teilwort jeweils gerichtet ist, werden vor der Informationsübernahme zurückgesetzt; sie geben also die richtige Bitkombination an die Zellenkerne weiter. Anfangs hat die adressierte ASP-Zelle einen „beliebigen“ Inhalt. Bei jedem dem LSE zugeteilten ASP-Zyklus gibt sie ihre Information an das LSR — weil der Zyklus immer aus Lesen und Schreiben besteht, wenn etwas in die ZE eingegeben wird — und erhält diese dann in geänderter Form zurück. Der Signalzustand der LSR-Flipflops wird von der Bitstelle 1 an 1-bit-weise erneuert, bis das gesamte Wort vom Lochstreifen übernommen ist.

● Die Elementsteuerung veranlaßt sofort nach Weitergabe eines Teilwortes die Bereitstellung des nächsten. Die „langsame“ Mechanik kann also so lange weiterarbeiten, bis der ganze Informationsblock transferiert ist, d. h. bis der Blocklängenzähler Null erreicht hat. Das Stoppsignal für die Mechanik erscheint so, daß der Lochstreifen mit einer neuen Lochkombination vor der ersten Lesestation steht; in dieser Stellung wurde das letzte zu übertragende Zeichen noch vollständig gelesen. Damit kann bei einem neuen Lesekommando alles — wie beschrieben — neu beginnen.

● Wenn die Ablaufsteuerung, veranlaßt durch den Blocklängenzähler, die Eingabe beendet hat, muß sie noch der ZE den Operationsabschluß melden. Sie tut dies mit der Übertragung eines „Gerätekennzeichens“ und dem Signal BAP (Bedingte Anforderung an die Programmsteuerung). Daraufhin untersucht die ZE, ob die Lochstreifen-eingabe weiterarbeiten soll oder ob sie stillgesetzt werden kann.

Die Teilwortadresse, die Information und die Einzelsignale für die Eingabesteuerung laufen über den *Datenkanal* zur ZE. In diesem ist, wie beim Programmkanal, jedem Steuersignal und jeder Bitstelle in Adresse oder Information eine feste Leitungsader zugeordnet.

Der geschilderte Vorgang der Dateneintragung in den ASP beansprucht — wie gesagt — die Programmsteuerung nicht. Er trägt die Bezeichnung: *cycle stealing*, weil das EXE dem gerade laufenden Programm jeweils einen ASP-Zyklus *stiehlt*. Das in Bearbeitung befindliche Pro-

gramm braucht nichts mit dem Eingabevorgang zu tun zu haben. Es wird durch die Tätigkeit der LSE nicht unterbrochen, sondern nur in seiner Gesamtlaufzeit um die Dauer der gestohlenen Zyklen verlängert.

Die Lochstreifeneingabe bringt bei einer Lesegeschwindigkeit von max. 400 Zeichen/s im Abstand von jeweils nur 2,5 ms ein neues Zeichen, dadurch wird die Programmsteuerung wenig behindert. Ein schnelles EXE, das über einen Schnellkanal mit einer Datenrate von mehr als 100 000 Wörtern/s Daten einschreibt, hält das laufende Programm stärker auf. Doch bleibt ein solcher Vorgang wegen der Kürze eines üblichen Datenblocks überschaubar und wirkt sich bei geschickter Programmierung kaum auf die Prozeßführung aus.

Weil aber bei der Arbeit eines Prozeßrechners Zeiten sehr hoher Auslastung auftreten können, z. B. wenn mehrere Externe Elemente gemeinsam an der Lösung einer Aufgabe beteiligt sind, kann man nur durch gute Organisation dafür sorgen, daß jede beteiligte Stelle der Rechneranlage im richtigen Augenblick tätig wird.

Mit cycle stealing werden auch Daten aus dem ASP ausgegeben. Das EXE steuert die entsprechende ASP-Zelle — wie oben beschrieben — an und holt sich die Information aus dem Lese-Schreib-Register. Dies geschieht über den Schnellkanal unmittelbar; beim Standardkanal jedoch wird die 6-Bit-Information in einem besonderen Teilwortregister zwischengespeichert bis zur sicheren Abholung durch die Elementsteuerung. Damit wird die Programmsteuerung dann nicht über einen ASP-Zyklus hinaus aufgehalten, wenn die EXE-Steuerung zur Abholung mehr Zeit braucht.

In der ZE 306 gelangt jede ein- oder auszugebende Information in ein Zwischenregister: den Lesepuffer (siehe Band 1, S. 52). Dies liegt aber nur an der dort stattfindenden Taktumsetzung. Sonst läuft der Datenverkehr auch dort wie beschrieben ab, wenn man von den Besonderheiten der ASP-Adressierung und der Funktionsteilung zwischen Lese-Schreib-Register und Datenregister absieht.

Zusammengefaßt sei nochmals hervorgehoben:

Die ZE veranlaßt das EXE zu einer genau definierten Tätigkeit.

Das EXE bereitet die Übergabe oder -nahme von Daten mit seiner eigenen Geschwindigkeit vor.

Das EXE wird jeweils nur für die kurze Dauer eines ASP-Zyklus mit dem Steuerwerk und dem ASP der ZE direkt verbunden.

Damit ist die hohe Geschwindigkeit der ZE für das EXE nur vorübergehend fühlbar und die ZE wird durch das EXE nicht behindert.

2.4. Alarmbearbeitung und Programmunterbrechung

Im Gegensatz zum cycle stealing, dem Verzögern eines Programmablaufs, bedeutet eine Programmunterbrechung das vorläufige Beenden der Bearbeitung. Eine Fortsetzung kann, aber muß nicht stattfinden. Der Grund für eine Unterbrechung ist immer der Hinweis eines Peripheriegeräts auf ein Vorkommnis, das die ZE dringend zur Kenntnis nehmen muß.

Ein solcher Hinweis kann ein *Alarm* sein. Mit einem Alarm meldet sich die Prozeßanlage, wenn ein Ereignis eintritt, das in der Programmierung zwar berücksichtigt ist, das aber zeitlich nicht in den Programmablauf eingeordnet werden kann. Der Rechner ist also nicht vorbereitet, das entsprechende Signal von sich aus anzufordern, sondern er muß auf sein Erscheinen warten.

So wird z. B. ein Maschinenschaden nicht in den Prozeßablauf einprogrammiert werden; dagegen erhält der Rechner aber Programme, die aus der Meldung eines Maschinenschadens bestimmte Reaktionen ableiten. Bei einem Alarm muß es sich aber nicht immer um einen solchen Notfall handeln. Die Impulse für eine Stückzählung oder das Erreichen einer Endstellung, d. h. das Ansprechen eines Endsalters, stellen auch Meldungen dar, die die Prozeßanlage spontan abgibt und die der Rechner zur Kenntnis nehmen muß.

In all diesen Fällen ist ein Unterbrechen des laufenden Programms nicht zu umgehen, damit die ZE durch ein besonderes Bearbeitungsprogramm ermitteln kann, wer einen Alarm gegeben hat und wie wichtig die Alarmauswertung ist.

Ein Programmablauf ist selbstverständlich nicht an jeder Stelle abbrechbar. Die Befehlsfolge repräsentiert einen Vorgang im Zusammenhang mit der Verfolgung des Prozesses, der ja sicher zu Ende geführt werden muß. Demnach darf das Programm nur so unterbrochen werden, daß es danach zuverlässig wieder weitergeführt werden kann; das dauert meist nur Bruchteile einer Sekunde.

Als Kennzeichen für den Punkt, an dem das Programm unterbrochen wurde, ist nur die Fortsetzadresse im Befehlszähler des Steuerwerks verwendbar. Allerdings muß dafür gesorgt sein, daß der letzte Befehl davor vollständig ausgeführt ist und daß alle wichtigen, im Rechenwerk (z. B. in den Akkumulatoren) zwischengespeicherten Daten gesichert sind. Diese Sicherheit gibt es nur im ASP. Der Programmierer darf also nur dort eine Programmunterbrechung erlauben, wo die Abspeicherung bereits stattgefunden hat.

Die Befehlswörter, nach denen ein Programm unterbrochen werden darf, enthalten eine 1 auf Bitstelle 18. Diese 1 wird durch das Übersetzerprogramm aufgrund des vom Programmierer vorgesehenen Punktes in Spalte 14 der PROSA-Lochkarte erzeugt.

Für den Übergang vom gerade ablaufenden auf ein anderes Programm — aufgrund eines wichtigen Ereignisses — stellt das EXE eine *Bedingte Anforderung an die Programmsteuerung (BAP)*. Diese ist ein Hardwaresignal, das eine Stufe des Prioritätennetzwerks setzt. Eine BAP kann von folgenden Stellen kommen:

- Von einem alarmbildenden Signalformer (einer Digitaleingabe) des Prozeßelements P1K, der Meldungen der Prozeßanlage erfaßt;
- von einem EXE, das — wie die Lochstreifeneingabe — das Ende einer Ein- oder Ausgabeoperation anzeigen will, damit die ZE den Vorgang als abgeschlossen betrachten kann;
- von einem EXE, das einen Fehler oder einen besonderen Betriebszustand in seiner Mechanik, in seiner Steuerung oder während des Arbeitsablaufs melden will.

Bild 4 zeigt schematisch die Bearbeitung eines Alarms, der beim Setzen einer Digitaleingabe — deren Beschreibung noch folgt — als kurzes Signal erzeugt wird. Der Alarmimpuls läuft auf einen Ringkern des sogenannten Alarmgruppenregisters AGR, eines Bausteins der wichtigsten Gerätesteuerung im Prozeßelement P1K, und wird dort bis zur Abfrage gespeichert. Gleichzeitig steht er als BAP-Signal vor der ZE an.

Wie bereits erwähnt, muß jedes EXE zur Identifizierung des BAP-Absenders ein charakteristisches Kennzeichen aussenden, das *PU-Bit*. Dieses Bit steht auf einer eigens vereinbarten Bitstelle in einem Teilwort einer der ASP-Zellen, die den Namen *Programmunterbrechungs-Register* (PU-Register) führen. Die Adressen dieser PU-Registerzellen liegen fest; die Lage des PU-Bits im jeweiligen Teilwort wird mit Schiebeschaltern an der Elementsteuerung jedes EXE nach der Vorschrift des ORG eingestellt. Durch das Anlegen von Spannung an die über die Schiebeschalter führenden parallelen Stromkreise — wie hier mit Hilfe des BAP-Signals — und durch das gleichzeitige Anbieten eines bestimmten Teilworts mit dem PU-Bit erfolgt mit cycle stealing das Eintragen des Absenderkennzeichens in den ASP.

Nach Ablauf dieses Arbeitsspeicherzyklus für das Einschreiben des PU-Bits wird die BAP-Stufe des Prioritätennetzwerks gesetzt (siehe dazu

Programmierte Möglichkeit für PU z. B. nach Befehl TAS. ADR

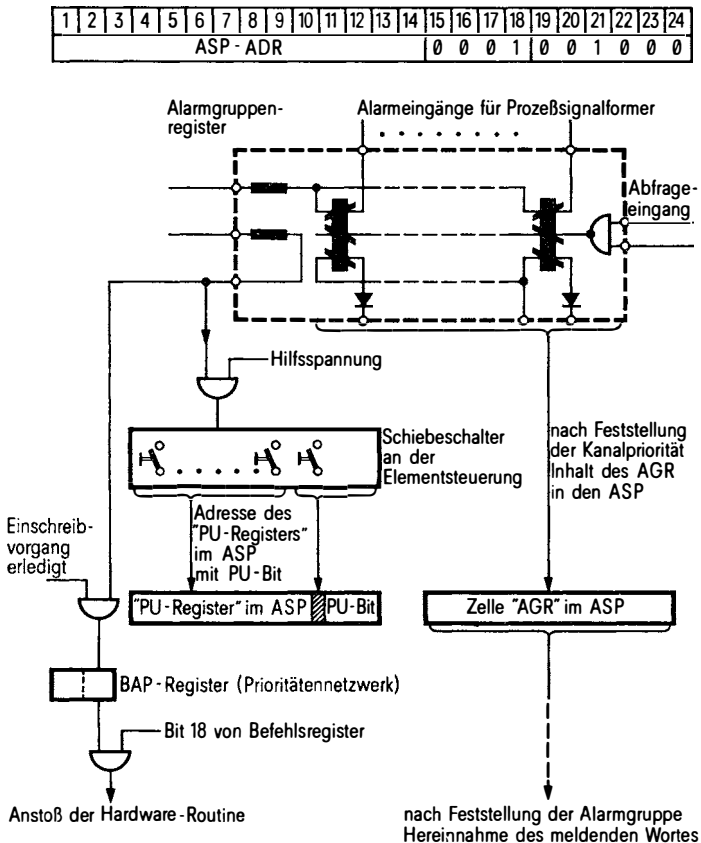


Bild 4

Schema der Alarmbearbeitung mit Programmunterbrechung

Band 1). Ihre Anforderung eines ASP-Zyklus steht an, bis am Befehlsregister ein Befehl decodiert wird, dessen Bitstelle 18 mit 1 besetzt ist. Nach Ausführung dieses „unterbrechbaren“ Befehls setzt ein Signal das Adreßregister im Steuerwerk vollständig zurück, was der Adreßangabe 0 entspricht. Der dem BAP-Signal zugeteilte ASP-Zyklus sorgt nun über das Lese-Schreib-Register für die Übernahme des Befehls-

zählerinhalts in Zelle 0 des ASP. Damit ist die Fortsetzadresse des unterbrochenen Programms gesichert. Im gleichen Zyklus wird der Befehlszählerinhalt auf 1 gestellt und durch ein 1-Signal auf Bitstelle 13 zu 3 ergänzt. Der nächste ASP-Zyklus bringt so die Ansteuerung des Befehls in der Zelle 3 des ASP und damit den Beginn der Routine im Organisationsprogramm, die die Meldungsursache untersucht.

Diese Routine besteht hauptsächlich im Umspeichern der Fortsetzadresse in den für die Aufbewahrung reservierten ASP-Bereich, damit die nächste BAP-Bearbeitung ungehindert anlaufen kann; darüber hinaus ermittelt sie das meldende EXE aus der Lage des PU-Bits und leitet davon ab, wie dringlich die Bearbeitung ist, und anderes mehr. Im angenommenen Fall wird festgestellt, daß das Prozeßelement P1K die BAP abgegeben hat. In der Meldungsauswertung (Alarmbearbeitung) wird aus der Position des im Alarmgruppenregisters gesetzten Kerns abgeleitet, aus welcher Gruppe von Digitaleingaben die Meldung stammt. Danach folgt — wieder abhängig von der Programmpriorität — die Reaktion des Rechners auf den Alarm.

Gibt ein Externes Element eine BAP als Operationsendemeldung ab, entfällt eine längere Auswertung. Vor der BAP und der PU-Bit-Übermittlung hat das EXE nämlich schon ein sogenanntes Anzeigenbit zur ZE abgefertigt, aus dem das Organisationsprogramm sofort die Meldungsursache erfahren kann. Hier schließt sich der PU-Bit-Auswertung sofort die Untersuchung der Anzeige und ihrer Folgerung an.

Ein Problem im automatisierten Prozeß ist die zeitliche Auflösung der Aufeinanderfolge fast gleichzeitig aus dem Prozeß ankommender Alarmer. Ihre Erkennung ist nur möglich, wenn die Anwenderprogramme unterbrechbar sind. Der wichtigste Teil der Alarmbearbeitung ist das Einschreiben des PU-Bits. Ist das laufende Programm in ausreichend kurzem Abstand unterbrechbar und das Auswerteprogramm von hoher Priorität, so lassen sich noch Alarmer erfassen, die in weniger als einer Millisekunde einander folgen. Mit so günstigen Bedingungen ist nicht immer zu rechnen, weil es in einem Prozeßrechner stets besonders wichtige Programme gibt, die nicht unterbrochen werden dürfen. Daher muß bei jeder Programmierung die angestrebte Alarmauflösung mit den Erfordernissen des Prozesses in Einklang gebracht werden.

2.5. Übersicht

Die am Beispiel der Lochstreifeneingabe erläuterte Form des Datenverkehrs ist bei anderen Externen Elementen in der einen oder anderen Weise abgewandelt. Die wichtigsten Varianten sollen hier kurz dargestellt werden:

Ein externes Gerät mit einer bestimmten Funktion läßt sich meistens über seine Kanalnummer eindeutig ansprechen. Hat es eine kombinierte Steuerung für Datenein- und -ausgabe, macht ein Kennzeichen auf die gewünschte Richtung des Transfers aufmerksam.

Eine EXE mit mehreren Anschlußpunkten zum Prozeß hin schreibt für jeden Ein- und Ausgang eine genaue Adressierung vor. Diese Adresse ist in einem zusätzlichen Befehl unterzubringen.

Ein Externes Element braucht immer eine Elementsteuerung, damit der Datenverkehr unabhängig von der Programmsteuerung ablaufen kann.

Anmerkung

Programmsteuerung ist die Tätigkeit des Steuerwerks einer ZE beim Abarbeiten eines Programms.

Die wichtigste Aufgabe der Elementsteuerung ist die Verwaltung des verfügbaren Arbeitsspeicherraums, mit dem verkehrt werden soll. Dies ist besonders bedeutungsvoll für die Projektierung einer Zusammenkopplung von zwei Zentraleinheiten.

Der Abschluß einer externen Operation mit Datenblocktransfer wird bei vielen EXE durch eine BAP (Bedingte Anforderung an die Programmsteuerung) signalisiert. Schreibende und druckende Geräte einschließlich ihrer Steuerungen warten dazu auf ein Bereichsendezeichen oder ein Semikolon, das auch das Textende markiert.

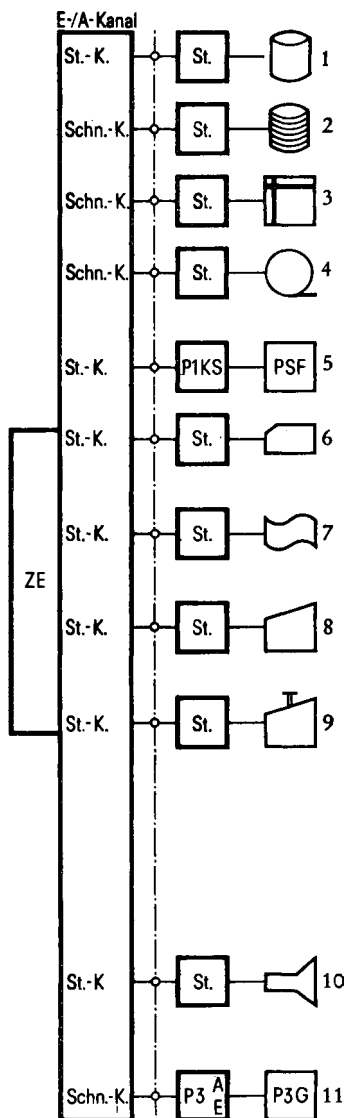
In manchen Betriebsarten jedoch erfolgt eine Endemeldung nicht, so daß die ZE selbst bei dem EXE anfragen muß, ob es noch beschäftigt ist oder nicht; diese Programmierung ist aber für Prozeßrechner nicht geeignet.

Veranlaßt wird ein Datentransport — wie mehrfach erwähnt — von der ZE. Dies geschieht mit einer auf jede EXE-Steuerung eigens zugeschnittenen Befehlsfolge, die mit einem EA-Befehl beginnt. Nur in einem Sonderfall genügt dieser EA-Befehl allein, weil die notwendigen Vorkehrungen für einen geordneten Datenverkehr mit anderen Mitteln getroffen sind. Das heißt, daß sich keine Arbeitsabwicklung grundsätzlich von der unterscheidet, die für die LSE beschrieben wurde; man kann aber Befehlsinhalte durch Hardwareeinrichtungen ersetzen. Wie weit das praktiziert wird, zeigen die folgenden Gerätebeschreibungen.

Es werden drei Verkehrsarten unterschieden:

- *Der befehlsgesteuerte Verkehr*; hier muß für jede einzelne Date, also für jedes Teilwort oder für jede Wortinformation, eine eigene Be-

Bild 5:
Datenverkehr der EXE
mit der ZE
eines Prozeßrechners



- 1 Trommelspeicher, Ein-/Ausgabe blockweise, hardware-gesteuert, Blockanfang 1 EAW + 3 EVS (Anfangssektor, ANFADR, ENDADR)
- 2 Plattenspeicher, Ein-/Ausgabe blockweise, hardware-gesteuert, Blockanfang 1 EAW + 3 EVS (Kopf-/Satz-Nr., ANFADR, ENDADR)
- 3 Kernspeicher, Ein-/Ausgabe blockweise, hardware-gesteuert, Blockanfang 1 EAW + 3 EVS (KS-Anfadr, ANFADR, ENDADR)
- 4 Magnetbandgeräte, Ein-/Ausgabe, blockweise, hardware-gesteuert, Blockanfang 1 EAW + 3 EVS (Bandmarkierung, ANFADR, ENDADR)
- 5 Prozeßelement, Ein-/Ausgabe wortweise, befehlsgesteuert, Teilwort-Operation 1 EAW + 2 EVS (ASPADR, Wortadresse, SF-Kennzeichen)
- 6 Lochkartengerät, Ein-/Ausgabe blockweise (Karteninhalt) hardware-gesteuert, Kartenanfang
- 7 Lochstreifengerät, Ein-/Ausgabe blockweise (Zeichengruppe) hardware-gesteuert, Blockanfang 1 EAW + 2 EVS (ANF ADR, Zeichenanzahl)
- 8 Schnelldrucker, Ausgabe blockweise (Zeileninhalt), hardware-gesteuert, Zeilenanfang 1 EAW + 1[2] EVS (ANFADR, [Zeilenvorschub])
- 9 Blattschreiber,
 1. Variante, Anschluß über Bedienungselement BDK:
Ein-/Ausgabe zeichenweise befehlsgesteuert, Teilwort-Operation 1 EAW (feste ASP-ORG-Zelle)
 2. Variante, Anschluß über P1K - ZÜB:
Ein-/Ausgabe zeichenweise befehlsgesteuert, Teilwort-Operation 1 EAW + 2 EVS (ASP-ADR, Wortadr., SF-Kennz.)
 3. Variante, Anschluß über Fernschreibelement FSK:
Ein-/Ausgabe „blockweise“ (Zeichengruppe) hardware-gesteuert, 1 EAW + 1 EVS (Teilkanal-Nr.), Adressensteuerung durch hardware
- 10 Sichtgerät (alphanumerisch), Anschluß über FSK, Ein-/Ausgabe blockweise hardware-gesteuert, Ausgabebeginn 1 EAW + 1 EVS (Teilkanal-Nr.) Adressensteuerung durch hardware, Eingabe wie Blattschreiber
- 11 Prozeßelement, Ein-/Ausgabe blockweise hardware-gesteuert, Blockanfang 1 EAW + 2 EVS (ANFADR, Wortanzahl)

fehlsgruppe ausgegeben werden. Dieses Verfahren ist dort gut, wo in einem Wort so viele oder so wichtige Einzelinformationen enthalten sein können, daß ihre Auswertung abgeschlossen sein muß, bevor das Hereinholen des nächsten Wortes sinnvoll ist (z. B. beim Prozeßelement P1K). Bei dem Bedienungselement BDK wird die Einsparung von Hardwareausrüstung einem ohnehin fragwürdigen Blocktransfer vorgezogen, da der Bedienungsblattschreiber sehr langsam arbeitet, besonders im Dialogverkehr mit dem Operator.

● Der *hardwaregesteuerte Verkehr* wurde am Beispiel der LSE erklärt. Nach der Befehlsgabe sorgt nur die Hardware für den Datentransport (durch cycle stealing). Die Programmsteuerung schaltet sich erst wieder in das Geschehen ein, wenn der gesamte Informationsblock übertragen worden ist.

● Der *fremdgesteuerte Verkehr* ist eine Abart des hardwaregesteuerten. Auch hier müssen die Register der Elementsteuerung vor Beginn des Datenaustausches mit den notwendigen Parametern geladen werden. Den Anstoß zur Einleitung des Datenverkehrs gibt jedoch eine Einrichtung außerhalb des EXE. Wenn z. B. ein kernphysikalischer Versuchsaufbau einem Rechner Daten zur Auswertung übermitteln soll, bestimmt das Experiment, wann die Werte zur Eingabe anfallen. Die Experimentiereinrichtung fordert die Elementsteuerung zur Datenübernahme auf. Das EXE schreibt die Daten dann mit cycle stealing in den ASP der ZE ein. Die Beendigung der Eingabe — oder einer ähnlich verlaufenden Ausgabe — wird auch hier durch einen Blocklängenzähler bestimmt. Liefert das Experiment weniger Daten als erwartet, sorgt eine Zeitüberwachung in der Elementsteuerung für ein entsprechendes Signal an die ZE.

Das Bild 5 enthält die wichtigsten Externen Elemente mit einer kurzen Charakterisierung ihres Datenverkehrs. Man kann daraus entnehmen, welche Angaben jede Elementsteuerung für ihre Arbeit erhalten muß bzw. — daraus abgeleitet — wie diese Elementsteuerung aufgebaut ist.

3. Standardgeräte

3.1. Blattschreiber T 100

3.1.1. Arbeitsweise

Der Blattschreiber T 100 stammt aus der Fernschreibtechnik und wird als Peripheriegerät für Datenverarbeitungsanlagen in verschiedenen Ausführungen eingesetzt. Er dient zur Ein- und Ausgabe von Texten unterschiedlicher Bedeutung. Der Operator gibt z. B. über ihn Buchstabengruppen und Ziffernfolgen als Daten oder auch als Anweisungen in den Rechner ein und erhält als „Antwort“ des Rechners Betriebs- und Warnmeldungen oder Protokolle. Die Funktion des Blattschreibers in der Rechneranlage ist wegen seiner Vielseitigkeit mit der einer Steuertafel in einer Schaltanlage zu vergleichen.

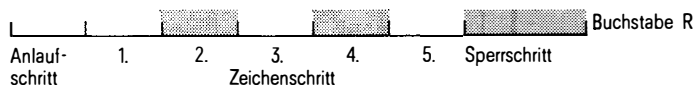
Der Blattschreiber (BS) besitzt in Aufbau und Wirkungsweise die wichtigsten Merkmale des Fernschreibers. Die auffallendsten Unterschiede gegenüber einer üblichen elektrischen Schreibmaschine sind folgende:

- Das Anschlagen einer Taste verursacht nicht unmittelbar das Drucken einer Type, sondern nur das Aussenden einer Impulsfolge, die verschlüsselt einem alphanumerischen Zeichen entspricht.
- Für das Anschlagen eines Typenhebels muß von der Steuerung her ein Zeichen eintreffen, dessen Impulse in mechanische Arbeitsgänge umgewandelt werden. Unter besonderen Umständen kann das von dem Sender erzeugte Zeichen direkt auf den Empfänger geschaltet werden, der den Abdruck veranlaßt.
- Die Typen befinden sich auf einem Typenhebelkorb, der als wandernder Wagen ausgebildet ist. Nur beim Zeilenwechsel werden die Schreibwalze und damit das Papier bewegt, so daß das Schriftbild einer Zeile stehen bleibt, während es entsteht. Die Zeile nimmt maximal 104 Zeichen auf.
- Der Blattschreiber erhält bei Bedarf einen Lochstreifenleser (als Anbausender) und einen Lochstreifenlocher (als Anbaulocher). Damit kann man einen Lochstreifen — unabhängig von der ZE — durch Tastendruck lochen und dann über den Leser zur Eingabe von Informationen in den Rechner benützen.

Die Lochstreifengeräte arbeiten in der Geschwindigkeit des Blattschreibers (BS), der maximal zehn Zeichen pro Sekunde senden oder empfangen kann.

Die mechanischen Vorgänge in einem BS sind nicht leicht zu durchschauen und werden deshalb in speziellen Gerätebeschreibungen sehr genau erklärt. Hier sei kurz das zusammengefaßt, was die Zusammenarbeit zwischen Gerät und Rechner in ausreichender Weise veranschaulichen kann.

Bevor ein Blattschreiber in Betrieb genommen wird, muß sein Motor eingeschaltet werden; dies geschieht natürlich — wie bei allen mechanischen Einrichtungen — in einer Art, die den automatischen Ablauf bei reinem Rechnerbetrieb zuläßt. Wenn während einer Eingabe eine Taste gedrückt wird, verstellen sich einige Gestängehebel in eine für das zu sendende Zeichen definierte Stellung. Gleichzeitig kuppelt ein Magnet die sogenannte Senderwelle mit dem Motor. Während einer Umdrehung der Welle tasten dann mechanische Fühler die Lage der Gestängehebel ab und öffnen und schließen in Abhängigkeit davon den Sendekontakt. Dieser gibt nach einem festen Taktraster eine serielle Bitfolge aus.



Unabhängig von der Wahl der Taste werden bei der Sendung jedes Zeichens Anlauf- und Sperrschritt erzeugt. Diese Art der Zeichendarstellung entspricht dem Fernschreibcode (*CCITT-Code* Nr. 2 des Comité Consultatif International Telegraphique et Telephonique), der für die Verschlüsselung nur fünf auswertbare Bitstellen benützt.

Das gesendete Zeichen läuft zur Elementsteuerung und wird von dieser Bit für Bit an den Empfänger im BS zurückgeleitet, der es zu Papier bringt. Dies geht so schnell vor sich, daß der Operator den Eindruck gewinnen könnte, durch das Drücken der Tasten auch die Typen zu bewegen.

In der Elementsteuerung befindet sich ein Serien-Parallel-Umsetzer, der für den Rechner das eingelaufene Zeichen in bitparallele Form bringt. Dann wird es in der Steuerung bis zur Übergabe an die ZE zwischengespeichert.

Aus einem empfangenen Zeichen, das die ZE durch Signale in parallelen Stromkreisen anbietet, muß die Elementsteuerung zuerst die serielle Bitfolge herstellen, die das Empfangsgerät „versteht“. Der dazu benützte Sendekontakt fügt automatisch den Anlauf- und den Sperrschritt hinzu.

Auf den Anlaufschritt hin wird die Empfänger-Nockenwelle mit dem Motor gekuppelt. Während einer Umdrehung verschiebt die Welle einige mechanische Einstellglieder so, wie es von dem durch die Impulse beaufschlagten Empfangsmagneten vorgegeben wird. Kurz vor Eintreffen des Sperrschritts schlägt der freigegebene Drucker die durch die Stellung der Einstellglieder nicht behinderte Type an.

Der Mechanismus unterscheidet auch die Druckzeichen von den Bitkombinationen, die zur Bedienung der Apparatur gesendet werden (Wagenrücklauf, Zeilenvorschub usw.).

Die ZE versteht den CCITT-Code nicht. Deshalb müssen die Zeichen vor der weiteren Verarbeitung umgeschlüsselt werden. Mit fünf Informationsbits kann man nur 32 verschiedene Zeichen darstellen. Deshalb ist es notwendig, für die Darstellung der 64 im Interncode enthaltenen Zeichen ein zusätzliches Codeelement einzuführen.

Die alphanumerischen Zeichen (Tabelle 2) bilden zwei Gruppen; eine setzt sich vorwiegend aus Buchstaben, die andere aus Ziffern und Sonderzeichen (wie Satzzeichen usw.) zusammen. Beim Senden eines Textes stellt man vor jede Buchstabengruppe ein Umschaltzeichen BU, das von der Steuerung gespeichert und sinngemäß ausgewertet wird. Sollen auf die Buchstaben Ziffern folgen, so gibt man zuerst das Umschaltzeichen ZI an die Steuerung, die alles Folgende bis zum nächsten BU-Zeichen als Ziffer bzw. Sonderzeichen versteht. So sorgt der Operator bei der Eingabe dafür, daß der Rechner die Teilwortfolge richtig aufnehmen kann. Bei einer Datenausgabe werden die Umschaltzeiten automatisch an der richtigen Stelle eingefügt.

Der Blattschreiber ist vielseitig verwendbar. Deshalb muß für jeden Einsatzfall eine geeignete Steuerung vorhanden sein, die sich in das Gerätespektrum der betreffenden Prozeßrechneranlage einfügt. Drei unterschiedliche Elementsteuerungen mit stark voneinander abweichenden Eigenschaften gibt es; da sie den Datenverkehr mit der ZE verschieden abwickeln, werden sie hier einzeln besprochen.

3.1.2. Anschluß des BS an das Bedienungselement BDK

Der *Bedienungsblattschreiber (BBS)* nimmt unter allen Peripheriegeräten eine Sonderstellung ein. Da er in erster Linie der Verständigung zwischen Operator und Rechner dient und alle Unregelmäßigkeiten im Betrieb der Rechneranlage anzeigen muß, gibt man ihm nur selten Aufgaben aus der Prozeßabwicklung. Er dient eben normalerweise ausschließlich dem Informationsaustausch zwischen Operator und Organi-

Tabelle 2 Code-Tabelle für den Fernschreibcode

Adresse der Zelle						Ausgabe												Eingabe												
						Zeichen für Ausgabe		BS-Code				Steuerzeichen				Interncode				Steuerzeichen				Zeichen für Eingabe						
Nr.	9	.	.	.	14			1	6	7	12	13	18	19	.	.
	0						ZWR				1									1	1	1								RAUTE
	1					1	1		1	1	1	1		1						1		1		1						5
	2				1	2		1	1			1		1				1		1	1	1	1					1		WR
	3				1	1	3		1					1					1				1							9
	4				1		4			1		1		1													1			ZWR
	5				1		5					1		1				1		1		1	1							\$
	6				1	1	6		1		1		1		1			1	1		1	1								
	7				1	1	7		1	1	1			1				1	1	1		1	1							.
	8			1			8			1	1			1					1	1	1	1	1				1			ZLV
	9			1			9					1	1		1			1	1	1	1)
1	0			1		1	0			1	1		1		1					1										4
	1			1		1	=			1	1	1	1		1			1		1	1		1							%
	2			1	1		'			1		1			1					1										8
	3			1	1		:			1	1	1			1					1		1								0
	4			1	1	1	RAUTE				1					1				1	1		1							:
	5			1	1	1	SW-RT							1						1		1	1							=
	6		1				RT-SW		1	1	1	1	1	1	1							1	1							3
	7		1			1	/			1		1	1	1		1			1	1										+
	8		1			1	S			1		1				1				1	1	1	1							NM
	9		1			1	T							1			1			1	1									*
2	0		1		1		U			1	1	1				1					1	1								,
	1		1		1		V				1	1	1	1	1		1					1	1							6
	2		1		1	1	W			1	1			1			1		1	1	1	1		1	1					DOPKR
	3		1		1	1	X			1		1	1	1			1						1							/
	4		1	1			Y			1		1		1			1													-
	5		1	1		1	Z			1			1		1							1								2
	6		1	1		1	END.2				1					1		1		1	1	1						1		:
	7		1	1		1	,				1	1				1			1		1						1			ZI
	8		1	1	1		(			1	1	1	1			1					1	1	1							7
	9		1	1	1	1	END.1				1					1							1							1
3	0		1	1	1	1	NM				1					1			1		1									(
	1		1	1	1	1	ZLV											1	1	1		1					1	1		BU

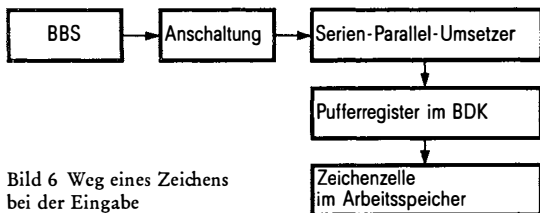


Bild 6 Weg eines Zeichens bei der Eingabe

sationsprogramm, während andere BS nur von Anwenderprogrammen beansprucht werden; dadurch hat er auch im Arbeitsplan der Gesamtanlage eine besondere Bedeutung. Der BBS steht in unmittelbarer Nähe der ZE, damit der Operator von seinem Platz aus gute Sicht zum Bedienungsfeld des Rechners hat.

Die Steuerung des BBS besteht aus dem Bedienungselement BDK und der Anschaltung. Da dem BDK durch die Vereinbarung eines befehls-gesteuerten Zeichenverkehrs mit einer festen Zelle im ASP das Adreßregister und der Blocklängenzähler fehlen, besteht es nur aus ein paar Prints, die in der ZE untergebracht sind. Seine wesentlichen Baugruppen sind neben der Ablaufsteuerung ein Schieberegister (das als Serien-Parallel- oder als Parallel-Serien-Umsetzer dient) und ein Pufferregister für ein Teilwort. In der Anschaltung befindet sich eine Relais-einrichtung, die die Impulse des Blattschreibers an die Elektronik weiterreicht und die Schritt-signale des BDK für den Empfänger des BS verstärkt (Bild 6).

An das BDK kann neben dem BBS noch ein Lochstreifenleser, Typ OLL 1, mit einer Lesegeschwindigkeit von 200 Zeichen/s angeschlossen werden, der wahlweise zum BBS — aber nicht simultan mit ihm — Informationen eingeben kann (Bild 7).

Jede Eingabe von Bedienungsanweisungen über den Bedienungsblattschreiber beginnt mit dem Drücken der Anruftaste. Dieses Signal wirkt wie ein Alarm und löst in der Elementsteuerung die Übertragung eines PU-Bits und die Abgabe einer BAP aus. Das ORG beantwortet diese BAP mit einem Befehl AUSB (Ausgabe binär) und veranlaßt die Steuerung zum Abholen eines BU-Umschaltzeichens.

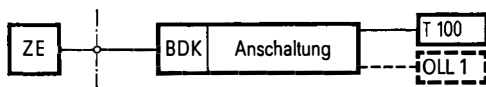


Bild 7 Blockschaftbild für den BDK-Anschluß

EA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Kanal-Nr.																		1	0	1	.	1	1

Wird ein BU entgegengenommen, stellt sich die Steuerung auf Empfang von Buchstaben und schaltet den BS-Motor ein. Nach dem Hochlaufvorgang gibt ein Fliehkraftschalter die KLAR-Meldung an das BDK, das seinerseits das ORG durch eine BAP verständigt. Das ORG antwortet mit dem Befehl EINB (Eingabe binär), einem EA3-Befehl, dessen Entgegennahme das BDK dem Operator durch das Einschalten der Lampe in der Anruftaste meldet. Drückt der Bedienende nun eine Typentaste — es muß zunächst BU oder ZI sein —, so übernimmt die Steuerung das Zeichen, formt es um, speichert es und stellt an die ZE eine Anforderung auf Datensteuerung ADST.

Mit dem zugeteilten Zyklus gelangt das Zeichen in den Arbeitsspeicher. Unmittelbar anschließend stellt das BDK eine weitere BAP, woraufhin das ORG die Auffangzelle im ASP freimacht und mit einem EINB-Befehl die Eingabe des nächsten Zeichens erlaubt. Da dieser Vorgang sehr rasch abläuft, kann der Operator zügig weiterarbeiten.

Dem BBS ist im ORG-Bereich des ASP eine Zelle direkt zugeordnet; ihre Adresse wird über Schaltglieder am BDK fest eingestellt, so daß der Datentransport nur dahin gehen kann. Jedes Zeichen kommt immer als Teilwort 3 (Bitstelle 19 bis 24) in diese Zelle und wird von dort zum Umcodieren und Bearbeiten abgeholt. So laufen die Informationen zwangsweise in geordneter Folge in die Zentraleinheit ein.

Hat das gerade laufende Programm in der Zentraleinheit für längere Zeit keine unterbrechbare Stelle, so daß keine BAP bearbeitet werden kann, und kommen vom BBS inzwischen mehr als zwei Zeichen in die Steuerung — denn dort können maximal nur zwei zwischengespeichert werden —, so löscht das dritte Zeichen die vorhandenen und das BDK setzt die Anzeige „Zeichen verloren“ ab.

Dieser Vorgang zeigt, daß Fehler in der Synchronisierung der externen und der internen Arbeit nach Möglichkeit in der Elementsteuerung aufgefangen werden.

Wenn nach dem Anruf keine weitere Taste gedrückt wird, schaltet die Elementsteuerung den Motor des BS spätestens 45 s nach der Anruqqittierung wieder ab und stellt sich zurück.

Der Operator schließt jede Eingabe mit einem Semikolon ab. Das ORG erkennt dieses Zeichen nach dem Umschlüsseln durch die Auswertung der sogenannten Steuerbits. In Tabelle 2 ist jeder Bitkombina-

tion für ein Zeichen ein Teilwort zugeordnet, in dem eine charakteristische Bitstelle mit 1 besetzt ist. Diese Tabelle ist Bestandteil des Organisationsprogramms. So erfährt das ORG sofort, wie die Bitkombination nach der Umschlüsselung behandelt werden soll. Ist das sechste Bit im Teilwort der Steuerbits gesetzt, so erfolgt keine Befehlsausgabe mehr.

Die Zeichenausgabe beginnt mit dem AUSB-Befehl; dieser bewirkt das Starten des BS-Motors und den Ablauf einer Zeitstufe in der Steuerung. Auf diesen AUSB-Befehl hin wartet die Elementsteuerung das Hochlaufen des Motors ab und holt sich dann mit cycle stealing das erste (umgeschlüsselte) Zeichen in den Zeichenpuffer, formt es um und bietet es dem Blattschreiber an. Sobald der Puffer frei ist, stellt das BDK eine BAP an die ZE und veranlaßt damit die Ausgabe des nächsten Zeichens.

Diese Art der Ein- und Ausgabe ist befehlsgesteuert, weil für jeden Zeichentransport ein eigener Befehl notwendig ist.

Das ORG enthält immer ein Standardbedienungsprogramm (als Mindestumfang), mit dem der Bedienungsblattschreiber betrieben wird. Der BBS bekommt immer die Blattschreibernummer: $n = 0$. Will der Anwender über den BBS Protokolle ausgeben, so benützt er die normalen Aufrufe. Er muß aber bei der Programmierung darauf achten, daß die Potokollausgaben nicht von einer Fehleranzeige der Rechneranlage unterbrochen werden.

3.1.3. Anschluß an das Fernschreibelement FSK

Das Fernschreibelement wird an einen Standardkanal der Zentraleinheit angeschlossen und dient dem Verkehr mit den externen Geräten, die in größerer Entfernung zur ZE aufgestellt sind (z. B. Fernschreiber). Als Elementsteuerung kann es aber auch für Blattschreiber, Sichtgeräte u. a. eingesetzt werden.

Es besteht aus einer zentralen Steuerung und aus maximal vier Teilkanalsteuerungen. An jedem Teilkanal kann ein Gerät (z. B. ein BS) betrieben werden. Die Teilkanäle sind gleichberechtigt und voneinander unabhängig. Ein *scanner* (ein automatisch umlaufender Vielfachschalter) tastet die Kanäle reihum ab und ermöglicht so einen Simultanverkehr für die vom FSK gesteuerten externen Geräte. Ein an das FSK angeschlossener Blattschreiber arbeitet im Datenaustausch mit größtem Komfort, verglichen mit anderen BS-Anschlußmöglichkeiten (Bild 8).

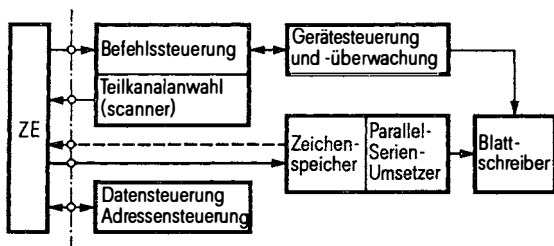


Bild 8
Blockschaltbild für die Steuerung eines BS durch FSK

Der Teilkana1 eines FSK kann serielle 5-Bit-Zeichen und parallele 5- oder 6-Bit-Zeichen ausgeben und empfangen. Die Informationen werden blockweise zwischen ZE und Gerät ausgetauscht, wobei das FSK die Adressensteuerung vornimmt. Da maximal vier simultan arbeitende Geräte voneinander abweichende Texte behandeln können, d. h. mit unterschiedlichen ASP-Bereichen verkehren sollen, wird der Datentransport kompliziert; deshalb wurden hier feste Zuordnungen vorgenommen, die den Betrieb erleichtern.

Jedem Teilkana1 werden drei ASP-Zellen zugeteilt; ihre Adressierung ist vom FSK aus durch Hardware (d. h. durch Schiebeschalter) festgelegt. Die erste Zelle nimmt die Anfangsadresse für den Eingabepuffer auf, die während des ganzen Eingabevorgangs griffbereit gehalten wird. Die zweite Zelle wird mit der laufenden Adresse bei einer Eingabe, die dritte mit der laufenden Adresse während einer Ausgabe geladen; das FSK benützt diese Zellen als Adreßzähler und erhöht eine dieser beiden Adressen abhängig von der Transportrichtung mit jedem Zeichentransfer.

Da das FSK nur ein externes Gerät nach dem andern bedienen kann, enthält die Elementsteuerung ein Adreßregister, in das die jeweilige Adresse zur ASP-Ansteuerung geholt wird. Alle an ein FSK angeschlossenen Geräte können simultan arbeiten. Deshalb muß für jede Zeichenein- oder -ausgabe die laufende Adresse aus dem ASP geholt, erhöht und wieder rückgespeichert werden, damit für die jeweils folgende Platz vorhanden ist. Die Umschlüsselung der FS-Code-Zeichen in den Interncode und umgekehrt sowie die weiterhin notwendigen Abläufe beim Datenaustausch sind immer gleichartig und deshalb normbar. Daher erhält das FSK eine Ausrüstung, die alle diese Vorgänge in den Stromkreisen — ohne Hilfe der Software — abwickelt.

So findet eine Eingabe statt:

Voraussetzung für die Fähigkeit des Teilkanals, von außen etwas entgegenzunehmen, ist der Schaltzustand „Eingabe frei“. Dieser Zustand wird nicht vom angeschlossenen Gerät her, sondern nur über die Befehlsgruppe „Eingabe freigegeben“ vom Programm angeregt. Sie besteht aus einem EA- und einem EV-Befehl, die möglichst sofort nach Erledigung eines Arbeitsgangs zur Vorbereitung des nächsten von der ZE ausgegeben wird. Damit ist der Teilkanal bereit, auch wenn er nicht (sofort) benützt wird. Am Schaltfeld der Steuerung leuchtet die Lampe „Eingabe frei“.

Zur Eingabe drückt der Operator die BU-Taste des Blattschreibers und erreicht dadurch, daß der Motor des BS anläuft und die Steuerung alle weiteren Zeichen — bis zum Drücken der ZI-Taste — als Buchstaben auffaßt, sie liest jedes erste Zeichen als BU-Umschaltung. Gibt der Operator das nächste ein, so schickt es der BS an die Teilkanalsteuerung, wo es gespeichert und gleichzeitig zum Empfänger im Blattschreiber zum Abdrucken zurückgegeben wird. Dann stellt der Teilkanal eine Anforderung an die Datensteuerung, steuert die Zelle mit der „laufenden Eingabeadresse“ an und holt aus ihr mit drei „geketteten“ ASP-Zyklen die 16-Bit-Adresse der Zelle, in die das bearbeitete Teilwort eingeschrieben werden soll, in das Adreßregister. *Gekettete Zyklen* sind unmittelbar aufeinanderfolgende ASP-Zyklen, die dem FSK an sich nicht zustehen, weil es an einem Standardkanal angeschlossen wird. Nach der allgemeinen Betriebsordnung in einer Prozeßrechneranlage werden den Geräten am Standardkanal nur jeder vierte Zyklus zugeteilt.

Anschließend steuert das FSK mit dieser Adresse die Zielzelle für das Teilwort an, holt von dort den Inhalt der in Frage kommenden sechs Bitstellen und untersucht, ob in diesen ein Bereichs-Endezeichen eingetragen ist. Wenn ja, wird die Eingabe abgebrochen und die Anzeige BLOCKENDE gesetzt.

Ist das Operationsende jedoch noch nicht erreicht, erweitert die Elementsteuerung das vom Blattschreiber empfangene Zeichen um die Kennzeichnung BU (eine 1) oder ZI (eine 0) und um die Anfangsadresse der Umcodiertabelle im Organisationsprogrammbereich des ASP. Diese lautet meistens 64, im anderen Fall beträgt sie ein Vielfaches davon. Die resultierende Bitkombination wird als Adresse interpretiert und mit ihr eine Zelle der Umcodiertabelle angesteuert.

Diese Zelle enthält in den Bitstellen 13 bis 18 das Interncodezeichen, das dem vom BS eingegebenen FS-Code-Zeichen entspricht. In den Bitstellen 19 bis 24 befinden sich die dazugehörenden Steuerbits. Beide

Teilwörter werden auch mit cycle stealing in die Elementsteuerung geholt. Nach der Untersuchung der Steuerbits, die ein Semikolon oder ein zu unterdrückendes Zeichen markieren, wird jedes normale Interncode-Zeichen eines Textes in die Zelle eingetragen, deren Adresse anfangs aus dem ASP geholt wurde. Die Bitmuster von Umschalt- und Steuerzeichen gelangen nicht in den Speicher. Anschließend erhöht die Steuerung die Adreßzahl im Adreßregister (im Teilwortteil) um eins und bringt sie mit drei geketteten Zyklen in den ASP zurück.

Am Beispiel des FSK ist zu sehen, daß eine umfangreiche Hardware-Ausstattung die Software wirksam entlasten kann. Der geschilderte Eingabevorgang benötigt nur zehn ASP-Zyklen, die relativ schnell hintereinander ablaufen. Durch cycle stealing wird zwar das in der ZE laufende Programm etwas verlangsamt, doch stellt das FSK im Vergleich zum BDK ein sehr schnelles Element dar; es ist nämlich für den Transfer von Informationsblocks konzipiert.

Das FSK beendet die Eingabe, wenn vom BS ein Semikolon kommt oder wenn der Programmierer den Eingabebereich im ASP durch ein Bereichsendezeichen abgeschlossen hat und dieses erreicht wird. Eine BAP teilt dem Organisationsprogramm das Ende der Operation mit.

Die Zentraleinheit beginnt eine Ausgabe mit dem Senden der Befehlsgruppe „Ausgabe freigeben“, die den entsprechenden Teilkanal des FSK für die Ausgabe vorbereitet, und den Motor eines angeschlossenen Blattschreibers einschaltet. Dadurch wird der Zustand „Eingabe frei“ beendet. Wenn gerade eine Eingabe läuft, kann dieser neue Befehl nicht ausgeführt werden; seine Wiederholung erfolgt nach Ende der Eingabe. (Hier ist zu bemerken, daß auch eine Eingabe nicht beginnen kann, solange eine Ausgabe läuft.) Der angeschlossene BS meldet nach dem Hochlaufen des Motors KLAR an den Teilkanal. Ist die Ausgabe frei, folgt die Befehlsgruppe „Ausgabe alphanumerisch“ für den betreffenden Teilkanal. Damit erhält das Element den Startbefehl und holt die Anfangsadresse des ASP-Ausgabebereichs aus der über Schalterkontakte angesteuerten Zelle. Der Ausgabevorgang gleicht der Eingabe und beginnt damit, daß der Empfänger durch die Elementsteuerung auf die BU-Seite eingestellt wird. Anschließend folgen: die Ansteuerung der ASP-Zelle mit dem auszugebenden Zeichen, das Umschlüsseln mit Hilfe der Codetabelle, die Untersuchung der Steuerbits, die Weitergabe des Zeichens im FS-Code und die Rückspeicherung der um eins erhöhten Teilwortadresse. Endekriterien sind das Lesen des Markierungs-Steuerbits beim Semikolon oder Bereichsendezeichen. Dieses veranlaßt die Steuerung, eine BAP an die ZE zur Verständigung des Organisationsprogramms zu geben.

Das Umschlüsseln der Interncodezeichen in die Fernschreibzeichen ist ebenfalls automatisch ausführbar. Das Interncodezeichen erhält die Anfangsadresse der Umcodiertabelle als 1 vorgesetzt und stellt damit die Adresse der Zelle dar, in der auf den Bitstellen 2 bis 6 das zugehörige Externcodezeichen aufgeführt ist; in den Bitstellen 7 bis 12 stehen die Steuerbits, die der Elementsteuerung mitteilen, ob das Zeichen als Buchstabe oder Ziffer oder als Schaltzeichen aufzufassen ist.

Wie erwähnt wird bei einer Eingabe die Anfangsadresse des Eingabepuffers im ASP ungeändert festgehalten. Sie gehört zu den drei Adressen, die der Programmierer für jeden in Betrieb genommenen Teilkanal des FSK vereinbaren muß. Diese Adresse wird dazu benutzt, eine Eingabe von vorne zu beginnen, wenn Fehler gemacht wurden. Der Operator drückt in diesem Fall die Taste „Irrung“. Beim Umschlüsseln erscheint dafür ein charakteristisches Steuerbit, das die Steuerung veranlaßt, für das nächste Zeichen die Bereichsanzugsadresse zu holen. Damit beginnt die Eingabe nochmals und überschreibt die früheren Eintragungen im ASP.

Im Teilkanal des FSK befindet sich ein Parallel-Serien-Umsetzer, der bei einer Eingabe als Serien-Parallel-Umsetzer arbeitet. Durch Handumschaltung kann diese Einrichtung unwirksam gemacht werden. Dann tauscht das FSK wie eine normale EXE-Steuerung parallele Zeichen aus.

Die Umcodiertabelle im ASP kann unter geringen Einschränkungen (sie betreffen die BU- bzw. ZI-Umschaltung) beliebig aufgebaut sein. Sie muß nur für alle vier Teilkanäle eines FSK gelten. Wenn in einer Rechneranlage mehrere FSK stehen, kann jedes eine eigene Tabelle für die Zeichenumschlüsselung erhalten, da die Anfangsadresse in jeder Elementsteuerung gesondert einstellbar ist. Eine direkte Ausgabe von Zeichen im Interncode — unter Umgehung des Parallel-Serie-Umsetzers im Teilkanal — ist nicht vorgesehen. Sie kann nur mit einer Umcodiertabelle durchgeführt werden, die den Interncode in sich selbst „umschlüsselt“.

Die Programmierung eines Blattschreibers am FSK unterscheidet sich nicht von der eines BS an einer anderen Steuerung. Da maximal vier FSK mit der ZE zusammenarbeiten können, erhalten die anschließbaren 16 Blattschreiber die Nummern: $n = 1$ bis $n = 16$. Diese Nummern stellen eine Art Rangordnung dar. Ist kein FSK in der Rechneranlage vorhanden oder sind weniger als 16 BS in Betrieb, werden die unbenutzten Nummern nicht freigehalten.

Die Befehlsgruppe „Eingabe freigeben“ ist folgendermaßen zusammengestellt:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
EA		Kanal-Nr.																		1	0	1	.	.	.		
EV													TK									1	1	0	.	.	.

In ihr stehen nur die Nummern des Standardkanals und des angesprochenen Teilkanals, die anderen Parameter holen sich die Steuerungen selbst. Der EV-Befehl gibt noch die Verkehrsrichtung an.

Abschließend sei noch bemerkt, daß bewußt nur ein Teil der vielfältigen Eigenschaften des FSK aufgeführt sind. Die Erläuterungen beschränken sich auf den Datenverkehr mit Blattschreibern und lassen weitere Einsatzmöglichkeiten offen. (Ausführliche Erklärungen können den speziellen Gerätebeschreibungen entnommen werden.)

3.1.4. Anschluß an das Prozeßelement P1K

Der *ZÜ-Blattschreiber* (Blattschreiber für Anschluß an Zeichenübertragungsbausteine ZÜB und ZUK) läßt sich nur in Rechneranlagen anwenden, in denen ein Prozeßelement P1K eingesetzt ist. Eine Ausnahme hiervon gibt es nur in Anlagen mit der Zentraleinheit 301. Da dem P1K ein eigener Abschnitt dieses Buches zugeordnet ist, wird an dieser Stelle nicht näher auf das Prozeßelement und die Zeichenübertragungsbausteine ZAS (Zeichenausgabe seriell), ZES (Zeicheneingabe seriell) und ZKS (kombinierter serieller Zeichenverkehr) eingegangen. Die folgenden Ausführungen befassen sich nur mit Besonderheiten, die bei einem Vergleich mit anderen Blattschreiberanschlüssen auffallen.

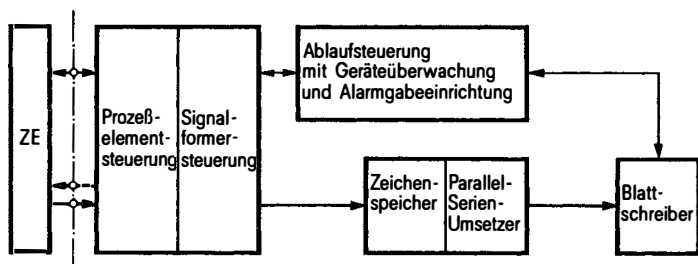


Bild 9
Blockschaltbild für die Steuerung eines BS über Zeichenübertragungsbausteine für Ausgabe

In Anlagen mit den bisher gebräuchlichen Bausteinen ZÜB (vgl. Bild 9) benötigt man für die Dateneingabe einen ZES- und einen ZAS-Baustein; aus der Gruppe der ZUK-Bausteine genügt ein ZKS.

Der ZÜB-Blattschreiber verfügt nicht über eine Anruftaste für einen Alarm an die ZE, da ein Zeichenübertragungsbaustein ZÜB vom BS nur Zeichen in Form von Bitfolgen entgegennehmen kann. (Nur ZUK-Blattschreiber erhalten eine Anruftaste; Bausteine ZUK werden auch später noch besprochen.) Man leitet deshalb eine Eingabe durch das Drücken der BU-Taste ein. Gleichzeitig veranlaßt dies den Anlauf des BS-Motors, so daß das Zeichen stark verzerrt zum ZES-Baustein gelangt. Dieses Zeichen wird hier nur als elektrisches Signal für den Arbeitsbeginn aufgefaßt und in einen Alarm umgewandelt, der den Rechner auf den ZES-Baustein aufmerksam machen soll. Das ORG veranlaßt nach der Auswertung dieser BAP die Ausgabe einer P1K-Befehlsgruppe (Digitaleingabe) und holt über den ZAS-Baustein das erste Zeichen ein, das aber nur als BU interpretiert wird. Dies ist die Bedingung dafür, daß die weiteren Teilwörter vom BS her in der ZE als reguläre Zeichen akzeptiert werden.

Beim Drücken einer weiteren Taste (zunächst BU oder ZI) erfolgt im ZES-Baustein die Serien-Parallel-Umsetzung des Zeichens und die Zwischenspeicherung; dann wird ein Alarm zur Aufforderung an die ZE gegeben, mit den notwendigen Befehlsgruppen das Zeichen in den ASP zu dirigieren. Dieser Vorgang ist noch programm aufwendiger als ein gleichartiger beim BDK; aber auch er läuft befehls gesteuert ab. Für die Eingabe eines Zeichens sind mehrere Digitalaus- und -eingaben notwendig.

Der ZAS-Baustein ist auch für Eingabeblattschreiber vorzusehen; er besitzt die sogenannte Fernschreibüberwachung, die zur Entgegennahme und Weitergabe der KLAR-Meldung und des Farbumschaltbefehls dient. Außerdem müssen viele Eingaben (z. B. Bedienungsanweisungen an den Rechner) quittiert werden; die zugehörigen Ausgaben kann nur der ZAS-Baustein entgegennehmen und an den BS weiterleiten. Das bedeutet: Keine ZES ohne ZAS.

Auch die Blattschreiberausgabe beginnt mit einem BU-Zeichen, das den BS-Motor einschaltet, aber sonst unterdrückt wird. Erst nach dem Anlauf des Motors und der KLAR-Meldung folgt die weitere Zeichenausgabe. Diese wird vom ORG — wie die Eingabe — in zahlreiche Einzelschritte mit Digitalein- und -ausgaben zerlegt.

Die Umcodierung der Texte in den Fernschreibcode muß bei Ein- und Ausgaben vom ORG vorgenommen werden, das jedes Zeichen in sei-

nen Bereich holt und dann umgeschlüsselt in die im Programm benannte Zelle speichert. Die Prozeßelementsteuerung sorgt nur für das Durchschleusen der Information. Damit liegt die Auswertung der Steuerbits und der Endezeichen beim Organisationsprogramm. Wie bei einer FSK-Steuerung ist es hier auch möglich, mit einem Irrungszeichen eine Eingabe ungültig zu machen und von vorne zu beginnen.

Die Programmierung eines ZÜB-Blattschreibers geschieht, wie schon angedeutet, nach den Vorschriften, die für das P1K gelten. Der Programmierer ist aber davon nicht betroffen, weil er denselben Aufruf wie für einen Blattschreiber am BDK oder am FSK verwendet. ZÜB-Blattschreiber erhalten nach der allgemeinen Rangordnung die Nummern: $n = 17$ bis $n = 40$. Sind keine oder weniger als 16 FSK-Blattschreiber vorhanden, schließen die Nummern der ZÜB-Blattschreiber zu einer fortlaufenden Reihe auf.

Wenn das Organisationsprogramm aus der BS-Nummer erkennt, daß es sich bei einem Aufruf um einen ZÜB-Blattschreiber handelt, wandelt es den normalen Wortlaut in die P1K-Befehlsgruppen um. Jede Befehlsgruppe besteht dann aus einem EA- und zwei EV-Befehlen.

Der *Protokollblattschreiber* PBS ist ein schneller Blattschreiber mit einer Schreibgeschwindigkeit von maximal 22 Anschlägen/s. Er unterscheidet sich in Aufbau und Anschluß vom Blattschreiber T 100; vor allem ist es möglich, breiteres Papier zu verwenden.

Dieser BPS besitzt eine Steuerung, die 6-Bit-Zeichen in parallelen Stromkreisen entgegennehmen kann. Deshalb sind für ihn die genannten Blattschreibersteuerungen ungeeignet. Man nimmt Zeichenübertragungsbausteine ZAP (Zeichenübertragung parallel), die mit den früher erwähnten ZAS-Bausteinen verwandt sind und Informationen in ähnlicher Weise austauschen wie diese (nämlich über das Prozeßelement P1K).

Der PBS verarbeitet wie der Blattschreiber T 100 FS-Code-Zeichen (aber nach dem CCITT-Telegraphenalphabet Nr. 5); diese werden mit dem Umschaltkennbit für BU oder ZI zu einem 6-bit-Zeichen zusammengefügt und den magnetischen Auswertungsgliedern im Druckwerk zugeleitet. Folglich braucht der PBS eine eigene Umcodiertabelle.

Eine Informationsausgabe läuft befehlsgesteuert ab und beginnt auch hier mit dem AUSB-Befehl zum Anlauf des PBS-Motors. Die KLAR-Meldung geht als Alarm an die ZE und gibt den Start für die Zeichenausgabe frei. Die Umcodierung führt das ORG durch, das auch das Endezeichen findet und die Ausgabe damit stoppt.

Für die Programmierung erhalten die PBS die Blattschreibernummern: $n = 41$ bis $n = 99$, bzw. die sich an die der ZÜB-Blattschreiber anschließenden Nummern. Da die PBS reine Ausgabegeräte sind und schneller arbeiten als die Blattschreiber T 100, dazu auch breitere Papierbahnen beschreiben können, eignen sie sich besonders für die Ausgabe umfangreicher Drucktexte. Sie sind aber bei weitem nicht so schnell wie die Schnelldrucker und diesen deshalb nicht gleichzusetzen.

Die Struktur der Befehle, mit denen Protokollblattschreiber angesprochen werden, ist mit der für die ZÜB-Blattschreiber identisch.

3.2. Lochstreifengeräte

Für Prozeßrechneranlagen gibt es eine Lochstreifeneingabe LSE und eine Lochstreifenausgabe LSA. Da meistens beide gemeinsam eingesetzt werden, besteht ihre Steuerung aus einer zentralen Einheit mit den Bestandteilen einer Elementsteuerung und aus getrennten Zusätzen für die Eingabe und die Ausgabe.

Lochstreifengeräte sind typische Standardgeräte, die die Informationen auf dem Datenträger teilwortweise festhalten und folglich auch in dieser Form empfangen bzw. abgeben müssen. Das besagt aber nicht, daß sie immer nur alphanumerische Zeichen verarbeiten. Sie werden auch zum Ablochen und Lesen von Maschinenprogrammen beliebigen Inhalts benützt, die so aufbereitet sein müssen, daß die Informationsdarstellung nach der Umcodierung noch sinnrichtig ist.

Auf einem Lochstreifen kann man die Daten in unterschiedlicher Form fixieren. Meist werden sie mit fünf oder mit acht Codeelementen dargestellt, doch können auch sechs oder sieben benützt werden (maximal 6 Informationsspuren mit Zusatzkennzeichen).

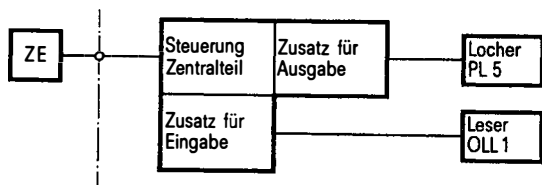


Bild 10
Blockschaltbild für den Geräteanschluß

Der 5-Spur-Code entspricht sehr weitgehend dem Fernschreibcode und wird mit der gleichen Umcodiertabelle im Organisationsprogramm umgeschlüsselt. Unterschiede bestehen nur bei der Interpretation einiger nicht abdruckbarer Zeichen. Der 8-Spur-Code hat die 6-Bit-Zeichenstruktur des Interncodes, so daß keine Umschlüsselung notwendig ist. Als siebtes Bit wird ein Paritybit und als achties ein Bit zur Markierung eines Blockendes für den blockweisen Datenverkehr dazugesetzt.

Unter *Paritybit* versteht man eine Information mit einer Bitstelle, um die ein Zeichen oder mehrere Teile von Daten erweitert werden, so daß eine geradzahlige oder eine ungeradzahlige Summe von 1-Signalen entsteht. Diese Methode dient zur Prüfung der Richtigkeit einer kleineren Informationsmenge, z. B. eines Zeichens oder eines Wortes, die beim Transport oder bei der Verarbeitung verfälscht werden könnten. So wird zur Vorbereitung einer Paritätsprüfung jedes Zeichen um eine 1 oder eine 0 erweitert und mit dem Paritybit zusammen ausgestanzt oder transferiert; beim Lesen wird die Anzahl der 1-Signale geprüft und mit dem abgelochten oder übertragenen verglichen.

LSE und LSA können 5-, 6-, 7- oder 8-Spur-Lochstreifen bearbeiten. Die Betriebsart läßt sich mit einem Schalter an der Steuerung fest einstellen, so daß die Gerätesteuerung die richtige Anzahl der Informationsspuren erfaßt.

Die Lochstreifeneinheiten verkehren blockweise hardwaregesteuert mit der Zentraleinheit. Ähnlich der Umsetzung der Fernschreibzeichen im Fernschreibelement schlüsselt auch die Elementsteuerung der LS-Geräte jedes Zeichen ohne Inanspruchnahme eines Programms um. Nach Vorgabe der Zeicheninterpretation — Buchstabe oder Ziffer — erweitert die Steuerung die Bitkombination des Lochstreifenzeichens um das Kennbit für BU (1) oder ZI (0) und um die Anfangsadresse der Umschlüsselungstabelle im ASP (meistens 64) zu einer Adresse. So ergibt sich z. B. aus dem Zeichen für P: 01101 die Adresse 1101101 (Tabelle 3). Damit wird die Zelle 109 angesteuert, die folgendes Bitmuster zum Inhalt hat:

Bitstelle	1	6	7	12	13	18	19	24													
Bitmuster	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0

Davon werden die Bitstellen 13 bis 18 und 19 bis 24 in die Lesersteuerung übernommen. In dem ersten Teilwort steht das gesuchte Zeichen im Interncode: 100111, im zweiten müßten Kennzeichen enthalten sein, die ein Unterdrücken der Eingabe bewirken. Beim gewählten Beispiel handelt es sich um eine Buchstabenübertragung, die ordnungsgemäß durchgeführt wird.

Tabelle 3 Umcodiertabelle für den Lochstreifencode

Lfd. Nr.	dezimal Zelle	Adresse												Inhalt der Zelle																		
		8	9	10	11	12	13	14	LS-Code						Steuerzeichen						Intern-Code						Steuerzeichen					
									1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
0	64	1							ZWR			1										1	1	1							↑	
1	65	1					1		1	1	1	1		1								1	1	1	1						5	
2	66	1				1			2	1	1		1		1						1	1	1	1	1				1		WR	
3	67	1					1	1	3	1				1								1			1						9	
4	68	1				1			4		1	1		1															1		ZWR	
5	69	1				1	1		5				1		1						1	1	1	1	1						\$	
6	70	1				1	1		6	1	1	1	1	1								1	1	1	1	1					'	
7	71	1				1	1	1	7	1	1	1			1						1	1	1	1	1	1					.	
8	72	1			1				8		1	1			1							1	1	1	1	1			1		ZL	
9	73	1			1			1	9				1	1	1						1	1	1	1	1)	
10	74	1			1		1		0		1	1	1	1	1								1								4	
11	75	1			1		1	1	=		1	1	1	1	1						1	1	1	1	1						%	
12	76	1			1	1			!	1	1				1							1									8	
13	77	1			1	1		1	:		1	1	1		1							1	1	1							0	
14	78	1			1	1	1		ZWR			1									1	1	1	1							:	
15	79	1			1	1	1	1	SRU													1	1	1	1						=	
16	80	1	1						RSU		1	1	1	1	1										1	1					3	
17	81	1	1				1		/		1	1	1	1	1						1	1									+	
18	82	1	1				1		S		1	1				1						1	1	1	1	1					φ	
19	83	1	1				1	1	T					1							1	1	1	1							*	
20	84	1	1			1			U		1	1	1		1								1	1							!	
21	85	1	1			1	1		V			1	1	1	1						1			1	1						6	
22	86	1	1			1	1		W		1	1		1		1					1	1	1	1	1	1					#	
23	87	1	1			1	1	1	X		1	1	1	1	1						1				1						/	
24	88	1	1			1			Y		1	1	1	1		1					1										-	
25	89	1	1			1	1		Z		1			1										1							2	
26	90	1	1			1	1	1	ZWR			1				1					1	1	1	1	1		1				:	
27	91	1	1			1	1	1	,			1	1		1						1	1	1	1							Z!	
28	92	1	1			1	1	1	(		1	1	1	1		1								1	1	1					7
29	93	1	1			1	1	1	ZWR			1				1									1						1	
30	94	1	1			1	1	1	ZWR			1				1						1	1	1	1						(
31	95	1	1			1	1	1	ZL			1									1	1	1	1	1			1	1		BU	
32	96	1	1			1			-		1	1				1					1	1	1	1	1						□	

36	100	1	1	1	1	1	M			1	1	1						1	ZWR
37	101	1	1		1	1	N			1	1	1			1	1	1		H
38	102	1	1		1	1	O			1	1	1			1		1	1	N
39	103	1	1		1	1	P			1	1	1			1		1		M
40	104	1	1	1			Q			1	1	1	1			1	1	1	ZL
41	105	1	1	1		1	R			1	1	1			1		1	1	L
42	106	1	1	1	1	1	ZI			1	1	1	1		1		1	1	R
43	107	1	1	1	1	1	\$			1	1	1			1	1	1	1	G
44	108	1	1	1	1	1	*			1		1	1		1	1	1	1	I
45	109	1	1	1	1	1	%			1	1	1	1			1		1	P
46	110	1	1		1	1	:			1	1	1			1	1	1	1	C
47	111	1	1		1	1	WR			1						1	1	1	V
48	112	1	1	1			+			1					1	1	1	1	E
49	113	1	1	1		1	A			1	1				1		1	1	Z
50	114	1	1	1		1	B			1		1	1		1	1	1		D
51	115	1	1	1		1	C			1	1	1			1		1		B
52	116	1	1	1	1		D			1		1			1		1	1	S
53	117	1	1	1	1	1	E			1					1	1	1		Y
54	118	1	1	1	1	1	F			1		1	1		1	1	1	1	F
55	119	1	1	1	1	1	G			1		1	1		1	1	1	1	X
56	120	1	1	1	1		H			1		1			1	1	1	1	A
57	121	1	1	1	1	1	I			1	1				1		1	1	W
58	122	1	1	1	1	1	BU	1	1	1	1	1	1		1		1		J
59	123	1	1	1	1	1	.			1	1	1	1		1		1	1	ZI
60	124	1	1	1	1	1	)			1		1			1		1		U
61	125	1	1	1	1	1	#			1		1	1		1		1		Q
62	126	1	1	1	1	1	ZWR			1		1			1		1		K
63	127	1	1	1	1	1	BEZ			1	1	1	1	1	1	1	1	1	BU
Bei Umcodierung: vom internen Code in den externen Code		interner Code		Zeichenbedeutg.		Schritt 1 | 2 | 3 | 4 | 5 extern. Code		n. zugeh. Zeich. BU ZI ENDE		Ende									
vom externen Code in den internen Code		Schritt 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | externer Code								interner Code		ENDE BU ZI unentdeckt		Ende		Zeichenbedeutg.			

Die Bitkombination für P läuft anschließend in die Zelle des ASP, deren Adresse im Adreßzähler der Elementsteuerung steht. Damit benötigt die Lochstreifeneingabe drei ASP-Zyklen, um ein Teilwort mit cycle stealing in den Arbeitsspeicher zu bringen. Hier stellt auch die Elementsteuerung fest, ob ein Steuerzeichen unterdrückt, ein Endezeichen beachtet oder bei einer Ausgabe ein Umschaltzeichen eingefügt werden muß.

Für die Überwachung des Zeichentransports besitzt die Elementsteuerung einen sechsstelligen Zeichenzähler, der mit der zu transferierenden Zeichenanzahl (maximal 63) geladen wird; beim Durchlauf jedes Zeichens wird von der Zeichenanzahl jeweils ein Zeichen abgerechnet. Wenn null erreicht ist, gibt die Steuerung normalerweise eine BAP als Operationsendemeldung an das ORG. Durch eine anders geartete Programmierung kann die BAP aber auch unterbleiben; dann muß das Operationsende durch Software festgestellt werden.

Die Mechanik der Lochstreifengeräte gestattet, den Durchlauf des Datenträgers trotz der hohen Arbeitsgeschwindigkeit zeichengerecht anzuhalten. Das bedeutet, daß die LSE sowohl kontinuierlich lesen, als auch im Start-Stop-Betrieb programmgesteuert Daten eingeben kann. Die Lochstreifenausgabe ist nur für Start-Stop-Betrieb ausgelegt, da der Lochstreifen zum Stanzen stillstehen muß.

Simultanbetrieb zwischen LSE und LSA ist nicht möglich.

Die Lochstreifeneingabe LSE (auch LS-Leser genannt) kann — bei Nichtbeachtung der sonstigen Auslastung der ZE durch andere EXE und einer Beeinflussung durch das ORG — maximal 400 Zeichen/s weitergeben. Nach jeder Operation bleibt der Lochstreifen mit dem als nächsten zu lesenden Zeichen vor der Lesestation stehen. Der „Lesezyklus“ lautet: Lesen — Transportieren.

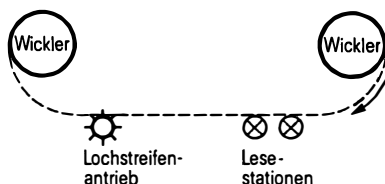


Bild 11
Skizze des Leseraufbaus

Der Datenträger läuft von einer Spule über die Leseeinrichtung zur anderen Spule. Jede dieser Spulen hat einen eigenen Wicklermotor, der über einen Hebel zugabhängig abgebremst wird. Der eigentliche LS-Antrieb ist ein Stiftenrad, das in die Vorschublöcher des LS eingreift und von einem eigenen, „rechnergesteuerten“ Motor angetrieben wird. Das soll heißen, daß die Elementsteuerung im Datenverkehr nur auf diesen Antrieb einwirkt.

Die Wicklermotoren sind mechanisch entkoppelt, damit auf den LS kein Zug ausgeübt wird, der ihn beschädigen könnte. Hierzu wird der LS so über einen Hebel gezogen, daß er diesen verschiebt, wenn sich die Streifenlänge durch den Leserantrieb verkürzt. Der bewegliche Hebel gibt dann die Bremse des Wicklermotors frei und ermöglicht so das Abwickeln eines Streifenstückes so lange, bis wieder genügend abgespult ist, daß der durch Federkraft zurückgehende Bremshebel den Antrieb verlangsamt.

Die Lochstreifeneingabe LSE besitzt zwei optische Lesestationen, die um eine Lochteilung gegeneinander versetzt sind. An diesen läuft jedes Zeichen vorbei. Die Steuerung nimmt nacheinander die Bitkombinationen aus der ersten und aus der zweiten Station in Zwischenregister und vergleicht beide. Dann läuft das Zeichen in den ASP weiter. Ergibt der Zeichenvergleich, daß die beiden gelesenen Zeichen nicht übereinstimmen, so wird das Zeichen zwar auch in den ASP eingeschrieben, aber gleichzeitig die Meldung LESEFEHLER gegeben.

Zum Lesen des ersten Zeichens muß also der Lochstreifen auf Grund des Vergleichs um zwei Teilungen vorgeschoben werden, damit die Bitkonstellation richtig erfaßt und kontrollierbar ist. In diesem Augenblick ist bereits ein zweites Zeichen in der Steuerung gespeichert, das die erste Lesestation erreicht hat. Wenn nur ein Zeichen gelesen werden soll oder wenn die Texteingabe unterbrochen wird, steht also immer ein weiteres Zeichen bereit, um von der Steuerung weitergegeben zu werden. Deshalb beginnt die Elementsteuerung jede Operation mit der Untersuchung, ob noch ein Zeichen auf den Weitertransport wartet oder ob das nächste Zeichen erst zur Lesestation gebracht werden muß. Die Programmierung einer Eingabe von Informationen der LSE erfolgt durch die Befehlsgruppe:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
EA	Kanal - Nr.																		1	0	1	0	0	1	
EV _a	ANFADR des ASP- Eingabebereichs																		1	1	0	.	.	.	
EV _b													Zeichenanzahl							1	1	0	.	.	.

Aus dem EA-Befehl, Bit 23/24, entnimmt die Elementsteuerung, daß es sich um eine Eingabe handelt; sie veranlaßt daher zunächst, daß die LSE-Motoren eingeschaltet werden, und wartet auf die Meldung „Leser ein“, die nach etwa zwei Sekunden eintrifft. Dann beginnt die Dateneingabe in dem Takt, den die optische Abtastung der Vorschublöcher ermittelt. Das bedeutet, daß die Vorschubmechanik das Takt-raster festlegt.

Die ASP-Adresse wird vom Organisationsprogramm bestimmt und ist nicht mit der vom Programmierer vorgeschriebenen identisch. Das ORG übernimmt schubweise eine bestimmte Anzahl von Zeichen in einen Zwischenpuffer und gibt sie dann erst in den Bereich des Anwenderprogramms weiter, bis dieser den programmierten Umfang an Daten erhalten hat. (Dies gilt nicht für rein binäre Zeichen im Intern-code.)

Die Lochstreifenausgabe LSA (auch LS-Locher genannt) kann maximal 100 Zeichen/s stanzen. Nach dem Stanzvorgang bleibt der Lochstreifen mit dem zuletzt gelochten Zeichen unter der Stanzstation stehen. Der interne Locherzyklus lautet also: Transportieren — Stanzen.

Auch auf der LSA sind beiderseits der Stanzeinrichtung zwei Spulen angeordnet, die von Wicklermotoren angetrieben werden. Die Führung des Lochstreifens entspricht der auf dem LS-Leser. Zusätzlich besitzt das Gerät Andruckrollen, die den neuen, noch ungelochten Streifen der Stanzstation zuführen können. Wenn der Operator einen Hebel betätigt, wird der Rollenantrieb wirksam und führt den LS zum Stanzen von Vorschublöchern in die Stanzeinrichtung ein. Nach Drücken der Taste LADEN ist der Locher betriebsfertig; er locht, solange der Operator die Taste nicht losläßt, eine Serie von Wagenrücklaufzeichen, wodurch die Steuerung arbeitsbereit wird.

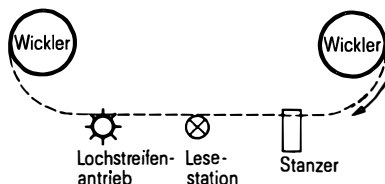


Bild 12
Skizze des Locheraufbaus

Die LSA besitzt auch eine Lesestation, sie ist um zehn Zeichenteilungen gegen die Stanzstation versetzt und erfaßt jedes gestanzte Zeichen. Daraus bildet sie ein Kennbit. Vorher schon hat die Elementsteuerung parallel zur Erregung der Stanzmagnete ein Kennbit erzeugt und abgespeichert. Beide Bits werden nun verglichen, so daß die Maschine selbst einen Stanzfehler feststellen kann.

Die Lochereinrichtung kann — einschließlich des Vorschublochs — bis zu neun Löcher parallel stanzen. Der Mechanismus läuft ständig um und ermöglicht so die erforderliche schnelle Reaktion der Locherstempel, wenn die Magnete sie in die Arbeitslage bringen. Dieser Mechanismus ist auch der Taktgeber für die Zeichenannahme; er gibt Auskunft darüber, wann das zuletzt zugeführte Zeichen verarbeitet ist und ein neues erwartet wird. Ein Zwischenregister hält das neue Zeichen so lange fest, bis es von der Mechanik abgerufen wird.

Die Programmierung einer Ausgabe von Informationen an die LSA geschieht durch eine Befehlsgruppe, die der für die Eingabe sehr ähnlich ist. Ein Unterschied besteht in der Besetzung der Bitstellen 23 und 24 des EA-Befehls, die die Ausgabe markieren. Auf diesen Befehl hin werden die Motoren und die Leselampe eingeschaltet. Nach etwa zwei Sekunden kommt die EIN-Meldung des Geräts an die Elementsteuerung. Diese stellt nun die erste Anforderung an die Datensteuerung der ZE.

Die Takte der Mechanik legen fest, wann die Steuerung des Geräts das Zeichen übernehmen und die Stanzmagnete einstellen muß. Anschließend wird der Lochstreifen um eine Teilung transportiert und nach erreichtem Stillstand gelocht.

Hat der Zeichenzähler den Inhalt null erreicht oder wurde im Text ein Endezeichen entdeckt, dann gibt die Elementsteuerung eine BAP an das ORG. Damit ist die Ausgabeoperation abgeschlossen.

Der Betrieb mit Lochstreifengeräten hat noch zwei Besonderheiten, die zwar mehr die Programmierung des Rechners als dessen konstruktiven Aufbau betreffen, aber doch die Funktion dieser Geräte stark beeinflussen.

Die LSE ist mit einer *Ureingabeeinrichtung* versehen. Diese sorgt dafür, daß ein Lochstreifeninhalt von maximal 63 Zeichen ohne Umschlüsselung direkt in die ASP-Zellen ab Adresse 0 eingetragen wird, wenn in der ZE noch kein Organisationsprogramm eingeschrieben ist. Die Bitmuster enthalten die ersten Befehle des „Anfangsprogramms“, das weitere Programmteile von der LSE holen soll. Jedes 5-Bit-Zeichen wird dabei automatisch um eine 0 zu einem Teilwort ergänzt. Die

dabei entstehenden Bitkombinationen lassen sich aber nicht unmittelbar zu EA- und EV-Befehlen zusammensetzen. Deshalb erzeugt man Wörter, die durch ausführbare Befehle in die gewünschten Bitkonstellationen umgewandelt werden können. Nach dem Eintragen der Ureingabe wird das Programm bei Zelle 0 gestartet.

Eine weitere Besonderheit ist die *Speicherung von Maschinenprogrammen auf Lochstreifen*. Wenn z. B. nicht alphanumerische Zeichen, sondern ein übersetztes Programm aus Maschinencode- (MC-) Wörtern auf diesem Datenträger festgehalten werden soll, so kann man nicht einfach durch Vierteln Teilwörter bilden und diese in den Fünfspurcode umschlüsseln. Dabei entstehen unter Umständen Steuerzeichen, die Umschaltungen bedeuten und darum nicht abgelocht werden. Man wendet eine andere Methode an:

Die Wörter werden in sechs 4-Bit-Gruppen aufgeteilt, die naturgemäß nur 16 Verschlüsselungsmöglichkeiten zulassen. Aus dem Zeichenvorrat des Interncodes wählt man 16 Buchstaben aus, die sich auf einfache Weise — nämlich durch Weglassen der Bitstellen 2 und 3 — in die Bitkombinationen von 0000 bis 1111 umwandeln lassen.

Bei einer Ausgabe füllt man jede Vierergruppe zwischen der ersten und zweiten Stelle mit 11 auf, wenn die Bits 2 bis 4 aus 000 oder 001 zusammengesetzt sind; bei allen übrigen Tetraden fügt man 10 ein. So entstehen Teilwörter, die sich auf übliche Weise in den FS-Code umschlüsseln lassen.

Bei einer Eingabe wird das 5-Bit-Zeichen in das zugehörige 6-Bit-Teilwort des Interncodes umgesetzt. Dann entfernt man die Bitstellen 2 und 3 und erhält die 4-Bit-Kombination, die mit den folgenden zu einem 24-Bit-Wort zusammengefügt werden.

Diese Arbeit erledigt das Organisationsprogramm dann, wenn es dazu aufgefordert wird. Genaue Angaben über das Umsetzverfahren enthält die Beschreibung des ORG. Man kann diese Methode aber auch zur Übertragung von MC-Wörtern bei einer Rechnerkopplung über Fernschreibelemente benutzen.

3.3. Lochkartengeräte

Programme für Prozeßrechneranlagen verwahrt man gern in Form von Lochkartenstapeln. Um Lochkarten als Datenträger verwenden zu können, benötigt man Lochkarteneingaben (LKE) und Lochkarten-

ausgaben (LKA). Manchmal wird auch ein kombiniertes Lochkarten-
gerät, der Schreibblocher LKK, eingesetzt. Jedes dieser Geräte verfügt
über eine eigene Elementsteuerung.

Lochkartengeräte verarbeiten die Informationen teilwortweise. Jedes
Teilwort wird auf der Karte durch eine Lochkombination ausgedrückt,
die in eine der 80 Spalten gestanzt wird. Dabei treten zur Codierung
eines Zeichens maximal drei Löcher auf. Die Karte ist in zwölf Zeilen
eingeteilt, die von oben nach unten die Kennzahlen 12, 11, 0, 1, 2, 3,
4, 5, 6, 7, 8, 9 tragen; von diesen sind in der Regel die Zeilen 0 bis 9
aufgedruckt.

Auch der Lochkartencode drückte ursprünglich nur alphanumerische
Zeichen aus. Ein Lochkartengerät, das als externes Element eines Rech-
ners dient, muß aber auch den Maschinencode umsetzen können. Dies
ist hier ohne Schwierigkeiten möglich, weil der Lochkartencode im Ver-
gleich zum Interncode des Rechners mehr Codeelemente hat. Deshalb
geschieht die Umschlüsselung durch Hardwareeinrichtungen, die bei
Ein- und Ausgabe eine starre Zuordnung zwischen den sich entsprechen-
den Zeichen bzw. zwischen den Signalen der Bitstellen garantieren.

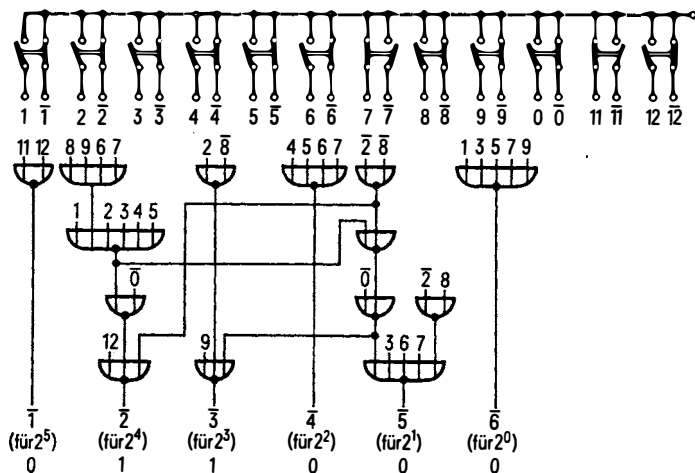


Bild 13
Einrichtung für Codeumsetzung durch Hardware

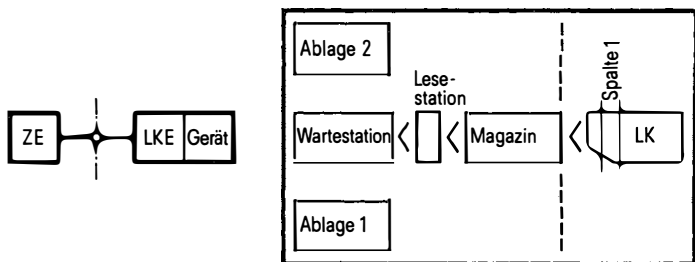


Bild 14
Blockschaltbild für den Anschluß der Lochkarteneingabe und
Aufbauskinne mit Lochkartenweg im Gerät

Dies ist ein Beispiel dafür, daß bei einer Umschlüsselung nicht immer mit einer Umcodiertabelle im ORG gearbeitet werden muß.

Das Schaltungsschema Bild 13 zeigt, wie aus der Lochkombination 11—7 für den Buchstaben P die Bitkombination 011 000 entsteht, die durch Invertierung in das Interncodezeichen 100 111 übergeführt wird. Dabei symbolisieren die oben dargestellten Kontakte die Lochabtastung im LK-Leser, die die Signalspannungen zur Umcodiereinrichtung weiterleitet.

LKE, LKA und LKK verkehren blockweise hardwaregesteuert mit der Zentraleinheit. Der Informationsblock ist hier ein Karteninhalt. Auch wenn die Lochkarte nur zum Teil mit Informationen versehen ist, muß die ganze Karte gelesen und dann abgelegt werden, damit das Gerät eine neue nachziehen kann. Ausgewählte Spalten können nur im LKK gezielt übersprungen werden; interessieren sonst bestimmte Zeichen nicht, sortiert die Software diese Informationen im Rechner aus.

Damit vereinfacht sich die Bedienung der Lochkartengeräte — verglichen mit der der Lochstreifengeräte — sehr. Das LK-Gerät erhält für jede Karte eine Befehlsgruppe und meldet jeweils den beendeten Durchlauf mit einer BAP an die ZE.

Die Lochkarte hat in 80 Spalten ein Fassungsvermögen von 20 Wörtern oder 80 Teilwörtern bzw. Zeichen. Da vollständige, auf Lochkarten übertragene MC-Programme von Karte zu Karte den Zusammenhang wahren müssen, werden jeweils die ersten acht Spalten mit Steuerwörtern belegt. Deshalb heißen diese Karten 18-Wort-Loch-

karten. Die Spalte 1 befindet sich an der Schmalseite der Karte, deren eine Ecke besonders zugeschnitten ist. Von dieser Seite her läuft die Karte in die Maschine ein.

Die Lochkarteneingabe LKE (auch Lochkartenleser genannt) nimmt in ihrem Magazin maximal 700 Karten auf. Das Magazin kann während des Betriebs nachgefüllt werden. Liegt keine Karte mehr darinnen, gibt ein Kontakt eine entsprechende Meldung ab.

Auf eine Befehlsgruppe hin transportiert das Gerät die unterste Karte des Stapels in die Kartenbahn. 25 ms nach Empfang des Lesebefehls tastet die Steuerung fotoelektrisch die erste Spalte ab. Das gelesene Zeichen wird umcodiert in die ZE gebracht. Die zügig durch die Maschine laufende Karte wird im gleichmäßigen Taktabstand gelesen. Bei Unregelmäßigkeiten erscheint die Meldung LESEFEHLER, die sich auch auf das Fehlen eines Taktimpulses oder auf eine zu große Abweichung der konstruktionsbedingten Entfernung zwischen Lochung und Kartenvorderkante beziehen kann. Wenn nach dem Lesen der 80. Spalte alle Fotozellen am Kartenrand „dunkel“ und dann „hell“ melden, ist gewährleistet, daß der Karteninhalt vollständig erfaßt wurde.

In der Wartestation hält jede Karte an. Kommt die neue Lesebefehlsgruppe für die nächste Karte, wandert die vorher durchgelaufene in die Ablage 1. Dasselbe geschieht nach Betätigung der Taste ENT-LADEN/LÖSCHEN. Trifft dagegen die Aufforderung für eine gesteuerte Ablage ein — womit eine Sortierung verbunden ist —, nimmt die im Befehl genannte Ablage die Karte auf.

Die maximale Lesegeschwindigkeit von 670 Karten/min wird erreicht, wenn die Lesebefehle immer im Abstand von 90 ms empfangen werden. Eine programmgesteuerte Ablage setzt diese Geschwindigkeit auf 500 Karten/min herab.

Die Programmierung einer Eingabe von alphanumerischen Zeichen aus einer LKE sieht diese Befehle vor:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
EA	Kanal-Nr.																		1	0	1	.	.	.
EV	ANFADR des ASP-Bereichs																		1	1	0	0	0	0

Aus dem EA-Befehl, Bit 24, entnimmt die Elementsteuerung, daß eine Eingabe beabsichtigt ist, und schaltet daraufhin über die Gerätesteuerung den Motor ein; dessen Hochlaufen wird abgewartet. Dann schreibt die Elementsteuerung die gelesenen Zeichen selbständig mit cycle stealing in einen Aufnahmepuffer des ASP im Bereich des Organisations-

programms ein. Von dort werden sie in die vom Programmierer festgelegten ASP-Zellen umgespeichert. Will der Programmierer nur einen Teil eines Karteninhalts zur Weiterbehandlung übernehmen, so schreibt er dem ORG vor, das Umspeichern bei Erreichen der Endadresse zu beenden. Die Endadresse ist im Externaufruf enthalten. Damit ist gewährleistet, daß die Übernahme der Informationen von Lochkarten an jeder beliebigen Stelle beendet werden kann, obwohl die letzte Lochkarte noch ordnungsgemäß die Maschine durchläuft.

Die LKE kann die Lochungen einer Lochkarte auch direkt als binäre Signale auffassen und weitergeben. Auf eine besondere Befehlsgruppe hin versteht sie den Inhalt jeder Spalte als ein 12-Bit-Halbwort, das sie dann unter Umgehung der Umcodiereinrichtung in zwei Teilen der ZE übergibt.

Durch ein Hardware-Bauteil ist die LKE auch in der Lage, die *Ureingabe* von einer Lochkarte abzulesen. Hierbei gelangen maximal 80 Zeichen als der Inhalt der 80 Spalten in den Arbeitsspeicher der ZE, wo sie von der Zelle 0 an Platz finden. Der Anlauf eines Externverkehrs ist in diesem Fall nicht schwierig, da die Bestandteile der erforderlichen EA- und EV-Befehle direkt dargestellt werden können (im Gegensatz zur Ureingabe über LS-Geräte).

Die Lochkartenausgabe LKA (auch Lochkartenstanzer genannt) nimmt in ihrem Magazin 1200 Karten auf. Nachfüllen ist während des Be-

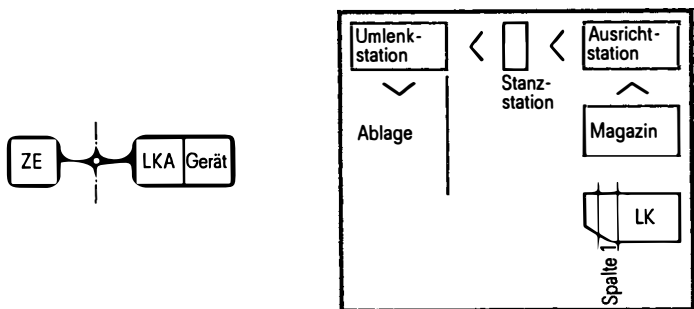


Bild 15

Blockschaltbild für den Anschluß der Lochkartenausgabe und
Aufbauskiizze mit Lochkartenweg im Gerät

triebs möglich; das Abziehen der letzten Karte aus dem Magazin wird gemeldet.

Eine Befehlsgruppe veranlaßt das Gerät, die unterste Karte in die Ausrichtstation zu bringen, dann der Stanzstation zuzuführen, spaltenweise zu lochen und in der Umlenkstation anschließend festzuhalten. Die Elementsteuerung setzt die empfangenen Interncodezeichen in den LK-Code um und benützt die erzeugten Signale dazu, die ausgewählten Stempel der Stanzeinrichtung zu entklinken, damit sie von der Antriebswelle durch die Lochkarte gedrückt werden. Die Stanzschnipsel saugt ein Unterdruck, der durch ein Gebläse erzeugt wird, in einen Behälter.

Ist die erste Karte gestanzt und in der Umlenkstation abgelegt, fordert die Elementsteuerung mit BAP eine neue Befehlsgruppe an, die das Lochen der zweiten Karte veranlaßt. Rückt diese zweite Karte in die Stanzstation nach, läuft die erste in das Ablagefach und die dritte zum „Vereinzeln“ in die Ausrichtstation.

Die LKA verarbeitet maximal 103 Karten/min, wenn alle 80 Spalten gelocht werden müssen. Diese Arbeitsleistung wird auf 420 Karten/min erhöht, wenn nur zehn Spalten mit Informationen versehen werden. Ist das letzte Zeichen in die Karte eingebracht, besorgt ein Schnellvor-schub den Weitertransport zur Umlenkstation. Die letzte Karte wird durch die Taste ENTLADEN in die Ablage befördert.

Die Programmierung einer Ausgabe gleicht der der Eingabe von Informationen. Auch hier gibt der Programmierer nur den ganzen ASP-Bereich an, aus dem die Zelleninhalte auf Lochkarten übertragen werden sollen. Das ORG nimmt die Aufteilung auf die benötigten Karten vor und veranlaßt rechtzeitig das Nachziehen neuer Karten.

Auch für die LKA gibt es eine Befehlsgruppe für das Ablochen von Informationen nach dem „binären“ (Intern-)Code.

Ein Gerät für die Ein- und Ausgabe von Informationen über Lochkarten ist der Schreiblocher, der über eine kombinierte Steuerung (LKK) verfügt. Mit seiner Ein- und Ausgabegeschwindigkeit von 13 Karten/min bei der Bearbeitung von 80 Spalten pro Karte ist er relativ langsam. Dafür kann man jedoch mit ihm Karten duplizieren und durch gesteuertes Überspringen von Spalten Teilinformationen in die ZE eingeben oder nachträglich an einer bestimmten Stelle in die Lochkarten eintragen. Ferner dient dieser Schreiblocher in einem von der ZE unabhängigen Betrieb zum Ablochen von Programmen in Assembler- oder Compiler-Sprache, wobei die Zeichen über ihrer Lochkombination zusätzlich im Klartext abgedruckt werden.

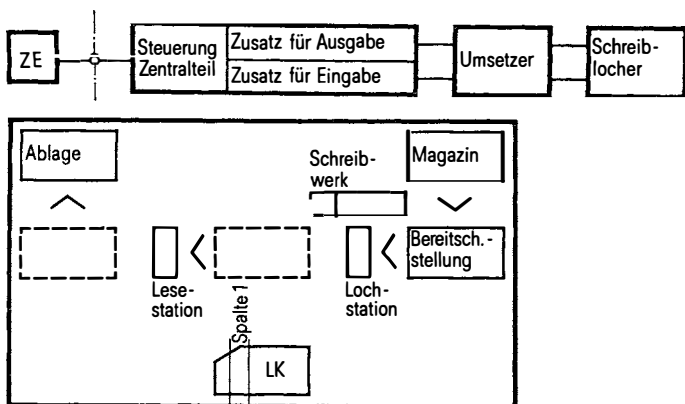


Bild 16
 Blockschaltbild für den Anschluß einer LKK und
 Aufbausskizze mit Lochkartenweg im Gerät

3.4. Schnelldrucker

Ein sehr leistungsfähiges Gerät in der Rechnerperipherie ist der Schnelldrucker. Er erhält vom Prozeßrechner über einen Standardkanal einen Block von (alpha-)numerischen Zeichen und druckt diese Informationen in einer Zeile ab. Jede Zeile kann — abhängig von der Geräteausführung — aus maximal 136 Druckstellen bestehen, die dann in zwei Arbeitsgängen mit Zeichen besetzt werden. Mit Rücksicht auf die Verwendung als „Formulardrucker“, der eingelegte Vordrucke ausfüllt, stehen verschiedene Gerätekonstruktionen zur Auswahl. Aus Druckzonen mit 34, 40 oder 68 Zeichenplätzen lassen sich unterschiedliche Zeilenlängen bilden.

Der Schnelldrucker ist dadurch ausgezeichnet, daß er den Drucktext nicht zeichenweise, wie der Blattschreiber, sondern in einem ganzen Zeilenaufbau zu Papier bringen kann. So gelingt es ihm, eine Zeile mit z. B. 136 alphanumerischen Zeichen innerhalb von etwa 107 ms auszudrucken, wozu ein Blattschreiber mehr als 13 s benötigt. Geht es also darum, einen längeren Text, wie er bei Meldungsprotokollen im Kraftwerk oder im Lastverteiler oder auch bei Verarbeitungsvorschriften in einigen Zweigen der Industrie vorkommt, in festen Zeitabständen wiederholt auszugeben, so lohnt sich unter Umständen der höhere

Aufwand für einen Schnelldrucker. Im Lastverteiler bringt er noch zusätzliche Vorteile, wenn er zum Drucken von „Netzzustandsbildern“ benutzt wird; diese zeigen den Schaltzustand von wichtigen Anlagen mit speziell ausgewählten Symbolen für die Stellung der Schalter, dazu wichtige elektrische Betriebsdaten, Lastschalterstellungen von Regeltransformatoren, Erdschlußanzeigen und anderes.

Die hohe Leistung des Schnelldruckers darf nicht vergessen lassen, daß die Textpuffer der steuernden Zentraleinheit einen beschränkten Umfang haben. Könnte man aber größere Druckausgaben veranlassen, dann würde der Wartungsbedarf stark ansteigen. Die technisch hochgezüchtete Mechanik läßt die übliche Erstellung von Betriebs- und Fehlerprotokollen in Prozeßrechneranlagen ohne weiteres zu; sie ist auch zur Ausgabe von übersichtlichen Protokollen von gerade übersetzten Programmen sehr gut geeignet. Man sollte sie aber nicht im Dauerbetrieb, z. B. bei lange andauernden Programmtests, beschäftigen. So kann der Schnelldrucker überall da mit Erfolg eingesetzt werden, wo er in angemessenen Zeitabständen knappe, aber gut vorbereitete Texte mit hohem Informationsgehalt ausdruckt.

Der Schnelldrucker übernimmt vom Prozeßrechner die alphanumerischen Zeichen im Interncode. Die Menge der abdruckbaren Zeichen richtet sich nach der Ausstattung des Druckwerks. Üblich ist, 26 Buchstaben, 10 Ziffern und 12 Satz- und Sonderzeichen als Drucktypen vorzusehen, doch kann man den Zeichenumfang um 14 weitere vergrößern.

Entsprechend unterschiedlich ist auch die Geschwindigkeit, in der eine Zeile gedruckt wird; sie liegt für maximal 68 Ziffern pro Zeile bei 37 ms und für maximal 68 alphanumerische Zeichen pro Zeile bei 62 ms. Diese Zeiten wachsen beim Drucken von maximal 136 Ziffern pro Zeile auf etwa 75 ms und von Maximal 136 alphanumerischen Zeichen pro Zeile auf etwa 107 ms.

Das am Rand perforierte Endlospapier, das in einheitliche Formulargrößen unterteilt und zum Stapel zusammengefaltet ist, wird von der Transporteinrichtung (hier sind es Stiftenraupen) um Zeilen- oder Formularabstände weitergefördert. Dieser Zeilentransport kann automatisch durch die Maschine selbst, aber auch um maximal 15 Zeilen durch Befehle von der ZE oder mit Hilfe einer Lochbandsteuerung ausgeführt werden. So ist es auch möglich, in vorgegebene Formulare Texte an ausgewählter Stelle einzutragen.

Für die Druckersteuerung wurden leistungsfähige Bauteile verschiedener Techniken zusammengefügt. Daraus ergeben sich die auffallenden Eigenschaften für das Gerät.

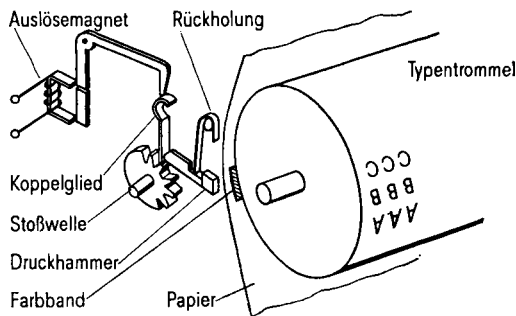


Bild 17

Skizze von dem Aufbau des Druckwerks

Das Druckwerk besitzt eine Typentrommel, auf die (max. 96) Zeilen mit jeweils gleichen Typen erhaben aufgebracht sind. Auf dem Trommelumfang lösen sich die Zeilen mit den vorgesehenen (alpha-) numerischen Zeichen nach einem bestimmten Schema ab. In der Ausführung z. B. mit 48 unterschiedlichen Typen tritt also jede Zeichenzeile zweimal auf.

Die Trommel rotiert ständig mit 800 U/min und bietet damit an der Druckposition im Abstand von jeweils etwa $780 \mu\text{s}$ eine neue Typenzeile an. Eine Reihe von Hämmerchen, deren Anzahl sich nach den vorgesehenen Druckstellen in der Zeile richtet, bildet die Druckeinrichtung. Zwischen den Hämmerchen und der Typentrommel läuft das Papier. Ein Farbband sorgt für das Abfärben der angeschlagenen Typen. Die Zeichen einer Zeile werden vom Rechner im Block an die Druckersteuerung übergeben und dort in einem Speicher festgehalten. Dazu wählt man einen Ultraschall-Umlaufspeicher, der aus einem Draht besteht, der an einem Ende im Takt der Bit-Signale durch einen magnetostriktiven Wandler in Torsionsschwingungen versetzt wird, die er am anderen Ende wieder an einen gleichartigen Wandler weitergibt. Die Teilwörter aus der ZE laufen bitparallel auf ein Schieberegister, das die Bits zur Anregung der Torsionsschwingungen seriell dem magnetostriktiven Wandler zuführt. Der Torsionsdraht ist so lang, daß er die Schwingungen für den Informationsinhalt einer Zone (eines Teils einer Zeile) aufnehmen kann. So erfolgt die Rückverwandlung der Schwingungen in 0- und 1-Signale am Ende des Speicherdrahtes erst dann, wenn der Zoneninhalt voll übernommen ist. Von diesem Zeitpunkt an läuft der Informationsblock in dem geschilderten Kreis um; die einzelnen Zeichen erscheinen am Schieberegister in genau festgelegten Abständen und können damit sehr leicht abgefragt werden.

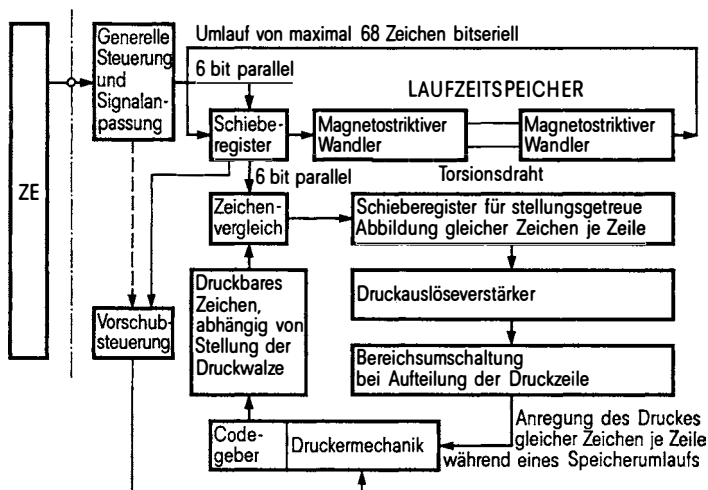


Bild 18
Blockschaltbild der Schnelldruckersteuerung

Auf der Welle der Typentrommel befindet sich ein Codegeber, der jeweils das Zeichen, das als nächste Typenzeile in die Druckposition einläuft, als Codezeichen bereitstellt. Wenn der Umlaufspeicher geladen ist, wird das erste Zeichen, das der Codegeber anbietet, mit dem gerade anstehenden Inhalt des Schieberegisters verglichen. Stimmen beide überein, wird in das Schieberegister für die Druckinformation eine 1 eingeschoben; wenn nicht, eine 0. So wird ein Zeichen der Zeile nach dem anderen dem als nächstes abdruckbaren Zeichen gegenübergestellt; im Schieberegister für die Druckvorbereitung entsteht eine Bitkombination, die stellungsgetreu angibt, wo das erwartete Druckzeichen in der Zeile überall erscheinen soll. Dieser Vorgang dauert etwa 220 μ s. Läuft die Typenzeile in die Druckposition ein, dann wird in der Zeile jeweils an den Druckstellen das Hämmerchen angeschlagen, an dessen Platz im Schieberegister für die Druckinformation eine 1 aufgetreten ist.

Beim Weiterdrehen der Typenwalze wiederholt sich dieser Vorgang so oft, bis alle Zeichen in der Zeile abgedruckt sind.

Das Papier steht während des Druckvorgangs still. Jedes Hämmerchen wird durch eine magnetische Auslösung in die Reichweite eines Zahnes der rotierenden Stoßwelle gebracht und von diesem gegen das Papier geschleudert. Die Berührungszeit zwischen Hämmerchen und Papier ist nur sehr kurz. Dadurch entsteht ein klares Druckbild, das im Spezialfall sogar als Ersatz für Zeichnungsunterlagen dienen kann.

Die Programmierung einer Ausgabe von Informationen an den Schnelldrucker bedient sich eines EA- und mindestens eines EV-Befehls. Mit einem zweiten EV-Befehl kann der Papiervorschub gesteuert werden.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
EA	Kanal-Nr.																		1	0	1	.	.	.
EV	ANFADR des ASP-Bereichs																		1	1	0	0	0	0

Diese Befehlsgruppe für alphanumerische Ausgabe enthält nur die Anfangsadresse des ASP-Bereichs, aus dem der Text herausgelesen werden soll. Die Elementsteuerung holt sich jedes Zeichen mit cycle stealing, prüft, ob ein Endezeichen empfangen wurde, und speichert das erhaltene Zeichen ab. Wurde der Text durch ein Endezeichen abgeschlossen, so füllt die Elementsteuerung den Umlaufspeicher mit Blancs auf. Ist der Speicher gefüllt, bevor ein Endezeichen von der ZE kommt, so beendet die Elementsteuerung die Datenübertragung selbst. Anschließend wird der Text gedruckt, das Papier um eine Zeile weitergeschoben — weil durch den angegebenen Befehl die automatische Weiterförderung des Papiers angewählt war — und der Vorgang mit einer BAP an die ZE abgeschlossen.

Der programmierte Papiervorschub richtet sich nach dem Inhalt des EV-Befehls, der in den Bitstellen 22 bis 24 „Steuerbits“ aufweist. Während die ASP-Anfangsadresse der Elementsteuerung mit einem EV-0-Befehl bekanntgegeben wird, bedeuten die Befehle EV2 und EV3 nur eine Papierbewegung allein und EV6 und EV7 Ausgaben mit Papierbewegungen.

4. Externe Speicher

4.1. Übersicht

Eine Prozeßrechnerfamilie muß besonders nach zwei Gesichtspunkten konzipiert sein: nach umfassender Anwendbarkeit im Bereich der Prozeßaufgabe und möglichst günstiger Preisstaffelung. Die verschiedenartigsten Aufgaben aus den Prozessen müssen aufgegriffen werden können; für jeden Einsatzfall soll eine dem Problem angemessene Anlage vorhanden sein. Diese Bedingungen widersprechen sich teilweise und sind deshalb nur mit Kompromissen realisierbar. So muß man z. B. manche Funktionen in die Rechnerperipherie verlegen, die in der Zentraleinheit günstiger untergebracht wären, dort aber zu kostspielig werden.

Der Arbeitsspeicher beeinflußt als Teil der ZE den Preis besonders. Die Anzahl der vorgesehenen Adressen bestimmt die Struktur des Befehlswortes und in gewisser Weise auch die Vorgänge bei der Befehlsbearbeitung im Steuerwerk. So stellte bislang die Wahl eines ASP mit maximal 16K Wörtern Kapazität und die Festlegung der Wortlänge auf 24 Bitstellen bei einer 14-Bit-Adresse im System 300 eine überlegte Lösung dar.

Die Ausweitung der Aufgaben in der Prozeßautomatisierung sprengte diesen Rahmen; man suchte nach weiteren Speichermöglichkeiten für Programme und Daten. Im kommerziellen Bereich der Datenverarbeitung gab es bereits eine Reihe unterschiedlicher externer Speicher. Aus diesen wählte man sorgfältig die für den Prozeßrechnerbetrieb geeigneten heraus. Der Prozeßrechner verlangt Speichermedien, die ihm die Informationen zur Wahrung des Echtzeitbetriebs in möglichst kurzer Zeit bereitstellen, dabei soll ihr Preis in der Größenordnung der übrigen Peripheriegeräte bleiben. Der Speicherplatz ist also nach oben durch den zulässigen Gerätepreis und nach unten durch die Rentabilität der Kosten je speicherbares Bit begrenzt.

Trommel- und Plattenspeicher erwiesen sich als besonders geeignet. Der externe Kernspeicher wäre ein „ideales“ Gerät, weil er den Datenverkehr in der Geschwindigkeit des ASP abwickeln kann, doch ist er mit seiner relativ kleinen Speicherkapazität nur für häufigen, äußerst schnellen Datenaustausch vorteilhaft. Der Magnetbandspeicher ist wegen

seiner „Langsamkeit“ wenig geeignet; sein Einsatzgebiet sind „offline“-Auswertungen, also von der Prozeßführung unabhängige Aufgaben.

Den genannten Speichern ist gemeinsam, daß sie die Informationen magnetisch festhalten und daß sie vergleichbare Elementsteuerungen besitzen. Sie unterscheiden sich dagegen stark in der Organisation der Datenspeicherung und im Aufbau der mechanischen Einheit. Damit der Programmierer nicht von diesen Unterschieden belastet wird, wurden einander angeglichen Aufrufe geschaffen, die dem ORG die Berücksichtigung der spezifischen Eigenschaften der Geräte und ihrer Steuerungen überlassen.

Bei fast allen externen Speichern befinden sich Elementsteuerung und Gerätesteuerung im gleichen Gehäuse. Ausgenommen davon ist der Plattenspeicher, dessen Elementsteuerung meistens im Schrank der ZE eingebaut ist. Der Teil der Gerätesteuerung, der für das Aufzeichnen und Lesen der Informationen bei rotierenden Speichern verantwortlich ist, trägt den Namen „Elektronik“. Auf Bild 19 sind die gebräuchlichen Speicher mit ihrem Anschluß an die ZE dargestellt.

An den Blockschaltbildern fällt auf, daß die Magnetbandspeicher mit einem „Schnittstellenumsetzer“ (Schnellkanal-Umsetzer) ausgerüstet sind. Als Geräte aus dem System 4004 sind sie nur nach Anpassung an die Nahtstellenbedingungen des Systems 300 anschließbar.

Für den Umgang mit externen Speichern sind folgende Punkte besonders wichtig:

- Alle Daten müssen nach einer bestimmten Ordnung abgelegt werden.
- Diese Ordnung muß durch eine Buchführung über die Datenplätze aufrechterhalten werden.
- Jeder Datenblock muß über eine Adresse ansteuerbar sein, damit er gezielt abgeholt werden kann.

Diese Bedingungen stellen hohe Ansprüche an die Organisation des Datenverkehrs. Um den Programmierer möglichst weitgehend davon zu entlasten, ist die „Buchführung“ über die gespeicherten Daten dem ORG überlassen. Der Programmierer legt nur einen *Dateinamen* fest. Unter *Datei* versteht man eine zusammengehörende, nicht begrenzte Datenmenge, deren Umfang und Zusammenhang sich aus der Prozeßaufgabe herleitet. Der Operator gibt dem ORG den Dateinamen bekannt, damit beim ersten Einschreiben von Daten das Festhalten der

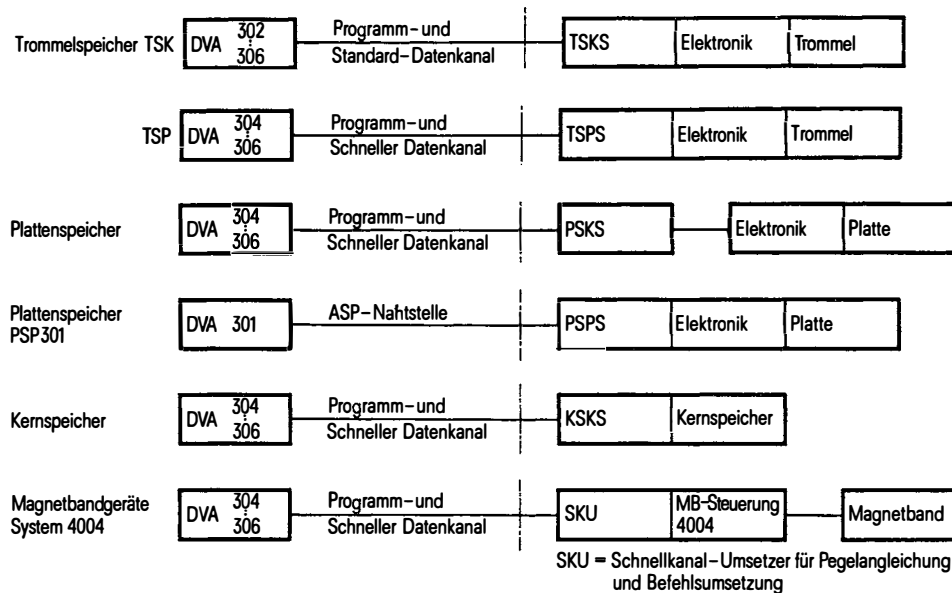


Bild 19
Externe Speicher mit ihrem Anschluß an die ZE

Anfangsadresse auf dem externen Speicher, die Platzreservierung und ähnliche Tätigkeiten nach der vorgegebenen Ordnung ablaufen können. Später nimmt der Programmierer nur noch auf den Aufruf zur Eröffnung der Datei Bezug, woraus das ORG alle nötigen Hinweise für das Auffinden des Datenortes ableitet.

Die komplizierte Überführung der Rechnersignale in magnetisch speicherbare Informationen und die mögliche Veränderung dieser Informationen durch magnetische Beeinflussung von außen bzw. durch mechanische Beschädigungen des Datenträgers erfordern wirksame Maßnahmen zur *Datensicherung*. Dieser eingeführte Begriff müßte eigentlich Datenüberwachung heißen, da eine Veränderung der an externe Speicher ausgegebenen Daten nicht verhindert werden kann; man kann nur auf erfolgte Veränderungen aufmerksam machen und diese zu korrigieren versuchen. In der kommerziellen Datenverarbeitung wurden umfangreiche Maßnahmen für diese Überwachung vorgeschrieben, die vom Betriebssystem der DVA zu erledigen sind. Diese müssen natürlich überall aus denselben Routinen bestehen. Nur so ist die oft gewünschte Austauschbarkeit der Datenträger zwischen unterschiedlichen DVA gewährleistet. Man nennt dies *Kompatibilität*.

Die im Vergleich junge Prozeßrechnertechnik verzichtet in vielen Fällen zugunsten einer weitergehenden Ausnützung des Speicherraums auf einige dieser Maßnahmen — soweit es die sichere Prozeßführung zuläßt — und achtet nur dort auf Kompatibilität, wo ein direkter Austausch der Informationen mit kommerziellen DVA notwendig ist.

Die Übersicht auf Tabelle 4 stellt einige wichtige Daten für externe Speicher nebeneinander. Diese werden — soweit notwendig — nachfolgend erläutert.

4.2. Trommelspeicher

Das *Trommelspeicherelement TSK* besteht aus der Elementsteuerung, der Gerätesteuerung für den Trommelantrieb, der geräteinternen Datensteuerung (Elektronik), dem motorisch angetriebenen Datenträger und den am Umfang des Drehkörpers verteilten Schreib-Lese-Köpfen. Der Datenträger ist ein nach oben leicht konisch zulaufender Rotationskörper, der mit einer magnetisierbaren Schicht belegt ist. Als Antrieb dient ein Drehstrom-Asynchronmotor, der die Trommel im Betrieb dreht. Die Schreib-Lese-Köpfe sind so an der Oberfläche der Trommel verteilt, daß jeder eine eigene konzentrische Spur „bestreicht“. Im Vollausbau entstehen so 256 Datenspurten, zu denen noch Ersatz- und Takt-

Tabelle 4 Wichtige Betriebsdaten von externen Speichern

	Trommel- element TSK	Plattenelement PSK	Plattenelement PSP 301	Kernspeicher- element KSK	Trommel- element TSP	MB-Geräte System 4004 (3 verschiedene Typen)
Speicher- fähigkeit (max.)	256 K Wörter je Trommel (max. 4 Trommeln)	1'782 Wörter	2x 819 200 Wö.	16 K Wörter	512 K Wörter je Trommel (max. 2 Trommeln)	ca. 7'33 Wörter bei 732 m Länge des Bandes
Drehzahl	970 Upm	2400 Upm	2400 Upm	—	2880 Upm	Bandgeschwindigkeit 0,95/1,9/3,8 m/s
Zugriffszeit (mittl.)	32 ms	87,5 ms	332,5 ms	ca. 20 μ s für das erste Wort	10 ms	gesamte Bandablaufzeit ca. 4/3/1 min.
Übertragungs- rate (max.)	18 000 Wö/s	52 000 Wö/s	40 000 Wö/s	667 000 Wö/s	49 000 Wö/s	10 000/20 000/ 40 000 Wö/s
kleinste adressierbare Dateneinheit	1 Sektor = 64 Zeichen = 16 Wörter	1 Datenfeld = 64 Wörter	1 Sektor = 64 Wörter	1 Block = 8 Wörter	1 Sektor = 64 Wörter	1 Block über die Etikettierung
kleinste übertragbare Datenmenge	1 Wort	1 Wort	1 Wort	1 Wort	1 Wort	mindestens 12 Bytes entsprechend 4 Wörtern
Schreib-Lese- Kontrolle	1 Sicherungs- wort pro Sektor	1 Kontrollinf. pro Datenfeld (+ Kennungen)	1 Kontrollinf. pro Sektor	1 Paritybit pro Wort	1 Kontrollwort pro Sektor	Längs- und Querparität über einen Block
Taktung	Taktspur	selbsttaktend durch Inform.	selbsttaktend durch Inform.	Taktung durch ZE	Taktspur	Taktgenerator
Leistungs- aufnahme	ca. 0,7 kVA für 1 Trommel im Betrieb	ca. 1,7 kVA	ca. 2 kVA	ca. 250 W	ca. 1 kVA für 2 Trommeln im Betrieb	ca. 5 kVA

spuren kommen. Die Schreib-Lese-Köpfe besitzen eine aerodynamische Form, die beim Rotieren des Trommelkörpers ein Luftpolster zwischen Kopf und Trommeloberfläche erzeugt. Bei Nenndrehzahl der Trommel wird ein Abstand von 5 μm eingehalten.

Dieser Abstand verkleinert sich mit abfallender Drehzahl; deshalb muß der Luftspalt zur Vermeidung von mechanischen Beschädigungen der Trommelaußenhaut erweitert werden, wenn die Trommel langsamer läuft. Eine sogenannte Auto-Lift-Vorrichtung, die durch Zentrifugalkräfte ausgelöst wird, hebt den Drehkörper bei mehr als 75 % der Nenndrehzahl in die Betriebsstellung und läßt ihn bei einer niedrigeren Drehzahl auf seiner Welle nach unten gleiten. So kommt beim Anlaufen und Abstellen des Motors keine Berührung zwischen den Schreib-Lese-Köpfen und der Magnetschicht zustande.

Ein Maß für die Geschwindigkeit eines rotierenden Speichers ist die mittlere Zugriffszeit. Man definiert sie als die halbe Umdrehungszeit und erhält so bei 970 U/min Nenndrehzahl ~ 32 ms für den Trommelspeicher. Das ist der Mittelwert der Zeit, die der Rechner nach der Befehlsgabe warten muß, bis die gesuchte Information unter dem Schreib-Lese-Kopf durchläuft. Die Mikrosekunden, die für die elektrische Ansteuerung des Kopfes benötigt werden, sind in den genannten 32 ms mit enthalten.

Die Daten einer Spur sind in 64 Sektoren zu je 16 Datenwörtern und einem Sicherungswort eingeteilt. Somit enthält jede vollgeschriebene

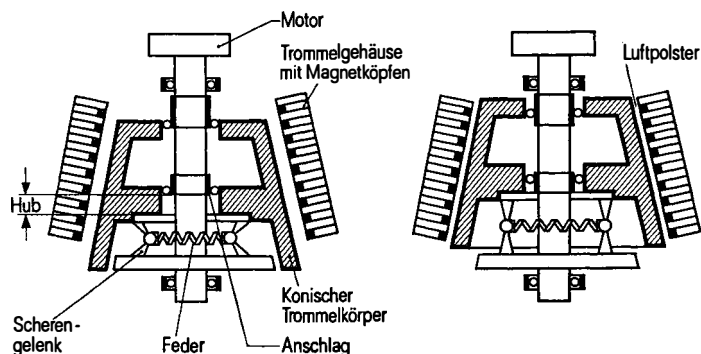


Bild 20
Schnittskizze durch den Trommelspeicher

Spur 1024 Wörter (also 1K Wörter) zu je 24 bit, die seriell aufgetragen sind. Das Befehlswort zur Ansteuerung des Datenortes nützt die ersten 14 Bitstellen für die Adressierung der 256 Spuren (8 Bitstellen) und der 64 Sektoren je Spur (6 Bitstellen) aus. Jeweils 64 Schreib-Lese-Köpfe werden über einen Schreib- und einen Leseverstärker versorgt. So läßt sich ein Teilausbau des Tommelspeichers mit 64, 128 und 256 Spuren auch organisatorisch leicht durchführen.

Die *Kontrollinformation* wird durch eine Hardwareeinrichtung in der Geräteelektronik erzeugt, wenn ein Sektor auf den Datenträger geschrieben wird. Sie besteht aus 22 bit und bildet mit zwei Abstandbit das 17. Wort (Sicherungswort) des Sektors. Bei einer Eingabe in den Rechner stellt die gleiche Einrichtung aus den 16 Informationswörtern wieder eine Kontrollinformation her und vergleicht diese mit dem 17. Wort des gelesenen Sektors. Stimmen gelesenes und neu gebildetes Wort nicht überein, wird die Eingabe durch die Anzeige LESEFEHLER unterbrochen und durch das ORG wiederholt.

Ist eine Spur beschädigt, so können die zugehörigen Verbindungsleitungen zur Elektronik an dem Schreib-Lese-Kopf einer Reservespur angeschlossen werden. Dadurch wird die bisherige Reservespur nunmehr mit der Adresse der „abgeschalteten“ Spur angesteuert.

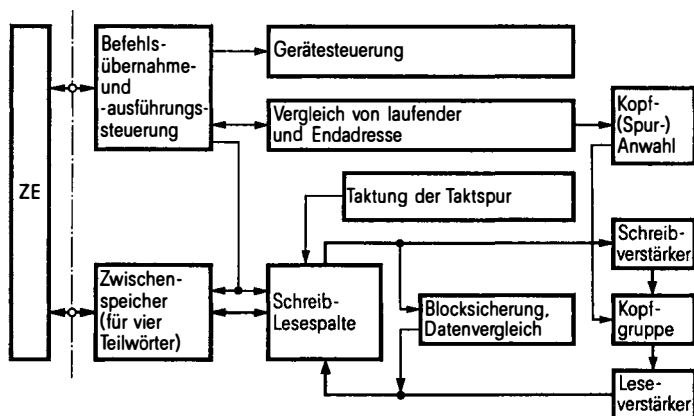


Bild 21
Blockschaltbild einer Trommelsteuerung TSK

Die Trommel besitzt auch eine Taktspur. Nach den Taktsignalen dieser Spur richtet sich Aufschreiben und Lesen der Informationen. Sie hat einen eigenen Leseverstärker, über den sie einen Taktimpulsbewerter beaufschlagt; mit diesem wiederum arbeitet ein Sektorzähler zusammen, der immer über die „Stellung“ der Trommel relativ zum Schreib-Lese-Kopf der Taktspur informieren kann. So ist es möglich, einen Sektor als kleinste adressierbare Einheit direkt anzusteuern.

Die Elementsteuerung des Trommelspeichers enthält vier „Pufferregister“ für Teilwörter, es steht also immer ein ganzes Wort zur Weitergabe bereit. Durch diese Speicherung soll erreicht werden, daß Unregelmäßigkeiten im Datenverkehr mit der ZE, die durch eine wiederholte Inanspruchnahme von Speicherzyklen durch EXE höherer Priorität zustandekommen können, keine Auswirkungen auf den Schreib- oder Lesevorgang im Externspeicher haben. Diese Zwischenpuffer werden durch einen Vorwärts-Rückwärts-Zähler auf ihren Inhalt überwacht. Ein fünfter Teilwortpuffer ist die Schreib-Lese-Spalte, ein Schieberegister, das das Teilwort bei einer Ausgabe aus der ZE in eine serielle Bitfolge umsetzt und bei einer Eingabe die seriell vom Speicher gelesenen Bits als parallel dargestelltes Teilwort anbietet.

Der Datenaustausch mit der ZE wird durch einen Adressenvergleich kontrolliert. Ein Datenblock wird vom Programmierer durch Anfangs- und Endadresse im ASP abgegrenzt. Beim Transfer der Teilwörter erhöht der Adreßzähler in der Elementsteuerung die aktuelle Teilwortadresse von der Anfangszahl an solange, bis Gleichheit mit der Endadresse erreicht ist. Dann wird der Datentransport in der Regel durch eine BAP abgeschlossen.

Damit beim Schreiben oder Lesen von Informationen eine Orientierung auf der Trommel möglich ist, gibt das ORG die Adresse des Anfangssektors an die Elementsteuerung. Hier wird durch Vergleich mit dem Inhalt des Sektorzählers festgestellt, wann der Datendurchlauf beginnen kann.

Eine Befehlsgruppe für den Datenverkehr mit einem Trommelspeicher besteht aus einem EA- und drei EV-Befehlen. Im EA-Befehl wird durch die Bitstellen 23/24 unterschieden, ob es sich um eine Ein- oder Ausgabe handelt; die Bitstelle 22 legt fest, ob der Transfer durch eine BAP abgeschlossen werden soll oder nicht. In den folgenden Befehlen stehen alle Adreßangaben. So lautet die Ausgabebefehlsgruppe mit BAP-Abschluß:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
EA		Kanal - Nr.				Ger.Nr														1	0	1	0	1	0
Eva	Anfangssektoradresse																	1	1	0	0	0	0		
EVb	ANFADR des ASP- Bereichs																	1	1	0	0	0	0		
EVc	ENDADR des ASP- Bereichs																	1	1	0	0	0	0		

Der EA-Befehl weist noch darauf hin, daß der Trommelspeicher für einen Vollausbau mit vier Trommeln konzipiert ist; diese erhöhen die Speicherkapazität auf 1024 K Wörter. Mit den Bitstellen 6 und 7 werden diese Speicherelemente angewählt. Diese vier Trommeln haben nur eine gemeinsame Elementsteuerung und können nicht simultan arbeiten. Jede in der Steuerung empfangene Befehlsgruppe wird zunächst auf ihre Zulässigkeit geprüft. Fehler durch Nichtbeachtung des Ausbaugrades oder der Trommelanzahl führen dazu, daß Befehle nicht befolgt werden. Nach dieser Prüfung werden die Zwischenspeicher gefüllt und dann der adressierte Sektor gesucht. Wenn ein Teilwort von der Schreib-Lese-Spalte an die Elektronik weiterläuft, fordert die Elementsteuerung das nächste Zeichen vom ASP an. Entsprechend der Drehzahl der Trommel gelangen so die Anforderungen im Abstand von jeweils etwa 14 μ s an die Datensteuerung in der ZE. Wird eine Anforderung nicht innerhalb von etwa 60 μ s beantwortet, sind die Zwischenpuffer leer und die Anforderung bleibt als Dauersignal ADST stehen. Schließlich weist die Anzeige PRIORITÄTSFEHLER darauf hin, daß die Elementsteuerung auf dem Speicher ein kontinuierliches Schreiben nicht sichern kann, so daß die Ausgabe abgebrochen werden muß.

Die Dateneingabe läuft gleichartig ab. Nach Empfang der Befehlsgruppe und der Gültigkeitskontrolle wird der adressierte Anfangssektor abgewartet; aus diesem laufen die ersten fünf Teilwörter in die Zwischenpuffer ein. Trifft das erste an der Übergabestelle ein, gibt die Elementsteuerung die Anforderung an die Datensteuerung, und der Transfer zur ZE beginnt. Sein Ende wird durch die Adressensteuerung ermittelt.

Direkten Einfluß auf die Abläufe nimmt der Programmierer nicht; seine Anweisungen richten sich nur ans Organisationsprogramm, das unter Umständen die vorgeschriebenen Parameter variiert. Der Speicherplatz ist in Anlehnung an die Organisation des Plattenspeichers in „Zylinder“ eingeteilt, die jeweils über 16 Spuren verfügen. Ist der auszugebende Datenblock so lang, daß er in den Zylinder, in dem das Schreiben begonnen wurde, nicht mehr vollständig gespeichert werden kann, so sucht sich das ORG in seiner Externspeicher-Buchführung einen anderen freien Platz für die Fortsetzung; in diesem Fall wird der Inhalt des vom Programmierer vorgesehenen ASP-Bereichs nach

den jeweiligen Erfordernissen unterteilt. Die dazugehörenden Externspeicheradressen setzt das Organisationsprogramm selbständig ein.

Das *Trommelspeicherelement T-SP* (300 oder 301) ist eine Neuentwicklung mit einem gegenüber dem TSK geänderten Aufbau. Der Trommelkörper ist ein mit magnetisierbarem Material belegter Aluminiumzylinder, der — angetrieben durch einen Drehstrommotor — mit einer Drehzahl von 2880 U/min rotiert. Die Schreib-Lese-Köpfe schweben im Betrieb auf einem Luftkissen und werden bei verminderter Drehzahl abgehoben. Jeder von ihnen beeinflusst eine Spur, in die 1024 nutzbare Informationswörter eingetragen werden können.

Es sind Ausbaustufen mit 128, 256, 512 und 2×512 Spuren vorgesehen. Die zuletzt genannte benützt zwei Trommeln, die über dieselbe Elementsteuerung bedient werden und deshalb nicht simultan arbeiten können. Damit steht maximal ein Speichervermögen von 1'048 Wörtern zur Verfügung. Jede Spur enthält 16 Sektoren mit je 64 Datenwörtern, einem Kontrollwort und zwei Kennwörtern am Anfang und Ende.

Entsprechend der hohen Drehzahl beträgt die mittlere Zugriffszeit nur 10 ms. Da für jeweils 1 K Wörter nur 20 ms Übertragungszeit gerechnet werden muß, ist dieser Trommelspeicher der derzeit schnellste rotierende Speicher in der Peripherie des Systems 300.

Neben den Datenspuren sind auf dem TSP noch drei Taktspuren und entsprechende Reservespuren vorgesehen. Die Taktspur enthält einen Spuranfangsindex, besondere Sektor-Takte und um den ganzen Umfang aufgetragene Bit-Takte. Aus den Sektor-Takten erzeugt ein Zähler die jeweils „gültige“ Sektoradresse, um die Adressierung des Sektors als kleinste ansprechbare Informationseinheit zu ermöglichen. Die Reservespuren können, wenn eine normale Spur beschädigt wurde, von Hand in Betrieb genommen werden; sie haben eigene Schreib-Lese-Köpfe.

Als Elementsteuerung wird für das TSP eine „Grundsteuerung“ P3KS300 oder P3KS301 eingesetzt. Durch die besonderen Eigenschaften dieser Steuerung — die später genau beschrieben wird — ändert sich die Struktur der Befehle an dieses Speicherelement. Die Befehlsgruppe für eine Eingabe lautet von einer ZE 305:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
EA	Kanal - Nr.																		1	0	1	0	0	1
EVa	ANFADR des ASP-Bereichs																		1	1	0	0	0	0
EVb	Wortanzahl																		1	1	0	0	0	1
EVc	G	Spuradresse										Sektoradr.							1	1	0	1	0	1

Davon wird an die Gerätesteuerung weitergegeben:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Übernahmes.		
G Spuradresse										Sektoradr.				OPTEA			OPTEV			S3 S2 S1 S0		

In diesem Steuerwort bedeuten: G die Gerätenummer 0 oder 1, OPT EA den Operationsteil des EA-Befehls Bit 22 bis 24 mit der Verkehrsrichtung und OPT EV den Operationsteil des EVc-Befehls Bit 22 bis 24. Die "Bitstellen 21 bis 24" des Steuerwortes werden in der P3-Steuerung erzeugt; sie enthalten direkte Anweisungen an die Gerätesteuerung.

Derart läuft die Eingabe ab:

Durch die Befehlsgruppe der ZE werden in der P3-Steuerung der Adreßzähler und der Blocklängenzähler geladen. Auf den letzten EV-Befehl hin wird der Gerätesteuerung die Spur- und Sektoradresse und die Verkehrsrichtung mitgeteilt; ihre Ablaufsteuerung beginnt dann zu arbeiten. Nach Ansteuerung der Spur wird die vorgegebene Sektoradresse solange mit der im Sektorzähler erzeugten Adresse verglichen, bis Übereinstimmung erzielt ist; es beginnt das Lesen. Das erste Wort wandert durch den Serien-Parallel-Umsetzer zu einem Wortregister; in diesem Augenblick stellt die Gerätesteuerung eine Anforderung an die Elementsteuerung und diese gibt sie mit Dauersignal ADST an die ZE weiter. Bei der Zuteilung des ASP-Zyklus wandert der Inhalt des Wortregisters in der Gerätesteuerung direkt in die von der Elementsteuerung adressierte Zelle. Daraufhin wird der Inhalt des Adreßzählers erhöht und der des Blocklängenzählers vermindert. In der gleichen Weise gelangen alle folgenden Wörter von der Trommel in den ASP (Bild 22).

Entsprechend ihrer Drehzahl bietet das TSP im Abstand von jeweils 19,4 µs ein neues Wort an. Wenn die ZE andere externe Elemente mit höherer Kanalpriorität zum Datenaustausch zulassen muß, so daß ein Wort nicht rechtzeitig übernommen werden kann, muß die Eingabe abgebrochen und wiederholt werden.

Für die Ausgabe von Daten zum Trommelspeicher gilt generell dasselbe. Auch hier muß die Gerätesteuerung nach Übernahme der Parameter eine Anforderung an die P3-Steuerung richten, damit diese die Datenübertragung mit cycle stealing beginnt. Das ausgegebene Wort steht am Ende des ASP-Zyklus im Wortregister der Elementsteuerung,

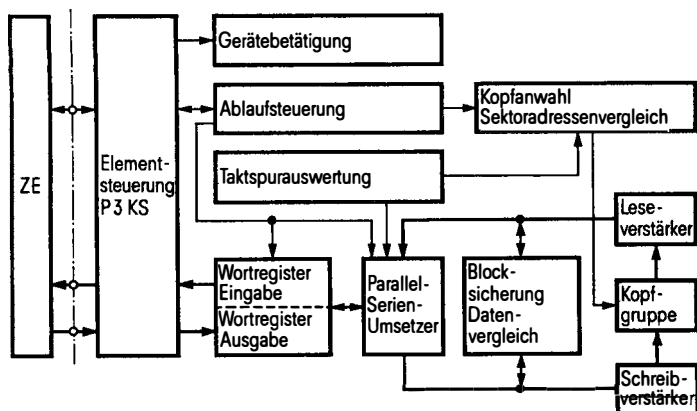


Bild 22
Blockschaltbild einer Trommelsteuerung TSP

kommt dann zu dem der Gerätesteuerung und über den Parallel-Serien-Umsetzer in die angesteuerte Spur.

Die Datensicherung mit Hilfe des Kontrollwortes läuft wie beim TSK ab. Das Kontrollwort wird bei der Ausgabe gebildet und aufgeschrieben, bei der Eingabe nochmals erzeugt und das neue mit dem aufgeschriebenen verglichen.

4.3. Plattenspeicher

Der *Plattenspeicher PSK* weist gegenüber dem Trommelspeicher TSK eine mehr als doppelt so hohe Drehzahl auf. Infolgedessen muß er die Informationen mit der ZE wesentlich rascher austauschen, was nur über einen Schnellkanal möglich ist. Im Vergleich zum Trommelspeicher benötigt das Gerät nur einen kleinen Schrank, der sich im Rechnerraum gut unterbringen und leicht bedienen läßt. Er enthält — wie erwähnt — nur die Gerätesteuerung, die Elektronik und den mechanischen Aufbau des Plattenspeichers, da die Elementsteuerung bei der Zentraleinheit untergebracht ist.

Die Datenträger sind hier runde Scheiben, die beiderseitig mit einer magnetisierbaren Schicht belegt sind. Ein aus sechs Platten bestehender Stapel ist so auf eine Hohlwelle montiert, daß er nur geschlossen auf

die Antriebswelle aufgesetzt werden kann. Die oberste und die unterste Fläche sind für die Datenspeicherung nicht zugänglich; auf jeder der übrigen zehn Oberflächen haben 203 konzentrische Spuren Platz (Bild 23).

Hier werden nur zehn Schreib-Lese-Köpfe benutzt, von denen jeder eine Plattenoberfläche überstreicht. Die Köpfe sind an einem hydraulisch angetriebenen Schlitten, dem *Positonierer*, befestigt und werden von diesem zu der im Programm ausgewählten Spur gebracht. Sie halten während des Betriebs einen Abstand von $5\text{ }\mu\text{m}$ zur Plattenoberfläche, dieser Abstand wird durch ein Luftpolster bei Nenndrehzahl eingehalten; um ein Berühren der Magnetschicht zu vermeiden, werden die Köpfe abgehoben, wenn die Drehzahl mehr als 25 % unter die Nenndrehzahl absinkt.

Der Zugriff zu den gespeicherten Daten teilt sich somit in zwei Vorgänge: das Positionieren auf die richtige Spur und das Warten, bis die gesuchten Daten unter dem Schreib-Lese-Kopf eintreffen.

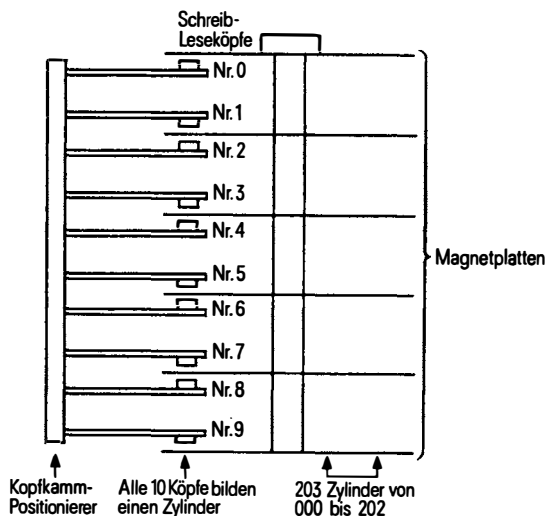


Bild 23

Skizze der Anordnung von Platten und Positionierer

Die Antriebswelle wird von einem Asynchronometer (mit Drehstromanschluß) mit 2400 U/min angetrieben, solange der Speicher in Betrieb ist. Die mittlere Zugriffszeit zu den Daten beträgt 87,5 ms; davon entfallen auf die drehzahlabhängige mittlere Drehwartezeit 12,5 ms und auf die Dauer eines Positioniervorgangs über die Hälfte der Datenspuren 75 ms. Diese mittlere Positionierzeit kann nicht linear auf kürzere oder längere Wege des Positionierers umgerechnet werden, weil hierbei Beschleunigungs- und Bremsvorgänge ablaufen. So benötigt der hydraulische Antrieb etwa 25 ms für die Verschiebung der Schreib-Lese-Köpfe um einen Spurabstand und etwa 135 ms für den längsten Weg von Spur 0 auf Spur 203. In diesen Zeiten sind die Mikrosekundenbeträge der Kommandozeiten nicht eigens berücksichtigt.

Die Daten einer Spur sind auf 14 Datenfelder mit je 64 Wörtern aufgeteilt. Vor jedem Datenfeld ist ein Kennfeld eingeschoben, das Angaben zur Identifizierung des nachfolgenden Datenfelds und zur Feststellung seines Inhalts enthält. Beide Feldarten werden jeweils durch eine Kontrollinformation abgeschlossen, die beim Aufzeichnen der Daten gebildet und beim Lesen zur Kontrolle der Fehlerfreiheit ausgewertet wird.

Mit den Kenn- und Datenfeldern gehören die Spuranfangsmarke, die Spuradresse und die in die Feld- bzw. Blocklücken eingeschobenen Kennungsbits zur „*Formatierung*“ einer Platte. Das hier verwendete Datenformat (RAS: random-access-storage-Format) ist genormt und erlaubt eine Verwendung des Speichers in der Peripherie jeder DVA der Familie 4004 (mit einigen Einschränkungen). Formatierung ist Voraussetzung dafür, daß die Platten überhaupt benützt werden können. Sie muß vor dem ersten Abspeichern von Prozeßdaten als vollständiges Bitmuster in jede Spur eingetragen sein und beansprucht einen relativ großen Teil des Spurbereichs.

Nicht (mehr) brauchbare Spuren erhalten an ihrem Anfang eine Kennzeichnung, die das Organisationsprogramm daran hindert, hier Informationen einzutragen oder abzuholen. Von den 203 Spuren werden nur 200 in den Datenverkehr einbezogen; die restlichen drei dienen als Reserve für nicht mehr benützbares. Ist eine Spur defekt, so wird die zugehörige Datei als nicht betriebsfähig erklärt.

Um den Zeitbedarf für den Datenverkehr gering zu halten, wird der Positionierer möglichst wenig bewegt. Man faßt alle untereinander liegenden Spuren zu einer Einheit zusammen und spricht sie als *Zylinder* an. In diesem finden 8960 Wörter Platz. Das ORG versucht bei jeder Ausgabe, zusammengehörende Daten in einen solchen Zylinder einzutragen. Wenn er nicht ausreicht, wird ein zweiter zusätzlich be-

legt. Angefangene Zylinder füllt man aber auch mit Daten einer anderen Datei auf; eine Ausnahme macht die Externspeicher-Organisation der ZE 301.

Die Taktung des Datenverkehrs und die Identifizierung der Bits aus den magnetischen Aufzeichnungen geschieht beim Plattenspeicher mit der Information selbst. Ein quarzstabilisierter Taktgenerator erzeugt Impulse, die mit den Signalen 1 und 0 der Information aus der Elementsteuerung zu einer Summeninformation vereinigt werden. Mit diesen Informationssignalen tastet man die Taktimpulse so, daß für eine 0 ein Impuls (vergleichbar mit einer Impulsfrequenz von 1,25 MHz) und für eine 1 zwei Impulse (vergleichbar mit einer Impulsfrequenz von 2,5 MHz) in einer Taktzeit entstehen. Diese Impulse erzeugen im Schreib-Lese-Kopf Flußänderungen, die die Informationen auf die Platten übertragen. Beim Lesen machen sich Intensitätswechsel, die durch Stromschwankungen beim Schreiben entstanden sind, nicht bemerkbar, weil der Informationsgehalt nur durch die Impulse bestimmt wird. Die Steuerelektronik zerlegt die gelesenen Impulse wieder in Takte und Informationen.

Eine Schlitzscheibe, die unter dem Plattenstapel angebracht ist und induktiv abgefragt wird, markiert den Spuranfang und liefert die Kriterien zur Drehzahlüberwachung.

Die Elementsteuerung des Plattenspeichers enthält ein Wortregister und als Parallel-Serien-Umsetzer bei einer Ausgabe bzw. als Serien-Parallel-Umsetzer bei einer Eingabe eine Schreib-Lese-Spalte. Die Informationswörter, die die Steuerung auf einem Schnellkanal von der ZE übernimmt, werden bitseriell auf den Datenträger gebracht.

Der Datenverkehr wird durch Adressenvergleich überwacht. In der Elementsteuerung befinden sich ein Adreßzähler für die laufende Adresse und ein Register für die Aufnahme der Blockendadresse im ASP. Bei Übereinstimmung der jeweils aktuellen ASP-Adresse mit der Endadresse ist das Ende der Übertragung feststellbar und wird von der Elementsteuerung durch eine BAP an die ZE signalisiert.

Jeder Datentransfer zwischen ZE und Plattenspeicher beginnt mit einer Befehlsgruppe zur Positionierung der Schreib-Lese-Köpfe. Diese enthält die Differenz der Spurnummer, auf der sich die Köpfe befinden, und der Spurnummer, zu der weitergegangen werden soll, als Schrittzahl, um die die Gerätesteuerung den Positionierer verschieben soll.

Dann folgt die Befehlsgruppe für den Datenverkehr, die aus einem EA-Befehl und drei EV-Befehlen besteht. Der EA-Befehl gibt auf den Bitstellen 23 und 24 an, ob es sich um eine Ein- oder eine Ausgabe han-

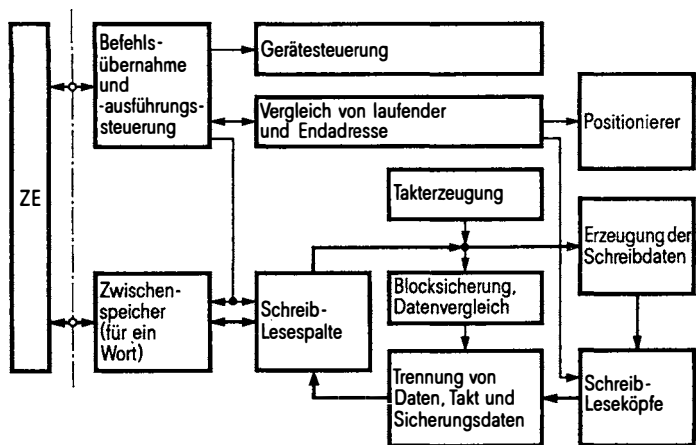


Bild 24
Blockschaltbild einer Plattensteuerung

delt, und enthält auf Bitstelle 22 eine 0. Für einen Positioniervorgang oder für das Formatieren steht auf Bitstelle 22 eine 1. Alle durch Befehlsgruppen veranlaßten Abläufe werden mit einer BAP abgeschlossen.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
EA	Kanal-Nr.																		1	0	1	0	1	0
EVa						Kopf-Nr				Satz-Nr								1	1	0	0	0	0	
EVb	ASP-Anfangsadresse																		1	1	0	0	0	0
EVc	ASP-Endadresse																		1	1	0	0	0	0

Die Ansteuerung des Datenwortes geschieht hier mit einer kürzeren Adresse. Jeder der zehn Schreib-Lese-Köpfe und jedes der 14 Datenfelder werden durch vier Bitstellen angewählt.

Im übrigen gilt auch hier, was zum Datenaustausch mit dem Trommelspeicher ausgeführt wurde. Der Programmierer eröffnet eine Datei durch Namensangabe und ruft das ORG unter Bezugnahme auf diese Dateieröffnung zum Datentransfer auf; dabei schreibt er Anfangs- und Endadresse des gesamten Speicherbereichs vor. Dann versieht das Organisationsprogramm die Befehlsgruppen mit den erforderlichen Para-

metern und gibt sie in der richtigen Reihenfolge aus. Dazu gehört u. a. auch das Aussuchen und Ansteuern eines neuen Zylinders, wenn während einer Ausgabe ein Zylinderende erreicht wurde.

Das Plattenspeicherelement stellt bei Ein- und Ausgaben — entsprechend der Drehzahl von 2400 U/min — jeweils im Abstand von 28 µs eine Anforderung an die Datensteuerung. Er nimmt also etwa jeden 18. ASP-Zyklus einer ZE 305 in Anspruch. Wird diesem Anspruch wegen eines EXE mit höherer Priorität nicht entsprochen, so daß ein Wort nicht rechtzeitig und damit platzrichtig auf die Platte geschrieben werden kann, erscheint die Meldung PRIORITÄTSFEHLER.

Eine Ausgabe wird sofort unterbrochen, wenn festgestellt wird, daß die Kontrollinformation eines Kennfeldes, in dessen zugehöriges Datenfeld geschrieben werden soll, falsch eingetragen ist. Eine Eingabe läuft — im Gegensatz zum Trommelspeicher — vollständig ab, bevor LESEFEHLER gemeldet wird, damit der Betrieb in weniger wichtigen Fällen nicht unterbrochen werden muß. Nach der Fehlermeldung entscheidet der Operator die zu treffenden Maßnahmen.

Die oberflächliche Gegenüberstellung mit dem Trommelspeicher TSK verführt dazu, den Plattenspeicher als „langsamer“ zu bezeichnen, weil seine mittlere Zugriffszeit mit 87,5 ms länger ist als die der Trommel mit 32 ms. Rechnet man mit einer großen Datenmenge (von einer Blocklänge mit mehr als 1,6 K Wörtern), die ein- oder ausgegeben werden soll, und einen Zylinder nicht übersteigt, so ist der Plattenspeicher wegen seiner höheren Drehzahl schneller, weil dann die Positionierzeit nicht mehr ins Gewicht fällt. Die Wahl eines Speichers sollte sich infolgedessen danach richten, ob (hauptsächlich) große Datenmengen oder kurze Programme auszutauschen sind. Man bevorzugt im ersten Fall einen Plattenspeicher, im zweiten einen Trommelspeicher.

Das *Plattenspeicherelement PSP 301*, das speziell für den Einsatz mit dem Prozeßrechner 301 entwickelt wurde, entstand aus dem „großen Bruder“ PSK; beide besitzen einen gleichartigen Aufbau. Sie unterscheiden sich nur im verwendeten Plattenstapel und in der Gerätesteuerung voneinander.

Als Datenträger dienen hier sechs Magnetplatten, die zu zwei Stapeln mit je drei Platten unterteilt sind. Dadurch lassen sich nur noch acht Oberflächen benützen. Dieser scheinbare Nachteil wird teilweise durch höhere Ausnützung der Speicherkapazität aufgewogen. Da man auf die Kompatibilität mit einem anderen DVA-System verzichtete, vereinfachte man die Formatierung und gewann damit Platz für Informationen. In Anlehnung an den Trommelspeicher enthält deshalb jede

der 200 normal verwendbaren Spuren 1 K-Wörter. Diese sind unterteilt in 16 Sektoren zu je 64 Wörtern. Damit ergibt sich für jeden Plattensapel eine Gesamtkapazität von 819 200 Wörtern.

Durch einfacheren Aufbau wurde die Gerätesteuerung verlangsamt. Das wirkt sich vor allem auf den Positionierer aus, der bei dieser Version des Plattenspeichers eine mittlere Positionierzeit von 320 ms benötigt; damit entsteht eine mittlere Zugriffszeit von 33,5 ms. Antrieb und Drehzahl wurden beibehalten.

Die Zweiteilung des Plattensatzes bedingt in der Programmierung für jeden Stapel eigene Aufrufe. Der Programmierer gibt seine Angaben in gewohnter Weise, doch wandelt das ORG die Befehlsfolgen in eine Form um, wie sie beim Prozeßrechner 301 an der ASP-Nahtstelle benötigt wird. Dies betrifft auch das Ansteuern der Platte. Positionieren und Aufsuchen des Datenortes geschieht hier in einem Vorgang. Außerdem bildet das ORG die Differenz zwischen ASP-Anfangs- und -Endadresse selbst und gibt an die Elementsteuerung nur die Wortanzahl weiter, die in einem „Auf-Null-Zähler“ ausgewertet wird.

4.4. Sonstige Speicher

Der *Externe Kernspeicher KSK* ist dem Aufbau und der Wirkungsweise nach ein naher Verwandter des Arbeitsspeichers in der ZE. Damit er als externes Gerät arbeiten kann, besitzt er aber eine Elementsteuerung für den Datenverkehr. Er kann also nicht als Erweiterung der ASP, sondern muß als externes Element gelten. Bevor eine Ein- oder Ausgabe stattfindet, muß demnach erst eine Befehlsgruppe vom Rechner an die Elementsteuerung des KSK übergeben werden, in der die notwendigen externen und internen Adressen zu finden sind.

Ist diese Verbindung hergestellt und damit die Aufforderung zum Datenverkehr in der Speichersteuerung angekommen, können die Informationen wortweise über einen Schnellkanal in der Geschwindigkeit von ASP-Zyklen bereitgestellt werden. Wenn das Verbindungskabel zur ZE kurz genug ist (kürzer als 10 m) und das KSK die höchste Priorität aufweist, so ist eine Datenrate von 667 000 Wörtern/s zu erreichen. Das bedeutet, daß man mit diesem Speicher in äußerst kurzer Zeit Daten austauschen kann, die aus Platzgründen nur sehr kurz im ASP stehenbleiben dürfen. Da der Speicher ein statisches Gebilde darstellt, lassen sich diese Transfervorgänge beliebig oft wiederholen. Es ist vorstellbar, daß in einigen Prozessen Forderungen an die Transferhäufigkeit gestellt werden, die besonders für den Plattenspeicher

eine unzumutbare Aufgabe verkörpern würden. Dann könnte man die guten Eigenschaften dieses Plattenspeichers — vor allem seine große Speicherkapazität — durch die Zuhilfenahme eines externen Kernspeichers als leistungsfähigen Zwischenspeicher wirksam ausnützen.

Die Informationen sind in Blöcken zu je acht Wörtern auf den mit maximal 16 384 Wörtern belegbaren Kernspeicher aufgeteilt. Der Block ist die kleinste adressierbare Einheit und wird über seine Anfangsadresse angesteuert.

Die Elementsteuerung bildet bei der Ausgabe zur Datensicherung aus jedem zu speichernden Wort ein (gerades) Paritybit, das als 25. Bit mit in die Wortzelle eingeschrieben wird. Bei einer Eingabe in die ZE wird es wieder erzeugt und mit dem vorhandenen Paritybit verglichen. Stimmen beide Bits nicht überein, setzt die Steuerung eine Anzeige, die dem ORG nach dem Übertragungsvorgang zur Kenntnis gebracht wird. In der Elementsteuerung stellt das Lese-Schreib-Register den Wortpuffer zwischen ZE und Kernspeicher dar. Wie bei den übrigen Speichern wird der Datenverkehr mit Hilfe eines Adreßregisters und eines Adreßzählers für die laufende ASP-Adresse kontrolliert.

Die Befehlsgruppe für eine Ausgabe lautet:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
Kanal - Nr.																			1	0	1	0	1	0
0	0	0	Blockanfangsadresse															1	1	0	0	0	0	
ASP - Anfangsadresse																		1	1	0	0	0	0	
ASP - Endadresse																		1	1	0	0	0	0	

Der Datenverkehr wird durch eine BAP abgeschlossen. Soll das nicht sein, erhält die Bitstelle 22 des EA-Befehls eine 1.

Die Elementsteuerung besitzt kein eigenes Taktsystem. Sie ist über die Schnellkanal-Nahtstelle der Zentraleinheit, die zwei periodische Signale anbietet, an den Takt der ZE angekoppelt. Nur so kann die hohe Übertragungsrate erreicht werden.

Ein *Magnetbandspeicher* (MB-Speicher) unterscheidet sich von den bisher besprochenen Speichern durch das Fehlen einer direkten Zugriffsmöglichkeit zu den Daten. Diese werden in der Reihenfolge, in der sie vom Rechner kommen, auf das Band geschrieben und sind später nur durch Ab- oder Umspulen wiederzufinden. Die Dauer des Wickelvorganges hängt von der Drehzahl des Spulenantriebs ab. Das Rückspulen zum Bandanfang läuft meist rascher als ein Vor- oder Rücklauf mit Untersuchung der überlaufenen Daten ab.

Die Bandlänge kann bis zu 732 m betragen. Je nach Bauart des MB-Geräts beträgt die Bandgeschwindigkeit 0,95 oder 1,9 oder 3,8 m/s. Während der Rechner nach einer auf dem Band abgespeicherten Datei sucht, ist er zu seiner Orientierung gezwungen, aus den Überschriften über jedem Datenblock Erkennungsmerkmale herauszulesen. Diese Arbeit belastet ihn, und man kann auch aus diesem Grund nicht von einem gezielten Zugriff zu den Informationen sprechen. So ist es nicht verwunderlich, daß der MB-Speicher weniger für Prozeßaufgaben herangezogen wird; er dient vielmehr zum Bereithalten von Systemprogrammen und zum Zwischenlagern von Daten, die später zu einem beliebigen Zeitpunkt (off line) ausgewertet werden können.

Der Aufbau eines MB-Geräts hat eine gewisse Verwandtschaft mit dem eines Lochstreifengeräts. Das Band läuft von einer Spule ab und auf eine andere auf. Jede Spule hat einen eigenen Antriebsmotor. Diese Antriebe müssen mechanisch entkoppelt arbeiten, damit das Band nicht auf Zug beansprucht wird. Außerdem hat sich der Bandtransport durch die Schreib-Lese-Station nur nach dem Datentransfer zu richten, wofür eine von einem drehzahlgeregelten Gleichstrommotor angetriebene Rolle (Capstan) sorgt. In manchen Fällen sind es auch zwei Rollen.

Die Unabhängigkeit zwischen den drei Motoren wird dadurch erreicht, daß das Magnetband beiderseits der Antriebsrolle in je einer Unter-

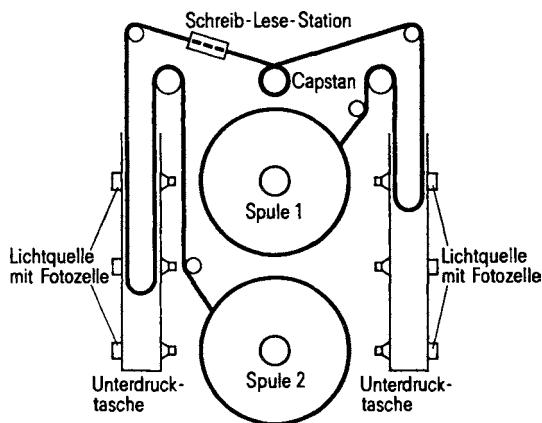


Bild 25
Aufbauskeizze eines Magnetbandgeräts

druckkammer eine Schleife bildet. Der durch ein Gebläse erzeugte Unterdruck zieht das Band soweit wie möglich in die Kammer. Hier überwachen Fotozellen oder pneumatische Meßdosen die Ausdehnung der Schleife und schalten die Wicklermotoren an den Spulen so ein und aus, daß weder ein Stau noch ein Zug auftreten kann.

Gegenwärtig werden MB-Geräte eingesetzt, die 9-Spur-Bänder benutzen. Die Steuerung der Geräte ist auf das System 4004 abgestimmt und muß die Information byteweise (mit acht bit) empfangen oder abgeben. Zur Anpassung an das System 300 wird deshalb ein *Schnellkanal-Schnittstellenumsetzer SKU* vorgeschaltet, der wortweise mit der ZE verkehrt. In diesem SKU erfolgt die Umwandlung der 24-Bit-Wörter in drei 8-Bit-Gruppen, die mit einem Paritybit versehen, parallel auf das Band aufgetragen werden. Die Schriftdicke beträgt 320 Bytes/cm, was einem Bitabstand von etwa 31 μm in der Längsrichtung des Bandes entspricht.

Das Magnetband läuft bei Vorwärtsbewegung zuerst über den Schreib- und dann über den Lesekopf. Jede Information wird nach dem Schreiben sofort zur Kontrolle gelesen und auf richtige (ungerade) Parität geprüft. Vor dem Schreibkopf befindet sich noch ein Löschkopf, der dafür sorgt, daß nur auf eine leere Stelle geschrieben wird. Das Band kann aber bei Vorwärts- und Rückwärtslauf gelesen werden, damit man beim Rückspulen den gesuchten Informationsblock erkennen kann.

Wie auch bei den anderen externen Speichern überträgt das ORG die Daten nur blockweise. Die kleinstmögliche Blocklänge umfaßt zwölf Bytes, entsprechend vier Wörtern. Zwischen zwei Blöcken liegt jeweils eine Lücke, die durch eine Abschnittsmarke gekennzeichnet ist und automatisch in der Gerätesteuerung erzeugt wird. Hier befindet sich auch eine Hardwareeinrichtung, die beim Suchen einer Datei die Abschnittsmarken erkennt und damit den Anfang jeder gespeicherten Datei findet; die Informationen werden also unbesehen überlaufen.

Der SKU stellt für die ZE 304 bis 306 eine „normale“ Elementsteuerung dar. Er kann zwei externe Gerätesteuern versorgen, die simultan zueinander arbeiten können. Hierzu besitzt der SKU zwei Sätze der notwendigen Steuerungsregister und eine Prioritätssteuerung, die den Datenverkehr regelt. Jede externe Steuerung kann mehrere MB-Geräte betreiben. Die Anzahl richtet sich nach dem Typ der Steuerung.

Neben der Funktion der Elementsteuerung erfüllt der SKU aber noch weitere Aufgaben. Auf einen EA-Befehl der ZE hin fragt der SKU die angeschlossenen Steuerungen ab, ob mindestens einer der beiden Teilkanäle für einen Befehlsempfang frei sei. Bei positivem Ergebnis holt

sich der SKU über eine durch Hardware fest eingestellte Adresse den Inhalt einer Anzeigenzelle im ASP; daraus erfährt er die Anfangsadresse des Bereichs, in dem die Arbeitsparameter stehen; dazu ermittelt er die Nummer der externen Steuerung, mit der ein Datenverkehr verlangt wird, und außerdem die Art der geforderten Tätigkeit.

Es gibt zwei Aufforderungen an den SKU, etwas zu tun. Die eine ist die Veranlassung zu starten und der externen Steuerung einen Befehl weiterzugeben, die andere weist den SKU an, Anzeigen über Betriebs- und Fehlerzustände in die Anzeigenzelle im ASP einzuschreiben. Die zuletzt genannte Anzeige muß nach jeder BAP an den SKU gerichtet werden. Sie kann aber auch im Programm zur Überprüfung des Betriebsgeschehens dienen.

Der Schnellkanal-Schnittstellenumsetzer benötigt für einen Datenaustausch mit dem MB-Gerät verschiedene Angaben. Außer Anfangs- und Endadresse des ASP-Bereichs holt er sich die Adresse des an der angesprochenen Steuerung angeschlossenen Geräts und das Operationsbyte, das den speziellen Befehl an dieses Gerät enthält. Die Anfangsadresse des ASP-Puffers gelangt in einen Adreßzähler, dessen Inhalt bei jedem Worttransfer um 1 verändert wird. Abhängig von der Laufrichtung des Bandes zählt dieser Zähler dabei aufwärts oder abwärts. Der Datentransfer ist beendet, wenn die laufende Adresse die angegebene Endadresse erreicht hat.

Da der SKU auch Wörter in die Schreibdaten zerlegt und Bytes bei Eingaben zusammensetzt, muß er beim Rückwärtslesen die Reihenfolge der Bytes im Wort — gegenüber dem Vorwärtslesen — vertauschen. Außerdem erzeugt der SKU bei der Datenausgabe auch die Paritybits und unterdrückt sie bei der Eingabe.

Die Befehle an die externe Steuerung, die den Betriebsmodus ausdrücken, müssen schon im ASP in die richtige Form gebracht werden. Sie laufen unverändert durch den SKU. Das Operationsbyte enthält die Verschlüsselungen für folgende Tätigkeiten:

- Lesen vorwärts, Lesen rückwärts,
- Lesen von Fehlerbytes,
- Schreiben,
- Schreiben von Steuerbytes und
- Löschen.

Die ZE braucht nicht auf die Ausführung dieser Befehle zu warten. Wenn die externe Steuerung noch beschäftigt ist (z. B. mit Umspulen) und deshalb den nächsten Befehl nicht sofort übernehmen kann, wird dieser vom SKU bis zur Entgegennahme wiederholt.

Das Operationsende zeigt der SKU der ZE durch Übergabe einer BAP an. Dazu holt er sich von der externen Steuerung das notwendige Anzeigebit.

Wie bei den anderen EXE gibt der Programmierer für den Datenverkehr nur Aufrufe, die das ORG in einzelne Befehle umwandelt. Zuvor muß er aber dafür gesorgt haben, daß die Parameterliste im ASP zweckentsprechend besetzt ist, da die Übernahme der ganzen Arbeitsanweisung vom SKU mit cycle stealing erledigt wird.

Die Befehlsgabe beginnt mit dem EA-Befehl:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Kanal-Nr.																		1	0	1			

Daraufhin holt sich der SKU aus der Anzeigenzelle des ASP den Startbefehl:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Anfangsadresse des Parameterbereichs															T	1							

und erfährt daraus die Anfangsadresse des Parameterbereichs im ASP, die Kennzeichnung des Teilkanals (Bit 15) und die Art des Befehls (Bit 16 = 1 bedeutet Startbefehl, 0 die Anzeigenübergabe).

Der ASP-Bereich mit den Parametern umfaßt dann folgende Zellen:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
								Geräteadresse															
								Operationsbyte															
ASP-Anfangsadresse																							
ASP-Endadresse															E								

Das Bit 15 der vierten Zelle gibt an, ob es sich bei der veranlaßten Operation um das Aufschreiben eines Etiketts oder eines Informationsblocks handelt. Ein *Etikett* grenzt jeweils eine zusammengehörige Menge von Informationen ab.

Als erstes erhält das ganze Band eine Überschrift (Spulenetikett), nach der es durch den Rechner identifiziert werden kann. Dann beginnt und endet jede Datei mit einem Etikett. Die Dateien können nach ihrem Namen oder nach ihrer laufenden Nummer gesucht werden. Ist die Nummer bekannt, so läßt sich die Richtung, nach der hin umgespult werden muß, ermitteln und damit das Auffinden der Datei erleichtern. Andernfalls muß der Dateiname aus jedem Dateianfangsetikett herausgeholt und mit dem gesuchten verglichen werden.

Die Datensicherung umfaßt neben den Querparitybits bei jedem Byte auch noch Längsparitybits, die die Einsen jeder Spur eines Blocks auf gerade Parität ergänzen. Sie bilden die Kontrollinformation am Ende des Datenblocks.

5. Prozeßelement P1K

5.1. Übersicht

Das Prozeßelement P1K ist das direkte Bindeglied zwischen Prozeßrechner und Prozeß, d. h. der verfahrenstechnischen Anlage, der Prüfeinrichtung, dem Experimentieraufbau oder sonstigen Anordnungen, für die eine besondere Automatik benötigt wird.

Die bisher besprochenen Geräte der Standardperipherie lassen sich zur Führung eines Prozesses nur benützen, wenn der Mensch als Vermittler auftritt. Er kann Meßwerte, z. B. Temperaturen, Drücke oder andere physikalische Größen, und Zustandsmeldungen, z. B. Ventil-, Schalter-, und andere Kontaktstellungen, mit den üblichen Meß- und Anzeigeräten aus dem Prozeß entgegennehmen und in den Rechner eingeben. Dieser setzt die Werte nach speziellen Programmen um und läßt auf einem Blattschreiber oder Schnelldrucker Ergebnisse niederlegen, die das Betriebspersonal für Eingriffe in den Prozeß auswerten kann. Da der Erfolg dieses Verfahrens von der Arbeitsgeschwindigkeit und Sorgfalt des Bedienenden abhängt, ist der Rechner nicht in jedem Fall wirtschaftlich eingesetzt.

Das beste Resultat einer Zusammenarbeit zwischen Rechner und Prozeß wird dann erzielt, wenn die Prozeßgrößen unmittelbar in den Rechner gelangen und die Anweisungen des Rechners den Adressaten im Prozeß direkt finden. Das setzt voraus, daß der Rechner die Prozeßgrößen und -meldungen „verstehet“ und die Prozeßeinrichtungen die Rechnersignale entsprechend weiterleiten können. Die notwendigen Übersetzungsglieder sind im Prozeßelement P1K vereinigt; sie erfüllen alle von üblichen Prozessen gestellten Bedingungen.

Das Prozeßelement P1K muß mit jedem Typ der Zentraleinheiten im System 300 zusammenarbeiten können. Deshalb wurde es für die ZE 302 bis 306 für Teilwortverkehr über einen Standardkanal und für die ZE 301 für Wortverkehr über den Akkunahststellenzusatz AKZ ausgelegt. Es besteht vorwiegend aus elektronischen Bauteilen.

Im folgenden wird auf die allgemeinen Erklärungen zu den externen Elementen zurückgegriffen (siehe S. 14 ff), die die Aufteilung der Gesamteinheit in Elementsteuerung, Gerätesteuerung und Gerät enthalten. Der Aufbau des P1K ist ähnlich organisiert; seine Bauteilgruppen tragen die Bezeichnungen:

Elementsteuerung P1KS,
Signalformersteuerung (z. B. Ausgabesteuerung),
Signalformer (z. B. elektronische Digitalausgabe).

Signalformer sind die Einheiten, die die zwischen Rechner und Prozeß auszutauschenden Werte und Signale in diejenige Form umwandeln, die der jeweilige Empfänger entgegennehmen kann. Diese Prozeßsignalformer PSF müssen mit elektrischen Spannungen von bestimmter Höhe beschaltet werden. Das bedeutet, daß die im Prozeß interessierenden Größen, wie Temperaturen, Drücke, Gewichte usw. erst zu dieser Spannung in Analogie gesetzt werden müssen, bevor sie den PSF angeboten werden können. Hierzu dient z. B. ein Thermoelement, das eine der Temperatur äquivalente Spannung erzeugt, oder ein Meßumformer, der die Meßgröße durch ein geeignetes Verfahren in einen „eingepprägten“ Strom umwandelt. Gegebenenfalls muß man auch zu Anpassungs- oder Verstärkerschaltungen übergehen, wenn zwar eine elektrische Größe zur Verfügung steht, diese aber nicht den genormten Signalformereingängen entspricht.

Das gesamte Prozeßelement P1K wird in mehreren Schränken untergebracht, die denen der Zentraleinheit gleichen und in der Regel benachbart aufgestellt sind. Zum Prozeß hin wird die Rechnerperipherie durch einen Rangierverteiler abgeschlossen, auf dem die Kabel zu den Meßgebern, Meldegeräten, Steuereinheiten und Reglern hin aufgelegt sind. Diese „Sender“ und „Empfänger“ von Signalen werden als Bestandteile der Prozeßanlage hier nicht behandelt.

Die Signalformer unterteilt man nach zwei Kriterien:

nach Verkehrsrichtung (Eingabe oder Ausgabe) und
nach Art der ankommenden oder ausgehenden Signale
(binär oder analog).

Binärsignale kommen von Meldekontakten, Halbleiterschaltungen und ähnlich arbeitenden Gebern. Sie stehen bereits als 0- oder 1-Signale zur Verfügung und brauchen nur noch auf den Pegel des Prozeßelements gebracht zu werden. Die Wortstruktur des Rechners fordert die Zusammenfassung von jeweils 24 dieser Binärsignale zu einer Einheit, die als Digital-Eingabewort oder -Ausgabewort behandelt wird. Dabei ist es prinzipiell gleichgültig, was in den einzelnen Bitstellen zum Ausdruck kommt. Aus Gründen einer übersichtlichen Programmierung wird man aber nur inhaltlich zusammenpassende Informationen vereinen.

Analogsignale sind elektrische Werte, wie Ströme und Spannungen, und stammen von Meßgebern beliebiger Ausführung, die an ihrem Aus-

gang einen der Primärgröße analogen Strom oder eine Spannung anbieten. Diese kann der (Digital-)Rechner natürlich nicht direkt weiterverarbeiten. Daher werden sie von bestimmten Signalformern in Digitalwerte übergeführt. Dies geschieht mit Hilfe von Analog-Digital-Umsetzern, die für die Weiterleitung an den Arbeitsspeicher in der ZE eine Dualzahl (den sogenannten Rohwert) erzeugen. Mit einem besonderen Meßwertverarbeitungsprogramm wandelt der Rechner die Zahl in die ursprüngliche Meßgröße mit ihrer Dimension um und korrigiert gegebenenfalls alle durch die Meßanordnung hervorgerufenen Änderungen.

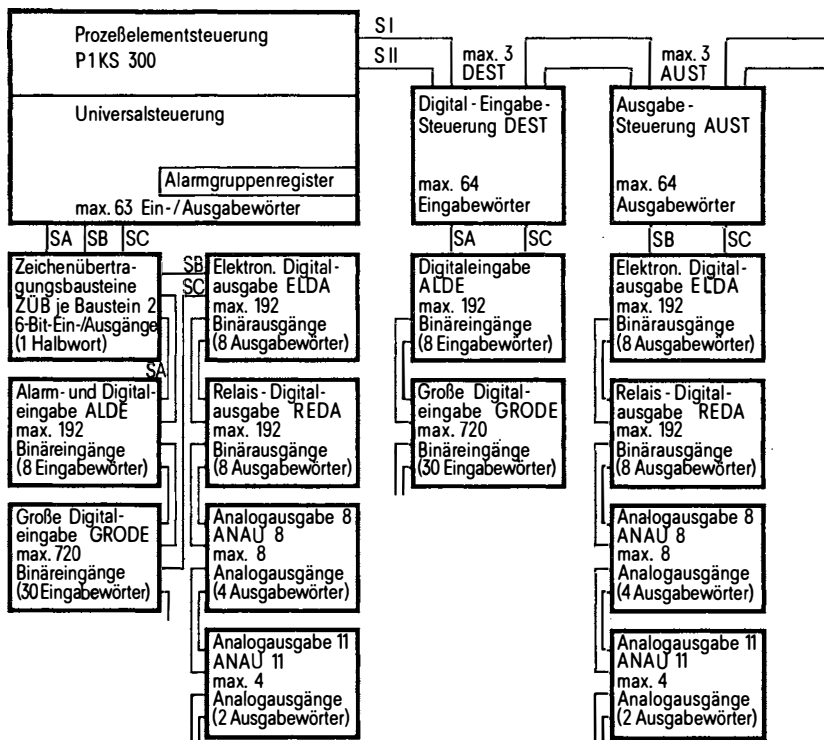
Andere Signalformer gestatten dem Rechner, auch Binärsignale und Analogwerte auszugeben.

Bild 26 zeigt alle im Rahmen des P1K verwendbaren Prozeßsignalformer mit den notwendigen Steuerungen. Es wird ersichtlich, daß auch innerhalb des P1K *Sammelleitungen* verlaufen, die von Steuerung zu Steuerung bzw. von Signalformer zu Signalformer geführt werden. Von einer PSF-Steuerung zur anderen gehen zwei 31adrige Steckleitungen, die am Ende ordnungsgemäß abgeschlossen sein müssen. S I dient zur Beförderung der Wortinformationen und S II zur Weiterleitung von Adressen und Einzelsignalen. Die Prozeßelementsteuerung P1KS und die Signalformersteuerungen werden in der Standardausführung als Aluminium-Einbaurahmen mit eingeschobenen Prints geliefert. In der Schrankreihe des Prozeßelements werden sie so untergebracht, daß die Funktionsleitungen zu den zugehörigen Prozeßsignalformern möglichst kurz sind. Kurze Leitungen sind mit Rücksicht auf Laufzeit und Dämpfung der zu übertragenden Signale notwendig, aber aus konstruktiven Gründen können sie nicht beliebig kurz werden.

Die Sammelleitungen zwischen einer PSF-Steuerung für digitale Daten und ihren Signalformern sind nach ihren Aufgaben gruppiert. Eingabeinformationen laufen über SA, Ausgabeinformationen über SB und alle Adressen und Einzelsignale befördert SC. SA, SB und SC sind ebenfalls Steckleitungen in einheitlicher Ausführung.

Analogeingaben sind zwar nach einem anderen Schema miteinander verbunden, doch werden die Leitungen auch nach Informations- und Adressenübertragung aufgeteilt.

Die Anschaltung der PSF über Sammelleitungen ermöglicht zwar den wortweisen Datenverkehr (24 bit parallel) innerhalb des Prozeßelements, begrenzt aber die maximale Entfernung zwischen PSF und Steuerung auf etwa 10 m Leitungslänge. Wo größere Distanzen überbrückt werden müssen (z. B. bei der dezentralen integrierenden Analogeingabe), greift man zu adersparenden Übertragungsverfahren und gibt



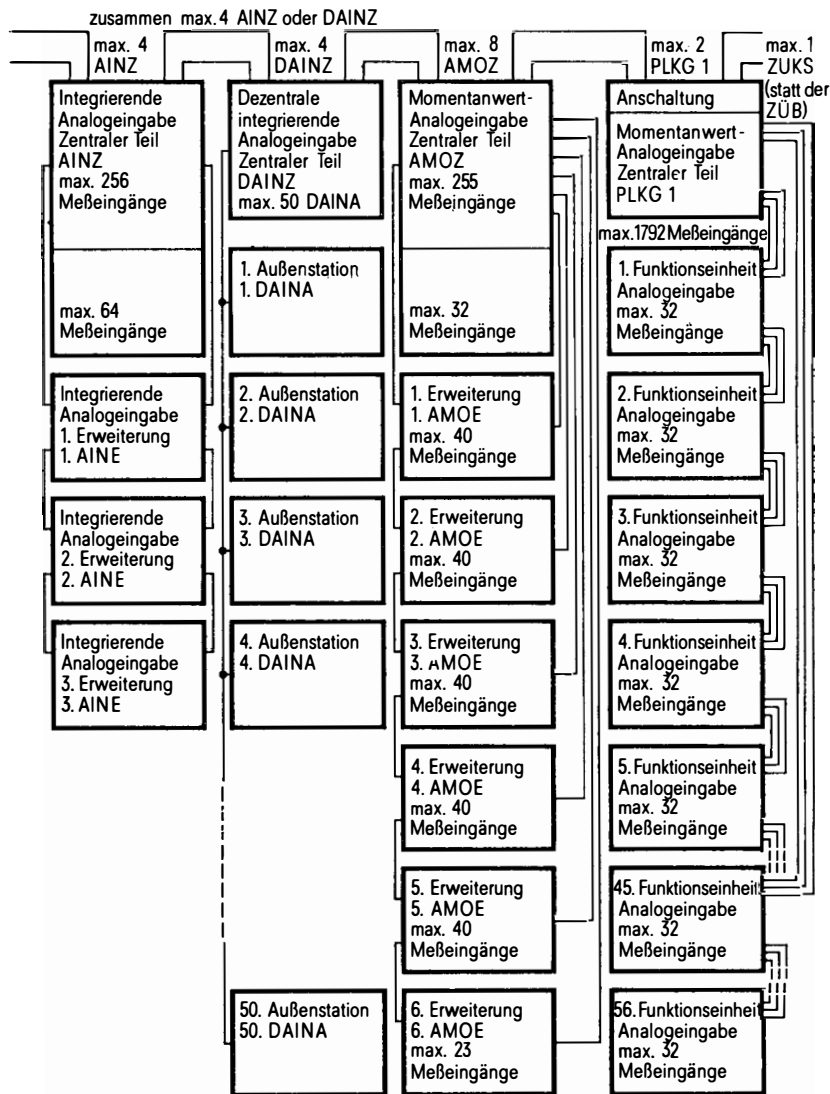
„Statische und dynamische Alarmeingaben“ nur über Signalformer ALDE und Universal-Steuerung.

Zahl der Meßeingänge bei den Außenstationen DAINA anlagegebunden.
An eine ZUKS sind 24 Zeichenübertragungsbausteine anschließbar.

Bild 26

Übersicht über das Prozeßelement P1K

(Vergleiche hierzu: Bild 16 in Band 1: Zentraleinheiten, für die ZE301)



die Informationen in Form von Impulstelegrammen (zeitvariablen Impulsfolgen) zum P1K durch. Innerhalb der Außenstationen werden dagegen auch parallele Adern zum Datentransport benützt.

Die Anzahl der an eine PSF-Steuerung anschließbaren Signalformer ist meist durch die vorhandenen Adressen begrenzt. Da die Signalformer aber nach dem Baukastenprinzip mit Flachbaugruppen ausgerüstet werden, deren Art und Anzahl in einem weiten Bereich frei wählbar sind, kann das Prozeßelement an unterschiedliche Prozeßaufgaben angepaßt werden.

5.2. Steuerung

Die *Elementsteuerung P1KS* hat wie die der anderen externen Elemente die Aufgabe, den Datenverkehr mit der ZE abzuwickeln. Da es für die ZE 301 eine eigene Ausführung gibt, die den Eigenschaften dieser Zentraleinheit angepaßt ist, muß sie auch gesondert behandelt werden. Beide Steuerungen, die P1KS300 und die P1KS301, sind auf Bild 27 einander gegenübergestellt. Zunächst wird die P1KS300 behandelt, die mit den ZE 302 bis 306 zusammenarbeitet und einen Standardkanal belegt.

Die Aufteilung der Verbindungsleitungen zur Zentraleinheit in einen Programm- und einen Datenkanal bezieht sich, wie schon erwähnt, nur auf die Arbeit. Sie ist nicht mit der Gruppierung der Adern im Zuleitungskabel identisch. Die Sammelleitung S1 — als 31adriges Kabel ausgeführt — enthält im wesentlichen die Signalwege für die Befehlsübergabe und für eine Informationsausgabe, während die 31adrige Einzelleitung E diejenigen für die Ansteuerung des Arbeitsspeichers und die Eingabe von Informationen umfaßt. Die Sammelleitungen S1 und S2 laufen zu weiteren EXE, während Einzelleitungen von jedem EXE direkt zur ZE geführt sind.

Die P1KS300 verfügt wie andere Elementsteuerungen über Ablaufsteuerung, Adreßregister, Wortregister und ein Befehlsregister. Ein Blocklängenzähler ist nicht vorhanden, weil das P1K nur befehls-gesteuert arbeitet, also für den Austausch jedes Wortes mit der ZE eine eigene Befehlsgruppe benötigt

Die Ablaufsteuerung entspricht einem aus mehreren Zeitverzögerungsstufen zusammengesetzten Schrittschaltwerk, das den Ablauf einer Ein- oder Ausgabe mit Hilfe eines Taktgenerators steuert und überwacht. Sie gibt unter anderem auch den Startimpuls an die Ablaufsteuerungen der nachgeschalteten Signalformer und nimmt deren Fertigmeldungen

entgegen. Außerdem richtet sie an die Zentraleinheit das Signal BAP für eine bedingte Programmunterbrechung, wenn an das P1K ein besonderes Ereignis gemeldet wird — dazu gehört auch die Ankündigung eines Alarms aus dem Prozeß — oder wenn es selbst ein Ereignis melden muß.

Das Adreßregister ist hier auch ein Adreßzähler; zwischen ZE und Prozeßelement werden zwar nur einzelne Wörter transferiert, doch müssen diese in Teilen zu je sechs bit ausgetauscht werden, so daß ein Zähler den Datentransport organisieren muß. Das Adreßregister ist aber auch eine Zwischenstation für jede Adresse, die zu einer Signalformersteuerung weitergeleitet werden soll. Hier „weiß“ die Ablaufsteuerung der P1KS aus der vereinbarten Reihenfolge der Befehle, welche Adresse gerade im Register gespeichert ist, und leitet sie entsprechend weiter.

In das Befehlsregister gelangen einige Bitstellen der empfangenen Befehle, die zur Auswahl der richtigen Signalformersteuerung dienen; sie sind das Kennzeichen der Verkehrsrichtung aus dem EA-Befehl und die drei letzten Bitstellen aus dem EV-Befehl, der im Adreßteil die Nummer des Signalformers enthält. Da diese Bits nacheinander eintreffen, muß sich die Ablaufsteuerung eigens mit ihnen befassen.

Im Wortregister findet eine Art Serien-Parallel- bzw. Parallel-Serien-Umsetzung statt. Das 24stellige Wort aus dem P1K ist ja in Teilwörtern in die ZE einzugeben, so daß eine „serielle Folge“ aus den parallel dargestellten Teilwörtern wird. Deshalb besteht das Wortregister aus sechs parallelliegenden, vierstelligen Schieberegistern, die 6-bit-weise — beim Teilwort 0 beginnend — parallel geladen werden; dann stehen z. B. in einem Register die Bitstellen 1, 7, 13 und 19 hintereinander. Mit cycle stealing wandern jeweils die vordersten sechs bit in den Arbeitsspeicher und die zurückbleibenden rücken nach; damit kommen die vier Teilwörter — entsprechend dem Zeitraster (6 μ s bei den Rechnermodellen 302, 304 und 305, 7,2 μ s bei dem Rechnermodell 306) im Standardkanal — immer aus denselben Flipflops auf die Übertragungsleitung.

Bei einer Ausgabe geben die seriell geladenen Register ihren Inhalt parallel an die Signalformer weiter.

Ein Datenverkehr mit einem Prozeßelement P1K300 wird immer mit einem EA- und zwei EV-Befehlen veranlaßt. Diese sind für eine Digitaleingabe folgendermaßen besetzt:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
EA	Kanal-Nr.																		1	0	1	RI		
Eva	P1K-Adresse																		1	1	0		SF	
EVb	Arbeitsspeicheradresse																		1	1	0			

In der Bitstelle 22 des EA-Befehls ist die Verkehrsrichtung festgehalten: 0 = Eingabe, 1 = Ausgabe. Die letzten drei Bitstellen des EVA-Befehls sind die *Signalformerkennzeichen*, die — wie gesagt — zur Adressierung der Signalformersteuerung dienen; in den Bitstellen 3 bis 14 steht die *P1K-Adresse*, also der Anschlußpunkt des P1K zum Prozeß hin, über den Informationen geleitet werden sollen. Im angenommenen Beispiel kann es die Zusammenfassung von 24 Binärsignalen aus einer Schaltanlage sein.

Die *Eingabe* beginnt damit, daß bei einem ASP-Zyklus im Steuerwerk der ZE der einleitende EA-Befehl gelesen wird. Mit den Bitstellen 2 bis 5 wird der Kanal ausgewählt und damit das BBE-Signal (Befehl steht bereit) zur Elementsteuerung durchgeschaltet (siehe Kap. 2.3.), damit die Ablaufsteuerung das Richtungskennzeichen in das Befehlsregister schaffen kann. Die Quittierung mit dem RBE-Signal (Rückmeldung nach Befehlsübernahme) bewirkt das Lesen des EVA-Befehls, dessen Ausführung in der Übergabe der P1K-Adresse und der Signalformerkennzeichen an die Elementsteuerung besteht. Diese leitet beides weiter und veranlaßt damit das Hereinholen der 24 Binärsignale als geschlossenes Digitalwort in die P1KS, d. h. genauer in deren Wortregister. Daraufhin gibt die Ablaufsteuerung das RBE-Signal und fordert damit von der Programmsteuerung den EVb-Befehl an. Aus diesem wandert nunmehr die vierzehnstellige ASP-Adresse ins Adreßregister der P1KS. Dieses erhöht die Stellenzahl mit „00“ auf 16 (Teilwortadressierung), damit der ASP bzw. das Lese-Schreib-Register in der ZE ordnungsgemäß angesteuert werden können. Die Ablaufsteuerung stellt die Anforderung auf Datensteuerung ADST, erhält den nächstmöglichen ASP-Zyklus zugeteilt und schreibt das Teilwort 0 in den Arbeitsspeicher ein. Dann stellt sie wieder ADST für das Eintragen des Teilworts 1 und so fort. Nach dem Weiterleiten des letzten Teilworts wird das Adreßregister zurückgesetzt und die Programmsteuerung des Rechners wieder freigegeben.

Hier nützt man also das Adreßregister mehrfach aus. Als Folge davon muß jeder Befehl erst ausgeführt werden, bevor der nächste der Befehlsgruppe vom Steuerwerk der ZE gegeben werden kann; es ist ja kein Platz für die Abspeicherung der Parameter vor der Durchführung der gesamten Operation vorhanden. Darin unterscheidet sich die Ele-

mentsteuerung P1KS z. B. von der Elementsteuerung einer Lochkarteneingabe. Wesentlich ist auch, daß während der Abwicklung jedes der drei Befehle das Steuerwerk nicht anderweitig tätig werden kann, sondern im Leerlaufzustand bleibt.

Die *Ausgabe* von Informationen zum P1K wird ebenfalls mit drei Befehlen eingeleitet:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
EA	Kanal-Nr.																		1	0	1	RI		
Eva	Arbeitsspeicheradresse																		1	1	0			
EVb	P1K-Adresse																		1	1	0		SF	

Sie enthalten im Grunde die gleichen Angaben wie die der Eingabe, unterscheiden sich aber nicht nur in der Bitstelle „Richtungskennzeichen“, sondern auch in der Befehlsreihenfolge. Hier enthält der EVA-Befehl die ASP-Adresse und der EVb-Befehl die Empfänger-kennzeichen. Aus dem Vorhergesagten läßt sich schließen, daß nach der Ausgabe des EVA-Befehls sofort wieder die Befehlsausführung gefordert wird, weil das Adreßregister in der P1KS nach der Benutzung durch die ASP-Adresse noch für das Durchschleusen der P1K-Adresse benötigt wird. Der EVA-Befehl ist aber erst ausgeführt, wenn alle vier Teilwörter aus dem ASP in das Wortregister geholt sind.

Das Prozeßelement P1K 301 — ein externes Element der ZE 301 — besitzt eine andersgeartete Steuerung als das P1K 300 (Bild 27). Neben der Umsetzeinrichtung für Signale, die die Prozeßsignalformer der ZE 302 bis 306 „verstehen“ sollen, ist hier nur eine Umschlüsselungsschaltung für das Ansprechen der PSF-Steuerungen vorhanden.

Eine Art Ablaufsteuerung, hier Teilsteuering genannt, und ein Register für das Zwischenspeichern von Alarmen bzw. bedingten Anforderungen an die Programmsteuerung (BAP) sind im Akkunahtstellenzusatz eingebaut und deshalb in der P1KS 301 nicht nötig.

Außerdem ist die Rechnernahtstelle für das P1K in diesem Fall der Akkumulator, so daß keine Arbeitsspeicherzelle direkt angesteuert werden kann. Die Anzahl der notwendigen Parameter verringert sich demgemäß stark; man hat sie in einem Befehl zusammengefaßt:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24		
Kanal - Nr.				P1K-Adresse																1	0	1	RI	A	D/A

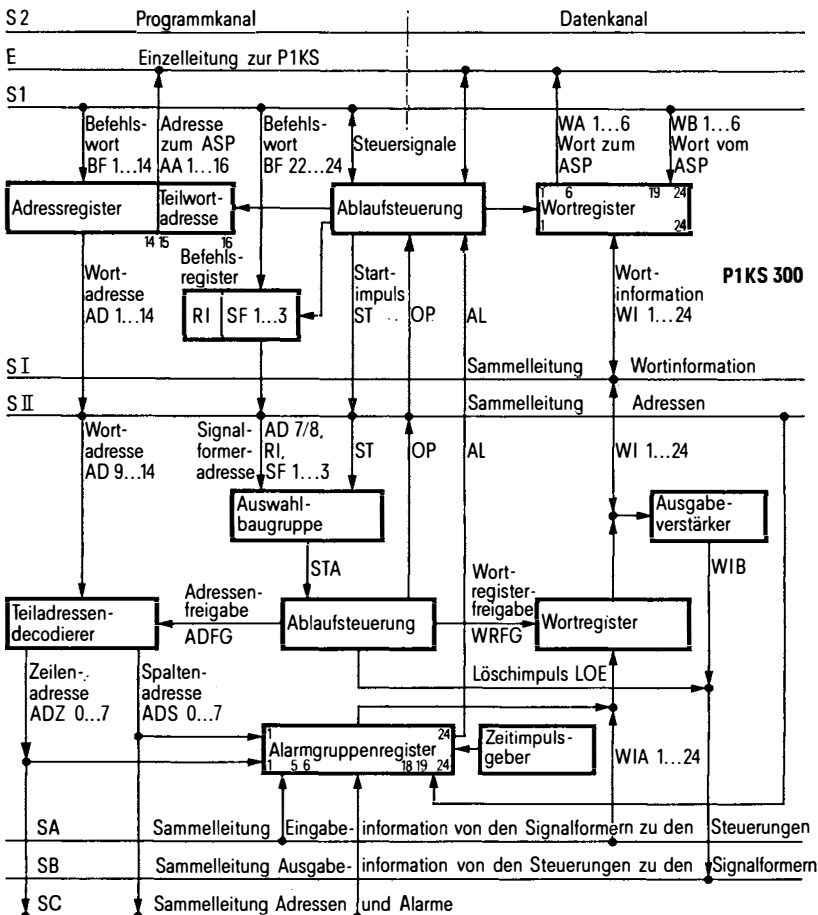
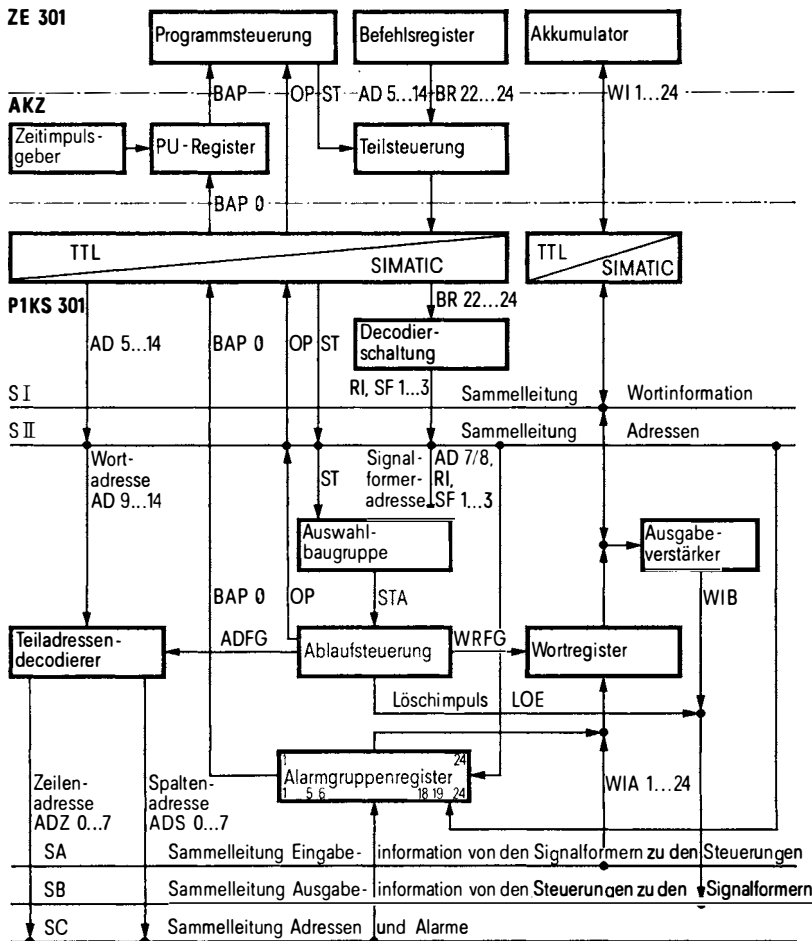


Bild 27
Blockschaltbilder der Prozeßelementsteuerung P1KS



S1, S2, ESI, SII, SA, SB, SC = durchgeschleifte Sammelleitungen
 AD ... = Bitstellen einer ASP-Adresse, RI = Richtungskennzeichen,
 SF ... = Signalformerkennzeichen
 OP = Operationssendemeldung, AL = Alarm, ST, STA = Startimpuls
 WI, WIA, WIB = Bitstellen einer Wortinformation
 BR = Bitstellen eines Befehlswortes

Dies ist der einzige Externbefehl, den die ZE 301 für einen Verkehr über den AKZ ausgibt. Er enthält in den Bitstellen 1 bis 3 die Kanalnummer des EXE am AKZ. Das P1K wird also mit 000 angesprochen. Zwischen den Bitstellen 5 und 14 einschließlich steht die P1K-Adresse, die nicht höher als 1024 werden kann. Die Bitstellen 19 bis 21 markieren mit 101 den Externbefehl über die Akkunahtstelle. Die Bitstelle 22 zeigt das Richtungskennzeichen und die Bitstellen 23 und 24 unterscheiden die Gerätesteuerungen. Bit 23 wird 1, wenn das Alarmgruppenregister (über das noch zu sprechen ist) angesteuert wird. Die Bitstelle 24 bedeutet bei 0 einen Digitalworttransfer und bei 1 die Ansteuerung eines Analogwertes. Näheres über die Adressierung von Signalformen sagt die Tabelle 5 aus (vgl. auch Band 1).

Hier beginnt die Eingabeoperation mit dem Lesen des EAK-Befehls und seiner Decodierung. In den Akkunahtstellenzusatz AKZ gelangen die Bitstellen 1 bis 14 und 22 bis 24 des Befehlswortes. Aus den ersten drei Bitstellen wird im AKZ der Befehlsempfänger festgestellt. Dieser erhält die Adreßbits 5 bis 14 und die letzten drei Bitstellen zur Auswahl des richtigen Signalformers über die in dieser Adresse bezeichnete Steuerung. Auf das Zuschalten des Signalformers (z. B. einer Digital-eingabe) hin gibt dieser sofort sein 24-Bit-Wort parallel bis zum Akkumulator weiter, von wo es mit dem Folgebefehl des ORG in den Arbeitsspeicher geschafft wird.

Durch den bitparallelen Wortverkehr läuft dieser Vorgang in 15 μ s ab. Er ist befehlsgesteuert, und das Steuerwerk verharrt im Leerlaufzustand, damit der Ablauf sicher beendet wird. Arbeitsspeicherzyklen der ZE 301 können währenddessen nur über die ASP-Nahtstelle der ZE durch cycle stealing beansprucht werden.

Die Ausgabeoperation beginnt mit dem Transfer des Datenwortes vom ASP in den Akkumulator und wird mit der Ausführung des Externbefehls in der oben beschriebenen Weise fortgesetzt. Dabei gelangt das Ausgabewort vom Akkumulator direkt bis zum Signalformer.

Wie Bild 27 zeigt, sind an dem beschriebenen Vorgang die Signalformersteuerungen maßgeblich beteiligt, weil sie als Gerätesteuerungen einen Teil der Befehlsparameter von der Elementsteuerung erhalten müssen, um die Operation zum PSF hin zu dirigieren. Die wichtigste davon ist die Universalsteuerung.

Die *Universalsteuerung* ist eine mit der Elementsteuerung P1KS fest verbundene, immer vorhandene Signalformersteuerung für Digitalein- und -ausgaben und für Analogausgaben. Da sie als einzige Signalformersteuerung Ein- und Ausgaben dirigieren kann, nennt man sie Universalsteuerung; sie ist sowohl in der P1KS300 als auch in der P1KS301 vorhanden und in beiden fast gleichartig aufgebaut (Bild 27).

Im wesentlichen sind sie darin unterschieden, daß in der Universalsteuerung der P1KS300 ein Zeitimpulsgeber für Impulstakte von 1 s oder 0,1 s eingebaut ist, und daß an ihr auch Zeichenübertragungsbausteine angeschlossen werden können.

Das auffallendste Bauteil der U-Steuerung ist das *Alarmgruppenregister AGR*. Es besteht aus 24 Ringkernen, die ähnlich den Kernen im Arbeitsspeicher gesetzt und auf ihren Inhalt abgefragt werden können. Wie aus dem Namen hervorgeht, ist es ein Register zur Speicherung von Alarmmeldungen, die meist als Summenalarme von einer mehr oder weniger großen Anzahl von Einzelalarmen abgeleitet sind. Alarmer kommen von den Digitaleingaben, die gruppenweise zusammengefaßt werden und sich über diese Summenmeldung dem Rechner bemerkbar machen (siehe Kap. 2.4.).

Die Kerne des AGR im P1K300 sind verschiedenen Aufgaben zugeordnet:

- | | |
|--------|--|
| Bit 1 | für den Zeitimpulsgeber, |
| Bit 2 | für Zeichenübertragungsbausteine ZÜB, |
| Bit 3 | |
| und 4 | für Angelegenheiten des Organisationsprogramms, |
| Bit 5 | für Kurzzeitwecker, |
| Bit 6 | |
| bis 18 | für Prozeßsignalformer ALDE an der U-Steuerung, |
| Bit 19 | für die integrierende Analogeingabe AIN, |
| Bit 20 | für die dezentrale integrierende Analogeingabe DAIN, |
| Bit 21 | für die schnelle Analogeingabe AMO, |
| Bit 22 | Reserve, |
| Bit 23 | Reserve, |
| Bit 24 | für Zeichenübertragungsbausteine ZUK 300. |

Die in dieser Aufstellung enthaltenen Bausteine sind die Bestandteile des Prozeßelements P1K, die Alarmer an die ZE abgeben können. Mit Ausnahme von AIN, DAIN, AMO und ZUK 300 müssen sie an der U-Steuerung angeschlossen sein, da nur diese ein Alarmgruppenregister hat, über das die Anmeldung von Alarmen der ZE weitergegeben wird. Die genannten Analogeingaben und die ZUK leiten der ZE bestimmte Betriebsmeldungen mit einem Alarm zu, wofür dann das AGR notwendig ist.

Die 24 binären Signale des AGR sind die erste Information, die der Rechner untersuchen muß, wenn er der Alarmursache nachgehen will. Das Auswerteprogramm des ORG fängt dabei mit Bitstelle 1 an. Deshalb liegt auf Bit 1 der Alarm des Zeitimpulses, der am häufigsten abgefragt wird.

Tabelle 5 Adressierung der Signalformer im Prozeßelement P1K

Signalformer- steuerung	EA- und EV-Befehlsgruppe beim P1K 300														
	SF...				P1K-Adresse										
	RI	1	2	3	1	2	3	4	5	6	7	8	9 10 11 ADZ 0-7	12 13 14 ADS 0-7	
Universalsteuerung	-	0	1	0	-	-	-	-	-	-	0	0			
1. DEST	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	1	0			
2. DEST	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	1	0			
3. DEST	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	1	1			
1. AUST	1	0	1	0	-	-	-	-	-	-	0	1			
2. AUST	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	1	0			
3. AUST	"	"	"	"	-	-	-	-	-	-	1	1			
AINZ versorgen	0	1	1	0	-	-	-	-	-	-					
AINZ eingeben	0	1	1	1	-	-	-	-	-	-					
1. AINZ	"				-	-	-	-	0	0	0	0			
2. AINZ	"				-	-	-	-	0	1	0	0			
3. AINZ	"				-	-	-	-	1	0	0	0			
4. AINZ	"				-	-	-	-	1	1	0	0			
1. AINE	"				-	-	-	-	"		0	1			
2. AINE	"				-	-	-	-	"		1	0			
3. AINE	"				-	-	-	-	"		1	1			
1. DAINZ					-	-	-	-	0	0	0	0		*)	
2. DAINZ	wie bei				-	-	-	-	0	1	0	0			
3. DAINZ	AINZ				-	-	-	-	1	0	0	0			
4. DAINZ					-	-	-	-	1	1	0	0			
1. PLKG1	0	0	0	1	-	-	0	ADZ 0...55					ADS 0...31		
2. PLKG1	"	"	"	"	-	-	1								
1. AMOZ **)	0	0	0	1	-	-	-	-	0	0	ADZ 0...15			ADS 0...15	
2. AMOZ	0	0	0	1	-	-	-	-	0	1					
3. AMOZ	0	0	0	1	-	-	-	-	1	0					
4. AMOZ	0	0	0	1	-	-	-	-	1	1					
5. AMOZ	0	0	1	1	-	-	-	-	0	0					
6. AMOZ	0	0	1	1	-	-	-	-	0	1					
7. AMOZ	0	0	1	1	-	-	-	-	1	0					
8. AMOZ	0	0	1	1	-	-	-	-	1	1					
Alarmgruppen- register AGR	-	0	1	0	-	-	-	-	-	-	0	0	0 0 0 0 0 0		

Wegen der besseren Übersichtlichkeit sind nur in den zur Unterscheidung notwendigen Bitstellen die Signale "0" bzw. "1" eingetragen.

"Leere" Bitstellen sind entsprechend der Adressen-Festlegung zu besetzen.

"-" bedeutet: Bit wird nicht ausgewertet. "," bedeutet: Bitstellenbesetzung wie in der darüberstehenden Zeile.

*) Adressierung von AINZ und DAINZ - nur zentraler Teil! - gleich, deshalb in

EA-Befehl beim P1K 301

P1K-Adresse

1 2 3 Kanal-Nr.	4	5 6	7 8	9 10 11 ADZ 0-7	12 13 14 ADS 0-7	15 16 17 18	19 20 21 AKZ	22 23 24 RI D/A
0 0 0	-	--	0 0			- - - -	1 0 1	- 0 0
" " "	-	--	0 1			- - - -	" " "	0 0 0
" " "	-	--	1 0			- - - -	" " "	" " "
" " "	-	--	1 1			- - - -	" " "	" " "
" " "	-	--	0 1			- - - -	" " "	1 0 0
" " "	-	--	1 0			- - - -	" " "	" " "
" " "	-		1 1			- - - -	" " "	" " "
" " "	-					- - - -	" " "	1 0 1
" " "	-					- - - -	" " "	0 0 1
" " "	-	0 0	0 0			- - - -	" " "	"
" " "	-	0 1	0 0			- - - -	" " "	"
" " "	-	1 0	0 0			- - - -	" " "	"
" " "	-	1 1	0 0			- - - -	" " "	"
" " "	-	"	0 1			- - - -	" " "	"
" " "	-	"	1 0			- - - -	" " "	"
" " "	-	"	1 1			- - - -	" " "	"
" " "	-	0 0	0 0	*)		- - - -	" " "	wie bei AINZ
" " "	-	0 1	0 0			- - - -	" " "	
" " "	-	1 0	0 0			- - - -	" " "	
" " "	-	1 1	0 0			- - - -	" " "	
" " "	-	ADZ 0...31 nicht adressierbar		ADS 0...31		- - - -	" " "	0 1 1
" " "	-					- - - -	" " "	
" " "	-	0 0	ADZ 0...15	ADS 0...15		- - - -	" " "	0 1 1
" " "	-	0 1				- - - -	" " "	0 1 1
" " "	-	1 0				- - - -	" " "	0 1 1
" " "	-	1 1				- - - -	" " "	0 1 1

} nicht adressierbar

" " "	-	- - - - - - - - - - -	" " "	0 1 0
-------	---	-----------------------	-------	-------

der Summe nur 4 Stück anschließbar. Adressierung der Wortadressen in der DAINZ anlagenspezifisch.

**) Kombination PLKG1-AMÖZ nicht möglich; innerhalb einer AMÖZ sind max. 225 außenliegende Meßstellen adressierbar, mit der 256. Adresse wird jeweils ein interner Prüfspannungsgeber aufgerufen.

SF... - Signalformerkennzeichen; RI - Richtungskennzeichen ("0" - Eingaben, "1" - Ausgabe); ADZ - Zeilenadresse; ADS - Spaltenadresse.

Der *Zeitimpulsgeber* ist ein Baustein, der quarzstabilisiert immer nach 100 ms den Impuls aussendet, der vom ORG erwartet wird. Wahlweise können auch Impulsabstände von 1 s eingestellt werden. Mit dieser Impulsfolge addiert man Zeitangaben im ASP auf, die zum zyklischen Starten von Programmen, zu Zeitangaben für Protokolle (mit Hilfe der Betriebssignaluhr) und nicht zuletzt zur Überprüfung der Rechnerfunktion auszunutzen sind.

Ob die Zentraleinheit noch arbeitet, kann man z. B. überwachen, indem man das Organisationsprogramm veranlaßt, sich regelmäßig außerhalb der ZE bemerkbar zu machen. Man gibt die 100 ms-Impulse des Zeitimpulsgebers laufend als Alarme ein und läßt jeden von ihnen durch ein Programm von geringer Priorität innerhalb einer sehr kurzen Toleranzzeit quittieren. Dies gibt auch die Gewähr dafür, daß keine Programmstrecke durchlaufen wird, die nicht länger als die eingestellte Quittierungszeit unterbrechbar ist. Der „Quittungsimpuls“ des ORG, eine Digitalausgabe, stellt im P1K eine monostabile Kippstufe, die auf 150 ms Ablaufzeit eingestellt ist, zurück. Geschieht dies nicht rechtzeitig, so stößt die Stufe eine akustisch-optische Meldung an.

Die Auswahlbaugruppe in der U-Steuerung ist eine Gatterschaltung, die nur bei Anlegen einer bestimmten Bitkombination „auf Durchgang“ geschaltet wird. Sie dient dazu, die Adresse der Signalformensteuerung zu entschlüsseln und als Folge davon den Startimpuls für die Ablaufsteuerung weiterzugeben. Die Signalformeradresse besteht, wie noch ausgeführt wird, aus zwei Adreßbits, dem Richtungskennzeichen und den Signalformerkennzeichen. Sie wird auf der Sammelleitung S II allen PSF-Steuerungen angeboten, wenn die P1KS von der ZE angesprochen wurde.

Der Teiladressendecodierer ist eine Einrichtung zur Auffächerung der Adreßzahlen. An die U-Steuerung können außer dem AGR noch 63 Ein- bzw. Ausgaben mit jeweils 24 bit Wortlänge angeschlossen werden. Um diese anzusteuern, braucht man von der ZE her eine 6-Bit-Adresse. Die Signalformer werden zur Aufwandverringierung wie an Knotenpunkte eine 8×8 stufigen Matrizie angeschlossen. Der Teiladressendecodierer setzt also die 6-Bit-Adresse in je ein Signal in einer Zeilen- und einer Spaltenadreßleitung um, an deren „Knotenpunkt“ die betreffende Printgruppe mit ihrer Wortadresse zu finden ist.

Das „Wort“ mit der Zeilen- und der Spaltenadresse 0 bildet das Alarmgruppenregister. Alle weiteren Adressen sind in der Sammelleitung SC aus der P1KS herausgeführt und laufen zu den Signalformerrahmen. Auf diesen haben die Einbauplätze für die Flachbaugruppen feste Spal-

tenadreßleitungen, weil der Ausbau der P1K-Schränke einer festen Ordnung gehorcht.

Das Wortregister der U-Steuerung speichert nur bei einer Eingabe von Informationen aus der Prozeßanlage das übernommene Wort, damit seine Weiterleitung an die anderen Bauteile im Takt der Ablaufsteuerung geordnet ablaufen können. Das Ausgabewort wird vom Wortregister der P1KS über den Ausgabeverstärker direkt bis zu den Ausgabestufen durchgeschaltet, wo es bis zur weiteren Bearbeitung in Flipflops festgehalten wird. Die Information der Ausgabestufen wird während des Ausgabevorgangs vor dem Neusetzen gelöscht, damit in den Flipflops keine unerwünschten Signalzustände zustandekommen.

In der U-Steuerung der P1KS301 läuft alles in ähnlicher Weise wie in der der P1KS300 ab. Da an ihr keine Zeichenübertragungsbausteine angeschlossen werden können, sind die Bitstellen 1 bis 5 des Alarmgruppenregisters frei verfügbar.

Wenn die Anzahl der Ein- bzw. Ausgabewörter eines Prozeßelements über 64 hinausgeht, benötigt man außer der U-Steuerung noch weitere Signalformerversteuerungen. Diese unterteilen sich nach den Verkehrsrichtungen; so gibt es für die Übertragung von Prozeßmeldungen zur ZE die Digitaleingabesteuerung DEST und für die Einflußnahme auf Einrichtungen in der Prozeßanlage die Digitalausgabesteuerung AUST, an die auch Analogausgaben angeschlossen werden können. Diese Steuerungen bestehen aus den Bauteilen, die auch die U-Steuerung zum Datentransport besitzt. Die DEST kann aber Alarme nicht erfassen. Auf die Steuerungen DEST und AUST wird bei der Beschreibung der Signalformer nochmals eingegangen.

5.3. Adressierung der Signalformer

Das Prozeßelement P1K hat durch die Vielfalt der Adressierungsmöglichkeiten für die Signalformer eine Sonderstellung in der Peripherie der Prozeßrechneranlage. Da aus Rationalisierungsgründen nur Sammelleitungen für die Adressen- und für die Informationsdurchschaltung zwischen ZE und P1K benützt werden, muß die „Weichenstellung“ zu den vielen Adressaten über eine möglichst wirtschaftliche Codierung vorgenommen werden.

Man kann die große Anzahl der verwendbaren Signalformer nur über mindestens zwei Vervielfachungsschaltungen in den Datenwegen erreichen (Bild 28). Wenn dies nicht ausreicht, ist eine weitere Auffäche-

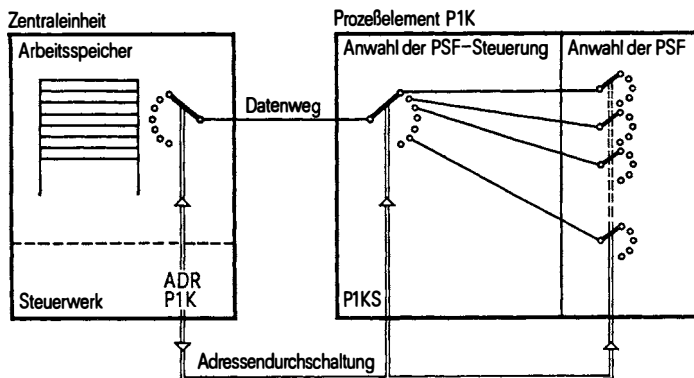


Bild 28
Prinzip der mehrstufigen P1K-Adressierung

rung — auch außerhalb des P1K — noch möglich. Das Durchschalten der Information zu den adressierten Empfängern geschieht durch eine „Schlüsseladresse“, die allein in der Lage ist, das Ausgangssignal für das Weiterschalten an der Auswahlbaugruppe hervorzurufen, also zu decodieren. (Der Begriff „Decodierung“ wurde im Band 1, S. 32, näher erläutert.) Kurz zusammengefaßt versteht man unter Adreß-decodierung das Anlegen einer als Adresse verstandenen Bitkombination an die Eingänge einer Decodierschaltung, wodurch an deren Ausgängen spezielle Signale erzeugt werden, die nur zu der Bitkonstellation am Eingang gehören. Wenn z. B. die Adresse 101110 (also 46) lautet, so gibt es einen Ausgang an der Decodierschaltung, der 1-Signal führt; alle anderen Adreßzahlen setzen diesen Ausgang auf 0. Auch müssen alle übrigen Ausgänge 0-Signal führen, so daß dieses 1-Signal typisch für das Anlegen der Adresse 46 ist. Also benutzt man dieses 1-Signal für die Übernahme der Informationsbits aus der Sammelleitung.

Eine wichtige Teilaufgabe der Projektierung von Rechneranlagen ist die Zusammenfassung der Ein- und Ausgabesignale in Wörter, die als Ganzes transferiert, aber im Detail ausgewertet werden müssen. Die 24-Bit-Struktur ist ja von der Konstruktion der ZE her vorgeschrieben. Der Programmierer wird die Einzelsignale so gruppieren, daß er eine möglichst einfache Programmierung erreicht; er wird also

Signale mit gleichartigem Sinn zusammenfassen. Wenn dabei einzelne Bitstellen im Wort nicht besetzt sind, ist das für die Bearbeitung der Information oft günstiger, als wenn man mit verschiedenen Auswerteprogrammen an einem Datenwort arbeiten muß. Dann ist aber dafür zu sorgen, daß auf die nicht benützten Bitstellen (einheitliche) Signale geschaltet sind, die im Rechner keine falschen Aktionen hervorrufen.

Nach der Numerierung der Ein- und Ausgabewörter — sie sind damit auch adressiert — kann man die benötigten Bauteile im P1K-Schrank einordnen. Dabei ist die Zahlenreihenfolge der Signalformernummern einzuhalten. Diese Wechselbeziehung zwischen Adresse und Einbauort zwingt also zu einer wohlgedachten Adressenverteilung.

Wegen der zu erwartenden höheren Erwärmung setzt man die benötigten Stromversorgungen über die Signalformer (Bild 29). Das Organisationsprogramm schreibt vor, daß die Zeichenübertragungsbausteine ZÜB die Wortadressen ab 1 erhalten, und daß bestimmte Wörter vor die reinen Informationen zu setzen sind. So bleiben die Adressen 1 bis 2 immer für die ZÜB reserviert und können in keinem Fall für andere Zwecke benutzt werden. Die Zuteilung von Adressen nach denen der ZÜB ist an sich frei; man wird aber zweckmäßigerweise Ein- und Ausgaben nicht mischen.

Wie die Skizze des Prozeßsignalformers ELDA (elektronische Digitalausgabe) zeigt, besteht jedes Ausgabewort mit 24 Ausgabestufen aus sechs Prints, die mit einem Steckplatz für das Kabel zum Rangierverteiler in der Mitte in einer Reihe angeordnet sind. Die Wörter schließen sich in der Adreßreihenfolge aneinander an (Bild 30). Von der P1KS kommen die Sammelleitungen SB und SC.

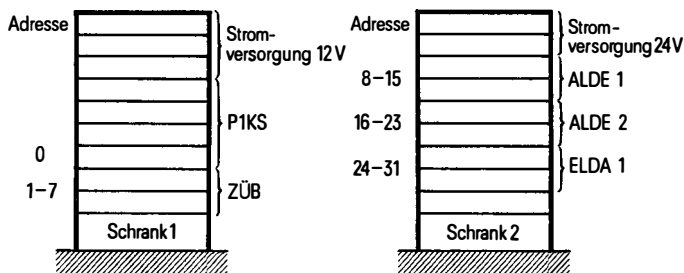


Bild 29
Skizze einer frei gewählten P1K-Besetzung

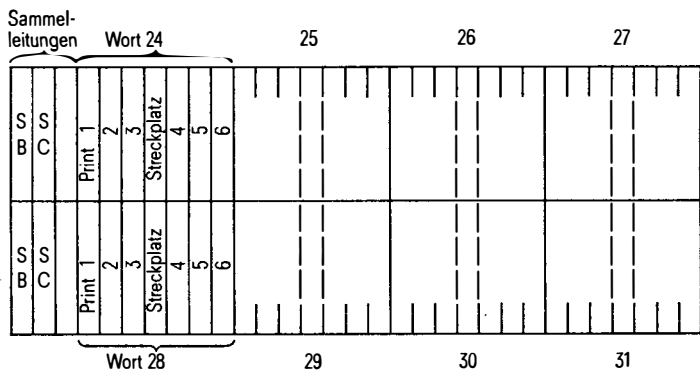


Bild 30
Belegungsskizze für einen Signalformerrahmen ELDA

Die Verdrahtung für die Adressierung ist festes Zubehör des Signalformerrahmens. Die Zeilenadresse bleibt variabel, aber die zugehörigen acht Spaltenadressen liegen für jeden Rahmen fest. Auch wenn weniger als acht Adressen belegt werden, muß die Achterteilung beibehalten werden, da man den Signalformerrahmen nicht mit fremden Prints bestücken kann (z. B. einen Rahmen ELDA nicht mit solchen der Alarmeingabe ALDE). Der freibleibende Raum kann aber ohne Schwierigkeiten nachträglich besetzt werden, indem man Prints einschiebt, die dieselben Aufgaben erfüllen wie die bereits vorhandenen; sie erhalten mit ihrem Steckplatz ihre Adresse. Das Ausgabewort Nr. 24 der elektronischen Digitalausgabe ELDA 1 hat folglich den im Bild 30 markierten Platz.

Bild 31 zeigt den Weg, der bei der Ansteuerung des Ausgabewortes 24 in der ELDA 1 beschriftet wird. Aus der Adressenliste, Tabelle 5 links oben, ist ersichtlich, daß die Universalsteuerung die Signalformerkennzeichen 010 besitzt; Die Richtungsangabe ist wegen der Möglichkeit zur Ein- und Ausgabe unwichtig, und die Bits 7 und 8 der P1K-Adresse müssen 00 lauten. Die Nummer des Ausgabewortes steht mit 011000 in den Bitstellen r9 bis 14 des EVb-Befehls.

Die Auswahlbaugruppe der U-Steuerung wird mit den Adreßangaben 01000 zur Durchschaltung des Startsignals an die Ablaufsteuerung aufgefördert. Dies versinnbildlicht die UND-Verknüpfung der Adreßsignale, wobei die Nullen in der Adresse auf 1 umgekehrt werden,

damit am Ausgang ein 1-Signal entstehen kann. Die Ablaufsteuerung sorgt dann für den Transfer der Adreßbits zum Teiladreßdecodierer, der die Zeilenadresse 3 und die Spaltenadresse 0 erzeugt. Diese beiden Adreßsignale öffnen nun den Zugang für die auf der Daten-Sammelleitung SB anstehende Wortinformation zu den Digitalausgabestufen.

Tabelle 5 zeigt, wie bei einer größeren Anzahl von Wortadressen für die Digitalein- und -ausgaben vorgegangen wird. Die Universalsteuerung kann 64 Adressen bedienen, von denen die Adresse 0 auf das Alarmgruppenregister fällt. Jede Digitaleingabesteuerung DEST läßt den Anschluß von weiteren 64 Wortadressen zu; dabei nehmen die Adreßbits 7 und 8 die Auswahl zwischen DEST 1, 2 oder 3 vor. Ebenso ist es mit den Ausgabesteuerungen AUST. Die Wortadressen an den Steuerungen DEST und AUST haben für die Hardware die gleichen Zahlen und fast dieselben Signalformerkennzeichen; der Unterschied liegt nur im Richtungsbit.

Die Meßstellen an den Analogeingaben werden nach dem gleichen Prinzip adressiert, auch wenn ihre Adresse zum Teil mehr als sechs Bitstellen der P1K-Adresse einnimmt; dies gilt für die schnellen Analogeingaben AMOZ und PLKG1. Eine Sonderstellung nimmt die dezentrale, integrierende Analogeingabe DAINZ ein. Für sie gelten die gleichen PSF-Adressen wie für die AINZ, so daß eine besondere Adressenaufteilung vereinbart werden muß, wenn DAINZ und AINZ zusammen Verwendung finden. Für die Adressenaufteilung in den an eine DAINZ anzuschließenden Außenstationen DAINA gelten besondere Gesetze. Die einzugebenden Meßwerte führt man an Geber, die über ein System von Relaismatrizen mit der zentralen Einrichtung verbunden werden können. Die Ansteuerung der Relais zur Adressierung der Meßwerte erfordert manchmal mehr Auswahlkennzeichen, als in einem Steuerwort unterzubringen sind; dann muß über die Programmierung und die Hardware der Steuerung ein Ausweg gesucht werden. Das ist dann der typische Fall einer mehr als zweistufigen Auffächerung der Adressen am P1K.

In der U-Steuerung der Elementsteuerung P1KS301 wird das Alarmgruppenregister über eine eigene Adresse erreicht (Bit 23 und 24 des Steuerworts mit 10 besetzt). Da keine Zeichenübertragungsbausteine anschließbar sind, stehen alle 64 Wortadressen für Digitalein- und -ausgaben zur Verfügung. Daß man mit der gesamten Steuerung P1KS301 weniger PSF-Steuerungen betreiben kann als mit der P1KS300, liegt im wesentlichen an der Schalteistung der verwendeten Verstärkerstufen und weniger an beschränkten Adressiermöglichkeiten.

5.4. Digitaleingaben

Binäre Signale werden vom Prozeß in zweierlei Gestalt angeboten. Länger anstehende Meldungen nennt man *statische Signale*, nur kurze Zeit anstehende *dynamische Signale*. Als Kriterium für die Unterscheidung kann man nur den Rechner heranziehen; wenn er in dem üblichen, kürzesten Abfragerhythmus in jedem Fall in der Lage ist, das Signal zweimal zu erfassen, kann dies über eine statische Digitaleingabe geschehen. Ist diese Frage nicht eindeutig zu beantworten, nimmt man eine dynamische Digitaleingabe. Beide Arten Signale können mit einem Alarm verbunden sein.

Die Flachbaugruppen für die statische Digitaleingabe P1KF-DES, die dynamische Digitaleingabe P1KF-DED, die dynamische Alarmeingabe P1KF-ALD und die statische Alarmeingabe P1KF-ALS haben einige gemeinsame Eigenschaften:

Je vier Eingangsstufen sind auf der Eingangsseite an der Wurzel (Rückleitung) zusammengefaßt;

der Pegel für 1-Signale beträgt +12 V (versorgt von einem externen Netzgerät her) oder +24 V (versorgt von einem externen oder internen Netzgerät her);

als Zeitkonstanten für die Glättung des Eingangssignals durch ein Siebglied (RC-Glied) sind 0,01; 1; 3; 10 oder 20 ms verfügbar;

auf der Eingangsseite werden die Potentiale von „Rechner“- und Anlagenstromkreis durch einen Übertrager getrennt;

der Abfrageimpuls für jede Eingangsstufe einer Flachbaugruppe und gleichzeitig für alle Baugruppen eines Wortes zusammen steht 7 μ s lang an. Auf jedem Print ist eine NOR-Stufe als Abfrageverstärker (Adreßverstärker) angeordnet (Bild 32).

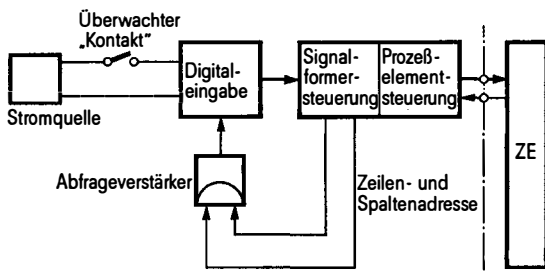


Bild 32

Blockschaltbild für eine Digitaleingabe

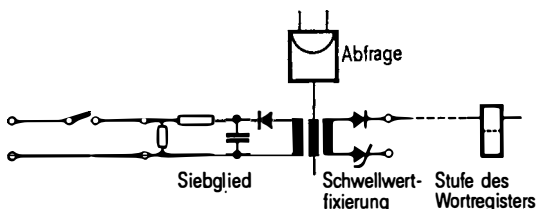


Bild 33
Schaltschema der statischen Digitaleingabe

Die *Statische Digitaleingabe DES* (Bild 33) ist eine Eingabestufe ohne Zwischenspeicherung des ankommenden Signals. Der zu überwachende „Kontakt“ kann auch eine elektronische Ausgangsstufe sein. Steht von diesem Kontakt her Spannung am Kondensator C an, bekommt der Eingangskreis mit der Diode einen hohen Widerstand. Das vom Abfrageverstärker, d. h. vom Rechner, kommende Ansteuerungssignal für eine Digitaleingabe beaufschlagt die zweite Übertragerwicklung und induziert in der dritten einen Spannungstoß, der das Flipflop des Wortregisters setzt. Damit wird angezeigt, daß der Eingabekontakt geschlossen ist.

Steht von außen keine Spannung an, hat sich der Kondensator über den Parallelwiderstand entladen und der Eingangskreis wird zum sehr geringen Widerstand. Der Abfrageimpuls des Rechners wird so stark gedämpft, daß er in die dritte Übertragerwicklung nur noch wenig induzieren kann. Den Restimpuls läßt die Zenerdiode nicht auf das Flipflop einwirken, da ihr Schwellwert zu hoch liegt, und die Stufe des Wortregisters bleibt unberührt.

Es entspricht also ein geschlossener Kontakt im Eingangskreis einem 1-Signal im Rechner, während ein offener dem 0-Signal gleichkommt.

Die *Dynamische Digitaleingabe DED* erfaßt Signale während ihrer Entstehung oder während ihres Verschwindens. Bild 34 zeigt, daß es in diesem Fall wichtig ist, die Meldung des abgefragten Kontakts direkt zu speichern. Hierzu dient ein Ringkern. Das Abfragen dieser Eingabe bedeutet ein Ummagnetisieren und damit ein Löschen des Kerns, wofür die entsprechende Stufe im Wortregister der PSF-Steuerung gesetzt wird.

Das Schließen des abzufragenden „Kontakts“ bewirkt die Eingabe eines Signals in die DED, das im Siebglied geglättet und dann getriggert wird. Mit Triggern bezeichnet man das „Steilmachen“ von

Signalflanken; eine Zenerdiode gibt den Impuls erst weiter, wenn er eine gewisse Höhe erreicht hat, und stoppt ihn ab, wenn sie unterschritten wird. So entsteht ein Signal mit steiler Stirn- und Rückseite. Man kann nun wählen, welches Kriterium das Folgesignal für den Rechner hervorrufen soll; mit dem Signalanstieg oder dem -abfall stößt man über einen Übertrager eine monostabile Kippstufe an, die den Impuls auf etwa $15\text{ }\mu\text{s}$ verlängert und so verstärkt, daß er zum Setzen des nachgeschalteten Ringkerns benützt werden kann. Damit ist die Information festgehalten. Bei der routinemäßigen Abfrage induziert das Rückkippen des Kerns im dritten Draht eine Spannung, die verstärkt zum Setzen eines Flipflops im Wortregister der PSF-Steuerung herangezogen wird.

War der Kern bei der Abfrage nicht gesetzt, folgt keine Induktion im „Lesedraht“ und die Registerstufe zeigt 0-Signal.

Die *Dynamische Alarmeingabe ALD* ist wie die DED aufgebaut, gibt aber zusätzlich den Setzimpuls für den Ringkern als Alarm-Signal an die Sammelleitung der Alarmgruppe weiter. Ob diese Flachbaugruppe zur dynamischen Digital- oder Alarmeingabe benützt werden soll, hängt nur vom Anschließen des stets vorhandenen Alarmausgangs auf der Alarm- und Adressen-Zuordnungsplatte der Alarm- und Digitaleingabe ALDE (dem zugehörigen Signalformer) ab.

Die *Statische Alarmeingabe ALS* besteht aus den wesentlichen Bauteilen der DES (Bild 35) und zusätzlichen Einrichtungen zum Erfassen des Signalspannungsanstiegs beim Schließen des Kontakts oder -abfalls beim Öffnen; dieser Signalwechsel wird als Alarm über einen Übertrager weitergegeben. Man kann auch beide Signalwechsel festhalten, wenn man „Kommen“ und „Gehen“ eines Gefahrenzustands bemerken muß.

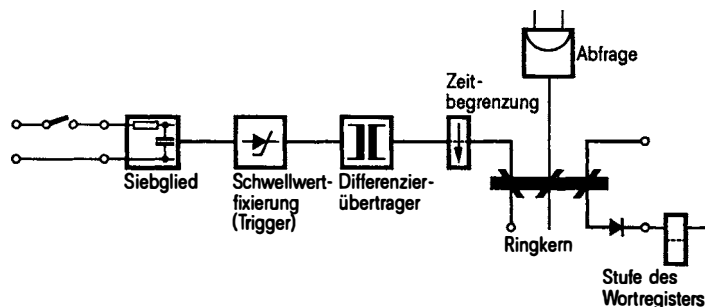


Bild 34
Schaltenschema der dynamischen Digitaleingabe

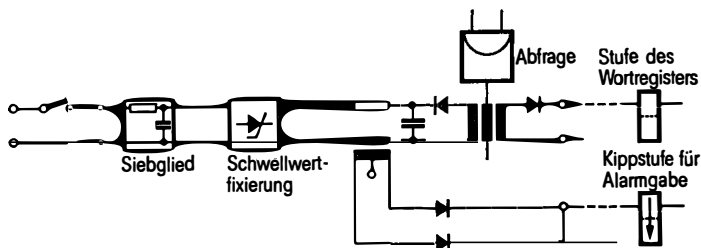


Bild 35
Schaltschema der statischen Alarmeingabe

Die monostabile Kippstufe zum Erfassen des Alarmsignals ist auf jedem Print einmal vorhanden. Früher wurde beim Prozeßelement P1K die ALS nur mit drei Eingabestufen bestückt, da die Bauelemente für vier Stufen keinen Platz auf einem Print fanden. Dies gilt für die neue Konstruktion der Flachbaugruppen nicht mehr.

In einen Signalformerrahmen *Alarm- und Digitaleingabe ALDE* können acht Eingabewörter, d. h. acht 6-Print-Kombinationen DES, DED, ALD, ALS eingesetzt werden. Für den Empfang von Alarmen muß die ALDE an die Universalsteuerung angeschlossen werden. Nimmt die ALDE nur Binärsignale entgegen, die programmgesteuert abgefragt werden, kann man sie auch an eine *Digitaleingabesteuerung DEST* anschließen (Bild 36). Es ist zweckmäßig, die Prints in der ALDE so anzuordnen, daß immer 24 Alarme zusammen ein Wort bilden und daß ihre Meldungen programmtechnisch optimal erfassbar sind.

Die Funktion der DEST entspricht dem Teil der Aufgabe einer U-Steuerung, der die Eingabe von Digitalwörtern betrifft. Wird laut Programm eine Digitaleingabe veranlaßt, so erhält die DEST aus dem EVA-Befehl die Signalformeradresse und die Wortadresse. Die Entschlüsselung der SF-Adresse bedeutet das Startsignal für die Ablaufsteuerung, die die Zeilen- und Spaltenadresse zu den Prints des betreffenden Wortes durchschaltet. Die Adreßsignale stellen den Abfrageimpuls im Verstärker dar und veranlassen nun die 24 Eingabestufen, ihre Einzelmeldungen im Wortregister der DEST abzuspeichern. Auf die Operationsendemeldung der Ablaufsteuerung hin schaltet die Ablaufsteuerung der P1KS den Inhalt des Wortregisters in der DEST zum eigenen Wortregister durch, von wo er mit dem EVb-Befehl in den ASP gelangt.

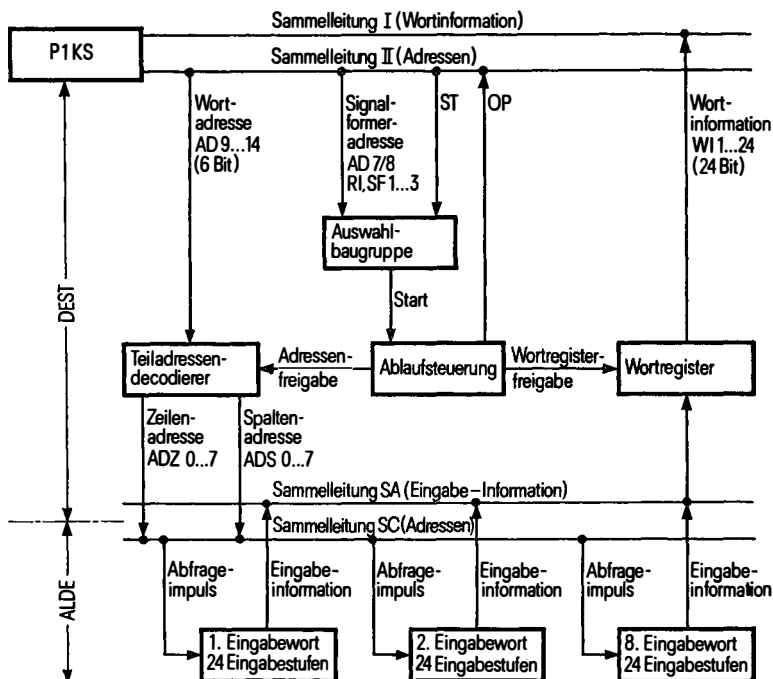


Bild 36

Blockschaltbild einer Digitaleingabe mit Steuerung

Die *Große Digitaleingabe GRODE* nimmt spezielle Flachbaugruppen P1KF-DEG auf, auf denen jeweils 24 statische Digitaleingänge (entsprechend DES) angeordnet sind. In einen GRODE-Rahmen können bis zu 30 Großprints DEG eingeschoben werden. Er belegt demnach vier „Achtergruppen“ der Eingabeadressen. Es lassen sich also an die U-Steuerung oder die DEST höchstens zwei GRODE anschließen. Es ist aber zu beachten, daß die GRODE keine Alarmer entgegennehmen kann, und daß jeweils die ersten beiden Adressen frei bleiben.

Zu der *Alarmbearbeitung* ist noch zu sagen, daß die Gruppierung der Alarmbits nicht nur nach vom Prozeß vorgeschriebenen Gesichtspunkten erfolgen sollte, sondern auch mit Rücksicht auf möglichst günstige

Auswertung gewählt werden sollte. Im Alarmgruppenregister stehen 13 Ringkerne zur Erfassung der Alarme von den Signalformern ALDE zur Verfügung. Die kleinste Anzahl von Prozeßalarmen, die nach den Bedingungen der Systemsoftware als Gruppe zusammengefaßt werden kann, ist ein 24-Bit-Wort. Selbstverständlich kann man beliebig wenige Alarmbausteine zu diesem Wort zusammenschließen, wenn man den Rest der Anschlußplätze vergibt. Andererseits lassen sich aber auch beliebig viele Wörter zu einer Gruppe kombinieren, die von einer Bitstelle im Alarmgruppenregister repräsentiert wird. In diesem Fall muß man sich darüber im klaren sein, daß die Alarmbearbeitung relativ lang dauert, wenn das Auswerteprogramm Bitstelle für Bitstelle untersuchen muß. Durch organisatorische Maßnahmen läßt sich das allerdings abkürzen. So bleibt es dem Anwender des Rechners überlassen, wie er die Untersuchung durchführt; er kann das Programm auf die Bedeutung der Alarme für den Prozeßablauf abstimmen und entsprechend Prioritäten setzen.

5.5. Digital- und Analogausgaben

Ein Rechner gibt binäre Signale aus, um damit Stell- oder Steuerbefehle an geeignete Empfänger im Prozeß zu übermitteln. Diese Ausgangssignale unterscheidet man nach ihrer Dauer, so wie man auf der Eingangsseite statische und dynamische Digitaleingaben auseinanderhält; es gibt also Dauer- und Impulsausgabesignale. Dem Aufbau entsprechend unterteilt man die Signalformer nach elektronischen (ELDA) und relaisbestückten (REDA) Digitalausgaben. Ihre Ausstattung wird durch das Anfügen weiterer Bauelemente variabler. Werden an die Flipflops der ELDA Relais nachgeschaltet, so entsteht aus der elektronischen Digitalausgabe eine REDA; durch zusätzliches Bestücken einer relaisbesetzten Digitalausgabe mit einem Digital-Analog-Umsetzer nebst Zubehör entsteht dann die Analogausgabe ANAU 11 und durch Anschluß eines anderen Digital-Analog-Umsetzer an die ELDA erhält man die Analogausgabe ANAU 8. Selbstverständlich kann man nicht einfach z. B. neben eine ELDA Relaisflachbaugruppen setzen, um eine REDA zu erhalten, denn zu jeder Signalformerbestückung gehört der vorgesehene Einbaurahmen.

Mit den genannten Einrichtungen kann man durch 0- und 1-Signale eines Rechnerwortes Befehle an die Prozeßmaschinerie geben, optisch Meldungen anzeigen und analoge Größen auf den üblichen Meßinstrumenten darstellen oder Reglern als Sollwerte vorgeben.

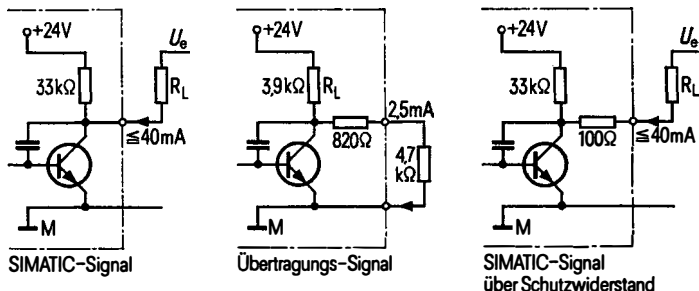


Bild 37
Ausgangsschaltungen der ELDA

Die *Elektronische Digitalausgabe* besteht im wesentlichen aus Kippstufen, von denen je vier auf einer Flachbaugruppe Platz finden. Jeweils sechs Flachbaugruppen bilden ein Ausgabewort und jeweils 48 Flachbaugruppen — ansteuerbar über acht Adressen — füllen einen Signalformerrahmen ELDA.

Es gibt Flachbaugruppen mit folgenden Ausgangssignalen:

Einem SIMATIC®-Signal 24 V / 0 mA oder 0 V / 40 mA für die Überbrückung von Leitungslängen bis 30 m;

einem SIMATIC®-Signal 24 V / 0 mA oder 0 V / 40 mA bei Verwendung eines Schutzwiderstands für Leitungslängen bis 300 m;

ein Übertragungssignal 12 V / 2,5 mA für die Übertragung über Leitungslängen bis 3000 m (siehe Bild 37).

Alle diese Signale können dauernd von Flipflops oder kurzzeitig von monostabilen Kippstufen ausgegeben werden. Die Impulse haben Längen von 6, 24 oder 60 ms.

Mit den SIMATIC®-Signalen lassen sich SIMATIC®-Schalteinheiten und Relais ansteuern. Das Übertragungssignal dient dazu, Einheiten mit 4,7 kΩ Eingangswiderstand anzusprechen, die relativ weit vom Rechnerraum entfernt aufgestellt sind

Auf einer Flachbaugruppe können nur Ausgabestufen vom selben Typ montiert sein; dagegen lassen sich bei Bedarf unterschiedliche Prints zu

einem Wort vereinigen. Der Rechner beaufschlagt in einem Ausgabevorgang alle 24 Kippstufen gleichzeitig; eine Unterteilung der Signalausgabe auf Gruppen mit weniger Flipflops ist nicht möglich. Folglich müssen alle 24 Bitstellen bewußt so gesetzt sein, daß in den an das Prozeßelement P1K angeschlossenen Geräten kein falscher Schaltvorgang eingeleitet wird. Dies gilt besonders dann, wenn nur wenige externe Schaltglieder umgeschaltet werden sollen, so daß nur die zugehörigen Bitstellen im Inhalt verändert werden dürfen.

Die *Digitalausgabe mit Relais* erhöht die Schalteistung und gewährt potentialfreie Ausgänge. Auf ein Ausgabewort kommen zu den sechs Flachbaugruppen mit den elektronischen Bauteilen noch zwei Flachbaugruppen mit je 12 Relais; dadurch benötigt man für den gesamten Signalformerrahmen 16 Relaisbaugruppen, die in einer eigenen Rahmenzeile Platz finden. Mit REDA bezeichnet man den ganzen Einbaukasten.

Will man neben den Relaisausgängen auch elektronische benutzen, so muß man die Relaisbaugruppe gegen eine Durchschaltbaugruppe (eine sogenannte Kurzschleißbaugruppe RAK) austauschen, wodurch die Ausgangssignale auf den Steckplatz des abgehenden Kabels geschaltet werden. Auch kann man bei Bedarf eine Sicherungsbaugruppe RAS als Verbindung zu den Ausgangssteckleitungen benutzen.

In dem Signalformer REDA werden zwei Relaisarten eingesetzt; in der Relaisausgabe RAT befinden sich Silberkontakte, die bei einer höchstzulässigen Schalteistung von 30 VA mit maximal 60 V und maximal 1,0 A beaufschlagt werden dürfen. Die quecksilberbenetzten Kontakte der Relaisausgabe RAN, die mit maximal 60 V und maximal 2 A eine höchste Schalteistung von 100 VA zulassen, erzeugen steilere Impulsflanken und lassen eine größere Anzahl von Schaltspielen zu. Bei diesen verhindert das Quecksilber, daß während eines Schließvorgangs beim kurzzeitigen Aufgehen der federnden Kontakte der „Stromfaden“ abreißt, weil eine Quecksilberbrücke stehenbleibt. Die Kontakte der RAT werden auch „trockene“ und die quecksilberbenetzten der RAN „nasse“ Kontakte genannt. Sie sind jeweils zu viert an der Wurzel zusammengeschlossen.

Die Analogausgaben ermöglichen, vom Rechner ermittelte Meßwerte oder auch anderweitig benötigte Analoggrößen an die Automatisierungsmittel der Prozeßanlage weiterzuleiten. Es ist wenig sinnvoll, den Rechner nur zum Umsetzen von Meßwerten zu benutzen, die über Analogeingaben aufgenommen und mit den hier beschriebenen Ausgängen direkt wieder einer Warte zugeleitet werden.

Die Ausgabestufen vor dem Digital-Analog-Umsetzer müssen Dauersignale liefern, damit der vom Rechner beaufschlagte Anzeiger wie ein übliches Meßgerät arbeitet. Ein gewisser Unterschied zum normalen Betriebsinstrument in der Prozeßanlage ergibt sich dadurch, daß der Zeiger naturgemäß keine exakt kontinuierliche Bewegung machen kann. Diese hängt einmal vom zeitlichen Abstand zwischen den Korrekturen des Inhalts des Ausgaberegisters ab und wird auch vom Abstand der Abfragezyklen im Eingabevorgang beeinflusst, wenn es sich um einen aus dem Prozeß stammenden Meßwert handelt. Sprünge wird man möglichst durch weitgehende Feinheit in der Stufung oder durch eine schnellere Abfragefolge zu unterdrücken versuchen.

Der *Digital-Analog-Umsetzer* erzeugt einen eingepprägten Gleichstrom von 0 bis 20 mA für den Meßbereichsumfang von 0 bis 100 %. In der *Analogausgabe ANAU 8* ist er nach folgendem Schema aufgebaut (Bild 38):

Die in Bild 38 eigens bezeichneten Widerstände bestimmen die Stärke der Teilströme, die summiert den Ausgabewert ergeben. Sie sind nach dual gestuften Werten ausgewählt, so daß die in Tabelle 6 angegebenen Ströme über den Bürdenwiderstand fließen.

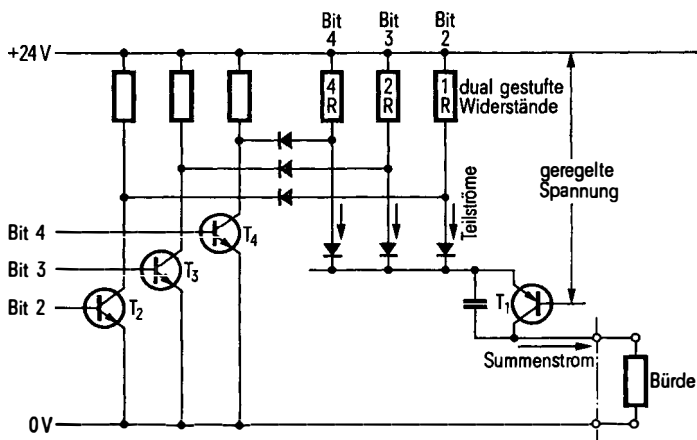


Bild 38
Schaltprinzip der Digital-Analog-Umsetzung mit 3 Bitstellen

Links im Schaltbild liegen die Eingänge des Umsetzers, die von den Digitalausgabestufen beaufschlagt werden. Legt man hier 1-Signale an, so sind die Transistoren T_2 bis T_4 gesperrt und über die Meßwiderstände fließt der volle Strom, der sich vor dem Transistor T_1 vereinigt. Eine 0 am Eingang bedeutet das Durchsteuern des betreffenden Eingangstransistors, der den ihm zufließenden Teilstrom nach 0 V ableitet, so daß er zur Summenbildung im Ausgangskreis nichts beiträgt. So bedingt das Anlegen des Digitalhalbwortes an den Eingang eines Umsetzers für jede Bitstelle, die mit 1 besetzt ist, das Fließen eines Teilstroms, der dem „dualen Stufenwert“ relativ zu 100 % Ausgangsstrom entspricht. Die Summe ist ein Wert zwischen 0 und 25,5 mA, weil ein Überstrombereich bis 127,5 % des eigentlichen Nennwerts berücksichtigt ist. Der Ausgang weist natürlich das Rechnerpotential auf; soll dieses von den Anlagenstromkreisen abgetrennt werden, muß ein zusätzlicher Trennverstärker eingesetzt werden.

Die Analogausgabe ANAU 8 hat ihre Bezeichnung davon, daß der Analogwert durch acht Digitalstufen dargestellt wird. Ein 24-Bit-Wort kann zwei Analogausgänge beaufschlagen, wobei die Bitstellen 2 bis 9 und 14 bis 21 die Meßwerte enthalten müssen (Tabelle 6). Dabei muß der Programmierer die Analogausgaben wie Digitalausgaben behandeln.

Tabelle 6 Werte der ANAU 8

Ausgaberegister 1: Stelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ausgaberegister 2: Stelle	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Wertigkeit	—	2^8	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	—	—	—
Analoger Wert in mA	—	12,8	6,4	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	—	—	—
Nennwert		1	1	0	0	1	0	0	0	entspr. 100 %		
Endwert		1	1	1	1	1	1	1	1	entspr. 127,5 %		

Die geringste Wertigkeitsstufe steht zur höchsten in einem Verhältnis $1 : 2^7$, das entspricht abgerundet einem Größenvergleich $1 : 100$ und zwei benachbarte Analogwerte unterscheiden sich um rund 1 %; deshalb spricht man bei der ANAU 8 auch von einer „Prozentausgabe“.

In einem Signalformer ANAU 8 sind bis zu 8 Analogausgänge eingebaut, jeder mit einem eigenen Digital-Analog-Umsetzer bestückt. Das entspricht vier Ausgabewörtern.

Ein Baustein enthält jeweils zwei Ausgänge, so daß dies den Mindestausbau des Signalformers ANAU 8 darstellt.

Die *Analogausgabe ANAU 11* hält den Analogwert in 11 Digitalstufen fest. Auch hier kann ein 24-Bit-Wort auf zwei Ausgabestufen aufgeteilt werden, wobei auf den Bitstellen 1 und 13 jeweils das Vorzeichen erscheint und die Bitstellen 2 bis 12 und 14 bis 24 die Meßwerte zeigen (Tabelle 7). Das Ausgabewort hat der Programmierer auch hier wie für eine Digitalausgabe sinnvoll und -richtig aufgebaut.

In der Analogausgabe beträgt das Verhältnis der kleinsten Wertigkeitsstufe zur höchsten $1 : 2^{10}$, also etwa $1 : 1000$; zwei benachbarte Analogwerte weisen einen Unterschied von rund 1 ‰ des Bereichsendwerts auf, so daß man die ANAU 11 auch „Promilleausgabe“ nennt.

Tabelle 7 Werte der ANAU 11

Ausgaberegister 1: Stelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Ausgaberegister 2: Stelle	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Wertigkeit	\pm^*	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0	2^{-1}	2^{-2}	2^{-3}	2^{-4}
Analoger Wert in mA		12,8	6,4	3,2	1,6	0,8	0,4	0,2	0,1	0,05	0,025	0,0125
Nennwert (100 ‰)		1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0
Endwert ($127 \frac{15}{16} ‰$)		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

* Vorzeichen

Der Aufbau einer Ausgabestufe ANAU 11 ist aufwendiger als der der ANAU 8. Im Digital-Analog-Umsetzer nehmen hier Relais mit quecksilberbenetzten Kontakten die Stelle der Transistoren ein und legen die „gewichteten“ Widerstände — die die Höhe des Meßstroms bestimmen — an Spannung. Dadurch wird eine Trennung des Anlagenpotentials vom Rechnerpotential im Meßkreis erreicht. Weiterhin erhält hier auch der Ausgangsstrom durch Berücksichtigung des Vorzeichens eine entsprechende Polarität, da die Relaiskontakte die Meßwiderstände — der auszugebenden Information angeglichen — mit einer positiven oder negativen, konstant gehaltenen Spannung verbinden.

Wegen des höheren Bauteileaufwands ist der Prozeßsignalformer ANAU 11 — auf gleichem Raum wie der PSF ANAU 8 — mit nur vier Analogausgängen ausgestattet. Selbstverständlich gehört auch hier ein Digital-Analog-Umsetzer zu jedem Ausgang. Der Mindestausbau eines Signalformers ANAU 11 umfaßt einen Analogausgang.

Alle Digital- und Analogausgaben lassen sich über die Universalsteuerung, aber auch über die *Ausgabesteuerung AUST* bedienen. Beide erfüllen dieselben Betriebsbedingungen für die Weiterleitung der Informationen an den Prozeß. Man wird also auf eine AUST zurückgreifen, wenn alle verfügbaren Adressen an der U-Steuerung belegt sind. Über die Numerierung der Adressen und Steuerungen gibt Tabelle 5 Auskunft.

Jede Ausgabesteuerung AUST stellt 64 Adressierungsmöglichkeiten zur Verfügung, die beliebig auf Signalformer für Digital- und Analogausgaben aufgeteilt sein können. Teilausgebaute Signalformer belegen selbstverständlich auch hier die (noch) nicht ausgenützten Adressen und lassen keine anderweitige Verwendung zu.

Bild 39 zeigt, wie die Ausgabesteuerung ausgestattet ist und wie sich die Signalformer aus den Grundbausteinen der ELDA „entwickeln“. Im Gegensatz zur Eingabesteuerung DEST besitzt die AUST keinen Zwischenspeicher für auszugebende Wortinformationen. Der Ausgabesteuerung wird mit dem EVb-Befehl die Signalformer- und die Wortadresse angeboten. Das Startsignal der Auswahlbaugruppe veranlaßt die Entschlüsselung der Zeilen- und Spaltenadresse und das Löschen des Informationsinhalts des angesteuerten Wortes. Es folgt unmittelbar aus dem Wortregister der Elementsteuerung P1KS das Ausgabewort und durchläuft die Ausgabeverstärker, um die ausgewählten Flipflops setzen zu können. Anschließend gibt die Ablaufsteuerung ihre Operationsendemeldung an die P1KS.

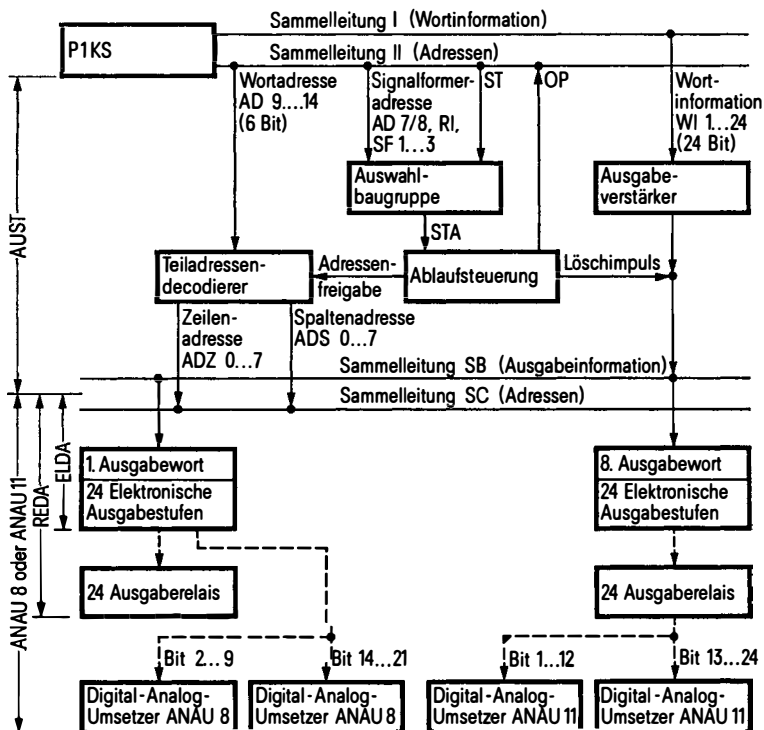


Bild 39
 Blockschaltbild der Digital- und Analogausgaben mit einer Steuerung

5.6. Analogeingaben

Die in einem Prozeß verwendeten Meßfühler und -umformer liefern im allgemeinen analoge Meßwerte. Über geeignete Eingabegeräte sind diese Größen in Digitalwerte umzuwandeln, damit sie von einem Prozeßrechner verarbeitet werden können. Solche Geräte müssen vor allem einen *Analog-Digital-Umsetzer ADU* enthalten; da diese Einheit aber einen relativ hohen Aufwand darstellt, benutzt man für viele Meßstellen nur einen und setzt Anwahltglieder mit passenden An-

gleicheinrichtungen davor. Diese „Adapter“ müssen für eine gute Zusammenarbeit zwischen den unterschiedlichsten Gebern und dem einen Analog-Digital-Umsetzer sorgen.

Nach der Arbeitsweise dieser ADU hält man Analogeingaben für das Erfassen von Augenblickswerten (auch Momentanwerte genannt) und von Mittelwerten auseinander. Tabelle 8 stellt die wesentlichen Eigenschaften der drei praktizierten Verfahren einander gegenüber.

Es geht daraus hervor, daß man bei hohem Datenangebot je Zeiteinheit Momentanwerte erfassen muß, um die gestellten Aufgaben zu lösen. Dies schließt die Möglichkeit ein, daß beachtliche, symmetrisch überlagerte Störspannungen auf den Eingangsleitungen auftreten, deren Unterdrückung einen erheblichen Aufwand erfordert, z. B. durch den Einbau besonderer Siebglieder (Tiefpässe). Es gibt aber für eine kleinere Anzahl abzufragender Meßstellen in einer niedrigeren Abtastfrequenz eine Grenze, von der ab die Analogeingabe mit Mittelwertbildung technisch und wirtschaftlich günstiger wird.

Die Analog-Digital-Umsetzer in diesen Eingabeeinrichtungen sind grundsätzlich für die Entgegennahme von Spannungen ausgelegt. Meßgeber mit eingepprägtem Ausgangstrom müssen einen Meßwiderstand erhalten, an dem die Spannung für den Umsetzer abgegriffen wird. Für „passive“ Meßgeber, wie Widerstandsthermometer oder Widerstandsfernsender, liefern die notwendigen Stromquellen die erforderliche Meßspannung.

Für den Vorläufer des Prozeßelements P1K, das Prozeßleitgerät PLK, wurde die *Analogeingabe PLKG1* entwickelt, die bis jetzt für die Erfassung von Momentanwerten eingesetzt wurde. Mit ihrer „Germaniumtechnik“ in den Halbleiterbausteinen benötigt sie eine Anschaltung (zur Pegelumsetzung usw.), damit sie mit der Elementsteuerung P1KS zusammenarbeiten kann. Weiterhin besteht der Prozeßsignalformer PLKG1 aus einem zentralen Teil und bis zu 56 Funktionseinheiten, in denen jeweils maximal 32 gleichartige Meßstellenabtaster zusammengefaßt sind. Damit kann die Analogeingabe insgesamt bis zu 1792 Analogwerte erfassen. Die P1KS300 bietet die Möglichkeit, zwei dieser Einrichtungen zu betreiben, während die P1KS301 nur eine PLKG1 mit 1024 Adressen bedienen kann.

Die Eingangsmeßbereiche sind auf 0 bis 20 mV, oder bis 70 mV oder bis 1 V festgelegt. Stimmen die Geberwerte nicht mit diesen Angaben überein, müssen sie mit Meßzusätzen und Anpassungseinheiten ausgerüstet werden; die Anpassungseinsätze können auch in einer Ausführung geliefert werden, die in eigensicheren Meßkreisen verwendbar ist.

Tabelle 8 Wesentliche Eigenschaften der drei Analogeingabeverfahren

Übersicht über die Analogeingaben des Prozeßelementes PIK				
		AIN	PLKG 1	AMO
Art der Meßwerterfassung		integrierend (Mittelwertbildung)	Momentanwerterfassung	Momentanwerterfassung
Umsetzprinzip		Spannungs-Frequenz- Umformer	Stufenverschlüßler (Wägeprinzip)	Stufenverschlüßler (Wägeprinzip)
Auflösungsvermögen		11 bit + Vorzeichen	10 bit ohne Vorzeichen	11 bit + Vorzeichen 14 bit ohne Vorzeichen
100 % Meßwert \triangleq Digitalwert		± 1.600	+ 1.000	± 1.600 (11 bit) + 12.800 (14 bit)
max. Digitalwert		± 2.047	+ 1.023	± 2.047 (11 bit) + 16.383 (14 bit)
Verschlüsselzeit		20 ms	22 μ s	20 μ s (11 bit) 60 μ s (14 bit)
Operationszeit (301) (302, 304, 305, 306)		ca. 33 ms	100 μ s	35 μ s (11 bit); 75 μ s (14 bit) 80 μ s (11 bit); 120 μ s (14 bit)
Störungsunterdrückung		zentral durch zeitliche Mittelwertbildung über 20 ms	einzelnd durch Siebglieder am Eingang	einzelnd durch RC-Filter in den Anpassungsverstärkern
Potentialtrennung		durch Übertrager im Ausgang des Analog-Digital-Umsetzers	durch Eingangsübertrager	durch potentialtrennende Anpassungsverstärker
Meßwertanpassung		durch Zuschalten von Widerständen in den Gegenkopplungskreis des Verstärkers	durch Eingangsübertrager mit unterschiedlichem Übersetzungsverhältnis	durch Dimensionierung der Anpassungsverstärker
Schaltkreistechnik		SIMATIC H und N und Sonderbaugruppen	Germanium-Technik	TTL
Einbaurahmen		SIVAREP A	ASR Schranksystem	SIVAREP B
Ausbaumöglichkeiten	mind.	4 Analogeingänge	2 Analogeingänge	2 Analogeingänge
	Erweiterung	4 "	2 "	2 "
	max.	4x 256 "	2x 1.792 " *)	8x 255 " *)
			*) 1.024 beim Modell 301	*) 4x 255 beim Modell 301

Anmerkung

Als *eigensicher* bezeichnet man einen Stromkreis, in dem kein zündfähiger Funken entstehen kann (VDE 170/171).

Die Eigensicherheit schließt aber nicht nur das Verhalten der Schaltstrecken, sondern auch Überschlüge, die durch Fehlerspannungen verursacht werden, mit ein; deshalb soll der Pluspol der speisenden Batterie über einen ausreichend hohen Begrenzungswiderstand geerdet sein.

Den Aufbau der Analogeingabe zeigt das Blockscha-Bild 40. Man erkennt die Bereiche, in denen der Meßwert aufbereitet, angewählt und angepaßt, umgesetzt und dem Rechner zugeleitet wird.

Hierbei findet eine dreimalige Umwandlung der „Prozeßgröße“ statt. In der Prozeßanlage steht der Meßwert als Temperatur, Druck, Drehzahl oder ähnliches zur Verfügung und soll mit seiner physikalischen Dimension im Rechner verarbeitet werden, z. B. durch den Vergleich mit einem Grenzwert. Ein Gebergerät erfaßt diese Größe und wandelt

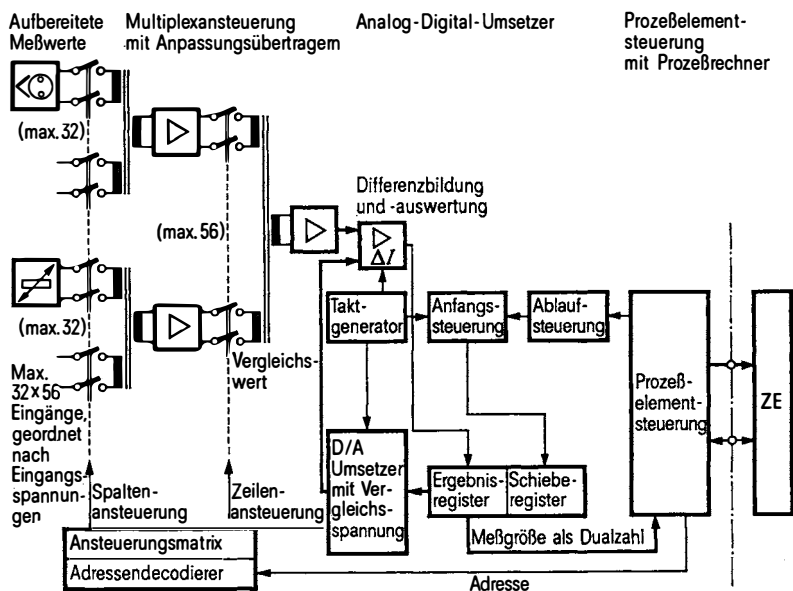


Bild 40
Blockscha-Bild der Analogeingabe von Momentanwerten

sie in einen analogen elektrischen Wert um. Dieser Wert muß digitalisiert werden; dabei ist es aber gleichgültig, in welchen Zahlenbereich man ihn bringt. Im Analog-Digital-Umsetzer entsteht eine reine Maßzahl (der sogenannte Rohwert), die nur aus Genauigkeitsgründen eine bestimmte Stellenzahl hat, sonst aber in keinem Bezug zu der Ursprungsgröße steht. Aus diesem Rohwert entsteht erst im Rechner nach programmierten Korrekturen wieder der dimensionsgerechte Prozeßwert.

Diese kurze Darstellung zeigt überschlägig, wie relativ umständlich die Auswertung von analogen Größen in Digitalrechneranlagen ist; zieht man aber die äußerst kurze Durchlaufzeit dieses Vorgangs in Betracht, so muß man diesen Weg der Analogwerterfassung akzeptieren.

In Bild 41 sind nähere Einzelheiten zu der Analogeingabe dargestellt. Die Befehlsgruppe, mit der Analogwerte in den Rechner geholt werden, hat weitgehend denselben Aufbau wie die für Digitaleingaben. Der Unterschied liegt — wie bei allen Prozeßsignalformen — nur in der Adreßangabe. Da es sich um das Hereinbringen einer Information in den Rechner handelt, enthält der EVa-Befehl die Meßstellenadresse und die Signalformerkennzeichen. Beides schaltet die Elementsteuerung P1KS auf die Sammelleitung S II, so daß die PLKG1 darauf reagieren muß. Die Auswahlbaugruppe in der Anschaltung startet die Ablaufsteuerung, die ihrerseits die für die Durchschaltung der Meßstellenadresse notwendigen Schritte tut. Der Teiladressendecodierer wählt aus den Bitstellen 4 bis 9 eine der 56 Zeilenadressen und aus den Bitstellen 10 bis 14 eine der 32 Spaltenadressen aus, die auf einen elektronischen Meßstellenschalter zielen. Diese Schalter sind matrizenartig aufgereiht. Die Zeilenadresse sorgt mit ihrem Signal auch für das Schließen des Zwischenschalters.

Die Adreßsignale sind nur während der Dauer eines Impulses der Ablaufsteuerung ($50\text{ }\mu\text{s}$) wirksam. Dieses kurze Schließen des Meßstellen- und des Zwischenschalters erzeugt aus der anstehenden Meßspannung einen Impuls in der Schaltanordnung, der mit mehrfacher Verstärkung dem Analog-Digital-Umsetzer zugeführt wird. Der aus Gleichspannung erzeugte Impuls kann dann über den Eingangsübertrager, der für die galvanische Trennung des Anlagenmeßkreises von den P1K-Kreisen sorgt, und den Zwischenübertrager, der die Zusammenschaltung aller Eingangskreise auf einen Umsetzer ermöglicht, zur Auswerteschaltung gelangen. Leistungsstarke Verstärkerstufen unterstützen dies. Die Windungsverhältnisse der Eingangsübertrager sind den Eingangsspannungen so angepaßt, daß einem Meßwert von 100 % auf der Sekundärseite ein Spannungsimpuls von 100 mV Höhe entspricht. Da-

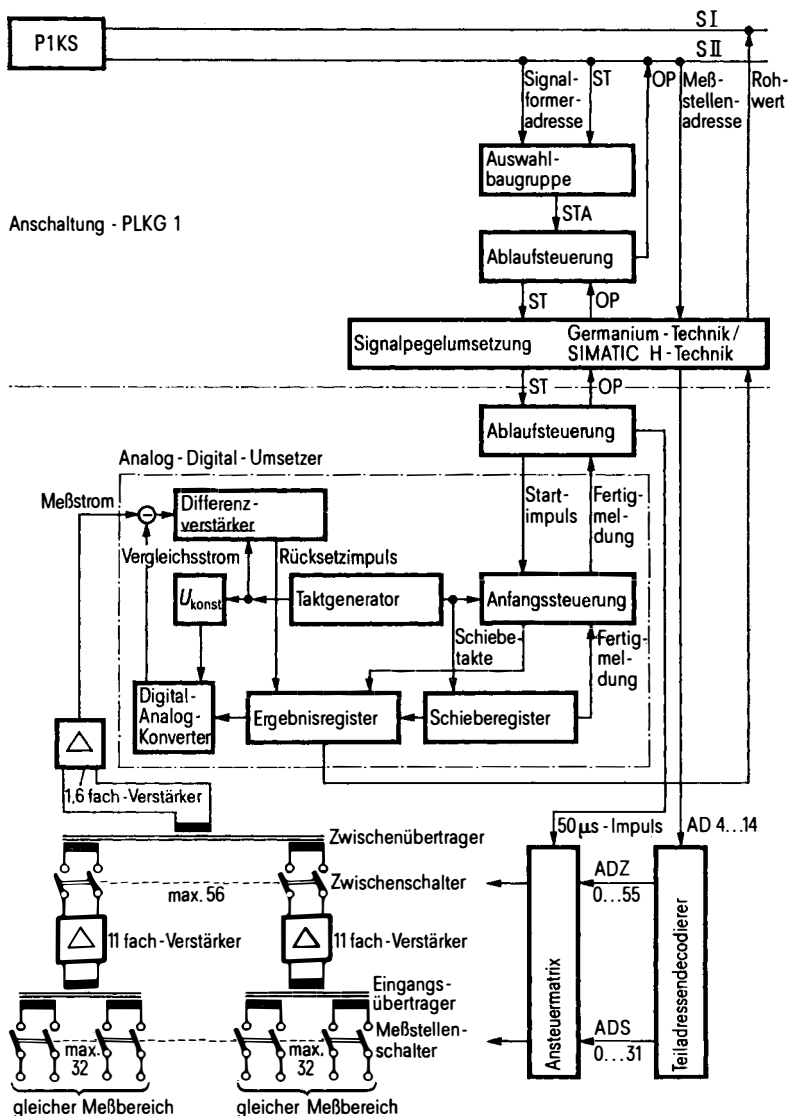


Bild 41 Blockschaltbild der Momentanwert-Analogeingabe PLKG1

durch wird erreicht, daß die eigentliche Meßanordnung für alle Eingangswerte gleich arbeitet. Dem ADU wird schließlich ein Spannungsimpuls zugeführt, der bei 100 % Meßspannung einen Scheitelwert von 1,6 V annimmt. Dieser wird in einen Strom umgesetzt.

Die Durchschaltung erzeugt zunächst Überschwüngen. Um das Meßergebnis durch ihre Auswirkungen nicht zu verfälschen, läßt man den ADU erst 28 μ s nach der Zuschaltung des Meßwertes wirksam werden. Der Rest der von der Ablaufsteuerung zur Verfügung gestellten Zeit, nämlich 22 μ s, reicht für die Umschlüsselung des Analogwerts in eine zehnstellige Dualzahl aus.

Im Analog-Digital-Umsetzer läuft dieses ab:

In dem Rhythmus, den der Taktgenerator vorgibt, versuchen die Baueinheiten des ADU einen Strom zu erzeugen, der dem Meßstrom entspricht. Hierzu setzt die Anfangssteuerung zu Beginn der Verschlüsselung die höchstwertige Binärstufe des Ergebnisregisters (2⁹) auf 1 und die übrigen auf 0. Mit Hilfe eines Präzisionsschalters legt das Ergebnisregister im Digital-Analog-Konverter DAU eine Vergleichsspannungsquelle, die eine sehr genau geregelte Gleichspannung liefert, an die niedrigste Stufe der nach dem dualen Zahlenwertschema abgestuften Widerstände. Dadurch fließt ein negativer Strom, der im Differenzverstärker zum Meßstrom addiert wird. Ist das Ergebnis positiv, der Vergleichsstrom also niedriger als der Meßstrom, so wird es als gültig akzeptiert. Entsteht jedoch ein negatives Ergebnis, wird die Stufe im Ergebnisregister zurückgesetzt und damit der Vergleichsstrom über den ersten Widerstand abgeschaltet.

Über ein Schieberegister, das wie das Ergebnisregister aus 10 Flipflops besteht, wird beim nächsten Takt die Stufe 2⁸ im Ergebnisregister gesetzt. Dadurch erhält der zweite Widerstand im DAU Spannung, wodurch ein Vergleichsstrom von der Hälfte des ersten hervorgerufen wird.

Der Vergleich mit dem Meßstrom entscheidet über „Gesetzklassen“ oder Rücksetzen der zuletzt betätigten Stufe im Ergebnisregister, und so werden alle 10 „Bitstellen“ dieses Registers „durchprobiert“. Es entsteht ein Bitmuster, das als Ergebniszahl der Umschlüsselung interpretierbar ist (Bild 42). Wenn der Anstoßimpuls das Schieberegister durchlaufen hat, gelangt er als Fertigmeldung zur Anfangssteuerung und setzt sie zurück, diese Fertigmeldung veranlaßt das Weiterleiten der Dualzahl vom Ergebnisregister zum Wortregister der Elementsteuerung P1KS; dort wird sie in den Bitstellen 2 bis 11 untergebracht.

Die gesamte Operationszeit vom Beginn der Befehlsgabe in der ZE bis

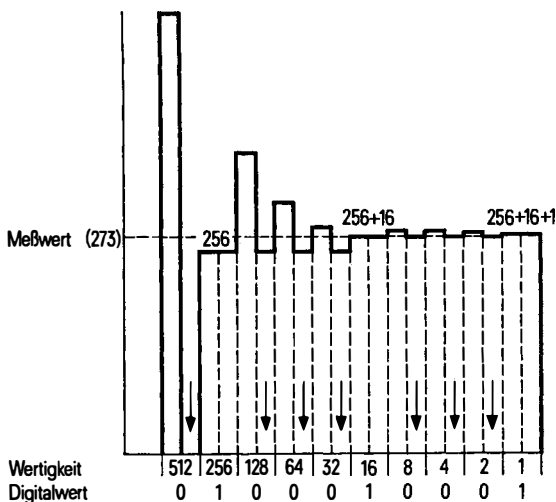


Bild 42

Arbeitsweise eines Analog-Digital-Umsetzers nach dem Stufenprinzip

zum Abschluß des Einschreibvorgangs in die vom Programmierer festgelegte Arbeitsspeicherzelle dauert etwa 100 μ s; während dieser Zeit ist die Programmsteuerung im Rechner untätig, erst das Operationsendesignal der P1KS (RBE) gibt sie wieder frei.

Aus der hier ermittelten Laufzeit der Umschlüsselung ergibt sich, daß das P1K mit einer Eingaberate von etwa 10 000 Meßwerten/s analoge Größen in den Rechner bringen kann. Dies aber nur, wenn das Eingabeprogramm die höchste Priorität aufweist und sich keine Verzögerungen durch die Berücksichtigung der Eingangssiebglieder ergeben. Je weniger Meßstellen abgetastet werden, desto ausschlaggebender ist die Einschwingzeit beim Zuschalten jeder Meßstelle.

Als Ablösung für die PLKG1 gibt es die *Analogwerteingabe P1KG-AMO* für die Erfassung von Momentanwerten; sie erfaßt die Meßwerte mit ihrem Vorzeichen und verschlüsselt sie in 11 Bitstellen. Für besondere Aufgaben im Zusammenhang mit der Gaschromatographie hält sie sogar 14stellige Rohwerte ohne Vorzeichenangabe zur Auswertung bereit.

Diese Analogwerteingabe besteht aus einem zentralen Teil (AMOZ)

mit der Signalformersteuerung und Eingängen für 32 Meßwerte. An dieses Herzstück lassen sich Erweiterungsbausteine mit besonderen potentialtrennenden Verstärkervorsätzen (AMOV) und auch ohne solche (AMOE) anschließen. Im Maximalausbau (einschließlich der Erweiterungen) lassen sich 255 Meßstellen über eine AMO adressieren. An die Elementsteuerung P1KS300 kann man acht AMOZ und an die P1KS301 vier AMOZ anknüpfen.

Beide Momentanwerteingaben, PLKG1 und AMO, sind sich in Arbeitsweise und Aufbauschema sehr ähnlich. Auch die AMO besitzt am Eingang „Vielfachschalter“ (Multiplexer), die zweistufig den zentralen Analog-Digital-Umsetzer mit den Meßstellen verbinden. Der Umsetzer ist ebenfalls ein Stufenverschlüssler, der die Höhe des Meßstroms durch Gegenüberstellung mit einem elfstufig einstellbaren Vergleichsstrom ermitteln läßt. Während der Umschlüsselung bleibt auch hier die Programmsteuerung der ZE untätig und wartet auf das Ende der in üblicher Weise veranlaßten Operation. Ein auffallender Unterschied zwischen beiden Analogeingaben ist neben der Verwendung moderner Baueinheiten die höhere Geschwindigkeit, die in der Normalausführung der AMO eine Gesamtoperationszeit von etwa 80 μ s zuläßt.

Hierzu wurde die Schaltung etwas geändert (Bild 43). Außerdem besteht die Möglichkeit, mit der 256. Eingabestelle jeder AMOZ die Funktion des eingebauten ADU zu überprüfen; hierzu dient ein nach Wahl vorzusehender Prüfspannungsgeber, der programmiert nacheinander fünf normierte Prüfspannungen auf die Eingänge des ADU schaltet.

Die Analogeingabe AMO arbeitet in der Normalausführung, die Bild 43 zeigt, derart:

Die Befehlsgruppe der ZE bringt mit dem EVA-Befehl die Meßstellenadresse und das Signalformerkennzeichen. Das Bit 4 der Meßstellenadresse AD4 erfüllt dabei eine Umschaltfunktion; es gibt an, ob der Zentralverstärker wie üblich (d. h. mit Faktor 1) oder doppelt (d. h. mit Faktor 2) verstärkt. Das Entschlüsselungssignal der Auswahlbaugruppe startet die Ablaufsteuerung mit dem Taktgenerator, löscht das Ergebnisregister und veranlaßt die Decodierung der Meßstellenadresse. Mit den Bitstellen 7 bis 10 wird am Zentralmultiplexer die Position der Meßstelle und mit den Bitstellen 11 bis 14 der Eingangsmultiplexer ausgewählt; beide werden mit allen Leitungen verbunden. So kommen die durch außenliegende Anpassungsverstärker, die beim Nennwert 1 V erzeugen, beeinflussten Gebersignale zum Analog-Digital-Umsetzer. Im Zentralverstärker wird das Meßsignal in einem Kondensator aufgenommen.

Nach einer Einschwingzeit von $8\text{ }\mu\text{s}$ öffnet die Ablaufsteuerung den Eingang des Zentralverstärkers und der ADU beginnt zu arbeiten. Hier wird der Schiebetakt dazu benutzt, das Schiebe- und Ergebnisregister von Stufe 1 ab zu setzen. Der Digital-Analog-Umsetzer erhält die notwendige konstante Spannung von einer Referenzspannungsquelle. Der Vergleichsstrom und der Meßstrom werden voneinander abgezogen und der Komparator bestimmt, ob die zuletzt gesetzte Stufe im Ergebnisregister stehen bleibt oder zurückgesetzt werden muß. Da diese Vorgänge sehr schnell ablaufen, entsteht bei hohen Stromstufen ein kleiner Fehler im Ergebnis durch Störungen beim Einschwingen des Verstärkers; der Fehler wird aber nach Bearbeitung der Bitstelle 5 durch Addition eines Korrekturbits ausgeglichen; dieses Bit stammt aus einer Zusatzkipfstufe. Anschließend folgen die Schalt- und Vergleichsvorgänge für die Bitstellen 6 bis 11.

Wegen der Korrekturmöglichkeit kann man die Einschwingzeit für alle Stufen gleichmäßig ansetzen und damit die Konvertierungszeit kurz halten.

Von dem letzten Flipflop des Ergebnisregisters kommt die Operationsendemeldung zur Ablaufsteuerung, die nun dafür sorgt, daß die Wortinformation über die Sammelleitung SI zur Elementsteuerung gelangt. Dort steht sie mit Vorzeichen in den Bitstellen 1 bis 12 des Wortregisters. Gleichzeitig wird noch ein Paritybit erzeugt und mit der Information zur ZE gegeben.

Die Rohwerte werden in der in Prozeßrechneranlagen üblichen Darstellung gebracht. Ein negativer Zahlenwert erscheint als Zweierkomplement des positiven im Ergebnisregister. Damit wird ein Zahlenbereich von $\pm 2^{11}$ erfaßt; in diesem nützt man die Spanne von -1600 über 0 bis $+1600$ aus.

Die Eingänge des zentralen Teils AMOZ und der Erweiterungen AMOE und AMOV erhalten meist Anpassungsverstärker; diese sollen die Eingangswerte auf 1 V „normieren“. Unter diesen Verstärkern gibt es „Differenzverstärker“, die nur in der AMOZ eingesetzt werden können. Ihre Einschwingzeit im Eingang ist zwischen $20\text{ }\mu\text{s}$ und 5 ms wählbar und damit so kurz, daß man den damit ausgestatteten Eingang (Meßstelle) bis zu $10\,000$ mal in der Sekunde abfragen kann. Sonst benützt man „potentialtrennende Verstärker“, in denen der Meßstrom zerhackt auf einen Übertrager gegeben und hinter diesem wieder gleichgerichtet wird. In der AMOV wird damit jeder Eingang gegen den andern und jeder Eingang gegen Erde für 250 V (Prüfspannung $2,5\text{ kV}$) isoliert; dies hängt mit der dabei verwendeten

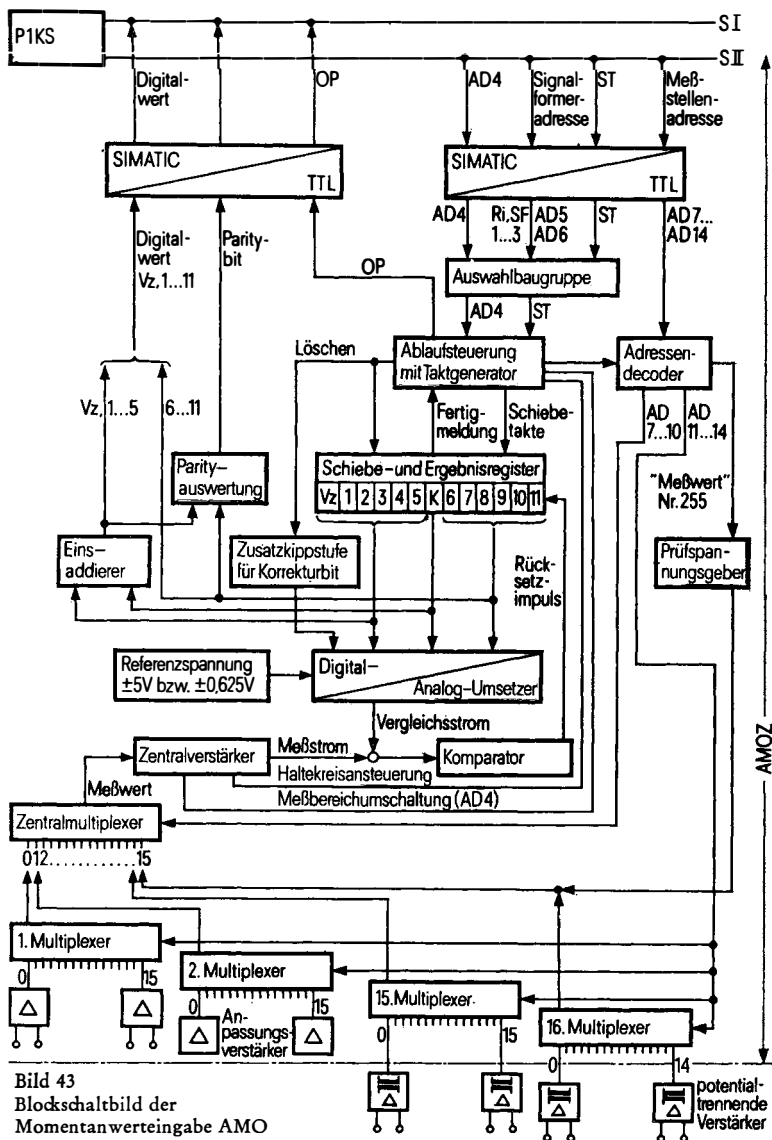


Bild 43
 Blockschaltbild der
 Momentanwerteingabe AMO

Einbautechnik (SIVAREP® A) zusammen. In AMOZ und AMOE wird nur eine Isolierspannung von ± 30 V erreicht. Die Einschwingzeit kann man auf Werte zwischen 20 und 300 ms einstellen.

Die integrierende *Analogeingabe* AIN mit ihrer Prozeßsignalformersteuerung AINZ ermöglicht es, analoge Mittelwerte in den Rechner einzugeben. Die AINZ als zentraler Teil bietet maximal 64 Eingänge an und kann durch drei Erweiterungen AINE um jeweils 64 weitere ergänzt werden. Somit verbindet die AINZ maximal 256 Meßstellen mit der Elementsteuerung P1KS, an die bis zu vier solcher Signalformer angeschaltet sein können.

Der Aufbau der AINZ und der AINE läßt eine Erweiterung in Stufen von jeweils vier Analogeingängen zu. Diese vier Meßkreisdurchschaltungen sitzen auf einer Flachbaugruppe und sind für den gleichen Meß-

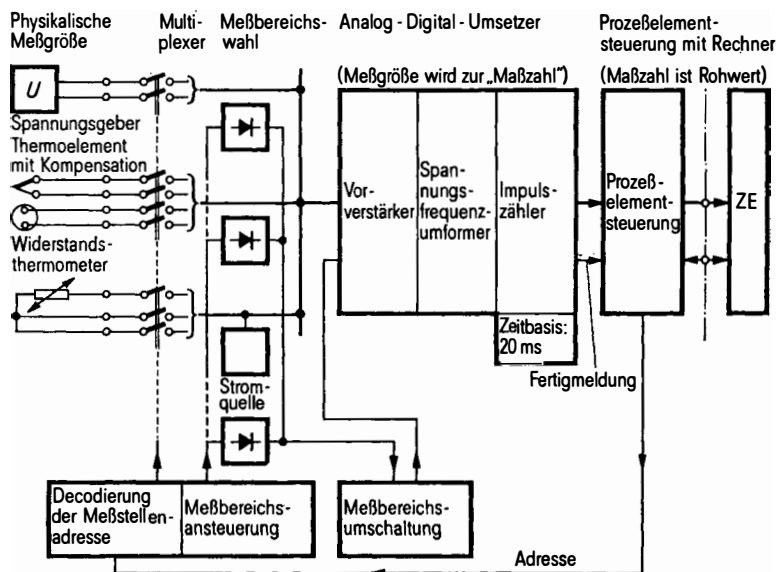


Bild 44
Blockschema der integrierenden Analogeingabe

bereich ausgelegt. Insgesamt kann unter neun unterschiedlichen Bereichen zwischen 10 mV und 20 V gewählt werden. Die Anpassung der Meßsignale an den Eingang des Analog-Digital-Umsetzers nehmen besondere Meßeingangsschaltungen und Bereichswähler vor.

Die Bauteile der integrierenden Analogeingabe lassen sich auch nach Anwahrleinrichtung und zentralem ADU in der AINZ gruppieren (Bild 44). Im Vergleich zu den Momentanwerteingaben können aber die Meßbereiche leichter angepaßt werden. Der Meßbereich wird nämlich mitprogrammiert, so daß die Zuordnung des Bereichs zu einem Print mit dessen Ansteuerung (Adressierung) gekoppelt ist. Das zeigt der EVA-Befehl, der die Meßstellenadresse enthält. Diese setzt sich zusammen aus:

Bitstelle 5/6	der Numerierung der AINZ,
Bitstelle 7/8	der Auswahl der AINE an einer AINZ,
Bitstelle 9 bis 14	der Adresse eines der 64 Eingänge von AINZ oder AINE.

Ein Decodiersignal aus den Bitstellen 9 bis 12 wählt außerdem über einen Diodenzuordner den Meßbereich an. Über Umschaltrelais wird dann der Eingangsverstärker des ADU so eingestellt, daß er jedes Meßsignal mit dem gleichen Ausgangswert weitergeben kann.

Durch eine Operationszeit von insgesamt etwa 33 ms ist die AIN wesentlich langsamer als die Momentanwerteingaben. Daraus ergibt sich, daß auch das Prinzip der Zusammenarbeit mit der Zentraleinheit geändert werden muß. Hier kann die Programmsteuerung nicht untätig sein und auf das Ende der Umschlüsselung warten. Folglich muß sie nach dem Starten der AIN ihr Programm unterbrechen und ein anderes erledigen. Dafür muß nun die AIN der ZE das Ende der Umsetzung mitteilen, damit der erfaßte Rohwert aus der Meßanordnung in den ASP übernommen werden kann. Dies geschieht durch Anzeige im PU-Register und eine BAP. Daraufhin gibt die ZE eine zweite Befehlsgruppe aus, die die Eingabe des verschlüsselten Meßwerts in die ZE startet.

Beide Befehlsgruppen unterscheiden sich nur in den Signalformerkennzeichen. Der EVA-Befehl ist beim Operationsanfang auf den Bitstellen 22 bis 24 mit 110 besetzt, während die Meßwertübernahme in diesem Befehl mit 111 markiert ist.

Die einzelnen Tätigkeiten in der AINZ stellen sich nach der Befehls-gabe so dar (siehe Bild 45):



Bild 45
Blockschaltbild der integrierenden Analogeingabe AINZ

Durch die Signalformeradresse fühlt sich die Auswahlbaugruppe der (richtigen) AINZ angesprochen und startet die Ablaufsteuerung. Diese veranlaßt das Durchschalten und Decodieren der Meßstellenadresse und damit auch die Meßbereichsanwahl.

Nach Übernahme dieser Adressen wird die Verbindung zwischen AINZ und PIKS gelöst und die ZE erhält das Freigabesignal für die Programmsteuerung.

Der Adreßdecodierer unterscheidet durch die Gruppenadresse die AINZ und AINE und schaltet die Decodiersignale der Zeilen- und Spaltenadresse auf eine Matrix mit 8×8 Knotenpunkten. Die AIN benutzt Relais zur Zuschaltung der Meßstellen, die in dieser Matrix angeschlossen sind; sie besitzen jeweils zwei oder vier Kontakte. Mit diesem Vorgang parallel läuft die Bereichsanwahl ab. Bei Widerstandsgebern wird gleichzeitig der zugehörige Stromgenerator eingeschaltet.

Das „normierte“ Signal des Vorverstärkers läuft als Strom in einen Integrierverstärker ein. Dieser hat einen hohen Eingangs- und einen sehr niedrigen Ausgangswiderstand. Durch die Wirkung des dazu parallelliegenden Integrier-Kondensators entsteht am Ausgang des Verstärkers eine nahezu linear ansteigende Spannung. Diese wird an den Amplitudenvergleich weitergegeben; bei Erreichen eines fest eingestellten Schwellwertes wird ein Kompensationsladungsgeber angesteuert, in dem sich ein Kondensator umlädt. Der dabei abfließende Strom „kompensiert“ die Ladung des Integrierkondensators, so daß die Ausgangsspannung des Integrierverstärkers zunächst plötzlich auf 0 V zurückgeht; sie steigt aber sofort wieder an, da am Eingang noch die Meßspannung ansteht.

Je höher die Spannung am Ausgang des Integrierverstärkers ist, desto öfter kommt es zum Durchschalten des Transistors im Amplitudenvergleich, zur Kondensatorumladung im Kompensationsladungsgeber und zum Spannungszusammenbruch am Verstärkerausgang. Die Frequenz der sägezahnförmigen Impulse ist also direkt von der Höhe der Analogspannung abhängig.

Die Zeitbasis öffnet für 20 ms den Sperrschwinger und läßt die Impulse über einen Übertrager „potentialfrei“ zum Impulszähler weiterlaufen. Jede Spannungsschwankung auf dem Eingang des ADU macht sich durch eine Änderung der Impulsfrequenz am Ausgang bemerkbar. Durch die Wahl einer „Integrationszeit“ von 20 ms (einer Periode im 50-Hz-Netz) heben sich alle periodischen Störungen auf, so daß ganzzahlige Vielfache der Netzfrequenz wirkungslos werden. Voraussetzung dafür ist, daß die Amplitude der Störspannung die analoge

Meßgröße höchstens um 30 % übersteigt. Alle symmetrischen Störspannungen werden um so stärker unterdrückt, je höher ihre Frequenz ist.

Durch ein Sperrsignal am Ende der Zeitbasis-Laufzeit wird das Einzählen weiterer Impulse in den Impulzzähler gestoppt. Dieser ist ein Vorwärts-Rückwärts-Zähler, der positive und negative Werte aufnehmen kann und das Vorzeichen des Meßwerts auch zur Verfügung stellt. Ein Alarmsignal an die P1KS, das von dort als BAP zum Rechner läuft, fordert die zweite Befehlsgruppe an. Auf diese hin erhält das Wortregister der P1KS auf den Bitstellen 2 bis 12 den Rohwert und auf Bitstelle 1 das Vorzeichen.

Die Operationszeit von etwa 33 ms setzt sich aus dem Zeitbedarf für das Zu- und Abschalten der Relais, die Verschlüsselung, die Alarmbearbeitung und die Befehlsgaben durch die ZE zusammen. So können pro Sekunde maximal 30 Meßstellen abgefragt werden.

Bei vier AINZ an einer Elementsteuerung P1KS läßt sich die gesamte Eingabegeschwindigkeit auf maximal 120 Meßstellen/s steigern, wenn die Fertigmeldungen synchronisiert werden. Die notwendigen Maßnahmen trifft das ORG, das die Befehlsgruppen an die AIN unmittelbar hintereinander ausgibt.

Um Meßwerte, deren Gebergeräte bis zu 10 km von einem Prozeßrechner entfernt sind, zu erfassen und zu verarbeiten, wurde die *dezentralisierte integrierende Analogeingabe DAIN* entwickelt. Für den Betrieb mit einem Rechner bedient sie die Elementsteuerung P1KS; sie ist aber auch für direkten Informationsaustausch mit dem Bedienungspersonal benutzbar; man benötigt dazu nur ein Tastenfeld und eine Ziffernanzeige.

Bild 46 zeigt den Aufbau der kompletten DAIN; sie besteht aus dem zentralen Teil DAINZ und den Außenteilen DAINA. Die DAINZ ist Bestandteil des P1K in der Rechnerzentrale, während die Außenstationen die Meßwerte als Impulsfolgen über die Fernleitung zur DAINZ geben und deshalb auf weitem Gelände verstreut aufgestellt sein können.

Die notwendigen Digitalausgaben REDA und der jeweils in jeder Station aufzubauende Meßstellenabtaster sind nicht Bestandteile der DAINA. Zweckmäßigerweise stellt man sich Systeme aus Relaismatrizen zusammen, die über maximal sechs Sammelleitungen mit der DAINA verbunden werden können. Da die DAINA den Eingangsteil des ADU darstellt, muß auch hier am Vorverstärker eine Bereichsanwahl stattfinden, wozu ein zusätzlicher Kontakt des Meßstellen-

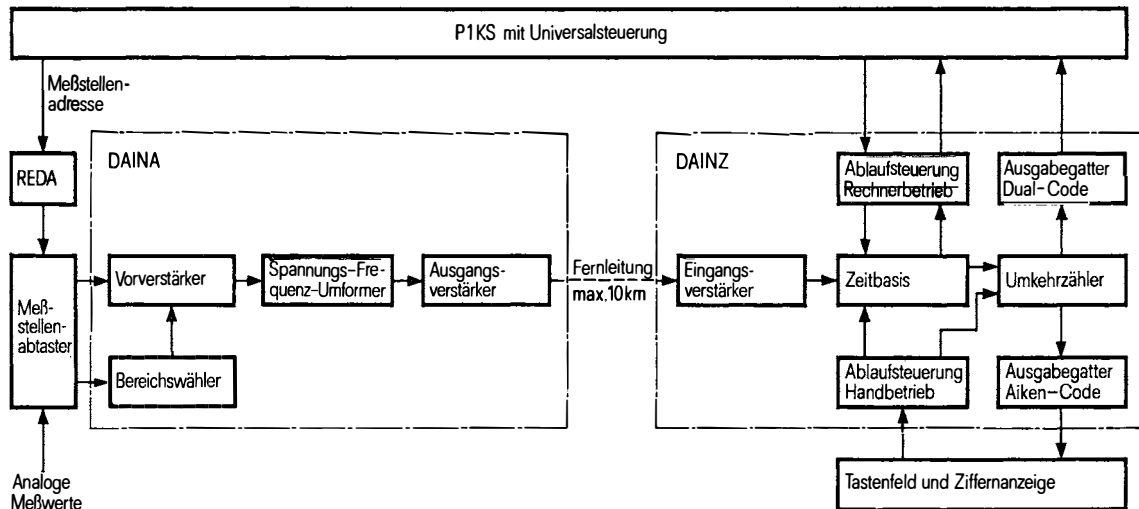


Bild 46
Blockschaltbild der dezentralisierten integrierenden Analogeingabe DAIN

relais benötigt wird. Auf den Bereichswählerbaugruppen wird mit folgenden neun Meßbereichsendwerten gerechnet: 10 mV; 20 mV; 60 mV; 0,2 V; 0,5 V; 1 V; 2 V; 5 V; 10 V. Nicht passende Geberausgänge müssen in geeigneter Weise umgerüstet werden.

Stromgeber müssen mit Bürdenwiderständen versehen werden. Für den Anschluß von Widerstandsthermometern und -ferngebern enthält die DAINA einen gemeinsamen Stromgenerator (ohne Korrektur der Pt-Widerstandsthermometer-Kennlinie).

Der Spannungs-Frequenz-Umsetzer der DAINA ist dem der AINZ vergleichbar. Allerdings kann er höchstens mit einer Frequenz von etwa 10 kHz arbeiten, weil die Impulse sicher über die Fernspreitleitungen übertragbar sein müssen. Dadurch dauert das Verschlüsseln eines Analogwertes in der DAINZ 100 ms.

Der Umkehrzähler im zentralen Teil stellt den verschlüsselten Rohwert mit 11 bit und Vorzeichen für die ZE oder im Aikencode mit 12 bit für die Ziffernanzeige zur Verfügung. Durch Ausgangs- und Eingangsverstärker an beiden Enden der Übertragungsstrecke werden die Zählimpulse auf die notwendige Pegelhöhe gebracht.

Hier gibt die Zeitbasis die bereits erwähnte Integrationszeit von 100 ms vor. Der Start des „Meßzyklus“ besteht aus der Befehls-gabe an die REDA und dem Anwerfen einer 90 ms-Zeitstufe; nach Ablauf der 90 ms haben mit Sicherheit alle angesteuerten Relais angezogen, und die Zeitbasis kann den Empfang der Impulse freigeben. So dauert die Operationszeit insgesamt etwa 200 ms.

Damit der Rechner während dieser Zeit nicht blockiert ist, löst die Elementsteuerung P1KS 8 μ s nach dem Startsignal die Verbindung zur DAINZ. Erst wenn der verschlüsselte Meßwert zur Eingabe bereitsteht, gibt die P1KS die BAP an die ZE zur Ausgabe der zweiten Befehlsgruppe. So können etwa 5 Meßwerte/s abgefragt werden. Setzt man vier DAINZ an einer P1KS ein, so ist eine Steigerung auf eine Maximalrate von 20 Meßwerten/s möglich.

Bei dem Einsatz einer dezentralisierten integrierenden Analogeingabe lassen sich selbstverständlich auch binäre Signale über die benützte Digitalausgabe REDA an die zu überwachende Anlage schicken. Mit einer ALDE können zusätzlich auch binäre Meldungen in den Rechner eingegeben werden. Bei Verwendung entsprechender Befehle wird in der DAINZ für diese Digitalein- und -ausgaben nur die 90 ms-Zeitstufe in Betrieb gesetzt. Alle diese Operationen gehören zur Erfassung von Meldungen und Meßwerten aus einem großen Gebäudekomplex,

wofür die DAINZ speziell konstruiert wurde. Für dieses Gebiet „Haustechnik“ wurden deshalb eigene Programmieranweisungen zusammengestellt.

Die DAIN gestattet — wie gesagt — auch unabhängig vom Rechner eine Meßstellenabfrage, die nach Betätigung eines Umschalters „Rechner — Hand“ wirksam wird. Der über die Tastatur angewählte Meßwert erscheint dann ohne Komma und ohne Dimensionsangabe auf einem Ziffernanzeiger und muß mit Hilfe einer Betriebsanweisung entschlüsselt werden.

5.7. Zeichenübertragungsbausteine ZÜB

Alle Geräte, die nicht unmittelbar für die Zusammenarbeit mit Prozeßrechnern des Systems 300 entworfen worden sind und ihre Informationen zeichenweise mit nicht zu hoher Geschwindigkeit mit der ZE austauschen müssen, lassen sich mit Bausteinen für Zeichenübertragung ZÜB an den Rechner ankoppeln. Damit erweitert sich das Gerätespektrum der Prozeßrechneranlagen fast uneingeschränkt, weil man so die unterschiedlichsten Apparaturen einsetzen kann. Angefangen bei wenig üblichen Standardein- und -ausgabegeräten für Lochkarten- und Lochstreifenverarbeitung, einschließlich der üblichen Blattschreiber, bis hin zu Tastaturen und eigens angefertigten Zahleneingabegeräten spannt sich der Bogen der durch die ZÜB für Rechanlagen verwendbaren Einrichtungen. Die Zeichenübertragungsbausteine sind relativ wenig aufwendig und lassen sich vielseitig kombinieren, so daß sie auch in Steuerungen anderer EXE, einzeln oder in Gruppen, eingesetzt werden. Die Zeichenübertragungsbausteine für die Zentraleinheiten 302 bis 305 erhielten die Bezeichnung ZÜB. Die geänderte Ausführung für den Betrieb mit der ZE 301 wurde dagegen ZUK 301 genannt. Analog hat die dritte Ausführung, die die Technik der ZE 301 besitzt, aber mit den ZE 302 bis 306 zusammenarbeiten kann, den Namen ZUK 300 erhalten. Zunächst soll die Arbeitsweise der ZÜB erläutert und anschließend das Schaltungsprinzip der ZUK damit verglichen werden.

Die ZÜB sind „Prozeßsignalformer“ der P1KS300, wie auch die ZUK 300. Nur die ZUK 301 werden über ihre Steuerung ZUKS301 mit dem AKZ verbunden und so unabhängig vom Prozeßelement P1K betrieben.

Die ZÜB sind „alarmbildende“ Bausteine, haben keine eigene PSF-Steuerung und müssen deshalb über die Universalsteuerung mit der P1KS verbunden werden. Mit der Peripherie tauschen sie die Infor-

mationen zeichenweise aus. Deshalb laufen zur ZE auch nur Zeichen (bzw. 6-Bit-Teilwörter) oder kommen von dort zu den ZÜB. Da die Informationsleitungen aber für den Transport von 24-Bit-Wörtern ausgelegt sind, versucht man weitere Zeichen durch Parallelbetrieb von mehreren externen Geräten in einem Wort unterzubringen. Wo dies nicht möglich ist, bleiben die restlichen Bitstellen ungenutzt.

Von den externen Geräten werden die Zeichen als serielle Bitfolge (z. B. von Blattschreibern) oder als parallele Bitkombination (z. B. von Lochkartengeräten oder Meldungsanzeigern) entgegengenommen. Demnach gibt es Bausteine für:

Zeicheneingabe parallel	ZEP,
Zeichenausgabe parallel	ZAP,
Zeicheneingabe seriell	ZES und
Zeichenausgabe seriell	ZAS.

Bei der seriellen Zeichenweiterleitung benötigt man noch die

Zeichenausgabe Erweiterung ZAE und eventuell den
Zeichenausgabe Taktverstärker ZAT.

Weiterhin können eingesetzt werden:

Kurzzeitwecker	KZW	mit der Funktion von Zeitrelais,
Digitaleingaben	DE	mit maximal 24 Eingängen (ähnlich ALDE),
Digitalausgaben	DA	mit maximal 24 Ausgängen (ähnlich REDA).

Bild 47 zeigt schematisch den Anschluß der ZÜB. Die sehr einfach gehaltenen Bausteine, die nur als Flachbaugruppen in SIMATIC®- oder Silizium-Sondertechnik ausgeführt sind, stellen an den Aufbau und Betrieb der damit ausgerüsteten Einheiten überdurchschnittliche Anforderungen. Das über ZÜB mit dem P1K verbundene Gerät muß selbst Anforderungs-, Quittungs- und Fehlermeldesignale ausgeben können, da ein ZÜB nur den Informationstransport abwickelt; deshalb benötigen zahlreiche Geräte, die von Haus aus nicht für diesen Meldungsverkehr ausgelegt sind, geeignete *Betriebslektroniken* BE. Außerdem ist ein höherer Programmieraufwand notwendig, um all das, was diese einfache Hardware nicht erledigt, abzuwickeln.

So muß jede Ein- oder Ausgabeoperation, die ein ZÜB ausführen soll, durch mehrere Anweisungen von der ZE und durch entsprechende Quittungsalarme zur ZE hin begleitet sein. Jede notwendige Zeichen-

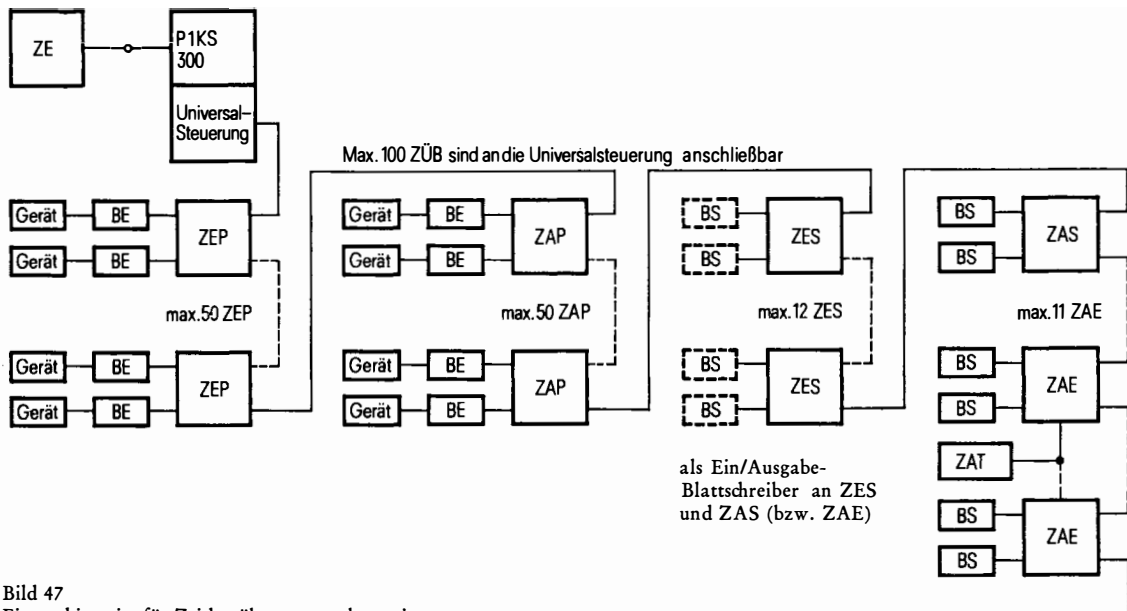


Bild 47
Einsatzhinweise für Zeichenübertragungsbausteine

umcodierung muß ein Programm durchführen, und weil der Programmierer davon möglichst unbehelligt bleiben soll, hat das Organisationsprogramm für die ZÜB sehr viel Arbeit zu leisten. So gibt die Auslastung des Rechners durch die Programme an, mit welcher Geschwindigkeit die ZÜB ihren Datenverkehr abwickeln können. Ein Durchschnittswert für die Datenrate bei Parallelbetrieb ist 20 Zeichen/s. Geräte mit höherer Eigengeschwindigkeit, wie Lochkarten- und Lochstreifengeräte, können mit bis zu 100 Zeichen/s versorgt werden, wenn es die im Augenblick herrschende Softwarebelastung des Rechners zuläßt. Hier kann man mit der richtigen Verteilung der Programmprioritäten versuchen, allen Anforderungen des Betriebs gerecht zu werden.

Der Baustein für *parallele Zeichenausgabe* ZAP besteht aus einem Alarmbaustein, einer sogenannten Grundsteuerung (Ablaufsteuerung) und einem Ausgaberegister. Der Alarmbaustein ist eine Flachbaugruppe Zeichenalarm (ZAL), die alle Aktionen vom ZÜB her mit einem Alarm ankündigen muß. Die Grundsteuerung besteht aus zwei Kombinationen von Zeitstufen und Flipflops, die die wenigen Tätigkeiten, die der Baustein selbst ausführen kann, steuern. Das Ausgaberegister setzt sich aus drei „elektronischen Digitalausgaben“ zusammen. So enthält der Baustein ZAP die Bauelemente für die Zeichenausgabe an zwei externe Geräte, mit denen er über je einen „Kanal“ verkehren kann. Diese Konstruktion ergab sich durch die Verwendung normal bestückter Signalformer-Prints. Auf Bild 48 sind zur Vereinfachung der Erklärung die Bauteile für die Versorgung von nur einem Gerät aufgeführt.

Für die Ausgabe eines Zeichens über eine ZAP muß im Rechner ein 24-stelliges Wort vorbereitet werden. Wenn möglich, wird man zur Rationalisierung des Datenverkehrs mehr als ein Teilwort ausnützen, doch sei nur ein Zeichen im Wort betrachtet.

Dieses vorbereitete Wort wird wie üblich durch einen Externaufruf an das Organisationsprogramm zur Ausgabe bestimmt. Dabei ist zu unterscheiden, welches externe Gerät angesprochen werden soll. Ist es ein Blattschreiber, muß so umcodiert werden, daß das auszugebende Zeichen im CCITT-Code beim Empfänger ankommt; ist dieser ein Lochstreifengerät, gilt dasselbe. Soll jedoch ein Register aus Flipflops Zeichen entgegennehmen, die bestimmte Bitmuster zur Bedienung von Prozeßapparaturen enthalten, so ist keine Umcodierung nötig.

Das ORG erfährt mit der Arbeitsaufforderung, wo das externe Gerät angeschlossen ist. Dieses ist mit anderen zu einer Gruppe von ähnlichen Geräten zusammengefaßt, die organisatorisch gemeinsam betreut werden. Die erste Gruppe kann aus maximal zehn Geräten an Zeichen-

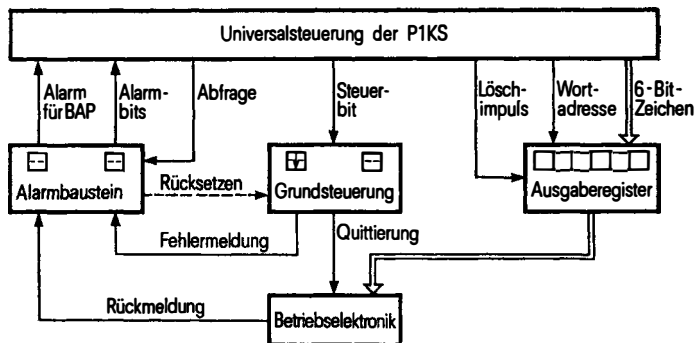


Bild 48
Blockschaltbild des Bausteins ZAP

übertragungsbausteinen ZAP, ZEP und/oder ZES bestehen, alle weiteren Gruppen aus maximal zwölf. Jedem dieser Geräte sind im *Steuerwort* zwei besondere Bitstellen zugeordnet. Diese Bits sind, wie die Signale BBE für die Befehlsübergabe an Externe Elemente, für die richtige Weiterschaltung der übergebenen Information zuständig und damit als „Weichensteller“ tätig.

Mit Bild 49 wird versucht, den Vorgang der Zeichenausgabe über die ZAP darzustellen; da er in mehreren Schritten abläuft, ist seine Erläuterung mit einer Zeichnung allein nicht ausreichend.

Für das Organisationsprogramm verkörpern die ZÜB Digitalein- und -ausgaben, die an die Universalsteuerung angeschlossen sind. So richtet sich die erste Befehlsgruppe an das Prozeßelement P1K mit den Signalformerkennzeichen 010. Mit dem EVA-Befehl gelangt das Zeichen für die ZAP in das Wortregister der P1KS. Im EVb-Befehl steht die Adresse des „Ausgabewortes“, also der zwei ZAP-Bausteine, die mit den vier anschließbaren Geräten vier Teilwörter entgegennehmen könnten. Da dieses Wort den vier Kanälen fest zugeordnet ist, müssen alle 24 Bitstellen transferiert werden, auch wenn im Augenblick nur 18 oder 6 sinnvoll anzuwenden sind. Mit der Decodierung der Wortadresse werden die Ausgaberegister der beiden ZAP gelöscht, bevor das neue Ausgabewort eingetragen wird. Die Register sind also fest als 24-Bit-Flipflopregister zusammengeschaltet; die Befehlsgruppe veranlaßt nur das Laden, worauf die Bausteine nicht unmittelbar reagieren.

Nach der Quittierung des Befehlsempfangs durch die Elementsteuerung

P1KS setzt die ZE das Programm (ORG) fort und gibt eine zweite Befehlsgruppe aus, die als Wortinformation das Steuerwort zum Inhalt hat. Dieses zeigt, wenn z. B. nur der erste Kanal des ersten Bausteins ZAP das gespeicherte Zeichen weitergeben soll, ein 1-Signal auf Bitstelle 3; alle anderen Stellen sind mit 0 besetzt. Die Bits dieses Steuerwortes sind an die Grundsteuerungen der Bausteine adressiert; so veranlaßt dieses Bit über „seine“ Grundsteuerung die Weiterleitung des gespeicherten Teilworts durch die Eingangsschaltung der Betriebselektronik am Kanal 1.

Kann diese Betriebselektronik 1 das Zeichen entgegennehmen, gibt sie ein Quittungssignal an einen Ringkern des Alarmbausteins ZAP. Dieses Setzen des Kerns stößt die zweite Stelle des Alarmgruppenregisters (reserviert für ZÜB) in der U-Steuerung an, wodurch eine BAP an die ZE angeregt wird. Außerdem wird gleichzeitig das Flipflop der Grundsteuerung zurückgestellt.

Durch die normale Alarmbearbeitung holt die Zentraleinheit den Inhalt des AGR, erkennt dadurch die ZÜB als Alarmabsender und nimmt das zutreffende (hier das erste) *Alarmwort* vom P1K ab. Im Alarmwort sind die Signale der Alarmbausteine in den ZÜB zusammengefaßt, und zwar im gleichen Schema, in dem das Steuerwort aufgebaut ist.

Aus dieser Alarmauswertung erfährt das ORG, daß der Alarm nur die Operationsendemeldungen war und veranlaßt gegebenenfalls die Programmfortsetzung.

Kommt von der Betriebselektronik BE1 kein Quittungssignal, dann wird das Flipflop in der Grundsteuerung nicht zurückgesetzt. Dafür läuft dort ein Zeitglied nach etwa 2,8 s ab, das eine Fehlermeldung an den zweiten Ringkern des Kanals im Alarmbaustein absetzt. Dieser stößt daraufhin über das Alarmgruppenregister auch eine Alarmbearbeitung an, die als letzte Information das Alarmwort von den ZÜB abholt. Aus diesem Wort wird das fehlerhafte Gerät ermittelt.

Um den meldenden Baustein wieder betriebsbereit zu machen, richtet das ORG eine Ausgabebefehlsgruppe an das P1K, die als Wortinformation das Steuerwort mit dem mit 1 besetzten Rücksetzbit für die betreffende Grundsteuerung transferiert. Solange dieses Rücksetzen nicht erfolgt, ist die Ausgabe von Daten über diesen Kanal des ZAP-Bausteins gesperrt.

Bei der Besprechung der P1K-Adressierung wurde erwähnt, daß die Wortadressen für Signalformer an der Universalsteuerung nicht frei verfügbar sind.

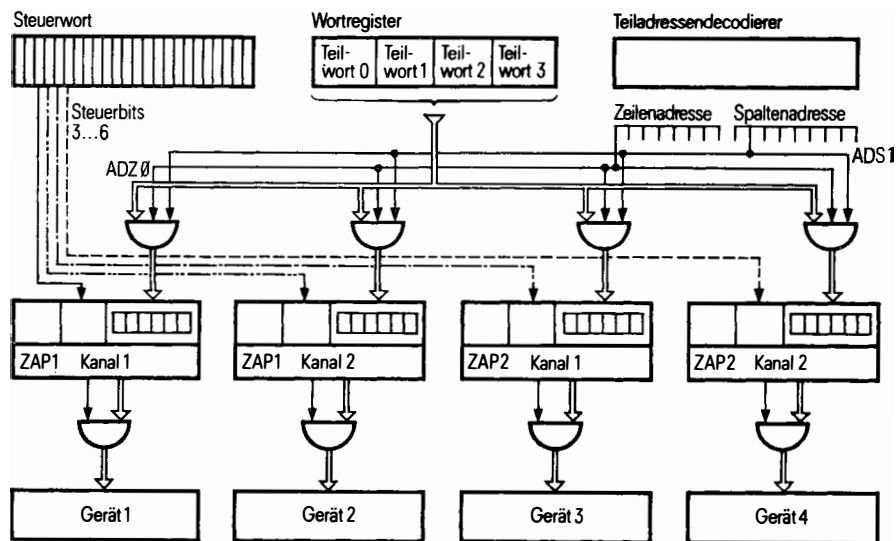


Bild 49
 Blockscheema der Zeichenausgabe über ZAP-Bausteine

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24													
Steuerwort	Start für maximal 5 ZÜB Rücksetzen für maximal 5 ZÜB																																				
Quittierung Zeitimpulsgeber	Start ZAS																																				
	Kanal 1	Baustein 1	Kanal 2	Baustein 1	Kanal 1	Baustein 2	Kanal 2	Baustein 2	Kanal 1	Baustein 3	3	4	4	5	5	unbenutzt				Rücksetzen ZAS				Kanal 1	Baustein 1	Kanal 2	Baustein 1	Kanal 1	Baustein 2	Kanal 2	Baustein 2	3	3	4	4	5	5

Bild 50
Belegung des ersten Steuer- und Alarmwortes

- die Adresse 0 hat das Alarmgruppenregister des P1K300;
- die Adresse 1 erhält das Steuerwort für den ZAS-Baustein und fünf andere ZÜB;
- die Adresse 2 gehört dann zu dem Alarmwort, das mit dem Steuerwort der Adresse 1 korrespondiert;
- die Adresse 3 kann das Steuerwort für sechs weitere ZÜB sein, zu dem mit Adresse 4 ein weiteres Alarmwort kommt; sie kann aber auch zu dem Wort gehören, in dem für mehrere Blattschreiber die KLAR-Meldungen zusammengefaßt sind, auf die dann eventuell mit Adresse 4 ein Steuerwort für die Farbumschaltung folgt.

Wichtig ist für die Steuerwörter, daß die ZÜB, die über den gleichen Aufruf an das ORG angesprochen werden, immer in aufeinanderfolgenden Bitstellen markiert werden (auch über die Steuerwortgrenzen hinaus).

Der Baustein für *parallele Zeicheneingabe ZEP* unterscheidet sich von den ZAP-Bausteinen dadurch, daß statt der Ausgabestufen hier drei Flachbaugruppen „statische Digitaleingabe“ verwendet werden. Das bedeutet, daß die beiden eingebenden Geräte bzw. ihre BE, die die 2×6 Eingabestufen belegen, „Dauerkontaktgeber“ bzw. Speicherregister haben müssen.

Die Zentraleinheit veranlaßt den Eintransfer eines Zeichens durch die Ausgabe einer Befehlsgruppe für ein Steuerwort. In diesem ist das Bit für den Anstoß der Grundsteuerung eines ZEP-Baustein-Kanals gesetzt. Gleichzeitig wird auch die Überwachungszeitstufe angeworfen, die nach etwa 2 ms der Betriebselektronik meldet, daß die ZEP zur Zeichenübernahme bereitsteht. Hat die BE ein Zeichen gespeichert, so wird dieses über den freigegebenen Kanal auf das „Eingaberegister“ der ZEP geschaltet; wenn dies nicht der Fall ist, fordert die BE ihr Gerät zur Bereitstellung einer Information auf.

Das Durchschalten des Zeichens wird von einem „Rückmeldesignal“ begleitet, das von der BE zum Alarmbaustein läuft. Dieser löst nach etwa 1 ms über das AGR eine BAP aus und setzt gleichzeitig das Flip-flop in der Grundsteuerung zurück. Bis zum Eintreffen der Befehls-

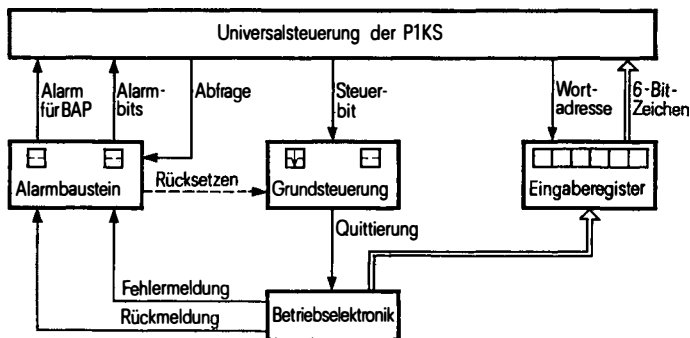


Bild 51
Blockschaltbild des Bausteins ZEP

gruppe für das Einschreiben der Wortinformation in den Arbeitsspeicher nimmt dieser Kanal der ZEP keine weiteren Eingabeaufforderungen mehr an. Die ZE untersucht auf den Alarm hin das AGR und aufgrund des Untersuchungsergebnisses das Alarmwort, in dem die ZEP markiert ist. Als Auswertung der Alarmbearbeitung folgt dann die Befehlsgruppe der ZE für die Eingabe der Wortinformation. Ihr EVa-Befehl veranlaßt die P1KS, das Zeichen über die statischen Eingabestufen der ZEP abzurufen und in ihr Wortregister hereinzunehmen, von wo es auf den EBB-Befehl hin in die ZE geschickt wird.

Sollen weitere Zeichen über diesen Kanal der ZEP in den ASP eingeschrieben werden, so gibt das ORG — entsprechend der Anforderung des Programmierers mit seinem Aufruf — nach Ankunft des ersten Zeichens (oder des zuletzt eingelesenen Zeichens) sofort die nächste Befehlsgruppe mit dem Steuerwort. Diese „beantwortet“ die BE mit einem Alarm, wenn ihr Gerät wieder ein Zeichen vorbereitet hat. Das Wechselspiel zwischen ZE und BE wird also durch die Anforderung der ZE zur Zeichenbereitstellung, den Alarm der BE als Fertigmeldung, die Abholung durch die ZE und die sofortige Wiederholung der Anforderung zum Weitermachen vorangetrieben. Hieran ist sehr deutlich die Art des befehlsgesteuerten Betriebs zwischen ZE und sehr einfach aufgebauten externen Elementen erkennbar. Das EXE muß zu jeder Einzeltätigkeit eigens aufgefordert werden; Funktionsunfähigkeit wegen eines Fehlers kann nur im Zusammenhang mit diesem Aufruf festgestellt werden (durch die Meldung der abgelaufenen Zeitüberwachung). Will man vom Prozeß her Eingaben über die ZEP anmelden, so muß jedesmal ein Alarm über die ALDE gegeben werden, der die ZE zum Start des Eingabeprogramms veranlaßt.

Der Baustein für *serielle Zeicheneingabe* ZES hat in Aufbau und Arbeitsweise viel Ähnlichkeit mit dem ZEP-Baustein. Zusätzlich besitzt die serielle Zeicheneingabe einen Serien-Parallel-Umsetzer (SPU) für die Umwandlung der Bitfolge eines Blattschreiberzeichens in die Parallelsignale für die ZE; dazu gehört ein Taktgenerator als „Antrieb“ für das Schieberegister. Außerdem benötigt die ZES noch das Empfangsrelais, das bei allen BS-Eingabesteuerungen zur Umsetzung der vom Sendekontakt getasteten Zeichen in elektronische Signale erforderlich ist.

Bild 52 zeigt, daß für Blattschreiber keine eigene Betriebselektronik vorgesehen werden muß. Ein BS belegt auch nur einen Kanal der ZES. Jeder Eintransfer von Zeichen wird von der Zentraleinheit durch die Ausgabe einer Befehlsgruppe eingeleitet, die ein Steuerwort zur P1KS bringt und damit die Zeicheneingabe ZES anstößt. Dieser Vorgang ent-

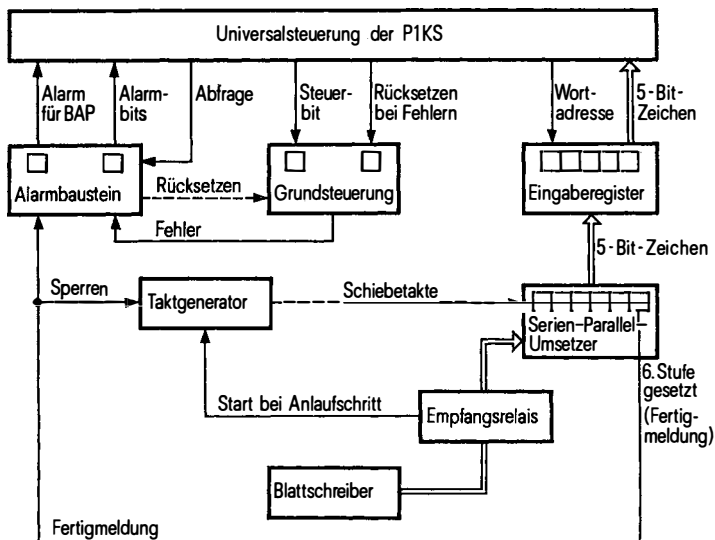


Bild 52
Blockschaltbild des Bausteins ZES

spricht der Freigabe des „Fernschreibkanals“ (z. B. beim Fernschreibelement FSK) und veranlaßt den Blattschreiber, ein Zeichen zu senden. Drückt der Operator auf eine Taste, bewirkt der Anlaufschritt des Zeichens, daß das Empfangsrelais abfällt und der Taktgenerator der ZES mit der doppelten Frequenz der Impulsfolge des Fernschreibzeichens zu schwingen beginnt. Der erste Schritt löscht das Schieberegister (den SPU); jeder weitere ungerade Takt fällt zeitlich genau in die Mitte eines Informationsschrittes und dient dazu, das gerade anstehende Signal ins Register zu übernehmen und die schon eingetragenen um eine Stufe weiter durchzuschieben. Beim elften Takt gelangt der fünfte Informationsschritt in die erste Stufe und der Anlaufschritt in die sechste. Dadurch wird der Taktgenerator gesperrt und ein Alarm ausgelöst. Der Alarmbaustein stellt das Flipflop der Grundsteuerung zurück und verhindert damit ein nochmaliges Ansprechen des ZES bei einer eventuell eintreffenden Eingabebefehlsgruppe.

Die Alarmbearbeitung führt zur Ausgabe der Befehlsgruppe, die die Wortinformation in die ZE holt. Dies geschieht hier mit statischen Digitaleingaben, die den Inhalt des Schieberregisters weitergeben. Anschließend setzt die ZE den Einschreibvorgang in den ASP mit der nächsten Befehlsgruppe mit Steuerwort fort.

Aus diesen Erläuterungen wird deutlich, warum ein Blattschreiber an einer P1K-ZÜB-Steuerung keine Anruftaste benötigt. Der Operator kann nicht, wie bei anderen Blattschreibersteuerungen, den Alarm geben, auf den hin das Einschreibprogramm gestartet wird. Hier muß der Programmierer (oder das ORG) dafür gesorgt haben, daß die Eingabe vorbereitet ist, d. h. daß die Grundsteuerung der ZES auf Eingabe wartet, damit der BS mit dem Anlaufschritt des ersten Zeichens den Vorgang einleiten kann. Die Grundsteuerung wird durch die Ausgabe eines Steuerworts in diese Wartestellung gebracht.

Der Baustein für *serielle Zeichenausgabe ZAS* fällt unter den bisher besprochenen Bausteinen aus dem Rahmen, weil er zusätzliche Aufgaben für den Fernschreibbetrieb erfüllen muß. Dies drückt sich durch die Schalteinheit „Fernschreibüberwachung“ aus. Der Baustein ZAS läßt zwar den Anschluß von zwei Ausgabeblattschreibern zu, hat also wie die anderen ZÜB auch zwei Kanäle nach außen; doch wird seine Grundsteuerung, der Alarmbaustein und der Taktgeber für alle weiteren Ausgabe-Bausteine mit ausgenutzt. Einzig beim Einbau von mehr als 12 Blattschreiberanschlüssen ist noch ein *Taktgeberverstärker ZAT* notwendig. Die *Erweiterungsbausteine* der ZAS, ZAE genannt, lassen auch den Anschluß von zwei Blattschreibern zu und besitzen als Aufbauteile nur die Ausgaberegister, Parallel-Serien-Umsetzer und Fernschreibüberwachungen.

Zur Ausgabe eines Fernschreibzeichens genügen 5 bit. Deshalb benützt man das sechste Bit zur Kennzeichnung des Blattschreibers, der etwas ausgeben soll. Der ZAS-Baustein ist durch den beschriebenen Aufbau für den Betrieb aller Ausgabeblattschreiber verantwortlich und wird deshalb nur mit einem Steuerbit für alle Ausgaben in Aktion versetzt. Die Bits an der sechsten Zeichenstelle übernehmen die Einzelveranlassungen. Hierzu gehört auch das Sperren oder Unterbrechen einer Eingabe für einen Ein-/Ausgabe-BS, wenn die Zentraleinheit eine Ausgabe vornehmen will. Dies geht über ein Relais mit einem Umschaltkontakt, dessen Ruhelage die Eingabe zuläßt. Sofort nach der Veranlassung einer Ausgabe wird dieser Relaiskontakt in die Arbeitslage umgelegt.

Der Betrieb mit einem Ausgabeblattschreiber (Bild 53) beginnt durch die Aufforderung der ZE an die ZAS, den BS betriebsbereit zu machen.

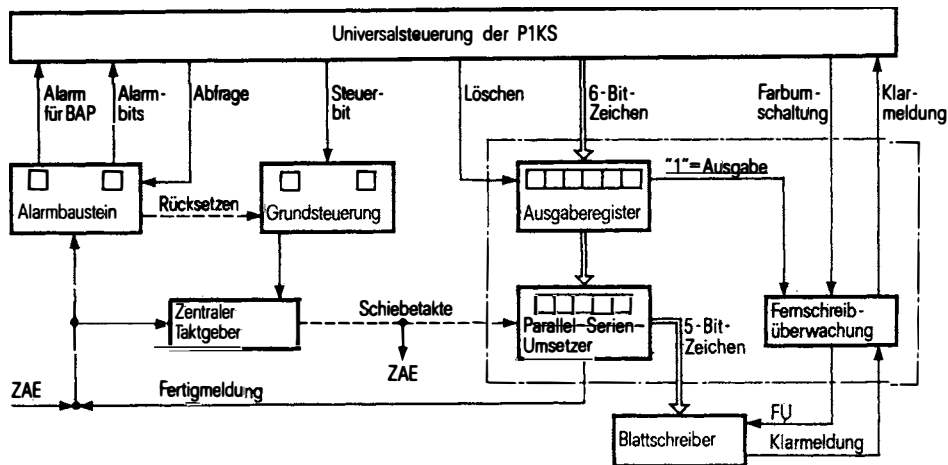


Bild 53
Blockschaltbild des Bausteins ZAS

Hierzu gibt sie eine Befehlsgruppe mit einem BU-Zeichen aus, dessen 5-Bit-Kombination mit 1 auf der sechsten Stelle ergänzt ist. Dieses Zeichen gelangt ins Ausgabenregister und das sechste Bit stößt zwei Zeitkipper an, einen mit 13 ms und einen mit 600 ms Laufzeit. Der erste unterbricht den Linienstromkreis des Blattschreibers wie ein Zeichen-Anlaufschritt und schaltet den BS-Motor ein. Die zweite Zeitstufe verhindert ein Starten des zentralen Taktgebers, damit der hochlaufende Motor keine unerwünschte Tätigkeit im BS ausübt. Dadurch sind auch alle übrigen Blattschreiber an ZAE-Bausteinen für 600 ms arbeitsunfähig. Durch das ausgegebene BU-Zeichen wird dann im angesteuerten Blattschreiber die Buchstabenseite eingestellt.

Kurz nach der ersten Befehlsgruppe gibt das ORG eine zweite mit dem Steuerwort aus, in dem die Bitstelle 2e gesetzt ist. Mit dieser wird das Flipflop der Grundsteuerung in eine definierte Ausgangslage gebracht.

Der hochlaufende Motor bringt mit seinem Fliehkraftschalter die KLAR-Meldung zur Fernschreibüberwachung. Diese Meldung bildet mit denen von 23 anderen BS zusammen ein Wort mit einer eigenen Adresse an der Universalsteuerung. Dann gibt das ORG mit einer Befehlsgruppe das erste Textzeichen aus, bei dem Bit 6 auch mit 1 besetzt ist. Das Bit 6 übt die beschriebene Funktion aus, nur mit dem Unterschied, daß die Verzögerung von 600 ms unwirksam gemacht ist. Das nachfolgende Steuerwort der ZE wirft mit Bitstelle 2 über die Grundsteuerung den Taktgeber an, der den Anlaufschritt und die Zeichenschritte zur Ausgabe bringt. Der Sperrschritt wird mit dem Senderelais erzeugt. Nach dem fünften Zeichenschritt wird über den Alarmbaustein eine BAP zur ZE hin abgeschickt und die Grundsteuerung zurückgesetzt. So weiß das ORG, wann es das nächste Zeichen senden soll. Bei jeder Rückmeldung mit einer BAP fragt es die KLAR-Meldung der Fernschreibüberwachung ab, um festzustellen, ob der BS noch funktionsfähig ist.

Durch das immer wiederkehrende, gesetzte sechste Bit bleibt das Ein-Ausgabereais dauernd auf der Ausgabeseite stehen. Dies ändert sich erst, wenn nach der Textausgabe vom ORG nochmals eine Wortinformation an diesen ZAS-Kanal geschickt wird, die auf Bit 6 (und auf den übrigen Stellen) mit 0 besetzt ist. Durch das Rücksetzen des entsprechenden Flipflop im Ausgaberegister fällt das Relais ab und schaltet damit den Eingabebeweg durch.

Ein-Ausgabeb Blattschreiber benützen eine Farbumschaltung, um im Schriftbild die Ein- und Ausgaben unterscheidbar zu machen. Normalerweise zeigt die Eingabe schwarze, die Ausgabe rote Schrift. Diese Umschaltung muß vom Rechner her veranlaßt werden, wozu eine

Wortinformation mit einer eigenen Adresse ausgegeben wird. In den Fernschreibüberwachungen aller Kanäle von ZAS und ZAE ist je ein Flipflop eingebaut, das das Umschaltkommando an den Blattschreiber weitergibt.

Der Anwender kann auch dafür sorgen, daß die Befehle an Ausgabeblasschreiber mehrfach ausgenützt werden; dazu ordnet er mehrere BS an nebeneinanderliegenden ZAS- und ZAE-Bausteine an, so daß fortlaufende „Kanaladressen“ belegt werden. Wenn diese BS gleichzeitig etwas auszugeben haben, so legt das ORG die Zeichen für je vier Ausgabewege in ein Informationswort; sie werden dann mit einer Befehlsgabe zu den betreffenden Blattschreibern gebracht und ausgedruckt. Da das ORG das Ausgabewort ordnungsgemäß mit vier Zeichen besetzen muß, ist es gleichgültig, ob die BS denselben Text oder vier unterschiedliche Protokolle zu Papier bringen sollen; sie arbeiten jedenfalls streng synchron zusammen.

Der Baustein *Kurzzeitwecker KZW* dient dazu, den Ablauf einer an seinen Bauelementen eingestellten Zeit an den Rechner zu melden und dadurch zeitabhängige Vorgänge zu starten, mindestens aber Marken dafür zu setzen. Es können Zeiten zwischen 16 und 1450 ms gewählt werden. Hierzu besitzt der KZW vier Kombinationen von monostabilen Kippstufen, die unterschiedlich lange Zeit ablaufen können. Die Signale werden den vier Alarmstufen einer dynamischen Digital-eingabe zugeführt, die sich über Bit 5 des Alarmgruppenregisters beim ORG meldet.

Die KZW bilden eine Gruppe von Signalformern, deren Steuerbits und Informationsbits zu Wörtern mit eigenen Adressen an der Universalsteuerung zusammengefaßt werden. Jede Zeitstufe wird durch ein Programm gestartet, das ein Steuerwort ausgibt. Das gesetzte Bit in so einem Steuerwort bedeutet das Anstoßen der zugeordneten Zeitstufe. Mehrfaches Ansteuern läßt den Ablauf von neuem beginnen und verhindert so eine Meldungsgabe. Die Alarmbearbeitung nach einem vollständigen Ablauf führt zur Abholung des Alarmbits in einem Wort der ZÜB.

Die Bausteine *Digitaleingabe DE* und *Digitalausgabe DA* sind die „Kleinausführung“ der Signalformer ALDE und REDA; sie können dann wirtschaftlich eingesetzt werden, wenn nicht mehr als 24 Ein- bzw. Ausgänge notwendig sind. Sie belegen nur sieben bzw. neun Einbauplätze im Signalformerrahmen und können mit den erwähnten Flachbaugruppen besetzt werden. Die Digitaleingabe DE nimmt somit statische, dynamische und auch alarmbildende Digitaleingabeprents auf, während die Digitalausgabe DA ebenso vielseitig mit Relaisausgabe-

prints für Dauer- und Impulssignale bestückt werden kann. Selbstverständlich ist ihr Anschluß nur an der Universalsteuerung vorgesehen. Die *Zeichenübertragungsbausteine ZUK 300* und *ZUK 301* sind Signalformer, die zunächst für die ZE 301 entworfen, nach ihrer Erprobung aber auch auf eine Zusammenarbeit mit den übrigen Zentraleinheiten, bevorzugt die ZE 306, vorbereitet wurden. Der wesentliche Unterschied gegenüber den ZÜB 300 besteht darin, daß sie eine eigene Prozeßsignalformersteuerung ZUKS erhalten, die sie von der Universalsteuerung in der P1KS unabhängig macht. Wie erwähnt, muß die ZUKS 300 noch an die Elementsteuerung P1KS300 angeschlossen werden, wogegen die ZUKS 301 „parallel zum P1K“ mit einem eigenen Kanal des Akkunahststellenzusatzes AKZ arbeitet.

Die Steuerung kann maximal 24 Zeichenübertragungsbausteine (ZÜ) betreiben. Dabei werden nach Art der angeschalteten Geräte serielle Zeichen (nach dem CCITT-Code Nr. 2) oder bitparallele mit maximal 8 bit ein- oder ausgegeben. Für den seriellen Informationsaustausch befindet sich der Umsetzer im ZÜ, so daß der Datenverkehr zwischen ZUK und ZUKS zeichenweise bitparallel und zwischen ZUKS und P1KS (bzw. AKZ) wortweise bitparallel abläuft.

Die Befehlsgruppen für den Informationsaustausch mit den ZUK 300 sind übliche P1K-Befehlsgruppen, in denen im EA-Befehl, Bit 22, die Verkehrsrichtung und im EV-Befehl mit der P1K-Adresse die Angaben über den Teilkanal und die beteiligten Register enthalten sind.

EA	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
					Teilkanal - Nr.						Register - Nr.								1 1 0 0 0 0								
	P1K-Adresse																								Signalformer- kennzeichen		

Für die Auswahl eines Teilkanals (aus 24 Möglichkeiten) werden die Bitstellen 6 bis 10 herangezogen. Bitstelle 5 wird mit 0 besetzt. Die Bitstellen 11 bis 14 enthalten den Hinweis, was durch den Befehl bewirkt werden soll. So kann z. B. der Inhalt des Anzeigenregisters oder des Informationsregisters abgeholt, eine Farbumschaltung im Blattschreiber oder die Sperrung einer Eingabe veranlaßt werden usw. Mit den vier Bits wird also praktisch eine Weiche zu einem von 16 möglichen, aber nur von 7 in den ZÜ unterschiedlich vorhandenen „Registern“ gestellt, die auf ein Startsignal hin eine bestimmte Aktion veranlassen. Die Signalformerkennzeichen, Bit 22 bis 24, bestehen aus der bisher noch nicht besetzten Adresse 000 für die Steuerung ZUKS 300. Im Gegensatz zu den ZÜB hat hier jeder ZÜ nur einen „Kanal“; er

kann also nur ein Gerät bedienen. Dafür wurden die Funktionen ZAS und ZES in einem Baustein ZKS zusammengefaßt, mit dem Ein-Ausgabeblattschreiber vollständig betrieben werden können.

Die Alarmbearbeitung läuft in der ZUKS über das Teilkanal-Unterbrechungsregister (TU-Register), das für jeden anschließbaren ZÜ eine Bitstelle besitzt. Bei Eintreffen eines ZÜ-Alarms gibt das TU-Register einen Sammelalarm auf die Bitstelle 24 des Alarmgruppenregisters in der U-Steuerung der P1KS. Von dort wird die Alarmbearbeitung in der ZE angeregt. Das Einschreiben des TU-Registerinhalts, der mit der Teilkanaladresse 0 abgeholt wird, ermöglicht dem ORG die Identifizierung der Meldungsquelle. Das TU-Register ersetzt also die Alarmbausteine in den ZÜB 300 und wird von jedem Baustein her direkt gesetzt.

Als Beispiel für die Arbeitsweise der ZUK wird mit Bild 54 eine bitparallele Zeicheneingabe beschrieben. Eine vom Rechner (einem Gerät oder dem Betriebsmann) befohlene Eingabe beginnt mit einer P1K-Befehlsgruppe, die im EVA-Befehl die Adresse des anzusprechenden Bausteins ZEP, die Registerkennzeichnung des „Befehlsregisters“ und die Signalformerkennzeichen der ZUKS 300 enthält. Die Steuerung decodiert die Bausteinadresse und gibt auf der zu der ZEP hinlaufenden Startleitung das Signal, das den Befehlsdecoder in der ZEP veranlaßt, die Bitstellen 11 bis 14 des EVA-Befehls und das Richtungskennzeichen zu übernehmen. Die Entschlüsselung dieses Befehls setzt im Befehlsregister ein Flipflop und eine Zeitstufe für 2,5 ms. Die P1KS braucht die Befehlsausführung nicht abzuwarten und quittiert der ZE sofort den Befehlsempfang, damit die Programmsteuerung weitermachen kann. Ist die Verzögerungszeit abgelaufen, fordert das Befehlsregister das externe Gerät auf, ein Zeichen bereitzustellen. Wenn dies geschehen ist, meldet die Geräteelektronik den Vollzug und schreibt das Zeichen in das Informationsregister der ZEP. Die Rückmeldung der ZEP wird zu einer BAP mit der Anzeige „Befehlsende“. Darauf folgt die Alarmbearbeitung und Feststellung des Befehlsvollzugs, woraufhin die ZE eine Befehlsgruppe zum Eintransfer des Zeichens in den Arbeitsspeicher ausgibt. Diese Befehlsgruppe wird auf demselben Weg entschlüsselt wie die erste und führt dazu, daß die Registeradresse im EVA-Befehl nun das Informationsregister zum Weiterleiten seines Inhalts in das Wortregister der P1KS auffordert. In diesem Register werden die Bitstellen 5 bis 12 von dem 8-Bit-Zeichen belegt. Der nachfolgende EVb-Befehl sorgt dann für das Einschreiben der Information in den ASP.

Dieser Vorgang kann auch mit Hilfe einer Anruftaste aus dem Prozeß

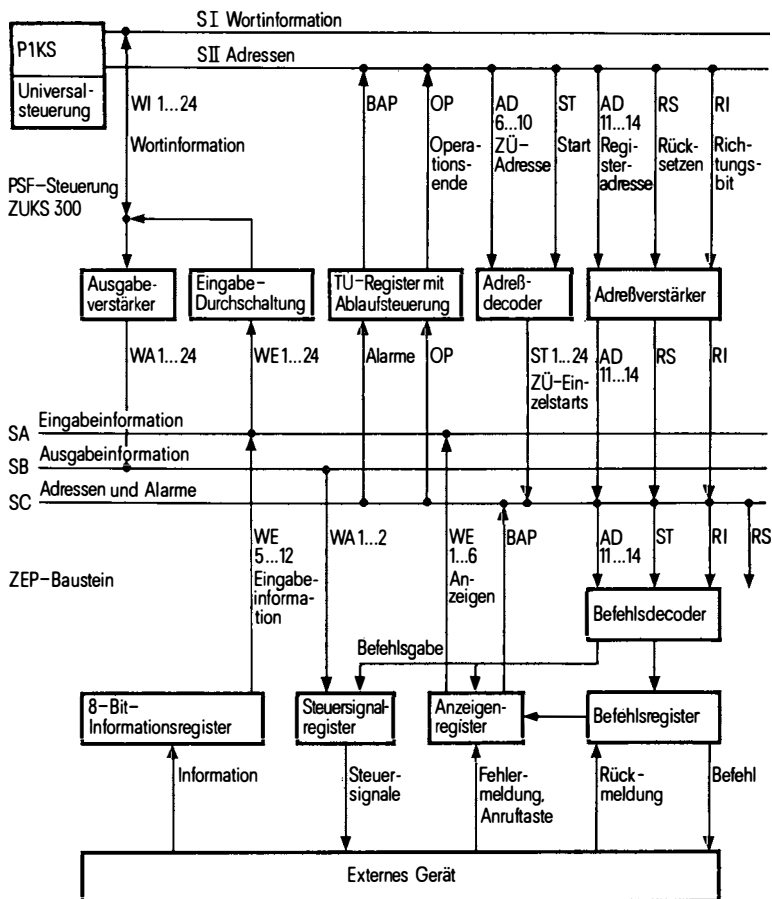


Bild 54
Blockschaltbild eines Bausteins ZEP an der Steuerung ZUKS

eingeleitet werden. Der Anruf setzt ein Bit im Anzeigenregister und verursacht eine BAP, so daß die nachfolgende Alarmbearbeitung die Anforderung einer Eingabebefehlsgruppe feststellt.

Das Anzeigenregister hält auch Fehlermeldungen fest, die den Betrieb mit dem angeschlossenen Gerät betreffen. Auf eine BAP hin fragt das ORG immer zunächst das Anzeigenregister ab, bevor es weitere programmierte Schritte unternimmt, so daß falsche oder unnötige Operationen unterbleiben.

Es ist auch möglich, über die ZÜ Steuersignale oder ähnliches an die externe Elektronik zu senden. Hierzu dient ein Steuersignalregister als Auffangstelle, das von der ZE her adressiert werden kann und aus einer Wortinformation die Bitstellen 1 und 2 entgegennimmt. Ein typisches Beispiel für ein solches Signal ist die optische Quittung eines Alarms an den Rechner über die Anruftaste.

Die für die ZEP geschilderten Vorgänge und ihre Eigenschaften sind sinngemäß auch auf die anderen Zeichenübertragungsbausteine übertragbar. Ausgaben aus der ZE sind einfacher zu bewerkstelligen, da die Bereitstellung der Information im Rechner keiner Überwachung bedarf. So muß die Programmsteuerung nur eine Befehlsgruppe aussenden, um ein 24-Bit-Wort mit dem auszugebenden Zeichen an das P1K zu schicken. Im gleichen Zug erhält das Informationsregister der ZAP (parallelen Zeichenausgabe) das Zeichen zugestellt und reicht es weiter. Der EVb-Befehl veranlaßt das Befehlsregister der ZAP, der Geräteelektronik eine Übernahmeaufforderung zu übergeben; diese wird durch die Rückmeldung nach der Abholung der Information beantwortet. Eine BAP meldet dem Rechner das Ende der Operation; die nächste Ausgabe kann folgen.

Die serielle Zeichenein- oder -ausgabe (ZKS oder ZAS) bringt als neuen Faktor den seriellen Zeichenaustausch zwischen Baustein und Gerät. Dafür gelten sinngemäß die Ausführungen zu den ZÜB. Ein Unterschied ergibt sich durch die Betriebsüberwachung und die Anruftaste. Der Motorhochlauf im Blattschreiber wird durch die erste Befehlsgruppe angestoßen, die nur die Bedeutung der Steuerungsvorbereitung hat; mit dem Anlauf stellt sich die Mechanik auf die Buchstabenseite ein und hat damit dieselbe „Lage“ wie das ORG. Die KLAR-Meldung des Motors geht mit einer BAP an das Anzeigenregister und wird vom ORG nach der Alarmbearbeitung als Befehlsvollzug aufgefaßt. Dann folgen die beiden Befehlsgruppen (wie bei der ZEP) mit zwischenliegender Alarmuntersuchung nach erfolgreicher Zeichenübergabe durch den BS.

Hier gehört die Anruftaste zur Normalausrüstung der Blattschreiber. Der Operator sieht die Lampe in der Taste leuchten — sowohl bei der programmierten, wie auch bei der selbst angeforderten Eingabe —, wenn die erste Eingabebefehlsgruppe im ZKS-Baustein empfangen wurde. So entspricht die optische Meldung an den Operator der elektronischen Aufforderung eines Bausteins an die Geräteelektronik, eine Zeicheneingabe vorzubereiten.

Das Organisationsprogramm beendet eine Eingabe, wenn es das Textendezeichen erkannt hat, durch eine Befehlsgruppe, die die Eingabe sperrt und damit die BS-Stromkreise auf eine Ausgabe vorbereitet.

5.8. Aufbau eines P1K

Alle Funktionseinheiten des Prozeßelements P1K haben die Form von Einbaurahmen in einer der beiden üblichen Techniken SIVAREP® A oder SIVAREP® B. Die Steuerungen und Signalformer bestehen aus ein- bis fünffach unterteilten Aluminiumprofilrahmen, deren Rückseite Federleisten mit nach hinten herausstehenden Vierkantstiften trägt; die Stifte werden so straff mit den anzuschließenden Drähten umwickelt, daß sich die scharfen Kanten fest in das Leitermaterial drücken und so einen guten Stromübergang gewährleisten (*Wirewrap-Technik*); in die Federleisten greifen die Messer- bzw. Stiftleisten der Flachbaugruppen ein, mit denen die Rahmen abhängig von der Aufgabenstellung bestückt sind. Ferner enthalten die Rahmen besondere Stromschienen für die internen Verbindungen von Zeile zu Zeile und Steckvorrichtungen für die weiterführenden Leitungen.

Das *SIVAREP®-SYSTEM* stellt eine variable Einbautechnik mit Wrap-Anschlüssen dar. Es gestattet, fabrikfertige Einheiten zeilenweise gemeinsam auf maschinelle Art zu verdrahten, wozu rechnergefertigte Unterlagen benützt werden können.

SIVAREP® A ist auf die SIMATIC®-H-Technik abgestimmt, bei der die Flachbaugruppen mit einzelnen Bauelementen besetzt werden. Der Rahmen nimmt normalerweise Prints mit den Abmessungen 100×160 mm auf; gegebenenfalls können auch breitere Flachbaugruppen berücksichtigt werden, die über mehrere Zeilen reichen, wobei die Maße der Normkonstruktion zu beachten sind. Ein einzelziger Rahmen ist 156 mm hoch, ein zweizeiliger 266 mm, ein dreizeiliger 376 mm usw. Die normalen Einbauplätze sind im Abstand von 15 mm vorgesehen; stehen die Aufbauelemente zu weit von der Printrageplatte ab, müssen entsprechend viele Einbauplätze freigelassen werden. Die Rahmen mit

531 mm Breite haben so Raum für 32 Einbauplätze. Die für die Rechnertechnik ausgewählten Steckverbindungen sind 31polig ausgeführt.

SIVAREP® B kam dazu, weil die Technik der integrierten Schaltkreise andere Anforderungen stellt. Die höhere Wärmeentwicklung auf engem Raum verlangt eine bessere Wärmeabfuhr, die durch größere Luftdurchtrittsflächen und geeignete Luftführungsteile gewährleistet wird. Der Rahmen besteht aus Aluminium und ist sehr maßhaltig, so daß keine besonderen Einpassungsarbeiten notwendig werden. Durch eine Rahmenteilung von 60 mm können Flachbaugruppen von mindestens 50 mm Breite untergebracht werden. Der zweizeilige Rahmen hat hier eine Höhe von 234 mm, der dreizeilige von 294 mm usw. Für die Printunterbringung gilt dasselbe wie bei *SIVAREP® A*. Es gibt aber noch einen zusätzlichen Rahmen mit 411 mm Breite für 24 Einbauplätze. Für die Rechnertechnik kann man hier wegen der besseren Raumausnutzung durch integrierte Schaltkreise 54adrige Steckleitungen einsetzen, wie dies für die Momentanwerteingabe AMO angewandt wird.

Auf diese Systemeigenschaften richtet sich nun der Aufbau der „Geräteeinheiten“ im Prozeßelement P1K aus. Während die Elementsteuerung P1KS und die Signalformersteuerungen in Standardausführung geliefert werden, kann die Bestückung der Signalformer in gewissen Grenzen entsprechend den vielfältigen Aufgaben der Prozesse „frei“ gewählt werden. Ein Signalformer, der eine Typenbezeichnung trägt, besteht zunächst nur aus einem *SIVAREP®*-Rahmen, in den die komplette Verdrahtung und einige generell notwendige Bauteile und Flachbaugruppen eingebracht sind; dazu gehören Steckplätze für die Sammelleitungen, Rangierplatten für die Adressierung, Verstärkerbaugruppen und ähnliches.

Der Signalformer wird erst durch die Mindestbestückung mit Ein- oder Ausgabe-Flachbaugruppen funktionsfähig; diese sind wegen ihrer unterschiedlichen Ausführung (auch bei sich ähnelnden Aufgabenstellungen) grundsätzlich getrennt zu bestellen.

Die Flachbaugruppen bestehen in der Regel aus steckbaren glasfaserverstärkten Kunststoffplatten mit einzeln angeordneten (diskreten) Bauelementen in *SIMATIC®*- oder in Silizium-Sondertechnik. Ausnahmen bilden die Analogeingabe PLKG 1 (Germanium-Technik) und die Elementsteuerung P1KS301 sowie die Analogeingabe AMO (ST2- bzw. TTL-Technik). Wo unterschiedliche Ausführungen zusammenarbeiten müssen, sorgen Pegelumsetzer und Signalangleichungseinrichtungen für einen zweckdienlichen Signalübergang. So kann man im P1K301 Signalformer und zugehörige Steuerungen aus dem Teilespektrum des Prozeßelements P1K300 einsetzen.

Tabelle 9 Konstruktionsmerkmale der P1K-Einbauten ohne ZUK 300

Name	Kurz- bezeichnung	Anschlußmöglichkeiten Anzahl der max. anschließbaren Geräte an:				
		P1KS 300 U-Steuerung	P1KS 301	P1KG- DEST	P1KG- AUST	P1KG- AINZ bzw. AMOV
Prozeßelement-Steuerung (Universal-Steuerung)	P1KS 300 P1KS 301					
Digitaleingabe-Steuerung	P1KG-DEST	3	3			
Ausgabe-Steuerung	P1KG-AUST	3	3			
Alarm- und Digitaleingabe	P1KG-ALDE	7	8	8 ¹⁾		
Große Digitaleingabe	P1KG-GRODE	2	2	2		
Digitalausgabe 1	P1KG-ELDA	7	8		8	
Digitalausgabe 2	P1KG-REDA	7	8		8	
Analogausgabe 1	P1KG- ANAU 8	15	16		16	
Analogausgabe 2	P1KG- ANAU 11	31	32		32	
Integrierende Analogeingabe Zentraler Teil	P1KG-AINZ	4	4			
Integrierende Analogeingabe Erweiterung	P1KG-AINE					3
Dezentrale Integrierende Analogeingabe Zentraler Teil	P1KG-DAINZ	4	4			
Dezentrale Integrierende Analogeingabe Außenstelle	P1KG-DAINA					
Anschaltung und Zentraler Teil	PLKG 1	2	1			
Analogeingabe	PLKG 1					
Parallele Zeicheneingabe	ZEP	50				
Parallele Zeichenausgabe	ZAP	50				
Zeicheneingabe in Serie	ZES	12				
Zeichenausgabe in Serie	ZAS	1				
Zeichenausgabe-Erweiterung	ZAE	11				
Kurzzeitwecker	KZW	180				
Analogeingabe zentraler Teil	AMOV	8	4			
Analogeingabe Erweiterung	AMOE					3
Analogeingabe Erweiterung	AMOV					3

¹⁾ Alarmbildende Prozeßsignalformer dürfen nur an die Universal-Steuerung angeschlossen werden.

PIKG- DAIN2	Zentr. Teil PLKG 1	Ausbaumöglichkeiten			Aufbau SIVAREP A
		min. Ausbau	erweiterbar in Stufen von	max. Ausbau	
50	56	4 (3) Eingänge ^{*)}	4 (3) Eingänge	63 Wörter	4zeilig. Rahmen
		24 Digital- eingänge	24 Digital- eingängen	64 Wörter	2zeilig. Rahmen ^{*)}
		4 Digital- ausgänge	4 Digital- ausgängen	64 Eingabe- wörter	1zeiliger Rahmen
		4 Digital- ausgänge	4 Digital- ausgängen	64 Ausgabe- wörter	1 zeiliger Rahmen
		2 Analog- ausgänge	2 Analog- ausgängen	192 (144) Eingänge	2zeiliger Rahmen
		1 Analog- ausgang	1 Analog- ausgang	720 Digital- eingänge	4zeiliger Rahmen
		4 Analog- eingänge	4 Analog- eingängen	192 Digital- ausgängen	2zeiliger Rahmen
		4 Analog- eingänge	4 Analog- eingängen	192 Digital- ausgänge	3zeiliger Rahmen
				8 Analog- ausgänge	1zeiliger Rahmen
				4 Analog- ausgänge	1zeiliger Rahmen
		2 Analog- eingänge	2 Analog- eingängen	64 Analog- eingänge	3zeiliger Rahmen
		2 Analog- eingänge	2 Analog- eingängen	64 Analog- eingänge	1zeiliger Rahmen
					1zeiliger Rahmen
					Flachbau- rahmen
				1792 Analog- eingänge	1zeilig. Rahmen
				32 Analog- eingänge	3zeilig. Rahmen ^{*)}
				2 Eingänge	1zeilig. Rahmen ^{*)}
				2 Ausgänge	
				2 Eingabe- Kanäle	6 Einbauplätze
				2 Ausgabe- Kanäle	7 Einbauplätze
				2 Ausgabe- Kanäle	15 Einbauplätze
				4 Weckzeiten	13 Einbauplätze
		2 Analogeing.	2 Analogeing.	30 Analogeing.	7 Einbauplätze
		2 Analogeing.	2 Analogeing.	40 Analogeing.	3 Einbauplätze
		2 Analogeing.	2 Analogeing.	40 Analogeing.	2zeiliger Rahmen ^{*)}
					1zeiliger Rahmen ^{*)}
					2zeiliger Rahmen

^{*)} Zahl in Klammer = Ausbaumöglichkeiten der statischen Alarmeingabe.

^{*)} SIVAREP-B-Rahmen.

^{*)} Einsatzrahmen für 1,2 m breite Schränke.

Zwischen den Signalformern und ihren Steuerungen, aber auch zum Rangierverteiler hin, laufen mit Steckern versehene, adersahlgenormte Leitungen. Die Sammelleitungen für Adreß- und Wortinformationen wurden bereits erwähnt; sie erfüllen generell zwischen der Elementsteuerung und den PSF-Steuerungen gleichartige Aufgaben. Die Verbindungen zu den Signalformern sind dagegen unterschiedlich ausgeführt: Für Digitalein- und -ausgaben und für Analogausgaben laufen in SA die Eingabe-, in SB die Ausgabeinformationen und in SC die Adreßangaben und Alarmer. Zwischen AINZ und AINE (bei der integrierenden Analogeingabe) führt je eine Steckleitung von Einheit zu Einheit mit Adressen bzw. Informationen. Von der Momentanwerteingabe AMOZ zu den Erweiterungen AMOE läuft eine Steckleitung von einer Einheit zur anderen, die den Takt für die Anpassungsverstärker überträgt, während Adressen und Daten auf einer zweiten Leitung von jede AMOE zur AMOZ transferiert werden.

Die 56 Funktionseinheiten Momentanwerteingabe PLKG1 werden in einer Gruppe mit acht Einsätzen (im gemeinsamen Schrank mit dem zentralen Teil) und in vier Gruppen mit je 12 Einsätzen aufgeteilt. Vom zentralen Teil zum ersten Einsatz jeder Gruppe und von da aus von Einsatz zu Einsatz verlaufen drei Sammelleitungen: eine für Adressen, eine für Informationen und eine zur Stromversorgung.

Durch die Verwendung von Sammelleitungen wird zwar im P1K ein 24-Bit-Parallelverkehr ermöglicht, doch begrenzt dies die Entfernung zwischen Signalformern und ihrer Steuerung auf etwa 10 m. Die weit größeren Strecken (bis maximal 10 km), die mit Hilfe der DAIN zu überbrücken sind, kann man mit adersparenden Verfahren und nur unter Zuhilfenahme von Impulsübertragungsverfahren bewältigen. Hier reiht man die Außenstationen DAINA an einer „offenen Ringleitung“ als Sammelschiene auf.

Tabelle 9 zeigt die Bestandteile des Prozeßelements P1K und ihre Konstruktionsmerkmale.

6. Prozeßelemente P3K und P4K

6.1. Übersicht

Ein mechanisches Gerät benötigt relativ viel Zeit, um die Information eines Datenträgers für die Eingabe bereitzustellen oder eine von der Zentraleinheit erhaltene zu verarbeiten. Ein Programm, das simultan zu dieser Ein- und Ausgabe läuft, „verliert“ somit nur wenige Zyklen, so daß seine Bearbeitungszeit nicht wesentlich verlängert wird.

Im Gegensatz dazu steht die Zusammenarbeit zwischen der Zentraleinheit und einer elektronischen Einrichtung, die selbst Prozeßdaten erfaßt oder ermittelt oder auch vom Rechner vorbereitete Werte an die Prozeßperipherie weitergibt. In diesem Fall kommen die Informationen in derselben Geschwindigkeit an, in der sie weitertransportiert werden können. Das zeigt das Beispiel eines externen Kernspeichers, dessen Steuerung jeden ASP-Zyklus einer ZE 305 für den Datenverkehr in Anspruch nehmen kann. Dann bleibt natürlich für ein Programm, das simultan zum Datentransfer laufen soll, keine Zeit.

Unter den elektronischen EXE bildet das Prozeßelement P1K300 eine Ausnahme, weil es am Standardkanal anschließbar sein muß und deshalb nur mit reduzierter Datenrate arbeiten kann.

Eine schnelle elektronische Elementsteuerung nimmt in der Regel nicht jeden ASP-Zyklus für den Datenverkehr wahr, weil die Signallaufzeiten auf den Verbindungsleitungen und der Zeitbedarf für interne Steuervorgänge nicht mit dem Zeitraster der Zykluszeit übereinstimmen.

Deshalb überspringt man jeweils zwischen zwei Datentransferoperationen eine beschränkte Zahl von Zyklen, indem man — wo es möglich ist — kleine Zeitverzögerungen in den Arbeitsablauf einfügt; das erlaubt der ZE — auch beim Zusammenspiel mit einem schnellen EXE — ein laufendes Programm weiterzuführen oder die ankommenden Daten aus dem Auffangpuffer im ASP wegzuschaffen (z. B. auf einen externen Speicher).

Solche schnellen EXE sind selbstverständlich nur über einen Schnellkanal der ZE zu betreiben.

Die DVA für Prozeßaufgaben erhielten zunächst eine Reihe von Peripheriegeräten aus dem Bereich der kommerziellen Datenverarbeitung. Die dort verwendeten Einheiten wurden mit Steuerungen ausgerüstet, die den unterschiedlichen Anforderungen jedes einzelnen Geräts angepaßt waren. Das ergab eine Vielzahl von Lösungen, auch in bezug auf die Software.

Um neu hinzukommende externe Elemente in Zukunft leichter mit dem System 300 koppeln zu können, war daher eine Elementsteuerung notwendig, die an der Nahtstelle zum externen Gerät generell gleiche Bedingungen anbot. An der Nahtstelle zur ZE muß allerdings Rücksicht auf den unterschiedlichen Aufbau der Zentraleinheiten 301 und 302 bis 306 genommen werden; doch ist es nur eine Frage der „Organisation“, die Programmierung der EXE durch einheitliche Befehlswortparameter zu erleichtern.

In der *Prozeßelementsteuerung P3KS300* sind beide notwendigen Eigenschaften vereinigt: die nur durch die geforderte Sicherheit der Datenübertragung begrenzte Datenrate, deren Grundmaß durch die Zykluszeit festliegt, und die Universalität in der Verwendung als „Grundsteuerung“ für externe Elemente. Sie erfüllt in der Zusammenarbeit mit den Externspeichern TSP und PSP und als „Vorschaltglied“ vor systemeigenen Gerätesteuern die gestellten Ansprüche.

Das Gegenstück dazu auf der Seite der Standardperipherie ist die *Prozeßelementsteuerung P4KS*, die für einen Teilwortverkehr von höchstmöglicher Datenrate mit der ZE konzipiert ist.

Beide Grundsteuerungen gleichen sich in ihrem Aufbauprinzip und bieten vor allem auf der Geräteseite einheitlich wortweisen Datenverkehr (mit 24-Bit-Informationen) an.

P3K- oder P4K-Steuerungen tauschen die Daten im Gegensatz zum Prozeßelement P1K immer hardwaregesteuert aus. Wie bei anderen EXE bereitet die ZE die Externoperation durch eine Befehlsgruppe vor und überläßt den Steuerungen die nach eigenen Gesetzen organisierte Abwicklung. Die Verwendung bei z. B. kernphysikalischen Untersuchungen setzt aber zusätzlich voraus, daß die Versuchsanlage selbst den Beginn der Operation vorschreiben kann. Deshalb ist die Elementsteuerung für *fremdgesteuerten Betrieb* entworfen. Darunter versteht man, daß das Experimentiergerät, das nicht zur Rechnerperipherie gehört, die Anforderung auf Datenverkehr selbst stellt und so den Transfer einleitet.

Hier deutet der Begriff *Experimentiergerät* nicht auf die Laborausrüstung zur Darstellung einer physikalischen Größe; er bezieht sich

vielmehr auf die Einrichtung, die diese Größe rechnergerecht aufbereitet. Dazu gehören Analog-Digital-Umsetzer und Impulszähler für die Eingabe oder Digital-Analog-Umsetzer und Analog-Sichtgeräte für die Ausgabe von Informationen. Diese Geräte sind keine Bestandteile der Rechneranlage.

Die Prozeßelementsteuerung P3KS300 wurde aus einer Koppelelektronik von höchster Arbeitsgeschwindigkeit entwickelt, die Meßeinrichtungen in Prüf- und Versuchsanlagen mit einem Prozeßrechner verbinden kann. Sie überträgt nur binär-codierte Daten, so daß die Versuchsergebnisse für die Eingabe entsprechend aufbereitet sein müssen. Ein Experimentiergerät kann Daten mit einer Rate von maximal 330 000 Wörtern/s absetzen und von maximal 220 000 Wörtern/s empfangen. Damit hat die Programmsteuerung in der ZE noch jeden zweiten und oft auch jeden dritten ASP-Zyklus für eigene Tätigkeit frei.

Für Anwendungsfälle im Labor wurden Steuerungs- und Übertragungseinheiten unterschiedlicher Konstruktion entwickelt, die man zu einem „Gerätesystem“ P3K zusammenfassen kann. Sie sind alle in TTL-Schaltkreistechnik ausgeführt (siehe Bd. I, S. 89).

Die Einrichtungen des „Gerätesystems“ P4K erfüllen ähnliche Aufgaben; sie sind aber zum Anschluß an einen Standardkanal der ZE vorgesehen und enthalten deshalb auch Baugruppen in SIMATIC®-H-Technik.

Die Übersicht von Bild 55 stellt die vielseitigen Einsatzmöglichkeiten der Einzelgeräte und ihrer Kombinationen dar; sie gibt einen Überblick über die Steuerungs- und Übertragungseinheiten, die in dem folgenden Abschnitt behandelt werden.

6.2. Aufbau und Wirkungsweise

Die Prozeßelementsteuerungen P3KS300 und P4KS tauschen die Daten blockweise mit der ZE aus. Hierzu besitzen sie die üblichen Ausrüstungen, wie Adreßregister für die Adressierung im ASP, Blocklängenzähler und Ablaufsteuerung. Um die Steuerung aber vielseitiger verwenden zu können, sind diese Baugruppen doppelt vorhanden; man kann damit simultan ablaufende Ein- und Ausgaben bewältigen oder abwechselnd mit zwei Pufferbereichen im ASP korrespondieren, ohne einen zusätzlichen Zeitverlust für das Umladen der Register in Kauf nehmen zu müssen (Bild 56).

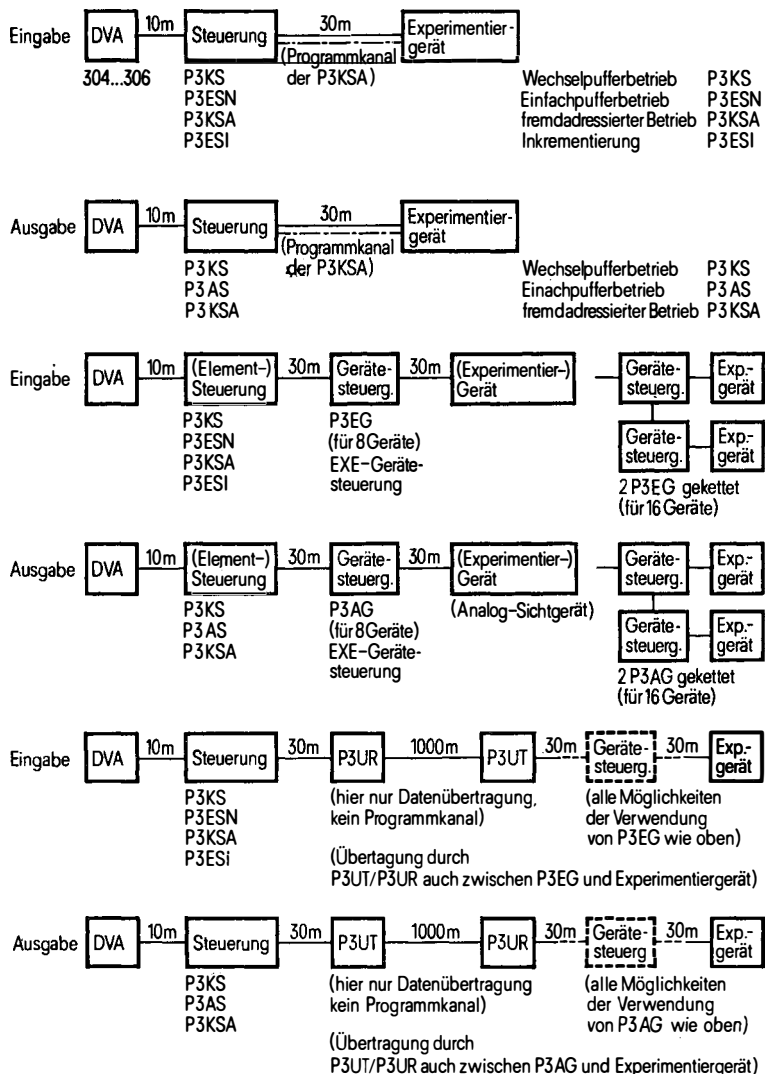
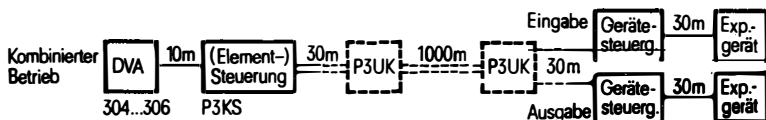
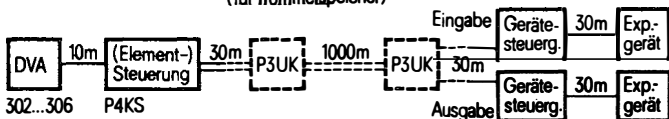
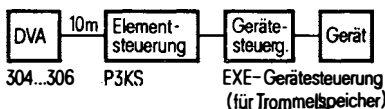


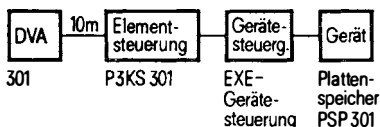
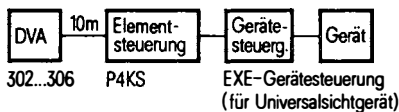
Bild 55
 Anwendungsbeispiele für P3K-/P4K-Geräte



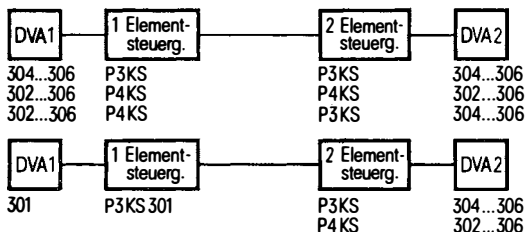
(alle Möglichkeiten der Verwendung von P3EG und P3AG wie oben)



(alle Möglichkeiten der Verwendung von P3EG und P3AG wie oben)



Rechner-kopplung



Anmerkung

Als Grundsteuerung in einer Gerätekombination besitzt die P3KS nur einen Registersatz, da ein simultan ablaufender „Gegenverkehr“ nicht in Frage kommt.

Die Register für die Verkehrsparameter werden möglichst früh mit Daten versehen. So kann das Experimentiergerät oder eine gleichwertige Einrichtung zu jedem Zeitpunkt mit der Eingabe beginnen. Es stellt eine Anforderung an die P3KS und erhält von dort ein Rückmeldesignal, wenn die Steuerung aufnahmefähig ist. Daraufhin gelangt die extern bereitgestellte Information in das Wortregister der P3KS. Diese stellt gleichzeitig „Antrag“ auf Datenverkehr mit dem Steuerwerk der ZE (ADST) und liefert das Informationswort unter der vorgegebenen Adresse im ASP ab. Dann wird der Adreßzähler um eins erhöht, der Inhalt des Blocklängenzählers um eins vermindert und die Ablaufsteuerung für die nächste Anforderung vorbereitet.

Ist der Blocklängenzähler bei null angekommen, gibt die Elementsteuerung eine BAP an die Zentraleinheit und meldet das Ende der Übertragung. Abhängig von der Betriebsart (die später beschrieben wird) ist die Operation damit abgeschlossen oder wird auf andere Weise fortgesetzt.

Die fremdgesteuerte Ausgabe läuft ähnlich ab. Hierbei erhalten die Register Ausgabeparameter; die Steuerung holt auf Anforderungen von außen hin die Informationen aus dem ASP der ZE und gibt sie an das externe Gerät oder eine Gerätesteuerung weiter.

Mit einer Elementsteuerung können bis zu 16 Experimentiergeräte betrieben werden. Wenn nicht alle diese Geräte Daten liefern dürfen, wählt der Programmierer mit „Masken“ die zugelassenen Eingabegeräte aus. Ebenso hat er es in der Hand, Ausgaben nur an ausgewählte Geräte weiterzugeben.

Eine *Maske* ist ein Bitmuster, in dem jede Bitstelle einem Aus- oder Eingang der Gerätesteuerung zugeordnet ist. Die Besetzung dieser Bitstelle mit 0 oder 1 gibt an, ob der entsprechende Ein- bzw. Ausgang Datenaustausch vornehmen darf oder nicht. Damit wird ein „Wahlschalter“ beeinflusst, der zwischen Elementsteuerung und Experimentiergeräten eingeschoben ist. In der Elementsteuerung befinden sich auch Zwischenspeicher für diese Masken.

Die Elementsteuerung P4KS wickelt den Teilwortverkehr mit der ZE nach dem gleichen Ablaufschema ab wie die P3KS300. Sie ist nur zusätzlich dafür ausgerüstet, ein Eingabewort in Teilwörter aufzuteilen und diese in der richtigen Reihenfolge an die ZE weiterzureichen oder

ein Ausgabewort aus den von der ZE entgegengenommenen Teilwörtern richtig zusammenzusetzen.

Für das Gerätesystem P3K wurden zuerst Eingabe- und Ausgabe-steuerungen für die Bedienung von jeweils einem Experimentiergerät entwickelt; diese Steuerungen wurden zum Teil für bestimmte Aufgaben modifiziert. Die steigenden Ansprüche der Anwender machten eine Vervielfachung der Anschlüsse notwendig, damit mehrere Geräte ohne Mehraufwand an Kanälen mit dem Rechner verbunden werden konnten. Deshalb entwickelte man zusätzliche Anschaltungen, die einen *Multiplexer* enthielten. Auch sollte die Reichweite mit ge-

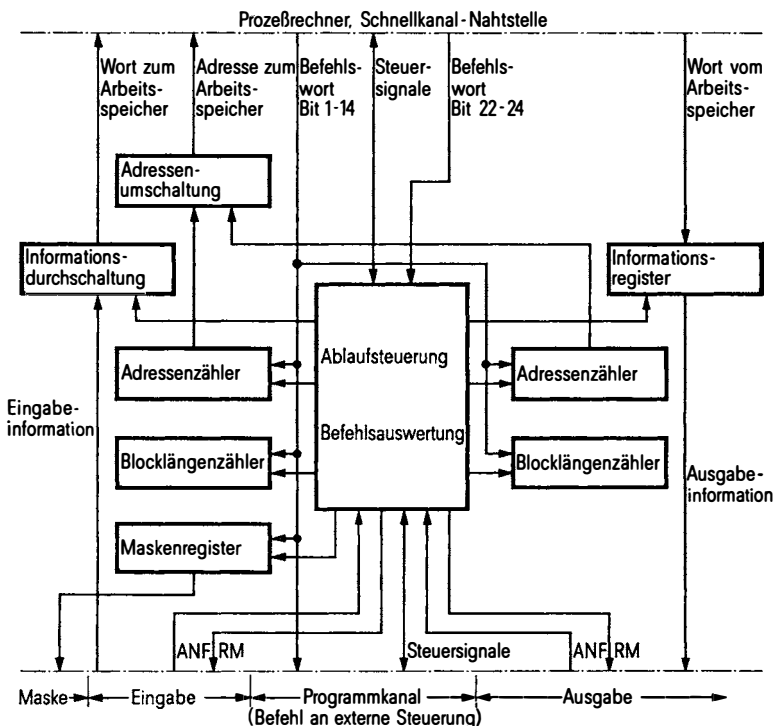


Bild 56
Blockschaltbild der Elementsteuerung P3KS300

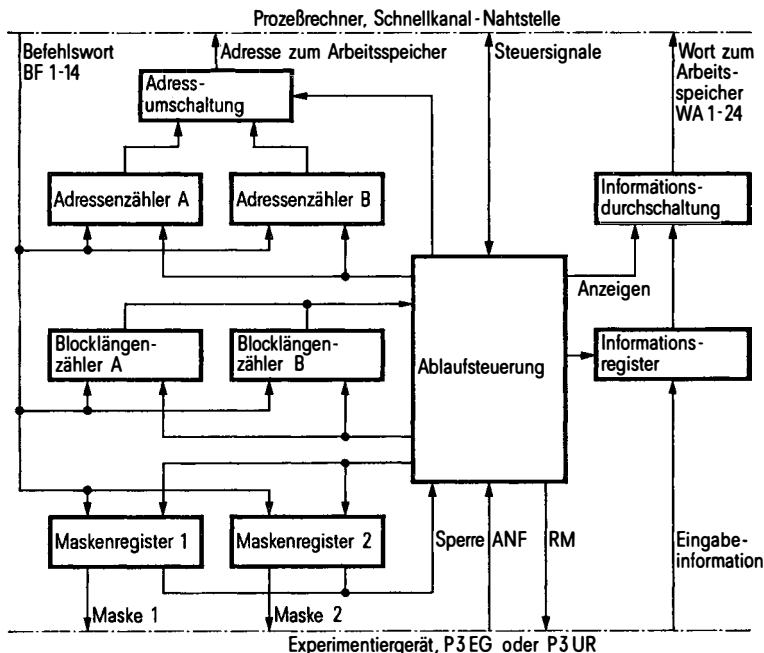


Bild 57
Blockschaltbild der Eingabesteuerung P3ESN

eigneten Übertragungseinrichtungen erweitert werden. Es entstand somit die Gerätegruppe, die nachfolgend behandelt wird.

Die *Steuerung für normale Eingabe P3ESN* arbeitet mit einem Experimentiergerät zusammen und empfängt von dort 24-Bit-Informationen. Nach der Vorbereitung des Datenweges zum ASP durch das Programm wartet die Steuerung auf Anforderungen vom Versuchsaufbau her. Dieser gibt in der Regel eine große Zahl von Informationen mit hoher Geschwindigkeit in den Rechner ein. Der Arbeitsspeicher der ZE ist deshalb in den meisten Fällen in seiner Kapazität überfordert.

Um trotzdem mit der Datenmenge fertig zu werden, wendet man den *Wechselpufferbetrieb* an. Für diesen teilt man im ASP zwei gleichgroße Bereiche ab und lädt diese Puffer abwechselnd mit Daten auf.

Ist einer gefüllt, bringt die Elementsteuerung die nachfolgenden Informationen in den zweiten Puffer, während der erste — in der Regel — auf einen externen Speicher entleert wird.

Dieses Wechselspiel läuft so lange weiter, bis das Experiment abgeschlossen ist. Selbstverständlich ist es dazu notwendig, daß das Vollschreiben des einen Bereichs mit dem Transfer der Daten aus dem anderen Bereich so weit synchronisiert ist, daß weder eine Lücke noch eine Stauung entsteht und so das Experiment unterbrechungslos ausgeführt werden kann.

Für den Wechselpufferbetrieb besitzt die P3ESN wie die P3KS einen doppelten Registersatz zur Überwachung und Steuerung des Datentransports. Mit den Befehlen für den Beginn der Operationen werden beide Adreßregister, Blocklängenzähler und Maskenregister gesetzt (Bild 57). Hat ein Blocklängenzähler null erreicht, gibt die Ablaufsteuerung eine BAP an die ZE und schaltet die Adressensteuerung auf den zweiten Registersatz um. Ein Programm behandelt die Daten des vollgeschriebenen Puffers und sorgt für das Neubesetzen des ersten Registersatzes für die nächste Umschaltung. Bei diesem Betrieb läßt sich maximal eine Datenrate von 330 000 Wörtern/s erreichen.

Das *Eingabegerät P3EG* erweitert den Verwendungsbereich der P3ESN durch acht Eingänge für je ein 24-Bit-Wort. Eine Erhöhung auf maximal 16 Eingänge durch zwei Eingabegeräte P3EG ist möglich, wenn beide „gekettet“ werden. Unter einer *Kettung* versteht man hier das Zusammenschalten in der Weise, daß alle 16 Eingänge nacheinander fortlaufend abgetastet werden können.

Das wichtigste Bauteil jedes Eingabegerätes ist ein Vielschalter (*scanner*) mit neun Stellungen, der nach jedem Umlauf in die Grundstellung 0 zurückkehrt. Wenn vom Experimentiergerät her eine Anforderung gestellt wird, tastet der scanner die Eingänge von 1 bis 8 ab; erreicht er den Eingang, der durch die Anforderung des Experimentiergeräts markiert ist, bleibt er für etwa 4 μ s stehen. In diesem Augenblick stellt das Gerät eine Anforderung an die Steuerung P3ESN und schaltet die anstehende Information zu ihr durch. Die Steuerung sorgt dann in der üblichen Weise für Weitergabe. Wenn mehrere Geräte im gleichen Zeitraum Informationen eingeben wollen, richten sie mit Signalen die Aufforderung an den scanner, auch auf ihren Anschlußstellen stehenzubleiben.

Die Gerätesteuerung quittiert alle Anforderungssignale durch eine *Rückmeldung*. Ein neuer Transferwunsch darf erst abgesetzt werden, wenn das zuletzt eingetroffene Rückmeldesignal nicht mehr ansteht. Der Abtaster geht erst in die Ausgangsstellung zurück, wenn alle An-

forderungen, die zu Beginn seines Umlaufs gestellt waren, bearbeitet sind. Normalerweise läuft er mit einer Abtastfrequenz von 2,5 MHz um (Ringzähler). Treffen während seines Umlaufs Anforderungen von bisher nicht angemeldeten Experimentiergeräten ein, so werden sie nicht mit bearbeitet. Ein Vorregister speichert die Signale und gibt sie nach dem Abtastvorgang an das Hauptregister weiter (Bild 58); dieses startet den scanner, um neue Informationen hereinzuholen.

Kann ein Experimentiergerät seine Mitteilung nicht länger als 600 ns bereithalten, muß der betreffende Eingang des Geräts P3EG mit einem zusätzlichen Zwischenspeicher ausgerüstet werden.

Eingänge des Geräts P3EG, deren Informationen zeitweise unerwünscht sind, sperrt man durch die Ausgabe einer Maske; dies geschieht programmiert.

Werden mehrere Experimentiergeräte an ein Eingabegerät P3EG angeschlossen, so verlangt das eine Kennzeichnung der durchlaufenden Daten; denn man muß berücksichtigen, daß die acht Eingänge zu beliebigen Zeiten und in ganz unregelmäßiger Reihenfolge ihre Anforderungen stellen können. Belegt jede Information der Experimentiergeräte nicht mehr als 16 Bitstellen, so nützt man die restlichen acht bit zu einer Absenderangabe und zur Überwachung des Datentransports aus (durch Paritykontrolle). Hierzu werden im Experimentiergerät

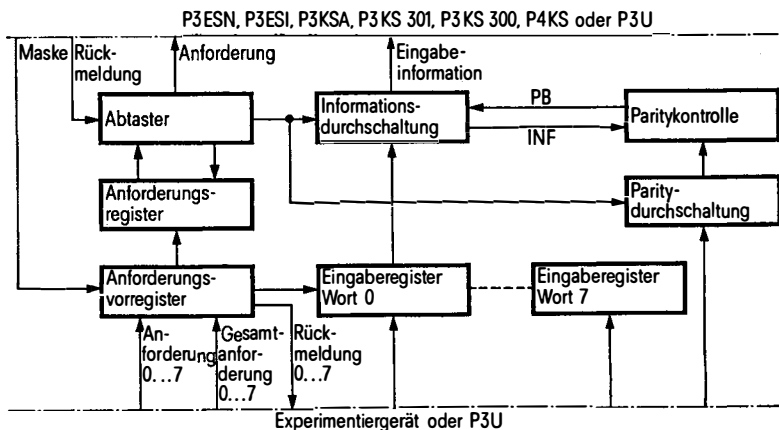


Bild 58
Blockschaltbild des Eingabegerätes P3EG

vier Bitstellen als „Senderadresse“ fest verdrahtet; diese zeigen im 24-Bit-Wort an der gleichen Stelle immer denselben Inhalt. Dadurch kann das sendende Gerät identifiziert werden.

Müssen die Daten, um genauer zu sein, mehr Bitstellen sinnvoll belegen, wird ihnen das ganze Wort zur Verfügung gestellt. Für die Kennzeichnung des Absenders benutzt man dann das Wort, das zur ersten Abtastposition gehört; an dieser darf damit kein Versuchsaufbau angeschlossen sein. Die Eingänge, die Anforderungen gestellt haben, markieren in diesem Wort bestimmte Bitstellen als Absenderangaben. Daraus erhält das Auswerteprogramm die Hinweise, die es braucht, um den Zusammenhang zwischen Information und Experiment zu erkennen.

Enthält die Information ihre Absenderkennzeichen selbst, nennt man das: direkte Adressierung; wenn ein Hilfswort dazu benötigt wird, indirekte Adressierung.

Die *Ausgabesteuerung P3AS* entspricht in ihrer technischen Funktion und in ihrem Aufbau der Eingabesteuerung, bei umgekehrter Richtung des Datenflusses. Sie erreicht maximal eine Datenrate von 220 000 Wörtern/s.

Diese Steuerung verkehrt mit der Zentraleinheit auch im Wechsellüfterbetrieb und kann die Datenausgabe an Experimentiergeräte mit Masken beeinflussen. Eine Versuchseinrichtung ist direkt anschließbar. Sollen mehrere mit dem Rechner verbunden werden, ist der Einsatz eines Ausgabegeräts P3AG mit acht Eingängen oder bei Kettung von zwei Ausgabegeräten mit zusammen 16 Eingängen möglich.

Das *Ausgabegerät P3AG* gleicht in Funktion und Aufbau dem Eingabegerät P3EG. Auch hier greift ein Abtaster die Ausgänge in der Reihenfolge 1 bis 8 ab und gibt jeweils dort eine Information aus, wo eine Anforderung ansteht und der Ausgang durch keine Maske blockiert ist.

Hier gibt es keine Adressierung der Ausgänge. Im Ausgabeprogramm muß die Reihenfolge der Informationen und die Besetzung des Maskenwortes so aufeinander abgestimmt sein, daß jede Information den richtigen Ausgang findet. Der scanner läuft erst an, wenn die Anforderungen von allen nicht blockierten Experimentiergeräten eingetroffen sind.

Eine Einrichtung für den Datenaustausch mit der ZE unter besonderen Betriebsbedingungen ist die *Inkrementsteuerung P3ESI*. Sie dient zur Feststellung der Häufigkeit bestimmter, gleicher Daten bei einem Experiment und ist damit die Spezialausführung einer Zählapparatur. Ihre Eigenschaften werden am besten an einem Anwendungsbeispiel

erläutert: Zur statistischen Erfassung der Energie radioaktiver Teilchen aus einer chemischen Substanz, die sich aus unterschiedlichen Isotopen zusammensetzt, benützt man ein Vielkanalspektrometer; dieses sortiert die ausgesandten Teilchen durch Zählrohre, in die jeweils nur Ladungsträger einer bestimmten Energiestufe gelangen können, und stellt die Teilmengen fest. Im Rechner müssen also so viele Teilchenzähler vorgesehen sein, wie Energiestufen erfaßt werden sollen. Hierzu bereitet der Programmierer einen ASP-Bereich vor, dessen einzelne Zellen jeweils den Zähler für ein Zählrohr verkörpern.

Die Anfangsadresse dieses Bereichs wird zu Beginn der Operation in das Grundadreibregister der Inkrementsteuerung eingeschrieben. Die Information des Experimentiergerätes drückt aus, in welchem Zählrohr der Meßeinrichtung ein Teilchen eingetroffen ist. Da die Zählrohre fortlaufend durchnummeriert sind, gibt sie indirekt an, in welcher Zelle — von der Anfangsadresse des ASP-Bereichs aus gerechnet, — der Zähler um eins erhöht werden muß. So braucht man diese Information aus dem Experiment nur zu der Grundadresse zu addieren und hat damit die gesuchte Zelle (Bild 59). Deren Inhalt wird durch cycle stealing in die Inkrementsteuerung geholt, dort um eins erhöht und wieder in dieselbe Zelle zurückgebracht. „Inkrementieren“ heißt erhöhen bzw. zunehmen.

Die maximal 14 Bitstellen lange Information aus dem Experimentiergerät wird vor der Addition mit der Grundadresse in das Teiladreibregister der P3ESI eingetragen.

Die Maskenregister nehmen Masken zur Sperrung des eigenen Eingangs oder der Eingänge angeschlossener Eingabegeräte P3EG auf. Auch hier ist es möglich, ein Eingabegerät mit maximal acht Eingängen oder zwei gekettete Eingabegeräte mit zusammen maximal 16 Eingängen einzusetzen.

Durch eine Änderung der Schaltung wird die Inkrementsteuerung P3ESI zur reinen Impulzzähleinrichtung. In dieser ist die Teiladresse fest verdrahtet, so daß bei der Ansteuerung des ASP immer die gleiche Zelle beaufschlagt wird. Die Anforderungen vom Experiment her werden als Zählimpulse aufgefaßt und stoßen damit direkt die Erhöhung des Inhalts der angesteuerten Zelle um eins an. Mit dieser Einrichtung wirkt der Prozeßrechner wie ein schneller Impulzzähler.

Jede der hier genannten Steuerungen (für Ein- oder Ausgabe) belegt am Rechner eine eigene Schnellkanalnahtstelle, also einen Programm- und einen Datenkanal.

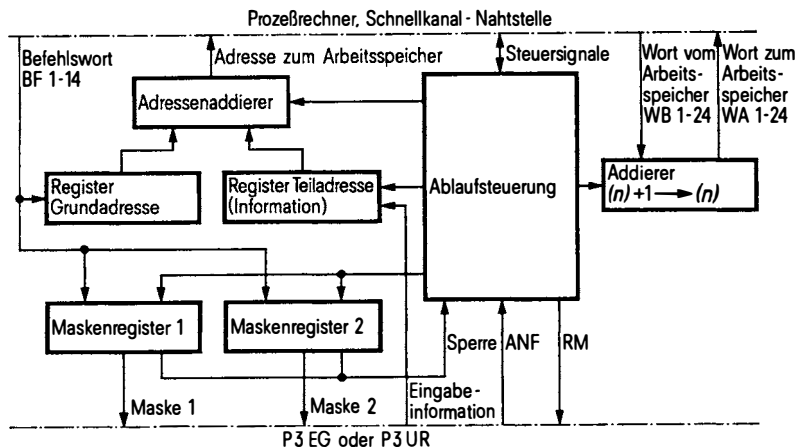


Bild 59
Blockschaltbild der Inkrementsteuerung P3ESI

In bestimmten Fällen kann der Aufwand an Nahtstellen reduziert werden. Dies erreichte man vor der Entwicklung der Elementsteuerung P3KS durch eine *kombinierte Ein-Ausgabesteuerung P3KSA*. Sie belegt nur einen Schnellkanal und kann *halbduplex* Eingabe- und Ausgabeoperationen ausführen.

Anmerkung

Halbduplex bedeutet, daß erst nach einer vollständig abgewickelten Eingabe eine Ausgabe folgen kann und umgekehrt. Es ist also keine Simultanarbeit wie mit der Steuerung P3KS möglich.

Die Steuerung P3KSA besitzt geräteseitig einen Ein- und einen Ausgang für 24-Bit-Wörter und läßt an diesen den Anschluß von einem (bei Kettung zwei) P3EG und einem (bei Kettung zwei) P3AG zu. Sie reagiert auf Anforderungen vom Experiment her, unterscheidet aber keine Priorität zwischen Ein- und Ausgabe. Die Anforderung, die zuerst gestellt wird, wird ausgeführt.

Der wesentliche Unterschied zur Elementsteuerung P3KS liegt darin, daß die P3KSA nicht nur fremdgesteuert, sondern auch *fremdadressiert* arbeitet. Das Experimentiergerät gibt von sich aus an, wohin die

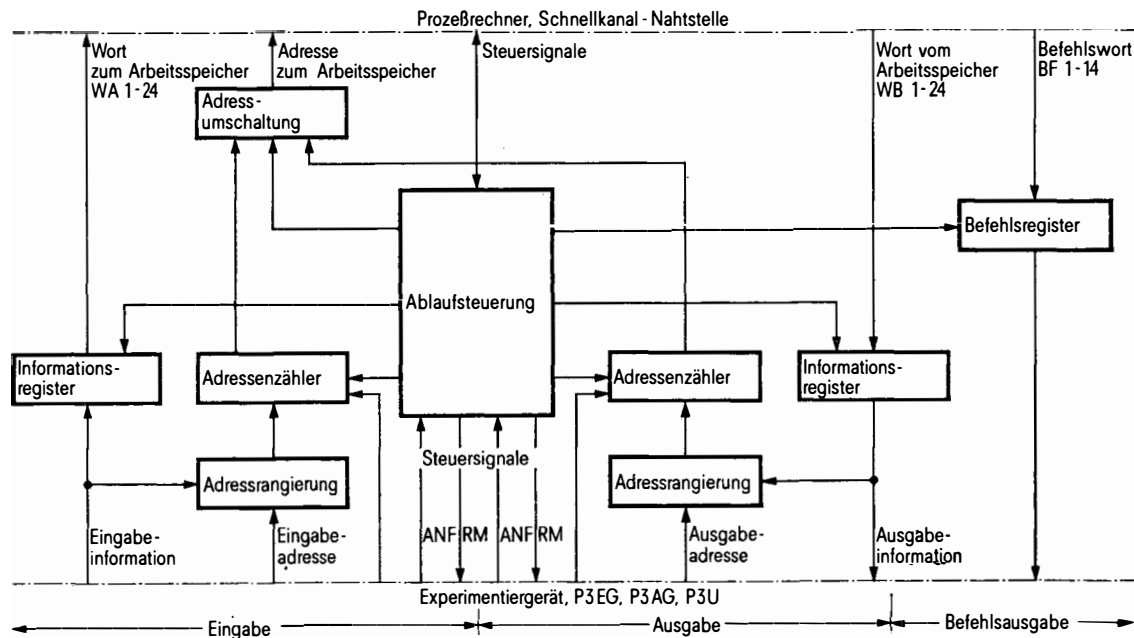


Bild 60
 Blockschaltbild der Ein-Ausgabesteuerung P3KSA

Information bei der Eingabe in den ASP geschrieben werden soll, bzw. woher sie zu holen ist. Diese Adresse wird zunächst über einen Programmkanal von der ZE über die Steuerung P3KSA zum Experimentiergerät durchgeschaltet (Bild 60) und von diesem in der Weise, die die Betriebsart vorschreibt, der Elementsteuerung zur Adressierung des ASP zur Verfügung gestellt.

Diese Betriebsarten sind möglich:

- Das Experimentiergerät trägt die ASP-Adresse direkt in ein Adreßregister der Steuerung ein, um mit ihr die Ein- oder Ausgabe zu veranlassen.
- Die ASP-Adresse kann Bestandteil der Information sein, die eingegeben wird, und muß für die ASP-Ansteuerung „herausrangiert“ werden.
- Die ASP-Anfangsadresse eines Datenblocks wird vom Experimentiergerät vorgegeben, und die Folgeadressen stellt der Adreßzähler in der P3KSA durch Einsaddition nach jedem Transfer selbst her.

Die bisher behandelten Einrichtungen müssen (wie Bild 55 zeigt) räumlich relativ nahe beieinander aufgestellt sein, um gut zusammenarbeiten zu können. Wenn die Informationen aus Entfernungen bis 1000 m herbeizuholen sind, setzt man *Übertragungseinrichtungen P3U* ein. Sie bestehen aus dem Sendegerät P3UT (transmitter) und dem Empfängergerät P3UR (receiver) oder einer Sender-Empfänger-Kombination P3UK an beiden Enden der Übertragungsstrecke.

Jede Strecke benötigt einen Sender und einen Empfänger. Sind mehrere Übertragungsstrecken parallel anzuordnen, hängt es von der Verkehrsrichtung ab, wie man die erforderlichen Geräte konstruktiv unterbringt.

Der Sender P3UT kann maximal zwei Sendeeinheiten, der Empfänger P3UR maximal zwei Empfängereinheiten enthalten.

Die Kombination P3UK kann mit einem Sender und einem Empfänger oder nur mit einem Sender bzw. Empfänger ausgestattet sein.

Zwischen Sender und Empfänger ist ein 14paariges Breitbandkabel oder ein gleichwertiges Koaxialkabel zu verlegen. Gerätekreise und Kabeladern sind galvanisch getrennt.

Die Übertragungseinrichtung P3U transportiert 24-Bit-Wörter; die Informationen laufen aber byteweise (in 8-Bit-Kombinationen) über die Kabelverbindung und werden erst im Empfänger wieder zu Wörtern

zusammengesetzt. Die nicht durch Informationen belegten Adern des Verbindungskabels tauschen zwischen Sender und Empfänger Einzelsignale aus, die den Beginn der Übertragung (als Synchronisierung), das Zusammensetzen der Bytes, das Sperren des Senders bei „Überlauf“ des Empfängers und ähnliches betreffen.

Die P3U-Geräte übertragen nur Informationen und Masken, erfüllen also sozusagen die Funktion eines Datenkanals. Dadurch können sie Steuerungen mit Ein- oder Ausgabegeräten oder Experimentiergeräten, und auch Ein- oder Ausgabegeräte mit Experimentiergeräten verbinden (Bild 55). Die höchst erreichbare Datenrate ist hier 250 000 Wörter/s. Zwischen den P3U-Geräten verläuft aber kein „Programmkanal“. Dadurch ist es nicht möglich, Befehle zu übertragen, die in nachgeschalteten Steuerungen Datentransporte oder ähnliches veranlassen. Somit kann auch zwischen der Elementsteuerung P3KS und einer Gerätesteuerung keine Fernverbindung mit P3U-Einheiten aufgebaut werden.

Die Überwachung der Informationsübertragung geschieht generell mit Paritybits. Bei der wortweisen Übertragung vom Gerät zur Steuerung wird das Paritybit über 24 Informationsbits gebildet; die Übertragung der Bytes zwischen P3U-Geräten beaufsichtigt man durch eine Paritätskontrolle über acht bit, die auf der Empfangsseite zu einer Gesamtparität über das ganze Wort ausgeweitet wird. Die Steuerung leitet aus einem Paritätsfehler eine Meldung für die ZE ab, die wie bei anderen Elementsteuerungen weitergegeben wird.

Es ist noch nachzutragen, daß Eingaben nach zwei Arten organisiert sein können. Läuft der Abtaster im Eingabegerät sofort nach Eintreffen der ersten Anforderung an, so spricht man von *ereignisgesteuerter Eingabe*. Durch Markierungen in dem Ausgabewort, das eine Maske enthält, kann aber auch festgelegt werden, daß mehrere Anforderungen eingetroffen sein müssen, bevor der Abtaster gestartet wird; diese Betriebsart nennt man dann *datenreduziert*. Die Auswahl dieser Arbeitsweisen trifft der Programmierer durch das Programm.

6.3. Anwendung

Die Prozeßelementsteuerungen P3KS300 und P4KS lassen sich durch die Programmierung auf Wechsel- und Einzelpufferbetrieb einstellen. Der Programmierer benützt wie bei den anderen EXE Makroaufrufe, durch die Befehlsfolgen im Organisationsprogramm angesprochen werden, die dieses ausgibt. Da die Elementsteuerung oft als Grundsteuerung vor eine Gerätesteuerung geschaltet ist, enthalten die Befehle Parameter für die Element- und für die Gerätesteuerung. Dies zeigt das

Beispiel des Externspeichers, der mit einer Grundsteuerung P3KS betrieben wird. In der Befehlsgruppe für einen Datentransfer müssen hier nicht nur die Angaben für den Verkehr mit dem ASP, sondern auch die für das Auffinden des Datenortes auf dem Externspeicher enthalten sein. Die Adressierung des externen Speicherplatzes richtet sich aber an die Gerätesteuerung.

Für die Elementsteuerungen wurde festgelegt:

Alle Anweisungen an sie beginnen mit Befehlen EA0 bis EA3; ihnen folgen Versorgungsbefehle EV0 bis EV4;

Parameter für externe Geräteanschlaltungen sind in Versorgungsbefehlen EV5 bis EV7 enthalten;

Befehlsgruppen, die nur an eine Gerätesteuerung gerichtet sind, können mit Auswahlbefehlen EA0 bis EA7 beginnen (siehe Bd. 1, S. 74, 75).

Die vereinheitlichte Nahtstelle zwischen Elementsteuerung P3KS bzw. P4KS und einer Gerätesteuerung übergibt auf dem Programmkanal eine 20-Bit-Kombination, die alle wesentlichen Teile des einleitenden EA-Befehls und des letzten, an die Gerätesteuerung gerichteten EV-Befehls aufweist. Mit Rücksicht auf die unterschiedliche Struktur der ASP-Nahtstelle einer ZE 301, einer Schnellkanal-Nahtstelle der ZE 304 bis 306 und einer Standardkanal-Nahtstelle der ZE 302 bis 306 müssen die von den Zentraleinheiten ausgegebenen Befehle in den einzelnen Bitstellen auch unterschiedliche Sinnzuordnungen haben. Deshalb gruppieren die P3/P4-Steuerungen diese Bitkombinationen in die an der geräteseitigen Nahtstelle geforderte Form um, so daß alle Gerätesteuerungen mit derselben Befehlsstruktur konfrontiert werden.

Eine Befehlsfolge an einen externen Speicher, der eine P3-Elementsteuerung besitzt und Daten eingeben soll, lautet:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
E	Kanal-Nr.											PU-Bit								1	0	1	0	0	1					
EVa	ANFADR Puffer A																		1	1	0	0	0	0						
EVb	Wortanzahl Puffer A																		1	1	0	0	0	1						
EVc	Zylinder-, Kopf-, Sektor-Nr.																		1	1	0	1	0	1						

Aus diesen Befehlen entnimmt die Elementsteuerung den Adreßteil des EVa-Befehls für den Adreßzähler, den Adreßteil des EVb-Befehls für den Blocklängenzähler (und eventuell die Lage des Anzeigebits für eine Fehlermeldung aus dem EA-Befehl, siehe Abschnitt 8). Der Operations-

teil des EA-Befehls, Bitstelle 22 bis 24, enthält den Hinweis, daß mit dieser Befehlsfolge eine Eingabe vorbereitet wird. Die Bitstellen 22 bis 24 in den Befehlen EVa und EVb sprechen die Register bzw. Zähler in der Steuerung P3KS an und stellen somit die Weiche für den Weg der Verarbeitungsparameter.

Der EVc-Befehl ist demgegenüber ausschließlich an die Gerätesteuerung gerichtet. Er enthält in diesem Fall die Spur- und Sektoradresse auf dem externen Speicher und bei einem Ansteuern des Plattenspeichers PSP301 im Operationsteil, Bit 22 bis 24, den Hinweis auf den ausgewählten Plattenstapel.

An der Nahtstelle zur Gerätesteuerung steht am Programmkanal folgendes Befehlswort an:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	Adreßteil des EVc - Befehls														OPT-EA		OPT-EV							
also:	Zylinder-, Kopf-, Sektor-Nr.														0	0	1	1	0	1	.	.	.	.

Es zeigt die Datenadresse in Bitstelle 1 bis 14, den Operationsteil des EA-Befehls in Bitstelle 15 bis 17 zur Kennzeichnung der Verkehrsrichtung und den Operationsteil des EVc-Befehls in Bitstelle 18 bis 20 zur Kennzeichnung des Speicherteils; dazu gehören sogenannte Übernahmeimpulse. Diese stellen Adressen dar, die dafür sorgen, daß der Inhalt der Bitstellen 1 bis 14 in der Gerätesteuerung in das oder die richtige(n) Register kommt. Ihre Besetzung wird aus dem Operationsteil des EVc-Befehls kombiniert. Das letzte Signalbit macht die Gerätesteuerung darauf aufmerksam, daß ein Befehl für sie bereitsteht.

Bei Wechselpufferbetrieb stehen in den Befehlen der Befehlsgruppen für den Pufferbereich A und den Pufferbereich B naturgemäß unterschiedliche Angaben. Die vier (oder sechs) beteiligten Register in der Elementsteuerung müssen gezielt mit ihren Parametern versehen werden; hierzu dient der Operationsteil der EV-Befehle. Die oben ausführlich niedergelegten Anweisungen richten sich an die Register des Puffers A. Für den Puffer B steuert den Adreßzähler ein EV2- und den Blocklängenzähler ein EV3-Befehl an.

Aus dem Programm ist also ersichtlich, welche Betriebsart gewählt wird. Der Wechselpufferbetrieb ist dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerungsregister für zwei ASP-Bereiche nacheinander mit Parametern versehen werden, und beide Befehlsgruppen mit dem gleichen EA-Befehl beginnen. Bei Einfachpufferbetrieb bleibt die zweite Befehlsgruppe weg. Soll aber eine Ein- und eine Ausgabe vorbereitet werden, so beginnt

die erste Befehlsgruppe mit einem EA1-Befehl (Bitstelle 22 bis 24 besetzt mit 001) und die zweite mit einem EA2-Befehl. Der Datenaustausch selbst beginnt in allen Fällen erst auf die Anforderung des (Experimentier-)Gerät hin. In der Steuerung eines externen Speichers muß die Anforderung an die P3-Steuerung natürlich simuliert werden.

Die bisher behandelten Befehlsgruppen bezeichnet man als „lang“; sie werden nach Erledigung des Auftrags durch eine BAP abgeschlossen. Bei Wechsellagerbetrieb schaltet die Elementsteuerung mit der Abgabe der BAP die Adressensteuerung auf den anderen Adressenzähler um, während die Programmsteuerung der ZE Gelegenheit hat, das Programm für die Auswertung der Daten in dem gefüllten Puffer zu starten.

Alle anderen Befehlsgruppen, mit denen Meldungen zur Gerätesteuerung gebracht, einzelne Register gesetzt bzw. gelöscht und Masken ausgegeben werden, haben nur die normale Übernahmequittierung an der Rechnernetzstelle zur Folge. Sie werden „kurze“ Befehle genannt.

Die Ein- und Ausgabesteuerungen werden analog zu der Elementsteuerung versorgt. Wie schon mehrfach erwähnt, erkennt man aus dem Aufbau einer Steuerung in groben Zügen auch die für das Anlaufen der Geräte notwendigen Befehle. Die Steuerungen P3ESN, P3AS und P3KS erhalten die Anweisungen für Wechsel- und Einfachlagerbetrieb. Der Inkrementsteuerung P3ESI muß die Grundadresse mitgeteilt werden, von der ab die Zählzellen im ASP stehen; hier muß der Programmierer natürlich wissen, wieviele Zellen für das Experiment benötigt werden, damit er den Bereich in der richtigen Größe reserviert. Für die Ein-Ausgabesteuerung P3KSA ist schließlich — bei entsprechender Wahl der Betriebsart — die Adresse vorzubereiten, unter der das Experimentiergerät seine Informationen ablegen soll oder von der ab Informationen einzuschreiben sind. Bei einer automatischen Hochrechnung der Adressen muß hier der Programmierer auch den Aufnahmepuffer im ASP groß genug wählen.

Im Ein- und im Ausgabekanal einer P3-Steuerung ist jeweils eine Zeitstufe eingebaut, die normalerweise auf etwa 1,4 s Ablaufzeit eingestellt ist. Sie wird durch eine eigene Befehlsgruppe angeworfen und überwacht nun bei Bedarf, ob in der vorgegebenen Zeit Anforderungen für den Datenverkehr vom Experiment eintreffen. Läuft die Zeit ohne das Einlaufen einer Anforderung ab, gibt die Elementsteuerung mit der Anzeige der Zeitüberschreitung eine BAP an die ZE. Da die Zeitstufen bei jedem Datentransport zurückgestellt werden, weist ihre Meldung auch auf Lücken im Transfer hin.

7. Kopplung von Rechnern

7.1. Grundsätzliche Lösungen

Für die Kopplung von Rechnern gibt es zwei wesentliche Gründe:

- Zum einen erhöht sich die Verfügbarkeit eines als Automatik eingesetzten Prozeßrechners wesentlich, wenn man eine vollständige Ersatzanlage parallel anordnet und diese über das Prozeßgeschehen laufend informiert, damit der zweite Prozeßrechner sofort bei Ausfall des prozeßführenden Rechners an dessen Stelle treten kann (Bild 61);
- zum anderen benötigen Rechner mit unterschiedlichen Aufgabenbereichen — wie der Prozeßrechner und der Rechner für betriebswirtschaftliche Aufgaben einer Fabrik, der Betriebsrechner — immer wieder Daten, die der Partner ermittelt hat oder die von gemeinsamer Bedeutung sind. Diese Daten müßte das Bedienungspersonal jeweils über Lochkarten oder Lochstreifen eingeben. Koppelt man beide Rechner zu einem hierarchischen System, so erfolgt die Informationsübergabe automatisch und ohne „Mißverständnisse“.

Für die Zukunft kann man wohl auch die Kopplung von Prozeßrechnern zu Automatikhierarchien erwarten, wenn man sich bei umfangreichen industriellen Prozessen zu dem Aufbau von dezentralen Großautomaten entschließt. Diese Rechner müssen einander die Materialdaten, Standortangaben, Verarbeitungshinweise und sonstige Mitteilungen weiterreichen, damit die Arbeitsgänge der Prozeßmaschinen und Rechner nahtlos ineinandergreifen können.

Zur Erhöhung der Verfügbarkeit gibt es verschiedene Konzepte. Die aufwendigste Lösung ist der *Standby-Betrieb*. Hierbei ist ein Prozeßrechner immer der vollwertige Ersatz für den anderen und steht als „stille Reserve“ bereit. Beide Rechner werden ständig mit den Betriebsdaten und den im Augenblick notwendigen Programmen versorgt und laufen als gleichrangige Einheiten parallel. Doch führt nur einer von beiden durch aktive Eingriffe den Prozeß. Fällt dieser Rechner aus, schaltet eine Überwachungseinheit die Steuerleitungen und die sonstigen betriebswichtigen Verbindungen zum Prozeß auf den zweiten Rechner um. Dieser kann meistens unmittelbar nach der Umschaltung die Prozeßführung übernehmen. Sind die Unstimmigkeiten in der abgeschalteten Rechneranlage behoben, wird diese wieder mit den

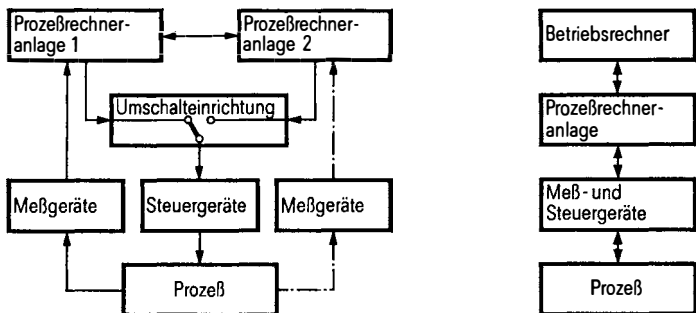


Bild 61

Rechnerkopplung für höhere Verfügbarkeit und für hierarchische Zusammenarbeit

aktuellen Daten und Programmen versehen und geht in den Reservebetrieb über.

In welchem Umfang die Rechnerperipheriegeräte und die Automatisierungsmittel in der Prozeßanlage doppelt vorhanden sein müssen, ist nicht generell festlegbar. Einen Teil dieser Einrichtungen wird man — zur Verringerung des Aufwands — zu den umschaltbaren Anlagenteilen zählen.

Wenn dem zweiten Rechner eigene Aufgaben übertragen werden, die er normalerweise abzuwickeln hat, läßt sich die Doppelrechneranlage besser ausnützen. Der Begriff *Master-Slave-Konfiguration* gehört zu einem Arrangement, in dem ein Prozeßrechner wie üblich den Prozeß führt und der angekoppelte Rechner Hintergrundprogramme (*off-line-Aufgaben*) abwickelt. Der zweite Rechner wird hierbei vom ersten routinemäßig mit den aktuellen Informationen versorgt, im übrigen erledigt er aber die ihm zugewiesenen Arbeiten. Diese müssen so ausgewählt sein, daß sie jederzeit unterbrochen werden können. Bei Ausfall des prozeßführenden Rechners legt die Überwachungseinrichtung die für die Leitung des Prozesses notwendigen Verbindungen auf den zweiten Rechner um; dieser stellt sofort seine eigenen Programme zurück und erfüllt nur noch die Prozeßaufgaben. Ist der erste Rechner wieder betriebsbereit, erhält er vom zweiten die gültigen Prozeßwerte — eventuell mit den dazugehörigen Programmen — und übernimmt wieder die Prozeßleitung. Damit kann der zweite Rechner seinem eigentlichen Auftrag nachkommen.

Üblicherweise ist der Rechner für die Prozeßleitung als *Slave* und der Ersatzrechner als *Master* definiert. Der Slave tritt nicht als Hilfe für den Master auf, wenn dieser seine Arbeit einmal unterbrechen muß. Dadurch unterscheidet sich dieses Zweirechnersystem beträchtlich vom Standby-Betrieb. Folglich richtet sich auch die Auswahl der Peripheriegeräte, die doppelt vorhanden sein müssen, nach anderen Gesichtspunkten.

Der Aufbau einer *Rechnerhierarchie* kann andersartige Forderungen erfüllen. Hier hat jeder Rechner einen bestimmten Aufgabenkreis, mit dem der andere nicht in Beziehung gebracht wird, den er auch in vielen Fällen gar nicht übernehmen kann. Nur der Prozeßrechner hat über seine externen Elemente Kontakt zu der Prozeßanlage. Ist er mit einem Betriebsrechner gekoppelt, so gibt er an diesen besonders ausgewählte, aussagekräftige Daten ab, die in der Materialwirtschaft, in der Kostenermittlung oder in der Abrechnung benötigt werden. Ist der betrachtete Rechner dagegen mit einem anderen Prozeßrechner zusammengeschaltet, tauscht er mit diesem bevorzugt technische Informationen über den Prozeßablauf aus. In einer Hierarchie arbeiten also Rechner mit eigenen, nicht austauschbaren Aufgabenbereichen zusammen; im Fehlerfall können sie nicht füreinander einspringen.

Das Koppeln von Rechnern dient also selten dazu, die Hardware-Eigenschaften einer Zentraleinheit zu verbessern oder ihr ausnützbare Arbeitsvolumen zu vergrößern; es zielt meistens auf eine Erweiterung des aufgabenbedingten Spielraums von mindestens zwei ZE, die sich darüber hinaus noch gegenseitig nach ihren Möglichkeiten ergänzen (und sich nur im Extremfall vollwertig ersetzen). Hierfür ist in dem Umfang, in dem die ZE zusammenarbeiten sollen, die Software beider Rechneranlagen aufeinander abzustimmen; sie bildet das eigentliche Bindeglied. Die Hardwareausrüstung schafft nur die Voraussetzungen, stellt aber gleichzeitig durch die Eigenschaften der ZE und der Koppel-elemente gewisse Bedingungen an die Handhabung der gesamten Einrichtungen.

Die Überlegungen, die zu einem Rechnerzusammenschluß führen, die die Auswahl geeigneter Geräte betreffen und die man schließlich für die Erarbeitung der Programme anstellen muß, nehmen einen weiten Raum ein. Hier soll nur der Teil behandelt werden, der sich mit den durch das Gerätespektrum des Siemens-Systems 300 gegebenen Möglichkeiten befaßt. Dazu gehören einige grundlegende Tatsachen aus der Zusammenarbeit von Zentraleinheiten. Fernmeldetechnische Gesichtspunkte werden nur oberflächlich berührt; ihre Bedeutung wird nur durch einige Hinweise hervorgehoben.

Es bleibt noch zu erwähnen, daß die allgemeinen Anleitungen für den Aufbau einer Rechnerkopplung keine für alle Projekte verbindlichen Richtlinien sein sollen. Es gibt bis jetzt noch zu wenige ausgeführte Anlagen, als daß man aus den gemachten Erfahrungen ein generell gültiges Schema ableiten könnte. So beschränken sich die folgenden Erläuterungen auf in der Praxis bewährte Gerätekombinationen.

Die allgemeinen Erörterungen über die Zusammenarbeit einer Zentraleinheit mit einem externen Element haben gezeigt, daß das EXE als selbständige Einheit so unabhängig wie möglich von der ZE bleiben muß, damit auf beiden Seiten die größtmögliche Effektivität erreicht wird. Das Glied zur Verknüpfung der getrennten Arbeitsbereiche ist die Elementsteuerung. Deshalb benötigt jedes EXE eine derartige Einrichtung.

Wenn zwei Rechner gekoppelt werden sollen, ist jeder für den anderen ein „Externes Element“. So braucht jede ZE eine getrennt aufgestellte Elementsteuerung, die den Arbeitsspeicherplatz für den Datenverkehr verwaltet und den Informationsaustausch überwacht. Die Verständigung mit der anderen ZE ist Angelegenheit der Steuerungen.

Bei den meisten Kopplungsarten baut der Rechner die Verbindung auf, der eine Ausgabe beabsichtigt. In Bild 62 soll das die DVA 1 sein. Sie gibt an die Steuerung 1 eine Befehlsgruppe, die wie üblich den Datenort im eigenen ASP und die Blocklänge — mindestens aber die für die verwendete Steuerung eigentümlichen Parameter — enthält. Daraufhin stößt die Steuerung 1 die Steuerung 2 an, damit diese (mit einer BAP) bei ihrer ZE die programmierten Angaben für einen Datenverkehr mit der DVA 1 anfordert. Die DVA 2 setzt die verlangten Befehle mit der Anfangsadresse des Eingabepuffers und der Pufferlänge ab, und die Steuerung 2 gibt nach dem Laden ihrer Register ein Fertigsignal an die Steuerung 1. Diese beginnt nun mit der Übertragung, indem sie die erste Information mit cycle stealing aus dem ASP ihrer DVA holt und selbst zwischenspeichert oder an den Speicher der korrespondierenden Steuerung weitergibt. Steuerung 2 nimmt die Information so schnell wie möglich entgegen und schreibt sie mit cycle stealing in den ASP der DVA 2 ein.

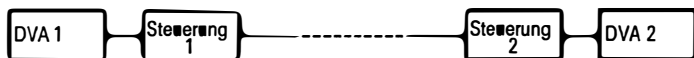


Bild 62
Prinzipschema für eine Rechnerkopplung

Wenn der für die Steuerung 1 zugängliche Zwischenspeicher seine Information abgegeben hat, erhält er sofort die nächste. Bei normalem Ablauf der Datenübertragung ist dann ein Ende erreicht, wenn der Blocklängenzähler in der Steuerung 1 beim Inhalt null angekommen ist. Der (Teil-)Wortzähler der Steuerung 2 sollte zu diesem Zeitpunkt auch eine Fertigmeldung abgeben; diese besteht aus einer BAP. Weitere Daten können erst mit einer neuen Befehlsgruppe aus jeder beteiligten DVA zum Austausch freigegeben werden.

Ist der Eingabebereich in der DVA 2 größer als der Datenblock aus der DVA 1, so hat das keine Bedeutung, da ein Signal der Steuerung 1 an die Steuerung 2 das Ende der Übertragung ankündigt. Gibt dagegen die DVA 1 mehr Daten aus, als die DVA 2 in ihrem Puffer unterbringen kann, dann bricht die Steuerung 2 das Einschreiben bei Erreichen des Pufferendes ab und gibt eine Fehlermeldung aus. Abhängig von der Art der Übertragungsstrecke erhält die Steuerung 1 sofort oder nach Beendigung der Ausgabeoperation Mitteilung von diesem Fehler, der nur auftritt, wenn die Software der beiden Rechner nicht zueinander paßt.

Diese allgemein gehaltene Beschreibung der Datenübermittlung gilt nur in großen Zügen für alle Kopplungsarten. Sie soll hier zeigen, daß neben dem reinen Datentransfer auch noch ein Signalaustausch stattfinden muß, mit dem sich die beteiligten Steuerungen verständigen. Von der Art des Verbindungsweges hängt ab, welche Signale dazu notwendig sind. Bei kurzen Kabelstrecken überbringen eigene Adern die notwendigen Meldungen. Zur Überbrückung größerer Entfernungen benützt man adersparende Übertragungsverfahren, bei denen alle Informationen nach einem besonderen Schema angeordnet werden, auch die für Anruf und Quittierung. Hierbei wird die Verständigung zwischen ZE 1 und ZE 2 in anderer Weise abgewickelt als anfangs beschrieben.

Für die Datenwegüberwachung gibt es Hardware-Einrichtungen oder Formalismen im Datenverkehr. Dasselbe gilt auch für die sogenannte Datensicherung, die Übertragungsfehler feststellt.

7.2. Betriebsbedingungen und Übertragungsverfahren

Die Methode der Datenübermittlung wird durch die erforderliche Datenrate, die Entfernung zwischen den DVA und durch die verwendeten Zentraleinheiten bestimmt; sie legt das notwendige Aufbaumaterial und die Gerätebestückung fest. Für die Auswahl dieser Ausrüstung sind in vielen Fällen die Bedingungen und Vorschriften für die Be-

nutzung der Leitung maßgebend; daraus leitet sich auch die Form der Informationsdarstellung ab. Bei öffentlichen Fernmeldeleitungen ergeben sich andere Anforderungen an den Betreiber als bei betriebsinternen Leitungen; der technische Aufbau der eingesetzten Geräte bestimmt genau die Struktur der zu übertragenden Datenblocks.

Die Form der Informationsübermittlung wird entscheidend von vier Gesichtspunkten beeinflusst: der *Codierung*, dem *Übertragungsverfahren*, der *Verkehrsart* und der *Datensicherung*.

Als Elementsteuerungen mit zusätzlichen Funktionen beim Datenverkehr stehen folgende Einheiten zur Verfügung:

- Die Datenaustauschsteuerung DAST, bestehend aus je einem Element für kombinierten Betrieb DAK für jede ZE.
- Fernschreibelemente FSK mit einem Koppelbaustein.
- Prozeßelemente P2K mit zwischengeschalteten Gleichstrom-Datenübertragungsgeräten für Niedrigpegel GDN.
- Prozeßelemente P2K mit zwischengeschalteten Modems für Modulation und Demodulation der Übertragungszeichen.
- Elementsteuerungen P3KS.

Verwendbar sind auch Fernschreibelemente FSK mit Telegraphie-Austauscheinheiten D—AE, Fernschaltgeräten D200S oder GDN, auf die aber nicht näher eingegangen wird, weil sie für die Kopplung von Prozeßrechnern noch keine Bedeutung erlangt haben. Ebenso wäre eine Primitivlösung unter Einsatz von Prozeßelementen P1K mit Digitalaus- und -eingaben denkbar; diese ist aber sehr langsam und mit den genannten, leistungsfähigen Rechnerkopplungen nicht zu vergleichen.

Mit der Behandlung der Hardware-Einrichtungen wird im folgenden auch die Form der Datenübertragung verknüpft.

Die *Codierung* der zu übermittelnden Daten hängt meistens von der Wahl der Elementsteuerung ab. Der Transport der Daten kann mit beachtlichen Laufzeiten verbunden sein; deshalb wählt man nach Möglichkeit ein Verfahren, das den Interncode der ZE benützt und damit keine Umcodierung erfordert. Hierfür sind die Daten aber bitparallel darzustellen, wofür genügend Kabeladern zur Verfügung stehen müssen. Die überbrückbaren Entfernungen liegen dann bei maximal 30 m. Größere Entfernungen zwischen den beteiligten externen Steuerungen fordern eine bitserielle Übermittlung der Daten; diese werden dann nach einem CCITT- oder ISO-7-Code (vergleichbar dem ASCII-Code) verschlüsselt.

Anmerkung

ASCII bedeutet american standard code for information interchange,
ISO bedeutet international organization for standardization.

Mit der Wahl der Codierung ist die Frage der Datensicherung eng verbunden, weil die Fehleranfälligkeit steigt, je weniger Bits oder Zeichenschritte zur Verschlüsselung der Zeichen benützt werden. Der CCITT-Code (5-Schritt-Code) hat praktisch keine Redundanz, da jede Bitkombination ein sinnvolles Zeichen bedeutet. So kann man in jedes Zeichen nur zusätzliche Sicherungselemente einbauen. Der ASCII-Code verschlüsselt die Zeichen mit sieben bit, so daß die durch Störimpulse veränderten Bitfolgen größtenteils ohne Schwierigkeiten aussortiert werden können; man bedient sich nämlich nur eines Teils der möglichen 128 Bitkonstellationen; der Rest ergibt keinen Sinn.

Wie schon erwähnt, schlüsselt das FSK jedes Zeichen durch Hardwareoperationen um. Diese Methode ist auf die Übertragung von alphanumerischen Zeichen zugeschnitten, wobei die Steuerzeichen für eine Blattschreiber-Gerätesteuerung bei der Eingabe in einer ZE unterdrückt werden. Die Zusammenschaltung von Prozeßrechnern dient aber bevorzugt dazu, Bitmuster beliebigen Inhalts auszutauschen. Diese Maschinenwörter werden zum Transport über einen Standardkanal in Teilwörter unterteilt; bei der Umschlüsselung wird das FSK auch *Steuerzeichen* erkennen, die die korrespondierende Steuerung nicht an ihre ZE weitergibt. Das muß natürlich unterbunden werden. Deshalb teilt man in diesem Fall die 24-Bit-Wörter in sechs Vierergruppen, erweitert jede Bitgruppe mit zwei Nullsignalen auf sechs bit und erhält so Buchstabenverschlüsselungen, die auf jeden Fall übertragbare CCITT-Code-Zeichen ergeben. Die weiterzuleitenden Bitkombinationen wandelt ein Programm — vor der Bereitstellung des Datenblocks zum Transfer — in die notwendige Form um. Dieses Verfahren ähnelt dem, das bei der Ausgabe von Bitmustern auf Lochstreifen angewandt wird. Das P2K besitzt mit dem *Synchronpuffer P2SP* eine Einrichtung, die in ähnlicher Weise wie das FSK Codeprozeduren durch Hardware-Einrichtungen ausführt. Die Elementsteuerung schlüsselt die Zeichen des Übertragungstextes mit einer gesonderten Tabelle im ORG-Bereich des Arbeitsspeichers nach dem ASCII-Code um. Zusätzlich werden aber noch Steuerzeichen für die Einhaltung des Übertragungsformalismus erzeugt, die jedem Informationsblock auf der Strecke zwischen den beiden P2K den Charakter eines formatierten Datenblocks geben. (Man vergleiche hierzu die Formatierung eines Plattenspeicherinhalts, S. 80).

Für den Datenverkehr zwischen einem EXE und der ZE kommen Steuerzeichen zur Anwendung, die z. B. die Betriebsbereitschaft des korrespondierenden P2K, den Beginn und das Ende der Text-Sendung, die Bestätigung einer Kenntnisnahme usw. betreffen. Diese Steuerzeichen haben eine typische Bitfolge und müssen immer an bestimmter Stelle im Block der übertragenen Informationen erscheinen. So wird der ausnutzbare Datenblock z. B. immer mit dem Zeichen STX (start of text) angekündigt und mit dem Zeichen ETB (end of block) oder ETX (end of text) abgeschlossen.

In der Regel benützt man bei einer Übertragung *Prozeduren*, in die das P2K selbständig an der richtigen Stelle das richtige Steuerzeichen einsetzt. Diese Zeichen holt es sich aus einer Tabelle, die sich im ASP an die Codetabelle anschließt. Jede Prozedur wird mit einer charakteristischen Befehlsgruppe aus der sendenden ZE eingeleitet.

Bei der Koppelung von DVA unterschiedlicher Familien über verschiedenartige Elementsteuerungen — also bei der Zusammenschaltung eines Rechners des Systems 300 und seines P2K mit einem fremden Rechner und seiner Steuerung — müssen die Steuerzeichen eventuell gesondert vereinbart werden; manchmal sind auch die ganzen Prozeduren umzustellen. Man muß dann eine eigene Liste für die Steuerzeichen in das Anwenderprogramm aufnehmen und gegebenenfalls zusätzliche Software-Operationen vorsehen. In solchen Fällen stimmen meistens auch die Codes der Zentraleinheiten nicht überein, so daß die Vorbereitung des Übertragungstextes auch eine Umschlüsselung umfaßt.

Das *Übertragungsverfahren* wird jeweils durch die Geräteausrüstung bestimmt. Werden Rechner der Familie 300, die zusammenarbeiten sollen, im gleichen Raum oder in geringer Entfernung voneinander aufgestellt, so empfiehlt sich die Verwendung der *Datenaustauschsteuerung DAST* (Bild 63).

Die DAST ist eine Einheit aus Prints, die wegen der erforderlichen Stromschienen einen eigenen Schrank benötigt. Sie belegt an jeder ZE einen Standardkanal und erlaubt einen bitparallelen Wortwertaustausch. Die DAST besteht aus zwei Elementen DAK. In jedem DAK befinden



Bild 63

Blockschema einer Rechnerkopplung mit einer DAST

sich ein Adreßzähler, ein Teilwort-(Blocklängen-)Zähler und eine Ablaufsteuerung mit den Einrichtungen für die Befehlsdecodierung und die Meldungsweitergabe. Außerdem erhält jedes DAK den Zwischenspeicher für das Teilwort, das vom anderen DAK aus dessen ZE abgeholt worden ist. Jedes Datenaustauschelement liest also mit cycle stealing ein Teilwort aus dem ASP des zu ihm gehörenden Rechners und bringt dieses in das Zwischenregister des anderen DAK, von wo es mit cycle stealing in den ASP des empfangenden Rechners eingeschrieben wird. Das nächste Zeichen kann geholt werden, wenn das vorhergehende seinen Zielort erreicht hat.

Zwischen der Datenaustauschsteuerung DAST und jeder ZE liegen die beiden 31adrigen Kabel für den Programm- und den Datenkanal. In ihnen läuft neben dem Befehls-, dem Adressen- und dem Teilwortaustausch auch der Signalverkehr ab, der jeden Datentransport begleitet. Die maximale Datenrate beträgt 54 000 Zeichen/s in beiden Verkehrsrichtungen.

Jede begonnene Übertragung wird beendet, bevor eine weitere, z. B. in der Gegenrichtung, begonnen werden kann. Eine Priorität unter den Verkehrsrichtungen gibt es nicht. Die zuerst angemeldete Operation wird ausgeführt; die Anmeldung der zweiten steht zurück. Dabei ist das Signal, das von dem einen DAK zum anderen gegeben wird, das Kriterium für den Anstoß des beabsichtigten Datenaustausches.

Die DAST kann in einer besonderen Ausführung auch zur Kopplung von einem Rechner des Systems 300 mit einer DVA der Familie 4004 eingesetzt werden. Dazu müssen nicht nur die Nahtstellen übereinstimmen; auch die Informationscodierung muß abgesprochen werden, damit die Datenverarbeitungsanlagen korrespondieren können.

Der Einsatz des *Fernschreibelements* FSK für die Rechnerkopplung empfiehlt sich dort, wo eine der Steuerungen schon vorhanden ist und anderen Zwecken dient (Bild 64).

Das FSK belegt einen Standardkanal des Prozeßrechners und hat — wie bekannt — vier Teilkanäle, die mit einem scanner abgetastet wer-



Bild 64
Blackschema einer Rechnerkopplung mit FSK

den. Im Zusammenhang mit der Erklärung des Blattschreibers wurde bereits darauf eingegangen. Hier ist noch anzuführen, daß man die Übertragungsgeschwindigkeit durch bitparallelen Datenverkehr erhöht, um eine Datenrate von maximal 500 Zeichen/s zu erreichen. Die Umschlüsselungsautomatik, die im Geräteaufbau festliegt, ist trotz der parallelen Zeichendarstellung wirksam und muß bei Zeitbetrachtungen berücksichtigt werden. Gravierender ist der Transfer von Bitmustern, da der Zeitbedarf für die programmierte Aufteilung eines 24-Bit-Wortes in 4-Bit-Gruppen, die Ergänzung zu Teilwörtern und die Umcodierung ein Vielfaches der normalen Wortübertragung erreichen kann. Der in die Leitung eingefügte Koppelbaustein wird zweckmäßigerweise im Schrank des einen FSK mit untergebracht. Er enthält eine Kippstufe zur Speicherung der Quittiersignale und Inverter für die zu übertragenden Signale. Wird er außerhalb eines FSK-Schranks montiert, kann seine Entfernung zu jedem FSK maximal 30 m betragen. Der Zusammenschluß geschieht durch 31adriges Kabel. Die Stromversorgung für diesen Baustein ist getrennt vorzusehen.

Die beiden Fernschreibelemente FSK haben in ihren Teilkanälen eigene Teilwortspeicher; deshalb muß das FSK 1 mit dem Nachziehen des nächsten Teilworts nur so lange warten, bis das FSK 2 durch ein Quittungssignal den Empfang des vorher erhaltenen bestätigt. Während das FSK 2 sein Zeichen in den ASP seiner ZE ablegt, holt sich das FSK 1 bereits ein weiteres.

Benützt man in jedem FSK nur einen Teilkanal, so braucht man jeweils nur ein Koppelglied; über dieses ist ein Datenaustausch in beiden Richtungen, aber nicht simultan, möglich. Wie bei der Datenübertragung mit einer DAST wird auf beidseitige Anforderung hin der zuerst angemeldete Block in der einen Richtung und dann der zweite in der anderen Richtung übertragen. Mit zwei Teilkanälen und zwei Koppelgliedern ist gleichzeitig Gegenverkehr auf getrennten Wegen möglich. Doch läßt der Standardkanal zwischen FSK und ZE auf beiden Seiten wieder nur einen abwechselnden Datenaustausch mit dem ASP zu.

Zur Überbrückung größerer Entfernungen (Tabelle 10, S. 207) zwischen den Rechnern setzt man das *Prozeßelement P2K* (Datenfernübertragungssystem 2) ein. Es ist die am besten ausgestattete Elementsteuerung, sie stellt deshalb den größten Aufwand dar (Bild 65).

Das P2K belegt einen Standardkanal des Prozeßrechners und besitzt wie das FSK vier Teilkanäle, die mit einem Scanner abgetastet werden. Die Steuerung P2KS wird zur Datenübertragung mit Teilkanalsteuern P2SP ausgestattet, die einen wechselseitigen, aber nicht gleich-

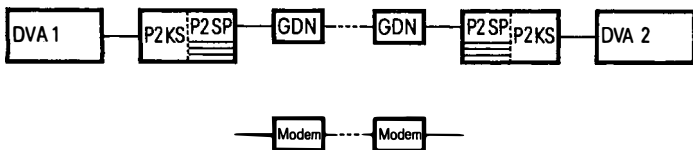


Bild 65
Blockschema einer Rechnerkopplung mit P2K

zeitig in beiden Richtungen ablaufenden Datentransport zulassen. Das FSK und das P2K haben für ihre Arbeitsweise vergleichbare Grundkonzepte; deshalb wird auf eine eingehende Erklärung des inneren Aufbaus eines P2K verzichtet. Sein beachtenswerter Hardwareaufbau gestattet ihm, neben der eigentlichen Informations-Umcodierung auch noch Arbeiten zur Zusammenstellung von Daten-Übertragungseinheiten automatisch auszuführen. Damit entspricht es den Anforderungen des Betriebs auf Fernübertragungsleitungen und wird sehr vielseitig verwendbar.

Der Datenaustausch mit einer anderen Rechneranlage bedeutet für die Sendeseite die Abwicklung einer Prozedur. Dafür gibt es zahlreiche Varianten, von denen hier nur eine als Beispiel näher ausgeführt wird. Eine *Prozedur* ist ein Vorgang in der Datenverarbeitung, der immer wieder in derselben Weise abläuft und einen eigenen schematischen Aufbau besitzt. Für die Datenübertragung besteht die Prozedur in der Regel aus einem Frage- und Antwortspiel zwischen den korrespondierenden Steuerungen; es beginnt mit der Kontaktaufnahme und nach der Textsendung mit einer Empfangsquittierung und schließt mit einem Endezeichen ab, wenn der Datentransport ohne Fehler abgelaufen ist. Die Feststellung von Übertragungsfehlern hat solange eine Anforderung auf Wiederholung des Vorgangs zur Folge, bis ein fehlerloser Empfang erkannt wurde.

Eine normale Textsendung läuft so ab:

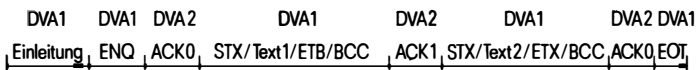


Bild 66
Schema eines Datentransfers mit Steuerungen P2K

Beide Rechner sind durch ein Übertragungssystem verbunden, das auf Leitungs- und Übertragungsfehler überwacht wird. Nach Bild 66 wird in der Einleitungsphase die Verbindung geprüft und ein Gleichlauf der zusammenarbeitenden Steuerungen hergestellt. Es folgt die Anfrage der DVA 1 (ENQ = enquiry), ob DVA 2 zum Datenempfang bereit ist; dies wird von dort bestätigt (ACK = acknowledge). Die Textsendung beginnt mit STX (start of text) und endet mit ETB (end of transmission block) und BCC (block checking character), wobei ETB das Ende des Datenblocks und BCC die Information mit dem Prüfzeichen bedeuten. Das Prüfzeichen wird auf der Sendeseite erzeugt und mit dem Text der Sendung mitgeschickt.

Es ist Aufgabe des Programmierers, den gesamten Informationsumfang, der weitergeleitet werden soll, in leicht zu handhabende Teile zu zerlegen, damit Wiederholungen bei fehlerbehafteten Sendungen nicht zu zeitaufwendig werden. So laufen relativ kurze Texte über die Leitung und werden jeweils von der DVA 2 mit ACK quittiert. Sind alle Daten ordnungsgemäß angekommen und ist ihr Empfang bestätigt worden, schließt die DVA 1 die Übertragung mit EOT (end of transmission) ab. Jede Sendung wird in der ZE 1 in einem Textpuffer des ASP zur Ausgabe vorbereitet und mit einer Befehlsgruppe an die Elementsteuerung angekündigt. Die Befehle an das P2K veranlassen das automatische Frage- und Antwortspiel. Hierzu holt sich die Teilkanalsteuerung im richtigen Augenblick das aktuelle Steuerzeichen aus dem ASP und sendet es; ebenso wertet sie jedes von der Gegenseite empfangene Zeichen in ihren Stromkreisen aus. Die Programmsteuerung in der ZE wird dadurch nicht beansprucht. Da der Text auch nur mit cycle stealing in den Code des Übertragungskanal umgesetzt wird, gleicht das P2K in seiner Arbeitsweise jedem anderen hardwaregesteuerten EXE. Die ZE muß nur die Ausgabe jedes Teilblocks mit einer Befehlsgruppe einleiten; hierzu erhält sie von der Elementsteuerung die Veranlassung durch eine BAP.

Stellt die korrespondierende Rechneranlage dagegen besondere Forderungen an den Ablauf der Textausgabe, so ist es unter Umständen notwendig, die Folge der Steuerzeichen jeweils durch ein Programm zusammenzustellen und damit die Hardwareprozedur durch Softwaremaßnahmen nachzuahmen.

Für die Überbrückung größerer Entfernungen (Tabelle 10, Seite 204) zwischen gekoppelten Rechneranlagen benötigt man Zusatzgeräte, die die Informationen in eine übertragbare Form bringen und die sie in der Gegenstation wieder in die Ausgangsstruktur zurückverwandeln.

Signale kann man über längere Leitungsstrecken weiterleiten und Be-

ginn und Ende hinreichend genau erfassen (Problem der Flankensteilheit), wenn man sie auf niedrige Spannung bei geringem Strom setzt oder auf eine Trägerfrequenz aufmoduliert. Die Reichweite hängt von den Eigenschaften der Leitung und von der Übertragungsgeschwindigkeit ab. Deshalb stehen dem Projektteur von DV-Anlagen unterschiedliche Geräte in standardisierter Ausführung zur Verfügung.

Die Geräte zur *Gleichstromübertragung von Daten mit niedrigem Pegel* GDN ähneln einer Telegraphieausrüstung. Der Sender tastet eine Spannung von etwa 0,3 V im Doppelstromverfahren, d. h. mit positiver und negativer Spannung als Unterschied zwischen 1 und 0, und erfüllt die Anforderungen des CCITT und der Bundespost hinsichtlich des Nebensprechens, der Verzerrungsarmut und der Störbeeinflussung. Mit einer Schrittgeschwindigkeit von 2400 Baud, also 2400 bit/s, können etwa 13 km Leitungsweg sicher überbrückt werden; die Erhöhung auf maximal 4800 Baud verringert diese Strecke auf etwa 7 km.

Jede Geräteeinheit besteht aus einem Sender und einem Empfänger mit vorgeschaltetem Verstärker. Wird eine Zweidrahtverbindung zwischen den Übertragungsgeräten vorgesehen, so sorgt an jedem Ende eine Brückenschaltung für die Aufteilung der Stromwege zwischen Sender bzw. Empfänger und Leitung. Die Transferleistung ist bei dieser Betriebsart niedriger als bei der Benutzung einer Vierdrahtverbindung. Setzt man zwei Adernpaare ein, so liegen die Werte für die zulässigen Leitungslängen um etwa die Hälfte höher.

Man kann zwei Rechner auch über Fernsprechwahlverbindungen zusammenarbeiten lassen. Da über solche Verbindungen bekanntlich nur Wechselströme transportiert werden können, muß man die z. B. von den P2K ausgegebenen (seriellen) Gleichstromschritte durch einen Modulator in Tonfrequenzsignale umwandeln. Der Demodulator der Gegenseite formt diese wieder zurück und gibt Gleichstromschritte an das P2K. Die für diese Vorgänge erforderliche Einrichtung wird als *Modem* bezeichnet. Als Träger werden Frequenzen von 1500 bis 2000 Hz verwendet. Die Übertragungsgeschwindigkeiten sind 600, 1200 oder 2400 Baud. Gebräuchliche Modulationsarten sind Frequenz- und Phasenmodulation. Die leitungsseitige Schnittstelle der P2SP entspricht den Empfehlungen V 24 der CCITT, so daß die von der Bundespost zugelassenen Modems benützt werden können. Die genannten Empfehlungen beschreiben die Art und die Anordnung der Signale, die an der Schnittstelle zwischen Steuerung und Modem ausgetauscht werden.

Die Übertragungsstrecke kann auch hier aus zwei oder vier Adern bestehen.

Bedient man sich zur Kopplung von Rechnern der *Elementsteuerung P3KS*, so muß das Konzept für den Datenverkehr auf die Eigenheiten dieser Steuerungen abgestellt werden. Das Prinzip der Fremdsteuerung, bei dem die mit Parametern versorgte Elementsteuerung durch eine Gerätesteuerung zu einer Tätigkeit aufgefordert werden muß, wurde so modifiziert, daß zu Beginn der Ausgabe vom sendenden Rechner her die Betriebsbereitschaft der Gegenseite abgefragt wird. Die Rückbestätigung der korrespondierenden Steuerung, die vorher die Parameter zur Datensteuerung von ihrem Rechner erhalten hat, läßt den Datenverkehr beginnen.

Die Erklärungen zu der Elementsteuerung P3KS im vorhergehenden Abschnitt sind für die Rechnerkopplung dahingehend zu ergänzen, daß der Transfer des Datenblocks — ähnlich dem mit der Datenaustauschsteuerung DAST — nach dem *Quittungsprinzip* abgewickelt wird. Hier speichert nicht die empfangende, sondern die sendende Steuerung die Information. In der ganzen Übertragungsstrecke ist auch nur ein Zwischenspeicher eingefügt. Folglich darf die nächste Information aus dem sendenden Rechner erst abgeholt werden, wenn die empfangende Steuerung das vorher eingelaufene Wort in den ASP ihres Rechners abgelegt hat. Das Verschwinden des Rückmeldesignals der Steuerung 2 bedeutet für die Steuerung 1 die Freigabe der nächsten Datenanforderung.

Wie üblich wird das Ende der Übertragung durch die Blocklängenzähler festgestellt und mit BAP dem zugehörigen Rechner mitgeteilt. Erreicht der Blocklängenzähler der Steuerung 2 noch nicht null, wenn die Steuerung 1 den Datentransport beendet, so gibt ein Zeitglied nach Überschreitung der eingestellten Zeit eine Meldung ab und die Verbindung wird unterbrochen. Läuft der Blocklängenzähler der Steuerung 2 vor dem der Steuerung 1 auf null, so trifft ein Sperrsignal in der Steuerung 1 ein, das die weitere Datenausgabe unterbindet und zu einer BAP mit Anzeige an den sendenden Rechner führt.

Aus dem Vorstehenden geht hervor, daß es immer möglich ist, zwischen den gekoppelten Rechnern wechselseitig Daten auszutauschen, wenn Steuerungen in genormtem Aufbau verwendet werden. Sieht man also von einer Einwegverbindung für *Simplexverkehr* ab, so gibt es zwei Möglichkeiten für den doppelseitigen Informationsverkehr.

Unter *Halbduplexverkehr* versteht man einen Betrieb, bei dem zwar beide Transferrichtungen eines Verbindungskanals ausgenutzt werden, der Richtungswechsel aber nur nach Abschluß einer vollständig abgewickelten Übertragung erfolgt. Echter Gegenverkehr ist nur auf zwei parallelen Kanälen möglich, auf denen auch die Steuerungen doppel-

spurig aufgebaut sind und die Daten sich nicht „begegnen“ können. Dies nennt man dann *Vollduplexverkehr*.

Kommen bei Halbduplexverkehr von beiden Seiten Anforderungen auf eine Datenübergabe, so wird zuerst die erledigt, die zeitlich früher bei der Gegenseite eingetroffen ist. Kommen die beiden Anforderungen gleichzeitig bei den Steuerungen der Gegenseite an, reagieren diese unterschiedlich darauf.

In der DAST werden die Anforderungssignale so oft wiederholt, bis sie zeitlich auseinanderlaufen; dem wird durch Zeitstufen in der Einrichtung für die Erzeugung dieser Signale nachgeholfen. Die Ablaufzeiten dieser Stufen weichen etwas voneinander ab, so daß die Anforderungen bald nicht mehr im selben Augenblick gestartet werden.

Ähnliches gilt für die Rechnerkopplung durch P2K, weil eine zum Senden vorbereitete Steuerung kein Quittungszeichen für den Empfang (ACK) abgeben kann; so kommt die Verbindung bei der ersten Anforderung zur Entgegennahme von Daten nicht zustande, sondern erst bei einer Wiederholung der unterschiedlich zeitverzögerten Zeichen.

Bei einem Betrieb mit FSK sind softwareseitig Vorkehrungen zu treffen, daß die Anforderungen von beiden Seiten nicht zusammentreffen.

In Verbindungen mit Steuerungen P3K sind in der Regel immer zwei Kanäle für die simultane Ein- und Ausgabe aktionsbereit. Den Engpaß bilden die Leitungen zu den Rechnern, doch können ja in diesen selbst auch nur aufeinanderfolgende Zyklen für den Datenverkehr vom und zum Arbeitsspeicher ausgenutzt werden.

Der Normalfall eines Datenaustauschs zwischen Rechnern ist der Halbduplexverkehr, weil er keinen besonderen Aufwand erfordert. Will man die Steuerungen FSK und P2K für Vollduplexverkehr auf der Verbindungsleitung benutzen, muß man jeweils zwei Teilkanäle zur Übertragung heranziehen.

Beim Datentransfer zwischen zwei Rechnern wird die *Betriebsart* durch die Hardware der Steuerungen festgelegt. Auf längeren Leitungstrecken kann man Informationen synchron oder asynchron übermitteln.

Mit *Synchronbetrieb* bezeichnet man einen Gleichlauf von Sender und Empfänger, der zu Beginn der Übertragung eingestellt und während des Transfers durch geeignete Maßnahmen beibehalten wird. Bei einer Rechnerkopplung mit P2K beginnt jede Prozedur mit dem Aussenden von Synchronisierzeichen, deren Bitfolge so gewählt ist, daß eine Regulierung im Empfänger den eigenen Taktgenerator in die Signal-

folgefrequenz hineinzieht. Dieses Synchronisierzeichen wird drei- oder siebenmal gesendet, so daß zu Beginn der eigentlichen Zeichenausgabe mit Sicherheit Gleichlauf eingestellt ist. Dieser bleibt über die Sendung hinaus noch einige Zeit erhalten, damit Informationen, die kurze Zeit nach Abschluß der Sendung „nachgeschickt“ werden, auch noch ohne viele Umstände richtig aufgenommen werden.

Unter *Asynchronbetrieb* versteht man, daß jedes gesendete Zeichen von sich aus den Takt vorgibt. Nach dem Fernschreibcode besteht es aus einem Anlaufschritt, fünf Zeichenschritten und einem Sperr-(Stop-)schritt. So wird ein FSK beim Empfang des Anlaufschrittes auf die Entgegennahme der Zeichenschritte vorbereitet und durch den Sperrschritt wieder in den Ruhezustand zurückversetzt. Man nennt dieses Verfahren deshalb auch *Start-Stop-Betrieb*.

Diese Betriebsart ist auf die Verwendung von handbetätigten Sendern, die nur in unregelmäßigen Abständen Zeichen senden können, eingestellt. Nur unter besonderen Umständen eignet sie sich zur Rechnerkoppelung, da natürlich viel Zeit für Anlaufen und Stillsetzen des Empfangsteils verbraucht wird; Synchronbetrieb mit dem wesentlich geringeren Zeitaufwand entspricht mehr der Arbeitsweise eines Prozeßrechners.

Überwachung und Sicherung einer geordneten Datenübertragung (*Datensicherung*) haben mehrere bemerkenswerte Aspekte. Betriebsbereitschaft der Verbindungsstrecke, Feststellung eines Rechnerausfalls und Fehlererkennung bei der Übertragung werden in jedem Doppelrechner-system anders gewertet, da der Aufwand für eine perfekte Datensicherung sehr unterschiedlich sein kann; er wird auf die Betriebsbedingungen abgestimmt.

Im Nahbereich zeigt man die Betriebsbereitschaft der Übertragungseinrichtung einschließlich der Kabel durch Dauersignale an; sie bringen auch zum Ausdruck, daß die Stromversorgung der Gegengeräte eingeschaltet ist. Die Datenübertragung über weite Strecken beginnt immer mit der Anfrage, ob der Partner in Ordnung ist; eine Antwort auf diese Rückfrage gibt auch über den Zustand der Verbindung Auskunft. Eine Dauerüberwachung für den Übertragungskanal wäre zusätzlich vorzusehen; sie ist aber bei einer Wählverbindung illusorisch.

Die Aufwendungen für die Leitungsüberwachung sind von der Bedeutung der Aufgabe abhängig, die zu der Rechnerkopplung geführt haben. Ein Standby- oder Master-Slave-Betrieb findet in der Regel im Nahbereich statt, so daß für das Überprüfen der Verbindung trotz umfangreicher Maßnahmen wenig Kosten entstehen. Schwieriger wird

es dann, wenn zwei Prozeßrechner, die z. B. den Transfer auf einer Pipeline steuern, über größere Entfernungen hin verbunden werden müssen. In einem hierarchischen System hingegen dürfte die fehlerbedingte Unterbrechung einer Übertragung keinen wesentlichen Schaden anrichten; die Überprüfung der Leitung durch einen telefonischen Anruf und eine Verständigung über weitere Maßnahmen zwischen den Bedienenden reicht hier aus.

Nicht in jedem Fall müssen zwei korrespondierende Rechner laufend darüber informiert sein, ob ihr Partner selbst arbeitsfähig ist. Im hierarchischen System genügt es, daß das Bedienungspersonal darüber unterrichtet wird, wenn die den Datenverkehr anstoßende Zentraleinheit bei der ersten Signalgabe feststellt, daß die Gegenseite nicht mitarbeiten kann. Dagegen ist es im Ersatzrechnerbetrieb notwendig, den Ausfall der prozeßführenden Anlage sofort zu kennzeichnen. Deshalb wurde für die Kopplung über eine DAST das Konzept für eine *Überwachungs- und Umschalteneinrichtung UEE* entwickelt. Diese muß an jeden Anwendungsfall angepaßt werden. Die UEE belegt einen eigenen Standardkanal an jeder ZE (parallel zum Standardkanal für die DAST) und überprüft die Funktionsfähigkeit der Zentraleinheiten laufend.

In den üblichen Prozeßrechneranlagen gibt der Zeitimpulsgeber des P1K im Abstand von 100 ms einen „Impuls“ an die Universalsteuerung (Bit 1 des Alarmgruppenregisters), die mit PU-Bit und BAP das ORG anspricht. Die Alarmbearbeitung führt dann zu einer Digitalausgabe, die den Zeitwächter zurückstellt und damit beweist, daß das ORG und selbstverständlich die ZE noch in Ordnung sind. Erfolgt diese Quittierung nicht, läuft der Zeitwächter vollends ab und gibt ein Signal. Für den Anwender ist diese Meldung von einem Relaiskontakt am Rangierverteiler des P1K greifbar.

Die UEE enthält einen 100 ms-Impulsgeber, dessen Signal zu der Übergabe eines PU-Bits und einer BAP ausgenutzt wird. Das ORG muß als Quittierung einen Externbefehl (EA2-Befehl) an diesen Standardkanal richten und damit die Zeitstufe der UEE zurückstellen. Trifft diese Quittierung vom prozeßführenden Rechner nicht innerhalb 10 ms ein, gibt die UEE an den Ersatzrechner ein Signal zur Übernahme der Prozeßführung und schaltet die gemeinsamen Peripheriegeräte so um, daß sie nun vom Ersatzrechner aus betrieben werden können.

Die UEE überwacht auch die Laufzeit von Anwenderprogrammen zwischen zwei unterbrechbaren Stellen; die Überschreitung einer Maximalzeit, die von der Prozeßführung bestimmt wird und einstellbar ist, führt zur Umschaltung auf den Ersatzrechner.

Bei anderen Kopplungsverfahren, z. B. mit Fernschreibelementen FSK, nützt man das vom P1K kommende Signal für den Rechnerausfall zu einer Alarmgabe an den anderen Rechner aus. Man kann es auf einen Alarmeingang der Digitaleingabe (ALDE) des Ersatzrechners schalten und damit die Aufnahme der Prozeßführung durch diesen veranlassen. Für das Erkennen von Fehlern bei der Datenübertragung gibt es verschiedene Lösungen. Die übliche Art bei relativ wenig Aufwand ist die Erzeugung, Übertragung und Überprüfung eines *Paritybit* für jedes Wort oder jedes Zeichen (Teilwort). Man kann grundsätzlich auf gerade oder ungerade Parität prüfen; in manchen Fällen liegt jedoch die Art der Parität durch die Zweckmäßigkeit der Auswertungsmethode fest. Parallelübertragungen werden nur bei Geräten des Systems P3 durch Paritybits überwacht; auf kurzen Verbindungsleitungen wird dies sonst nicht praktiziert. Datentransporte über weite Entfernungen, die seriellen Bittransfer abwickeln, benützen dagegen immer mindestens die Paritätskontrolle oder auch weitergehende Vorkehrungen.

Im Asynchronbetrieb läßt sich ein Paritybit leicht an die Zeichenschritte anfügen. Eine andere Art der Datensicherung wird normalerweise nicht benützt. Der Synchronbetrieb kennt mehrere Möglichkeiten, da man jedes Zeichen und zusätzlich die Blocks überprüfen kann. Das Paritybit für jedes Zeichen und je ein Längsparitybit über einen Datenblock für jede Bitposition (vgl. eine Spur auf dem Magnetband) werden für eine *Kreuzparitätsprüfung* zusammengefaßt. Eine Prozedur mit P2K beinhaltet in jedem Datenblock ein Blocksicherungszeichen BCC, das aus den Längsparitybits gebildet wird. Allerdings ist es auch möglich, durch Hardware eine Sicherung der Übertragung mit einem *Zyklischen Code* vorzunehmen. Zu dieser Methode werden Prüfstellen in den Text eingebaut, die mit den Bitstellen der Zeichenfolge nach einem festen Schema zu einem „Codewort“ zusammengesetzt werden. Der Empfänger prüft die Erfüllung der Codevorschrift und erkennt so die fehlerhaften Stellen.

7.3. Anwendung

Aus den Betriebsbedingungen der an einer Rechnerkopplung beteiligten Geräteeinheiten läßt sich jeweils eine günstige Gestaltung der Programme ableiten. Es geht jedoch über den Rahmen dieses Buches hinaus, Probleme, wie den Aufbau der zu übertragenden Texte, die Unterbringung der Programme in beiden Rechnern, die programmtechnische Reaktion auf Übertragungsfehler und auf einen Rechnerausfall

und ähnliche Gesichtspunkte, zu behandeln. Doch dürfen sie bei der Projektierung einer Doppelrechneranlage nicht zu spät untersucht werden.

Jedenfalls ist schon zu Beginn aller technischen Betrachtungen die Fühlungnahme zwischen den Programmierern beider Rechneranlagen wichtig. Von dem Ergebnis kann auch der Hardwareaufwand beeinflusst werden; dies trifft besonders zu, wenn Rechner verschiedener Fabrikate oder Familien zusammenkommen, weil die Nahtstellen zwischen den Systemen nicht ohne Zusätze übereinstimmen.

Auf den Zusammenhang zwischen den Hardwaresignalen und der Anlagensoftware wurde bereits hingewiesen. Der Rechner, der etwas empfangen soll, wird durch die BAP der Steuerung auf die anlaufende Operation aufmerksam gemacht. Da diese Steuerung (mit ihrer typischen Anzeige) nur einen Datenverkehr anmelden kann, macht man von ihrem Signal den Anlauf des Programms abhängig, das die Datenübernahme vorbereitet. In der Regel wird auch nur ein Pufferbereich für die vom anderen Rechner ankommenden Informationen vorgesehen — aus dem man sie dann zur Bearbeitung abholt —, so daß für die Versorgung der Steuerung mit Parametern jeweils dieselben Befehlsgruppen benützt werden können.

Diese Befehlsgruppen richten sich nach dem Aufbau und dem Arbeitskonzept der verwendeten Elementsteuerungen und unterscheiden sich deshalb zum Teil beträchtlich voneinander. Im Folgenden wird die Einleitung einer Ausgabe für die verschiedenen Steuerungen gegenübergestellt.

Die Datenaustauschsteuerung DAST erhält von der ZE folgende Befehle:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
EA	Kanal - Nr.																		1	0	1	.	.	0
EVa	ASP - Anfangsadresse																		1	1	0	.	.	.
EVb	Teilwortanzahl																		1	1	0	.	.	.

Die Bitstelle 24 im EA-Befehl markiert die Ausgabe. Eine Eingabe wird durch die 1 an dieser Stelle gekennzeichnet. Nur dieses Kennbit gelangt in die Ablaufsteuerung des DAK. (Die Stellen 22 und 23 sind ohne Bedeutung.)

Die Ablaufsteuerung der DAST gleicht einem Vielfachshalter, der den „Adreßteil“ der EV-Befehle jeweils den zuständigen Registern zuteilt. Deshalb muß — wie auch bei anderen Steuerungen — die Reihenfolge

der EV-Befehle eingehalten werden. Nach dem Eintreffen des EVb-Befehls gibt das DAK die Aufforderung an das korrespondierende DAK, seinerseits die Versorgungsbefehle von seiner ZE zu verlangen.

Das Fernschreibelement FSK wird mit folgenden Befehlen angesprochen:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24						
EA		Kanal-Nr.																	1	0	1	.	.	.						
EV													TK												1	1	0	.	0	1

Diese Befehle bedeuten — wie schon früher erwähnt — die Freigabe für die Ausgabe. Die Bitstellen 13 und 14 des EV-Befehls enthalten die Nummer des Teilkanals. Auf diese Aufforderung hin holt sich dieser Teilkanal über die durch Hardware eingestellte Adresse aus der speziellen Zelle für die Ausgabe die Anfangsadresse des ASP-Bereichs. Das Ende der Operation ist durch ein Endezeichen im Text markiert. Die Steuerung der Gegenseite erhält die Aufforderung zum Datenaustausch, fordert daraufhin die Befehlsgruppe für die Freigabe der Eingabe an und übernimmt ebenso die entsprechende Anfangsadresse aus dem ASP. Das Ende des Aufnahmepuffers im Arbeitsspeicher muß hier aber mit einem Endezeichen besetzt sein, damit nicht über den Pufferbereich hinausgeschrieben wird.

Die Elementsteuerung P2KS empfängt folgende Befehle:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
EA	Kanal -Nr.																		1	0	1	.	.	0
EVa									TK										1	1	0	0	0	0
EVb	Adresse der Parameterzelle																		1	1	0	1	1	0

Der Teilkanal, über den der Rechner gekoppelt ist, wird in diesen Befehlen mit Bit 9 und 10 des ersten EV-Befehls angesteuert. Die Stellen 11 bis 14 in diesem Befehl sind für die Teilkanalsteuerung P2PS uninteressant. Im zweiten EV-Befehl bezeichnen die Bitstellen 22 und 23 eine Eingabe, wenn sie mit 1 besetzt sind; jede andere Bitkonstellation in den letzten drei Stellen außer 000 und 011 veranlassen eine Ausgabe.

Im Gegensatz zum FSK, das eine bestimmte Versorgungszelle mit einer durch Schalter eingestellten Adresse ansteuert und nur die Anfangsadresse des ASP-Bereichs braucht, muß sich der Teilkanal P2SP die Anfangsadresse und die Blocklänge indirekt aus dem ASP entnehmen.

Ihm wird nämlich nur die Adresse einer Parameterzelle angegeben, unter der das Programm die interessierenden Daten in einem Wort abgelegt hat.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
ASP - Anfangsadresse														Teilwortanzahl									

Der Inhalt dieser Parameterzelle steht dem Teilkanal während der ganzen Ausgabeoperation zur Verfügung und darf solange nicht geändert werden. Für die Eingabe sieht man am besten eine andere Versorgungszelle vor.

Eine Ausgabe über die Elementsteuerung P3KS startet die ZE durch folgende Befehle:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
EA	Kanal - Nr.											PU - Bit								1	0	1	0	1	0
EVa	ASP - Anfangsadresse																		1	1	0	0	1	0	
EVb	Blocklänge (Wortanzahl)																		1	1	0	0	1	1	
EVc	Z																		1	1	0	1	0	0	

Hier bezeichnen Bit 23 und 24 im EA-Befehl die Ausgabe; eine Eingabe würde mit 01 veranlaßt. In den ersten beiden EV-Befehlen verweist die Besetzung der Bitstellen 22 bis 24 den Adreßteil jeweils in die richtigen Register. Der EVc-Befehl wirkt abhängig von Bitstelle 1 sofort oder nach einer Anforderung am Eingabekanal die Zeitüberwachung an, die der Gegenseite das Signal für die Anforderung des Datenverkehrs übergibt.

Tabelle 10 Möglichkeiten der Rechnerkopplung innerhalb des Siemens-Systems 300, ohne ZE 301

	DAST	FSK mit Koppelbaustein	P2K mit GDN	P2K mit Modem	P3K
Rechneranschluß	Standardkanal	Standardkanal	Standardkanal	Standardkanal	Schnellkanal
Übertragungsweg	parallele Leitungen	innerbetriebl. Kabel	innerbetriebl. Leitungen, Fernsprech-Standleitungen	Fernsprech-Wähl- oder Standleitungen	innerbetriebl. Kabel
Übertragungsart zwischen d. Steuerg.	6 bit parallel ohne Umcodierung	6 bit parallel mit Umcodierung	bitseriell mit Umcodierung (7-Bit-Z.)	bitseriell mit Umcodierung (7-Bit-Z.)	24 bit parallel ohne Umcodierung
max. Geschwindigkeit	54 000 Zch./s	500 Zch./s	2400 Bits/s 10 km 4800 Bits/s 7 km	1200 Bits/s 2400 Bits/s je nach verwendetem Modem	200 000 Wö/s (entspricht 880 000 Zch./s)
Bereich	Nahbereich 30 m	Nahbereich 2 x 30 m	Ortsbereich	Orts- und Fernbereich	Nahbereich 30 m
Betriebsart	halbduplex	halbduplex oder voll duplex mit zwei Teilkanälen	Synchronbetrieb halbduplex oder voll duplex mit zwei Teilkanälen	Synchronbetrieb halbduplex oder voll duplex mit zwei Teilkanälen	voll duplex

Diese Tabelle zeigt Standardwerte in einer üblichen Geräteausstattung.

Die Kopplung ZE 301 mit ZE 301 und ZE 301 mit ZE 302, 304, 305, 306 ist über Steuerungen P3K und P2K möglich.

8. Datensichtgeräte

8.1. Übersicht

Die bisher behandelten Ausgabegeräte, über die das Bedienungspersonal einen Einblick in die Vorgänge im Prozeß bekommt, drucken Texte aus, die ihre Aussagen in beliebig aufschlußreicher Form machen. Von der Geschicklichkeit des Programmierers hängt es meistens ab, wie übersichtlich und informativ ein Protokoll ist; andernfalls muß man viel Übung im Lesen haben, um das Wesentliche aus einer protokollarischen Aufzeichnung auf einen Blick zu erfassen.

Dieses Ausdrucken von Informationen hat zwei beachtenswerte Nachteile: Für jede Ausgabe von Daten beliebiger Art benötigt die Maschine Papier, auch wenn es sofort nach Einsichtnahme durch den Operator weggeworfen wird; ferner dauert das Aufschreiben eines längeren Drucktextes lange, weil der Blattschreiber relativ langsam schreibt; zudem arbeitet er laut.

Ersetzt man den Ausgabeblasschreiber durch ein Sichtgerät, so findet man andere Betriebsbedingungen vor. Das schnelle Durchsehen von Rechen- oder Prozeßergebnissen geht lautlos und ohne Papierverbrauch vor sich. Ein ausgewählter Text kann übersichtlich angeordnet und schnell auf den Bildschirm gebracht und ebenso rasch gegen einen anderen ausgetauscht werden. Es ist auch möglich, mit besonderen Geräten Graphiken zusammenzustellen, sie kurz vorzuführen und dann beliebig zu variieren.

Darüber hinaus lassen sich aber auch Maßnahmen ergreifen, die kein druckendes Gerät erlaubt. Mit Zusatzeinrichtungen kann man programmierte Kurven und Schriftsätze, die der Bildschirm zeigt, gezielt verändern und die Änderungen in den Arbeitsspeicher der Zentraleinheit übertragen. Diese neuen Daten können dann Parameter zur Beeinflussung des Prozesses sein.

Selbstverständlich ist der Aufwand für dieses weitreichend verwendbare Gerät wesentlich höher als für einen Blattschreiber. Das dürfte ein Grund dafür sein, daß Sichtgeräte in der Prozeßautomatisierung noch relativ wenig eingesetzt werden. Es ist aber abzusehen, daß bestimmte Zweige der Wirtschaft in naher Zukunft nicht mehr auf Sichtgeräte in Rechneranlagen verzichten werden, wenn die Fähigkeiten

dieser Geräte weiter erschlossen sein werden. Zur Zeit erfordert die Programmierung noch viel Entwicklungsarbeit.

Sichtgeräte werden unter den verschiedensten Namen verkauft: *Bildschirmeinheiten*, *Bildschirmarbeitsplätze*, *Datensichtstationen* und *Display* sind geläufige Ausdrücke. Sie beschreiben alle ein Gerät, das auf einer Braunschen Röhre alphanumerische Zeichen oder Punktfolgen bzw. Linienzüge oder beides darstellen kann. So unterscheidet man vor allem:

Alphanumerische Sichtgeräte,
Analog sichtgeräte und
Universalsichtgeräte.

Mit Hilfe von *Tastaturen*, *Rollkugeln* oder *Lichtgriffeln* kann man Informationen, die man auf dem Bildschirm vorbereitet hat, in unterschiedlicher Form in die ZE eingeben. Dadurch ersetzt man z. B. den Blattschreiber. Man kann auch, um Linienzüge oder Kurven darzustellen, von Plottern auf Sichtgeräte ausweichen.

Plotter (auch x-y-Schreiber genannt) dienen dazu, programmierte Gegenstände zweidimensional aufzuzeichnen. So lassen sich Graphiken oder Konstruktionsunterlagen, die auf geeignete Weise in einem Programm erfaßt worden sind, zu Papier bringen. Bei großen Plottern ist das Papier auf eine Holzplatte von Zeichenbrettgröße gespannt; darauf schreibt ein Stift, der nach bestimmten x- und y-Koordinaten verschoben wird. Auf anderen Plottern wird das Papier um einen zylindrischen Körper gespannt; mit der Drehbewegung der Walze folgt der Stift den x-Koordinaten, während eine Verschiebung parallel zur Zylinderachse die Einstellung auf die y-Koordinaten bedeutet.

Die drei Arten von Sichtgeräten sind weitgehend unterschiedlich aufgebaut; besonders die Steuerungseinrichtungen weichen voneinander ab. Doch gibt es Grundbestandteile, die sich in jeder Gerätekonstellation wiederholen; diese werden hier zunächst besprochen. Der Ausdruck *Sichtgerät* soll dabei immer die Bildschirm Einheit und die notwendigen Steuerungen — ohne die Elementsteuerung — umfassen, auch wenn diese in getrennten Gehäusen untergebracht sind.

Das Blockschaltbild (Bild 67) eines alphanumerischen Sichtgeräts zeigt die Hauptbestandteile: Bildwiederholungsspeicher, Zeichengenerator, Steuerung für interne Aufgaben, Ablenkverstärker und Bildröhre. Dazu kommen zuweilen noch Bediengeräte. Baugruppen mit diesen Bezeichnungen sind auch in den anderen Sichtgeräten vorgesehen.

Die Bildröhre mit dem *Bildschirm* ist aus der Fernsehtechnik bekannt. Der Kathodenstrahl der Röhre wird — durch Ablenkung aus seiner

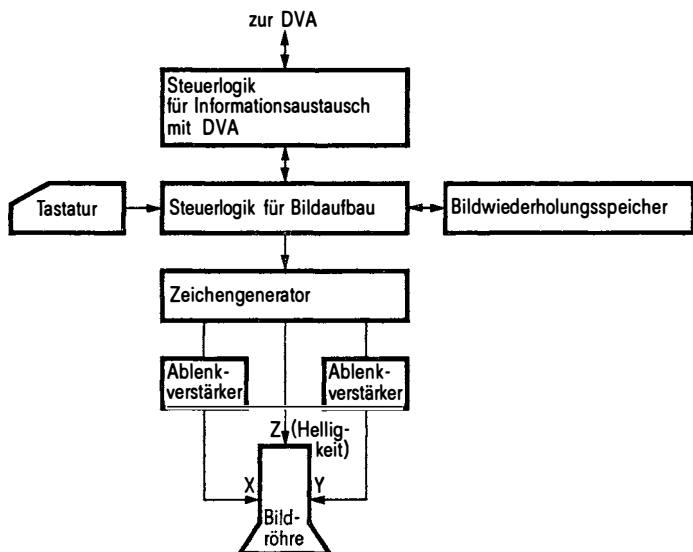


Bild 67
Prinzipschaltbild eines alphanumerischen Sichtgerätes

normalen Richtung — so über den Bildschirm geführt, wie die Ablenkspannungen durch die Steuereinrichtung verändert werden. Das kann grundsätzlich in Sprüngen oder kontinuierlich vor sich gehen. Zu jedem Bildpunkt auf dem Schirm gehören eine bestimmte x-Spannung für die waagrechte und eine y-Spannung für die senkrechte Auslenkung. Um sich auf dem Schirm orientieren zu können, wird die Fläche durch ein unsichtbares Raster in Planquadrate eingeteilt. In diese Quadrate werden für die Darstellung alphanumerischer Zeichen Buchstaben und Zahlen eingeordnet, für die Aufzeichnung von Punktfolgen bzw. Kurven sind von dem Raster nur die Kreuzungspunkte der Linien, die von einer festen und einer in gleichen Sprüngen variablen Ablenkspannung erzeugt werden, wesentlich.

Je nach Schirmgröße ist die Rasterung unterschiedlich; sie kann bis zu 1024×1024 Bildpunkte enthalten. Diese sind über ihre Koordinaten ansteuerbar. Mit Hilfe von etwas größeren Rastersprüngen läßt sich außerdem noch ein Grobraster erzeugen, dessen Felder die Fläche für jeweils ein ganzes alphanumerisches Zeichen bilden. Das Zeichen selbst

muß aus den Punkten des kleineren Rasters, das in das große Raster hineinpaßt, zusammengesetzt werden.

Da alle Rasterpunkte mit Koordinatenwerten gebildet werden, die als Dualzahlen vorgegeben werden, kann man durch eine gleichmäßige Veränderung der x- und y-Werte auch Linien darstellen. Das Zusammensetzen der Linien zu Zeichen oder Graphiken geschieht dann durch Hell- und Dunkeltastung; das heißt, daß der Kathodenstrahl vom Endpunkt eines hellgetasteten Strichs, während die Ablenkspannungen verändert werden, zum Beginn eines weiteren abgeschaltet wird.

Ein Bildschirmgerät allein heißt *Monitor*.

Die *Ablenkverstärker* mit vorgeschalteten Digital-Analog-Umsetzern dienen zur Umwandlung der Signalkombinationen der von der Steuerung angebotenen Dualwerte in analoge Spannungen und zu deren Verstärkung auf die für den Betrieb der Röhre notwendige Höhe.

Sichtgeräte für die Darstellung von alphanumerischen Zeichen und von Symbolen aller Art benötigen einen *Zeichengenerator*. Dieser kann bei verschiedenen Sichtgerätetypen unterschiedlich aufgebaut sein.

Man kann für jedes Zeichen eine *Vorlage* benutzen, diese abtasten und den Abtastvorgang als Projektion in einer Bildröhre wiederholen. Hierzu dient z. B. ein *Monoskop*. Es besteht aus einer Röhre, die der Bildröhre ähnelt, statt des Bildschirms aber eine Platte mit den eingätzten Zeichen besitzt. Die Ätzung legt eine empfindliche Schicht frei, die ein Spannungssignal erzeugt, wenn sie vom Kathodenstrahl getroffen wird. Im Monoskop wird der Kathodenstrahl in parallelen Linien über das „Planquadrat“ geführt, das das Zeichen einschließt. In der angeschlossenen Bildröhre geschieht dasselbe in demjenigen Rasterfeld, das das abgetastete Zeichen aufnehmen soll. Beide Kathodenstrahlen werden parallel synchron ausgelenkt. Immer wenn der Strahl im Monoskop die empfindliche Schicht trifft, gibt diese ein Signal ab, das an diesem Punkt den Strahl der Bildröhre hellsteuert. So setzt sich auf dem Bildschirm das Zeichen aus lauter hellgetasteten Punkten zusammen.

Eine andere Möglichkeit, Zeichen und Symbole zu erzeugen, ist das Bilden von *Strichelementen*, die in geeigneter Weise zusammengesetzt werden können. (Hier sind Zähler notwendig.) Das Prinzip der Strichdarstellung beruht darauf, daß während einer bestimmten Zeit eine Ablenkspannung kontinuierlich verändert wird; ein binärer Zähler wird mit einer Zahl geladen, die im Takt des geräteinternen Fortschaltssystems jeweils um eins verringert wird, bis der Zählerinhalt null erreicht hat; dann wird dunkel getastet. Die Höhe der Zahl ist dem-

nach das Maß für die Zeit, in der der Kathodenstrahl hell erscheint; während dieser Zeit wird die Ablenkspannung schrittweise in gleichgroßen Stufen erhöht. Die Ablaufzeit des Zählers ist also maßgebend für die Länge des Strichs. Benützt man für die x- und y-Ablenkung getrennte Zähler mit unterschiedlichen Ablaufzeiten, so erhält man Striche, die in beliebiger Neigung zur Waagrechten stehen können.

Zur Bildung eines Strichelements braucht man deshalb ein Register, das die Zahlen für die beiden Zähler speichert, und eine Einrichtung, die mit den Zählern zusammen bestimmte Striche mit wählbarer Länge und Lage erzeugt. Damit können gerade und gebogene Linien hervorgerufen werden, also auch Kreis- und Ellipsenbögen und dergleichen.

Diese Zeichengeneratoren werden mit bestimmten Bitmustern beaufschlagt, die von einer codegerechten Darstellung alphanumerischer Zeichen abgeleitet sein können (Beispiel: Bild 68).

So sind die Zeichen in der *Monoskoprhre* in einer Matrix zusammengestellt. Die Zeichenbits ergeben in zwei Gruppen aufgeteilt eine Zeilen- und eine Spaltenadresse, so daß die Position des Zeichens in der Matrix genau angesteuert werden kann.

Zur Erzeugung von Strichelementen benützt man auch Bitkombinationen, die den Registerinhalt für die Zähler und eventuell auch die Steuerbits für die Baueinheiten zur Spannungsveränderung zum Inhalt

Bitstellen

	1	2	3							
4		0	0	0	0	1	1	1	1	
5		0	0	1	1	0	0	1	1	
6		0	1	0	1	0	1	0	1	<i>Beispiel</i>
0 0 0	□	1	2	3	4	5	6	7	E = 1 1 0 1 0 1	
0 0 1	8	9	0	=	'	:	>	SRU		
0 1 0	RSU	/	S	T	U	V	W	X		
0 1 1	Y	Z		,	(		NM	ZL		
1 0 0	—	J	K	L	M	N	O	P		
1 0 1	Q	R	ZI	\$	*	%	;	WR		
1 1 0	+	A	B	C	D	E	F	G		
1 1 1	H	I	BU	.	)	#	<	BEZ		

Bild 68

Anordnung der Interncodezeichen in einer nach Zeile und Spalte adressierbaren Matrix

haben. Alle diese Bitkombinationen ergeben wieder einen Schlüssel, der den internen Code des Sichtgeräts bildet. Der Rechnercode muß also — zur Bedienung eines Sichtgeräts, das Zeichen und Symbole darstellt — innerhalb des EXE umgewandelt werden.

Die *interne Steuerung* des Sichtgeräts hat deshalb die Aufgabe, alle Datenumsetzungen in die Wege zu leiten und zu beeinflussen. Sie bedient sich für die Zählerhaltungen und für den Umgang mit dem Bildwiederholungsspeicher einer Ablaufsteuerung.

Die Bildschirme der Kathodenstrahlröhren sind mit einer Phosphorverbindung belegt, die zum Leuchten angeregt wird und — abhängig von der chemischen Zusammensetzung der Schicht — eine unterschiedlich hohe Nachleuchtzeit hat. Um ein stehendes Bild zu erhalten, muß man es zwischen 20- und 70mal in der Sekunde aufzeichnen lassen. Die dazu notwendigen Daten sind in einem *Bildwiederholungsspeicher* abgelegt.

Die Kapazität dieses Speichers kann bis zu 4K Wörter betragen. Zieht man den Arbeitsspeicher der ZE zur Bildwiederholung heran, wie es bei den Analogetsichtgeräten der Fall ist, so müssen die 2500 Wörter eines Bildes 50mal in der Sekunde zum Sichtgerät gebracht werden. Diese Datenrate von etwa 125 000 Wörtern/s leistet nur eine Steuerung des Systems P3K. Ordnet man den Bildwiederholungsspeicher dagegen am Sichtgerät an, so wird zwar dessen Aufbau entsprechend teurer, doch entlastet man den Datenkanal zur ZE und kommt mit einer langsameren Steuerung aus. Es können Kernspeicher oder Umlaufspeicher mit magnetostriktiven Wandlern eingesetzt werden.

Die bisher behandelten Einheiten im Verband eines Sichtgerätes stellen nach dem hier verfolgten Sprachgebrauch das externe Gerät — vergleichbar mit dem Blattschreiber — dar. Zum Verkehr mit der ZE wird auch eine Elementsteuerung benötigt, die den Anforderungen des Sichtgeräts genügt. Sie organisiert den Datenaustausch mit dem ASP der ZE. Da die Sichtgeräte aber selbständige Geräteverbände bilden, die nicht für die Zusammenarbeit mit dem Prozeßrechnersystem 300 konzipiert sind, stimmen die Nahtstellen an Element- und Sichtgerätesteuerung nicht überein. Es wird jeweils eine *Anschaltung* für Sichtgeräte notwendig, deren Aufbau der benützten Elementsteuerung und der Sichtgerätesteuerung angepaßt ist.

Die Anschaltung kann folgende Aufgaben erfüllen: Auswerten der Steuerzeichen bei der Verwendung eines fremden Codes im Sichtgerät (z. B. ASCII), die Serien-Parallel- und die Parallel-Serien-Umsetzung der Zeichen (abhängig vom Code auf der Verbindungsleitung), die Potentialangleichung, die Paritätsüberwachung und ähnliches. Sie stellt

auch die Verbindung von bestimmten Bedienungsgeräten, wie der Tastatur und der Rollkugel, zu den Gerätesteuern her.

Mit Bedienungsgeräten setzt man Informationen, die mit Hilfe der Sichtgeräte greifbar gemacht werden, zusammen und gibt sie in den ASP der ZE ein. Ein alphanumerisches Sichtgerät kann mit Unterstützung einer *Tastatur* einen Ein-/Ausgabeblattschreiber ersetzen. Auf der Tastatur sind Schreib Tasten für die Zeichendarstellung — wie beim Blattschreiber — und einige Befehlstasten vereinigt. Mit ihnen kann man Texte auf dem Bildschirm zusammensetzen, bei Bedarf auch richtigstellen und nach einer zufriedenstellenden Kontrolle in die ZE eingeben. Außerdem können in der ZE vorbereitete Texte auf das Sichtgerät übernommen, auf dem Bildschirm überprüft, eventuell abgeändert und wieder in den ASP zurückgeschickt werden. Im Zusammenhang mit Universalsichtgeräten erfüllen Tastaturen zusätzliche Aufgaben; sie sprechen den Rechner direkt an und beeinflussen von dort aus den Bildinhalt des Sichtgeräts. Diese Eingriffe in die Programme des Rechners sind dann wesentlich umfangreicher als die Übernahme eines durch die Hardware vorbereiteten Textes von einem alphanumerischen Sichtgerät.

Die *Rollkugel* dient in erster Linie dazu, eine Marke über den Bildschirm eines Analog- oder Universalsichtgeräts zu bewegen und die Koordinaten des jeweils von ihr erreichten Punktes festzuhalten. Dies geschieht durch Zähler. Die in die Tischplatte eingelassene Kugel bewegt zwei um 90° versetzte Reibräder, durch deren Drehbewegung Impulse auf zwei Vorwärts-Rückwärts-Zähler gegeben werden; die Zählerinhalte sind die x- und die y-Koordinaten der Marke. Diese Werte kommen als Bitkombinationen auf die Digital-Analog-Umsetzer der Bildröhrensteuerung und positionieren die Marke. Durch Betätigen einer Taste kann man die interessierenden Zählerstände im Zug einer Alarmauswertung in den ASP der ZE übertragen. In Sonderfällen gibt man die Koordinaten auch direkt in den Rechner ein und läßt die Marke durch ein Ausgabeprogramm bewegen.

Ein anderes Gerät zur Feststellung von Punktkoordinaten auf dem Bildschirm ist der *Lichtgriffel*. Um ihn verwenden zu können, muß der Bildschirm mit einer besonderen Phosphorverbindung für höhere Leuchtwirkung beschichtet sein. Im Lichtgriffel befindet sich eine Photodiode, die man auf einen bestimmten, hellgetasteten Punkt des Bildschirms setzt. Bewegt sich der Kathodenstrahl unter der Diode vorbei, erzeugt er ein Signal, das einen Alarm für den Rechner auslöst. Durch ein Programm wird dann abgefragt, bei welchen Koordinatenwerten der Alarm entstanden ist, so daß man mit dem ausgewählten Bildpunkt (einem Symbol z. B.) eine Operation einleiten kann.

8.2. Alphanumerische Sichtgeräte

Alphanumerische Sichtgeräte sind Spezialgeräte, die nur alphanumerische Texte ausgeben können. Für die Prozeßrechner des Systems 300 steht die Datensichtstation 8150 zur Verfügung, die mit einer Tastatur ausgestattet ist und in technischen Prozessen wie ein Blattschreiber eingesetzt werden kann. Sie dient zur „sichtkontrollierten“ Eingabe und zur vom Rechner veranlaßten Ausgabe von Texten. Als Elementsteuerung benützt man das Fernschreibelement FSK und als Anschaltung die kombinierte Bildschirmanschaltung BIKA-S (Bild 69).

An eine vollbestückte Anschaltung BIKA-S kann man eine Datensichtstation 8150 mit Tastatur zur Abwicklung von Ein- und Ausgaben anschließen. Mit einer teilbestückten Anschaltung BIKA-S lassen sich nur Daten ausgeben; als Empfänger können höchstens drei Datensichtstationen (ohne Tastatur) eingesetzt werden, die entweder alle denselben Text oder bei getrennter Adressierung drei verschiedene Texte anzeigen.

Wenn man Gleichstrom-Datenübertragungsgeräte für Niederpegel GDN verwendet oder Geräte für modulierte Informationsübertragung Modem, so können auch — nach Verlegung geeigneter Verbindungsleitungen — größere Strecken überbrückt werden. Die Übertragungsgeräte fügt man zwischen Anschaltung und Datensichtstation ein.

Die Datensichtstation besteht aus der Anzeigeeinheit, der Tastatur und dem Steuerteil. Der Bildschirm hat eine Größe von 15×20 cm und man kann auf ihm 20 Zeilen Text mit je 54 Zeichenpositionen anzeigen. Der Bildinhalt wird 64mal in der Sekunde wiederholt, in einem

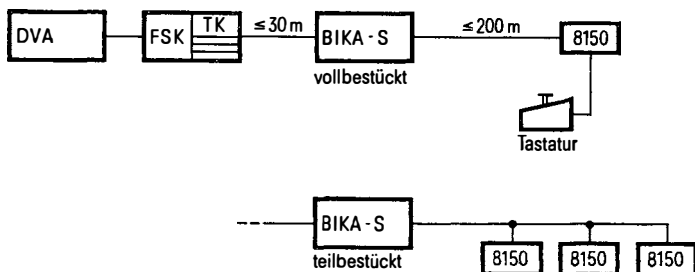


Bild 69

Blockschaltbild für den Anschluß der Datensichtstation 8150

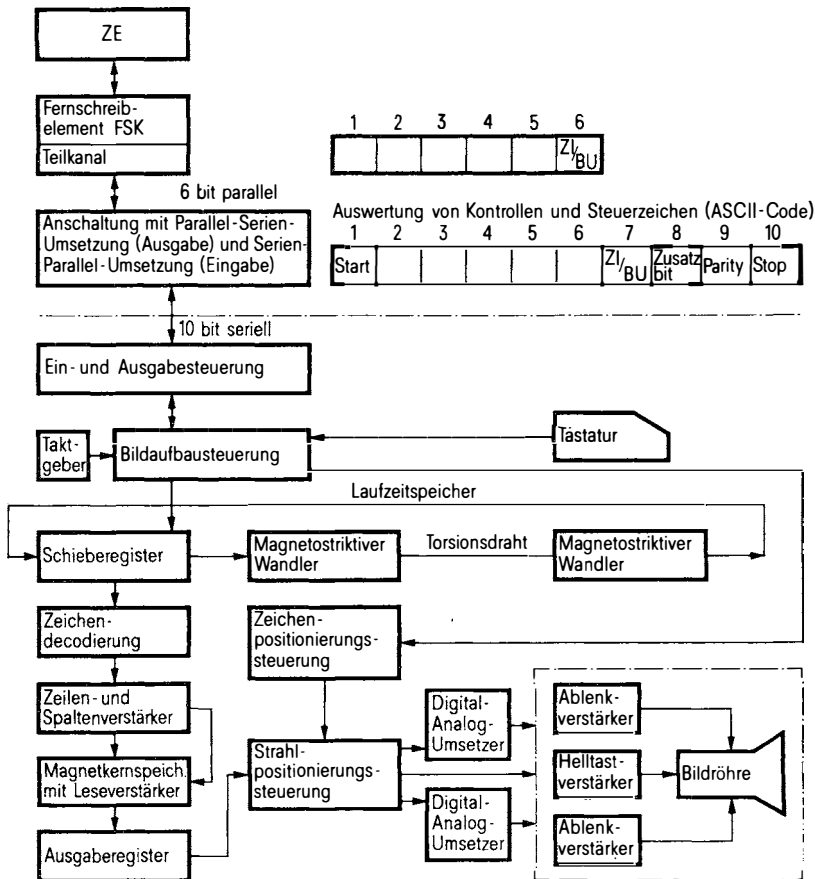


Bild 70
Blockschaltbild der Siemens Datavisualstation 8150

Ultraschall-Laufzeitspeicher mit magnetostriktiven Wandlern ist er greifbar. Der Zeichenvorrat von 54 Zeichen und Symbolen wird in einem Magnetkernspeicher der Steuerung codiert festgehalten. Die Bitmuster dieser Codierung dienen direkt zur Ansteuerung der Einrichtung für die Symbolerzeugung; die Zeichen werden aus Strich-elementen zusammengesetzt.

Die sonst übliche Codierung im ASCII ist für die Verwendung bei Prozeßrechnern auf den FS-Code (CCITT) umgestellt. Wie Bild 70 zeigt, überträgt das Fernschreibelement sechs Informationsbits parallel; sie werden in eine serielle Bitfolge umgewandelt und mit zusätzlichen Kennbits vervollständigt. Aus dem Umlaufspeicher werden die Zeichen ebenfalls wieder parallel entnommen und in die auswertbare Form gebracht.

Ähnlich der Datenfernübertragung bei Rechnerkopplung verlangt die Gerätesteuerung der Sichtstation eine bestimmte Übertragungsprozedur. So muß die Ausgabe mit dem Startzeichen STX beginnen, dem die Adressierung des Geräts und ein Endezeichen zu folgen haben. Dann wird der Text ausgegeben, der mit dem Textendezeichen ETX abgeschlossen wird. Diese und verschiedene andere Prozeduren sind in einem Programm festzuhalten. Die bekannten Eigenschaften des FSK lassen nur die automatische Umcodierung der Interncodezeichen zu. Deshalb müssen die Steuerzeichen für die externe Steuerung mit Software richtig vorbereitet und an den Text angefügt werden.

Die Bedienung eines Bildschirms wird durch verschiedene Maßnahmen, die Parallelen zu der eines Blattschreibers sind, erleichtert. Beim Eintasten eines Textes von Hand zeigt eine mit 2 Hz blinkende Marke die Position an, in die das nächste Zeichen rückt, sie wandert mit jeder Zeicheneintastung weiter. Eine Leertaste verschiebt die Marke nach rechts weiter und vom Zeilenende an den Anfang der nächsten Zeile; andere Tasten bewirken, daß die Schreibmarke nach links, zur Anfangsposition des Bildschirms oder aus jeder beliebigen Lage zum Beginn der nächsten Zeile gerückt werden kann. Mit wiederum einer anderen Taste lassen sich Zeichen in einen bestehenden Text einfügen; hierzu wird die Schriftzeile geteilt und nach rechts gerückt. Ferner ist es möglich, den rechts von der Marke stehenden Text in der Zeile, ein Zeichen im Text oder den ganzen Text des Bildschirms zu löschen.

Man kann auch mit Formatspeicherung arbeiten. Hierzu trägt man einen Satz in Form eines Vordrucks (auf einem Formular) auf den Bildschirm auf und läßt diesen dann vom Rechner sperren. Der Text kann so bei Handeingaben nicht verändert werden. Vom veränderbaren Text unterscheidet er sich durch geringere Leuchtdichte.

Diese und andere Anweisungen an die Gerätesteuerung gehen von 14 Befehlstasten aus, welche die 52 Schreibtasen der Tastatur ergänzen. Den Beginn einer Handeingabe zeigt man der ZE durch Drücken der „Anruftaste“ an, damit sie die Elementsteuerung vorbereiten kann. Hierdurch wird auch verhindert, daß die ZE den im Aufbau befindlichen Text einer Handeingabe durch eine Ausgabe überschreibt.

8.3. Analogsichtgeräte

Kurven und Graphiken unterschiedlicher Struktur stellt man mit Analogsichtgeräten dar. Eine Möglichkeit der Ausführung zeigt das Bild 71. Hier besteht das Externe Element aus einer Gerätesteuerung mit getrennten Monitoren und einer Elementsteuerung P3KS. Als Bildwiederholungsspeicher dient der Arbeitsspeicher der ZE.

Das Analogsichtgerät benützt man meist zur Ausgabe von Informationen. Dazu genügt eine Ausgabesteuerung P3AS. Man ersetzt sie aber durch eine kombinierte Steuerung P3KS, wenn für die Markierung von Kurvenpunkten und das Einschreiben von interessanten Punktkoordinaten in den ASP eine Rollkugel verwendet wird. Solche z. B. aus Meßreihen gewonnenen Werte können für ein Auswerteprogramm wichtig werden.

In der Anschaltung sind für das Sichtgerät die Steuerungseinrichtungen (außer der Rollkugelsteuerung) zusammengefaßt. Die RSt bildet eine eigene Einheit, weil ihr Einsatz die Bedingungen des Datenverkehrs grundlegend ändert. Die Kurven zeigt man auf Monitoren an, die an der Nahtstelle der Anschaltung betrieben werden. Die Gerätekombination wird hier durch ein Bedienungsfeld vervollständigt, das der Aufgabenstellung entsprechend unterschiedlich bestückt wird.

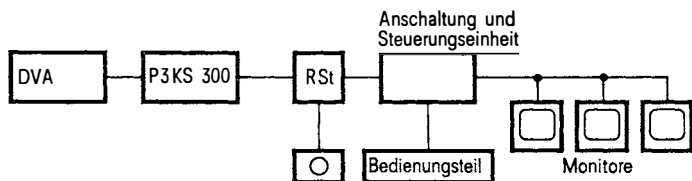


Bild 71
Blockschaltbild für den Anschluß eines Analogsichtgeräts

Alle Informationen für die Anzeige einer Kurve werden im ASP als Datenwörter gespeichert. Die Kurve ist also eine Folge von Punkten, die einzeln durch je ein Datenwort beschrieben wird. Die Bitkombination kann — abhängig von der Betriebsart — unterschiedliche Bedeutung haben. So entnehmen die Baugruppen der Sichtgerätesteuerung eigene Bitgruppen für die Bestimmung der x- und y-Koordinate und für die Helligkeitssteuerung eines Punktes; in anderen Fällen werden der Koordinatenwert und die Helligkeit in einem Ausdruck kombiniert ausgegeben, und die Hardware zerlegt die Bitkombination in Auswahlstromkreisen. Im Bild 72 sind die wichtigsten Teile eines Analogsichtgerätes, das keinen geräteinternen Bildwiederholungsspeicher besitzt, aufgeführt.

Für die Darstellung von Graphiken gibt es so unterschiedliche Möglichkeiten, daß sie nicht gemeinsam beschrieben werden können. Für alle zusammen gilt aber, daß die Zahl der aufzeichenbaren Bildpunkte mit der notwendigen Bildwiederholungsfrequenz und diese mit der Datenrate eng verknüpft ist. Die Menge der Bildpunkte ist in Grenzen frei wählbar, doch muß sie sich in eine Ordnung fügen, die vom Punktraster des Bildschirms abhängt, und sie muß für ein flackerfreies Bild genügend oft wiederholt werden können.

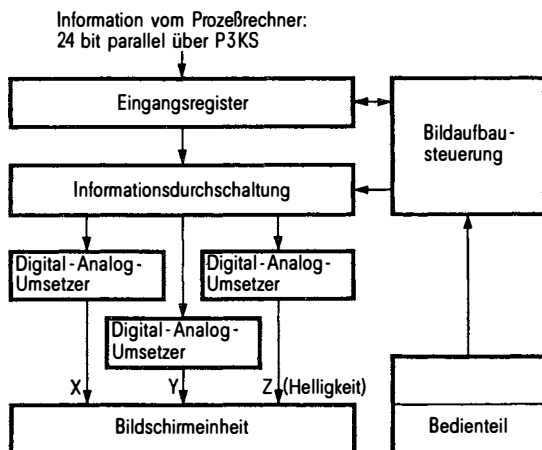


Bild 72
Blockschaltbild einfacher Analogsichtgeräte

Man kann unter folgenden Betriebsarten wählen:

Freie Positionierung der Punkte,
Darstellung von Spektren, d. h. Kurven aus Meßreihen,
Darstellung von „Raumflächen“ aus Kurvenscharen und
MAP-Darstellung.

- Eine *freie Positionierung* der Punkte erlaubt ihre beliebige Anordnung in einem Rasterfeld von 1024×1024 Punkten. Die 24-Bit-Kombination eines Wortes wird dazu in je zehn bit für die x- und die y-Koordinate und drei bit für die Helligkeit z zerlegt.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
z				x										y									

Die Helligkeit ist in acht Stufen einstellbar.

Durch die Anwendung einer Rollkugel kann der Operator das Zeichnen von Kurven durch die ZE selbst nachahmen. Er führt das Symbol über den Bildschirm und läßt von der Sichtgerätesteuerung die Koordinaten aller Punkte, die das Symbol berührt, in die ZE eingeben. Dadurch kann man auch vorhandene Kurven verbessern.

Es gibt auch die Eingabeart, die Kurven nur durch wenige charakteristische Punkte festzulegen. Während im ersten Fall laufend und automatisch alle berührten Punkte fixiert und durch die Steuerung in den ASP gebracht werden, veranlaßt im zweiten ein Druck auf eine Taste die Übernahme der Koordinaten.

- Bei einer *Spektrendarstellung* läuft die Aufzeichnung einer Kurve so ab, daß die x-Koordinate von der Sichtgerätesteuerung automatisch um eins erhöht wird, wenn ein neuer y-Wert aus der ZE eintrifft. Dabei wird die x-Ausdehnung über einen Zähler gesteuert, der den Digital-Analog-Umsetzer des Ablenkverstärkers beaufschlagt.

Eine Kurve kann aus maximal 1024 Punkten bestehen. Sind grundsätzlich weniger Punkte darzustellen, kann man programmgesteuert nur 512, 256, 128 oder 64 zur Anzeige zulassen. Diese Punktfolge wird dann jeweils über den ganzen Schirm gespreizt; d. h. der zehnstellige Zähler der x-Auslenkung addiert die 1 nicht auf die Stelle mit dem niedrigsten Wert, sondern auf die zweite, dritte, vierte oder fünfte von rechts.

Da grundsätzlich bis zu 4096 Punkte dargestellt werden können, ohne daß das Bild zu stark flackert, kann man vier Kurven mit je 1024

Punkten aufzeichnen. Damit sie auf dem Bildschirm nicht aufeinander geschrieben werden, erhöht man für jede Kurve den Wert für y um einen festen, unterschiedlichen Betrag, so daß die Kurven übereinander stehen.

Man kann auch ein beliebiges Kurvenquartal mit 256 Punkten über den ganzen Schirm gespreizt anzeigen; dabei werden zwar alle 1024 Punkte geschrieben, aber nur 256 hellgetastet; die anderen erhalten quartalweise denselben x -Wert und bleiben dunkel. Zusätzlich können noch bestimmte Punkte heller als die anderen leuchten, z. B. jeder 16. Punkt, so daß man sich auf der Kurve orientieren und hervorstechende Werte gezielt zur Kenntnis nehmen kann.

Die hier aufgezählten Möglichkeiten der Kurvendarstellung geben dem Experimentator zahlreiche Mittel in die Hand, die Auswertung von Meßreihen zu intensivieren. Durch die richtige Wahl der Meßpunkteanzahl kann er die Anzeige weitgehend an die Anforderungen des Experiments oder der primären Prüfeinrichtung anpassen.

● In bestimmten Fällen ist die *isometrische Darstellung* besonders aussagekräftig. Bei einer Grundzahl von 32 oder 64 Punkten pro Kurve können 32 oder 64 Kurven so angeordnet werden, daß sie eine „Fläche im Raum“ darstellen. (Genau gesagt hat man die Wahl unter 32 Kurven mit je 32 Punkten, 64 Kurven mit je 32 Punkten oder 64 Kurven mit je 64 Punkten bei einer bestimmten Ausführung eines Analogsichtgeräts.) Diese Kurven werden so übereinander gesetzt, daß der Anfangspunkt jeder Kurve von dem der zuletzt geschriebenen um einen bestimmten x - und y -Wert verschoben ist. Der Verschiebungsanteil der x - und der y -Koordinaten ist in gewissen Grenzen frei wählbar, aber bei einem Bild für alle Kurven gleich groß. Durch die Variierung dieses Verschiebungswertes erreicht man eine „Drehung“ des Bildes (der Raumfläche) um die x - oder die y -Achse und erhält so Einblick in „Täler“, die bei einer anderen Ansicht durch „Höhen“ verdeckt sind.

Für eine gute Überschaubarkeit auf dem Bildschirm wird jede Kurve nur auf die halbe Bildbreite auseinandergezogen. Die Übersicht kann man aber noch dadurch erhöhen, daß man einen bestimmten Punkt jeder Kurve heller leuchten läßt als die anderen. Daraus entsteht eine Schnittkurve durch die Raumfläche (d. h. aus den übereinanderliegenden Kurven), aus der Informationen über vergleichbare Kurvenmaxima oder -minima abgeleitet werden können. Diese Schnittkurve läßt sich dann auch allein darstellen.

● Eine besondere Art der Meßwertaufzeichnung ist die *MAP-Darstellung*. Hierzu wird der Bildschirm in 32×32 , 64×32 oder 64×64 Rasterpunkte eingeteilt. Jedem Rasterpunkt ist ein Datenwort zugeordnet, das einem (in unterschiedlicher Helligkeit auftretenden) Bildpunkt entspricht. Man erhält so eine Punktesammlung, die wie auf einer Landkarte (MAP) die höchstgelegenen Punkte am hellsten und die anderen um so viel dunkler erscheinen läßt, als sie in acht festgelegten Helligkeitsabstufungen noch einen Platz einnehmen. Darunter wird alles dunkel getastet.

8.4. Universalsichtgeräte

Die Darstellung von Kurven und von alphanumerischen Texten auf einem Bildschirm setzt voraus, daß die Ausrüstung eines Analogsichtgeräts mit einer symbolerzeugenden Gerätesteuerung kombiniert wird. Diese Geräteausführung nennt man Universalsichtgerät. Durch die Anordnung von so vielen Baueinheiten steigt der Aufwand beträchtlich und erschwert die Einsatzmöglichkeit; auch die Kosten für die Software werden erheblich erhöht, wenn die Fähigkeiten eines Universalsichtgeräts richtig ausgeschöpft werden sollen. Deshalb bedarf es noch einer längeren Vorbereitungszeit, bis dieses technisch sehr interessante Gerät einen größeren Anwenderkreis finden kann.

Da die Sichtgerätesteuerung selbst einen umfangreichen Bildwiederholungsspeicher besitzt, so daß sehr schneller Datenverkehr mit der ZE nicht notwendig ist, kann die Elementsteuerung P4KS als Verbindung zum Rechner dienen (Bild 73). Universalsichtgeräte sind dann sinnvoll eingesetzt, wenn die Eingabe von Informationen in die ZE wesentlicher Bestandteil des Einsatzes ist. Deshalb benötigt man eine kombinierte Ein-Ausgabesteuerung.

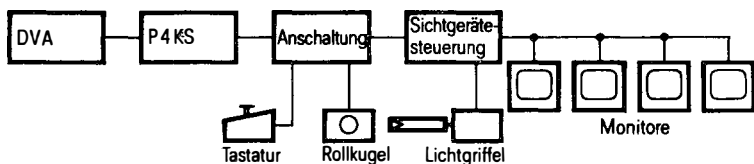


Bild 73

Blockschaltbild für den Anschluß eines Universalsichtgeräts

Eingaben lassen sich auf unterschiedliche Weise anregen. Mittels einer Tastatur kann man die Ausgabe von Beschriftungen auf den Bildschirm veranlassen oder auch spezielle Befehle an die Prozeßanlage richten. Auch ein Wechsel in der Bedeutung jeder Taste ist möglich; sogenannte Lichttasten erhalten auf dem Bildschirm eine Beschriftungsleiste, diese ändert man mit Programmen und ordnet damit jeder Taste eine neue Funktion zu.

Für jeden der vier anschließbaren Bildschirme kann eine eigene Rollkugel angeordnet werden, womit dann weitgehende Eingriffe in das Prozeßgeschehen möglich sind. Stellt z. B. das mit der Marke ausgewählte Symbol einen Schalter dar, so kann die Auswertung seiner Koordinaten eine Verbindung zu einem bestimmten Schalterbedienungsprogramm herstellen, so daß man mit einer Befehlstaste einen Schaltvorgang einleiten kann.

Die Lichtgriffeinheit steht direkt mit dem Bildwiederholungsspeicher in Verbindung. Deshalb kann man an die Sichtgerätesteuerung nur einen Lichtgriffel anschließen, der einem bestimmten Bildschirm zuzuordnen ist. Eine zusätzliche Multiplexschaltung läßt allerdings auch die Zusammenarbeit des Lichtgriffels mit anderen Bildschirmseinheiten zu.

Die Anzahl der einsetzbaren Bildschirme wird begrenzt, zum einen durch den Gesamtumfang der darzustellenden Bildpunkte auf gleichzeitig darzustellenden Bildern verschiedenen Inhalts und zum anderen durch die Schreibzeit für die einzelnen Bildteile. Wählt man jedoch eine besonders gut nachleuchtende Phosphorverbindung, können längere Programmlaufzeiten zur Bildwiederholung zum Teil kompensiert werden, doch entscheidet immer die Summe aller Aufzeichnungen über die notwendige Bildwiederholungsfrequenz. Vier Bildschirme mit unterschiedlichem, nicht zu dicht gepacktem Bildinhalt sind eine realistische Lösung. Deshalb erlaubt die Anschaltung BIKAF den Anschluß von maximal vier Gerätesteuerungen. Schließt man an jede Steuerung mehr als einen Monitor an, erhöhen sich die Variationsmöglichkeiten, und damit vergrößert sich auch der Spielraum für die Einsatzprojektion von Universalsichtgeräten.

Diese Geräte benötigen einen eigenen Kernspeicher mit beachtlichem Speicherplatz (z. B. mit 4K Wörtern). Für die Darstellung von Zeichen und Symbolen sind Generatoren vorgesehen, die neben Linien auch Kreise und Ellipsen erzeugen können. Eine Linie wird durch den Anfangs- und den Endpunkt festgelegt; die Steuerung führt den Kathodenstrahl von einem Punkt zum anderen. Kreise und Ellipsen werden durch die Angabe des Mittelpunktes und der Durchmesser in der x-

und in der y-Richtung programmiert. Alphanumerische Zeichen und Schriftsymbole können in vier verschiedenen Größen aufgezeichnet werden und im Bedarfsfall auch blinken. Für besondere Kennzeichnungen lassen sich die Linienzüge auch stricheln oder sogar punktiert darstellen. Sind relativ viele Bildänderungen geplant, so daß umfangreiche Variationsprogramme abgearbeitet werden müssen, lohnt sich eine Zusammenfassung von Bildaufbausteuerung und Wiederholungsspeicher zu einem Satellitenrechner.

Alle diese Möglichkeiten führen zur vielseitigen Anwendung der Universalsichtgeräte. Bisher hatte man z. B. für die Darstellung von Blindschaltbildern aller Art auf Blech- und Mosaiktafeln nur die eine Lösung, elektrische Leitungen und Sammelschienen als Linien aufzutragen und in diese die Schalter und sonstigen Geräte mit ihren Symbolen einzufügen. Änderungen in der bedienten Anlage erforderten dabei auch Eingriffe in das Übersichtsbild; außerdem setzten umfangreiche Schaltstationen oder eine Menge von kleineren überwachten Anlagen eine weitläufige Tafelfläche voraus. Universalsichtgeräte bieten den Komfort, die Steuer- und Überwachungstafel auf den Bildschirm zu verlegen. Mit Hilfe einer Tastatur und einer Rollkugel oder auch eines Lichtgriffels wird es in absehbarer Zukunft möglich sein, spezielle Schaltwarten raumsparender auszuführen als bisher.

Zeichen und Symbole werden durch Angaben programmiert, die in Datenwörtern enthalten sind. Das Feld des Bildschirms wird in eine feste Anzahl von Planquadraten eingeteilt, von denen jedes ein Symbol oder Zeichen aufnehmen kann. In den Planquadraten beginnt die Darstellung des Symbols jeweils in einer Ecke. Durch Hell- und Dunkelastung wird der Kathodenstrahl so geführt, daß ein geschlossener Linienzug entsteht, der aber nur dort sichtbar ist, wo die Konturen des Symbols erscheinen sollen.

Jedes Zeichen oder Symbol wird aus einzelnen „genormten“ Teilen zusammengesetzt, z. B. aus geraden, Vektor genannten Linien und/oder Kreisbögen. Ein „Vektor“ ist durch seinen Anfangspunkt und seine Länge bestimmt. Die Länge wird von einer festen Rasterung des Feldes abgeleitet. Die Richtung des „Vektors“ verläuft in einem festkonzipierten Winkel von einem senkrechten Strahl aus; sie ist durch eine Kennzahl ausgedrückt. Somit kann man den „Vektor“ durch die Kennzahl des Winkels und die Anzahl der durchlaufenen Rasterfelder festlegen. Der nächste beginnt am Endpunkt des ersten und endet am Anfangspunkt des folgenden usw.; das Zeichen ist also eine Folge von getrennt vereinbarten Einzellinien.

So sind Zeichen und Symbole genau programmierbare Einheiten, die

aus einer mehr oder weniger großen Anzahl von Datenwörtern bestehen. Sie werden in einem reservierten Teil des Bildwiederholungsspeichers deponiert und sind einzeln abrufbar. Durch ein Programm setzt man dann ein Symbol neben das andere und fügt daraus ein Bild zusammen. Dieses Programm mit seinen Befehlswörtern muß auch im Bildwiederholungsspeicher eingeschrieben sein, weil der Sichtgerätesteuerung eine Arbeitsvorschrift für die Bildwiederholung vorgegeben werden muß. Damit ist verständlich, daß zur Darstellung von Bildern mit sehr vielen Informationen eigene Satellitenrechner als Hilfsmittel eingesetzt werden.

Vektoren und damit aus Vektoren gebildete Symbole werden relativ schnell aufgezeichnet. Für die Darstellung von Kreisbögen benötigt die Steuerung mehr Zeit. Das hat zur Folge, daß die Menge der aufzeichnenbaren Informationen von der Aufbauzeit für ein Bild und der notwendigen Wiederholfrequenz abhängt. Zu viele Informationen auf einem Bild können eine Steuerung so stark beschäftigen, daß sie nur dieses Bild zeigen kann. Dann wäre die Projektierung von mehreren Monitoren an dieser Steuerung mit verschiedenen Bildinhalten ein Fehler.

8.5. Anwendung

Die Auswahl eines geeigneten Sichtgerätes hängt von der Aufgabenstellung ab. Es ist zu erwarten, daß Industrie und Energieversorgung in steigendem Maß auf dieses vielseitige Betriebsmittel zurückgreifen werden, wenn Aufwand und erzielbare Vorteile in ein günstiges Verhältnis kommen. Damit wird die Programmierung für die Sichtgeräte für einen größeren Kreis von Anwendern interessant werden, so daß die ungünstigen Anfangsbedingungen bei der Erarbeitung allgemein verwendbarer Unterlagen schnell überwunden sein werden. Liegen Erfahrungen mit einigen bereits in Betrieb befindlichen Sichtgeräten in einem weitgespannten Anwendungsbereich vor, so lassen sich Normallösungen herausfinden, die die typische Verwendung eines Sichtgerätes repräsentieren. Vorerst läßt sich aber nur über die von der Hardware vorgeschriebene Programmierung sprechen.

Ein normales Programm im Rechner besteht aus Befehls- und Datenwörtern. Die Datenwörter sind zwar „Dualzahlen“, doch tragen sie in der Prozeßabwicklung oft einen Symbolcharakter, besonders wenn sie binäre Anlagenmeldungen ausdrücken. Tatsächlich sind sie Signale, die auf Stromkreise einwirken und in der Verknüpfung mit den Signalen anderer Datenwörter bestimmte Ergebnisse hervorrufen.

Im Zusammenhang mit Sichtgerätesteuern wird der Charakter solcher Datenwörter besonders deutlich, weil hier klar wird, daß ein Datenwort Funktionen zur Aussteuerung des Kathodenstrahls erfüllt. Eine Bitgruppe gibt die Höhe der Spannung zur Ablenkung des Strahls an und legt in einem Zähler zusammen mit dem Gerätetakt eine Zeit fest, in der der Strahl einen Strich schreibt. Sie stellt einen veränderbaren Parameter dar, ist aber für eine bestimmte Aussage eine feste Größe. Deshalb kann man die Bitkombinationen, die die Aufzeichnung eines Zeichens oder Symbols bewirken, mit Recht ein Datenwort nennen.

Diese Bitkombination gelangt aber nicht ohne weiteres an die richtige Stelle in der Sichtgerätesteuerung. Besonders bei so komplizierten Geräten wie den Universalsichtgeräten gilt es, viele Weichen zu stellen, um alle Möglichkeiten der Hardware auszuschöpfen. Folglich sind „Befehle“ notwendig, die die Steuerung auf den Empfang der Daten vorbereiten. Sie heißen hier *Steuerwörter* und ergeben in ihrer Summe auch ein Programm.

Folglich ist die Programmierung eines Sichtgeräts für den Programmierer eine doppelte Aufgabe. Er muß dafür sorgen, daß die Sichtgerätesteuerung ein Programm erhält, das den gewünschten Bildschirminhalt erzeugt, und muß den Rechner veranlassen, das Programm in der Sichtgerätesteuerung prozeßabhängig auf dem laufenden zu halten. Diese Aufgabe ist dann relativ einfach, wenn das Programm für die Sichtgerätesteuerung zum großen Teil bereits in Hardware festgelegt ist, z. B. bei der Zeichenerzeugung auf alphanumerischen Sichtgeräten. Dagegen werden die Anforderungen an den Programmierer groß, wenn die Darstellungsmöglichkeiten auf dem Bildschirm wachsen und die Prozeßbearbeitung mit ihren Ergebnissen in den Bildaufbau eingreift, oder wenn über die Bediengeräte vom Sichtgerät her Programme im ASP angesprochen werden.

Die Programmierung eines alphanumerischen Sichtgerätes wird maßgeblich durch die Arbeitsweise des Fernschreibelements FSK bestimmt. Wie schon wiederholt erwähnt, schickt die ZE an das FSK die folgende Ausgabebefehlsgruppe:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24			
EA	Kanal - Nr.																		1	0	1	.	.	.			
EV													TK - Nr.									1	1	0	.	0	1

Nach dem Laden der Register im FSK mit allen notwendigen Parametern beginnt die Ausgabe der Daten aus dem ASP der ZE. Durch die richtige Wahl und Anordnung der Steuerzeichen im Text werden die Wege für die Textzeichen in der Sichtgerätesteuerung ordnungsgemäß durchgeschaltet. Die Umsetzung der alphanumerischen Zeichen in die optische Darstellung ist ein reiner Hardwarevorgang.

Die Programmierung eines Analogsichtgerätes beginnt zunächst mit der Versorgung der P3-Steuerung mit den Parametern für den Datenverkehr:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24													
EA	Kanal-Nr.											PU-Bit							1	0	1	0	1	0													
EVa	ASP-Anfangsadresse																						1	1	0	0	1	0									
EVb	Wortanzahl																										1	1	0	0	1	1					

Die Zusammenstellung der Befehlsgruppe geht davon aus, daß die Sichtgerätesteuerung ihre Anforderungen selbständig stellt, ohne von der Zentraleinheit dazu aufgefordert zu werden. Hat die P3-Steuerung (noch) nichts auszugeben, blockiert sie durch Sperrung des Rückmeldesignals dauernd weitere Anforderungen. Damit wird ein EVc-Befehl gespart. Die Bildschirmausgabe beginnt also mit der Befehls- und Informationsübergabe. Da der ASP der ZE als Bildwiederholungsspeicher dient, muß das ganze Programm für die Bilddarstellung immer wieder in die Sichtgerätesteuerung gebracht werden. Es muß also im Arbeitsspeicher vollständig zusammengestellt werden. Die P3-Steuerung überträgt es wortweise und ändert nichts an den Informationen.

Das Programm ist hier eine gemischte Folge von Steuer- und Datenwörtern; wobei die Steuerwörter angeben, wie die Datenwörter interpretiert werden sollen. Die Steuerwörter stellen also sozusagen die Betriebszustände ein.

Das Ausgabeprogramm, das die Bildwiederholung durchführt, wird natürlich durch ein Programm korrigiert, das die Änderungen im Prozeßablauf erhält und die Darstellung laufend anpaßt.

Die Zusammenarbeit zwischen der Sichtgeräte- und der P3-Steuerung (es kann auch ein Empfänger P3UR am Ende einer Übertragungsstrecke sein) läuft in üblicher Weise ab. Die Ablaufsteuerung in der Anschaltung fordert bei der Elementsteuerung regelmäßig eine Information an und erhält diese dann zusammen mit dem Rückmeldesignal. Ist die angekündigte Wortanzahl durchgegeben, richtet die P3KS die BAP an die Programmsteuerung in der ZE und erhält daraufhin eine

neue Befehlsgruppe mit den gleichen Parametern wie vorher. Die Bild-darstellung wird dadurch beendet, daß die Programmsteuerung die Bildwiederholung unterbindet.

Die Programmierung eines Universalsichtgerätes muß zunächst auch die Elementsteuerung P4KS ansprechen, bevor sie das Bildaufbauprogramm an die Sichtgerätesteuerung übergeben kann. Die Befehle gleichen denen, die bei einer Ausgabe an die P3-Steuerung zu richten sind. Natürlich enthält der EVb-Befehl hier die Teilwortanzahl.

Auch die Gerätesteuerung für Universalsichtgeräte steht dauernd in Verbindung mit der P4KS und wartet darauf, daß Informationen übergeben werden. Dieser Betriebszustand wird auf einen EVc-Befehl hin von der ZE in eine Blockierung umgewandelt, die die Anforderungen der Sichtgerätesteuerung unterbindet.

Nach der Versorgung der Elementsteuerung holt sich diese, veranlaßt durch die Sichtgerätesteuerung, das Bildaufbauprogramm ab. Beim ersten Mal besteht dieses aus den Bildelement-Bitmustern und den Steuerwörtern, die zur Zusammensetzung des Bildes notwendig sind. Dieses Programm muß selbstverständlich vollständig im ASP der Zentraleinheit zusammengestellt sein, da der externe Kernspeicher in der Sichtgerätesteuerung frei programmierbar ist und normalerweise keine festverdrahteten Programmroutinen enthält.

Steht das Bildaufbauprogramm im externen Kernspeicher, kann die Sichtgerätesteuerung bereits ein Bild darstellen. Für den Betrieb mit Universalsichtgeräten läuft aber noch ein korrespondierendes Bild-änderungsprogramm ab, das die durch den Prozeßablauf bedingten Modifikationen in den Anzeigen auf dem Bildschirm ausgibt. Veranlaßt durch die ZE werden dann die Steuerwörter im externen Kernspeicher so umbesetzt, daß sie auf dem Bildschirm z. B. statt des Symbols für einen offenen Schalter dasjenige für einen geschlossenen an der gleichen Stelle anzeigen. Die Geschicklichkeit des Programmierers kommt hier darin zum Ausdruck, wie er die Symbole beim Bildaufbau zusammengesetzt, die konstruktiv bedingten Hardwareabläufe in der Sichtgerätesteuerung optimal ausnützt und folglich unnötige Software-umwege vermeidet.

Der vielseitigen Darstellung entsprechend gibt es zahlreiche festcodierte Steuerwörter (vergleichbar den Befehlen in der ZE) und unterschiedlich strukturierte Datenwörter. Für das Zeichnen eines Kreises z. B. gibt es ein Steuerwort, in dem der Kreismittelpunkt durch seine x- und y-Koordinate festgelegt ist; dazu gehört ein zweites Wort, das zwei Kreisdurchmesser und die Angabe enthält, welche Viertelkreisbögen gezeichnet werden sollen. Gibt man zwei unterschiedliche Kreisdurch-

messer an, entsteht eine Ellipse; markiert man nicht alle vier Quadranten, zeigt der Bildschirm nur die gekennzeichneten Kreisbogenviertel. So kann man beliebige Symbole zusammensetzen. Es liegt auf der Hand, daß in solch einem Bildaufbauprogramm viel mehr Steuerwörter erscheinen müssen als bei Analoysichtgeräten. Man kann sie nur dort einsparen, wo ein Linienzug aus lauter gleichartigen Elementen zusammengesetzt wird, die von einem für alle gemeinsamen Steuerwort abhängen.

Vor der Eingabe von Daten mit Hilfe des Bedienungsgeräts müssen die Register der Elementsteuerung selbstverständlich rechtzeitig geladen worden sein. Dann kann z. B. die Rollkugelsteuerung ihre Anforderung zum Datenverkehr an die P4KS richten und den Inhalt der Zähler übergeben. Diesen Operationen liegen die bekannten Eigenschaften der „Grundsteuerung“ zugrunde.

Tabelle 11 Vergleichsdaten verschiedener Sichtgeräte

	Datensichtstation 8150	Analoysichtgerät	Universalsicht- gerät
Bildinhalt	Text	Kurven, Graphik	Graphik, Text
Verwendungszweck	Ein- und Ausgabe von Text (max. etwa 1000 Zch./Bild)	Ausgabe von Kurven, Spezialdarstellung von statistischen Werten (max. 4000 Punkte/Bild)	Ein- und Ausgabe von Graphik und Text, z. B. Schaltbildern und Konstr.-Plänen (max. etwa 4000 Zch./Bild)
Elementsteuerung Datenrate	Fernschreibelement FSK 500 Zch./s	P3KS 125 000 Wö./s	P4KS ca. 30 000 TWö./s
Anschluß an die ZE	Standardkanal 6 bit parallel	Schnellkanal 24 bit parallel	Standardkanal 6 bit parallel
Bildwiederholungsspeicher	Laufzeitspeicher in Gerätesteuerung	Arbeitsspeicher in der ZE	Kernspeicher in Gerätesteuerung oder Satellitenrechner
Bildschirmereinheit	Spezialröhre mit freier Positiong., Fernsehmonitor m. Rasterablenkung	Oszillograph mit freier Positiong.	Spezialröhre mit freier Positiong.
Eingabegeräte	Tastatur	Rollkugel	Tastatur, Rollkugel, Lichtgriffel

9. Besondere Betriebsfälle und ihre Anzeigen

Der Prozeßrechner bildet mit seinen Peripheriegeräten eine sehr weitgehend automatisierte Anlage. Natürlich laufen in erster Linie diejenigen Vorgänge selbständig ab, die zum ordnungsgemäß geführten Betrieb gehören. Aber auch die besonderen Vorkommnisse müssen berücksichtigt werden, die die Kontinuität der Arbeit gefährden oder nicht gewährleisten. Ihre Ursache kann in der Mechanik oder in den elektrischen Stromkreisen liegen; es kann sich aber auch um Bedienungsfehler handeln. Um dies herauszustellen und dazu bestimmte normale Betriebszustände zu signalisieren, enthält das Programmsystem der Prozeßrechneranlage neben den Maßnahmen für die vollautomatische Zusammenarbeit der Geräte auch die Vorkehrungen gegen überraschende unnötige Arbeitsbehinderungen. Letztere bestehen aus Hinweisen und notwendigen Reaktionen auf betriebsbedingte und fehlerhafte Sonderfälle.

Es gibt verschiedene Wege, unerwünschten Unterbrechungen in einem sich gleichmäßig abwickelnden Arbeitsablauf zu begegnen.

- Man kann z. B. die Automatik „selbst versuchen lassen, mit der Situation fertig zu werden“. Das heißt z. B.: Es muß das EXE, das eine Teiltätigkeit beendet hat und nicht mehr selbständig weitermachen kann, von der Zentraleinheit eine programmierte Hilfe erhalten (z. B. die Lochkarteneingabe durch eine neue Befehlsgruppe zum Lesen einer weiteren Karte). Im anderen Fall geschieht dies durch die — unter Umständen mehrfache — Wiederholung eines Vorgangs, bei dem eine Unregelmäßigkeit festgestellt wurde.

- Wenn diese Maßnahmen nicht zum Ziel führen, kann die Automatik den Operator verständigen und ihn zum Eingreifen veranlassen. Dann ist es Angelegenheit des Bedienenden, durch weitere Versuche den angefangenen Vorgang zu Ende zu führen oder die fragliche Operation abzubrechen.

- Es gibt auch Fälle, in denen trotz programmierter oder manueller Eingriffe die Arbeit nicht fortgesetzt werden kann. Dann bleibt es dem Anwender der Rechneranlage überlassen, eigene Konsequenzen zu ziehen. Er kennt die Bedeutung jedes Geräts für die Gesamtfunktion der Anlage und kann beurteilen, ob die Fortsetzung des Prozesses durch

den Ausfall dieses Geräts auf dem Spiel steht oder nicht und welche Ausweichlösung getroffen werden kann.

Bei der Aufzählung der verschiedenen Maßnahmen ist es nicht möglich, eine geschlossene logische Folge von Handlungen zusammenzustellen; es können nur verschiedene Alternativen der Anzeigenauswertung angegeben werden. So führen bestimmte Fälle sofort zu einer Reaktion des Anwenders (z. B. bei einem Programmierfehler) und andere nur zu einem Eingreifen des Operators (z. B. bei Papierende im Schnelldrucker).

Alle Ereignisse, die ein EXE seiner ZE anzeigen soll, melden sich nicht von selbst. Die Automatik ist so orientiert, daß nur das EXE eine Meldung abgeben kann, das vom Rechner zu einer Tätigkeit aufgefordert wurde. Je nach Art des Zustands, in dem sich das EXE befindet, führt es den Befehl aus und meldet erst anschließend das Vorkommnis oder — wenn es dazu nicht in der Lage ist —, fordert die Befehlsgebung sofort eine Reaktion heraus.

In jedem Fall richtet sich die Anzeige an das ORG. Dieses enthält Befehlsfolgen, die die Meldungen klassifizieren und Folgerungen daraus ziehen. Die Ereignisse, die dem Anwender mitgeteilt werden müssen, sind in vier Kategorien eingeteilt:

Betriebsanzeigen,
falsche Datenart oder Programmierfehler,
Übertragungsfehler und
Defekt am Element.

Jeder „lange“ Organisationsaufruf im Programmablauf, der eine Externoperation mit einem EXE (außer dem P1K) veranlaßt, enthält ein Maschinenwort, das im Arbeitsspeicher eine Leerzelle vorbereitet (programmierter Inhalt: NOP 0). In diese Zelle trägt das Organisationsprogramm eine der vier Kennungen ein; hier kann das Anwenderprogramm zugreifen und die Meldung zur Auswertung übernehmen. Diese Zelle ist die *Anzeigenzelle des Aufrufs*. Für die oben genannten Fehlergruppen können folgende Ereignisse als typische Vertreter bezeichnet werden.

● *Betriebsanzeigen:*

Eine Blattschreibereingabe über das Prozeßelement P1K und Zeichenübertragungsbausteine wurde bis zum Bereichsendezeichen geführt und dann abgeschlossen:

oder

der Formularendebereich steht in einem Schnelldrucker vor dem Druckwerk; im Steuerlochstreifen findet die Steuerung eine Lochung im Kanal 12, die diese Situation anzeigt; die betreffende Lochung steht über der Abtaststation oder wurde überlaufen.

Das sind Meldungen, die nur zur Kenntnis zu nehmen sind.

● *Falsche Datenart oder Programmierfehler:*

Im Aufruf war eine Adresse angegeben, die im geschützten Bereich des ASP liegt. Die versuchte Eingabe wurde abgebrochen.

Dies ist ein klarer Programmierfehler.

Oder

es wurde versucht, ein nicht zugelassenes Zeichen ein- oder auszugeben, dem kein internes oder externes Zeichen zugeordnet ist.

Dies kann ein Fehler in der Hardware oder in der Software sein.

● *Übertragungsfehler:*

Die Kontrollabtastung beim Stanzen oder Lesen eines Lochstreifens stellte während der Ein- bzw. Ausgabe der Daten einen Fehler fest;

oder

es wurde versucht, auf dem Plattenspeicher in einer als defekt gekennzeichneten Spur zu schreiben oder zu lesen.

Bei diesen Fehlern muß man eventuell schon abgelaufene Operationen für ungültig erklären.

● *Defekt am Element:*

Die integrierende Analogeingabe AINZ eines Prozeßelements P1K war bei der Ausgabe des Aufrufs zur Meßwerteingabe nicht betriebsklar;

oder

es trat eine Störung auf, die der Operator nicht (sofort) beheben konnte. Hier ist die Überprüfung des betreffenden Geräts nicht zu umgehen; es muß außer Betrieb gesetzt werden.

Die Folgerungen aus diesen über das ORG gemeldeten Sonderfällen zieht der Anwender mit Rücksicht auf die Situation in der gesamten Rechneranlage.

Wie schon bemerkt, sind die Anzeigen des ORG für ein Anwenderprogramm schon gesichtet und sortiert. Sie werden von Meldungen ab-

geleitet, die das EXE zusammen mit der Operationsendmeldung (BAP) als normale Information an die Zentraleinheit übergibt.

Die Elementsteuerung oder die Teilkanalsteuerung eines EXE mit mehreren Anschlußmöglichkeiten für — eventuell unterschiedliche — Geräte beinhalten ein Anzeigenregister, das die Meldungen der besonderen Betriebsfälle speichert, die vor oder während der Operation aufgetreten sind. Bevor die Elementsteuerung ihre Operation mit einer BAP abschließt oder bevor sie das Nicht-weiterarbeiten-können durch die BAP meldet, gibt sie den Inhalt des Anzeigenregisters in eine für sie zu diesem Zweck reservierte Zelle des ASP. Diese Zelle ist die *Anzeigenzelle des EXE* in dem ASP.

Die Adresse dieser Anzeigenzelle für jedes EXE ist ein untrennbarer Bestandteil des Organisationsprogramms; sie wird an der EXE-Steuerung durch Schalter und andere Bauelemente fest eingestellt. Das bedeutet, daß die Adresse zum Datenkanal hin unverändert durchgeschaltet bleibt, und daß die Stromkreise nur an Spannung gelegt zu werden brauchen, um die Adreßzahl in das Adreßregister der ZE zu bringen. Jede Meldung belegt eine bestimmte Bitstelle in der dem EXE im ASP zugeteilten Anzeigenzelle. Die Zuteilung der Zelle erfolgt entsprechend der Kanalnummer; so kann am Schnelldrucker folgendes eingestellt sein:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	1	0	1	0	0

In dieser Adresse enthalten die Bitstellen 11 bis 14 die angenommene Kanalnummer fünf. Die Adresse der Anzeigenzelle im ASP lautet demnach: 16 357. Sie liegt wie alle Anzeigenzellen von EXE in einer Liste im ORG-Bereich am Ende des ASP einer ZE 305. Bei einem kleineren ASP-Ausbau als für 16 K wird die Adresse durch Veränderung der Bitstellen 1 und 2 angepaßt. In der ZE 306 sind alle Programme und Daten des ORG in dem ersten Teil des ersten ASP-Moduls zusammengefaßt. Damit die EXE-Steuerungen unangetastet bleiben können, transformiert das Steuerwerk der ZE diese Adressen in einen Bereich zwischen 384 und 511; d. h. die Bitstellen 1 bis 5 werden nicht ausgewertet.

Da die Anzeigen von „Erläuterungen“ begleitet sein können, wird jeweils ein ganzes Wort für sie übertragen (auch bei Teilwortverkehr). Es können z. B. eine Adresse oder bestimmte Kennungen in den Anzeigenwörtern enthalten sein.

Das EXE, das eine BAP abgibt, wird durch ein PU-Bit gekennzeichnet. Im ORG-Bereich des ASP ist ein *PU-Register* vorgesehen, das meist aus mehreren Zellen besteht. Da die Elemente nur wortweise oder teilwortweise mit der ZE verkehren und ein EXE somit keine Einzelbits in den ASP bringen kann, ist jedem EXE ein Teilwort oder ein Wort im PU-Register zugeteilt. Bei der Generierung des ORG wird aber dafür gesorgt, daß jedes PU-Bit an einer anderen Stelle in einem — zunächst fiktiven — ASP-Wort steht, so daß die Bitstelle das eigentliche Kennzeichen für das EXE darstellt. Das auswertende ORG-Programm faßt dann bei jeder Programmunterbrechung die Inhalte aller Zellen des PU-Registers (durch ODER-LÖSCHE-Befehle) zusammen, bevor es die Einzelauswertung beginnt.

Auch die Adresse für das PU-Bit im PU-Register wird an der EXE-Steuerung bzw. an der Teilkanal-Steuerung durch Hardware eingestellt. Sie kann für den Schnelldrucker lauten:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1

In dieser Adresse enthalten die Bitstellen 13 bis 16 die angenommene Kanalnummer fünf. Das PU-Bit ist somit im zweiten Teilwort (Teilwort 01) der Zelle 16 325 im ASP zu finden.

Ein betriebsmäßiger Vorgang im Schnelldrucker läuft folgendermaßen ab: Der Schnelldrucker erhält eine Befehlsgruppe mit der Anweisung, eine Zeile zu drucken und lochbandgesteuert den Papiervorschub zu betätigen. Während das Papier bewegt wird, erreicht es das Formularende. Vor dem nächsten Druckvorgang muß das Papier also erst bis zum Beginn des neuen Formulars bewegt werden. Dort ist dann ein Textkopf auszudrucken, bevor das Protokoll weiter fortgesetzt werden darf. Diese Tätigkeiten müssen selbstverständlich automatisch abgewickelt werden; deshalb muß der Rechner über das Erreichen des Formularendes informiert sein.

Wie bereits erwähnt, wird das Drucken einer Schnelldruckerzeile mit einer BAP abgeschlossen. Der Vorgang umfaßt das Übertragen des ASP-Pufferinhalts in den Umlaufspeicher des Druckers und den Druckvorgang nach der Vorschrift des Befehls, in dem die Angaben des Lochbandstreifens für den Zeilenvorschub als verbindlich erklärt werden. In Spur 12 des Lochbandstreifens befindet sich eine Markierung, die das Ende des Formulars anzeigt; diese wird während des Papiervorschubs von der Leseinrichtung überlaufen, wodurch ein elektrisches Signal die Anzeige 5 in der Elementsteuerung setzt.

Bevor die BAP zur ZE geschickt wird, überträgt die Elementsteuerung mit cycle stealing den Inhalt des Anzeigenregisters und das Teilwort mit dem PU-Bit. In diesem besprochenen Fall erhält also die ASP-Zelle 16 357 ein Anzeigenwort, das auf Bitstelle 5 mit 1 besetzt ist; alle übrigen Stellen enthalten 0. Anschließend übergibt die Elementsteuerung das PU-Bit in das zweite Teilwort der ASP-Zelle 16 325. Dann läuft das Signal BAP zum Steuerwerk der ZE.

An der nächsten unterbrechbaren Stelle des laufenden Programms beginnt das Steuerwerk die PU-Routine, und das ORG untersucht, wie wichtig die Meldung ist. Mit der Prüfung des PU-Bits stellt es den Schnelldrucker als Urheber fest und entscheidet nach den programmierten Prioritäten, ob es noch dringendere Aufgaben gibt, als den Schnelldrucker zu bedienen. Wenn nicht, untersucht das ORG die Anzeigenzelle und stellt das Formularendefest. Folglich gibt es eine Anzeige 1 (Betriebsanzeige) an das Druckprogramm, das diese Mitteilung als Aufforderung auffaßt, einen Textkopf zu Papier zu bringen. Vor der Ausgabe des Drucktextes erhält der Schnelldrucker noch eine Befehlsgruppe, die das Papier soweit vorschieben läßt, daß das Schriftbild übersichtlich auf dem neuen Formular angeordnet ist. Dann folgen die programmierten Druckausgaben.

Es muß noch vermerkt werden, daß einige EXE zwei oder mehrere unterschiedliche PU-Bits abgeben können. Dabei wird z. B. das Ende einer Befehlsausführung von der Aufforderung eines EXE an die ZE unterschieden, eine (weitere) Befehlsgruppe auszugeben. Das FSK kann z. B. für jeden Teilkanal ein eigenes PU-Bit abgeben. Das Bedienungselement BDK muß das Ende einer Teilwortübergabe oder -übernahme und das Drücken der Anruftaste durch den Operator auseinanderhalten. Ähnliches gilt für die Datenaustauschsteuerung DAST, die einerseits eine Operationsendemeldung absetzen muß und andererseits auf die Aufforderung des einen DAK zum Datenverkehr als Signal für das andere DAK und damit für dessen ZE eine BAP abgeben muß, damit die ZE die notwendigen Befehle ausgibt.

Man unterscheidet deshalb auch eine „unerwartete“ und eine „erwartete“ Anforderung. Eine *erwartete Anforderung* ist die BAP, die selbstverständlich nach Abschluß einer Operation als Endemeldung und Aufforderung zur Fortsetzung der Arbeit kommt. Die typische *unerwartete Anforderung* ist die Übergabe eines Alarms durch das P1K an die ZE, also ein spontanes Ansprechen der ZE von außen, dem keine Befehlsübergabe für den Beginn einer Tätigkeit vorausgegangen ist.

10. Stromversorgung für Prozeßrechneranlagen

10.1. Externe Einspeisung

Die sehr kurzen Operationszeiten für einen Arbeitsablauf im Rechner stellen hohe Ansprüche an die Zuverlässigkeit der Stromversorgung. Die in der klassischen Anlagentechnik auftretenden Forderungen werden von den Arbeitsbedingungen der elektrischen Maschinen diktiert, denen kurzzeitige Spannungseinbrüche nichts anhaben können. So beeinflussen Kurzschlußfortschaltungen im Hochspannungsnetz mit spannungslosen Pausen von etwa 400 ms Dauer und die „Sonnenaufgangsüberschläge“ über die beschlagene Oberfläche von kalten Isolatoren den Betrieb in keiner Weise; man kann ja Steuerungseinrichtungen mit Magnetantrieben (z. B. Relais, Schütze usw.) entsprechend unempfindlich machen.

Ein Steuerrelais wird Spannungseinbrüche von wenigen Millisekunden unter seinen Abfallwert auch ohne besondere Vorkehrungen nicht registrieren. Diese Zeiten bedeuten für den Rechner unter Umständen aber schon die Laufzeit ganzer Programme. Also muß die Stromversorgung der DVA Anforderungen genügen, die im Vergleich zu den bisher geltenden Betriebsbedingungen ungewohnt scharf sind.

Eine Prozeßrechneranlage hat nicht an jedem Einsatzort die gleiche Bedeutung. Ist sie zur Protokollierung von Produktionsdaten, zur Meßwerterfassung und -auswertung und zur Ermittlung von Prozeßführungsgrößen eingesetzt, so wird ein kurzzeitiger Ausfall wenig fühlbar sein. Arbeitet sie dagegen im Real-time-closed-loop-Betrieb, so bestimmt die Prozeßmaschinerie eindeutig, wie kurz die Zeit sein darf, in der die Automatik keinen Einfluß auf das Geschehen ausübt. Diese Zeit kann — schon aus Gründen der realistischen Möglichkeiten für eine Wiederinbetriebnahme des Rechners — gegen null gehen. Damit steht in vielen Fällen die Forderung im Raum, keinerlei durch äußere Einflüsse bedingte spannungslose Pausen zuzulassen.

Man kann aber auch dann, wenn die Folgen einer Betriebsunterbrechung nicht schwerwiegend sind, den Rechner nicht einfach abschalten. Es muß gewährleistet sein, daß er seine Aufgaben innerhalb kürzester Zeit wieder erfüllt. Das geht aber nur, wenn er vorher ordnungsgemäß stillgesetzt wurde. Dazu gehört: Ein Abschließen von Vorgängen, die

nicht an beliebiger Stelle wieder aufgenommen werden können (z. B. ausgedrückt durch nicht unterbrechbare Programme); das Ablegen der in den Registern der ZE zuletzt stehengebliebenen, wichtigen Daten (einschließlich der Programmfortsetzadresse) an einer dafür vorgesehenen Stelle im Arbeitsspeicher; das stufenweise „Abfahren“ der Zentraleinheit, damit die im ASP gespeicherten Daten unberührt für den nächsten Anlauf bereitstehen; das rechtzeitige Unterbrechen des Externverkehrs, damit auch von den EXE keine Unklarheiten in die ZE (d. h. in die Programme) gebracht werden und anderes mehr. Fehler bei der Stillsetzung einer ZE erfordern unter Umständen das Wiedereinschreiben der Anwenderprogramme, evtl. sogar des Organisationsprogramms. Es ist auch nicht ausgeschlossen, daß man beim Laden des ASP mit der Ureingabe beginnen muß, weil die für den Wiederanlauf wichtigen Teile des ORG funktionsunfähig geworden sind.

Da ein Wiederanlauf mit dem Einschreiben aller Programme Stunden in Anspruch nehmen kann, wird man die Frage der Stillsetzung des Rechners bzw. der vermeidbaren Rechnerausfälle mit der nötigen Vorsicht behandeln. So ist es in den meisten Fällen klar, daß man einen Rechner, der in irgendeiner Weise Prozeßarbeiten automatisch abwickelt, mit einer *unterbrechungsfreien Stromversorgung (USV)* versieht.

Die für eine Rechneranlage zulässigen Netzspannungsabweichungen vom Nennwert liegen in der Höhe der vom VDE zugelassenen Toleranzen, da die Spannung für viele empfindliche Einrichtungen durch eigene Regler korrigiert wird. Die zulässigen Frequenzabweichungen liegen mit Rücksicht auf die rotierenden externen Speicher bei 1 % der Nennfrequenz.

Alle Zentraleinheiten erhalten für ihre Hauptgleichstromspeisung normalerweise eine Kondensatorbatterie, die einen Spannungseinbruch von etwa 7 ms Dauer (bei der ZE 306 4 ms) überbrückt. In dieser Zeit ist die Spannung um nicht ganz 20 % (15 %) abgesunken. Mit einer schnellreagierenden Überwachungseinrichtung wird die ZE ordnungsgemäß stillgesetzt, wenn die Spannung nicht wiederkehrt.

Lange spannungslose Zeiten dauern heute in Ländern mit normal ausgebauter Stromversorgung größenordnungsmäßig eine halbe Stunde. Nur örtliche Ausfälle aufgrund von Kabel- oder Freileitungsschäden können darüber hinausgehen. Somit sollte man bei der Projektierung einer Rechnerstromversorgung entweder eine ordnungsgemäß verlaufende Abschaltung des Rechners (auch bei kurzen Spannungseinbrüchen) oder eine vollwertige Energiereserve (auch bei langandauernden spannungslosen Pausen) berücksichtigen.

Der Bereich dazwischen kann für den Betrieb, der den Rechner benützt, nur unter bestimmten Umständen von Interesse sein; normalerweise wird man ihn nicht betrachten, weil der Aufwand für den Ausgleich von Fehlern im Sekundenbereich unverhältnismäßig hoch ist.

Der Leistungsbedarf in Prozeßrechneranlagen liegt innerhalb einer relativ großen Werteskala. Kleine Anlagen mit der ZE 301 nehmen unter Umständen eine Summen-Netzleistung von weniger als 5 kVA auf, während eine ZE 306 mit einer leistungsfähigen Peripherie 20 kVA und mehr verbraucht. Eine ZE 304 z. B. mit Bedienungs-BS, einem FSK mit vier Ausgabe-BS, einer LK-Eingabe und einer LK-Ausgabe, einem Trommelspeicher und einem mittelmäßig ausgebauten P1K muß während des Betriebs mit etwa 8 kVA versorgt werden können. Der Trommelspeicher TSK nimmt aber beim Anlauf kurzzeitig mindestens 0,7 kVA mehr auf. Das bedeutet, daß eine Stromversorgung nur dann richtig ausgelegt ist, wenn sie solche Anlaufspitzen von größeren Antrieben ohne unzulässige Spannungs- oder Frequenzschwankungen decken kann; dies ist nur bei einer Überdimensionierung über die Summe der gleichzeitig auftretenden Nennverbrauchswerte möglich.

In einer Prozeßrechneranlage gibt es zahlreiche Drehstromverbraucher. Externspeicher und Schnelldrucker haben den größten Strombedarf. Allerdings werden auch die normalen Gerätestromversorgungen über Drehstromtransformatoren eingespeist, so daß als reine Einphasenlasten nur die kleineren Einheiten: Lochkarten- und Lochstreifengeräte und Blattschreiber in Frage kommen. Darum ist eine leistungsfähige Drehstrom-Niederspannungsverteilung notwendig.

Wie Bild 75 zeigt, beziehen die Peripheriegeräte der ZE 302 bis 306 ihre Energie über den Netzhauptschrank, in dem auch der Hauptgleichrichter für die Gleichstromversorgung untergebracht ist. Es sind im allgemeinen genügend Abzweige vorgesehen; sollten die vorhandenen jedoch nicht ausreichen, muß die vorgeschaltete NV-Verteilung genügend Reserveabgänge besitzen. Die ZE 301 muß — weil ihre Energieeinspeisung anders aufgebaut ist als die der anderen ZE — einen eigenen Netzverteilerschrank erhalten. Er ist nicht im Lieferumfang der Prozeßrechnerausrüstung enthalten.

Die Niederspannungsanlage für 220/380 V, 50 Hz, sollte — wie oben ausgeführt — an einer „gesicherten Schiene“, also einer dauernd im Betrieb befindlichen Stromquelle, angeschlossen sein. In vielen Unternehmen, die einen Prozeßrechner als Automatik besitzen, sind solche „gesicherten Schienen“ für die unterschiedlichsten Verbraucher installiert. Diese Leitungssysteme genügen nicht ohne weiteres auch den Ansprüchen eines Rechners. Spannungseinbrüche durch Schaltvorgänge,

besonders in Verbindung mit Induktivitäten, haben schon manche DVA funktionsunfähig gemacht, während die übrigen angeschlossenen Einrichtungen davon nicht betroffen waren. Es ist also in vielen Fällen schwer, die Sicherheit der Stromversorgung für eine DVA im voraus richtig zu beurteilen.

Üblich ist die Aufstellung einer vom Netz unabhängigen Stromquelle, die selbst Gleichstrom bzw. Drehstrom liefert. Da die Ausrüstung der Prozeßrechneranlage vorwiegend aus Drehstromverbrauchern besteht, muß Dreiphasenstrom erzeugt werden. Liefert die Primärenergiequelle Gleichspannung, z. B. aus einer Batterie, dann muß man in jedem Fall Wechselrichter oder rotierende Umformer einsetzen, obwohl die Zentraleinheit nur Gleichstrom verbraucht. Die Aufstellung von Umformern oder Umrichtern ist aber auch in allen anderen Fällen nützlich. Wichtig ist jedenfalls dabei, daß auch während eines Umschaltvorgangs kein Stromausfall im Rechnernetz entsteht. Dies setzt die ununterbrochene Speisung der Rechneranlage durch einen Generator oder eine Batterie voraus.

Folgende Lösungen bieten sich für die Stromversorgung an (Bild 74):

● *Der Schwungrad-Zwei- (bzw. Drei-)Maschinensatz*

Hierbei handelt es sich um einen Asynchronmotor mit angekuppeltem Synchrongenerator und um ein auf die Umformerwelle montiertes Schwungrad.

Mit der Speicherenergie der Schwungmasse kann man Frequenzschwankungen, die im normalen Betrieb auftreten, sehr präzise ausgleichen. Wenn die Netzspannung ausfällt, hält das Schwungrad bei Nennlast des Generators aber nur für kurze Zeit (maximal 0,4 s) die Drehzahl in den geforderten Toleranzen, so daß dieser Maschinensatz ausschließlich für die „Glättung“ von Spannungs- und Frequenzstößen dienen kann.

Setzt man an den Umformer über eine magnetisch bedienbare Kupplung einen Gleichstrommotor an, der aus einem Gleichstromnetz versorgt wird, so kann dieser, wenn die Netzspannung ausfällt, an den rotierenden Umformer angekuppelt und übergangslos als Antriebsmaschine benützt werden. Die erreichbare Überbrückungszeit richtet sich nach der Kapazität der Gleichstromquelle.

● *Das Sofortbereitschaftsaggregat*

Ersetzt man im Dreimaschinensatz die Gleichstrommaschine durch einen Dieselmotor, so liegt die Energiereserve im Brennstoff. Die Rotationsenergie der Schwungmasse reicht aus, um bei Netzausfall und Erregen der Magnetkupplung sofort die Welle des Dieselmotors auf Nenndreh-

zahl hochzureißen, so daß er auch gleich zündet und als Antriebsmotor weiterläuft.

Durch entsprechende Dimensionierung des Schwungrads können solche Maschinensätze einen Frequenzrückgang und einen Spannungsabfall von höchstens 1 % garantieren. Um den Drehstrommotor kleiner und billiger zu halten, überläßt man den Startvorgang dem Dieselmotor und legt den Elektromotor nur für die benötigte Drehstromleistung und für die Deckung der Umformerverluste aus.

● *Die Batterie als Notstromquelle*

Eine weitere Lösung des hier behandelten Problems ist der Einsatz eines Gleichstrom-Drehstrom-Umformers, der im Normalbetrieb über einen Puffergleichrichtersatz aus dem öffentlichen Netz gespeist wird und bei Spannungsausfall sofort Batteriestrom bezieht.

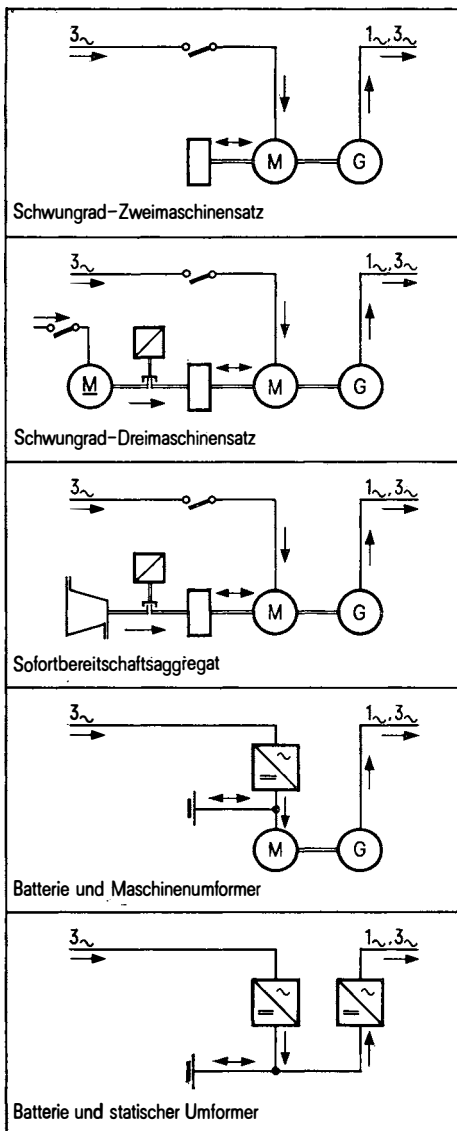
Der Umformersatz ist auch durch einen statischen Drehumrichter zu ersetzen, wodurch alle rotierenden Teile entfallen.

Die genannten Möglichkeiten einer unterbrechungsfreien Stromversorgung enthalten keine generell empfehlenswerte Lösung. Umlaufende Maschinen benötigen mehr Wartung als statische Umrichter, dafür sind letztere gegenüber Laststößen durch Anlaufvorgänge (im Überlastbereich) z. Zt. wesentlich empfindlicher. Gleichstromantriebe lassen sich leicht in der Drehzahl regeln und halten somit die Spannung und die Frequenz des Rechners in der notwendigen Weise konstant. Dafür brauchen sie, wie alle Kommutatormaschinen, eine eingehende Wartung. Der Dieselmotor ist ein robuster und zuverlässiger Antrieb, doch fordert sein Einsatz eine schwingungsfreie Aufstellung, eine geregelte Treibstoffversorgung und eine betriebssichere Weiterleitung der Abgase. Auch eine Batterie benötigt regelmäßige Untersuchung und Wartung, so daß nicht einmal über statische Umrichter unüberwacht eingespeist werden kann.

Es dürfte also wesentlich vom Aufstellungsort und vom Betreiber abhängen, welche Lösung für die Stromversorgung gewählt wird. Die Kosten für die einzelnen Varianten unterscheiden sich bei gleichen technischen Bedingungen so wenig, daß auch die Wirtschaftlichkeit keine Präferenzen vorgibt.

Ein weiteres Problem ist die Stromversorgung der Automatisierungsmittel in der Prozeßperipherie, also der Signalformer, Meßgeber und Betriebselektroniken. Im allgemeinen wird man die Signalformer mit der Rechnerspannung betreiben. Sind aber potentialtrennende Geräte am Eingang oder Ausgang des Prozeßelements P1K eingebaut (z. B.

Bild 74
Einrichtungen für die
unterbrechungsfreie
Stromversorgung



Übertrager oder Relais), dann ist auch die Einspeisung der Anlagenstromkreise separat anzuordnen.

Für die Anwendung von Betriebselektroniken ist wichtig zu beachten, daß ein Spannungseinbruch Schaltverhältnisse schafft, die auch nach sofortiger Wiederkehr der Spannung nicht mehr mit denen übereinstimmen, die vor dem Ereignis geherrscht haben. Um die Signalzustände eindeutig über die spannungslose Pause hinweg beizubehalten, ordnet man in vielen Fällen eine gepufferte Hilfsbatterie an, die immer in Betrieb bleibt. Wenn man dazu abgeschlossene Zellen benützt (z. B. Nickel-Cadmium-Batterien), ist der Aufwand für ihre Aufstellung relativ niedrig zu halten.

Um für Notstrom-Maschinensätze wirtschaftliche Größen zu erreichen, kann man neben der Rechneranlage noch weitere Verbraucher vorsehen, z. B. die Klimaanlage, die Notbeleuchtung usw. Dabei ist aber zu beachten, daß nur solche Einrichtungen berücksichtigt werden sollten, die im engen Zusammenhang mit dem Rechner stehen, also gleichen Betriebsbedingungen unterworfen sind. Allerdings sind auch hier die besonderen Eigenschaften (Anlauf- und Einschaltströme) der Geräte zu erkunden, die unzulässige Spannungsabsenkungen hervorrufen können, damit der Generator leistungsfähig genug ausgelegt wird.

10.2. Stromverteilung in der Zentraleinheit

Während der Projektteur für die Wahl und die Auslegung der von außen einspeisenden Einrichtungen jede Freiheit hat, hält er sich zweckmäßigerweise bei der Anordnung und Dimensionierung der internen Stromversorgung weitgehend an die vorgeschriebenen Baueinheiten. Diese werden entsprechend den Planungsunterlagen fabrikfertig geliefert und eingebaut.

In der Regel leitet man den Strom vom Umformersatz oder der ihm entsprechenden Stromquelle über ein Kabel zu einem zentralen Einspeisepunkt in der Zentraleinheit. Da man die ZE nicht direkt mit einer Batteriegleichspannung versorgen wird — die für die EXE noch eigens umzuformen ist —, wird hier eine normale Drehstromspeisung vorausgesetzt. Diese ist dem örtlich vorgeschriebenen Schutzsystem für Niederspannungsanlagen anzupassen oder deutlich als nicht übereinstimmend zu kennzeichnen; man benötigt jedenfalls deshalb mindestens ein Vierleiterkabel.

Die Vielfalt der in der Rechneranlage verwendeten Bauelemente bedingt die Erzeugung von unterschiedlichen Versorgungsspannungen für

die verschiedenen Funktionseinheiten. Hierzu braucht man immer wieder Transformatoren und Gleichrichter. Diese sind nicht als kompakte Einrichtungen in ein echtes Baukastensystem zu pressen, weil die Gerätesätze für den Netzanschluß mitunter doch recht beachtliche Dimensionen erreichen und deshalb für eine raumsparende Zusammenfassung wenig geeignet sind; doch lassen sie sich nach generell gültigen Richtlinien projektieren. Da die Zentraleinheiten selbst verschiedene Stadien in der Entwicklung der Schaltkreistechniken repräsentieren, erhielten sie auch unterschiedliche Einspeisungen, in denen die inzwischen gemachten Erfahrungen ihren Niederschlag finden. So gibt es heute drei Stromversorgungssysteme (SV).

Die ZE 303 erhalten das System SV 1, die ZE 302, 304 und 305 das System SV 2 und die ZE 301 sowie bestimmte Anlagenteile der ZE 306 und zuweilen auch Erweiterungen bei anderen ZE das System SV 3.

Man kann die Einrichtungen für die Stromversorgung unter Zentraleinheiten ungleichen Typs nicht (ohne weiteres) austauschen und nur da zusammenschließen, wo die Bedingungen dafür eindeutig gegeben sind. Deshalb muß man ihre wichtigsten Eigenschaften kennen, um bei der Projektierung beweglich zu sein.

Alle Stromversorgungen haben gemeinsam, daß die eingespeiste Wechselspannung als in engen Grenzen geregelte Gleichspannung zur Verfügung gestellt wird. Die Netzwechselspannung und — soweit vorhanden — auch die Grundgleichspannung werden überwacht; ihr Ausfall führt zu einer kontrollierten Abschaltung. Dazu gehören wie erwähnt die folgenden Vorgänge: Sperrung der Anforderungen von den EXE auf Datenverkehr (Abspeichern der im Rechen- und Steuerwerk vorhandenen wichtigen Informationen durch die Software), Abschalten der internen Versorgungsgleichspannungen nach einer bestimmten Reihenfolge zum Schutz der im ASP sichergestellten Daten.

Außerdem werden die geregelten Stromversorgungen auf Überspannung (über 10 %), Überstrom (zwischen +5 und +15 %) und auf Unterspannung (über 10 %) der Nennwerte überwacht. Eine derartige Störung führt zu einer Abschaltung der Stromversorgungseinheit, aber nicht automatisch zur Stillsetzung der ZE (ausgenommen die ZE 301); dafür erscheint eine optische und akustische Sammelmeldung auf dem Bedienungsfeld.

Die Projektierung der Stromversorgungen beginnt bei den Verbraucherleistungen; hier sind auf jeden Fall Reserven für absehbare Erweiterungen mit einzuplanen. Besonders bei der Abschätzung des Bedarfs des Prozeßelements darf nicht kleinlich verfahren werden, damit nicht vollbesetzte Signalferrahmen jederzeit weiter bestückt werden

können; für diese sollte man also immer den Vollausbau ansetzen. Für die Absicherung des Trafo-Gleichrichtersatzes in der Netzeinspeisung ist zu beachten, daß er wegen seiner relativ niedrigen Leistung naturgemäß schlecht ausgenützt wird, so daß zur Ermittlung der Anschlußleistung ein Wirkungsgrad unter 0,75 anzusetzen ist.

Das *Stromversorgungssystem SV 1* erzeugt im Netzhauptschrank NHS die beiden Grundspannungen +36 V und -36 V, die über Schalter den nachfolgenden Spannungsregleinrichtungen SRE zugeführt werden. *Grundspannungen* sind generell unregelt. Durch „Zerhacken“, Transformieren und Gleichrichten erhält man in den SRE die Möglichkeit, mit lastabhängigen Regleinrichtungen weitgehend konstante Spannungen herzustellen; die Toleranz beträgt maximal $\pm 1\%$.

Für die mit SIMATIC®-Bauteilen ausgerüstete ZE 303 werden die Spannungen ± 12 V und -24 V benötigt. Die Anschlußleitungen zu dem Netzanschlußschrank und zu den Verbraucherbaugruppen sind in 31adrigen Steckleitungen zusammengefaßt.

Die Einspeisungsbausätze von Drehstrom 220/380 V, 50 Hz, auf ± 36 V – stellen gleichspannungsseitig 25 A (oder auch 50 A bei +36 V) zur Verfügung. In einem Netzhauptschrank können maximal drei Hauptgleichrichtersätze, in jedem Zusatzschrank NZS maximal zwei weitere bis zu einem höchsten Gesamtstrom von 175 A untergebracht werden.

Die Spannungsregleinrichtungen nehmen ein- oder dreizeilige Einbaurahmen entsprechend SIVAREP® A in Anspruch und bestehen aus einzelnen steckbaren Bausteinen; hierzu gehören ein Regelschalter als Leistungsteil und einige Steuer- und Überwachungsbaugruppen. Man ordnet sie möglichst nahe an den Verbrauchern an, und so, daß ihre Wärme abgeführt wird, ohne die Verbraucher aufzuheizen (z. B. oben in dem betreffenden Schrank). Mehrere SRE können weder parallel noch seriell zusammengeschlossen werden.

Im Netzhauptschrank befinden sich Anschlußklemmen für die externen Geräte, denen Wechsel- oder Drehstrom zugeführt werden muß.

Das *Stromversorgungssystem SV 2* ist ähnlich wie das SV 1 konzipiert, erhält aber mit Rücksicht auf die andersartige Schaltkreistechnik neu zusammengestellte Spannungsregleinrichtungen. Wie Bild 75 zeigt, wird im NHS eine unregelte Grundspannung von -60 V erzeugt. Der Hauptgleichrichter kann mit maximal 65 A belastet werden; reicht das nicht aus, kann ein zweiter in einem NZS parallel angeordnet werden.

Die Grundspannung wird über Kabel auf die SRE verteilt. Diese liefern geregelte Gleichspannungen von 5, 6, 12, 18 und 24 V. Die Ver-

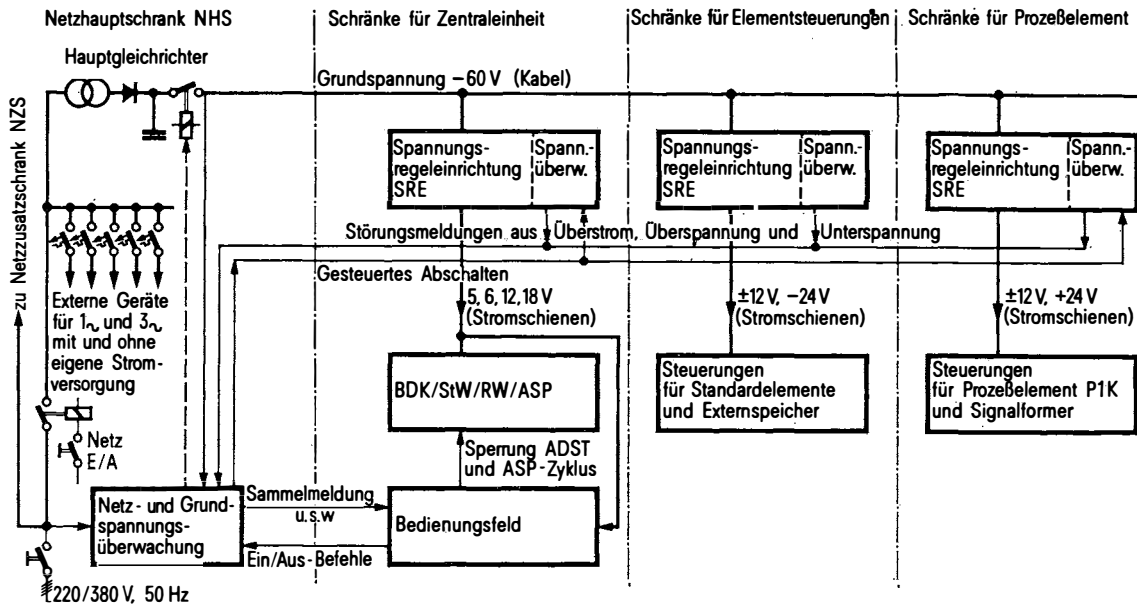


Bild 75
Blockschaltbild der internen Stromversorgung SV 2

braucher werden hier über Stromschienen in den Holmen der Schrankgerüste versorgt. Damit die Anordnung der Verbraucher von der Stromversorgung unabhängig wird und die SRE trotzdem sinnvoll mit den Baueinheiten in den Schränken zusammengesetzt werden können, gibt es verschiedene Möglichkeiten, die SRE zu kombinieren.

Die Spannungsregleinrichtungen füllen ein- bis vierzeilige Einbauahmen entsprechend *SIVAREP® A*. Sie unterscheiden sich so von den SRE des Systems SV 1, daß sie nicht gegen diese ausgetauscht werden können. Untereinander sind sie in begrenztem Umfang parallel schaltbar, aber nicht in Serie. Dabei wird vorausgesetzt, daß die Gleichspannungen gleich hoch sind. Da dies nicht in jedem Fall selbstverständlich ist, gibt es verschiedene Ausführungen der SRE (siehe dazu Bild 76).

- Die *führende Stromversorgung (F)* enthält neben den maximal vier sogenannten Regelschaltern (einzeiligen regelbaren Steckeinheiten) mit ihren Steuer- und Überwachungsflachbaugruppen auch Prints, deren Bauelemente zur Spannungsregelung einer „geführten“ Stromversorgung dienen. Über gemeinsame Stromschienen können nur eine führende und eine geführte Stromversorgung sekundärseitig verbunden werden, aber z. B. nicht zwei führende.

- Die *geführte Stromversorgung (G)* beinhaltet nur Regelschalter und die notwendigen Steuerflachbaugruppen; sie muß aber durch einen außenliegenden Regler beaufschlagt werden und kann somit nicht selbständig arbeiten. Sie wird mit der führenden Stromversorgung über eine Steckleitung verbunden; die Ausgänge von beiden Einheiten müssen parallelgeschaltet bleiben.

- Die *Stromversorgung für Einzelbetrieb (E)* ist eine komplette SRE, die einen Regelschalter mit Steuer- und Überwachungsflachbaugruppen enthält und nur selbständig arbeiten kann; sie kann also weder mit einer führenden noch mit einer geführten in eine gemeinsame Schiene einspeisen.

Bild 76 zeigt die Kriterien, die die vorstehenden Ausführungen verdeutlichen.

Eine einzeilige Einheit kann bei unterschiedlicher Ausstattung 5 A bei 24 V, 10 A bei 12 V, 16 A bei 6 V oder 20 A bei 5 V liefern. Hierzu benützt sie eine Stromschiene, an die die entsprechenden Verbraucher herangeführt werden. Diese Stromschiene ist aber damit eindeutig belegt. Genügt der anbietbare Strom nicht, so kann man bis zu vier Einheiten parallelschalten (z. B. eine Führende und drei Geführte Stromversorgungen für 12 V und 10 A); dies geht aber nur, wenn diese Einheiten mit einer gemeinsamen Einspeisung im gemeinsamen Einbau-

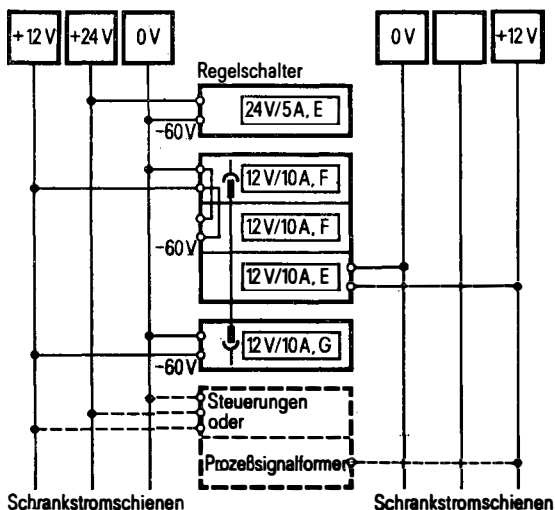


Bild 76

Beispiele für den Anschluß der Spannungsregleinrichtungen beim System SV 2

rahmen eng vereinigt sind. Wird noch mehr Strom benötigt, schaltet man — wenn verfügbar — eine Einheit in G-Ausführung getrennt dazu und läßt sie durch die Führende steuern.

Stromversorgungen für Einzelbetrieb erhalten ihre eigene Stromzuführung und ihre eigene Stromschiene.

Für die Anordnung der SRE gilt dasselbe, wie für System SV 1. Aus Bild 75 ist noch zu sehen, daß die Störmeldungen aus den Spannungsregleinrichtungen zu einer Sammelleiste im Netzhauptschrank geführt werden, so daß sie geschlossen dem Bedienungsfeld zur Verfügung gestellt werden können. Von hier kommt dann auch der Anstoß zum kontrollierten Abschalten der Rechneranlage einschließlich dem geregelten Außerbetriebnehmen der Stromversorgungen.

Das *Stromversorgungssystem SV 3* (Bild 77) fällt gegenüber den bisher behandelten aus dem Rahmen. Es wurde ursprünglich für die ZE 301 entworfen, hat aber in der Zwischenzeit schon eine weitere Anwendung gefunden, weil es bei Erweiterungen usw. leichter zu handhaben ist als die SV 2.

Das Charakteristische ist hier, daß jede Einheit ihren eigenen Transformator und Gleichrichtersatz mit Spannungsregler und Überwachung besitzt und so (netzseitig abschaltbar) an eine unabhängige Wechselspannung angeschlossen werden kann. Außerdem faßt man aus Gründen der Zweckmäßigkeit alle eigens abgesicherten Einspeisungen zur ZE, dem P1K und den externen Geräten in einem Netzverteilerschrank zusammen; dieser wird so zur normalen Niederspannungsverteilung.

In jeder Stromversorgung werden die im zugehörigen Anlagenteil benötigten Spannungen direkt erzeugt und auf Stromschienen geschaltet. Wenn die Verbraucherleistung in einem Schrank niedrig genug ist, kann auch eine Schiene des Nachbarschranks mitversorgt werden.

Die Ausgangsspannung wird in jeder Stromversorgung eigens überwacht. Störungen führen zur Abschaltung des Netzschützes bzw. bei der ZE 301 zur kontrollierten Abschaltung des ganzen Rechners. Die Zuschaltung bewirkt ein gemeinsames Kommando vom Bedienungsfeld

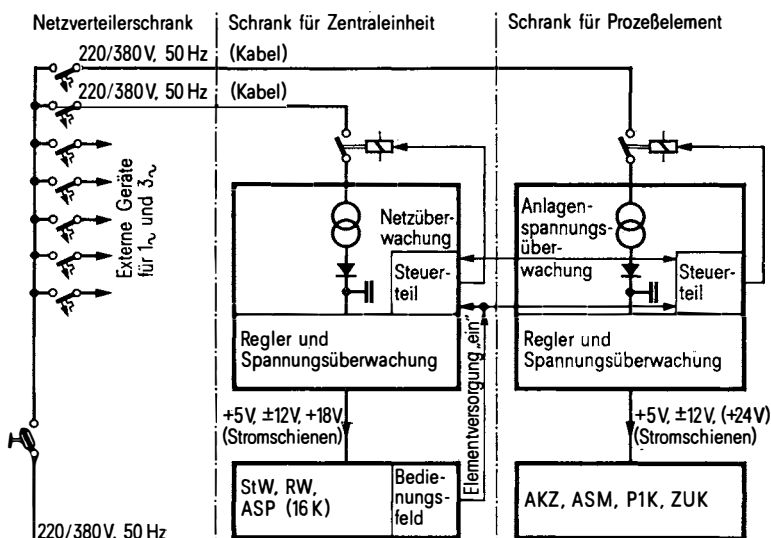


Bild 77
Blockschaltbild der internen Stromversorgung SV 3

her. Die Stromzuführung vom Netzverteilerschrank her wird nur in der Stromversorgung der Zentraleinheit überwacht. Folglich darf z. B. das Prozeßelement P1K oder eine andere Einheit der Rechneranlage nur an derselben Haupteinspeisung wie die ZE angeschlossen sein. Dies gilt besonders für den Fall, daß man das System SV 3 mit dem System SV 2 in der gleichen Rechneranlage benützt.

Stromversorgungen des Systems SV 3 können weder parallel noch in Serie geschaltet werden.

Die ZE 301 wird bei einer Störung in der +18 V, +12 V, -12 V und +5 V-Versorgung abgeschaltet. Dagegen wird ein Fehlen der 24 V-Einspeisung weder zur Abschaltung noch zur Signalisierung benützt. Hier empfiehlt es sich, für die Meldung eines Spannungsausfalls Alarmeingänge des Prozeßelements P1K heranzuziehen.

Tabelle der Potenzen von 2

2^n	n	2^{-n}
1	0	1,0
2	1	0,5
4	2	0,25
8	3	0,125
16	4	0,062 5
32	5	0,031 25
64	6	0,015 625
128	7	0,007 812 5
256	8	0,003 906 25
512	9	0,001 953 125
1 024	10	0,000 976 562 5
2 048	11	0,000 488 281 25
4 096	12	0,000 244 140 625
8 192	13	0,000 122 070 312 5
16 384	14	0,000 061 035 156 25
32 768	15	0,000 030 517 578 125
65 536	16	0,000 015 258 789 062 5
131 072	17	0,000 007 629 394 531 25
262 144	18	0,000 003 814 697 265 625
524 288	19	0,000 001 907 348 632 812 5
1 048 576	20	0,000 000 953 674 316 406 25
2 097 152	21	0,000 000 476 837 158 203 125
4 194 304	22	0,000 000 238 418 579 101 562 5
8 388 608	23	0,000 000 119 209 289 550 781 25
16 777 216	24	0,000 000 059 604 644 775 390 625

Tabelle 12 Codierung der Zeichen im Siemens-System 300

Bedeutung		Arbeitsspeicher							Loch- karte ¹⁾	Lochstreifen ¹⁾					Blattschreiber		Formular- drucker	Schnell- drucker ¹⁾	
Symbol oder Ab- kürzung	Bemerkung	äquiva- lente Dez.Z.	B	A	'B	4	2	1		1	2	•	3	4	5	BU/ZI			Druck- zeichen
ZWR	Zwischenraum (blank)	0							kein Loch			•	○			B, Z	ZWR	ZWR	ZWR
1		1						1	1	○	○	•	○		○	Z	1	1	1
2		2					1		2	○	○	•			○	Z	2	2	2
3		3					1	1	3	○		•				Z	3	3	3
4		4			1				4		○	•		○		Z	4	4	4
5		5			1		1		5			•		○		Z	5	5	5
6		6			1	1			6	○		•	○		○	Z	6	6	6
7		7			1	1	1		7	○	○	•	○			Z	7	7	7
8		8			1				8		○	•	○			Z	8	8	8
9		9		1				1	9			•		○	○	Z	9	9	9
0		10		1		1			0		○	•	○		○	Z	0	0	0
=	gleich	11		1		1	1		3-8		○	•	○	○	○	Z	=	=	=
'	Apostroph	12			1	1			4-8	○		•	○			Z	'	'	'
:	Doppelpunkt	13			1	1		1	5-8		○	•	○	○		Z	:	:	:
>	größer als	14			1	1	1		6-8			•				Z	>	>	>
SRU	Schwarz-Röt-Umschaltung ²⁾	15			1	1	1	1	7-8								SRU ²⁾	SRU ²⁾	SRU ²⁾
RSU	Rot-Schwarz-Umschaltung ²⁾	16		1					2-8								RSU ²⁾	RSU ²⁾	RSU ²⁾
/	Schrägstrich	17		1				1	0-1	○		•	○	○	○	Z	/	/	/
S		18		1			1		0-2	○		•	○			B	S	S	S
T		19		1			1	1	0-3			•			○	B	T	T	T
U		20		1		1			0-4	○	○	•	○			B	U	U	U
V		21		1		1		1	0-5		○	•	○	○	○	B	V	V	V
W		22		1		1	1		0-6	○	○	•			○	B	W	W	W
X		23		1		1	1	1	0-7	○		•	○	○	○	B	X	X	X
Y		24		1	1				0-8	○		•	○		○	B	Y	Y	Y
Z		25		1	1			1	0-9	○		•			○	B	Z	Z	Z
	nicht belegt ³⁾	26		1	1		1		0-2-8								?	?	?
,	Komma	27		1	1			1	0-3-8			•	○	○		Z	,	,	,
(	Klammer auf	28		1	1	1			0-4-8	○	○	•	○	○		Z	(((
-	nicht belegt ³⁾	29		1	1	1	1		0-5-8								?	?	?
NM	Namengeber (Werda) f. Blattschr.	30		1	1	1	1		0-6-8	○		•		○		Z	⊕ ²⁾	?	?
ZL	Zeilenvorschub f. Blattschreiber	31		1	1	1	1	1	0-7-8		○	•				B, Z	ZL ²⁾ 1)	1)	?
-	Minus (Bindestrich)	32	1						11	○	○	•				Z	-	-	-
J		33	1					1	11-1	○	○	•		○		B	J	J	J

K		34	1			1	11-2	○	○	●	○	○		B	K	K	K
L		35	1			1	11-3		○	●		○		B	L	L	L
M		36	1		1		11-4		●	○	○	○		B	M	M	M
N		37	1		1	1	11-5			●	○	○		B	N	N	N
O		38	1		1	1	11-6			●		○	○	B	O	O	O
P		39	1		1	1	11-7		○	●	○	○		B	P	P	P
Q		40	1	1			11-8	○	○	●	○		○	B	Q	Q	Q
R		41	1	1		1	11-9		○	●		○		B	R	R	R
ZI	Ziffernumschaltung, Tabulator ⁹⁾	42	1	1	1	1	11-0	○	○	●		○	○	B, Z	ZI ⁹⁾	TAB	?
\$	Dollar	43	1	1	1	1	11-3-8			●	○		○	Z	\$?	\$
*	Stern	44	1	1	1	1	11-4-8	○		●		○	○	Z	*	?	*
%	Prozent	45	1	1	1	1	11-5-8		○	●		○	○	Z	%	?	?
;	Semikolon, Endezeichen	46	1	1	1	1	11-6-8	○	○	●		○		Z	;	?	?
WR/ZW	Wagenrücklauf bzw. Zeilenwechs. ⁹⁾	47	1	1	1	1	11-7-8			●	○			B, Z	WR ⁹⁾	ZW ⁹⁾	?
+	Plus	48	1	1			12	○		●			○	Z	+	+	+
A		49	1	1		1	12-1	○	○	●				B	A	A	A
B		50	1	1		1	12-2	○		●			○	B	B	B	B
C		51	1	1		1	12-3		○	●	○	○		B	C	C	C
D		52	1	1	1		12-4	○		●		○		B	D	D	D
E		53	1	1	1	1	12-5	○		●				B	E	E	E
F		54	1	1	1	1	12-6	○		●	○	○		B	F	F	F
G		55	1	1	1	1	12-7		○	●		○	○	B	G	G	G
H		56	1	1	1		12-8			●	○		○	B	H	H	H
I		57	1	1	1	1	12-9		○	●	○			B	I	I	I
BU	Buchstabenumschaltung f. Blattschreib.	58	1	1	1	1	12-0	○	○	●	○	○	○	B, Z	BU ⁹⁾	?	?
.	Punkt	59	1	1	1	1	12-3-8			●	○	○	○	Z	.	.	.
)	Klammer zu	60	1	1	1	1	12-4-8			○	●		○	Z)))
#	Nummer, Itrungszeichen	61	1	1	1	1	12-5-8	○		●	○	○		Z	#	?	?
<	kleiner als	62	1	1	1	1	12-6-8			●				B	<	?	?
BEZ	Bereichsdezeichen	63	1	1	1	1	12-7-8								BU ⁹⁾	?	?

⁷⁾ ○ bedeutet Informationsloch ● bedeutet Vorschubloch

⁸⁾ Farbumschaltung beim Formuldruker und bei einer Ausführung des Blattschreiberelementes

⁹⁾ Beim Siemens-System 300 frei verfügbar

⁹⁾ Wagenrücklauf beim Blattschreiber, Wagenrücklauf und Zeilentransport beim Formuldruker

⁹⁾ Ziffernumschaltung beim Blattschreiber, Tabulator beim Formuldruker

⁹⁾ Betriebs-Schaltzeichen, kein Abdruck

⁷⁾ Bei Ausgabe des Zeichens wird Zwischenraum gegeben und die Anzeige »nicht zugelassenes Zeichen« gesetzt

¹⁰⁾ Wird bei Eingabe nicht in den Arbeitsspeicher übernommen

¹¹⁾ Wird bei Ausgabe überlesen

¹²⁾ Bei alphanumerischer Eingabe von Lochkarten-Eingabeelement werden Lochkombinationen, die in der Tabelle nicht aufgeführt sind, als ZWR in den Arbeitsspeicher gegeben. Es wird die Anzeige »Nicht zugelassenes Zeichen« gesetzt.

¹³⁾ Normalbelegung

¹⁴⁾ Das Zeichen beendet eine Ein-Ausgabe

Abkürzungen

AA (1 . . 16)	Bitstellen einer Arbeitsspeicheradresse
ACK 0 oder 1	acknowledge, Zeichen für: verstanden
AD (9 . . 14)	Bitstellen einer Externadresse
ADEC	Adreßdecodierung
ADFG	Adressenfreigabe in einer SF-Steuerung
ADR	übliche Verallgemeinerung einer ASP-Adresse
ADS (0 . . 7)	Bitstellen einer Spaltenadresse in einer Matrix
ADST	Signal: Anforderung an die Datensteuerung an der ZE-Nahtstelle
ADU	Analog-Digital-Umsetzer
ADZ (0 . . 7)	Bitstellen einer Zeilenadresse in einer Matrix
AGR	Alarmgruppenregister in der Universalsteuerung des P1K
AIN	Prozeßsignalformer des P1K: Integrierende Analogeingabe
AINE	Erweiterungseinheit der AIN
AINZ	Zentraler Teil der AIN
AKZ	Akkunahtstellenzusatz der ZE 301
AL	Alarmsignal in einer externen Steuerung
ALD	Dynamische Alarmeingabe
ALDE	Prozeßsignalformer des P1K: Alarm- und Digitaleingabe
ALS	Statische Alarmeingabe
AMO	Prozeßsignalformer des P1K: Analogeingabe von Momentanwerten
AMOE	Erweiterungseinheit der AMO
AMOV	Erweiterungseinheit der AMO mit potential-trennenden Verstärkern
AMOV	Zentraler Teil der AMO
ANAU 8	Prozeßsignalformer des P1K: Analogausgabe mit 8 Bitstellen für jeden Meßwert
ANAU 11	Prozeßsignalformer des P1K: Analogausgabe mit 11 Bitstellen für jeden Meßwert und Vorzeichen
ANF	Signal: Anforderung eines Datenverkehrs mit der P3KS
ANFADR	übliche allgemeine Anfangsadresse eines ASP-Bereichs

AR	Adreßregister
ASCII	american standard code for information interchange Standardcode für Informationsaustausch
ASM	Arbeitsspeicher-Multiplexer der ZE 301
ASP	Arbeitsspeicher einer Zentraleinheit
AUSB	Befehl: Ausgabe binär an Blattschreiber
AUST	Prozeßsignalformersteuerung des P1K: Ausgabe- steuerung
BAP	Signal an der ZE-Nahtstelle: Bedingte Anforderung an die Programmsteuerung
BBE	Signal an der ZE-Nahtstelle: Befehl für EXE steht bereit
BBS	Bedienungsblattschreiber
BCC	block checking character, Zeichen für Informations- prüfung bei Datenfernverkehr
BDK	Bedienungselement
BDEC	Befehlsdecodierung
BE	Betriebselektronik
BF (1 . . 14)	Bitstellen eines Befehlswortes
BIKA-S	Anschaltung für alphanumerische Sichtgeräte
BR (1 . . 14)	Bitstellen des Befehlsregisters im Steuerwerk der ZE
BS	Blattschreiber
BU	Zeichen für Buchstabenumschaltung
BZ	Befehlszähler
DAK	Einheit der Datenaustauschsteuerung
DAIN	Prozeßsignalformer des P1K: dezentralisierte integrierende Analogeingabe
DAINA	Außenstelle einer DAIN
DAINZ	Zentraler Teil der DAIN
DAST	Datenaustauschsteuerung
DAU	Digital-Analog-Umsetzer
DED	Dynamische Digitaleingabe
DES	Statische Digitaleingabe
DEST	Prozeßsignalformersteuerung des P1K: Digital- eingabesteuerung
DVA	Datenverarbeitungsanlage
E	Einzelleitung zwischen ZE und EXE
EA	Elementauswahlbefehl
EABF	Signal an der ZE-Nahtstelle: Elementabfertigung
EAR	Elementauswahlregister
E/A-Kanal	Ein-Ausgabekanal einer ZE

EINB	Befehl: Eingabe binär vom Blattschreiber
ELDA	Prozeßsignalformer des P1K: elektronische Digitalausgabe
ENDADR	übliche allgemeine Endadresse eines ASP-Bereichs
ENQ	enquiry, Zeichen zur Abfrage der Betriebsbereitschaft
EOT	end of transmission, Zeichen zur Beendigung eines Datenverkehrs
ESP	Externspeicher
ETB	end of block, Zeichen am Ende eines Textblocks
ETX	end of text, Zeichen am Ende eines vollständigen Übertragungstextes
EV (a, b, c)	Elementversorgungsbefehle
EXE	Externes Element
FS-Code	Fernschreibcode
FSK	Fernschreibelement
GDN	Gleichstromübertragung von Daten mit Niederigpegel
GRODE	Prozeßsignalformer des P1K: große Digitaleingabe
HX	Halbduplex
INF	Information, z. B. Wortinformation in einem EXE
ISO	international organization for standardization Europäische Organisation für Standardisierung
K (Wö.)	Ausdruck für die Zahl: 1024 (z. B. Kilo-Wörter)
K (nachgestellt)	Bezeichnung für kombinierten Betrieb, also für Ein- und Ausgabe
KDEC	Kanaldecodierung
KSK	Externer Kernspeicher
KZW	Kurzzeitwecker
LK	Lochkarte
LKA	Lochkartenausgabe
LKE	Lochkarteneingabe
LKK	Kombinierte Lochkartenein- und -ausgabe
LS	Lochstreifen
LSA	Lochstreifenausgabe
LSE	Lochstreifeneingabe
LSK	Kombinierte Steuerung für Lochstreifenein- und -ausgabe
LOE	Signal: Löschen eines Registers

MB (-Gerät)	Magnetband (-Gerät)
MC	Maschinencode (auch Maschinensprache)
Modem	Einheit für Modulation und Demodulation von Rechnersignalen bei einer Datenfernübertragung
NV-Anlage	Niedervolt-Anlage: Schaltanlage für 220/380 V, 50 Hz
OLL1	Lochstreifenleser
OP	Signal: Operationsende in einem EXE
OPT EA	Operationsteil (Bit 22 . . 24) eines EA-Befehls
OPT EV	Operationsteil (Bit 22 . . 24) eines EV-Befehls
ORG	Organisationsprogramm
PAD	Füllzeichen in einer Datenübertragung
PB	Paritybit
PBS	Protokollblattschreiber
PLKG1	Prozeßsignalformer des P1K: Analogeingabe von Momentanwerten
PROSA 300	Assemblersprache für das System 300: Programmieren mit symbolischen Adressen
PSF	Prozeßsignalformer
PSK	Plattenspeicherelement
PSP 301	Plattenspeicherelement für die ZE 301
PSU	Parallel-Serien-Umsetzer
PU (-Bit)	Programmunterbrechung (s-Bit)
PU-Register	Register mit den PU-Bits, Zelle im ASP
P1K 300/301	Prozeßelement für die ZE 302 bis 306 bzw. ZE 301
P1KS	Prozeßelementsteuerung
P2K	Prozeßelement für Rechnerkopplung
P2SP	Synchronpuffer des P2K
P3AG	Ausgabegeräte zum P3K
P3AS	Ausgabesteuerung
P3EG	Eingabegerät zum P3K
P3ESI	Inkrementsteuerung
P3ESN	Normale Eingabesteuerung
P3K	Prozeßelement für schnellen Datenverkehr
P3KS	Elementsteuerung und Grundsteuerung
P3KSA	Kombinierte Ein- und Ausgabesteuerung
P3UR	Empfangsteil der Übertragungseinrichtung P3U
P3UT	Sendeteil der Übertragungseinrichtung P3U
P4K	Prozeßelement für schnellen Datenverkehr über einen Standardkanal
RBE	Signal an der ZE-Nahtstelle: Rückmeldung der Befehlsübernahme durch ein EXE

RAK	Relaisausgabe: Kurzschließbaugruppe
RAN	Relaisausgabe mit quecksilberbenetzten Kontakten
RAS	Relaisausgabe: Sicherungsbaugruppe
RAT	Relaisausgabe mit normalen Kontakten
REDA	Prozesssignalformer des P1K: Digitalausgabe mit Relais
RI	Richtungskennzeichen aus dem EA-Befehl
RM	Rückmeldesignal einer P3KS an eine externe Steuerung
RS	Rücksetzsignal für Register in einem EXE
RSt	Rollkugelsteuerung
RSU	Rot-Schwarz-Umschaltung bei Blattschreibern
RW	Rechenwerk in der Zentraleinheit
S (nachgestellt)	Steuerung eines Elements oder Geräts
SA	Sammelleitung an der U-Steuerung für Eingabedaten
SB	Sammelleitung an der U-Steuerung für Ausgabedaten
SC	Sammelleitung an der U-Steuerung für Alarmer und Adressen
SD	Schnelldrucker
SF (1 . . 3)	Signalformerkennzeichen, Bits 22 . . 24 eines EV-Befehls
SKU	Schnellkanal-Schnittstellen-Umsetzer für MB-Geräte
SPU	Serien-Parallel-Umsetzer
ST	Startsignal
STA	Startsignal für eine Ablaufsteuerung in einem EXE
StW	Steuerwerk der Zentraleinheit
STX	start of text, Zeichen am Anfang eines Textblocks
ST2	Schaltkreistechnik
SRE	Spannungsregeleinrichtungen in Zentraleinheiten
SRU	Schwarz-Rot-Umschaltung
SYN	Synchronisierungszeichen bei Datenfernübertragung
S1	Sammelleitung an der Nahtstelle der ZE
S2	Sammelleitung an der Nahtstelle der ZE
S I	Sammelleitung zu PSF-Steuerungen des P1K
S II	Sammelleitung zu PSF-Steuerungen des P1K
T100	Blattschreiber
TSK	Trommelspeicherelement
TSP	Trommelspeicherelement
TWö	Teilwörter
TWö/s	Teilwörter pro Sekunde, Datenübertragungsrate
TU-Register	Teilkanaal-Unterbrechungsregister der ZUK

UEE	Überwachungs- und Umschaltseinrichtung für Rechnerkopplung
U _{pm} = U/min	Umdrehungen pro Minute
U-Steuerung	Universalsteuerung der PIKS
USV	Unterbrechungsfreie Stromversorgung für Rechner
V _z	Vorzeichen für Zahlen und Meßwerte
WA (1 .. 24)	Wortinformation zum Arbeitsspeicher
WB (1 .. 24)	Wortinformation vom Arbeitsspeicher
WI (1 .. 24)	Wortinformation im EXE
WIA (1 .. 24)	Wortinformation vom PSF
WIB (1 .. 24)	Wortinformation zum PSF
Wö.	Wörter zu je 24 bit
Wö/s	Wörter pro Sekunde, Datenübertragungsrate
WR	Wagenrücklauf bei Blattschreibern
WRFG	Signal: Wortfreigabe in einer Signalformersteuerung
X	Koordinaten für die Bildschirmaussteuerung
Y	Koordinaten für die Bildschirmaussteuerung
Z	Helligkeitssteuerungswert für einen Bildschirm
ZAE	Erweiterungsbaustein für die ZAS
ZAL	Zeichenalarm
ZAP	Baustein für parallele Zeichenausgabe
ZAS	Baustein für serielle Zeichenausgabe
ZAT	Taktimpulsverstärker für die ZAS
ZE	Zentraleinheit
ZEP	Baustein für parallele Zeicheneingabe
ZES	Baustein für serielle Zeicheneingabe
ZI	Zeichen für Ziffernumschaltung
ZKS	Baustein für serielle Zeichenein- und -ausgabe
ZL	Zeilenvorschub bei Blattschreibern
ZÜB	Zeichenübertragungsbausteine für die ZE 302 bis 305
ZUK	Zeichenübertragungsbausteine für die ZE 301 und ZE 302 bis 306
ZUKS	Prozeßsignalformersteuerung für die ZUK

Stichwortverzeichnis

- Ablenkverstärker** 211
Ablaufsteuerung 19
Alarm 25
Alarmbearbeitung 117
Alarmgruppenregister 103
Alarm- und Digitaleingabe
 ALDE 116
Alarmwort (bei ZÜB) 148
Analogausgabe ANAU 8 121
Analogausgabe ANAU 11 123
Analog-Digital-Umsetzer 125
Analogeingabe PLKG 1 126
Analogeingabe AMO 132
Analogsignale 92
Anzeigenzelle des Aufrufs 231
Anzeigenzelle des EXE 233
Asynchronbetrieb 201
Ausgabegerät P3AG 177
Ausgabesteuerung AUST 124
Ausgabesteuerung P3AS 177
- Bedienungsblattschreiber** 35
Bedingte Anforderung an die
 Programmsteuerung BAP 26
befehlsgesteuerter Verkehr 29
Betriebselektronik 144
Binärsignale 92
- CCITT-Code Nr. 2** 34
cycle stealing 23
- Datei** 68
Dateinamen 68
Datenaustauschsteuerung
 DAST 193
Datenkanal 23
datenreduzierter Betrieb 182
Datensicherung (bei Extern-
 speichern) 70
- Datensteuerung (im EXE)** 15
 dezentralisierte integrierende
 Analogeingabe DAINZ 140
Digital-Analog-Umsetzer 121
Digitalausgabe DA 157
Digitalausgabe mit Relais 120
Digitaleingabe DE 157
Digitaleingabesteuerung
 DEST 116
dynamische Alarmeingabe
 ALD 115
dynamische Digitaleingabe
 DED 114
„dynamische“ Signale 113
- Eigensicher** 128
Eingabegerät P3EG 175
Elektronische Digitalausgabe
 ELDA 119
Elementsteuerung 15
Elementsteuerung P1KS 96
ereignisgesteuerter Betrieb 182
erwartete Anforderung einer
 PU 235
Erweiterungsbaustein ZAE zur
 ZAS 154
Etikett 89
Experimentiergerät 168
Externe Elemente 11
externer Kernspeicher KSK 84
externe Speicher 12
- Fremdadressiert** 179
fremdgesteuerter Betrieb 168
fremdgesteuerter Verkehr 32
Formatierung 80
- Geräteststeuerung** 15
gekettete Zyklen 42

- Gleichstromübertragung von
 - Daten mit niedrigem Pegel GDN 198
- Große Digitaleingabe
 - GRODE 117
- Grundspannungen 244
- Grundsteuerung 14
- Halbduplex** 179
- Halbduplexverkehr 199
- hardwaregesteuerter Verkehr 32
- Integrierende Analogeingabe**
 - AIN 136
- Inkrementsteuerung P3ESI 177
- Kombinierte Ein-Ausgabe-steuerung P3KSA** 179
- Kompatibilität 70
- Kontrollinformation 73
- Kreuzparitätsprüfung 203
- Kurzzeitwecker KZW 157
- Lichtgriffel** 214
- Magnetbandspeicher** 85
- Makroaufrufe 11
- Maske 172
- Master-Slave-Betrieb 187
- Modem 198
- Monitor 211
- Monoskop 211
- Organisationsprogramm** 11
- Parallele Zeichenausgabe**
 - ZAP 146
- parallele Zeicheneingabe
 - ZEP 151
- Paritybit 49, 203
- Plattenspeicherelement PSK 78
- Plattenspeicherelement
 - PSP301 83
- Plotter 209
- Positionierer 79
- Prioritätennetzwerk 13
- Programmkanal 19
- Programmsteuerung 29
- Protokollblattschreiber 47
- Prozeßelemente 12
- Prozeßelement P2K 195
- Prozeßelementsteuerung
 - P3KS300 168
- Prozeßelementsteuerung
 - P4KS 168
- PU-Bit 26
- PU-Register 26, 234
- P1K-Adresse 98
- Rechnerhierarchie** 188
- Rechnerkopplung
 - Betriebsart 200
 - Codierung 191
 - Datensicherung 201
 - Elementsteuerung P3KS 199
 - Fernschreibelement FSK 194
 - Prozedur 193, 196
 - Übertragungsverfahren 193
- Rollkugel 214
- Sammelleitungen** 93
- Scanner 40, 175
- Schnellkanal-Schnittstellen-
 - Umsetzer SKU 87
- serielle Zeichenausgabe ZAS 154
- serielle Zeicheneingabe ZES 152
- Sichtgeräte
 - Anschaltung 213
 - Bildschirm 209
 - Bildwiederholungs-
 - speicher 213
 - freie Positionierung 220
 - interne Steuerung 213
 - isometrische Darstellung 221
 - MAP-Darstellung 222
 - Spektrendarstellung 220
 - Steuerwörter 226
 - Tastatur 214
 - Zeichengenerator 211
- Signalformer 92

Signalformerkennzeichen	98	Trommelspeicherelement	
Simplexverkehr	199	TSK	70
SIVAREP A	162	Trommelspeicherelement	
SIVAREP B	163	TSP	76
SIVAREP-System	162	Übertragungseinrichtungen	
Speicherung von Maschinen-		P3U	181
programmen auf Loch-		Überwachungs- und Umschalt-	
streifen	56	einrichtung UEE	202
Standardperipherie	12	unerwartete Anforderung	
Standby-Betrieb	186	einer PU	235
statische Alarめingabe ALS	115	Universalsteuerung	102
statische Digitaleingabe		unterbrechungsfreie Strom-	
DES	114	versorgung USV	237
statische Signale	113	Ureingabe (LKE)	60
Steuerwort (ZÜB)	147	Ureingabeeinrichtung (LSE)	55
Steuerung für normale Eingabe			
P3ESN	174		
Steuerzeichen	192	Vollduplexverkehr	200
Strichelement	211		
Stromversorgung		Wechsellpufferbetrieb	174
Einzelbetrieb	246	Wirewrap-Technik	162
führend	246	Wortverkehr	16
geführt	246		
Stromversorgungssystem		Zeichenübertragungsbausteine	
SV 1	244	ZÜB	143
Stromversorgungssystem		Zeichenübertragungsbausteine	
SV 2	244	ZUK	158
Stromversorgungssystem		Zeitimpulsgeber	106
SV 3	247	ZUK 300	143
Synchronbetrieb	200	ZUK 301	143
Synchronpuffer P2SP	192	Zentraleinheit	11
		ZÜ-Blattschreiber	45
Taktgeberverstärker ZAT	154	zyklischer Code	203
Teilwortverkehr	16	Zylinder	80

Ergänzend zum ersten Band über die Zentraleinheiten des SIEMENS SYSTEM 300 stellt dieses Taschenbuch die wichtigsten Geräte der Prozeßrechnerperipherie vor. Die skizzenhafte Darstellung der Arbeitseinheiten fußt auf der Beschreibung der wesentlichen Vorgänge bei der Bereitstellung, Speicherung und Aufzeichnung von Informationen für die Führung von industriellen Prozessen. Dabei lernt der allgemein interessierte Leser die wesentlichen Vorgänge beim Datenaustausch zwischen Zentraleinheit und Externem Element kennen.