

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM  
KARLSRUHE**

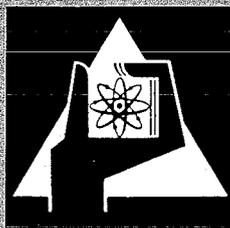
März 1971

KFK 1402

Labor für Elektronik und Meßtechnik

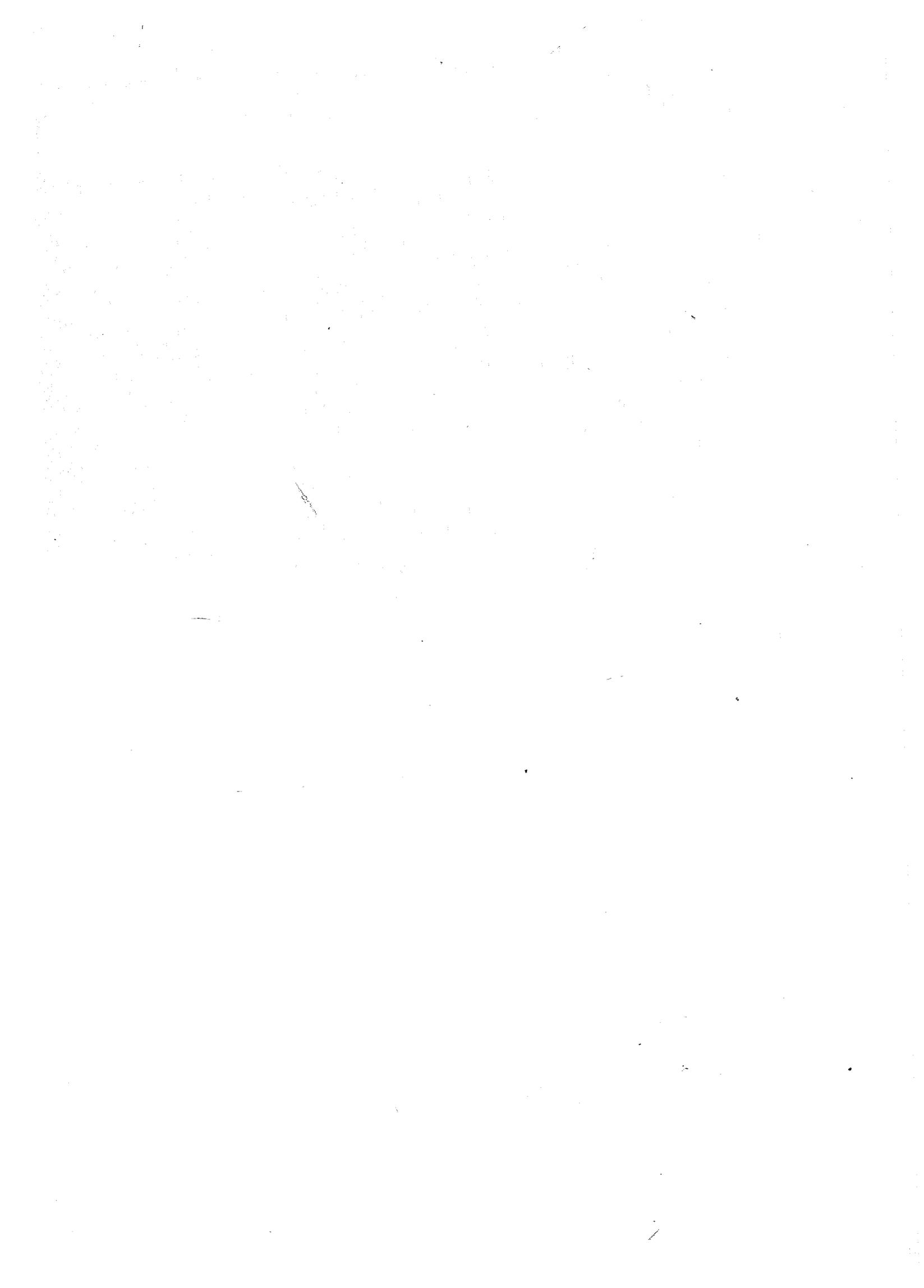
**CAMAC – Ein System rechnergeführter Elektronik  
Beschreibung der gleichbleibenden Systemteile**

J. G. Ottes



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE



## CAMAC – Ein System rechnergeführter Elektronik

DK 681.323:621.039.5

### 1 Einleitung

Das CAMAC-System [1] wurde durch eine mehrjährige intensive Zusammenarbeit vieler europäischer Kernforschungszentren im ESONE-Komitee (*European System of Nuclear Electronics*) geschaffen. Der Anwendungsbereich des Systems erklärt sich schon durch die Namensgebung. CAMAC kann gelesen werden als: *Computer Application to Measurement and Control*. Das CAMAC-System ist gedacht als universelles Zweiweg-Interface System zwischen beliebigen Prozessen und beliebigen Rechnern. Dabei wurde die Standardisierung so konsequent durchgeführt, daß viele wichtige Teile des Systems sowohl von dem zu automatisierenden Prozeß als auch von dem verwendeten Rechner völlig unabhängig, also stets gleichbleibend sind. Dies ist für die Hersteller elektronischer Ausrüstung und Anwender gleichermaßen wegen der damit verbundenen Erweiterung der Marktkapazität ein großer Vorteil. Ein weiterer wichtiger Punkt besteht darin, daß das System von Anfang an auf die Verwendung von Prozeßrechnern ausgelegt worden ist, obwohl ein Rechner zum Betrieb des Systems nicht unbedingt erforderlich ist.

Weitere wichtige Eigenschaften des Systems seien nachfolgend stichwortartig genannt:

- CAMAC ist ein modulares System mit einfachen Funktionseinheiten (*modules*), die zur Verwirklichung komplexer Funktionen zusammengeschaltet werden können.
- Die Funktionseinheiten bestehen aus Einschüben, die gewisse mechanische und elektrische Standards erfüllen.
- Jeder Einschub hat Verbindung zu einem normierten Datenweg (*dataway*), der in einem 19-Zoll-Überrahmen (*crate*) enthalten ist. Über diesen Datenweg laufen Daten, Steuersignale, Befehle, Statusmeldungen und die Stromversorgung. Der Datenweg hängt nicht von der Art der Funktionseinheit und auch nicht von der Art des Rechners ab; er gehört damit zu den gleichbleibenden Systemteilen.
- Ein Überrahmen kann maximal 24 Funktionseinheiten aufnehmen. Er enthält eine Rahmensteuerung (*crate-controller*), die den gesamten Datenfluß von und nach den Modulen in definierter Weise abwickelt. Auch die Rahmensteuerung gehört zu den unveränderlichen Teilen einer CAMAC-Anlage.
- Die Anpassung an einen bestimmten Rechner erfolgt in einer speziellen Einheit.

Durch die Verwendung des CAMAC-Systems bietet sich dem projektierenden Wissenschaftler oder Ingenieur die Möglichkeit, sehr viel Zeit zu sparen. Er kann nämlich auf einem gut sortierten und stetig wachsenden Markt die benötigten Funktions- und Steuereinheiten, Überrahmen usw. kaufen und diese dann einfach zusammenstecken.

Der Autor ist Mitarbeiter der Gesellschaft für Kernforschung mbH in Karlsruhe.

Die Lösung vielfältiger und komplexer Forschungs- und Entwicklungsaufgaben ist heute nur noch durch schwierige Experimentell-Versuche und damit verbundene umfangreiche Messungen zu erreichen. Das ist nicht mehr mit einfachen Mitteln der Datenerfassung möglich, sondern man benötigt Datenerfassungssysteme, die in Verbindung mit Prozeßrechnern arbeiten können und über die der Datenfluß vom Prozeß zum Rechner und umgekehrt auch vom Rechner zum Prozeß erfolgt. Ein solches System wird in diesem Aufsatz beschrieben. Es ist, da von Kernforschungszentren entwickelt, zunächst naturgemäß auf die Belange der modernen kernphysikalischen Experimentiertechnik gerichtet, darüber hinaus wäre es aber auch denkbar, dieses Zweiweg-Interface-System z. B. in der Labor-Automatisierung oder Verfahrenstechnik einzusetzen. — Der erste Teil dieses Beitrages, den wir in diesem und im nächsten Heft veröffentlichen, behandelt die gleichbleibenden Systemteile. Ein zweiter und ein dritter Teil, die für Anfang des nächsten Jahres vorgesehen sind, befassen sich mit den veränderlichen Systemteilen (Zählern, Analog- bzw. Digital-Einschüben usw.) und verschiedenen Anlagen.

Dadurch wird der kostspielige und zeitraubende Aufwand für die Entwicklung und den Bau immer neuer Interface-Elektronik überflüssig.

### 2 Mechanik

#### 2.1 Der Überrahmen

Der Überrahmen<sup>1)</sup> ist als 19-Zoll-Einschub (*Bild 1*) ausgebildet. Er kann insgesamt maximal 24 Funktionseinheiten

<sup>1)</sup> Die mechanischen Einzelheiten, wie Abmessungen und Toleranzen, kann man dem unter [1] genannten Bericht entnehmen.

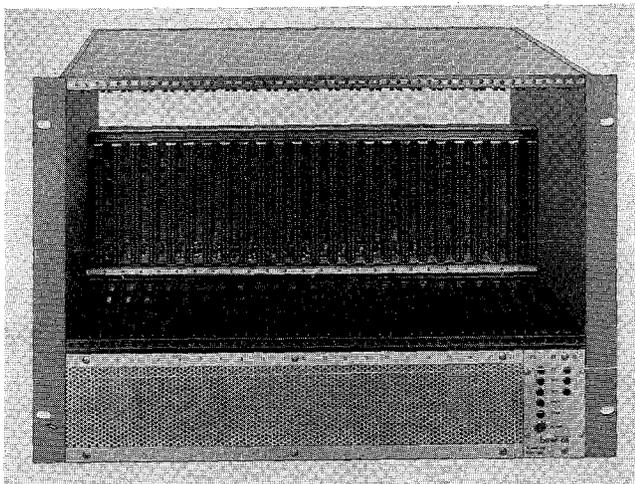
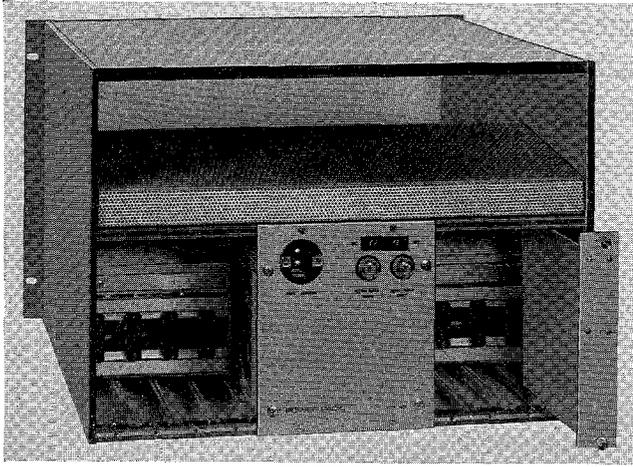


Bild 1. 19-Zoll-Überrahmen des CAMAC-Systems; es lassen sich bis 24 Funktionseinheiten unterbringen. Auf der äußersten rechten Seite wird die Rahmensteuerung eingebaut (Werkbild Borer + Co.)



▲ Bild 2. Rückseite eines 19-Zoll-Überrahmens im CAMAC-System (Werkbild Borer + Co.)

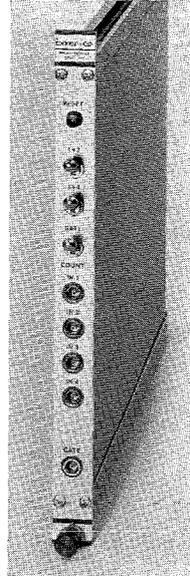


Bild 3. ►

Beispiel einer als Einschub ausgeführten Funktionseinheit; es handelt sich um einen Vierfach-Zähler für statistische Impulse mit je 16 bit, Frequenz 25 MHz (Werkbild Borer + Co.)

einfacher Breite — das sind 17,2 mm — aufnehmen. Es sind natürlich Funktionseinheiten mehrfacher Breite möglich und erlaubt. Die Rahmensteuerung z. B. hat zwei Breiten-Einheiten. Diese besondere Einheit belegt die beiden äußersten rechten Plätze des Überrahmens. Für alle Einschübe sind zum besseren Einführen oben und unten Führungsschienen angebracht, die zusätzlich frontseitig angephast sind. Ferner befindet sich für jeden Einschub an der Rückwand eine 86polige Buchsenleiste mit  $2 \times 43$  Kontakten in einem Raster von 2,54 mm. Durch diese Buchsenleiste erhält der Einschub Verbindung zum Datenweg.

Es sind bereits von etlichen Herstellern Überrahmen auf dem Markt, zum Teil mit Stromversorgung (Bild 2) und Zwangsentlüftung, zum Teil ohne diese Zusätze. Überrahmen mit Stromversorgung und Zwangsentlüftung sind besonders bequem bei kleineren Anlagen mit wenigen Überrahmen. Bei größeren Ausrüstungen ist es sicher wirtschaftlicher, die Stromversorgung für einen ganzen Schrank nur einmal zu haben.

### 2.2 Die Datenweg-Buchsenleiste

Diese Buchsenleiste (Bild 1) hat eine vertikale Öffnung von  $111,6 \pm 0,2$  mm. Die Kontakttiefe ist 14 mm. Die Kontaktgabe muß aber schon nach 11 mm sicher sein. Die Buchsenleiste ist in einer Entfernung von 292 mm von der frontseitigen Bezugsebene angeordnet. Sie ist so gebaut, daß Steckerkämme aus glasfaserverstärktem Epoxyharz mit einer Stärke von  $1,6 \pm 0,2$  mm sicheren Kontakt geben.

### 2.3 Der Modul

Zu einem Modul bzw. Einschub (Bild 3) gehören mindestens eine gedruckte Schaltung, eine Frontplatte sowie eine obere und untere Führungsschiene. Meistens werden auch noch zwei seitliche Abschirmbleche vorgesehen. Die Leiterplatte endet rückseitig in einem beidseitig gedruckten Steckerkamm mit  $2 \times 43$  Kontakten. Das Format der gedruckten Schaltung ist so gewählt, daß man die durch die integrierte Schaltungstechnik ermöglichte hohe Packungsdichte ausnutzen kann.

### 2.4 Der Datenweg

Von der Mechanik her gesehen besteht der Datenweg in der von der ESONE-Arbeitsgruppe empfohlenen Form aus

einer Mehrlagen-Leiterplatte (*Multilayer-Board*). Die überwiegende Mehrzahl der Verbindungen sind Bus-Leitungen zwischen den gleichnamigen Anschlüssen der Buchsenleisten. Auch die Stromversorgungsleitungen sind als "Bus" geführt. Daneben gibt es noch Adreß-Stichleitungen von der Rahmensteuerung zu jedem Steckplatz und Alarm-Stichleitungen in umgekehrter Richtung. Schließlich sind noch an jedem Steckplatz fünf Anschlußstifte vorhanden, über deren Verdrahtung der Anwender frei verfügen kann. Die Mehrlagen-Leiterplatte ist nicht zwingend vorgeschrieben. Es sind auch andere Verbindungsarten erlaubt bzw. denkbar, wie z. B. Wickeldrahtanschlüsse (*wire wrap*).

## 3 Der elektronische Teil

### 3.1 Die verschiedenen Datenweg-Signale

#### 3.1.1 Die Befehle

Ein Befehl wird von der Rahmensteuerung bereitgestellt. Er bestimmt genau den Ort, an dem eine Operation ausgeführt werden soll, und die auszuführende Operation selbst. Die Festlegung des Ortes geschieht durch fünf Leitungen. Eine davon ist die Adreß-Stichleitung  $N_i$  ( $1 \leq i \leq 22$ ). Die vier anderen sind die Subadreß-Leitungen A1, A2, A4 und A8. Durch entsprechende Signalkombinationen auf diesen vier Subadreß-Busleitungen ist es also möglich, auf einer Karte bis zu  $2^4 = 16$  verschiedene Unterabteilungen anzusprechen. Die Festlegung der Operation selbst erfolgt durch die fünf Funktionsleitungen F 1, F 2, F 4, F 8 und F 16. Durch entsprechende Kombinationen der beiden binären Zustände 0 und 1 hat man also in dem System einen Befehlsvorrat von  $2^5 = 32$  Befehlen. Davon sind allerdings bisher nur 16 spezifiziert.

Auch die Funktionsleitungen sind Busverbindungen (Tabelle 1). Ein per Adreß-Stichleitung N angesprochener Modul decodiert die Information auf dem A- und F-Bus. Jeder Modul braucht nur die Funktionen zu decodieren, für die er gebaut ist. Die Decodierung muß auch nicht notwendigerweise an allen 4 bzw. 5 bit der A- und F-Leitungen durchgeführt zu werden, aber doch soweit, daß Mehrdeutigkeiten unbedingt vermieden werden. Wegen der Zusammensetzung eines CAMAC-Befehles auf dem Datenweg aus den Bestandteilen N, A und F kann er auch kurz mit NAF bezeichnet werden.

#### 3.1.2 Der Zeitablauf (*timing*)

Adresse, Subadresse und Funktionscode genügen noch nicht zur einwandfreien Durchführung eines Befehles. Es fehlt noch die genaue Fixierung des zeitlichen Ablaufes. Diesem Zwecke dienen zwei Uhr-Impulse (*strobes*) S 1 und S 2 auf zwei verschiedenen Busleitungen. Die Uhr-Impulse sind zeitlich zueinander versetzt, ihre Dauer beträgt 200 ns, ihr Mindestabstand 100 ns (Bild 4). Allgemein läßt sich über die Verwendung der beiden Impulse folgendes sagen:

Mit dem Signal S 1 werden Operationen vorgenommen, welche die Signale auf dem Datenweg nicht verändern. Mit

S 1 meldet z. B. die Rahmensteuerung an ein übergeordnetes System, daß Lesedaten zur Verfügung stehen. Funktionseinheiten übernehmen die Schreib-Informationen während der Dauer von S 1. Mit dem Signal S 2 werden unter Umständen Operationen vorgenommen, die den Zustand des Datenweges verändern. So lassen sich z. B. Löschbefehle zur Taktzeit von S 2 ausführen. Während jeder Datenweg-Operation werden die Signale S 1 und S 2 erzeugt.

Tabelle 1. Signale auf dem Datenweg

Bezeichnung	Abkürzung	Anschlüsse	Bedeutung / Bemerkung
<b>Befehl</b>			
Platz-Nummer	N	1	Auswahl des Moduls oder der Module
Sub-Adresse	A 1, A 2, A 4, A 8	4	Auswahl einer Unteradresse in dem (den) ausgewählten Modul(en)
Funktion	F 1, F 2, F 4, F 8, F 16	5	definiert die Operation, die ausgeführt werden soll
<b>Zeitablauf</b>			
Strobe 1	S 1	1	Festlegung des zeitlichen Ablaufs einer Datenweg-Operation
Strobe 2	S 2	1	
<b>Daten</b>			
Schreiben	W 1...W 24	24	Schreibleitungen
Lesen	R 1...R 24	24	Leseleitungen
<b>Status</b>			
Alarm	L	1	Modul gibt Alarm
Belegt	B	1	Datenweg-Operation im Gange
Antwort	Q	1	Modul kann Befehl ausführen
<b>gemeinsame Steuerungssignale</b>			
Grundzustand	Z	1	Erzeugung eines definierten Anfanges
Löschen	C	1	Rücksetzen aller Register
Inhibit	I	1	keine Operation durchführen
<b>Reserve</b>			
Bus-Leitung	X	1	für spätere Verwendung
<b>Private Verdrahtung</b>			
Patch Pins	P 1...P 5	5	zur freien Verwendung
<b>Stromversorgung</b>			
+ 24 V =	+ 24	1	6 A
+ 26 V =	+ 6	1	25 A
+ 6 V =	- 6	1	25 A
- 24 V =	- 24	1	6 A
0 V =	0	2	2 mΩ maximal zwischen Einspeisung und irgendeinem Modul
<b>Zusätzliche Stromversorgung</b>			
+ 200 V =	+ 200	1	
+ 12 V =	+ 12	1	
- 12 V =	- 12	1	
117 V Live	ACL	1	
117 V Neutr.	ACN	1	
clear earth	E	1	
Reserve	Y 1, Y 2	2	
Summe der Leitungen		86	

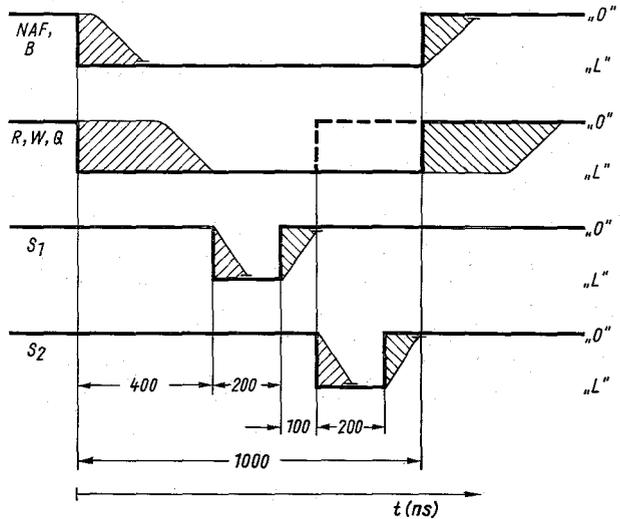


Bild 4. Zeitlicher Ablauf einer Datenweg-Operation

Der gesamte Ablauf einer Datenweg-Operation ist aus dem Diagramm in Bild 4 ersichtlich. Schwarz ausgezogen sind dabei die idealen Wellenformen, die natürlich nicht erreicht werden können. Die wirklichen L → O bzw. O → L-Übergänge müssen sich jedoch innerhalb der schraffierten Bereiche abspielen. So wird erreicht, daß die Signale auf den Lese- bzw. Schreibleitungen ihren stationären Endzustand erreicht haben, ehe die gewünschten Operationen mit den Uhr-Impulsen durchgeführt werden. Die gestrichelte Linie in der zweiten Zeile des Diagramms gibt an, wann sich frühestens die Signale auf den Leseleitungen ändern dürfen, nämlich mit der Vorderflanke von Uhr-Impuls S 2. Normalerweise benötigt eine Datenweg-Operation also mindestens 1 µs und ist damit zeitlich gut an die Zykluszeit gängiger Prozessorrechner angepaßt.

Damit sind von den insgesamt 86 Signalen auf dem Datenweg 12 beschrieben, nämlich N(1), A(4), F(5) und S 1, S 2. Die Tabelle 2 gibt eine Zuordnung aller Signale des Datenweges zu den Kontakten der Buchsenleiste (von vorne gesehen).

### 3.1.3 Schreib- und Leseleitungen

Im Datenweg sind 24 Schreibleitungen (W-Leitungen) vorgesehen als Bus-Verbindungen zwischen den gleich-

Tabelle 2. Steckerbelegung eines normalen Kartenplatzes

Freie Anschlüsse	P 1	B	Belegt	R 24	R 23	Lese- Leitungen
	P 2	F 16		R 22	R 21	
	P 3	F 8	Funktion	R 20	R 19	
	P 4	F 4		R 18	R 17	
	P 5	F 2		R 16	R 15	
Reserve	X	F 1	R 14	R 13		
Inhibit	I	A 8	R 12	R 11		
Clear	C	A 4	R 10	R 9		
Platz-Nr.	N	A 2	R 8	R 7		
Alarm	L	A 1	R 6	R 5		
Strobes	S 1	Z	Initialise	R 4	R 3	
	S 2	Q	Response	R 2	R 1	
	W 24	W 23		- 12	- 24	Strom- versorgung
	W 22	W 21		+ 200	- 6	
	W 20	W 19		117 ~	117 ~	
	W 18	W 17		Y 1	E	
	W 16	W 15	Schreib- Leitungen	+ 12	+ 24	
	W 14	W 13		Y 2	+ 6	
	W 12	W 11		0	0	
	W 10	W 9				
	W 8	W 7				
	W 6	W 5				
	W 4	W 3				
	W 2	W 1				

namigen Anschlüssen der Stecker. Die Schreibleitungen werden von der Rahmensteuerung gesteuert. Die Signale auf ihnen müssen vor S 1 ihren stationären Endzustand erreicht haben und müssen bis zum Ende der Operation aufrechterhalten werden. "Schreiben" bedeutet hier genau wie in der Rechnertechnik einen Informationsfluß zu einem peripheren Gerät.

Im Datenweg sind ferner 24 Leseleitungen als Bus enthalten (R-Leitungen). Sie werden von den aufgerufenen Funktionseinheiten beschickt. Die Signale auf ihnen müssen ebenfalls vor S 1 statisch geworden sein. Die Information wird grundsätzlich bis zum Ende der Operation aufrechterhalten, falls sie nicht mit dem Takt S 2 verändert wird. "Lesen" bedeutet einen Informationsfluß zu einer zentralen Steuereinheit.

### 3.1.4 Status-Information

Es gibt drei Signale, die zu dieser Klasse zählen, und zwar das Alarm-Signal (L — wie *Look-At-Me*), das Belegt-Signal (B — wie *Busy*) und das Antwort-Signal (Q — *Response*).

Das Alarm-Signal L wird von jedem Kartenplatz zur Rahmensteuerung auf einer Stichleitung geführt. Ein Modul darf es nur dann erzeugen, wenn keine Datenweg-Operation im Gange ist. Gibt es in einem Modul mehrere Quellen von Alarm-Signalen, müssen sie zu einem einzigen L-Ausgang zusammengefaßt werden. Das Alarm-Signal wird gelöscht durch den Befehl "Clear Look-At-Me" (F 10) oder durch das Steuersignal "Initialise" (Z). Das Belegt-Signal B erscheint auf einer Busleitung. Es wird von der Rahmensteuerung zu Beginn einer Datenweg-Operation erzeugt und muß bis zu ihrem Ende aufrechterhalten werden (Bild 4). Mit diesem Signal müssen alle anstehenden und neu entstehenden Alarme unterdrückt werden.

Das Antwort-Signal Q erscheint ebenfalls auf einem Bus. Es muß von jedem aufgerufenen Modul unmittelbar nach der Erkennung des Befehles erzeugt und mindestens bis zum Erscheinen von S 2, aufrechterhalten werden. Eine übergeordnete Steuerung kann das Q-Signal so auslegen, daß der Modul bereit und in der Lage ist, die gewünschte Operation durchzuführen. Bei Testfunktionen hat das

Tabelle 3.  
Steckerbelegung eines Kartenplatzes der Rahmensteuerung

P 1	B	Alarm- Leitungen	L 12	N 12	Platz-Nr.
P 2	F 16		L 11	N 11	
P 3	F 8		L 10	N 10	
P 4	F 4		L 9	N 9	
P 5	F 2		L 8	N 8	
X	F 1		L 7	N 7	
I	A 8		L 6	N 6	
C	A 4		L 5	N 5	
P 6	A 2		L 4	N 4	
P 7	A 1		L 3	N 3	
S 1	Z		L 2	N 2	
S 2	Q		L 1	N 1	
L 24	N 24		- 12	- 24	
L 23	N 23		+ 200	- 6	
L 22	N 22	117 ~	117 ~		
L 21	N 21	Y 1	E		
L 20	N 20	+ 12	+ 24		
L 19	N 19	Y 2	+ 6		
L 18	N 18	0	0		
L 17	N 17				
L 16	N 16				
L 15	N 15				
L 14	N 14				
L 13	N 13				

Q-Signal eine andere Bedeutung. Dort ist es gewissermaßen die Antwort auf eine Frage. Man kann z. B. mit der Funktion F 27 (Test-Status) den Zustand eines Flipflops (FF) erfragen. Q = L heißt dann z. B.: FF ist gesetzt bzw. Q = O demnach: FF nicht gesetzt.

### 3.1.5 Gemeinsame Steuersignale

Gemeinsame Steuersignale arbeiten gleichzeitig auf alle angeschlossenen Module, also unadressiert. Zu dieser Klasse gehören ebenfalls drei Signale:

Grundzustand herstellen (Z — *Initialise*)

Löschen (C — *Clear*)

Sperren (I — *Inhibit*)

Das Signal Z wird von der Rahmensteuerung erzeugt und erscheint auf einem Bus. Es hat absolute Priorität über alle anderen Befehls-, Daten- oder Steuersignale. Es wird hauptsächlich dazu benutzt, um nach der Einschaltung der Stromversorgung einen definierten Anfangszustand herzustellen, der ja nicht dem gelöschten gleich sein muß. Zum besseren Schutz gegen Störungen wird das Signal mit dem Uhr-Impuls S 2 verknüpft.

Das Löschsinal C setzt alle angeschlossenen Register zurück. Es ist ebenfalls verknüpft mit dem Takt S 2.

Das Inhibit-Signal I verhindert jede Aktivität der angeschlossenen Systemteile.

### 3.1.6 Private Verdrahtung

In der 86poligen Buchsenleiste sind fünf Anschlüsse, P 1 bis P 5, nicht vorverdrahtet. Sie stehen dem Anwender zur freien Verfügung. Signale auf diesen sogenannten *Patch Pins* sollen während einer Datenweg-Operation sich entweder gar nicht verändern, oder aber mit Anstiegs- und Abfallzeiten von mindestens 200 ns.

### 3.1.7 Stromversorgung

Zwingend vorgeschrieben sind  $\pm 6$  V und  $\pm 24$  V mit einem Masseleiter, der zwischen dem Einspeisepunkt der Stromversorgung und dem Einspeisepunkt jedes beliebigen Moduls einen Widerstand von höchstens 2 m $\Omega$  haben darf. Der Masseleiter kann über zwei Anschlüsse auf der Datenweg-Buchsenleiste erreicht werden. Zusätzlich können noch die Spannungen  $\pm 12$  V, 200 V, 117 V $\sim$  sowie eine „saubere“ Erdleitung (*clean earth*) eingebaut werden. Außerdem sind noch zwei Reserveleitungen vorhanden.

### 3.1.8 Steckerbelegung

Bis auf eine reservierte Busleitung sind damit alle Leitungen des Datenweges nach ihrer Benennung und Bedeutung besprochen (Tabelle 1).

Die Rahmensteuerung ist eine Einheit doppelter Breite und nimmt die beiden äußersten rechten Kartenplätze (Bild 1) des Überrahmens ein. Der linke Platz hat eine Steckerbelegung wie jeder normale Kartenplatz. Auf dem rechten Platz beginnen alle 24 Adreß-Stichleitungen und werden alle 24 Alarm-Stichleitungen aufgesammelt. Die entsprechende Zuordnung auf der 86poligen Buchsenleiste ist aus Tabelle 3 zu ersehen.

## 3.2 Datenweg-Funktionen

### 3.2.1 Lesebefehle

Beim Ablauf von Lesebefehlen werden folgende Leitungen des Datenweges in Anspruch genommen:

- N — Leitung(en); (d. h. eine oder mehrere oder alle),  
 A — Leitungen (4),  
 F — Leitungen (5),  
 B — Leitung: als Indikator einer gerade ablaufenden Operation und zur Sperrung aller existierenden oder entstehenden Alarme,  
 Q — Leitung: als OK-Signal,  
 S 1-, S 2-Leitungen: zur zeitlichen Fixierung des Ablaufes,  
 R — Leitungen (24): zur Übertragung der Information.

Von den theoretisch insgesamt 32 möglichen Funktionen sind laut *Tabelle 4* die ersten acht den Lesebefehlen vorbehalten. Man sieht aber, daß nur die ersten vier wirklich spezifiziert sind, die restlichen vier mit dem Funktionscode F 4 bis F 7 sind entweder reserviert oder Nicht-Standard. Reservierte Befehle sind der späteren Spezifikation durch das ESONE-Komitee vorbehalten. (Das gilt auch für reservierte Leitungen.)

Der zeitliche Ablauf von Lesebefehlen ist aus dem Diagramm in *Bild 5* zu entnehmen. Die Rahmensteuerung stellt den NAF zur Verfügung und setzt gleichzeitig die B-Leitung auf "L". In der Rahmensteuerung wurde gleichzeitig ein Taktgenerator getriggert, der nach 400 ns das Signal S 1 erzeugen wird. Der Befehl NAF läuft über den Datenweg und wird von dem angesprochenen Modul aufgenommen, d. h. A und F werden decodiert. Damit ist der Befehl im Modul erkannt und er muß dann sofort die

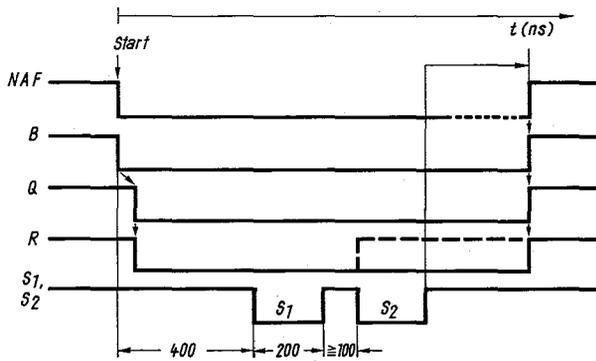
Q-Leitung auf "L" setzen und die geforderten Lesedaten auf die R-Leitungen. Bei der Ankunft von S 1 müssen die Signale auf den Q- und R-Leitungen bereits ihren eingeschwungenen Zustand erreicht haben. Dann wird eine Pause von mindestens 100 ns zwischen der Rückflanke von S 1 und der Vorderflanke von S 2 eingeschoben. Nach dem Signal S 2 wird die Operation beendet durch die Rücknahme des NAF durch die Rahmensteuerung. Damit geht auch B zurück auf "O". Der Modul braucht die Lesedaten und auch Q nicht mehr zu geben. In *Bild 5* ist gestrichelt angedeutet, wann die Lesedaten frühestens die R-Leitungen verlassen dürfen, nämlich mit der Vorderflanke von S 2. Das ist z. B. der Fall beim Funktionscode F 2: Lesen und Löschen eines Registers. Gelesen wird mit S 1, gelöscht mit S 2.

### 3.2.2 Schreibbefehle

Beim Ablauf von Schreibbefehlen werden alle im vorigen Abschnitt aufgezählten Leitungen benutzt, nur statt der R-Leitungen jetzt die W-Leitungen. In dem Diagramm in *Bild 6* ist der zeitliche Ablauf von Schreibbefehlen dargestellt. Er ist dem von Lesebefehlen sehr ähnlich. Die Rahmensteuerung muß nun aber zu Beginn der Operation außer NAF und B auch die zu schreibenden Daten auf den W-Leitungen mitliefern und bis zum Ende der Operation aufrechterhalten. Der angesprochene Modul gibt wieder Q-Signal, sobald er den gültigen Befehl erkannt hat und übernimmt mit S 1 die Schreib-Information.

Tabelle 4. Die Funktionscodes

Nr.	Funktion		F 16	F 8	F 4	F 2	F 1	Nr.
0	Lesen eines Registers der Gruppe 1	Funktionen, bei denen die R-Leitungen benutzt werden	O	O	O	O	O	0
1	Lesen eines Registers der Gruppe 2		O	O	O	O	L	1
2	Lesen und Löschen eines Reg. der Gruppe 1		O	O	O	L	O	2
3	Lesen d. Komplements eines Reg. der Gruppe 1		O	O	O	L	L	3
4	Nicht-Standard		O	O	L	O	O	4
5	Reserviert		O	O	L	O	L	5
6	Nicht-Standard		O	O	L	L	O	6
7	Reserviert	O	O	L	L	L	7	
8	Prüfen der Anforderung	Funktionen, bei denen weder die R- noch die W-Leitungen benutzt werden	O	L	O	O	O	8
9	Löschen eines Registers der Gruppe 1		O	L	O	O	L	9
10	Löschen der Anforderung		O	L	O	L	O	10
11	Löschen eines Registers der Gruppe 2		O	L	O	L	L	11
12	Nicht-Standard		O	L	L	O	O	12
13	Reserviert		O	L	L	O	L	13
14	Nicht-Standard		O	L	L	L	O	14
15	Reserviert	O	L	L	L	L	15	
16	Überschreiben eines Registers der Gruppe 1	Funktionen, bei denen die W-Leitungen benutzt werden	L	O	O	O	O	16
17	Überschreiben eines Registers der Gruppe 2		L	O	O	O	L	17
18	Selektives Überschr. eines Reg. der Gruppe 1		L	O	O	L	O	18
19	Selektives Überschr. eines Reg. der Gruppe 2		L	O	O	L	L	19
20	Nicht-Standard		L	O	L	O	O	20
21	Reserviert		L	O	L	O	L	21
22	Nicht-Standard		L	O	L	L	O	22
23	Reserviert	L	O	L	L	L	23	
24	Abschalten	Funktionen, bei denen weder die R- noch die W-Leitungen benutzt werden	L	L	O	O	O	24
25	Inkrementieren vorgewählter Register		L	L	O	O	L	25
26	Einschalten		L	L	O	L	O	26
27	Prüfen des Status		L	L	O	L	L	27
28	Nicht-Standard		L	L	L	O	O	28
29	Reserviert		L	L	L	O	L	29
30	Nicht-Standard		L	L	L	L	O	30
31	Reserviert	L	L	L	L	L	31	



▲ Bild 5. Zeitlicher Ablauf von Lesebefehlen

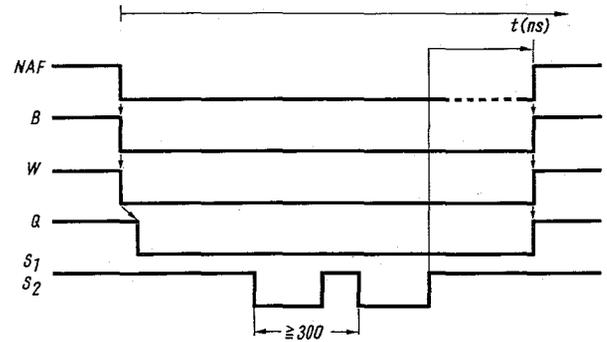
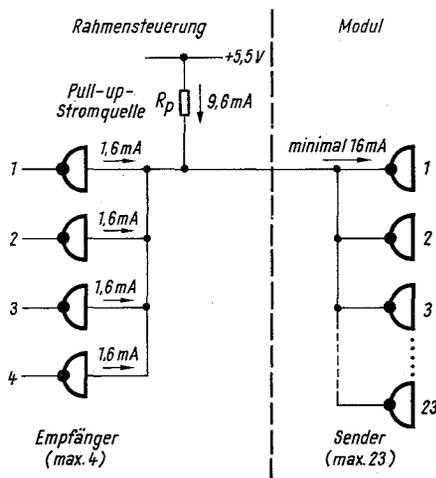


Bild 6. Ablauf von Schreibbefehlen



◀ Bild 7. Wired-OR-Schaltung für eine Leseleitung

### 3.2.3 Steuerbefehle

Steuerbefehle sind rein formal dadurch gekennzeichnet, daß F 8 = L ist. Es gibt zwei Gruppen von Steuerbefehlen, die dadurch entstehen, daß einmal F 16 = O und für die zweite Gruppe F 16 = L ist. Praktisch erkennt man Steuerbefehle daran, daß die W- und R-Leitungen nicht benutzt werden. Die Q-Leitung wird auch bei Steuerbefehlen gebraucht.

Die erste Gruppe enthält die Codes F 8 bis F 15, wobei auch hier nur wieder die ersten vier definiert sind. Das Q-Signal wird jeweils mit S 1 von der Zeilensteuerung übernommen, es kann jedoch eine andere Bedeutung haben als bei Lese- oder Schreibbefehlen. Am Beispiel von F 8 (Test-Status einer Alarm-Quelle) wird das klar. Hier bedeutet Q = L, daß der Alarmzustand gegeben ist und Q = O, daß kein Alarm von dieser Quelle vorliegt. Die Codes F 9 bis F 11 enthalten adressierte Löschbefehle, mit denen also ein gezieltes Löschen möglich ist, im Gegensatz zum allgemeinen, unadressierten Clear-Befehl auf dem C-Bus. Diese Befehle werden zur Taktzeit S 2 ausgeführt.

Die zweite Gruppe der Steuerbefehle umfaßt die Funktions-Codes F 24 bis F 31. Auch hier sind wieder nur die ersten vier festgelegt. Die Codes F 24 und F 26, "disable" und "enable", dienen dazu, bestimmte Funktionen eines Moduls zu passivieren oder zu aktivieren. Der Code F 25 "Inkrementieren vorgewählter Register" erhöht jeweils zur Taktzeit S 2 alle adressierten Zählregister. Damit lassen sich z. B. Zähler während eines Experimentes vom Programm her testen. Nach n-maliger Anwendung dieses Befehles müssen alle angesprochenen Zähler dasselbe Ergebnis haben, nämlich die Zahl n. Dies läßt sich anschließend durch sequentielle Lese-Operationen prüfen. Der

Code F 27 dient der Prüfung von Statusmeldungen, die nicht so wichtig sind, daß sie zur Bildung von Alarmen herangezogen werden. Das Q-Signal wird in diesem Falle aber wie bei F 8 behandelt.

### 3.3 Signalpegel

Wenn nun von Signalpegeln die Rede ist, so sind damit nur die Logikpegel an den Schnittstellen der Moduln zum Datenweg gemeint. In den Moduln selbst kann jeder andere Pegel und jede beliebige Schaltungstechnik verwendet werden. Auf dem Datenweg und an den Nahtstellen zwischen den Moduln und dem Datenweg wurden die Pegel so gewählt, daß sie mit denen der gebräuchlichen TTL- und DTL-Familien übereinstimmen, wie die folgende Zusammenstellung zeigt.

Zustand	logisch "0"	logisch "1"
Eingang	2,0...5,5 V	0...0,8 V
Ausgang	3,0...5,5 V bevorzugt: 3,5 V	0...0,5 V

Allerdings wurde die logische Bedeutung der Schaltzustände umgekehrt, damit die Wired-OR-Technik angewendet werden kann.

In Bild 7 ist die Wired-OR-Technik anhand eines schematischen Beispiels gezeigt. Es könnte sich um eine Leseleitung handeln. Im Bereich der Rahmensteuerung befindet sich die sogenannte Pull-up-Stromquelle  $R_p$ , die die Leitung im Zustand "0" auf 3,5 V „hochzieht“; dann erkennt man noch einige Empfänger in der Rahmensteuerung.

Aus Bild 8 sind ferner die Schaltungen für die Adreß- und

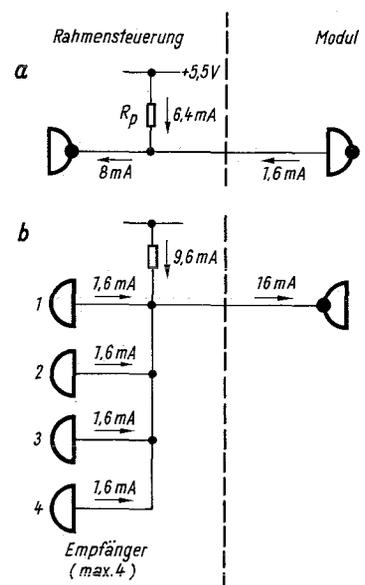


Bild 8. a) Schaltung für Adreß-Stichleitung, b) Schaltung für Alarm-Stichleitung

Tabelle 5. Strompegel auf dem Datenweg

Bezeichnung der Leitung	Ort der Pull-up-Stromquelle*	„L“-Zustand		„O“-Zustand
		Mindeststrom, der von jeder das Signal erzeugenden Einschub-Einheit von der Leitung bei 0,5 V gezogen werden muß	Maximalstrom, der von jeder das Signal empfangenden Einschub-Einheit in die Leitung bei 0,5 V eingespeist werden darf	Maximalstrom, der von jeder das Signal erzeugenden oder empfangenden Einschub-Einheit von der Leitung bei +3,5 V gezogen werden muß
N	in der das Signal empfangenden Einheit	6,4 mA	1,6 mA (Der Gesamtstrom in jede Leitung von allen Einschub-Einheiten darf 6,4 mA nicht übersteigen.)	100 µA je Station
L	in der das Signal empfangenden Einheit	16 mA		
Q R	in der Rahmensteuerung			
W A F S B Z I C	in der Rahmensteuerung	(25-n) · 1,6 + 9,6 mA, wobei n die Anzahl der Stationen ist, die die signalerzeugende Einheit einnimmt	1,6 mA je Station	

\* Der Pull-up-Strom  $I_p$  ist gegeben durch  $6 \ll I_p \ll 9,6 \text{ mA}$  von einem positiven Potential, wenn die Leitung auf +0,5 V liegt und  $2,5 \ll I_p$  von einem positiven Potential, wenn die Leitung auf +3,5 V liegt.

Alarm-Stichleitungen ersichtlich. Sollen die Leitungen abgeschlossen werden, so gelten folgende Werte:

Zustand	O	L
Ausgang muß in 50 Ω liefern:	- 2...+ 2 mA empfohlen: - 1...+ 1 mA	- 14...- 18 mA
Eingang muß annehmen:	- 4...+ 20 mA	- 12...- 36 mA

Damit sind alle wichtigen Festlegungen des CAMAC-Systems besprochen, soweit sie bisher in [1] veröffentlicht worden sind. Damit ist der Planer bzw. Konstrukteur bereits in die Lage versetzt, systemgerechte Moduln zu entwickeln. Dennoch sind die bisherigen Angaben aber noch nicht ausreichend, um eine funktionsfähige CAMAC-Anlage zu bauen. Es fehlen z. B. noch genaue Richtlinien für den Bau einer Rahmensteuerung. Der Arbeitskreis "Dataway Working Group" der ESONE-Konferenz hat

diese fehlenden Richtlinien inzwischen intern verabschiedet. Darüber hinaus sind auch schon Vorschriften für das Zusammenwirken mehrerer Überrahmen mit einem gemeinsamen Steuersystem (*System-Controller*) erlassen worden, die voraussichtlich bis zum Frühjahr 1971 als weitere Euratomberichte erscheinen werden. Diese Vorschriften sowie die Präsentation der ersten Moduln bzw. Anlagen des neuen Systems sind die Themen von Fortsetzungen dieses einführenden Berichtes.

In diesem Zusammenhang ist vielleicht noch interessant, daß es seit Sommer 1970 eine ESONE-Arbeitsgruppe „Software“ gibt, deren Ziel es ist, eine „modulare“ problemorientierte Programmiersprache zur Verwendung in Verbindung mit dem CAMAC-System zu schaffen. Über erste Ergebnisse wird man in etwa einem Jahr berichten können.

#### Literatur

[1] Euratombericht Nr. EUR 4100d, März 1969. In Deutschland zu beziehen über den Bundesanzeiger, Köln, Postfach.

# CAMAC – Ein System rechnergeführter Elektronik

## Der vertikale Datenweg

DK 681.323:621.039.5

Zum Aufbau vollständiger Anlagen fehlen außer den schon in [1] erläuterten Systemteilen noch weitere Angaben über die Zeilensteuerung, die ja in einem Überrahmen die beiden äußersten rechten Kartenplätze einnehmen soll, und die Technik der Verbindung mehrerer Überrahmen miteinander und einer übergeordneten Steuereinheit. Die Gesamtheit aller Leitungen und Verbindungselemente der Rahmen untereinander nennt man den *Branch Highway* (BH), bzw. vertikalen Datenweg.

### 1 Der vertikale Datenweg des CAMAC-Systems

Der vertikale Datenweg verbindet mehrere Zeilensteuerungen (*Crate Controller, CC*) untereinander und mit der zentralen Steuerung (*System Controller, SC*) oder einem anderen übergeordneten Steuergerät (Bild 1). Er besteht aus zwei Steckern an der Frontplatte jeder Zeilensteuerung, je einem für ein- und ausgehende Signale, und einem verdrehten Leiterpaar für jedes Signal sowie geeigneten Abschüssen an beiden Enden.

Die zentrale Steuerung (auch *Branch Driver* genannt) bildet das eine Ende des vertikalen Datenweges. Sie übernimmt die Steuerung des gesamten Datenflusses zwischen der Experiment-Elektronik und einem Rechner oder irgendeiner anderen Zentraleinheit. Die Gesamtheit von bis zu sieben Überrahmen, dem vertikalen Datenweg und der zentralen Steuerung heißt *Branch*. Es ist die festliegende Grundstruktur in diesem System rechnergeführter Elektronik.

Die Hauptbetriebsart für den vertikalen Datenweg ist genau wie beim Datenweg innerhalb eines Überrahmens (*Crate, CR*) der Befehls-Mode, d. h. die Übertragung von Befehlen und Daten an einen oder mehrere Module in einem oder in mehreren Überrahmen. Daneben ist in dem Alarm-Mode noch für eine adäquate Behandlung der Alarme

Der Autor ist Mitarbeiter der Gesellschaft für Kernforschung mbH in Karlsruhe.

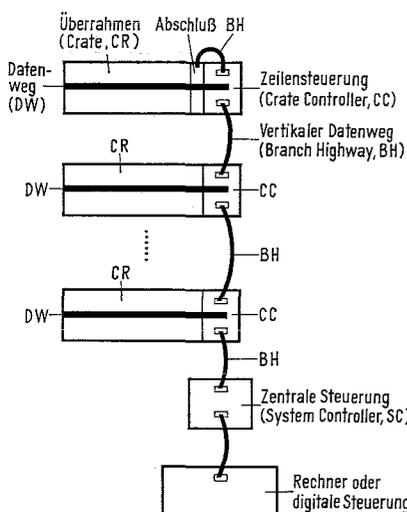


Bild 1. Aufbau eines CAMAC-Systemes, Definitionen

Das CAMAC-System ist ein von Kernforschungszentren entwickeltes Zweiweg-Interface-System, das die Automatisierung beliebiger Prozesse in Verbindung mit beliebigen Rechnern ermöglicht. In einer vorangegangenen Arbeit, die in Heft 10/1970, S. 335...338, und in Heft 11/1970, S. 387...388, erschienen ist, wurde der CAMAC-Datenweg vorgestellt als ein Vertreter der gleichbleibenden Teile des CAMAC-Systems rechnergeführter Elektronik. Die dort beschriebenen und im Euratom-Bericht EUR 4100e genau festgelegten Definitionen lassen für bestimmte Aufgaben zwar schon den Aufbau CAMAC-kompatibler Funktionseinheiten zu, aber noch kein System bzw. keine arbeitsfähige Anlage. Der vorliegende Beitrag beschäftigt sich mit dem sogenannten vertikalen Datenweg (*Branch Highway*), der die einzelnen Überrahmen, Rahmen- bzw. Zeilensteuerungen und die zentrale Steuerung untereinander verbindet.

gesorgt. Alle Signal-Bezeichnungen in dem vertikalen Datenweg erhalten zur Vermeidung von Verwechslungen an erster Stelle ein "B" als Hinweis auf "*Branch*".

### 2 Die Signalleitungen des vertikalen Datenwegs

Die insgesamt 57 verdrehten Leiterpaare (ohne Reserve) des vertikalen Datenweges kann man nach ihrer Funktion in fünf Gruppen unterteilen. Es sind dieselben wie bei dem in [1] beschriebenen Datenweg (*Tabelle*).

#### 2.1 Die Befehlsübermittlung

Zur Durchführung eines Befehles sind auch hier wie üblich drei wesentliche Angaben nötig: die genaue Adresse, die Definition der Operation und die Festlegung des zeit-

Tabelle der Signale auf dem vertikalen Datenweg

Bezeichnung	Abkürzung	Leitungen	Bedeutung
<i>Befehl</i>			
Überrahmen	BCR <sub>i</sub> (1 ≤ i ≤ 7)	7	Adresse des Überrahmens
Platz-Nummer	BN <sub>1,2,4,8,16</sub>	5	codierte Moduladresse
Subadresse	BA <sub>1,2,4,8</sub>	4	codierte Subadresse
Funktion	BF <sub>1,2,4,8,16</sub>	5	Funktionscode
<i>Timing</i>			
Zeitsignal A	BTA	1	Start Operation
Zeitsignal B	BTB <sub>i</sub> (1 ≤ i ≤ 7)	7	Rückmeldung von Zeilensteuerungen
<i>Daten</i>			
Schreib-Lese-Leitungen	BRW <sub>1...24</sub>	24	Informations-Transfer
<i>Status</i>			
Antwort	BQ	1	
Alarm (Demand)	BD	1	Oder-Funktion aller Überrahmen-Alarme
Gib Alarm-Muster	BG	1	Anforderung des aufbereiteten Alarm-Musters
Gemeinsames Steuersignal	BZ	1	Grundzustand herstellen
Total		57	
mit Reserve		66	

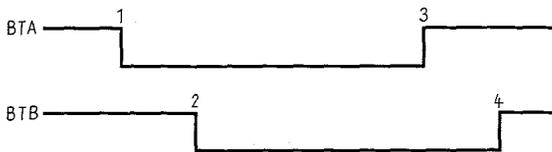


Bild 2. Prinzip des Hand-Shake-Systemes

lichen Ablaufes. Ein Befehl wird von der zentralen Steuerung auf eine hier nicht interessierende Art erzeugt bzw. zur Verfügung gestellt. Er besteht aus "L"-Signalen auf einer oder mehreren Adreß-Stichleitungen zu den Überrahmen BCR<sub>i</sub> ( $1 \leq i \leq 7$ ), aus einem bestimmten Bitmuster (Dual-Code) auf den fünf BN-Leitungen, die codiert die Information zur Anwahl des Kartenplatzes enthalten, aus einem bestimmten Bitmuster (Dual-Code) auf den vier BA-Leitungen (*Branch Subaddress*) zur Anwahl eines Unterabschnittes innerhalb des Kartenplatzes sowie aus Signalen auf den fünf Branch-Funktions-Leitungen BF zur Bestimmung der Funktion. Man sieht, die Leitungen für die Subadresse BA und Funktion BF im vertikalen Datenweg erscheinen in genau derselben Form wie im Datenweg (vgl. Abschnitt 2.4 in [1]). Sie werden in der Zeilensteuerung lediglich reproduziert. Anders ist es mit den fünf N-Leitungen. Sie werden im vertikalen Datenweg dual codiert geführt als die Leitungen BN 1, BN 2, BN 4, BN 8 und BN 16. Die Decodierung muß in der Zeilensteuerung geschehen. Dort erfolgt die Auffächerung von fünf codierten BN-Leitungen in die 23 N-Leitungen des Datenweges. Die Methode wurde gewählt, um im vertikalen Datenweg Leitungen einzusparen.

Bis jetzt sieht es also so aus, als ob immer nur *ein einziger* Kartenplatz in einer Operation aufgerufen werden kann (und eine einzige Subadresse). Wie es dennoch erreicht werden kann, mehrere Kartenplätze *gleichzeitig* zu adressieren, wird später bei der Besprechung der Zeilensteuerung erklärt. Neu hinzugekommen sind die BCR-Leitungen, die *Branch-Crate-Adreß-Leitungen*, die man braucht, um die Überrahmen adressieren zu können. Man hat sich für Stichleitungen zu den einzelnen Überrahmen entschieden, weil man nur auf diese Weise in der Lage ist, mehrere gleichzeitig zu adressieren, was sehr nützlich sein kann.

## 2.2 Timing-Signale

Den Ablauf einer Operation unterteilt man gewöhnlich in einzelne Phasen. Im Falle des vertikalen Datenwegs sind die einzelnen Phasen nach der Art des sogenannten *Hand-Shake-* oder *Ping-Pong-*Prinzips miteinander verknüpft. Das bedeutet, daß die Partner eines Informations-Austausches (z. B. ein Überrahmen und die zentrale Steuerung) wechselweise miteinander arbeiten. Das Zeitverhalten sei an Hand von *Bild 2* erläutert:

Das von der zentralen Steuerung erzeugte Signal BTA beginnt die Operation. Es bedeutet, daß ein Befehl und gegebenenfalls auch Schreibdaten vorhanden sind. Zu Beginn der Phase 2 antwortet die angesprochene Zeilensteuerung mit dem Signal BTB. Es bedeutet, daß der Befehl angenommen und zumindest auch teilweise schon ausgeführt wurde (z. B. wurden Lesedaten zur Verfügung gestellt oder bei Schreibbefehlen die Information übernommen). Die zentrale Steuerung erledigt daraufhin die nötigen internen Operationen und nimmt BTA zurück. In der vierten Phase nimmt die Zeilensteuerung ihre Rückmeldung BTB zurück. Dieses *Hand-Shake-*Verhalten ist deshalb günstiger als ein rein synchron arbeitendes Taktsystem, weil es sich an variierende

Entfernungen der Überrahmen von der zentralen Steuerung automatisch anpaßt. Es wird immer nur die unbedingt nötige Zeit verbraucht. Das System ist außerdem sehr sicher.

## 2.3 Schreib-Lese-Leitungen, Response Q

Im vertikalen Datenweg sind 24 bidirektionale Bus-Verbindungen als Lese-Schreib-Leitungen vorgesehen (BRW-Leitungen). Die Zuordnung zu den entsprechenden Leitungen des Datenweges ist so, daß die Leseleitung R 1 des horizontalen Datenwegs und die Schreibleitung W 1 auf die BRW-Leitung 1 geschaltet ist usw. Die sogenannte *Branch-Response-Leitung* BQ wird von den Q-Bus-Leitungen des Datenweges angesteuert.

## 2.4 Alarm-Leitungen

Als globale Anzeige dafür, daß irgendwo im „Branch“ ein Alarm-Zustand herrscht, gibt es eine BD-Leitung (*Branch-Demand-Leitung*). Jede Zeilensteuerung kann sie auf "L" setzen. Die normale Reaktion der zentralen Steuerung auf den Empfang des Signales  $BD = L$  wird sein, mit Hilfe eines L-Signals auf der Leitung BG (*Branch Give Alarm-Pattern*) das Gesamtmuster aller Alarme anzufordern. Die Zeilensteuerungen senden daraufhin wie in einer Multi-Adreß-Leseoperation mit allen Überrahmen das jeweils vorliegende Alarm-Muster auf den Lese-Schreib-Leitungen des vertikalen Datenweges zur zentralen Steuerung (Einzelheiten werden später erklärt). Hier kommt es zunächst auf das Leitungspaar BD/BG an. Die BRW-Leitungen haben also eine doppelte Funktion: Bei normalen Befehlen (im „Befehls-Mode“) dienen sie dem Transport von Lese- bzw. Schreib-Informationen; bei Alarm-Operationen (im „Alarm-Mode“) geben sie das in jedem Überrahmen vorliegende Alarm-Muster an die zentrale Steuerung weiter.

## 2.5 Gemeinsame Steuersignale

Gemeinsame Steuersignale wirken nach ihrer Definition im Datenweg gleichzeitig, also unadressiert, auf alle angeschlossenen Systemteile. Im vertikalen Datenweg wird nur das Signal BZ (*Branch Initialise*) geführt. Es hat absolute Priorität über alle anderen Signale. Es muß als Schutz gegen Störungen mindestens  $2 \mu s$  lang ununterbrochen aufrechterhalten werden. — Die beiden Signale C und I werden nicht auf separaten Leitungen übertragen, sondern mit Hilfe von Spezialbefehlen erst in der Zeilensteuerung erzeugt.

## 3 Die Funktionen des vertikalen Datenwegs

Es wurde bereits erwähnt, daß die Handhabung der zeitlichen Abläufe durch ein *Hand-Shake-System* erfolgt, weil es sicher ist und immer nur den minimalen Zeitaufwand bei gegebener Entfernung braucht, d. h. vom Timing-System her sind der Ausdehnung des vertikalen Datenwegs — wenigstens theoretisch — keine Grenzen gesetzt. Das ist ein wichtiger Punkt, denn man kann bei Experimenten und industriellen Anlagen nicht wie die Computer-Hersteller verlangen, daß sich alle Geräte innerhalb weniger Meter vom Steuerwerk befinden. Hier muß noch erwähnt werden, daß die BTB-Leitungen im Ruhezustand auf 0-V-Pegel liegen, im aktiven Zustand auf 3,5 V. Die Zuordnung der Zustände "O" und "L" ist also genau umgekehrt wie sonst im CAMAC-System üblich. Hierdurch hat man die Möglichkeit, automatisch zu entdecken, welche von den maximal sieben Zeilensteuerungen betriebsbereit sind. Denn nur eine Zeilensteuerung, die vorhanden ist und deren Stromversorgung eingeschaltet ist und die On-Line ist, kann die BTB-

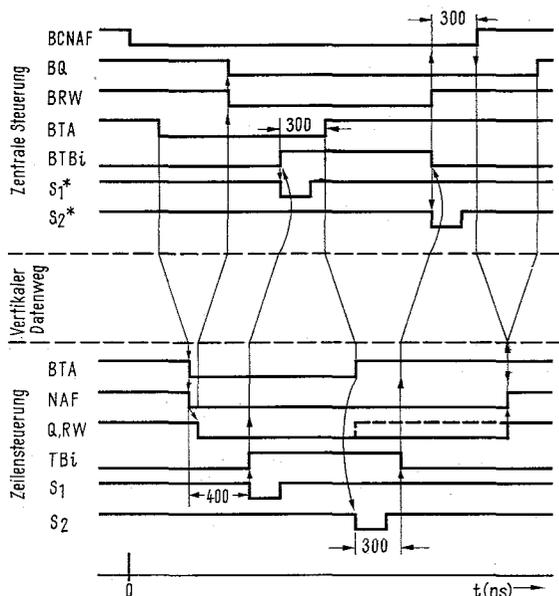


Bild 3. Zeitablauf (Timing) für Ein-Adreß-Lesebefehle

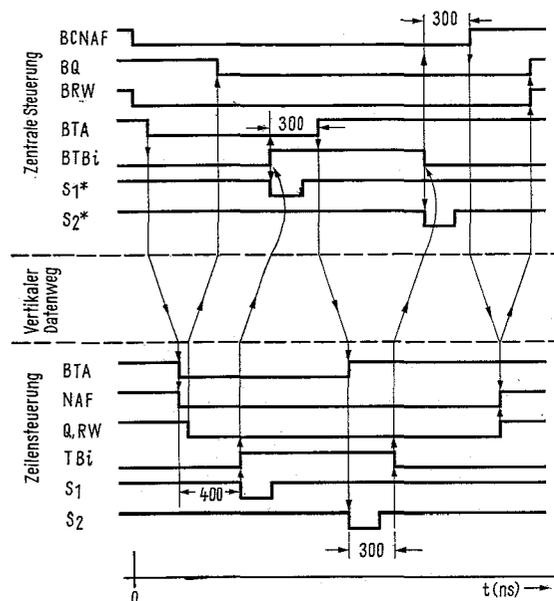


Bild 4. Zeitablauf für Ein-Adreß-Schreibbefehle

Leitung auf 0 V ziehen. Unmittelbar vor dem Absenden eines BTA-Befehles kann man also an den BTB-Leitungen testen, ob der Dialog mit dem auszuwählenden Partner überhaupt möglich ist.

Die Datenweg-Funktionen unterteilt man am besten in a) Befehls-Operationen und b) Alarm-Operationen, wobei sich die Befehls-Operationen weiter einteilen lassen in Ein-Adreß- und Multi-Adreß-Operationen.

### 3.1 Befehls-Operationen

#### 3.1.1 Ein-Adreß-Leseoperationen

Für die Ein-Adreß-Leseoperationen kommen nach der in [1] Abschnitt 3.2 gegebenen Tabelle 4 die Funktionscodes Nr. 0..7 in Betracht. Der Ablauf wird an Hand von Bild 3 erläutert.

Phase 1: Sobald der komplette Befehl BCR, BN, BA und BF in der zentralen Steuerung vorliegt, setzt er zum Start der Operation die Leitung BTA auf L. Die durch BCR adressierte Zeilensteuerung wird durch das Signal BTA aktiviert und decodiert BN, schickt die BA- und BF-Signale auf die entsprechenden Leitungen des Datenweges und triggert ihren Taktgenerator, der sofort die Belegt-Leitung B auf L setzt und 400 ns später den Strobe-Impuls S 1 erzeugt. Vor dessen Erscheinen hat aber der adressierte Modul schon den Befehl NAF erkannt. Er setzt „sofort“ die geforderte Information und das Antwort-Signal Q auf die R- und Q-Bus-Leitungen. Gewöhnlich wird vom Modul verlangt, daß er spätestens 150 ns nach dem Erscheinen von B den Befehl erkannt hat (Annahme von N, Decodierung von A und F) und weitere 150 ns später die R-Leitungen 90% ihres stationären Endwertes erreicht haben. Dann bleiben also noch 100 ns Zeit für die Beendigung der Einschwingvorgänge.

Phase 2: Die Vorderflanke von S 1 in der aufgerufenen Zeilensteuerung erzeugt das Signal BTB = L. Damit beginnt Phase 2. Nach der durch Gatter und Kabel bedingten Laufzeit erreicht das Signal die zentrale Steuerung. Es bedeutet für sie, daß die Lesedaten jetzt zur Verfügung stehen, wenn sie mit BQ eine positive Antwort erhalten hat. Die zentrale Steuerung übernimmt — möglicherweise mit

einem ähnlichen Taktsystem wie die Zeilensteuerungen — die Lesedaten.

Phase 3: Die Rücknahme des Signales BTA markiert den Beginn der Phase 3, d. h. die zentrale Steuerung braucht die Lesedaten nicht mehr. Nach der Wahrnehmung des L → O-Überganges von BTA kann die Zeilensteuerung ihren Datenweg-Zyklus beenden. Dies beginnt mit der Erzeugung des Strobe-Impulses S 2. Es müssen aber mindestens 100 ns seit der Rückflanke von S 1 vergangen sein. Bei Funktionscode F 2 — Lesen und Löschen — verschwinden schon mit der Vorderflanke von S 2 die Daten von den R-Leitungen und auch Q (gestrichelte Linien in Bild 3), bei allen anderen Lese-Codes spätestens bei dem Verschwinden des Befehles NAF.

Phase 4: Diese Phase beginnt mit der Rücknahme von BTB durch die Zeilensteuerung. Das geschieht 300 ns nach der Vorderflanke von S 2. Hat die zentrale Steuerung diesen Übergang erkannt, so nimmt sie in Phase 4 den Befehl BCNAF zurück.

#### 3.1.2 Ein-Adreß-Schreiboperationen

Diese Operationen sind den eben erklärten Leseoperationen sehr ähnlich. In Bild 4 ist der Verlauf schematisch wiedergegeben. Auch hier findet der Informationsfluß nur zwischen der zentralen Steuerung und einer Zeilensteuerung statt. Für diese Operationen stehen die Funktions-Codes F 16 bis F 23 zur Verfügung. Der wichtige Unterschied besteht darin, daß nun beim O—L-Übergang des Signales BTA auch die zu schreibenden Daten neben dem Befehl zur Verfügung stehen müssen.

Phase 1: BTA O → L heißt: BCNAF und Daten vorhanden.

Phase 2: BTB O → L heißt: Modul übernimmt gerade die Schreibdaten.

Phase 3: BTA L → O heißt: Zeilensteuerung darf ihren internen Zyklus beenden (S 2 erzeugen).

Phase 4: BTB L → O heißt: die zentrale Steuerung kann ihren internen Zyklus beenden und Befehl sowie Daten zurückernehmen.

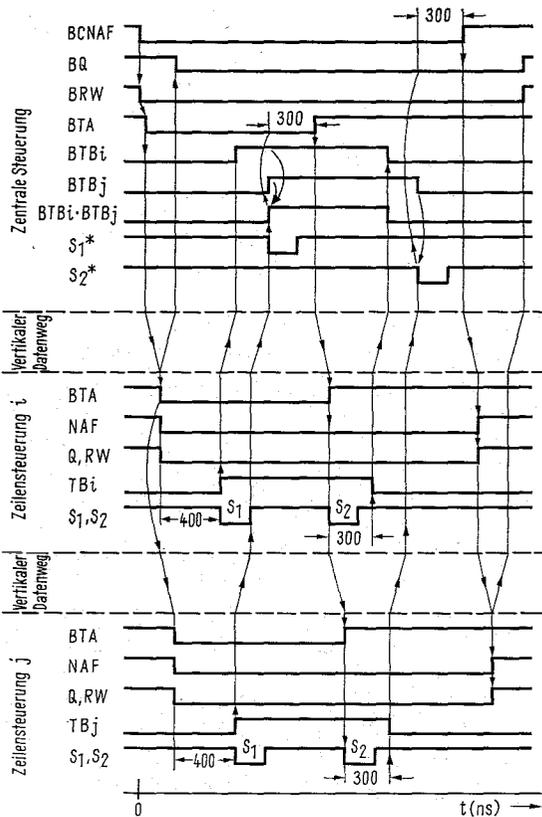


Bild 5. Zeitablauf für Multi-Adreß-Befehle

### 3.1.3 Multi-Adreß-Operationen

Bei Multi-Adreß-Operationen verkehrt die zentrale Steuerung mit mehr als einer Zeilensteuerung gleichzeitig. Dies wird möglich durch sieben separate Überrahmen-Adreß-Leitungen BCR, von denen nun einige oder auch alle L-Signale haben. In Bild 5 ist eine solche Operation dargestellt. Die zentrale Steuerung muß sich nun merken, mit welchen Zeilensteuerungen sie Daten austauschen möchte und auf die Rückmeldung BTB von allen angesprochenen Überrahmen warten, ehe sie den nächsten Schritt einleitet. Vorher muß sie außerdem noch an den BTB-Leitungen prüfen, ob die Überrahmen, die adressiert werden sollen, überhaupt dialogfähig sind. Man kann sich das so vorstellen, daß mit der Vorderflanke von BTA der Zustand der BTBi-Leitungen abgetastet und dann festgehalten wird.

Hat auch die letzte Zeilensteuerung mit BTB geantwortet, dann kann die zentrale Steuerung das Signal BTA zurücknehmen. Daraufhin vollenden die adressierten Zeilensteuerungen ihre internen Zyklen und entfernen ihre Rückmeldungen BTBi,j. Wenn die zentrale Steuerung erkannt hat, daß alle Rückmeldungen verschwunden sind, dann

kann sie ihren internen Zyklus beenden und den Befehl BCNAF und u. U. die Schreibdaten löschen. In Bild 5 ist als Beispiel der zeitliche Verlauf einer Multi-Adreß-Operation mit zwei Überrahmen i und j gezeigt.

### 3.2 Alarm-Operationen

Im wesentlichen ist eine Alarm-Operation zu betrachten wie eine Multi-Adreß-Lese-Operation, an der alle betriebsbereiten Überrahmen beteiligt sind. Die Betriebsbereitschaft eines Rahmens läßt sich — wie schon unter Punkt 3.1.3 erklärt — testen. Der Unterschied zu Befehlsoperationen liegt darin, daß der Zyklus vom System selbst gestartet wird und nicht von der übergeordneten Steuerung. Es fehlen auch die Signale B, S 1 und S 2 im Datenweg, denn mit der Entstehung von B müßten ja die Alarm-Signale nach Vorschrift verschwinden. Die Aktion wird von einem beliebigen Modul durch Setzen der L-Leitung eingeleitet. Das L-Signal wird von der zugehörigen Zeilensteuerung in ein D-Signal (*Demand-for-Service*) umgesetzt und als BD-Signal auf den vertikalen Datenweg gegeben. Die zentrale Steuerung reagiert auf BD mit der Erzeugung von BG (*Give-Alarm-Pattern*) und der gleichzeitigen Aktivierung aller Überrahmen-Adreß-Leitungen BCRi, nachdem unmittelbar vorher an den BTB-Leitungen geprüft wurde, welche davon aktiv sind. Außerdem wird noch das BTA-Signal erzeugt. Die mit BCRi, BG und BTA aufgerufenen Steuerungen schalten nun wie in einer Multi-Adreß-Lese-Operation sämtliche Alarme auf die BRW-Leitungen, ohne jedoch B, S 1, und S 2 auf den Datenweg zu geben. Zu gegebener Zeit erscheint BTB von allen aktiven Steuerungen und die gesamte Operation läuft weiter wie ein Befehls-Mode. In Phase 4 wird die Anforderung BG an die Zeilensteuerungen zurückgenommen und die Alarm-Operation ist beendet.

Bei der Zuordnung der Alarme auf die Leseleitungen Ri ist der System-Entwickler völlig frei. Man kann z. B. alle Alarme L 1 aus jedem Überrahmen auf die Leitung BRW 1 geben, das wären also insgesamt maximal sieben und zur genaueren Bestimmung der Alarmquelle müßte eine Suchoperation durchgeführt werden. Bei besonders wichtigen Alarmen, die kurze Reaktionszeit erfordern, kann durch entsprechende Verdrahtung auch dafür gesorgt werden, daß auf einer BRW-Leitung nur eine einzige Alarmquelle Li liegt. Jedenfalls hat man die 24 auf der Lese-Schreib-Leitung übermittelten Meldungen als 24 Absprungadressen zu 24 verschiedenen *Interrupt-Routinen* zu betrachten. Näheres über die Alarmverarbeitung wird in späteren Beiträgen über die Zeilensteuerung und an einem Beispiel einer zentralen Steuerung gesagt.

### Literatur

- [1] OTTES, J. G.: CAMAC — Ein System rechnergeführter Elektronik. ELEKTRONIK 1970, H. 10, S. 335...338 und H. 11, S. 387...389.
- [2] CAMAC, A Modular Instrumentation System for Data Handling. Euratom-Bericht Nr. EUR 4100 e.

# CAMAC – Ein System rechnergeführter Elektronik

## Die Zeilensteuerung

DK 681.323:621.039.5

In den ersten beiden Beiträgen dieser Serie wurde über den Datenweg und den sogenannten *Branch Highway (BH)* bzw. vertikalen Datenweg berichtet [1, 2]. Durch die dort behandelten Definitionen ist auch die Zeilensteuerung (*Crate Controller, CC*) weitgehend festgelegt. Deshalb ist zum Verständnis der folgenden Abschnitte die Kenntnis der vorangegangenen Arbeiten notwendig. Über die Aufgabe der Zeilensteuerung des Typs A braucht nicht mehr viel gesagt zu werden. Sie sorgt für einen reibungslosen Verlauf des gesamten Signalflusses von und zu den Übertrahmen. Sie ist der Vermittler eines Dialogs innerhalb des CAMAC-Systems.

### 1 Die Befehlsübermittlung innerhalb der Zeilensteuerung

Die Zeilensteuerung (CCA) übernimmt das von der zentralen Steuerung (*System Controller, SC*) über den vertikalen Datenweg kommende Befehlswort BCNAF und gibt den Teil NAF weiter auf den Datenweg (*Bild 1*). Es besteht aus folgenden Teilen:

C(R) kommt als L-Signal auf einer Stichleitung von der zentralen Steuerung (SC). Durch einen während des Betriebes nicht zugänglichen Drehschalter mit sieben Stellungen und zwei Ebenen kann man der Zeilensteuerung eine feste Adresse geben und bestimmen, welche der sieben BCR-Leitungen zu dem betrachteten CCA gehören soll. Die zweite Ebene dieses Schalters schaltet gleichzeitig die aus dem CCA kommende Zeitablauf-(*Timing*-)Leitung TB mit um.

Der Autor ist Mitarbeiter der Gesellschaft für Kernforschung mbH in Karlsruhe.

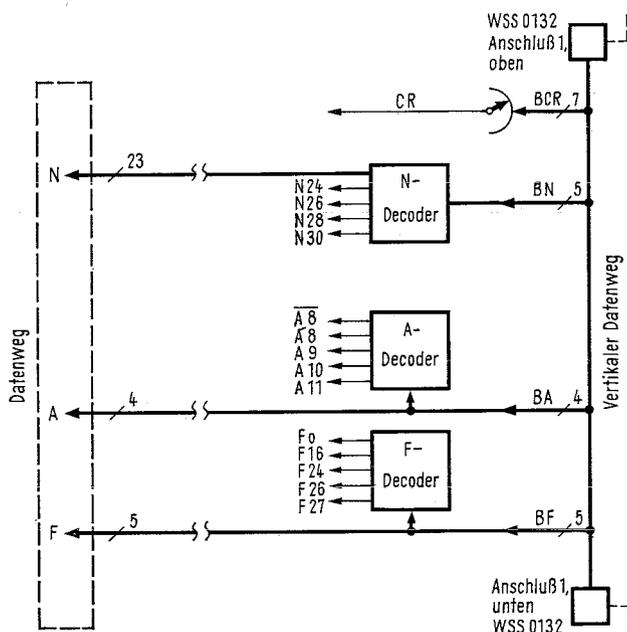


Bild 1. Zeilensteuerung, Befehlsteil

Das CAMAC-System ist ein von Kernforschungszentren entwickeltes Zweiweg-Interface-System, das die Automatisierung beliebiger Prozesse in Verbindung mit beliebigen Rechnern oder anderen digitalen Steuerungen ermöglicht. In einer vorangegangenen ersten Arbeit, die in Heft 10/1970, S. 335 bis 338, und in Heft 11/1970, S. 387...388, erschienen ist, wurden der grundlegende Aufbau sowie als Vertreter der gleichbleibenden Systemteile der CAMAC-Datenweg beschrieben. Eine zweite, im vorigen Heft 2/1971, S. 53...56, veröffentlichte Arbeit beschäftigte sich mit dem sogenannten Branch Highway bzw. vertikalen Datenweg, der mehrere Zeilensteuerungen untereinander und mit der zentralen Steuerung oder einem anderen übergeordneten Steuergerät verbindet. Der vorliegende Beitrag behandelt die sogenannte Zeilensteuerung (*Crate Controller*). Sie stellt das Bindeglied zwischen dem CAMAC-Datenweg und dem vertikalen Datenweg dar. Damit sind alle drei Vertreter der gleichbleibenden Systemteile beschrieben.

N Die fünf Leitungen mit dem Dualcode der Platznummer werden in der Zeilensteuerung decodiert. Eigentlich brauchte man nur die ersten 23 Stellen zu bilden. Von den redundanten Zeichen N 24 bis N 31 dieses Codes werden aber für den internen Gebrauch im CCA die Nummern N 24, N 26, N 28 und N 30 gebildet. Es sind immer alle vorhandenen 5 bits bei der Decodierung zu benutzen (Volldecodierung). Das gilt sinngemäß auch für die A- und F-Leitungen sowohl im CCA als auch in den Moduln.

A Die vier Subadress-Bits werden sozusagen unverändert weitergereicht. Bis auf die Pufferung beim Eingang in den CCA sind BA und A dasselbe Signal. Die Subadresse wird erst am Bestimmungsort, dem Modul, decodiert. Für die eigene Verwendung des CCA werden die Subadressen A 8, A 8, A 9, A 10 und A 11 gebildet.

F Auch die Funktionsleitungen werden im wesentlichen nur durchgeschaltet. Die Zeilensteuerung braucht für sich die Codes F 0, F 16, F 24, F 26 und F 27 (siehe Tabelle der Funktionscodes in [1]).

### 2 Der Taktgenerator

Der Taktgenerator erzeugt für seinen Übertrahmen das Belegt-Signal B (*Busy*) und die beiden Timing-Signale S 1 und S 2 in der richtigen Reihenfolge und zeitlichen Zuordnung (siehe Bilder 3, 4, 5 in [2]). Er wird, wie aus der oberen Hälfte in *Bild 2* zu ersehen ist, auf drei Arten in Gang gesetzt, im normalen Befehlsmode durch das Signal BTA und CR, im Alarm-Mode durch die Übertrahmen-Adresse CR, das Signal BG und BTA und schließlich noch durch die manuell über eine Drucktaste an der Frontplatte erzeugten Signale Z und C. Der Generator erzeugt als Rückmeldung an die zentrale Steuerung das Signal TB und

nimmt es zu gegebener Zeit wieder zurück. In Bild 3 ist zur Verdeutlichung der typische zeitliche Ablauf einer Befehlsoperation an den Ein- und Ausgängen des Taktgenerators gezeigt. Das Signal TB hat aus schon in [2] dargelegten Gründen umgekehrte Polarität. Ein wichtiger Punkt ist hierbei zu beachten:

Wird die Platznummer N 30 decodiert, dann darf auf dem Datenweg kein B, S 1 und S 2 erscheinen. N 30 ist gewissermaßen die Platznummer der Zeilensteuerung selbst. Dasselbe gilt für BG. Würde man in diesem Fall das Belegt-Signal generieren, so müssten nach Vorschrift alle Alarme verschwinden. Daher wurden die Signale B, S 1 und S 2 mit  $\overline{BG}$  und  $\overline{N\ 30}$  verriegelt.

### 3 Die Lese/Schreib-Bus- und Response-Leitung der Zeilensteuerung

In der Zeilensteuerung werden die 24 BRW-Leitungen aufgespalten in 24 R- und 24 W-Leitungen, die jeweils mit den Signalen BTA und TB zu verriegeln sind. Dabei werden die R-Leitungen im Befehlsmode zum Transfer von Lese-Informationen, im Alarm-Mode zur Übertragung der aufbereiteten (graded) Alarm-Muster benutzt (Bild 4).

Die Q-Bus-Leitung erhält im Bereich der Zeilensteuerung von fünf Stellen Einspeisungen. Einmal bei der Ausführung von Tests mit dem Funktionscode F 27 zur Ermittlung des Zustandes der Alarm-Maske E/DD und der Alarm-Leitung D (siehe nächsten Abschnitt) sowie der Inhibit-Leitung; dann beim Einschreiben in das Select-N-Register (siehe Abschnitt 6) und schließlich beim Lesen der aufbereiteten Alarme über die R-Leitungen. Alle Einspeisungen müssen über ODER-Gatter erfolgen.

### 4 Die Alarmeinrichtung

In Bild 4 sind außer den bisher besprochenen noch die Baugruppen der Alarmeinrichtung eingezeichnet. Die 23 Alarm-Stichleitungen von den Kartenplätzen werden in die

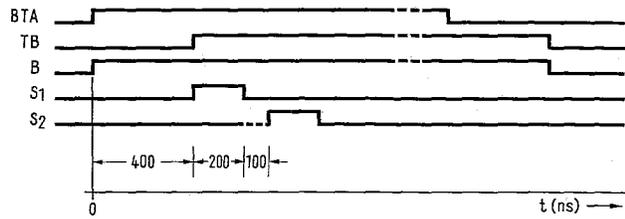


Bild 3. Zeitverhalten der Ein- und Ausgänge des Taktgenerators

Zeilensteuerung eingeschleust und verlassen sie sofort wieder über einen 52poligen, sogenannten *Double-Density-Stecker* der Firma Cannon, dessen Belegung man in Tabelle 1 findet. Über diesen Stecker lassen sich die Alarme einer Aufbereitungseinheit, dem sogenannten LAM-Grader, zuführen, wo sie irgendwie verändert bzw. verarbeitet werden können. Man kann sich z. B. denken, daß ein LAM-Grader, der irgendwo im Überrahmen sitzt, am besten aber auf dem Platz, der der Zeilensteuerung unmittelbar benachbart ist, eine Umrangierung bewirkt oder eine Zusammenfassung, oder eine Maskierung usw. Der Planer ist hier völlig frei, er kann sogar ganz auf diese Aufbereitungseinheit verzichten. In jedem Falle werden die Alarme auf vorgeschriebene Weise (Tabelle 1) als *Graded LAM's* (GLi) in die Zeilensteuerung zurückgeleitet an ihre *Pull-up*-Stromquellen. Über eine ODER-Funktion aller GL's wird das Demand-(D)Signal gebildet. Falls kein LAM-Grader vorhanden ist, wird dann die Leitung „Inhibit Internal D“ auf 0 V gesetzt. Das entstandene D-Signal ist also dann intern gebildet worden. Ist ein LAM-Grader vorhanden, so muß er das Signal „External D“ aus allen L's bzw. GL's bilden und

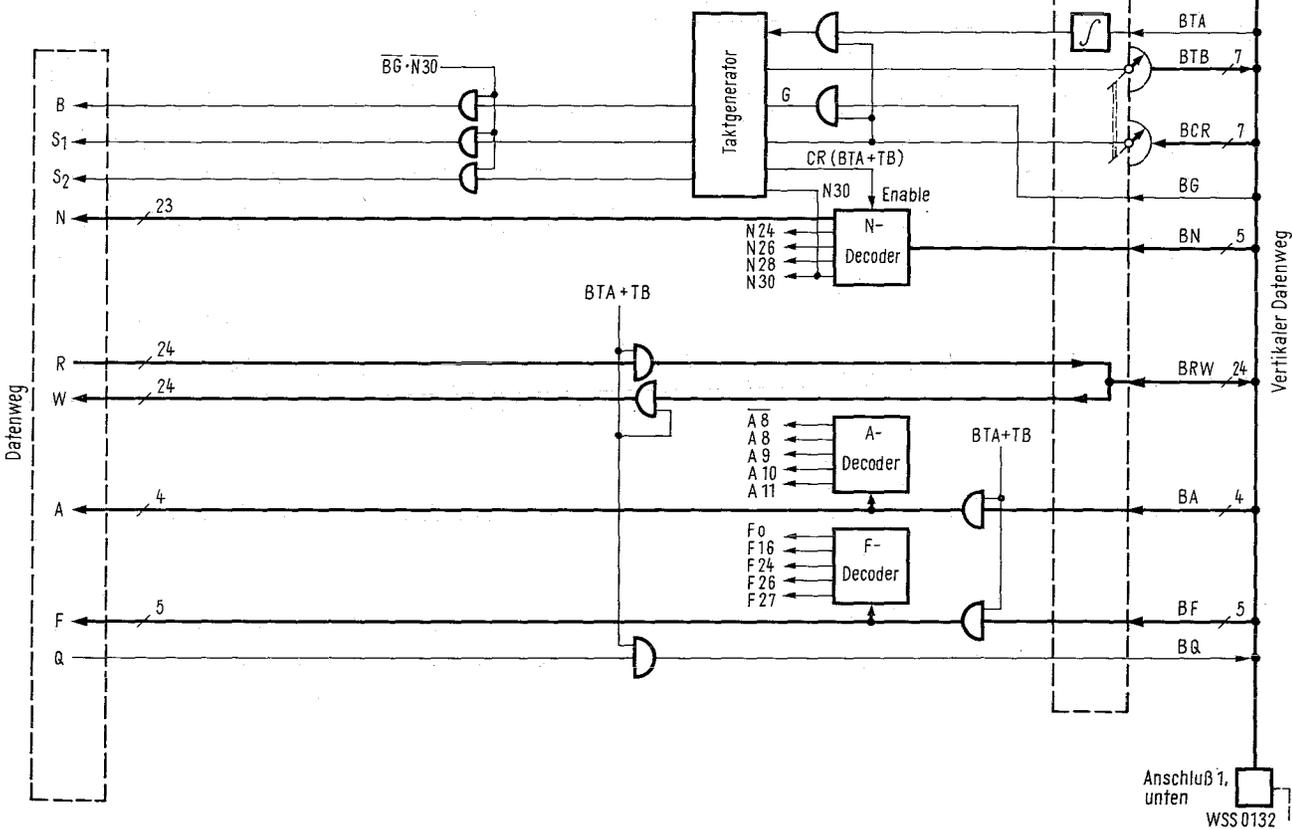


Bild 2. Zeilensteuerung mit Befehlssteil, Taktgenerator und Lese/Schreib-Bus

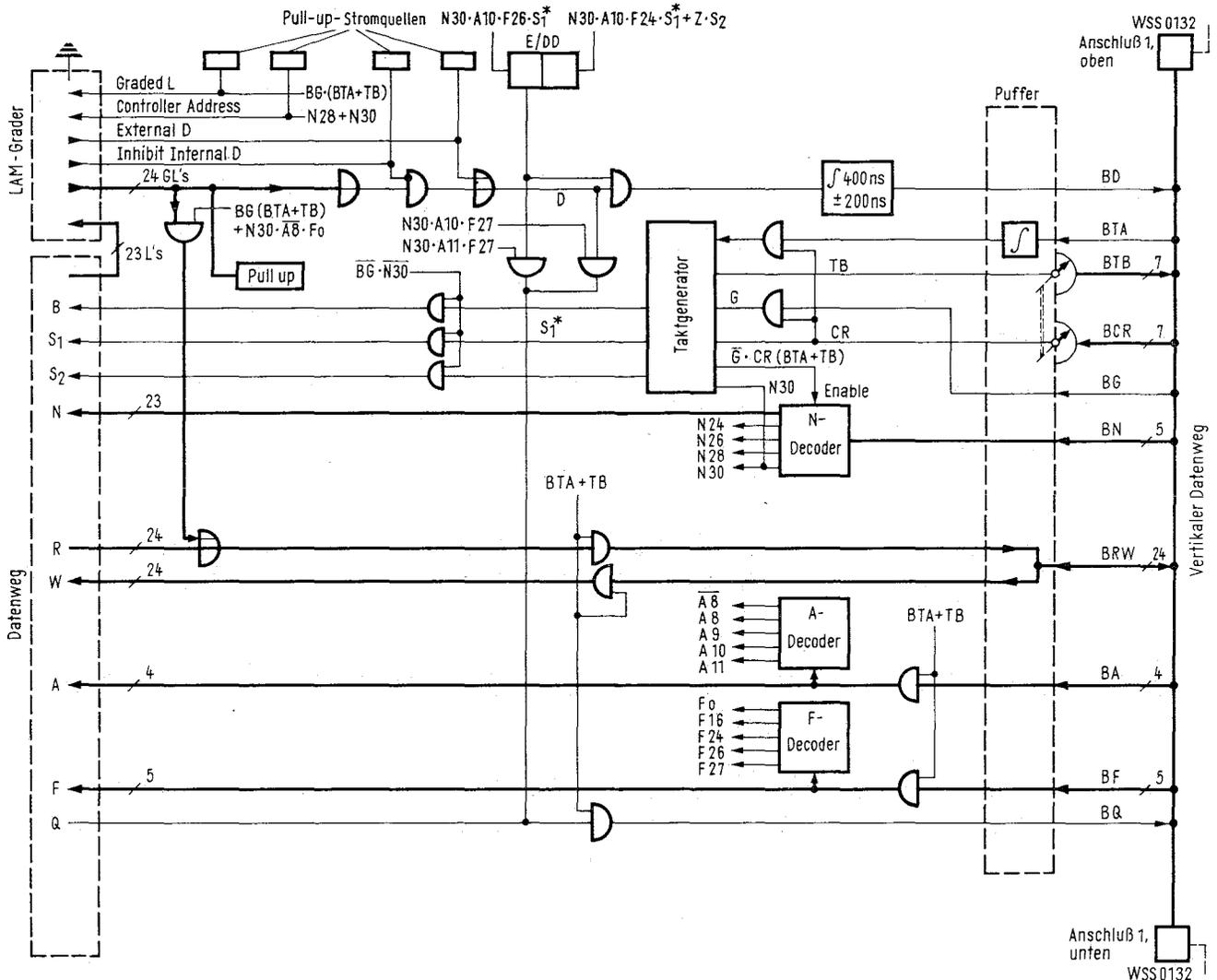


Bild 4. Zeilensteuerung mit Befehlssteil, Taktgenerator, Lese/Schreib-Bus- und Alarmeinrichtung

an die Zeilensteuerung übergeben. In diesem Falle liegt die Leitung „Inhibit Internal D“ auf 3,5 V. Das D-Signal kann durch das Flipflop E/DD (*Enable/Disable D*) maskiert

Tabelle 1. Belegung des Steckers zum LAM-Grader

Stift	Bedeutung	Stift	Bedeutung
1	Graded-L-Operation	2	L 1
3	GL 1	4	L 2
5	GL 2	6	L 3
7	GL 3	8	L 4
9	GL 4	10	L 5
11	GL 5	12	L 6
13	GL 6	14	L 7
15	GL 7	16	L 8
17	GL 8	18	L 9
19	GL 9	20	L 10
21	GL 10	22	L 11
23	GL 11	24	L 12
25	GL 12	26	L 13
27	GL 13	28	L 14
29	GL 14	30	L 15
31	GL 15	32	L 16
33	GL 16	34	L 17
35	GL 17	36	L 18
37	GL 18	38	L 19
39	GL 19	40	L 20
41	GL 20	42	L 21
43	GL 21	44	L 22
45	GL 22	46	L 23
47	GL 23	48	External D.
49	GL 24	50	Controller Address
51	Inhibit Internal D.	52	0 V.

werden, was z. B. mit dem *Initialize*-Signal Z geschieht. Will man Alarme aus dem CCA zulassen, muß man das Flipflop E/DD vorher setzen.

Über Gatter werden die GL-Signale bei Alarm-Operationen oder bei gezieltem Suchen nach der Alarm-Quelle auf die R-Leitungen gegeben. Auf diese Weise kann man also das Muster der veränderten Alarme, der GL's, in die Zentrale Steuerung transferieren. Ist ein LAM-Grader vorhanden und wurden die L's in der angedeuteten Weise verändert, so interessiert man sich vielleicht für das Muster der Original-Alarme Li. Man kann es erhalten durch einen Befehl mit N 30, Ax und einer Lesefunktion, z. B. F 0. Der Bestandteil N 30 dieses Befehles erreicht auf der Leitung „Controller Address“ via Cannon-Stecker den LAM-Grader, während die Anteile Ax und F 0 über den normalen Datenweg dorthin gelangen. Der LAM-Grader gibt dann seine Information auf die R-Leitungen. Es wurde schon gesagt, daß bei der Erkennung von N 30 weder B noch S 1 noch S 2 auf dem Datenweg erscheint. Die zweite Stationsadresse der Zeilensteuerung, nämlich N 28, läßt B, S 1 und S 2 auf dem Datenweg entstehen. Mit N 28.Ax.F 16.S 1 würde man z. B. ein Maskenregister im LAM-Grader setzen können.

### 5 Gemeinsame Steuersignale

Von den gemeinsamen Steuersignalen C, Z und I wird nur Z als BZ in einer eigenen Leitung von der Zentralen Steu-

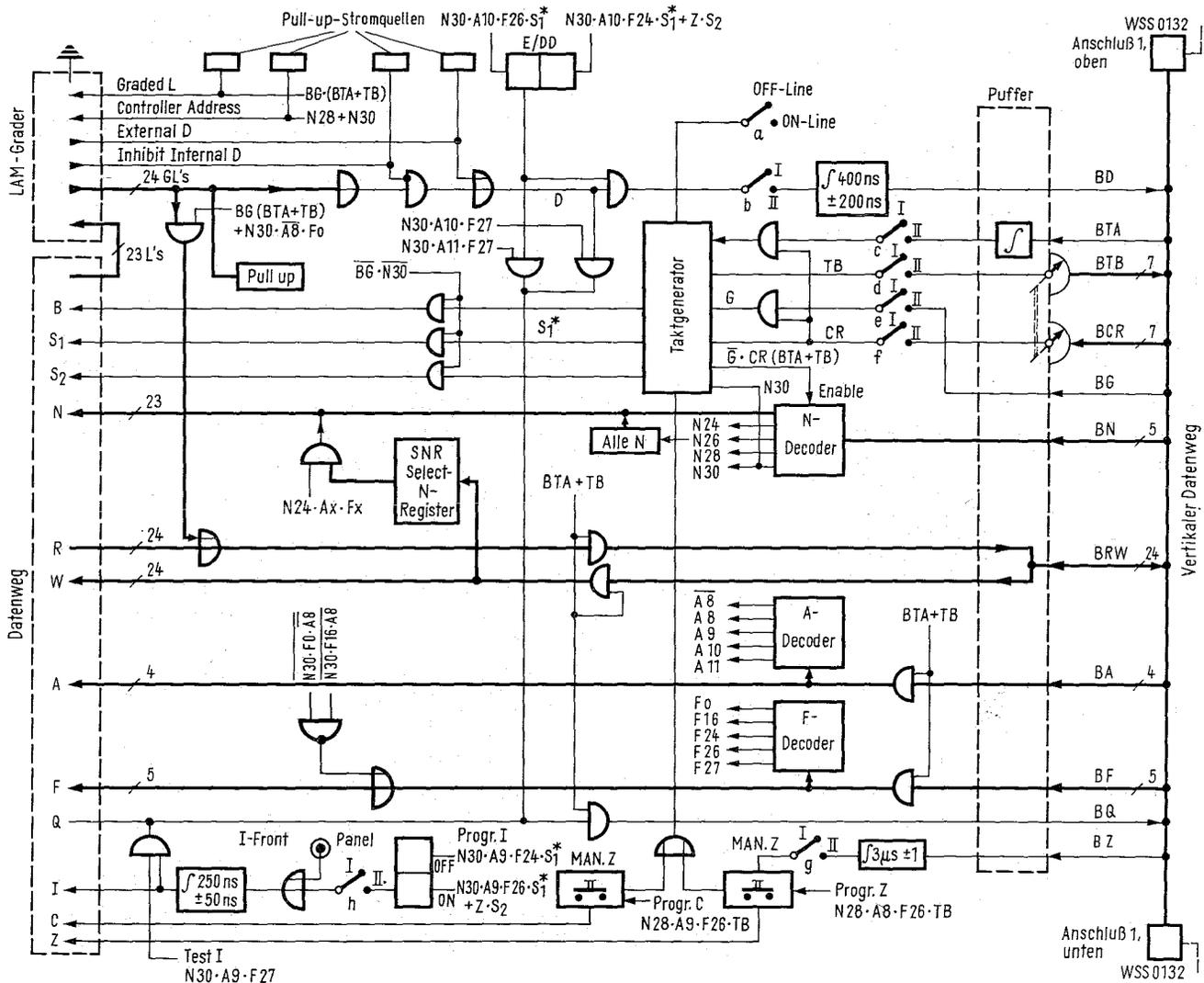


Bild 5. Die vollständige Zeilensteuerung bestehend aus Befehlssteil, Taktgenerator, Lese/Schreib-Bus- und Alarmeinrichtung sowie Select-N-Register. Im Bild unten sind die gemeinsamen Steuersignale eingezeichnet

ring direkt gesendet. Für alle diese Signale gibt es verschiedene Arten der Erzeugung (Bild 5 unten).

#### Initialise Z:

- 1 Über eine eigene Leitung BZ;
- 2 programmiert mit einem Spezialbefehl;
- 3 manuell über eine Drucktaste auf der Frontplatte der Zeilensteuerung, im Off-Line-Zustand. Auch in diesem Fall müssen B und S 2 erzeugt werden.

#### Clear C:

- 1 Programmiert mit einem Spezialbefehl (siehe Zusammenstellung aller Befehle für die Zeilensteuerung in Abschnitt 7);
- 2 manuell über eine Drucktaste an der Frontplatte, die nur im Off-Line-Betrieb wirksam wird.

#### Inhibit I:

- 1 Programmiert über einen Spezialbefehl;
- 2 durch ein von außen an der Frontplatte zugeführtes Signal.

### 6 Vielfach-Adressierung

Der Decodierer für die Platznummer N setzt nur immer eine aus insgesamt 23 Leitungen auf „L“. Es kann jedoch

sehr nützlich sein, gleichzeitig mit mehreren oder allen Moduln eines Überrahmens zu verkehren, z. B. denke man daran, daß mehrere an beliebigen Plätzen sitzende Zähler für statistische Impulse durch eine einzige Operation auf einen bestimmten Wert voreingestellt werden sollen. In Bild 5 sind daher zwei Zusatzeinrichtungen zur Adressierung angedeutet. Es ist das Select-N-Register SNR mit nachfolgendem Gatter und eine Möglichkeit, alle Platznummern gleichzeitig aufzurufen. Das SNR-Register hat eine Kapazität von 23 bit und kann mit einem Bitmuster entsprechend der geometrischen Anordnung der gleichzeitig zu adressierenden Plätze in einer normalen Operation mit N 30 und F 16 geladen werden. Ein Vielfachbefehl mit der fiktiven bzw. redundanten Platznummer N 24 ruft dann die vorgewählten Moduln auf, und sie führen alle den Befehl aus. So werden z. B. die auf den W-Leitungen anstehenden Schreibdaten bei dem Befehl N 24.A0.F 16 von allen vorgewählten Moduln bei dem Auftauchen des Strobe-Impulses S 1 in das Register mit der Subadresse A 0 übernommen. Man hat hier also nur in einer einzigen Operation SNR zu laden. Will man gleichzeitig mit allen Moduln verkehren, dann wird der Befehl mit der Platznummer N 26 versehen.

Damit sind nun alle wesentlichen Elemente der Zeilensteuerung besprochen. Die noch nicht erwähnten Baugruppen erklären sich zum größten Teil aus Bild 5, welches ein vollständiges Blockschaltbild darstellt. Ganz rechts ist der

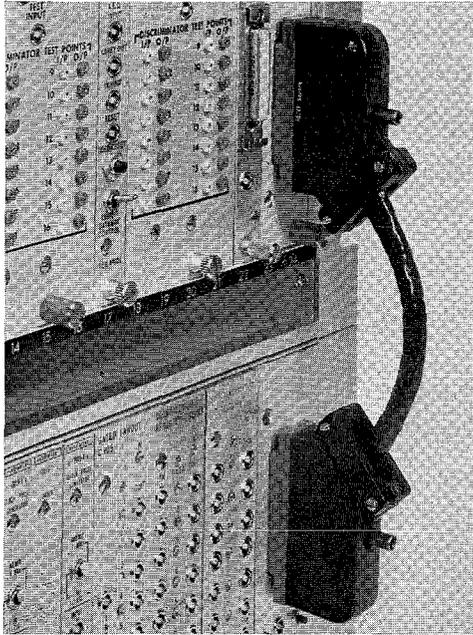


Bild 6. Anordnung der 152poligen Stecker an der Frontplatte der Zeilensteuerung

Tabelle 2. Belegung des Steckers zur Zeilensteuerung

Stift Signal	Stift; Rück- leitung	Signal	Stift Signal	Stift; Rück- leitung	Signal
93	76	BRW 1	32	13	BCR 1
94	77	BRW 2	33	14	BCR 2
95	78	BRW 3	34	15	BCR 3
96	79	BRW 4	35	16	BCR 4
97	80	BRW 5	67	50	BCR 5
98	81	BRW 6	68	51	BCR 6
99	82	BRW 7	69	52	BCR 7
100	83	BRW 8			
103	84	BRW 9	36	17	BN 1
104	85	BRW 10	37	18	BN 2
105	86	BRW 11	38	19	BN 4
106	87	BRW 12	39	20	BN 8
107	88	BRW 13	40	21	BN 16
108	89	BRW 14	41	1	BA 1
109	90	BRW 15	23	2	BA 2
110	91	BRW 16	24	3	BA 4
112	113	BRW 17	25	4	BA 8
114	115	BRW 18			
116	117	BRW 19	70	53	BF 1
118	119	BRW 20	71	54	BF 2
124	125	BRW 21	72	55	BF 4
126	127	BRW 22	73	56	BF 8
128	129	BRW 23	74	57	BF 16
130	131	BRW 24	63	46	BTA
					Timing
26	5	BX 1	64	47	BX 6
27	6	BX 2	65	48	BX 7
28	7	BX 3	66	49	BX 8
29	8	BX 4	111	75	BX 9
30	9	BX 5			
			59	42	BG
31	10	BTB 1	60	43	BD
11	12	BTB 2	61	44	BQ
58	22	BTB 3	62	45	BZ
132	92	BTB 4			Initialise
123	102	BTB 5			
120	101	BTB 6			
121	122	BTB 7			

vertikale Datenweg angedeutet, oben und unten die Stecker. Es handelt sich um 152polige Stecker der Firma Hughes Aircraft Company (Bild 6). Die Typenbezeichnung ist WSS 0132 BN mit einer Belegung wie in Tabelle 2 angegeben. Auf der Frontplatte der Zeilensteuerung befinden sich zwei Stecker Typ WSS 0132 BN, zwei Drucktasten für die manuelle Erzeugung von C und Z, eine Buchse für die Zuführung eines extern erzeugten Inhibit-Signals sowie eine Anzeige der eingestellten Adresse (Stellung des Drehschalters BCR/BTB). Schließlich ist noch durch Umschalter mit den Bezeichnungen a bis h eine Möglichkeit angedeutet, die Zeilensteuerung in einen Off-Line-Zustand zu bringen.

## 7 Zusammenstellung aller Befehle für die Zeilensteuerung

### 7.1 Multi-Adreß-Befehle

Laden Multi-Adreß-Register: N 30.A 8.F 16.S 1\*  
 Aktiviere Multi-Adreß-Register: N 24.Ax.Fx  
 Adressiere alle Plätze: N 26.Ax.Fx

### 7.2 Alarm-Behandlung

Lies Graded L's: N 30.A 8.FO+  
 (BTA+TB).BG  
 Ermögliche Alarm-Meldung: N 30.A 10.F 26.S 1\*  
 (Setze Alarm-Maske)  
 Verhindere Alarm-Meldung: N 30.A 10.F 24.S 1\*  
 (Lösche Alarm-Maske)  
 Test Alarm-Zustand: N 30.A 10.F 27  
 Test Alarm-Maske: N 30.A 11.F 27

### 7.3 Gemeinsame Steuersignale

Progr. Erzeugung von Z: N 28.A 8.F 26.TB  
 Progr. Erzeugung von C: N 28.A 9.F 26.TB  
 Erzeugung von I: N 30.A 9.F 26.S 1\*  
 +Z.S 2  
 Test Inhibit-Leitung: N 30.A 9.F 27

## 8 Zusammenfassung

Der Datenweg, der *Branch Highway* bzw. vertikale Datenweg und die Zeilensteuerung bilden die gegenüber den verschiedenen Anwendungen und auch Rechnern unveränderlichen Teile des CAMAC-Systemes, die damit alle besprochen sind. Die vorgelegten Standarde sind insofern ausreichend, als bei ihrer Beachtung die Austauschbarkeit von CAMAC-Bauteilen verschiedener Hersteller gewährleistet ist. Die Mitteilungen über die festliegende Grundstruktur des neuen Elektronik-Systems muß nun nach zwei Seiten hin ergänzt werden, nämlich nach der Seite der Prozesse hin, zum anderen zum Rechner. Die individuelle Anpassung an einen Rechner erfolgt in der Zentralen Steuerung, die Anpassung an bestimmte Prozeßaufgaben erfolgt in den Einschubeinheiten, über die bei einer späteren Gelegenheit noch berichtet werden soll.

### Literatur

- [1] OTTES, J. G.: CAMAC — Ein System rechnergeführter Elektronik. ELEKTRONIK 1970, H. 10, S. 335...338, und H. 11, S. 387...389.  
 [2] OTTES, J. G.: CAMAC — Ein System rechnergeführter Elektronik — Der vertikale Datenweg. ELEKTRONIK 1971, H. 2, S. 53...56.

## Korrektur

Die in Bild 5 des letzten Teils der Aufsatzserie (S. 15) enthaltenen Druckfehler sind in der vorliegenden korrigierten Fassung durch Einkreise gekennzeichnet.

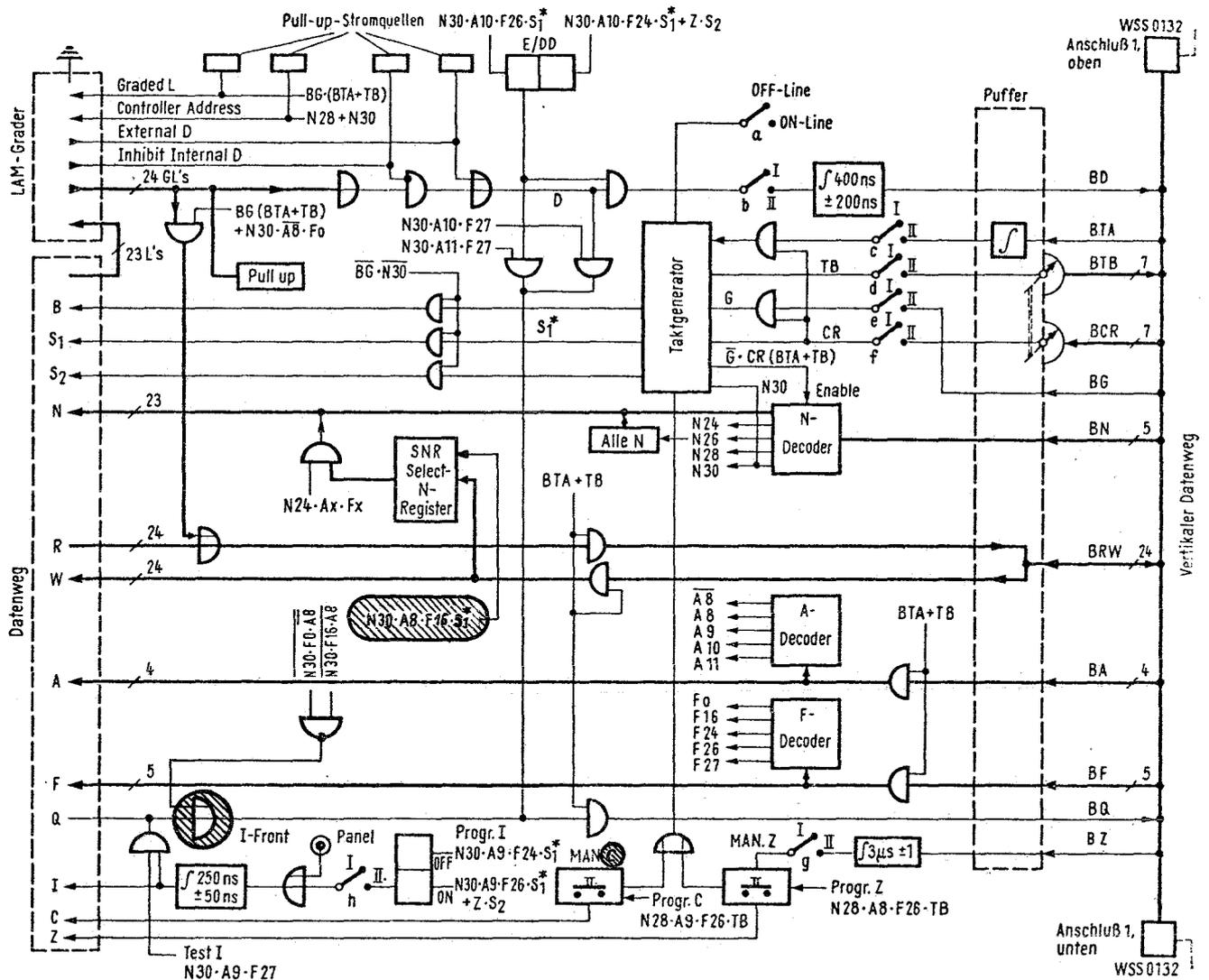


Bild 5. Die vollständige Zeilensteuerung bestehend aus Befehlssteil, Taktgenerator, Lese/Schreib-Bus- und Alarminrichtung sowie Select-N-Register. Im Bild unten sind die gemeinsamen Steuersignale eingezeichnet

