

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE**

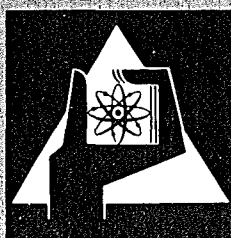
Juni 1973

KFK 1813

Labor für Elektronik und Meßtechnik

CAMAC Meßwerterfassungssystem

T. Friedle, W. Heep, W. Stiefel



**GESELLSCHAFT
FÜR
KERNFORSCHUNG M.B.H.**

KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

KFK 1813

Labor für Elektronik und Meßtechnik

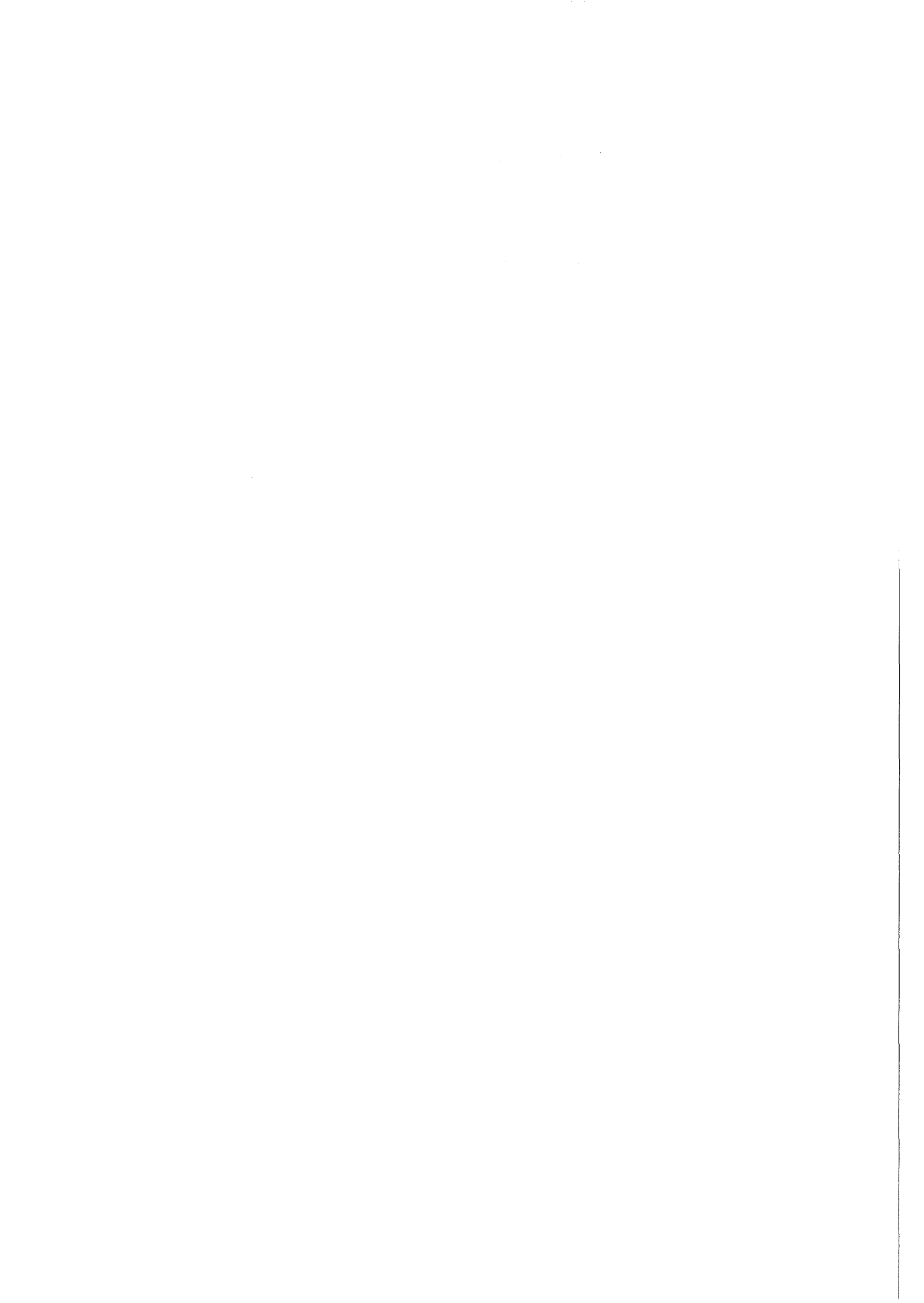
CAMAC Meßwerterfassungssystem

T. Friedle

W. Heep

W. Stiefel

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG MBH., KARLSRUHE



Zusammenfassung

Es wird ein CAMAC-Meßwerterfassungssystem mit einem integrierenden Analog-Digital-Converter und einem Multiplexer für 256 Meßstellen beschrieben. Als Meßwertschalter werden Relais mit quecksilberbenetzten Kontakten verwendet. Die Relaiskarten können mit Meßwertfiltern bestückt werden.

Das verwendete Digitalvoltmeter erlaubt 25 Messungen pro Sekunde. Die ADC-Steuereinheit ermöglicht einen programmierten (wahlfreien) Zugriff zu jeder Meßstelle sowie Block- und zyklischen Betrieb. Sollen passive Meßwertgeber (z. B. Widerstandsthermometer) nur während der Meßzeit mit Hilfsenergie (z. B. Konstantstrom) versorgt werden, dann kann über einen Zusatzmultiplexer die Hilfsenergie geschaltet werden. Da die Meßwertschalter in der Regel mit Filtern ausgerüstet sind, wird über die Zusatzsteuereinheit bereits 120 ms vor der Messung die Hilfsenergie zugeschaltet, um bis zum Beginn der Messung den eingeschwungenen Zustand zu erreichen. In diesem Betrieb wird die Meßrate von 25 Messungen pro Sekunde nicht herabgesetzt.

CAMAC Data Logging System

Abstract

A Data Logging System containing an integrating Analog to Digital Converter and a multiplexer with 256 channels is described. Relays with mercury wetted contacts are used.

Filter networks can be attached if needed. The system performance is 25 conversions per second. The ADC control unit features random access, block, and scan mode. An auxiliary multiplexer is provided to switch voltage/current to passive transmitters (e. g. resistance thermometers). This switching is done 120 msec in advance of the conversion to allow a transient settling time without reduction in conversion rate.

Inhalt

1. Einsatzmöglichkeiten und Betriebsarten des Meßwerterfassungssystems
2. Aufbau des Meßwerterfassungssystems
3. Funktionsbeschreibung des Meßwerterfassungssystems
 - 3.1. Ein- und Ausschalten des Analog-Digital-Converters
 - 3.2. Befehlsempfangseinrichtung
 - 3.3. Steuer- und Betriebszustandsregister
 - 3.4. Adressregister und Adressenmodifizierung
 - 3.5. Zusatzsteuereinheit
 - 3.6. Ablaufsteuerung
 - 3.7. Meßstellenschalter
4. Befehlsliste

1. Einsatzmöglichkeiten und Betriebsarten des Meßwerterfassungssystems

Das Meßwerterfassungssystem kann da eingesetzt werden, wo Meßwerte mit sehr großer Genauigkeit erfaßt werden sollen. Die große Meßgenauigkeit wird erreicht durch den Einsatz eines integrierenden Analog-Digital-Converters mit einer Integrationszeit von 20 ms und Relais mit quecksilberbenetzten Kontakten als Meßwertschalter. Bedingt durch die Meßphase des Analog-Digital-Converters, die 40 ms beträgt, sind insgesamt 25 Messungen pro Sekunde möglich.

Die Meßwerte werden 2polig geschaltet. Auf diese Weise kommt die hohe Gleichtaktunterdrückung des Analog-Digital-Converters voll zur Wirkung. Gleichtakt-Störspannungen werden in hohem Maße unterdrückt. Serientaktstörungen werden, sofern sie mit einer Frequenz von 50 Hz oder einem Vielfachen dieser Frequenz auftreten, durch die Integration des Meßwertes im ADC völlig unterdrückt. Auswirkungen von Störimpulsen werden im Verhältnis der Integrationszeit zur Dauer des Störimpulses herabgesetzt. Zusätzlich können vor die Meßwertschalter noch RC-Filter gesetzt werden. Aufgrund dieser Eigenschaften können Meßwerte bis herunter zu 10 mV mit einer Genauigkeit von 0,1 % erfaßt werden.

Das Meßwerterfassungssystem ist für 256 Meßstellen ausgelegt. Der Multiplexer ist modular aufgebaut. In der kleinsten Ausbaustufe besteht das System aus der ADC-Steuereinheit, einem Modul, der 3 Steckplätze einnimmt und einer CAMAC-Karte einfacher Breite mit 16 Meßstellenschaltern inklusive Meßwertfilter. Bei vollem Ausbau werden 16 Steckplätze für die Meßstellenschalter in einem Crate benötigt.

Der Rechner kann auf jede Meßstelle wahlfrei zugreifen (programmierter Zugriff). Bei dieser Betriebsart wird in das Steuerregister der Steuereinheit die Adresse der Meßstelle und eine Bitkombination zur Kennung dieser Betriebsart eingeschrieben. Im Blockbetrieb kann die Abfrage mehrerer Meßstellen, sofern sie aufeinanderfolgende Adressen ha-

ben, mit einem einzigen Befehl gestartet werden. Im programmierten Zugriff kann bei jedem Meßvorgang der Meßbereich (Verstärkung des ADC) geändert werden. Er wird jeweils zusammen mit der Adresse und der Bitkombination für die Betriebsart in das Steuerregister eingeschrieben. Im Blockbetrieb gilt für alle Meßstellen, die zu einem Block zusammengefaßt sind, der gleiche Meßbereich. Hierauf muß bei der Blockbildung geachtet werden. Ein Block wird durch die Blockanfangs- und endadresse vom Rechnerprogramm beschrieben. Beide Adressen werden zusammen mit den Bitkombinationen für den Meßbereich und die Betriebsart in das Steuerregister eingeschrieben.

Im z y k l i s c h e n B e t r i e b werden die Meßstellen eines Blockes solange ständig abgefragt, bis die Abfrage durch einen speziellen Befehl unterbrochen wird. Die Unterbrechung erfolgt immer am Ende des Blockes, d. h. nachdem die Meßstelle mit der Endadresse des Blockes abgefragt wurde, und zwar auch dann, wenn der Unterbrechungebefehl bereits vorher erteilt wurde. Ein spontaner Abbruch des Meßzyklusses ist mit dem Z-Befehl möglich.

Sollen passive Meßwertgeber (z. B. Widerstandsthermometer) nur während der Meßzeit mit Hilfsenergie (z. B. Konstantstrom) versorgt werden, dann kann an die Steuereinheit ein Zusatzmultiplexer zum Schalten der Hilfsenergie angeschlossen werden. Der Zusatzmultiplexer ist ähnlich wie der Meßstellenmultiplexer aufgebaut. Bei Vollausbau werden 16 Relaiskarten mit je 16 Relais verwendet. Ist der Zusatzmultiplexer vorhanden und soll dieser bei einer Messung verwendet werden, dann muß im Steuerregister das Bit 19 auf 1 gesetzt werden. Der Zusatzmultiplexer bleibt dann außer Betrieb, wenn das Bit 19 im Steuerregister auf 0 gesetzt wird. Es ist also möglich, mit dem Meßwertfassungssystem aktive und passive Meßwertgeber, deren Hilfsenergie beim Messen zu schalten ist, nebeneinander abzufragen. Beim Systemaufbau ist darauf zu achten, daß alle Meßwertgeber, die den Hilfsmultiplexer benötigen, aufeinanderfolgende Adressen bekommen, z. B. von 0, 16, 32, 48, usw. an aufwärts, um dem m o d u l o - 16 - A u f b a u des Zusatzmultiplexers gerecht zu werden.

Wird das Meßwerterfassungssystem mit dem Zusatzmultiplexer betrieben, dann erfolgt das Schalten der Hilfsenergie bereits 120 ms vor dem eigentlichen Meßvorgang, damit die Meßwertfilter bis zur Messung eingeschwungen sind. Um bei dieser Betriebsart mit maximaler Meßrate (25 Messungen/s) arbeiten zu können, sind insgesamt 4 Hilfsenergiequellen erforderlich, die überlappend geschaltet werden. Die Energiequelle 1 versorgt nacheinander die Meßwertgeber 0, 4, 8, ... , die Quelle 2, die Geber 1, 5, 9, ... usw. Diese Zuordnung ist festverdrahtet.

Es ist normalerweise üblich, mit einem Relais gleichzeitig die Hilfsenergie und den Meßwert zu schalten. Hierzu werden Relais mit 3 bzw. 4 Schließern benötigt. Jedoch ist bei dieser Technik keine oder nur eine minimale Meßwertfilterung möglich.

Durch den Einsatz von integrierten Operationsverstärkern sind Strom- und Spannungsgeber inzwischen recht preiswert geworden, so daß in vielen Fällen alle passiven Geber einer Anlage mit eigenen Strom- bzw. Spannungsgebern ausgerüstet werden können. Ein Schalten der Hilfsenergie würde sich somit erübrigen. Das ist jedoch nur zum Teil richtig. Bei der Meßwerterfassung müssen im allgemeinen die Strom- bzw. Spannungsgeber überwacht werden. Das kann z. B. durch Plausibilität per Rechnerprogramm erfolgen. Der Meßwert Null kann als Leitungsbruch oder Ausfall der Hilfsenergiequelle interpretiert werden. Diese Prüfmethode ist jedoch unzureichend, wenn es auf eine sehr präzise Meßwerterfassung ankommt. Soll der Meßwert z. B. auf 0,1 % erfaßt werden, dann ist es sinnvoll, auch die Hilfsenergiequelle so genau wie möglich zu überwachen. Das erfordert bei n passiven Meßwertgebern mit eigener Energieversorgung n zusätzliche Schalter im Multiplexer und n Präzisionswiderstände an den Strom- bzw. Spannungsgebern.

Um das bei einer großen Anzahl von passiven Meßwertgebern zu vermeiden, und um Meßwertschalter mit vorgesetzten Filtern einsetzen zu können, wurde das vorliegende Meßwerterfassungssystem mit dem Zusatzmultiplexer ausgerüstet.

2. Aufbau des Meßwerterfassungssystems

Den mechanischen Aufbau des Meßwerterfassungssystems zeigt Fig. 1. Die ADC-Steuereinheit Typ LEM-52/9.5., die die Stationen $N(x)$ bis $N(x-2)$ in einem CAMAC-Überrahmen belegt, empfängt ihre Befehle via Datenweg, steuert den Meßablauf und hält den Meßwert für die Übertragung zum Rechner bereit. Die Meßwertschalter vom Typ LEM-52/8.2. sind auf CAMAC-Steckkarten einfacher Breite aufgebaut. Eine Karte enthält 16 2polige Relais mit quecksilberbenetzten Kontakten. Die Lebensdauer dieser Relais ist praktisch unbegrenzt. Die Meßwertschalter werden von einem Netzgerät, Typ LEM-65, versorgt. Dieses Netzgerät enthält eine Spannung von + 24 V zur Versorgung der Relais und eine Spannung von + 5 V zur Speisung der Dekodierbausteine auf den Relaiskarten.

Zum Schalten der Hilfsenergie ist die Zusatzsteuereinheit, Typ LEM-52/9.3., erforderlich. Sie kann neben der ADC-Steuereinheit oder auch in einem Überrahmen ohne Datenweg untergebracht werden, da sie keine Verbindung zum Datenweg benötigt. Die Hilfsenergieschalter vom Typ LEM-52/8.3. können, sofern der Platz ausreicht, in den Überrahmen der Meßstellenschalter eingebaut werden. Bei vollem Ausbau des Systems sind insgesamt 2 Überrahmen für Meßwert- und Hilfsenergieschalter erforderlich.

Die Ansteuerung der Meßwertschalter erfolgt mit einem Adressierungssystem, das dem des CAMAC-Datenwegs ähnlich ist. Die Relaiskarte wird durch die Gruppenadresse GA (Stationsnummer N) aufgerufen, die Relais auf der Karte werden durch die Einzeladressierung EA (Subadresse A) ausgewählt.

Die Adressierung der Hilfsenergieschalter erfolgt praktisch nach dem gleichen Prinzip, jedoch sind wegen den 4 überlappt arbeitenden Strom- bzw. Spannungsgebern 4 Einzeladressierungen und 4 Gruppenadressen pro Karte erforderlich.

Sämtliche Verbindungen erfolgen über die Rückseite der Module, sie sind steckbar ausgeführt. Die Meßleitungen und die Leitungen

zur Versorgung der Meßwertgeber sind auf Vielfachsteckern auf der Rückseite der Überrahmen aufgelegt.

Fig. 2 zeigt ein Prinzipschaltbild des Meßwerverfassungssystems. Die ADC-Steuereinheit besteht aus den Untereinheiten

Befehlsempfangseinrichtung,
Ablaufsteuerung,
Steuerregister,
Meßwertregister,
Alarmerzeugung.

Zum Steuerregister gehören

Adressregister,
Betriebsartenregister und
Meßbereichsregister.

Die B e f e h l s e m p f a n g s e i n r i c h t u n g empfängt die Befehle vom Rechner, prüft diese auf momentane Zulässigkeit, steuert das Einschreiben und Auslesen der Register und aktiviert die Ablaufsteuerung. Die A b l a u f - s t e u e r u n g erzeugt die erforderlichen Signale zur Steuerung des Analog-Digital-Converters, nimmt je nach Betriebsart die entsprechende Adressenmodifizierung vor und steuert die A l a r m e r z e u g u n g . Das A d r e s s r e g i s t e r wählt über die Dekodiereinrichtung die gewünschten Meßwerte aus. Beim Betrieb mit Zusatzmultiplexer steuert das Adressregister über eine Adressenmodifizierung die Adressdekoder in der Z u - s a t z s t e u e r e i n h e i t .

3. Funktionsbeschreibung des Meßwertfassungssystems

3.1. Ein- und Ausschalten des Analog-Digital-Converters

Vor Beginn des Meßvorganges muß der Analog-Digital-Converter eingeschaltet werden. Das geschieht mit dem Befehl $N(x) \cdot A(11) \cdot F(26)$. Nach erfolgtem Einschalten wird in der Station $N(x)$ ein Alarm erzeugt (Fig. 3). Dieser Alarm wird wie in [1] angegeben verarbeitet. Von der Betriebsspannung des eingeschalteten ADC's wird im Alarm-Status-Register das Flipflop "ADC EIN" gesetzt, welches über ein Auffang-Flipflop das L-Signal erzeugt. Da der Modul kein Alarm-Maskenregister besitzt, ist das Lesen der LAM-Requests, $N(x) \cdot A(14) \cdot F(1)$, identisch mit dem Lesen des Alarm-Status-Registers. Um das L-Signal zum Verschwinden zu bringen, muß das Flipflop "ADC EIN" mit dem Befehl $N(x) \cdot A(12) \cdot F(23)$ und einem 1-Signal auf der Schreibleitung W2 gelöscht werden.

Nach dem Einschalten des ADC's ist das Meßwertfassungssystem betriebsbereit. Es wirkt sich auf die Meßgenauigkeit günstig aus, wenn der Analog-Digital-Converter bereits einige Zeit (ca. 30 min) vor Beginn der Messung eingeschaltet wird. Die Information "ADC EIN" belegt ein Bit im Betriebszustandsregister.

Wenn der Modul mit dem Befehl $N(x) \cdot A(11) \cdot F(24)$ ausgeschaltet wird, oder ausfällt (Defekt), wird ebenfalls ein L-Signal in der Station $N(x)$ erzeugt. Nach dem Lesen der LAM-Requests kann mit dem Befehl $N(x) \cdot A(12) \cdot F(23)$ und einem 1-Signal auf der Schreibleitung W1 das Flipflop "ADC AUS" im Alarm-Status-Register gezielt (selektiv) gelöscht werden.

3.2. Befehlsempfangseinrichtung

Um die Übertragung der Meßwerte zum Rechner unabhängig von der momentanen Rechnerbelastung zu machen, wurde die ADC-Steuereinheit so entworfen, daß sie für einen autonomen Datentransfer, d. h.

einen Datentransfer ohne Steuerung durch das Programm, eingesetzt werden kann. Das bedeutet, daß im Modul zwei L-Signale erzeugt werden müssen. Das erste L-Signal, das wie beschrieben vom Zustand des ADC's gesteuert wird, belegt die L-Stichleitung der Station $N(x)$. Dieses L-Signal wird vom System Controller zum Rechner durchgeschaltet und per Programm ausgewertet. Das zweite L-Signal zeigt das Ende einer Messung an und soll die Übertragung des Meßwertes zum Rechner veranlassen. Es wird auf die Stichleitung der Station $N(x-2)$ gelegt (Fig. 4) und kann je nach Wunsch vom System Controller ebenfalls zum Rechner durchgeschaltet (programmierter Transfer) oder aber auch im System Controller ausgewertet werden. Im zweiten Fall führt der Alarm der Station $N(x-2)$ im System Controller auf die Absprungsadresse des Befehls $N(x) \cdot A(0) \cdot F(2)$, mit dem der Meßwert über einen DMA-Kanal zum Rechner übertragen wird.

Das Alarm-Status-Flipflop der Station $N(x-2)$, das von der Ablaufsteuerung gesetzt wird, wird beim Lesen des Meßwertes durch das Signal $N(x) \cdot A(0) \cdot F(2) \cdot S2$ zurückgesetzt (specific action). Da in jedem CAMAC-Modul das interne L-Signal mit dem Befehl $A(i) \cdot F(8)$ getestet werden muß, wird in der Station $N(x-2)$ zusätzlich zur Befehlsdekodierung der Station $N(x)$ ein Dekoder zum Entschlüsseln des Befehls $N(x-2) \cdot A(0) \cdot F(8)$ erforderlich. Wird dieser Befehl dekodiert, dann wird das X-Signal und, sofern das Alarm-Status-Flipflop gesetzt ist, auch das Q-Signal erzeugt.

Die Befehlsempfangseinrichtung der Station $N(x)$ dekodiert und wertet alle benötigten Befehle bis auf eine oben beschriebene Ausnahme aus (Fig. 5). Die Funktionen und Subadressen werden volldekodiert und zu den erforderlichen Befehlen verknüpft, wenn der Modul durch die Stationsadresse $N(x)$ angewählt ist. Es wird unterschieden zwischen Befehlen die jederzeit, und Befehlen die nur zeitweise zulässig sind. Nur zeitweise zulässig sind die Befehle $N(x) \cdot A(11) \cdot F(17)$ und $N(x) \cdot A(0) \cdot F(2)$. Mit dem Befehl $N(x) \cdot A(11) \cdot F(17)$ werden die Daten für eine Messung bzw. eine Meßreihe (Block- bzw. zyklischer Betrieb) in das Steuerregister eingeschrieben und die Messung gestartet. Während eines Meßvorganges bei programmier-

tem Zugriff und während der gesamten Meßdauer bei Block- bzw. zyklischem Betrieb wird der Befehl $N(x) \cdot A(11) \cdot F(17)$ ignoriert. Das X-Signal wird erzeugt, jedoch nicht das Q-Signal (\bar{Q}).

Der Befehl $N(x) \cdot A(0) \cdot F(2)$, mit dem der Meßwert gelesen wird, ist nur nach jeder Messung sinnvoll und wird deshalb während eines Meßvorganges ignoriert. Sofern dieser Lesebefehl während einer Messung dekodiert wird, erzeugt die Einheit Befehlsverarbeitung das X-Signal und das \bar{Q} -Signal.

Nach erfolgter Prüfung auf momentane Zulässigkeit werden die nicht jederzeit zulässigen Befehle zur Ausführung freigegeben. Dekodiert der Modul einen Befehl, der dieser Prüfung nicht unterzogen wird, dann wird sowohl das Q- als auch das X-Signal erzeugt und der Befehl ausgeführt. Folgende Befehle sind jederzeit zulässig:

- $N(x) \cdot A(0) \cdot F(8)$: Testen des L-Signals der Station N.
- $N(x) \cdot A(11) \cdot F(1)$: Lesen des Betriebszustandsregisters.
- $N(x) \cdot A(11) \cdot F(11)$: Abbrechen eines Meßzyklusses.
- $N(x) \cdot A(11) \cdot F(26)$: Einschalten des Analog-Digital-Converters.
- $N(x) \cdot A(11) \cdot F(24)$: Ausschalten des Analog-Digital-Converters.
- $N(x) \cdot A(12) \cdot F(23)$: Selektives Rücksetzen des Alarm-Status-Registers in der Station N.
- $N(x) \cdot A(14) \cdot F(1)$: Lesen der LAM-Requests.
- Z : Normieren der Ablaufsteuerung und des Steuerregisters.

Der Befehl $N(x) \cdot A(11) \cdot F(11)$ wird zum Beenden eines Meßzyklusses verwendet und wie folgt ausgewertet: Ist im Betriebsartenregister die Bitkombination für den zyklischen Betrieb gesetzt, dann werden die Meßstellen eines Meßstellenblockes ständig abgefragt. Wird bei dieser Betriebsart dem Steuermodul der Befehl $N(x) \cdot A(11) \cdot F(11)$ erteilt, dann wird der Zyklus beendet, nachdem die letzte Meßstelle

des Blockes abgefragt wurde.

3.3. Steuer- und Betriebszustandsregister

In das `S t e u e r r e g i s t e r` werden mit dem Befehl `N(x) • A(11) • F(17)` die Daten, die für den Ablauf einer Einzelmessung oder einer Meßreihe erforderlich sind, eingeschrieben (Fig. 6). Die niedrigsten 8 Bit des Steuerregisters nehmen bei einer Einzelmessung (programmierter Zugriff) die Adresse der Meßstelle auf, im Block- und beim zyklischen Betrieb wird in diesen Teil des Registers die `A n f a n g s a d r e s s e` des Meßstellenblockes eingespeichert. Die Adresse wird rein binär kodiert vorgegeben, und zwar mit dem niedrigsten Bit (Wertigkeit 2^0) auf der Schreibleitung W1 und dem höchstwertigen Bit (Wertigkeit 2^7) auf W8.

Die im Block- bzw. zyklischen Betrieb gewünschte `E n d a d r e s s e` wird über die Schreibleitungen W9 bis W16 rein binär kodiert, mit dem niedrigsten Bit auf der Leitung W9 und dem höchsten Bit auf der Leitung W16 in den Speicher für die Endadresse übertragen.

In die Flipflops 17 bis 19 des Steuerregisters wird die Bitkombination für die `B e t r i e b s a r t` eingestellt. Die Informationen werden über die Schreibleitungen W17 bis W19 übertragen. Im einzelnen bedeuten:

W18	W17	Betriebsart
0	1	Programmierter Zugriff (P)
1	0	Blockbetrieb (B)
1	1	zyklischer Betrieb (ZB)

Soll das Meßwerterfassungssystem ohne Zusatzmultiplexer zum Schalten der Hilfsenergie arbeiten, dann ist über die Schreibleitung W19 in das Steuerflipflop 19 ein Nullsignal einzuschreiben (OZ). Der Zusatzmultiplexer wird durch ein 1-Signal des Steuerflipflops 19 aktiviert (MZ).

Der Meßbereich des Analog-Digital-Converters wird über die Schreibleitungen W20 bis W22 vorgegeben. Es bedeuten:

W22	W21	W20	Meßbereich
0	0	1	10 mV
1	1	0	100 mV
0	1	0	1 V
1	0	0	10 V
0	0	0	100 V
1	0	1	1000 V

Im 10 mV-Bereich ist der maximal meßbare Wert 19,999 mV, im 100 mV-Bereich 199,99 mV usw. Ist bei einem vorgegebenen Meßbereich der Meßwert größer als der Meßbereichsendwert, dann wird nach der Messung ein overflow-Bit gesetzt, das den Meßwert als unbrauchbar kennzeichnet.

Mit dem Befehl $N(x) \cdot A(11) \cdot F(1)$ wird das Betriebszustandsregister gelesen. Das Betriebszustandsregister enthält alle Informationen des Steuerregisters, und zwar in der oben beschriebenen Reihenfolge und zusätzlich die Informationen "Messung läuft" und "ADC EIN" bzw. "ADC AUS". Die Belegung der Leseleitungen beim Lesen des Betriebszustandsregisters ist in Fig. 6 angegeben.

An das Meßbereichsregister (Fig. 7) ist ein Pegelwandler angeschlossen, der den + 5 V-TTL-Pegel auf den + 12 V-Pegel des Digitalvoltmeters anhebt. Das Betriebsartenregister (Fig. 7) beeinflusst die Ablaufsteuerung.

3.4. Adressregister und Adressenmodifizierung

Das Adressregister ist ein Teil des Steuerregisters zur Aufnahme der Meßstellenadresse bei einer Einzelmessung bzw. zum Abspeichern der Blockanfangs- und-endadresse beim Block- und im zyklischen Be-

trieb (Fig. 8). Beim Laden des Steuerregisters wird die Anfangsadresse, Bit 1 bis Bit 8, gleichzeitig in den Adressenzähler eingeschpeichert. Wird eine Einzelmessung durchgeführt, dann bleibt der Inhalt des Adressenzählers unverändert. Im Block- und im zyklischen Betrieb wird der Adressenzähler durch den Zähltakt ZT, den die Ablaufsteuerung erzeugt, aufwärts gezählt. An den Adressenzähler ist ein Addierwerk angeschlossen, das beim Messen ohne Zusatzmultiplexer (OZ), zur Adresse eine Null hinzuhaddiert, d. h. die Adresse nicht verändert. Wird eine Einzelmessung oder eine Meßreihe mit Zusatzmultiplexer (MZ) durchgeführt, dann wird die Meßstellenadresse im Addierwerk um drei erniedrigt, um zu Beginn der Messung bzw. der Meßreihe einen Vorlauf von 120 ms zum Einschalten der Hilfsenergie und Einschwingen der Meßwertfilter zu erhalten. Während dieser Zeit wird der Adressenzähler um drei aufwärtsgezählt (siehe auch das Zeitdiagramm Fig. 12) und nach Ablauf der Vorlaufzeit erzeugt die Ablaufsteuerung das Signal FGAD, das den Gruppen-Adressdekoder GAD freigibt. Zu diesem Zeitpunkt wird der gewünschte Meßwertschalter geschlossen. Beim Betrieb ohne Zusatzmultiplexer wird das Signal FGAD unmittelbar nach dem Start einer Messung oder einer Meßreihe erzeugt.

Im Gruppenadressdekoder GAD werden die 4 höchstwertigen Bits der Adresse in 1 aus 16 dekodiert. Die 16 Signale GA belegen 16 Stichleitungen zur Anwahl der 16 Meßwertschalter-Gruppen (16 Relaiskarten). Die unteren 4 Bits (EZA) mit der Wertigkeit 2^0 bis 2^3 werden über Busleitungen an alle 16 Schalterkarten übertragen und auf der Karte dekodiert, die durch die entsprechende Gruppenadresse angewählt ist.

Die Endadresse wird benötigt, um das Ende einer Meßreihe festzustellen. Sie wird fortlaufend mit dem Inhalt des Adressenzählers verglichen. Bei Antivalenz wird im Block- und im zyklischen Betrieb das Signal FZT, das den Zähltakt des Adressenzählers freigibt, erzeugt. Tritt Äquivalenz ein, dann ist das Ende eines Blockes erreicht. Im Betrieb mit Zusatzmultiplexer muß der Adressenzähler drei Zählakte mehr als im Betrieb ohne Zusatzmultiplexer erhalten, da durch das nachgeschaltete Addierwerk die Adresse um

drei erniedrigt wird. Aus diesem Grund wird die Endadresse ebenfalls von einem Addierwerk in Abhängigkeit von der Betriebsart modifiziert. Beim Betrieb ohne Zusatzmultiplexer bleibt die Endadresse unverändert, im Betrieb mit Zusatzmultiplexer wird im Addierwerk die Endadresse um drei erhöht.

Für den Betrieb mit Zusatzmultiplexer ist die Zusatzsteuereinheit erforderlich. Sie wird an die 8 Adressenleitungen (AL) des Steuermoduls und die Leitungen, über die die Freigabesignale zur Einspeicherung der Adresse übertragen werden, angeschlossen.

3.5. Zusatzsteuereinheit

Die Zusatzsteuereinheit enthält 4 Speichergruppen und Dekodier-einheiten zu je 6 Bit zur Ansteuerung der Hilfsenergieschalter. Da ein Meßvorgang 40 ms dauert, und bereits 120 ms vor Beginn der Messung der entsprechende Hilfsenergieschalter geschlossen werden muß, darf die Adresse des Schalters insgesamt 160 ms, also während 4 Meßvorgängen nicht verändert werden. Anhand von Fig. 9 und Tafel 1 lassen sich Aufbau und Wirkungsweise der Zusatzsteuer-einheit erklären.

Die Speichertakte $S_0 - S_3$ werden von den beiden niedrigsten Bit des Adressenzählers (AL_2^0, AL_2^1) abgeleitet. Die übrigen 6 Bit des Adressenzählers ($AL_2^2 - AL_2^7$) werden in die 4 Speichergruppen eingeschrieben und zur Adressierung der Hilfsschalter dekodiert, wenn die jeweiligen Dekoder durch das Signal $FADZ_1$ freigegeben sind. Die Relais, die von der Gruppe 0 angesteuert werden, schalten die Energiequelle 0 (EQ_0), usw.

Um die Arbeitsweise zu erläutern, wird ein Meßstellenblock mit der Anfangsadresse 0 und der Endadresse $5_{(10)}$ angenommen (siehe auch das Zeitdiagramm Fig. 12). Vom Rechner wird in das Steuerregister die Anfangsadresse 0 eingeschrieben. Nach Freigabe der Speichertakte $S_0 - S_3$ wird sofort der Takt S_0 erzeugt, da die beiden nied-

rigsten Bit des Adressenzählers 0 sind (Tafel 1). Mit dem Takt S0 wird in der Zusatzsteuereinheit in alle Speicherplätze der Gruppe 0 eine 0 eingeschrieben, da auch die 6 höchsten Bits des Adressenzählers 0 sind. Gleichzeitig wird das Flipflop $FADZ_0$ gesetzt und die Dekodierung der Gruppe 0 freigegeben. Der 1 aus 16-Dekoder liefert ein 1-Signal auf dem Ausgang 0, mit dem die Gruppe 0 auf der Relaiskarte 0 (Fig. 10) angewählt wird. Da an den Ausgängen A und B der Speichergruppe 0 (Fig. 9) 0-Signale liegen, wird auf der Relaiskarte 0 vom 1 aus 8-Dekoder der Gruppe 0 eine "0" dekodiert und das Relais d0 zieht an. Dieses Relais schaltet die Energiequelle EQ0 an den Meßwertgeber 0.

Nach 40 ms wird der Adressenzähler auf 1 gezählt, und es entsteht der Einspeichertakt S1 (Fig. 9), der in die Speicher der Gruppe 1 ebenfalls den Wert 0 einspeichert, da der Wert der 6 Adressenbits $AL_2^2 - AL_2^7$ noch unverändert 0 sind. Das Flipflop $FADZ_1$ wird gesetzt und analog zu dem oben beschriebenen Vorgang wird über das Relais d1 (Fig. 10) der Relaiskarte 0 die Energiequelle EQ_1 an den Meßwertgeber 1 geschaltet. Der Zustand des Relais d0 bleibt unverändert, da in die Speichergruppe 0 (Fig. 9) keine neue Information eingespeichert wurde.

Nach weiteren 40 ms wird in alle Speicher der Gruppe 2 mit dem Takt S2 die Information 0 eingeschrieben und das Relais d2 zieht an. Im 4. Schritt wiederholt sich der gleiche Vorgang in der Gruppe 3, das Relais d3 wird erregt. Zu diesem Zeitpunkt beginnt der 1. Meßvorgang. Nach diesem Meßvorgang, der 40 ms dauert, ist die Energiequelle EQ_0 wieder frei und kann an einen anderen Meßwertgeber geschaltet werden. Tafel 1 ist zu entnehmen, daß im 5. Schritt wiederum der Takt S0 erzeugt wird und in die Speicher der Gruppe 0 eine 1 eingeschrieben wird, da das Adressbit mit der Wertigkeit 2^2 den Wert 1 besitzt. Das hat zur Folge, daß die Energiequelle EQ_0 nun über das Relais d4 an den Meßwert 4 geschaltet wird.

Die Meßwertgeber 0, 4, 8, 12 ... werden von der Energiequelle 0 versorgt, die Geber 1, 5, 9, 13 ... von der Energiequelle 1, usw.

3.6. Ablaufsteuerung

Der Meßablauf ist in den Zeitdiagrammen Fig. 11 und Fig. 12 wiedergegeben. Zunächst wird der Zeitablauf beim Betrieb ohne Zusatzmultiplexer betrachtet (Fig. 11). Die Ablaufsteuerung wird von einem 40 ms-Impuls geführt. Dieses Signal (Ramp Up), das der Analog-Digital-Converter erzeugt, wird von der Netzfrequenz abgeleitet und zeigt an, ob der ADC integriert oder ob eine (neue) Messung begonnen werden darf. Die negative Flanke des Signals RU steuert ein Monoflop MF an, dessen Ausgangssignal den modulinternen Steuerkontakt bildet.

Eine Messung wird durch den Befehl $N(x) \cdot A(11) \cdot F(17)$ eingeleitet. Dieser Befehl setzt das Startflipflop ST. Um die Messung zur richtigen Zeit durchführen zu können, ist ein Synchronisierflipflop ST_{syn} vorhanden, das mit der positiven Flanke des Monoflop-Ausgangssignals gesetzt wird. Im Betrieb ohne Zusatzmultiplexer wird unmittelbar nach der Start-Synchronisierung das Signal FGAD erzeugt und der Meßwert auf den Meßeingang des Analog-Digital-Converters geschaltet. Gleichzeitig ergeht das Signal Digitise (DIG) an den ADC, welches den Meßwert in den Ausgabe- und Anzeigespeicher des ADC's überträgt. Während der Entladung des Integrators wird durch Auszählen von 2-MHz-Impulsen das Meßergebnis im Meßwertregister aufgebaut. Hierzu ist das Ausblendsignal FMWZ erforderlich. Zu Beginn dieses Zählvorganges wird die Adresse der Meßstelle vom Addierwerk der Adressenmodifizierung (Fig. 8) mit dem Signal AU in das Meßwertregister übertragen. Mit der Rückflanke des Signals FMWZ wird das Alarmflipflop gesetzt, welches über die Alarmstichleitung der Station $N(x-2)$ ein L-Signal zum System Controller schickt. Beim Lesen des Meßergebnisses wird das Meßwertregister und das Alarmflipflop gelöscht (Fig. 13). Der Meßwert ist binär kodiert und belegt die untersten 12 Bit des Meßwertregisters. Bei der Übertragung zum Rechner belegt das Bit mit der niedrigsten Wertigkeit die Leseleitung R1. Die Meßstellenadresse belegt die Bits 13 bis 20 im Meßwertregister mit dem niedrigsten Bit auf R13. Wenn der Meßwert die Zahl $19999_{(10)}$ in irgendeinem Meßbereich überschreitet, wird das overflow-Bit gesetzt und über R21 zum Rechner

übertragen. Der eingestellte Meßbereich belegt die Leseleitungen R22 - R24.

In Fig. 11 ist der zeitliche Ablauf für einen Block- bzw. zyklischen Betrieb mit einer Blocklänge von 5 dargestellt. Die Messung beginnt wie oben beschrieben. Nach der 1. Messung werden vier Zählakte ZT erzeugt, d. h. es folgen 4 weitere Messungen, dann erlischt die Freigabe FZT, da die Endadresse mit der laufenden Adresse übereinstimmt. Wenn mit dem Befehl $N(x) \cdot A(0) \cdot F(2)$ der 5. Meßwert zum Rechner übertragen wird, ist im Blockbetrieb der Meßvorgang beendet. Im zyklischen Betrieb wird beim Lesen des 5. Meßwertes das Signal STW (Start-Wiederholung) erzeugt, welches das Startflipflop erneut setzt und das Umspeichern der Anfangsadresse in den Adressenzähler veranlaßt. Dieser Ablauf wiederholt sich im zyklischen Betrieb solange, bis durch den Befehl $N(x) \cdot A(11) \cdot F(11)$ das Erzeugen des Signals STW verhindert wird.

Im Betrieb mit Zusatzmultiplexer wird das Signal FGAD erst 120 ms nach der Startsynchronisierung erzeugt. Diese Zeitverzögerung wird mit einem Schieberegister S realisiert. Vom Signal MF werden Schiebeimpulse SI abgeleitet, die 1-Signale in das gelöschte Register S einschieben. Nach dem 4. Schiebeimpuls (nach 120 ms) ist die 4. Stelle (SD) des Registers besetzt und der Meßvorgang beginnt. Die benötigte Energiequelle EQ_1 wird bereits bei der Startsynchronisierung zugeschaltet.

Für den Block- bzw. zyklischen Betrieb wurde angenommen, daß die Anfangsadresse entweder 0 oder 4, 8, 12 usw. ist. Aus diesem Grund werden die Energiequellen EQ_i in der Reihenfolge EQ_0, EQ_1, EQ_2, EQ_3 eingeschaltet. Nach der ersten Messung wird EQ_0 an den Meßwertgeber mit der Adresse (Anfangsadresse + 4) geschaltet.

3.7. Meßstellenschalter

Als Meßstellenschalter werden 2polige Relais mit quecksilberbenetzten Kontakten verwendet (Fig. 14). Diese Relais haben eine nahezu unbegrenzte Lebensdauer. Jede Relaiskarte enthält 16 Schalter, d0 bis d15, die von TTL-Treiberstufen mit offenem Kollektor angesteuert werden. Die Leiterplatte ist so entworfen, daß sie mit RC-Filtern bestückt werden kann. Wenn keine Filter benötigt werden, wird anstelle der Widerstände eine Drahtbrücke eingesetzt. Die Relaiskontakte sind bereits auf der Karte untereinander verbunden, so daß die Verdrahtung im Über- rahmen minimal ist.

4. Befehlsliste

- $N(x) \cdot A(11) \cdot F(26)$: Einschalten des Analog-Digital-Converters. Nach erfolgtem Einschalten wird ein L-Signal in der Station $N(x)$ erzeugt.
- $N(x) \cdot A(11) \cdot F(24)$: Ausschalten des Analog-Digital-Converters. Nach erfolgtem Ausschalten wird ein L-Signal in der Station $N(x)$ erzeugt.
- $N(x) \cdot A(11) \cdot F(17)$: Einschreiben der Daten in das Steuerregister, Start einer Einzelmessung (programmierter Zugriff) oder einer Meßreihe (Blockbetrieb, zyklischer Betrieb). Belegung der Schreibleitungen wie in Fig. 6 angegeben. Kodierung der Bits 17 bis 22 nach Abschnitt 3.4.
- $N(x) \cdot A(11) \cdot F(11)$: Löschen des Steuerregisters, Beenden einer Meßreihe. Der zyklische Betrieb wird beendet, nachdem der Meßwert mit der Blockendadresse gemessen ist.
- $N(x) \cdot A(11) \cdot F(1)$: Lesen des Betriebszustandsregisters. Belegung der Leseleitungen nach Fig. 6.

- $N(x) \cdot A(0) \cdot F(2)$: Lesen des Meßwertregisters. Aufbau des Meßwertregisters nach Fig. 13. Kodierung des Meßwertes rein binär.
Anmerkung: Bit 12 ist `k e i n` Vorzeichenbit.
- $N(x) \cdot A(0) \cdot F(8)$: Test LAM in der Station $N(x)$.
- $N(x) \cdot A(14) \cdot F(1)$: Lesen der LAM-Requests in Station $N(x)$.
- $N(x) \cdot A(12) \cdot F(23)$: Selektives Löschen der LAM-Status-Flipflops in der Station $N(x)$.
- $N(x-2) \cdot A(0) \cdot F(8)$: Test LAM in der Station $N(x-2)$.
- Z: Löschen des Steuerregisters und aller Steuer-Flipflops, spontaner Abbruch einer Messung.

Literatur

- [1] Heep, W.; Ottens, J.; Tradowsky, K.
Entwurf und Spezifizierung von CAMAC-Modulen unter Berücksichtigung des revidierten Euratomberichtes EUR 4100 (1972)
Kernforschungszentrum Karlsruhe, Bericht KFK 1674 (in Vorbereitung)

Tafel 1 Übersicht über die Verwendung der Adreßbits

Adresse der Meßstelle
(AL₂0 - AL₂7)

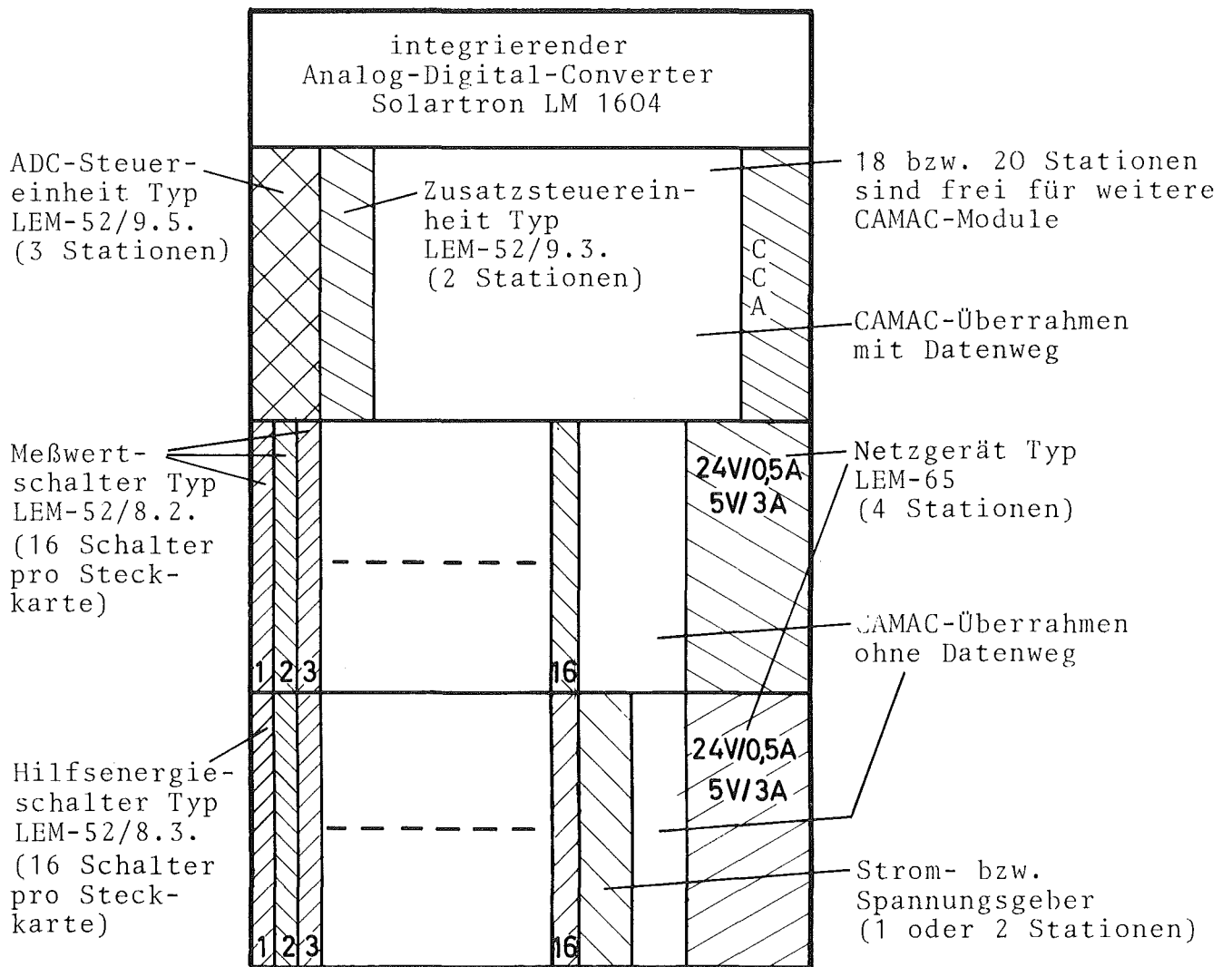
Energiequelle	Wertigkeit		2 ⁷	2 ⁶	2 ⁵	2 ⁴	2 ³	2 ²	2 ¹	2 ⁰	S0 - S3
	Meßstelle										
0	Meßwertschalter Gruppe 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	S0
1		1			0	0	0	0	0	1	S1
2		2			0	0	0	0	1	0	S2
3		3			0	0	0	0	1	1	S3
0		4				0	0	1	0	0	S0
1		5				0	0	1	0	1	S1
2		6				0	0	1	1	0	S2
3		7				0	0	1	1	1	S3
0		8				0	1	0	0	0	.
1		9				0	1	0	0	1	.
2		10				0	1	0	1	0	.
3		11				0	1	0	1	1	.
0		12				0	1	1	0	0	
1		13				0	1	1	0	1	
2		14				0	1	1	1	0	
3	15				0	1	1	1	1		
0	Meßwertschalter Gruppe 1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
1		1			1	0	0	0	0	1	
2		2			1	0	0	0	1	0	
3		3			1	0	0	0	1	1	
.		4				1	0	1	0	0	
.		5				1	0	1	0	1	
.		6				1	0	1	1	0	
.		7				1	0	1	1	1	
		8				1	1	0	0	0	
		9				1	1	0	0	1	
		10				1	1	0	1	0	
		11				1	1	0	1	1	
		12				1	1	1	0	0	
		13				1	1	1	0	1	
		14				1	1	1	1	0	
	15				1	1	1	1	1		
	0	32	0	0	1	0	0	0	0	0	
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	
	15	256	1	1	1	1	1	1	1	1	

Adreßbits des Zu- SO-S3-
satzmultiplexers Erzeu-
(AL₂2 - AL₂7) gung

Tafel 2 Verzeichnis der Abkürzungen

AA:	Anfangsadresse
AD:	Adressendekoder
ADW:	Addierwerk
AL:	Adressenleitungen
AM:	Adressenmodifizierung
AU:	Adresse umspeichern
B:	Blockbetrieb
DIG:	Digitalisierungsbefehl an den ADC
EA:	Endadresse
EQ:	Energiequelle
EZA:	Einzeladresse innerhalb einer Gruppe
FAAU:	Freigabe Anfangsadresse umspeichern
FADZ _i :	Freigabe des Adressendekoders im Zusatzmultiplexer Gruppe i (i = 0 bis 3)
FF:	Flipflop
FGAD:	Freigabe des Gruppen-Adreßdekoders
FMWZ:	Freigabe des Meßwertzählers
FZT:	Freigabe des Zähltaktes ZT
GA:	Gruppenadresse
GAD:	Gruppen-Adreßdekoder
MAL:	Meßstellen-Adreßleitungen
HE:	Hilfsenergie
HFF:	Hilfsflipflop
MF:	Monoflop
MSA:	Meßstellenadresse
MSE:	Meßstelle ein(geschaltet)

MW: Meßwert
MWZ: Meßwertzähler
MZ: Mit Zusatzmultiplexer
OZ: Ohne Zusatzmultiplexer
P: Programmierter Zugriff
RU: Ramp Up (Signal des ADC)
SO bis
S3: Takte zum Laden der Gruppenspeicher 0 bis 3 im Zusatz-
multiplexer
S: Schieberegister
SI: Schiebeimpulse
ST: Start
STW: Startwiederholung
ZB: Zyklischer Betrieb (Scan)
ZM: Zusatzmultiplexer
ZT: Zähltakt zum Aufwärtszählen des Adressenzählers



Anmerkung 1: Die Zusatzsteuereinheit kann auch im Überrahmen, der die Hilfsenergieschalter enthält, untergebracht werden.

Anmerkung 2: Die Hilfsenergieschalter können, sofern Platz vorhanden ist, im Überrahmen der Meßwertschalter untergebracht werden.

Fig. 1 Mechanischer Aufbau des Meßwerterfassungssystems

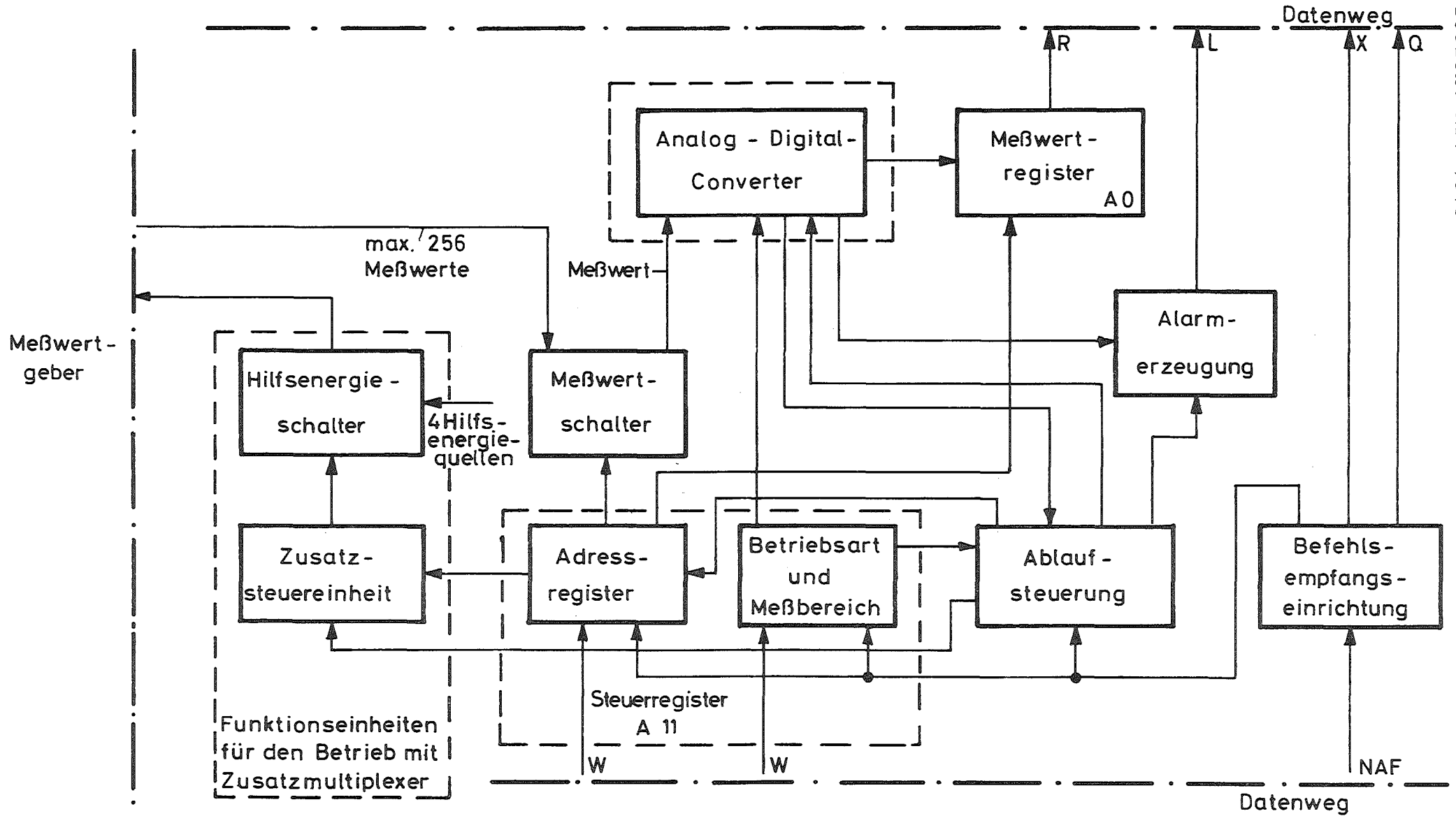


Fig. 2

Prinzipschaltbild des Meßwerverfassungssystems

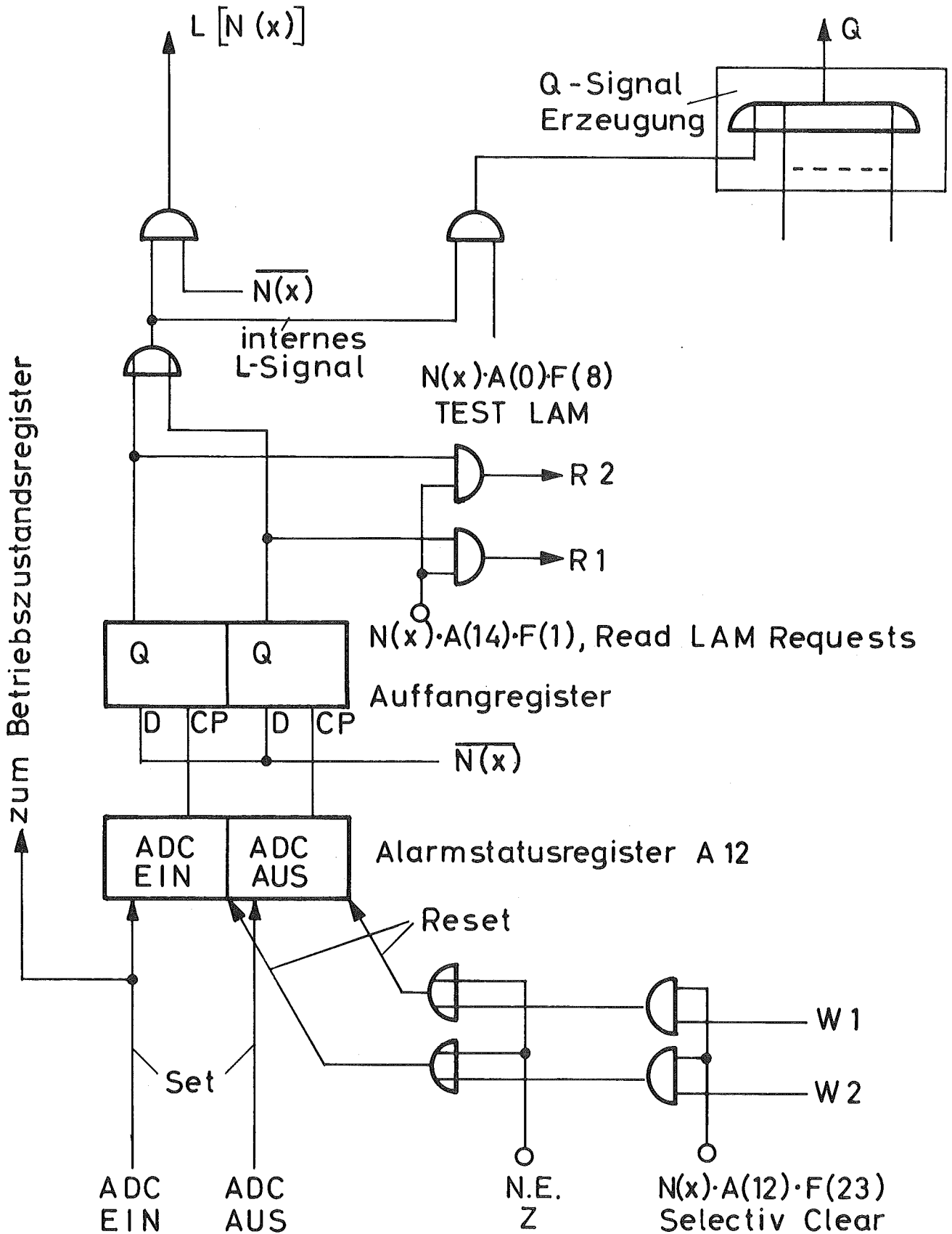


Fig. 3 Alarmerzeugung durch den Analog-Digital-Converter [Station $N(x)$]

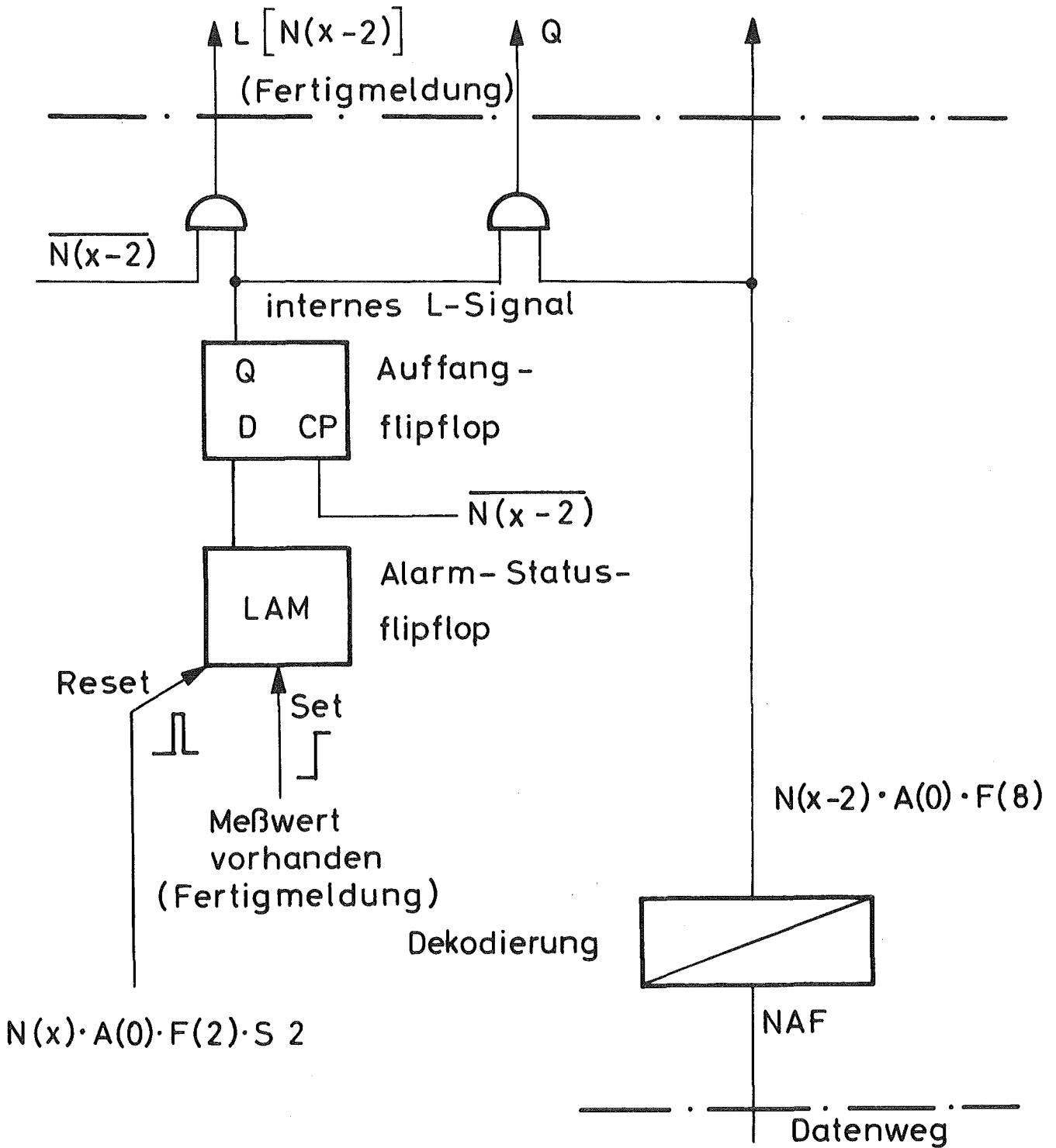


Fig.4 Alarmerzeugung durch die
 Fertigmeldung [Station $N(x-2)$]

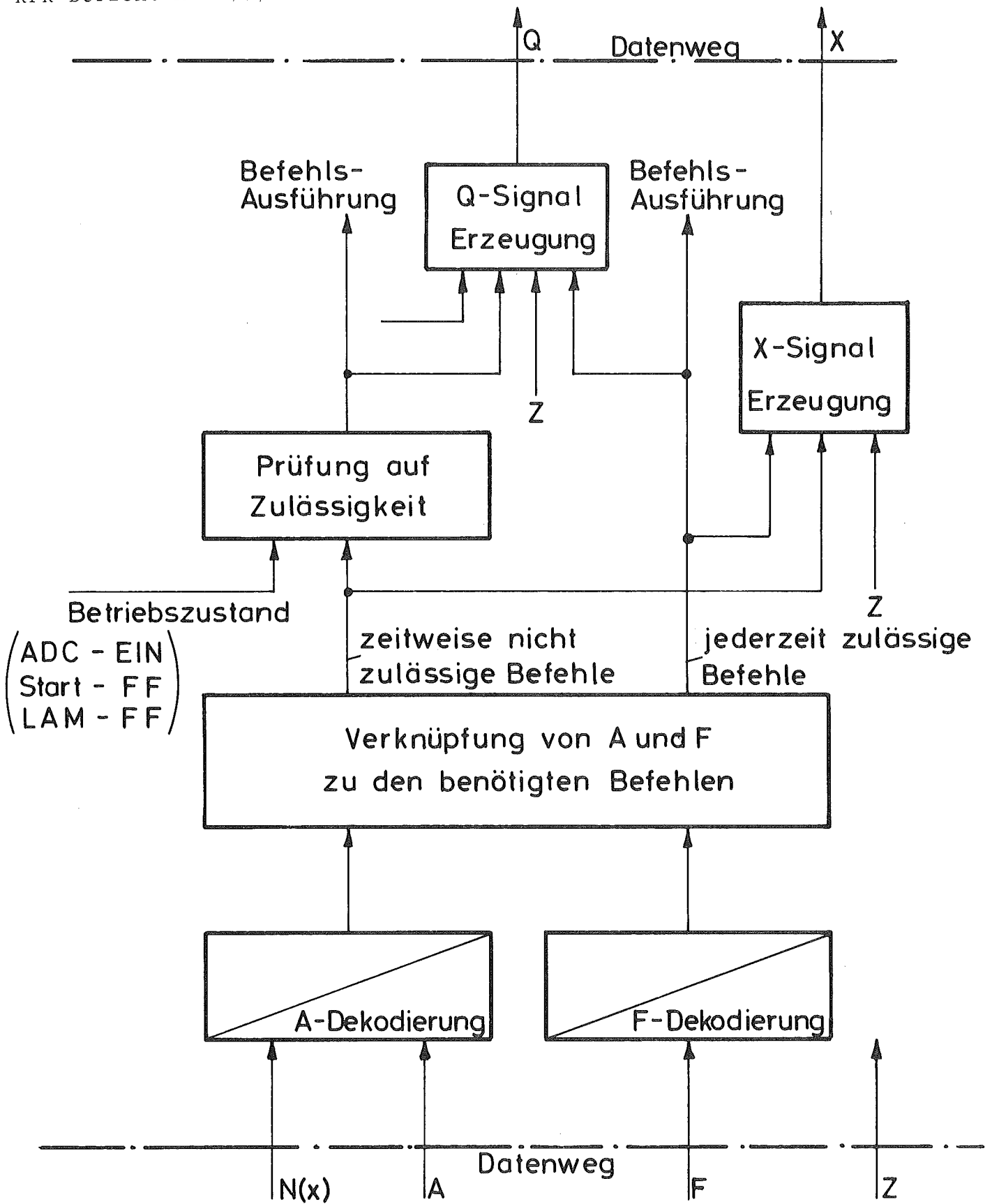


Fig.5 Befehlsempfangseinrichtung [Station $N(x)$]

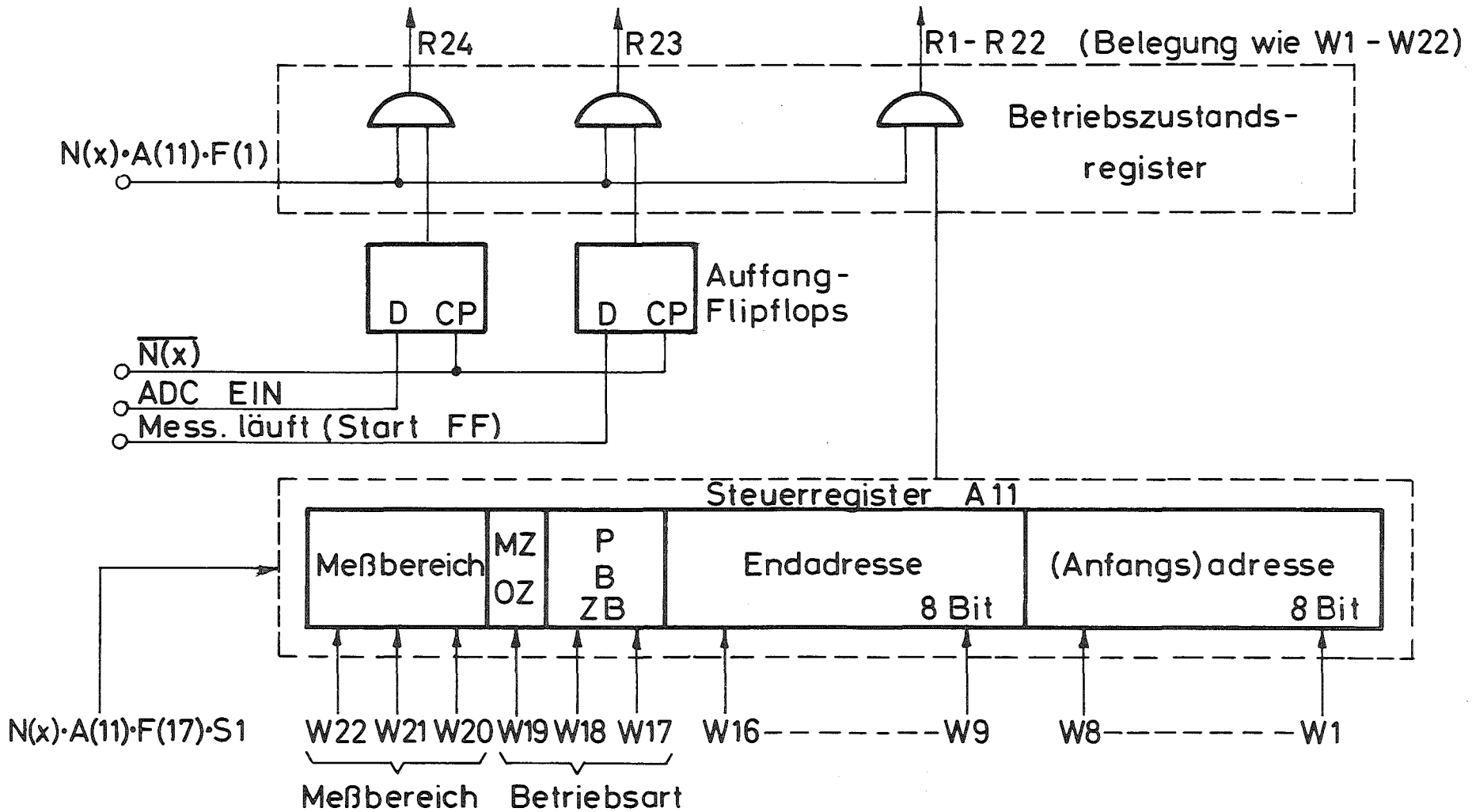


Fig. 6 Einschreiben der Steuerinformationen und Lesen des Betriebszustandes

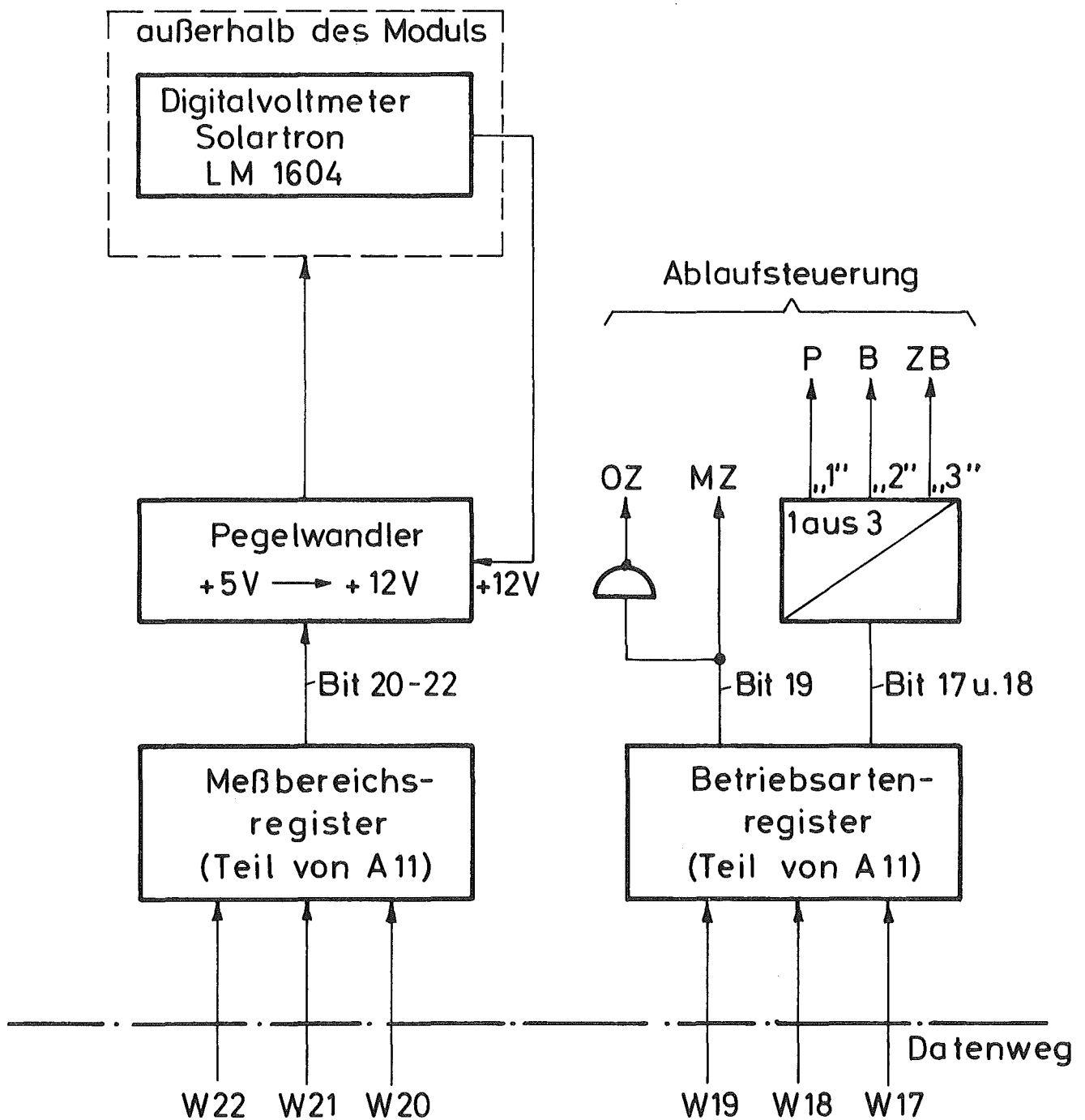


Fig. 7 Meßbereichs- und Betriebsartenregister

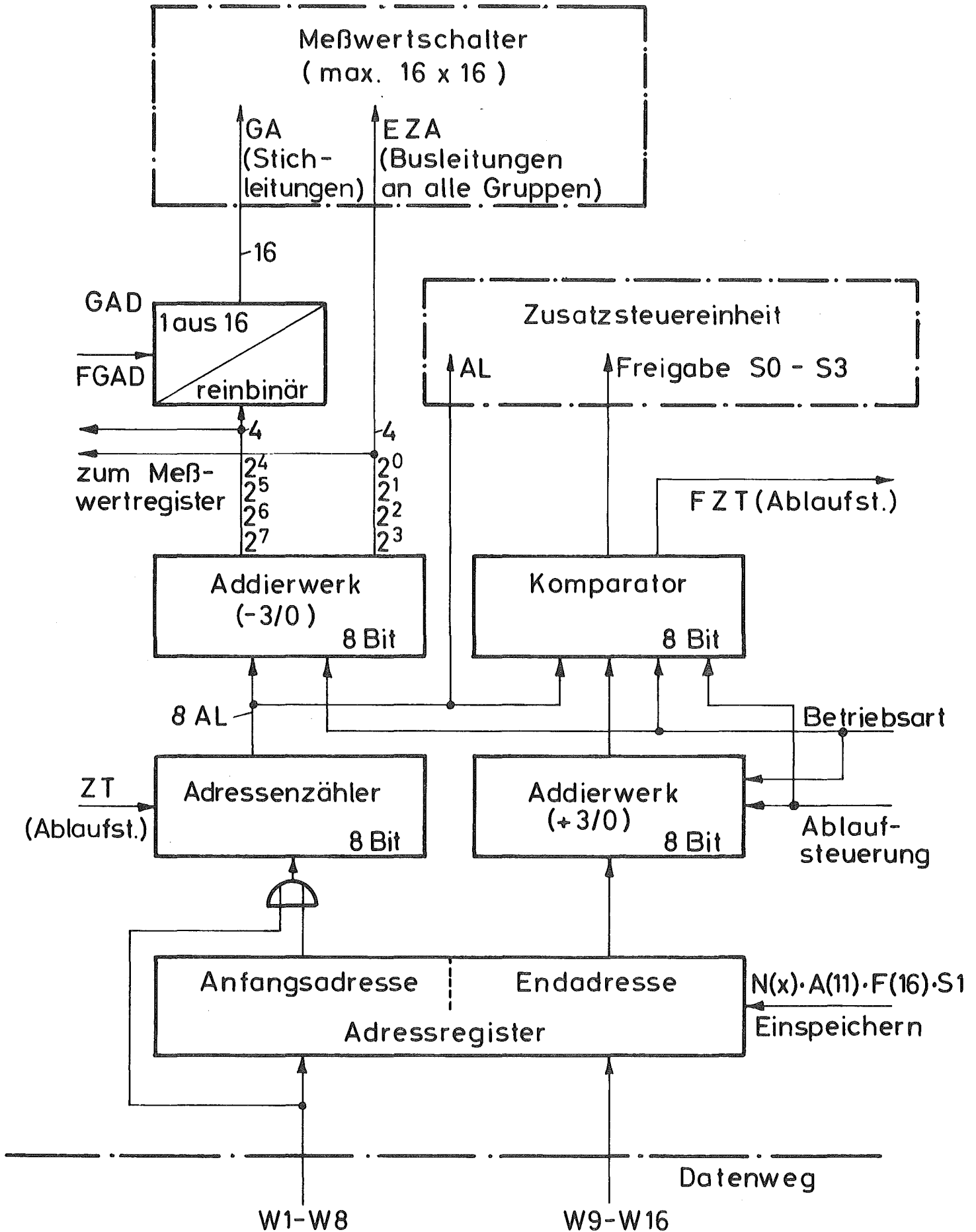


Fig. 8 Adressregister und Adressenmodifizierung

Ansteuerung der Hilfsenergieschalter

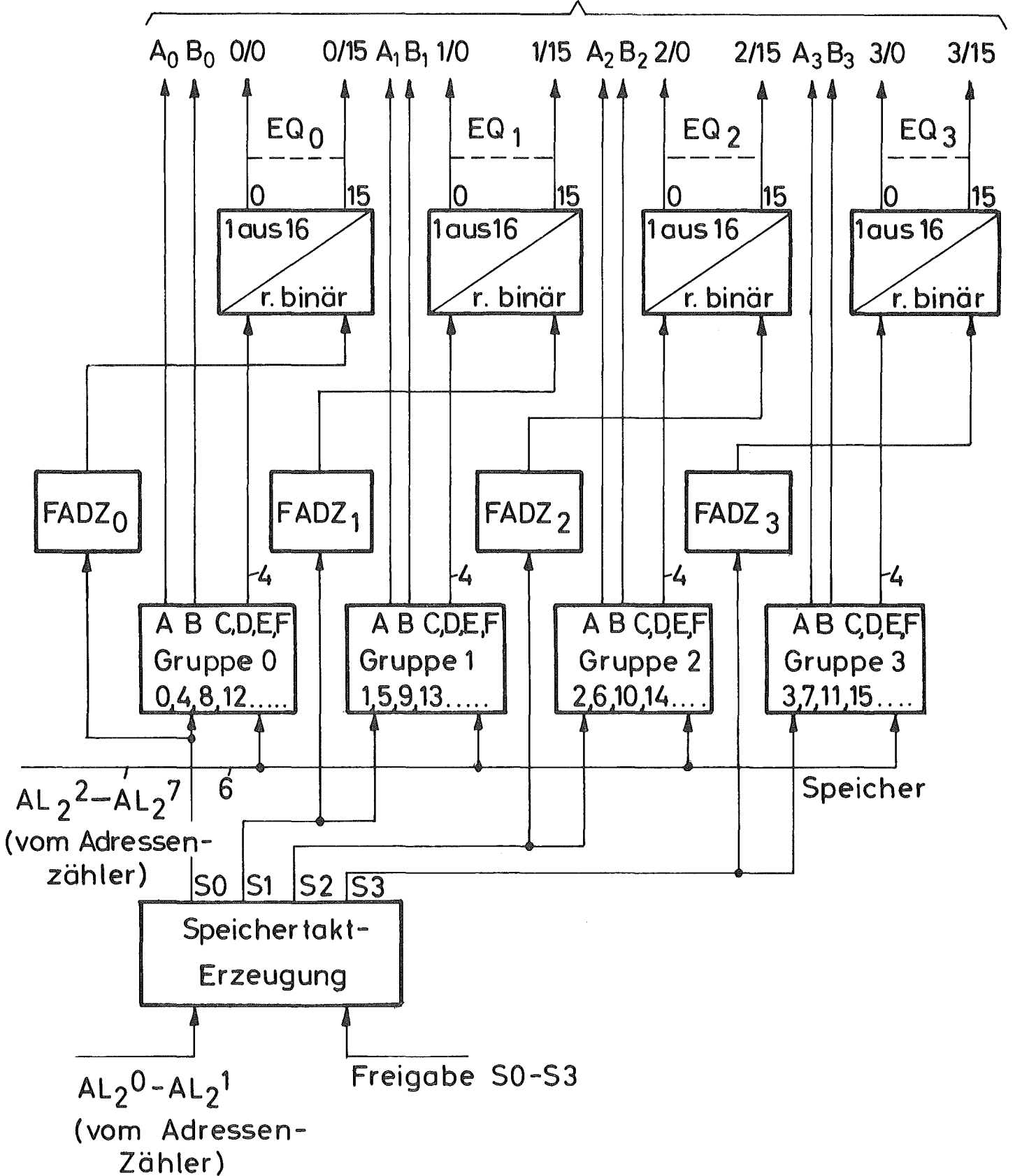


Fig. 9 Speicher und Dekodierung für den Betrieb mit Hilfsenergie-Multiplexer (Zusatzsteuereinheit)

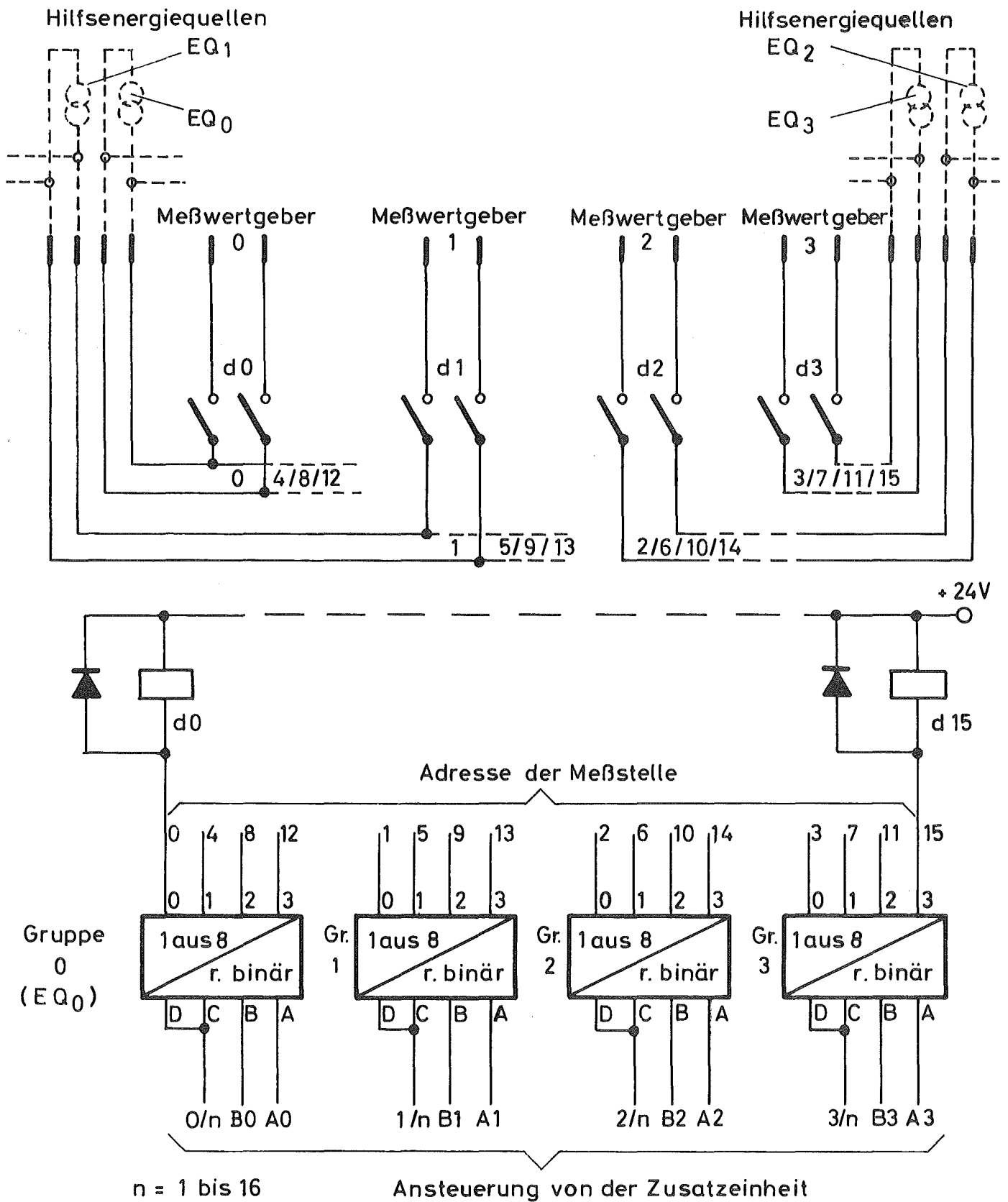


Fig.10 Relaiskarte zum Schalten der Hilfsenergie

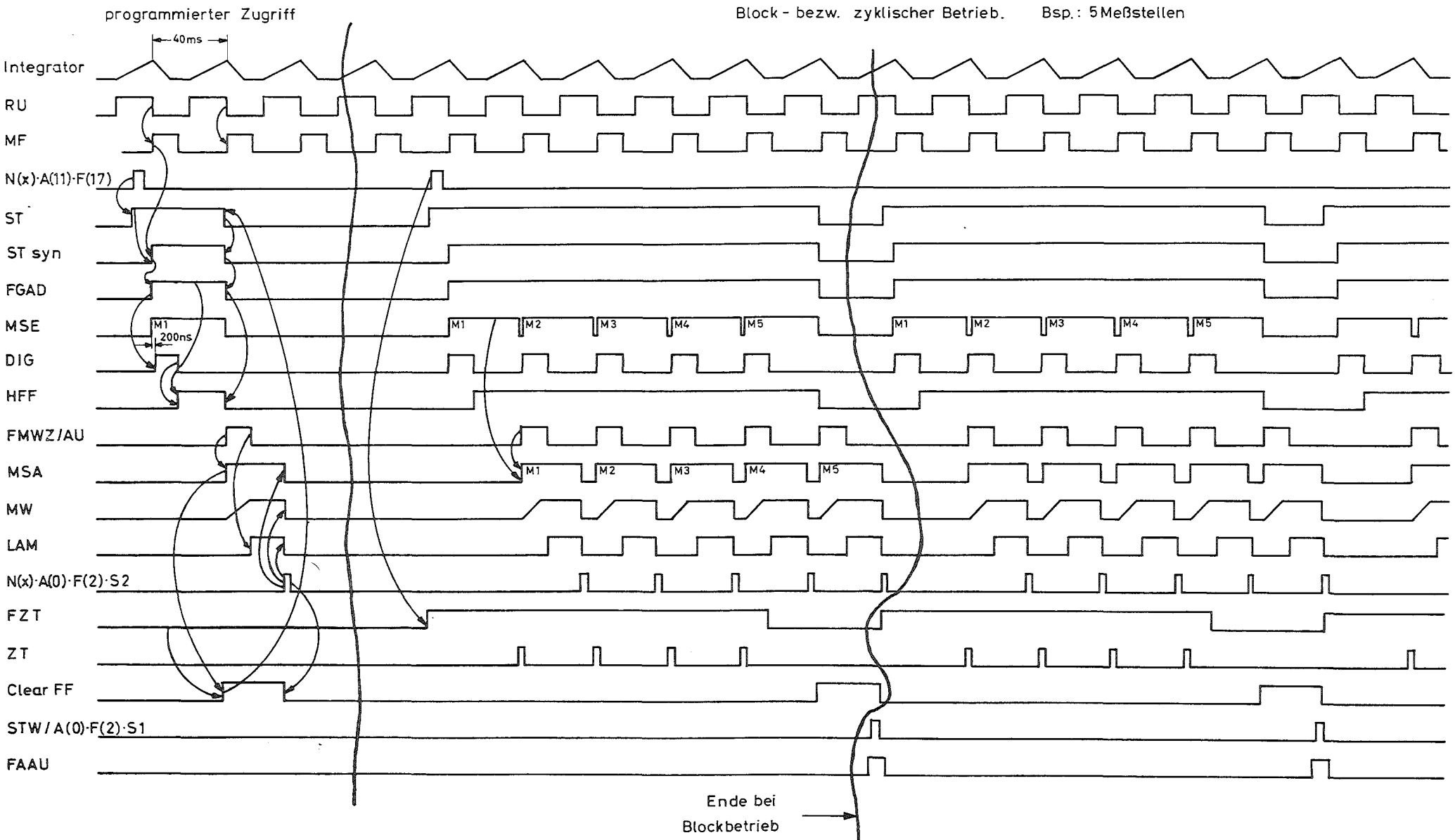


Fig.11 Zeitdiagramm für den Betrieb ohne Zusatzmultiplexer

Programmierter Zugriff

Block - bzw. zyklischer Betrieb Bsp: 5 Meßstellen

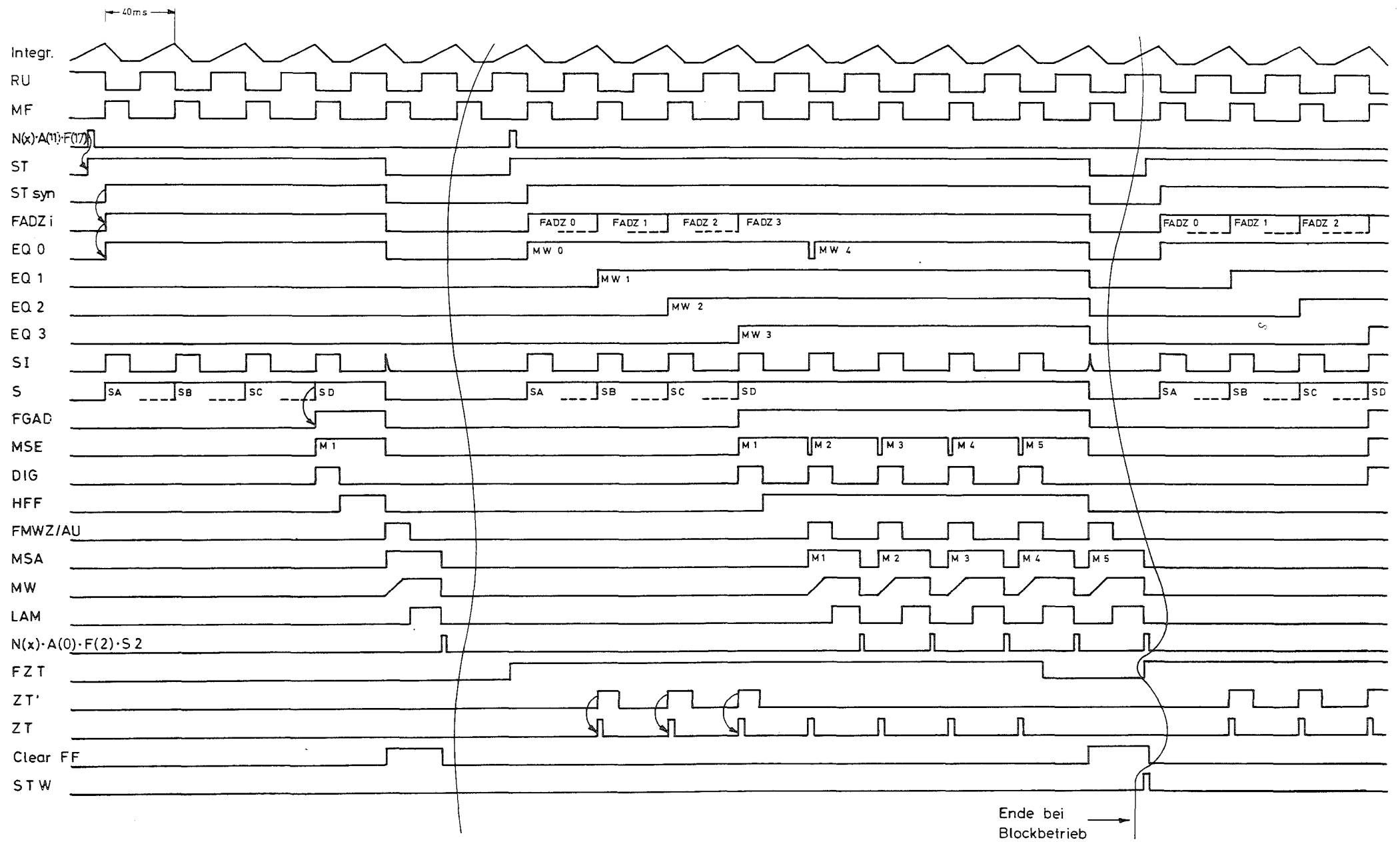


Fig. 12 Zeitdiagramm für den Betrieb mit Zusatzmultiplexer

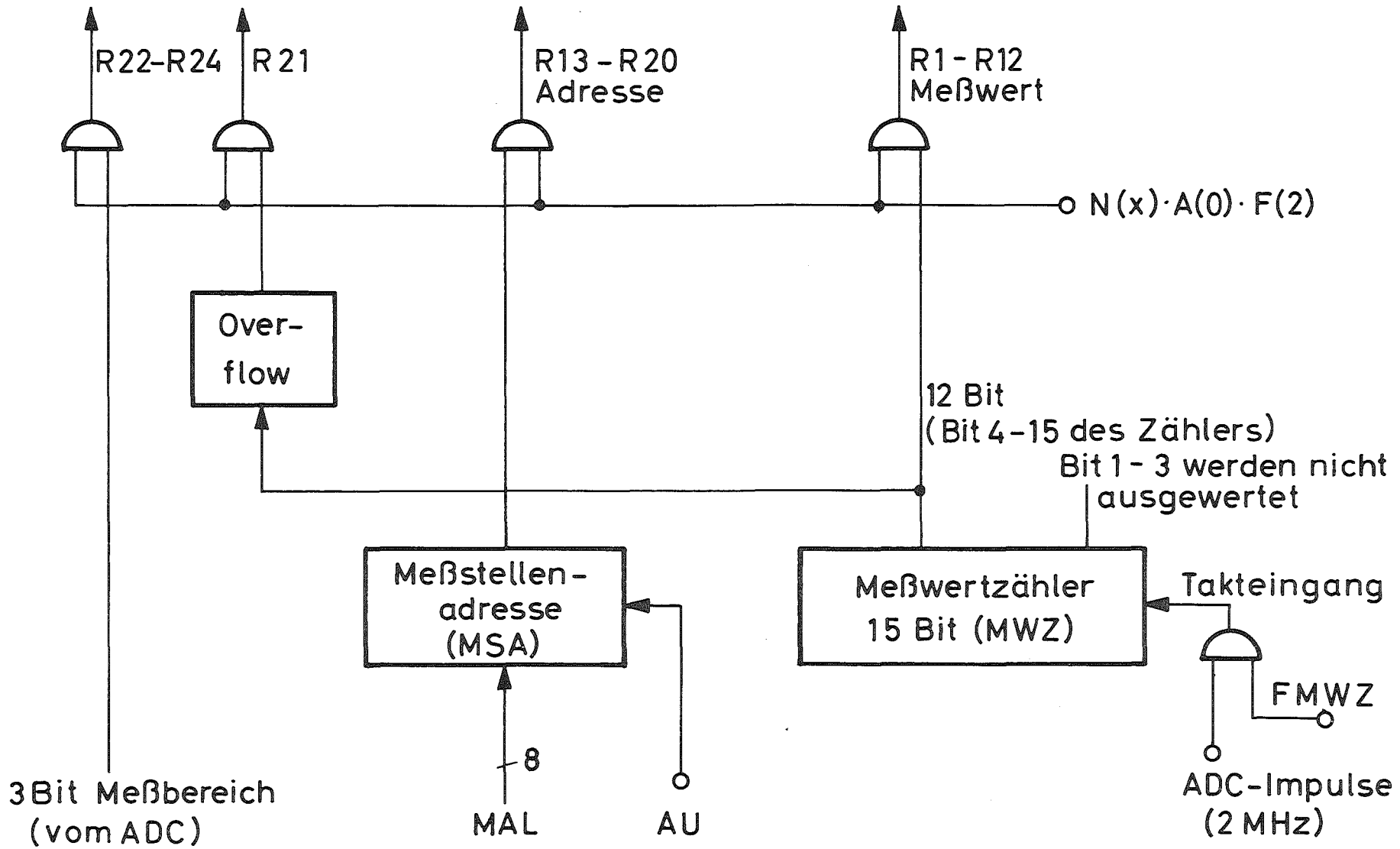


Fig.13 Aufbau des Meßwertregisters

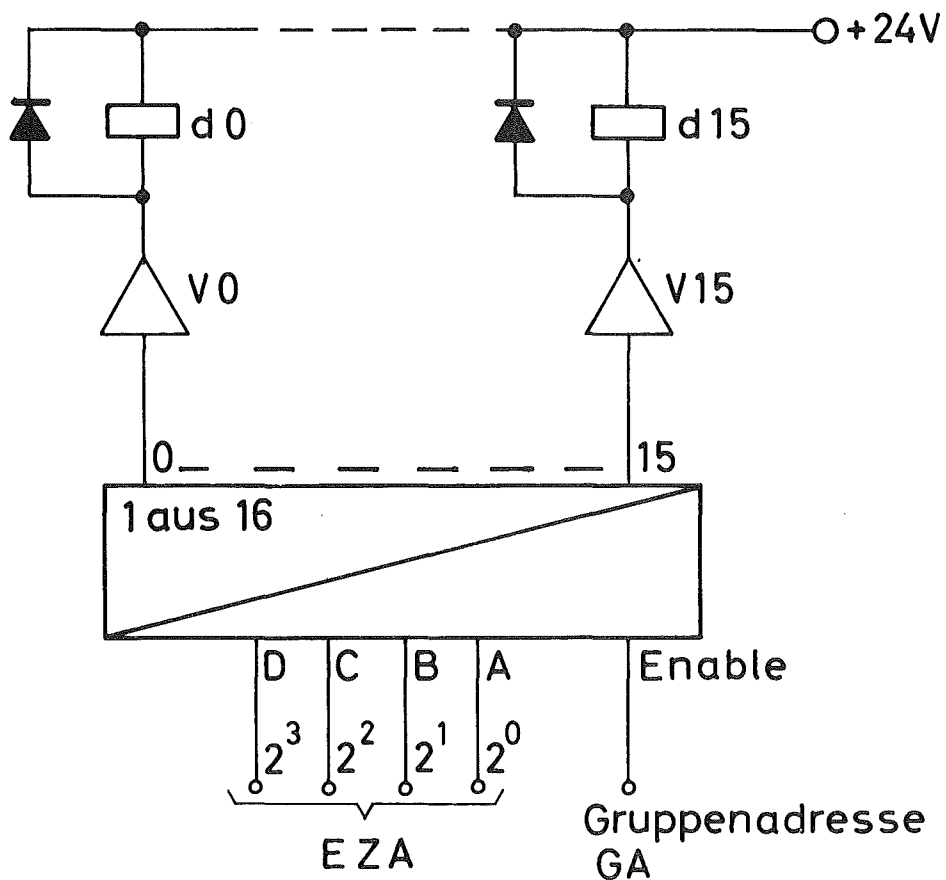
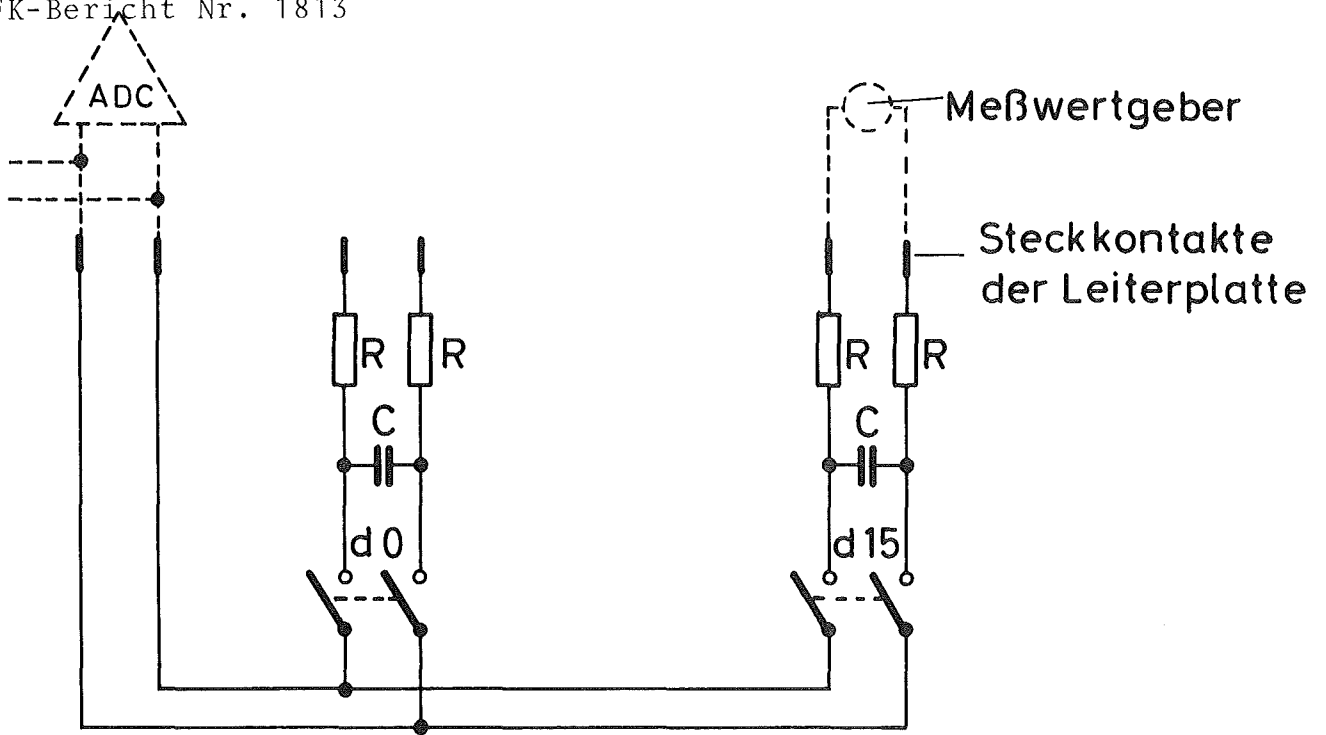


Fig.14 Relaiskarte mit 16 Meßstellenschalter