

Interner Bericht  
DESY F51-70/1  
November 1970

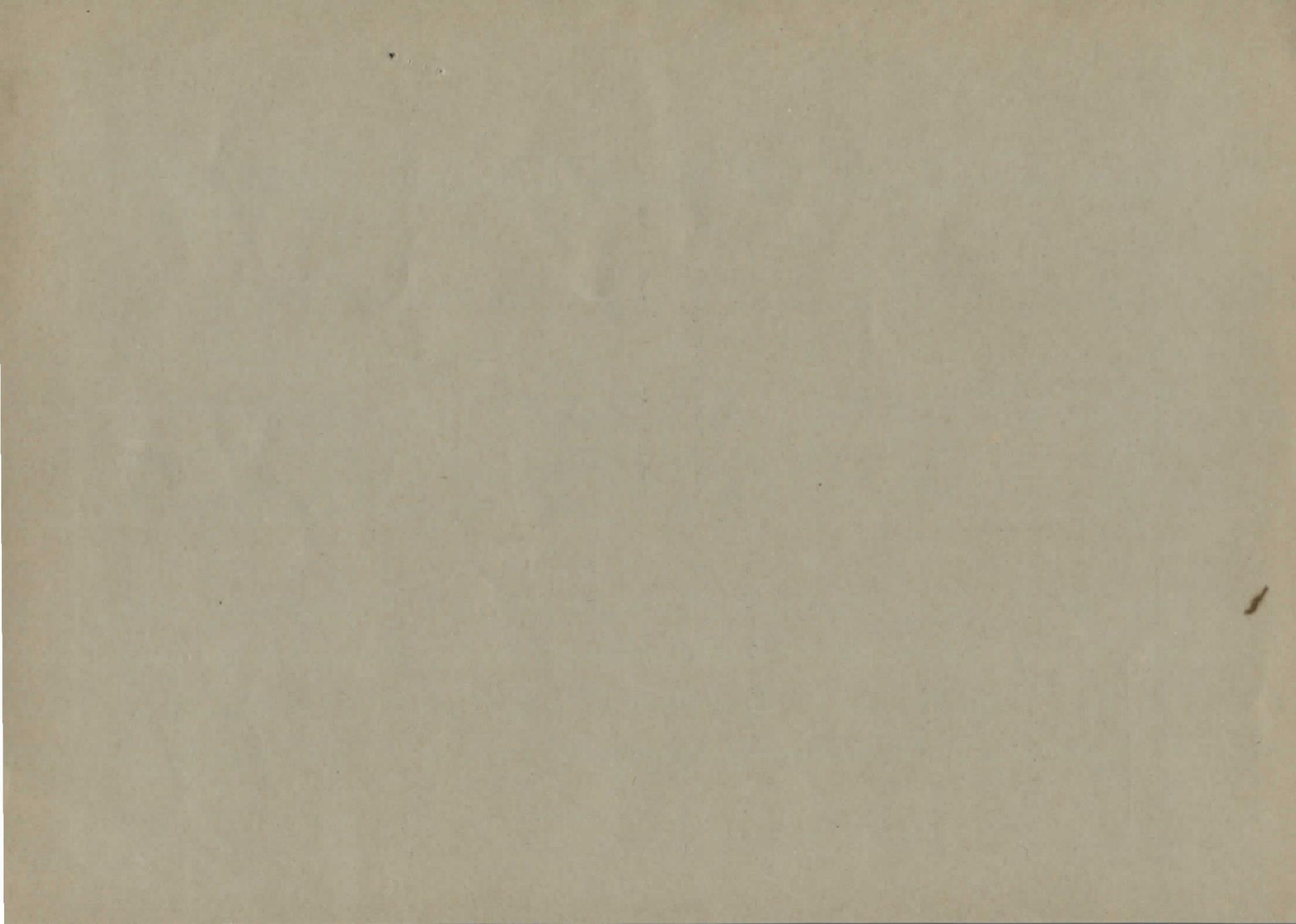
DESY-Bibliothek  
20. NOV. 1970

Datenaufbereitung bei Proportional- und Drahtfunkenkammern  
=====

von

A. Krolzig, M. Swars

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg



Datenaufbereitung bei Proportional- und Drahtfunkenkammern  
=====

Inhalt

	<u>Seite</u>
Zusammenfassung	2
1. Die Datenquellen an Funkenkammern	2
2. Die Datenquellen an Proportionalkammern	3
3. Beschreibung des Datenerfassungs-Systems	6
4. Beschreibung der Baugruppen innerhalb des Suchlaufgerätes	9
5. Zeitbedarf für die Datenextraktion	12
a) Bei Proportionalkammer-Betrieb	12
b) Bei Funkenkammer-Betrieb	14
Anhang	16

## Zusammenfassung

Es werden Möglichkeiten gegenübergestellt, die in Drahtkammern für eine Auswertung durch Rechenmaschinen anfallenden Informationen zu sammeln und an einen Computer weiterzugeben. Insbesondere wird ein Gerät beschrieben, das den bei DESY-Experimenten gegebenen Bedingungen optimal angepaßt ist und wahlweise für Funkenkammer- und Proportionalkammerbetrieb als auch für gleichzeitige Benutzung beider Kammerarten geeignet ist.

### 1. Die Datenquellen an Funkenkammern

Die hier behandelten Methoden betreffen Kammern, die als Primärspeicher entweder Ferritkerne oder (bei Anwendungen in Magnetfeldern) Speicherkondensatoren verwenden. Da aus verschiedenen Gründen die Auslese mit magnetostriktiven (ebenfalls die mit "sparkostriktiven") Methoden bei DESY nicht weiter verfolgt wurde, können die zugehörigen besonderen Verhältnisse bezüglich der Datengewinnung außer Acht gelassen werden. Wie allgemein praktiziert, werden die Primärspeicher (Ferritkerne, Kondensatoren) in Gruppen zusammengefaßt, deren Größe durch eine Reihe von Forderungen bestimmt wird. Steht wenig Zeit für die Auslese zur Verfügung, dann müssen viele Speicherelemente gleichzeitig aufgerufen werden. Will man andererseits den Aufwand an Leitungen und Verstärkern klein halten, dann muß die Gruppengröße herabgesetzt werden. Praktisch vorkommende Werte sind 16 und 32 Elemente pro Gruppe. Ob eine Gruppe leer ist oder angesprochene Drähte enthält, läßt sich bei Kernen und Kondensatoren erst im Augenblick des Gruppenaufrufs feststellen. Somit ist ein sequentieller Aufruf der Gruppen Kammer für Kammer unumgänglich. Übliche Taktfrequenzen hierfür liegen zwischen 0,04 und 2 MHz. Die niedrigere wird gewählt, wenn beim Aufbau

aus Kostengründen statt Koaxkabel einfache Fernmeldeleitungen verwendet werden und sich dadurch in der Anlage Schwierigkeiten durch Resonanzen und Störimpulse ergeben. Nach einer in der Praxis bewährten Methode schickt man die "Leseimpulse" von nur etwa 20 bis 100 mV Amplitude mit 100 bis 500 nsek Dauer, die von Störschwingungen überlagert sind, auf ein integrierendes Netzwerk. Insbesondere schwach gedämpfte höherfrequente Schwingungen ergeben im Integral fast den Wert Null, so daß L und Null des Lesesignals wieder sauber getrennt werden können. Bei den bisher verwendeten Auswertegeräten wurden die Lesesignale auf den üblichen 32 Leitungen über Strobe-Gatter in 32 Flip-Flops übernommen. Anschließend erfolgte im Schieberegister-Modus das Ermitteln der angesprochenen Drahtnummer innerhalb der aufgerufenen Gruppe. Wie weiter unten ausgeführt, wird nach dem neuen Vorschlag an dieser Stelle ein speichernder Prioritäts-Verschlüssler eingesetzt, mit dem die Ermittlung der Drahtnummern in etwa 1/5 bis 1/8 der Zeit vorgenommen werden kann, die mit den bisher üblichen Schieberegistern benötigt wurde.

## 2. Die Datenquellen an Proportionalkammern

Allen bisher bekannt gewordenen Ausleseanordnungen bei Proportionalkammern ist gemeinsam, daß am Ende der pro Draht vorhandenen Ketten aus Verstärkern, Univibratoren, Gates etc. ein Speicher Flip-Flop liegt. Das Auslesen der Information kann nun gruppenweise parallel oder seriell erfolgen. Die Struktur für "Parallelauslese" (Abb. 1) hat große Ähnlichkeit mit der bisher bei den Funkenkammern verwendeten. Sie wird von einigen CERN-Gruppen bevorzugt. Die gesuchten Drahtadressen können mit hoher Geschwindigkeit ermittelt werden. Nachteilig ist der höhere Aufwand an Gattern und Leitungen.

Auf den einzelnen Kanal bezogen benötigt man aus dem gegenwärtig am Markt erhältlichen Bausteinprogramm 5 ICs gegenüber 1 IC nach Abb. 2. Hinzu kommen weitere Bausteine zur Bildung des Signals "Aufrufindikator". Die Verarbeitung dieser Signale sowie das Bilden der Aufrufbefehle erfordert zusätzliche Einrichtungen, die sinnvoll nur kammerweise aufgebaut werden. Die Zahl der Leitungen und der Lötstellen ist je nach Konfiguration 5 bis 10 mal größer.

Bei der seriellen Auslese sind die speichernden Flip-Flops als Schieberegister geschaltet. Nach dem parallelen Einspeichern der Information müssen für eine Flip-Flop-Kette von  $n$  Elementen ebenso viele Clock-Pulse kommen, um die Information herauszuschoben. Da man bei größeren Aufbauten nicht bis an die für die betreffenden integrierten Schaltungen angegebenen maximalen Clockfrequenzen gehen kann, ergeben sich für Kammern mit größenordnungsmäßig 1000 Drähten bereits im Leerlauf Suchzeiten, die für manche Anwendungen zu lang sind. Es gibt praktisch eine Reihe von Auslesemöglichkeiten, die zwischen den beiden geschilderten Extremfällen liegen. Z. B. ist vorgeschlagen worden, die Ausgänge von Fünffach-Schieberegistern auf etwa 6 Busleitungen arbeiten zu lassen und mit maximal 5 Schiebeimpulsen die Registerinhalte auszulesen. Ein weiterer Vorschlag sieht pro 200 Schieberegister-Flip-Flops ein (sehr einfach gehaltenes) Suchlaufgerät vor, dessen Digital-Ausgänge über einen Multiplexer in Richtung Kleinrechner weitergegeben werden.

Das im folgenden beschriebene System sieht eine Längenbegrenzung der Schieberegister-Ketten auf 100 bis 200 Elemente vor. Dies entspricht einer häufig verwendeten Proportionalkammer-Größe. Bis zu 32 solcher Ketten (Kammern oder Kammerteile) können parallel verarbeitet werden. Die Daten-Aufbereitungszeit wird dadurch genügend klein gehalten.

### 3. Beschreibung des Datenerfassungs-Systems

Abb. 3 zeigt die Unterteilung in die 3 räumlich getrennten Komplexe: Detektoren mit "Vor-Ort-Elektronik", Suchlaufgerät mit Kontrolleinschub (Crate-Controller) im CAMAC-Rahmen und Kleinrechner. Während zwischen Rechner und CAMAC-Rahmen nur etwa 10 m Kabel anzusetzen sind, weil beide gewöhnlich in der Experimente-Kontroll-Hütte untergebracht sind, muß für die Kabelverbindung zum Experiment mit etwa 100 m gerechnet werden. Für den Proportionalkammerbetrieb spielt eine solche Entfernung eine wesentliche Rolle: Da die Signal-Laufzeit für Hin- und Rückweg bei 1  $\mu$ sek liegt, würde man mit dem Schiebetakt kaum über 500 kHz hinausgehen können, wenn der Taktgenerator in der Hütte wäre. Deshalb befindet sich ein Start-Stop-Oszillator unmittelbar neben den Verstärkern. Gestartet wird er über eine Leitung (Go/Nogo) vom Suchlaufgerät nach Vorliegen des Auslesebefehls. Die Übernahme der Information in die Speicher-Elemente sollte mittels eines "Strobe-Signals" auf möglichst kurzem Wege direkt am Experiment erfolgen. Unter Umständen läßt sich dazu ein schneller, aber noch nicht alle Auswahlkriterien enthaltender Trigger benutzen. Falls nach Bildung des langsameren Haupttriggers feststeht, daß doch ein uninteressantes event vorliegt, kann das vorsorglich gespeicherte Bitmuster über die clear-Leitung leicht wieder gelöscht werden.

Der Schiebetaktgenerator läuft mit hoher Frequenz (10 ... 20 MHz). Alle eingebauten Kammern (bzw. Kammerabschnitte) werden parallel mit Taktpulsen angesteuert. Die maximal 32 Schieberegister-Ausgänge werden geodert und bewirken bei Vorliegen von mindestens einem L einen Stopp. Dieses geoderte Signal ("EInfo") gelangt über eine besondere Leitung gleichzeitig mit dem letzten Clock-Puls in das Suchlaufgerät und löst dort einen

schnellen Suchvorgang im speichernden Prioritäts-Verschläßler aus, um die Nummern des oder der angesprochenen Schieberegister-Ausgänge festzustellen. Als Sofortreaktion erfolgt außerdem das Wegnehmen des Go-Signals. Nach Registrieren der Draht-Adresse(n) wird weitergesucht durch Wiederanlegen des Go-Signals. Bei Erreichen der maximal installierten Drahtzahl (im Suchlaufgerät umlötbar) wird der Suchvorgang mit "Nogo" beendet.

Grundsätzlich ist es denkbar, das eben geschilderte Verfahren auch zum Aufrufen der Gruppen bei den Funkenkammern zu verwenden. Da jedoch die Funkenkammern gegenüber der praktisch totzeitlosen Proportionalkammer etwa 1 msek Erholzeit haben und damit bei den derzeitigen Normal-Spills ohnehin nur 1 event innerhalb von 20 msek genommen werden kann, andererseits sich das Prinzip bewährt hat, nur das unbedingt Notwendige im (meist nicht zugänglichen) Experimente-Gebiet zu installieren, ist der hierfür nötige Generator im Suchlaufgerät eingebaut. Diese Überlegung ist auch für Kondensatorauslese gültig (bei Verwendung von Funkenkammern im Magnetfeld), da ihre Haltezeit mit rund 5 msek allen vorkommenden Betriebsfällen gerecht wird.

Ein weiteres, für eine verlustzeitarme Datenaufbereitung wesentliches Element befindet sich im "Crate-Controller": der Speicherpuffer. Die Daten aus dem Suchlaufgerät werden über den genormten 24-bit-Datenweg in einen 100-Wortespeicher übernommen. Verwendet wurden statische MOS-Schieberegister, die in einem relativ sehr kleinen Gehäuse 2 x 100 bit enthalten und beim Einschreiben mit der für CAMAC höchstzulässigen Frequenz von 1 MHz betrieben werden. Bei Erreichen der vorgewählten maximalen Drahtzahl erscheint das Signal "Suchlaufende", das einerseits das Veto von den Detektoren nimmt, andererseits beim Kleinrechner eine Anforderung zur Datenübernahme im Blocktransfer auslöst.

Mit dieser Anordnung können im reinen Proportionalkammerbetrieb bei DESY maximal 2 Ereignisse pro "burst" erfaßt werden. Für höhere Ereignisdichten (z. B. 5 events/burst) kann die Anforderung gespeichert und mit dem aus einem Energie-Taktgeber erhältlichen "burst"-Ende-Signal gekoppelt an den Rechner gegeben werden. In dem angenommenen Fall von 5 events/burst kann die durchschnittliche Wortzahl pro event 24 sein. Die events werden jeweils durch Nullworte gegeneinander abgegrenzt. Das 5. event bleibt zunächst im Primärspeicher auf den Verstärkerplatten stehen und wird nach dem ersten Blocktransfer abgearbeitet. Bei noch höheren Ereignisdichten kann der Speicher relativ leicht auf z. B. 200 Worte erweitert werden.

#### 4. Beschreibung der Baugruppen innerhalb des Suchlaufgerätes

In Abb. 4 ist die Funktionsgruppe "Einzeldrahtselektion" etwas näher herausgestellt, die zusammen mit dem 5-bit-Verschlüßler als speichernder Prioritätsverschlüßler wirkt. Die von den Detektoren kommenden Lesesignale werden über Gatter in die 32 Halte-Flip-Flops gestrobt. Die jeweils rechts neben den Flip-Flop-Ausgängen vorhandenen Gatter wirken wie der Slave-Teil eines Master-Slave-Flip-Flops. Sie sorgen nun dafür, daß bei beliebigem bit-Muster innerhalb der 32 Flip-Flops zunächst das und nur das bit zum 5-bit-Verschlüßler durchgereicht wird, welches die niedrigste Nummer innerhalb der Menge der angesprochenen Flip-Flops hat. Tritt dieser Fall zum ersten Mal in einem Suchlauf ein, dann löst ein Signal aus dem Verschlüßler eine "Wortmeldung" aus, vorausgesetzt, daß dies nicht durch ein "Busy" verhindert wird. Hat die Wortmeldung zum Erfolg geführt, dann wird N1 gesetzt, und die Meldung "Draht-Nr. gefunden" kann über P1 abgesetzt werden. P1 löst die Übernahme der an den R-Leitungen stehenden Daten in den Zwischenspeicher aus. Das Quittungssignal S2 wird an die

Fortschalteeinrichtung gegeben, die mit der Vorderflanke des ersten Pulses das Rücksetzen des Slave-Teils des gerade identifizierten Flip-Flops bewirkt. Nach dem Zurückfallen gibt dieses Flip-Flop den Weg frei dem Durchschaltesignal für das nächste angesprochene Flip-Flop, das bei einem Abstand von  $n$  Flip-Flops innerhalb  $n$  mal Gatterdurchlaufzeit (z. B. 8 nsek) an den 5-bit-Verschlüssler gegeben wird. (Zu beachten ist, daß die Nummer des ersten Drahtes innerhalb dieser Einzeldrahtselektion unabhängig von seiner Lage ohne Verzögerung ermittelt wird.) Sind keine weiteren Flip-Flops mehr gesetzt, dann läuft das Fortschaltesignal aus dem Drahtselektor heraus und zählt bei Funkenkammerbetrieb den Gruppenzähler um Eins höher. Diese neue Gruppe wird über 11 Leitungen und die "Vor Ort" befindlichen Aufrufverstärker aktiviert und die Information über die ebenfalls dort befindlichen Leseverstärker via Kabel dem Einzeldrahtselektor zugeführt. Bei Proportionalkammerbetrieb veranlaßt das aus dem Selektor kommende Signal die Umschaltung von "Nogo" auf "Go", das den "Vor Ort" befindlichen Schiebetaktgenerator erneut startet.

Eine weitere Einrichtung zur Verkürzung der Totzeit ist in Abb. 4 angedeutet: die "Dickenmessung". Der Ausdruck leitet sich her von dem im Funkenkammerbetrieb recht häufigen Auftreten von 2, 3 oder mehr nebeneinander angesprochenen Drähten, das ein Maß für die Intensität, für die "Dicke" des Funkens ist. Diese "Dickemessung" ist an die Einzeldrahtselektion gekoppelt. Bei Vorliegen mehrerer nebeneinander angesprochenen Flip-Flops stellt sich am Ausgang des 5-bit-Verschlüsslers die zu dem Flip-Flop mit der nächsten Nummer innerhalb dieses "clusters" gehörende bit-Konfiguration ein. Außerdem meldet der Diczähler die Anzahl der außerdem noch davor liegenden Drähte. Im Proportionalkammerbetrieb bedeutet die Diczähler-Meldung die Anzahl weiterer Kammern

mit nach unten anschließender Nummer, welche bei der betreffenden Drahtnummer angesprochen haben. Eine weitergehende Erläuterung dieser Schaltung findet sich im Anhang.

Schließlich enthält das Suchlaufgerät eine Reihe von Gattern, die das Absuchen beider Arten von Drahtkammern bei gemischtem Betrieb unter Rechnerkontrolle ermöglichen.

## 5. Zeitbedarf für die Datenextraktion

### a) Bei Proportional-kammer-Betrieb

Das interessierende Ereignis finde zur Zeit  $t = 0$  statt. Ein oder mehrere geladene Teilchen durchdringen die Proportionalkammer und die davor und dahinter befindlichen Szintillatoren. Am Ausgang der zugehörigen Photovervielfacher erscheint das Signal etwa 50 nsek später. Die Laufzeiten durch Diskriminatoren, Koinzidenzen und insbesondere durch die Kabel ergeben je nach Aufbau 200 bis 800 nsek dazu. Am Ausgang eines Verstärkers, dessen zugehöriger Draht angesprochen hat, erscheint das Signal 20 bis 50 nsek später. Diese Zeit setzt sich zusammen aus 20 nsek konstanter Verstärkerlaufzeit und 0 bis 30 nsek (bei "schnellen Gasen") Drift- und Jitterzeit in der Kammer selbst. Das Zusammentreffen des das event auswählenden Impulses (strobe), dessen Dauer bei gutem Wirkungsgrad mindestens der Jitterzeit (z. B. 30 nsek) entsprechen muß, mit dem das event kennzeichnenden Impuls wird z. B. durch Einfügen einer konstanten Verzögerungszeit mittels eines monostabilen Flip-Flops erreicht. Die differenzierte Rückflanke seines 200 ... 1000 nsek dauernden Pulses muß in die "strobe"-Zeit fallen, wenn das Ereignis registriert werden soll.

Etwa 1 Mikrosekunde nach  $t_0$  hat das Suchlaufgerät den Startbefehl erhalten. Es setzt das Go-Signal, das etwa bei  $t = 1,5 \text{ usek}$  mit dem Schiebevorgang

in bis zu 32 Kammern bzw. Kammerabschnitten im Paralleltakt beginnt. Wählt man z. B. als Länge der Einzelketten 100 Flip-Flops, dann ist mit der Taktfrequenz von 10 MHz bei leeren Kammern der Suchvorgang in 10  $\mu$ sek beendet. Das Suchlaufgerät würde sich beim Kontrolleinschub melden (auf den L1 und P2 Leitungen) und, wenn nicht gerade ein "Besetzt" vorliegt, innerhalb 1  $\mu$ sek das Quittungssignal erhalten und damit in der Lage sein, das Veto für die event-Übernahme aufzuheben. Im Normalfall haben jedoch 1 bis 3 % der installierten Drähte angesprochen. (Viel mehr würde eine sinnvolle Auswertung durch den Rechner unmöglich machen, viel weniger deutet auf mögliche Defekte hin). Tritt an einem der Schieberegister-Ausgänge ein L-Signal auf, wird der Schieberegister gestoppt und über die Leitung "EInfo" der Prioritätsverschlüssler aktiviert, der im Mittel in einer Zeit unter 0,1 sek die signalführende Kammer-Nr. ermittelt und das damit bereitstehende Datenwort in etwa 0,7  $\mu$ sek an den im Kontroll-Einschub bereitstehenden Pufferspeicher abgibt. Etwa 1,8  $\mu$ sek nach Beginn der Unterbrechung kann der Suchvorgang "Vor Ort" fortgesetzt werden. In einem 1000-Drähte-Aufbau kommen wir somit auf eine Gesamtsuchzeit von  $10 \mu\text{sek} + 30 \times 1,8 \mu\text{sek} \sim 64 \mu\text{sek}$ . Dieser Zeitraum wird je nach Aufbau des Experiments reduziert durch die Wirkung des "Dicke"-Zählers. Mit der Quittung auf die Meldung "Suchlaufende" (P2) wird der Dialog Suchlaufgerät - Kontrolleinschub beendet. Der Dialog zwischen Kammer und Suchlaufgerät wird mit dem Aufheben des Vetos beendet, die Kammer ist zur Aufnahme des nächsten events bereit.

Ist das Experiment für eine mittlere Ereignisrate 1 pro burst ausgelegt (burstlänge 1 ms angenommen), dann muß die Apparatur innerhalb dieser Zeit 2, besser 3 events aufnehmen können. Bei einer Pufferlänge von 100 Worten ist das in dem angeführten Beispiel ohne weiteres möglich. Als Trennmarke

zwischen den einzelnen events erscheint jeweils ein Nullwort. Der Dialogbeginn mit dem Rechner wird vom Auftreten des "Burstende"-Signals (aus einem Energie-Taktgeber zu entnehmen) abhängig gemacht. An den Rechner gelangt nun mittels Programmunterbrechung die Mitteilung, daß Daten abzusetzen sind. Nach Ablauf einer durch interne Betriebsabläufe bestimmten Zeit erfolgt das Vorbereiten der Datenübertragung durch Laden von gewöhnlich 3 Wörtern in die zugehörigen Zähler. Die nunmehr mögliche Übertragung wird als Blocktransfer im databreak-mode durchgeführt. Die maximal 100 Wörter je 24 bit werden als 200 Halbwörter in rund 300 usek z. B. in eine PDP8 übernommen. Ohne den Zwischenspeicher müßten etwa 450 usek angesetzt werden, da die Anforderung für databreak unkorreliert zu den Maschinenzyklen eintreffen und in jedem Fall mindestens der laufende Zyklus beendet werden muß, bevor der Rechner der databreak-Anforderung entsprechen kann. Eine weitere Reduktion von Zählverlusten bewirkt der Zwischenspeicher durch die Aufnahme von event-Daten während der Zeiten, in denen der Rechner mit dem zentralen Computer kommuniziert. Der hierbei erzielte Gewinn kann u. U. beträchtlich sein.

#### b) Bei Funkenkammer-Betrieb

Nach Eintreffen des Haupttriggers wird der Hochspannungsimpuls ausgelöst. Von diesem wiederum wird der Suchlauf gestartet. Um angeregte Störschwingungen abklingen zu lassen, wird vor den Beginn des Aufrufens der Gruppen eine Wartezeit von 100 bis 200 usek geschaltet. Bei einer Aufruffrequenz von 0,5 MHz werden zum Absuchen einer leeren Kammer von 1000 Drähten mit Gruppen aus 32 Drähten 64 usek benötigt. Da bei DESY kleinere Kammerformate überwiegen, andererseits die Sucheinrichtung die größte mögliche Gruppenzahl

berücksichtigen muß, ist in der Kassette für Aufrufverstärker an geeigneter Stelle ein Strommeßwiderstand eingebaut. Wird beim Aufrufen hier kein Impuls gemessen, dann wird angenommen, daß die letzte vorhandene Gruppe bereits mit dem davor liegenden Puls aufgerufen worden ist, es wird auf die nächste Kammer geschaltet. Entsprechend werden Kammern, die gar nicht angeschlossen sind, bereits nach dem Aufrufen der ersten Gruppe übersprungen. Sind, wie oben bereits angenommen, etwa 3 % der Drähte mit Funken belegt, dann müssen für das Auslesen eines 5000-Drähte-Aufbaus etwa 500  $\mu$ sek angesetzt werden. Damit ist prinzipiell mit diesem Gerät das Aufnehmen von 2 events pro burst möglich. Die Freiwerdezeit der Kammer und die bisher einfache Ausführung der Pulsgeräte würde verbessert werden müssen, wenn diese höhere Ereignisdichte verarbeitet werden sollte. Der entscheidende Engpaß liegt in der Rechnerkapazität. Nach allen bisherigen Erfahrungen dürften 50 echte Ereignisse pro Sekunde zumindest für Funkenkammern die absolute obere Grenze der event-Rate sein.

Muß man bei ausgedehnten Funkenkammeraufbauten an die untere Grenze des im 1. Abschnitt genannten Frequenzbereiches für den Gruppenaufruf gehen, z. B. 50 kHz, dann geht die Auslesezeit für 5000 Drähte (die entspricht etwa der Ausrüstung eines "Teleskops") auf 5  $\mu$ sek hoch. Für eine Ereignisrate von 50 pro Sekunde ist der Bau je eines Suchlaufgerätes pro Teleskop unumgänglich. In dem vorgeschlagenen Datenaufbereitungssystem würden die Suchlaufgeräte für beispielsweise 4 Teleskope nur eine Frontplattenbreite von nur 137 mm in Anspruch nehmen. Die zur Kennzeichnung erforderlichen 2 bits sind ebenfalls in dem System verfügbar. Die 4 Suchlaufgeräte würden unabhängig voneinander mit dem Controller und seinem Pufferspeicher kommunizieren.

## A n h a n g 1

### Erläuterung des speichernden Prioritätsverschlüßlers

Abb. 4 zeigt einen Ausschnitt der Schaltung, deren Funktion an Hand des Impulsdiagramms (Abb. 5) mit dem Belegungsbeispiel "Draht 1 + 2 + 32 in Gruppe 3 angesprochen" erklärt werden soll.

Betrachten wir die Struktur eines mit dem DIN-Symbol dargestellten RS-Flip-Flops FF2 zusammen mit den beiden 3-fach Und-Gattern. (Nur das erste Glied hat ausnahmsweise 2 Zweifach-Und-Gatter). Die beiden Und-Gatter stellen zunächst infolge Kreuzkopplung das bekannte RS-Flip-Flop dar. Beide Gatter haben je einen Sperreingang, der für  $F1 = 0$  beide Ausgänge auf Null zwingt. Der Übergang  $F1 = 0$  auf  $F1 = L$  bedeutet die Freigabe dieser Stufe durch die vorhergehende. Nach der Freigabe liegt  $D$  noch auf 0.  $\overline{Q2}$  kann hingegen 0 oder L sein. Somit gibt es zunächst nur zwei mögliche Zustände für den Ausgang  $F2$ : Zustand 0 ist der Fall, wenn infolge eines angesprochenen Drahtes der Flip-Flop mit dem Ausgang  $Q2$  auf L steht. Geht nun  $D$  auf L, dann kommt auch  $E2$  sofort auf L. Seine aufwärtsgehende Flanke leitet das Rücksetzen des Master-Flip-Flops ein. Da  $\overline{Q2}$  für die Dauer des Signal-Durchlaufs länger auf 0 bleibt als  $E2$ , dauert der Zustand  $F2 = 0$  weiter an.  $E2$  ist L. Die entsprechende Leitung und nur sie wird zum Verschlüßler durchgeschaltet. Die zweite Möglichkeit ist, daß der zugehörige Master-Flip-Flop auf 0 steht.  $\overline{Q2}$  ist L. Damit und mit  $F1 = L$  ist der Zustand des Slave-Flip-Flops mit  $F2 = L$  definiert. Das Anheben von  $D$  auf L kann den Zustand nicht ändern.

### Suchablauf für "Draht 1 + 2 + 32 in Gruppe 3 angesprochen"

Der Startpuls hebt die Endlage auf und stellt die Zähler auf Null. Die Wirkungsschleife  $A \rightarrow$  Betriebsarten-Und  $\rightarrow B \rightarrow$  Digitale Verzögerung  $10 \mu\text{sek} \rightarrow C \rightarrow$  4-fach-NOR  $\rightarrow D \rightarrow$  2-fach-Und stellt einen Generator dar mit

einer 20- $\mu$ sek-Periode. Bei Endlage und während der Dauer des Startpulses wird er am 4-fach-NOR blockiert. Am Ende des Startpulses beginnt der 1. Zyklus. Der 1. Zähltakt geht zu dem Gruppenzähler. Gruppe 1 wird aufgerufen. Im 2. Teil des 1. Zyklus werden die Strobe-Gatter geöffnet. Da in unserem Beispiel keine Drähte angesprochen haben, wird keiner der 32 Flip-Flops gesetzt. Mithin bleiben alle F-Ausgänge hoch. Der 20- $\mu$ sek-Generator kann ungestört kippen. Nach Aufrufen der 3. Gruppe werden FF 1, 2 und 32 gesetzt. Alle F gehen auf Null, mindestens deshalb, weil  $\overline{Q1}$  auf Null ging. Nach Ablauf des Taktzyklus 3 kommt D wieder auf L. Mit  $\overline{F1} = L$  kann E1 jetzt L werden. Das Rücksetzen von FF1 wird eingeleitet. Da aber auch  $FF2 = L$  ist, kann dieser Rücksetzpuls auch über das 2-fach-Und auf das 31-fach-Oder und damit in das 100-nsek-Verzögerungsglied einlaufen. Das herauslaufende Signal stellt den Dickezähler um Eins höher, nämlich von Null nach Eins. Gleichzeitig bewirkt es über den 4. Eingang des 4-fach-NOR das Verschwinden von D. Infolge des Rücksetzens von FF1 wurde  $\overline{Q1} = L$ , und da E1 mit D auf Null ging, wird mit  $\overline{Q1}$  und  $\overline{E1}$  das Signal  $F1 = L$ . Da beim gesetzten FF2 das  $\overline{Q2} = 0$  ist, ist auch  $F2 = 0$  und  $\overline{F2} = L$ . Damit ist das erste 3-fach-Und bereit, bei dem 3 Gatterlaufzeiten + 100 nsek später wieder erscheinenden D das E2 auf L gehen zu lassen. FF2 wird zurückgesetzt. Ein weiterer Dickezählimpuls kann aber nicht ausgelöst werden, weil in unserem Beispiel  $FF3 = 0$  ist. E2 steht am 5-bit-Verschlüssler. Da es im Gegensatz zum E1-Signal länger als 150 nsek ansteht, wird es von dem die logische Summe feststellenden Ausgang als eine gefundene Drahtnummer dem Controller gemeldet. Nach einer Mindestzeit von 700 nsek trifft die Quittung S2 ein. Sie bewirkt über das 4-fach-Oder das Verschwinden von D. Damit verschwindet auch E2. Mit  $\overline{E2} = L$  ist das 3. notwendige L da, um  $F2 = L$  werden zu lassen. Mit  $F2 = L$  und

und  $\overline{03} = L$  geht der Ausgang des Gatters an FF3 auf L. Nach weiteren 28 Gatterlaufzeiten wird das 3-fach-Und an FF31 das Signal E32 auf L gehen lassen. Meldung und Registrierung erfolgen wie vorher. Die hierzu gehörige Quittung S2 läßt A wieder auf L gehen. Der Gruppenzähler wird auf 4 gestellt.

Für Fälle, in denen die Dickezählung über die Gruppengrenze hinaus vorgenommen werden muß (z. B. beim Prüfsetzen), wird durch eine Speicherschaltung für eine Erweiterung bis zur maximalen Dicke von 64 gesorgt.

#### Ablauf des Suchvorganges bei Proportional-kammer-Betrieb

Das eben behandelte Beispiel bedeutet hier: Der Draht Nr. 3 hat bei den Kammern (oder Kammerabschnitten) 1, 2 und 32 angesprochen. Beim Start wird zunächst die Endlage aufgehoben und mit der Rückflanke des Startimpulses  $D = L$  gesetzt. Über den freien Einzeldrahtselektor wird mit  $A = L$  das Go-Signal erzeugt. Der aus der "Vor-Ort-Elektronik" kommende Schiebetakt hat den Zähler auf 3 gestellt. Ein weiterer Schiebetaktimpuls trifft vorerst nicht ein, da der Generator mit  $\Sigma Info$  abgestellt wird.  $\Sigma Info$  bewirkt das Hineinstroben in FF1, FF2, FF32. Die erste Reaktion darauf ist das Wegnehmen von Go (= Nogo) infolge  $F32 = 0$ . Das Abarbeiten der Kammer-Nummern erfolgt wie oben geschildert. Das Wiedererscheinen von  $A = L$  bewirkt den Wiederstart Go. Das Erreichen der Endlage bewirkt ein Nogo. Gleichzeitig wird mit  $P2 = L$  das Ende des events an den Controller gegeben.

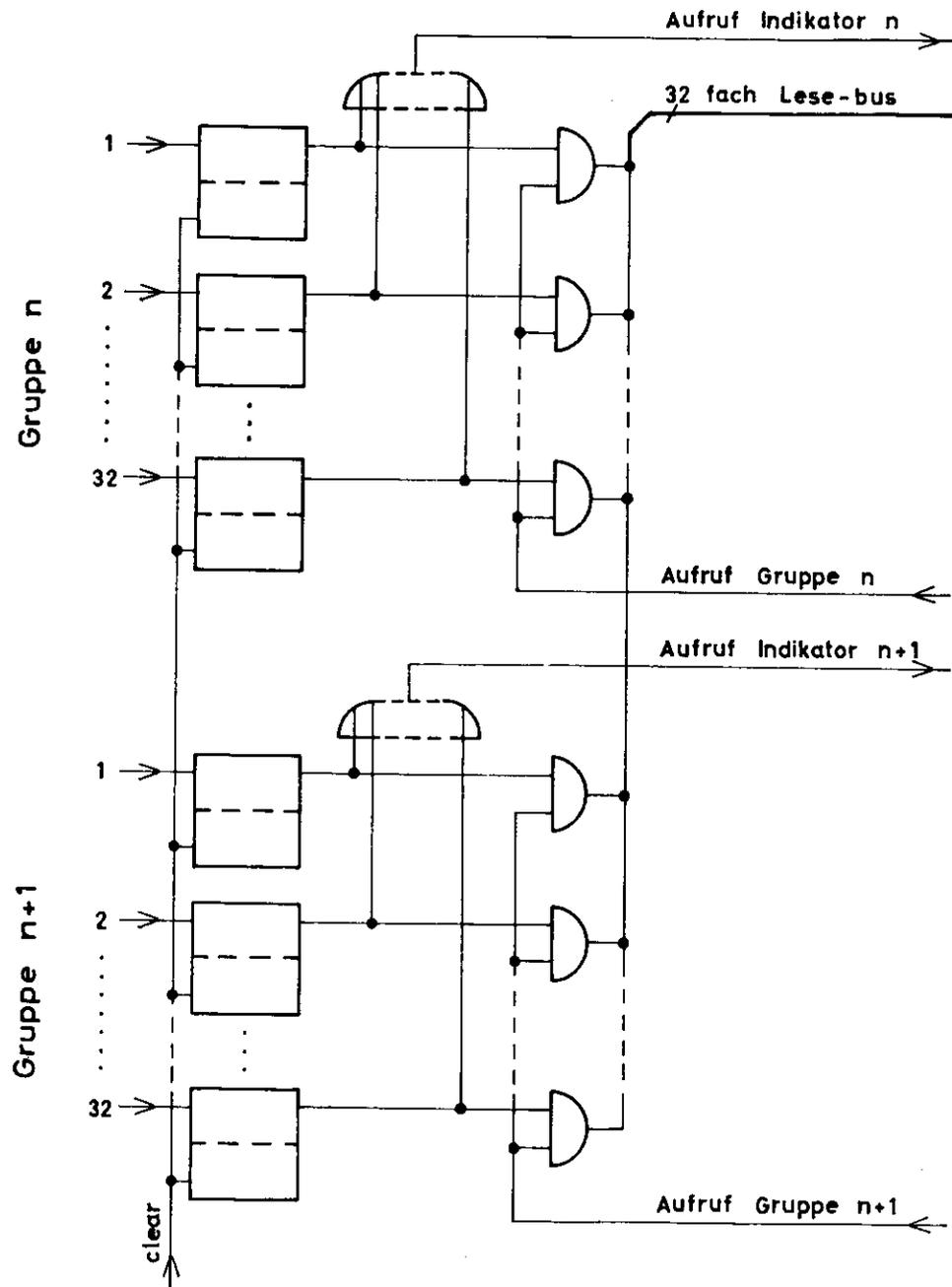


Abb. 1 Parallel - Struktur

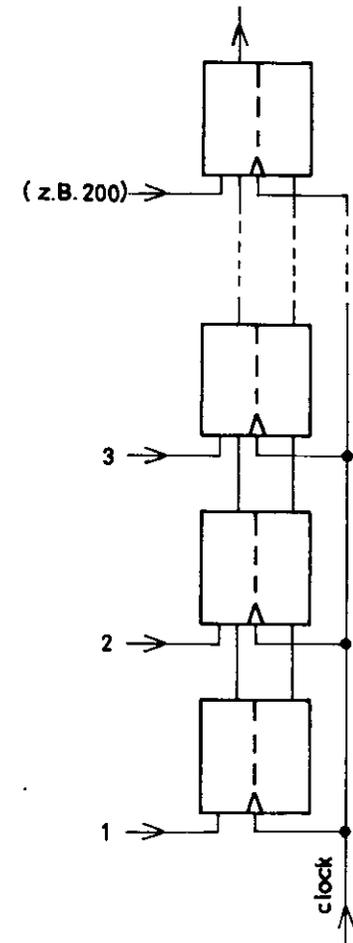
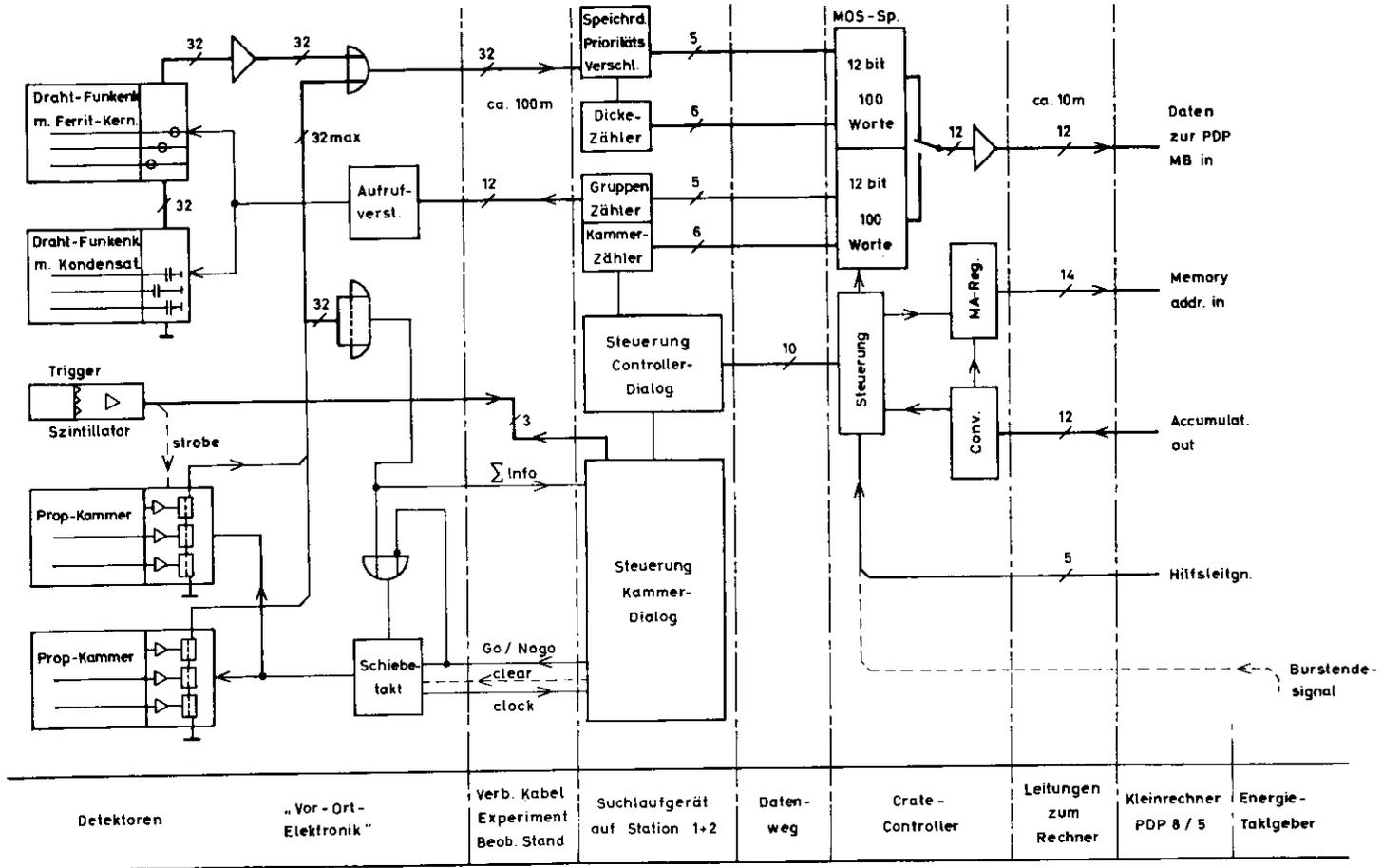


Abb. 2 Serien - Struktur



CAMAC - Rahmen

Abb. 3

Abmaße in $\mu\text{m}$	Tag	Name	Werkstoff	<b>DESY</b>			
Gez.	17.9.70	Kriebel					
Gepr.	17.9.70	Krolycz					
Gen.							
Maßstab	Proportional- und Funkenkammern Datenerfassungs-System mit kleiner Totzeit			F 51 - 2	(3)		
Maße ohne Toleranz- ang. nach DIN 718 mittel				Ersatz für:		Ersatz durch:	

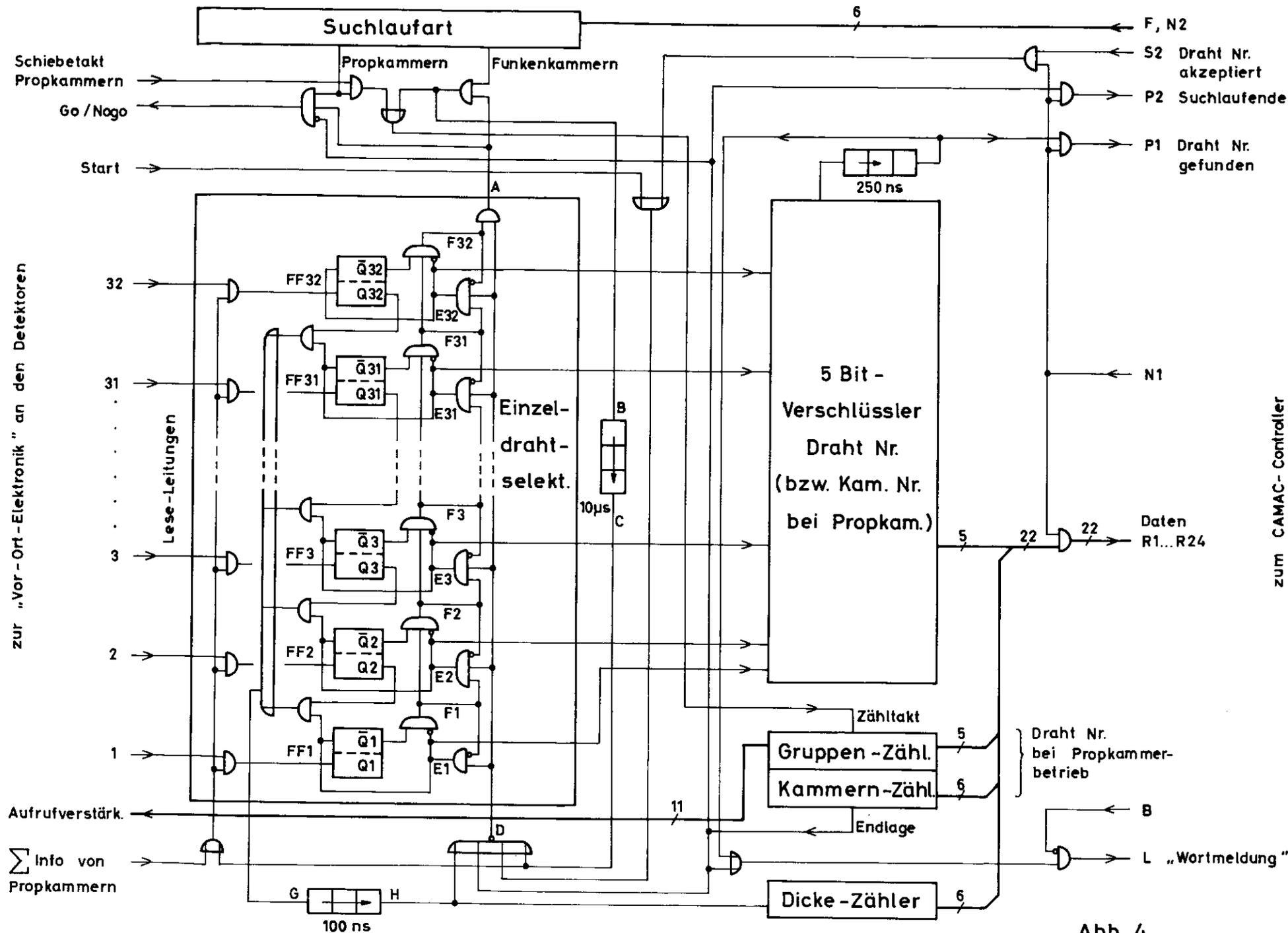


Abb. 4

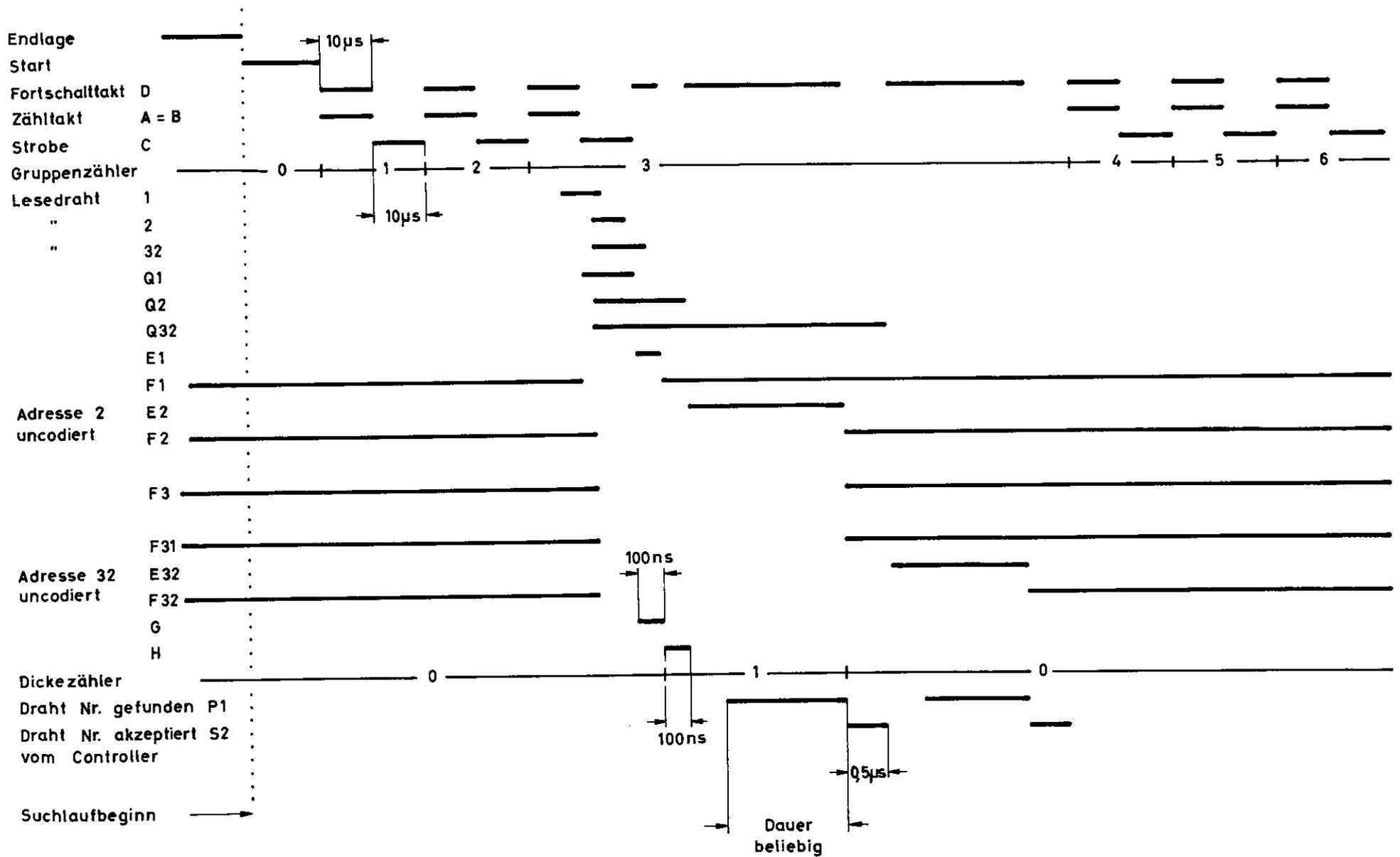


Abb.5 Impulsdiagramm für Funkenkammerbetrieb  
 Draht Nr. 2, Dicke 1 in Gruppe 3 angesprochen

