

Interner Bericht

DESY F 51-69/1

Juli 1969

DESY-Bibliothek  
- 1. SEP. 1969

Ein kapazitives Verfahren zur  
magnetfeldunabhängigen Auslesung  
von Drahtfunkenkammern

von

M. Swars



## Einleitung

Die für die Auslesung von Drahtfunkenkammern meist verwendeten Methoden, Magnetostriktion und Magnetkernspeicherung, versagen, wenn die Funkenkammern in stärkeren Magnetfeldern betrieben werden. Man braucht in solchen Fällen Verfahren, welche entweder ganz ohne ferromagnetische Bauteile auskommen oder es gestatten, letztere außerhalb der Kammern in Gebieten mit belanglos kleiner magnetischer Feldstärke unterzubringen. Das nachstehend beschriebene Verfahren verwendet Kondensatoren als Speicherelemente. Die außerdem noch benötigten ferromagnetischen Bauteile können einen genügend großen Abstand zu den Kammern haben.

## Das Speicherprinzip

Abb. 1 zeigt das Ersatzschaltbild zweier Funkenkammerdrähte, von denen der obere einen Funken führt. Für den funkenfreien unteren Draht bildet die Reihenschaltung von  $C_K/n$  und  $C$  einen nahezu kompensierten Spannungsteiler. Nach dem Abklingen des Hochspannungsimpulses verbleibt am unteren Kondensator deswegen kein Spannungsrückstand. Der Funke am oberen Draht wird durch einen Schalter, welchen man sich zeitweise geschlossen denken muß, und den Funkenwiderstand dargestellt. Hier ist der Spannungsteiler nicht mehr kompensiert und es verbleibt nach dem Abklingen des Hochspannungsimpulses ein Spannungsrest  $u_c$ , welcher mit der langsamen Zeitkonstante  $t_s$ , innerhalb derer die elektronische Auswertung zu erfolgen hat, abklingt. Natürlich darf die Auswertung erst nach dem Abklingen des Hochspannungsimpulses beginnen.

Bei der Kernauslesung setzen die kapazitiven Ladeströme eine untere Grenze für die erzielbare Nachweisempfindlichkeit, da dieselben bereits ohne Funken entsprechend empfindliche Speicherkernanordnungen umklappen könnten [1]. Die Darstellung zeigt nun, daß diese Grenze nicht für die kapazitive Auslesung gilt.

Hier können prinzipiell kleinere Funkenenergien als bei der Kernausslesung registriert werden. Im Normalfall sind die Funkenspannungen an den Kondensatoren aber größer als die durch Ladeströme verursachten Impulse.

### Der Abfragevorgang

Ähnlich wie bei der Kernausslesung wird hier die Anzahl der Verbindungsleitungen zwischen der Kammer und der Ausleseelektronik durch ein geeinigtes Serien-Parallel-Abfragen klein gehalten. Besitzt eine Kammer  $m \cdot n$  Drähte und werden jeweils  $n$  benachbarte Drähte zu einer Gruppe zusammengefaßt, so erhalten alle  $m$  Gruppen nacheinander nach einem starren Schema je einen Abfrageimpuls. Synchron mit diesen Abfrageimpulsen können dann auf  $n$  Leseleitungen Lesesignale entstehen, mithin gibt es bei  $m \cdot n$  Kammerdrähten  $m \cdot n$  Verbindungen zur Ausleseelektronik. Hier werden nur die elektrischen Vorgänge bis zu den  $m \cdot n$  Klemmen betrachtet, da die restliche Schaltung der als bekannt vorausgesetzten Kernausslesung entspricht.

In dem Schaltschema Abb. 2 sind der Anschaulichkeit halber nur zwei Drähte gezeichnet. Die Indizes  $\alpha$  bis  $\delta$  besagen, daß außerdem noch andere solcher Abfrage- bzw. Leseleitungen vorhanden sind, deren gegenseitige Verknüpfung aus Abb. 3 hervorgeht. Die Abfrageverstärker sitzen zusammen mit den Kondensatorspeichern auf zwei mit der Funkenkammer verbundenen Kondensatorborden (Abb. 5), während die Ferritringe des Zuleitungskabels zum Hochspannungsbord und die Lesesignalübertrager einige Meter von der Kammer entfernt sein können. Die in Lit [1] beschriebene Ferritringmethode gestattet es, von zwei galvanisch gekoppelten Transistorschaltungen die eine kurzzeitig auf Hochspannungspotential zu bringen, während die andere auf Erdpotential verbleibt, ohne daß dabei die Bauelemente schädlichen Überspannungen ausgesetzt werden.

Die Dimensionierung des Ableitkondensators an den Abfrageklemmen A und C in Abb. 2 erfordert besondere Überlegungen. Derselbe soll für die schnellen Funkenströme einen Kurzschluß bilden, für die langsamen Abfrageimpulse dagegen möglichst noch keine nennenswerte Belastung darstellen. Mit den hier gewählten Werten von  $47 \text{ nF}$  und  $33 \Omega$  betragen die Anstiegs- bzw. Abfallzeiten der Abfrageimpulse bei einer Stromergiebigkeit von einigen Ampère in den Treibertransistoren  $0,5$  bzw.  $3,5 \mu\text{s}$ . Die Dioden 1 N 4007 besitzen eine Erholzeit von etwa  $7 \mu\text{s}$ . Das Verfahren ist mit den hier verwendeten Bauteilen für Abfragefrequenzen bis zu  $60 \text{ kHz}$  geeignet.

Aus Gründen der Betriebssicherheit läßt man für die mit der Speicherzeitkonstanten von  $5 \text{ ms}$  abklingende Funkenspannung nur einen Abfall von etwa  $3 \text{ dB}$  zu. Die nutzbare Auslesezeit ist deshalb hier auf  $1,5 \text{ ms}$  beschränkt. Wesentlich größere Zeiten lassen sich nur erreichen, wenn entweder Zener-Dioden oder ein Regenerierverfahren zur Anwendung gelangen. Die Lesesignale werden aus drei Gründen transformatorisch ausgekoppelt: Einmal wird dadurch auf der Hochspannungsseite die Klärfeldspannung von den Leseverstärkern ferngehalten, dann erfolgt so am einfachsten die Invertierung der an den Klemmen D mit umgekehrter Polarität auftretenden Lesesignale (Abb. 4) und schließlich können dadurch auch noch mit Speicherkernen ausgerüstete Kammern an derselben Ausleseelektronik betrieben werden. Im letzteren Falle werden die Sekundärwicklungen nicht geerdet, sondern ebenso durchgeschleift wie die Leseleitungen von Kernkammern.

#### Vor- und Nachteile der Kondensatorauslesung

Der Hauptvorteil der kapazitiven Speicherung ist deren Magnetfeldunabhängigkeit. Ein weiterer Vorteil ist die bereits eingangs erwähnte Anpassungsfähigkeit der Kondensatorauslesung bezüglich der Ansprechschwelle, es sind Schwellen von  $10^{-9}$  bis  $10^{-7} \text{ As}$  möglich. Speicherkerne sprechen mit einmal durchgefädeltm Setzdraht bei etwa  $10^{-7} \text{ As}$  an.

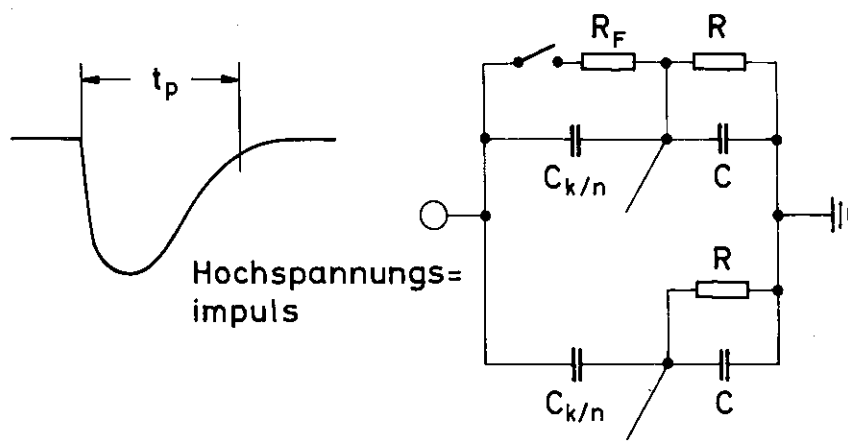
Nachteilig sind bei der Kondensatorauslesung die höheren Materialkosten. Man benötigt für das hier beschriebene Verfahren eine Diode, einen Kondensator und einen Widerstand im Wert von zusammen 1,50 DM je Draht. Unter Hinzurechnung der Verdrahtungskosten erhöht sich der Aufwand auf 2,-- DM, während die Kernauslesung insgesamt nur 0,60 DM je Draht erfordert. Beim Übergang zu schnelleren Ausleseverfahren werden die Dioden teurer, eine Diode mit einer Erholzeit von 200 ns kostet bereits 2,50 DM. Die Begrenzung der verfügbaren Auslesezeit durch die endliche Speicherzeitkonstante kann mit Regenerierverfahren ganz beseitigt werden, ohne den Preis für die Komponenten je Draht zu erhöhen, allerdings muß dabei eine kompliziertere Elektronik in Kauf genommen werden.

#### Gegenwärtiger Entwicklungsstand

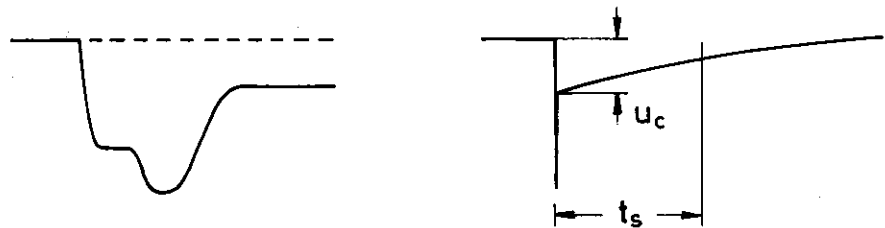
Zur Zeit arbeitet eine Kondensatorkammer für xy-Auslesung mit einem 416 mm langen Kondensatorbord auf der Erdseite und einem 256 mm langen Kondensatorbord auf der Hochspannungsseite zusammen mit 4 anderen Magnetkernkammern in einem Höhenstrahltestaufbau. Die zugehörige Ausleseelektronik übergibt ihre Daten einer on line-Rechenmaschine PDP5. Ein Geradenfitprogramm registriert die Abweichungen der tatsächlich angezeigten Koordinaten der einzelnen Kammern von Sollgeraden, welche aus den Koordinaten aller 5 Kammern errechnet werden. Die Kondensatorkammer zeigt dabei im Vergleich zu den Kernkammern kein unterschiedliches Verhalten. Daneben werden Überlegungen angestellt, welche darauf abzielen, die verfügbare Auslesezeit zu vergrößern und die Kammern schneller abzufragen.

#### Literatur

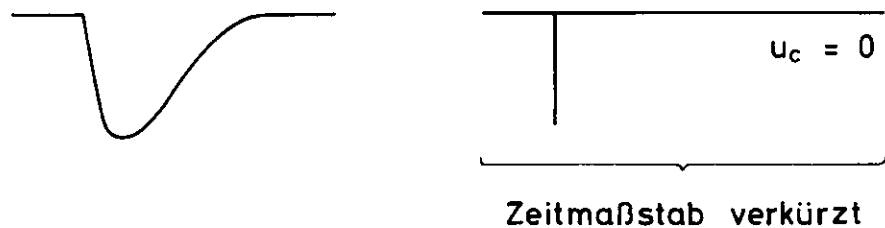
1. Interner Bericht DESY F 51-68/1 September 1968  
Performance Characteristics of Digitized Spark Chamber and their Optimisation by A. Krolzig, R. Pforte, and M. Swars



- $t_p$  = Dauer des Hochspannungs=impulses  $t_s / t_p > 10^4$
- $R_F$  = Funkenwiderstand
- $C$  = Speicherkondensator
- $C_{k/n}$  = Kapazität Draht-Hochspannungselektrode
- $C_k$  = Kammerkapazität
- $RC = t_s$  = Speicherzeitkonstante



Kammerdraht mit Funkenspannung



Kammerdraht ohne Funken

Abb. 1 Entstehung der Funkenspannung am Speicherkondensator

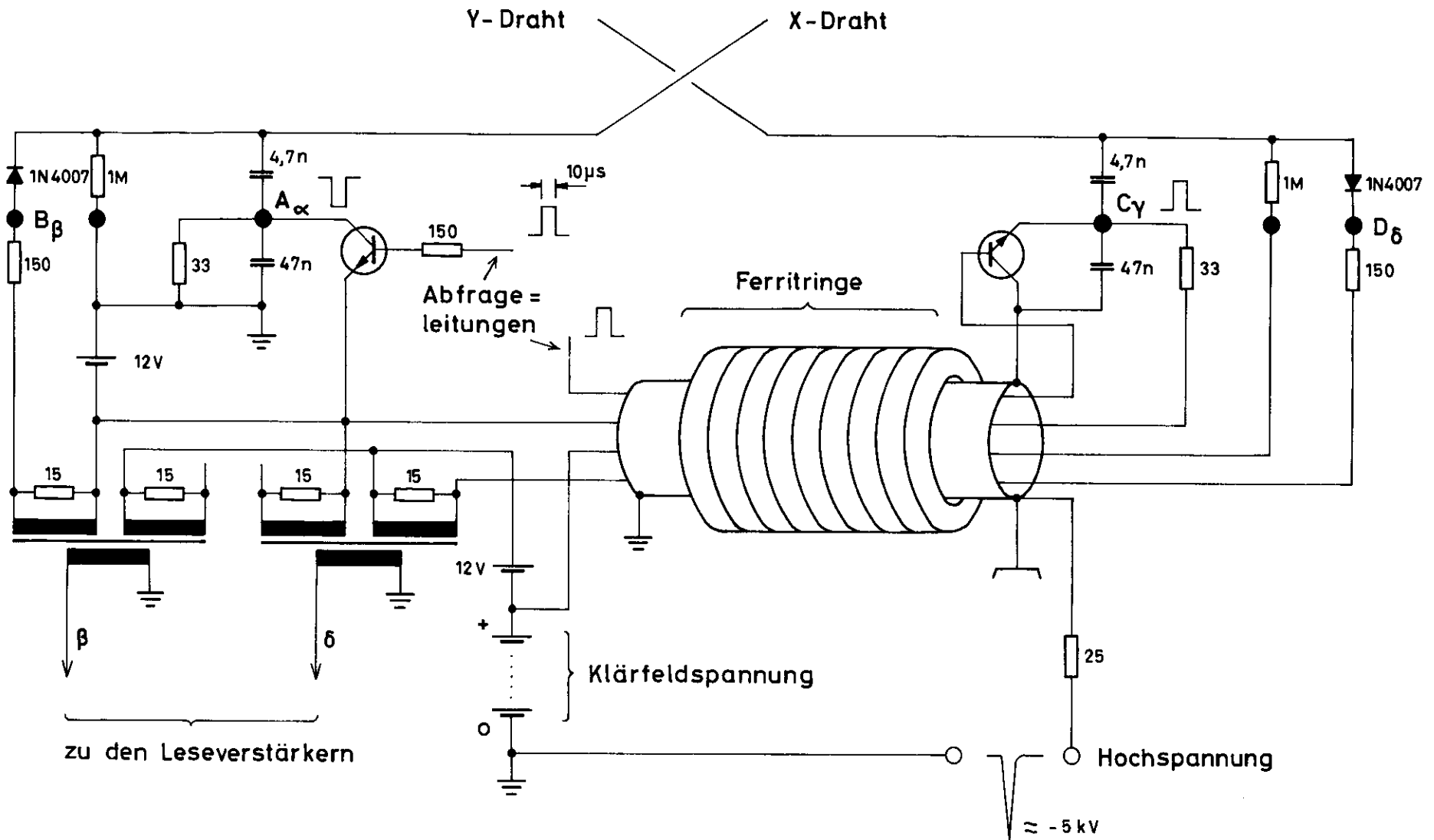
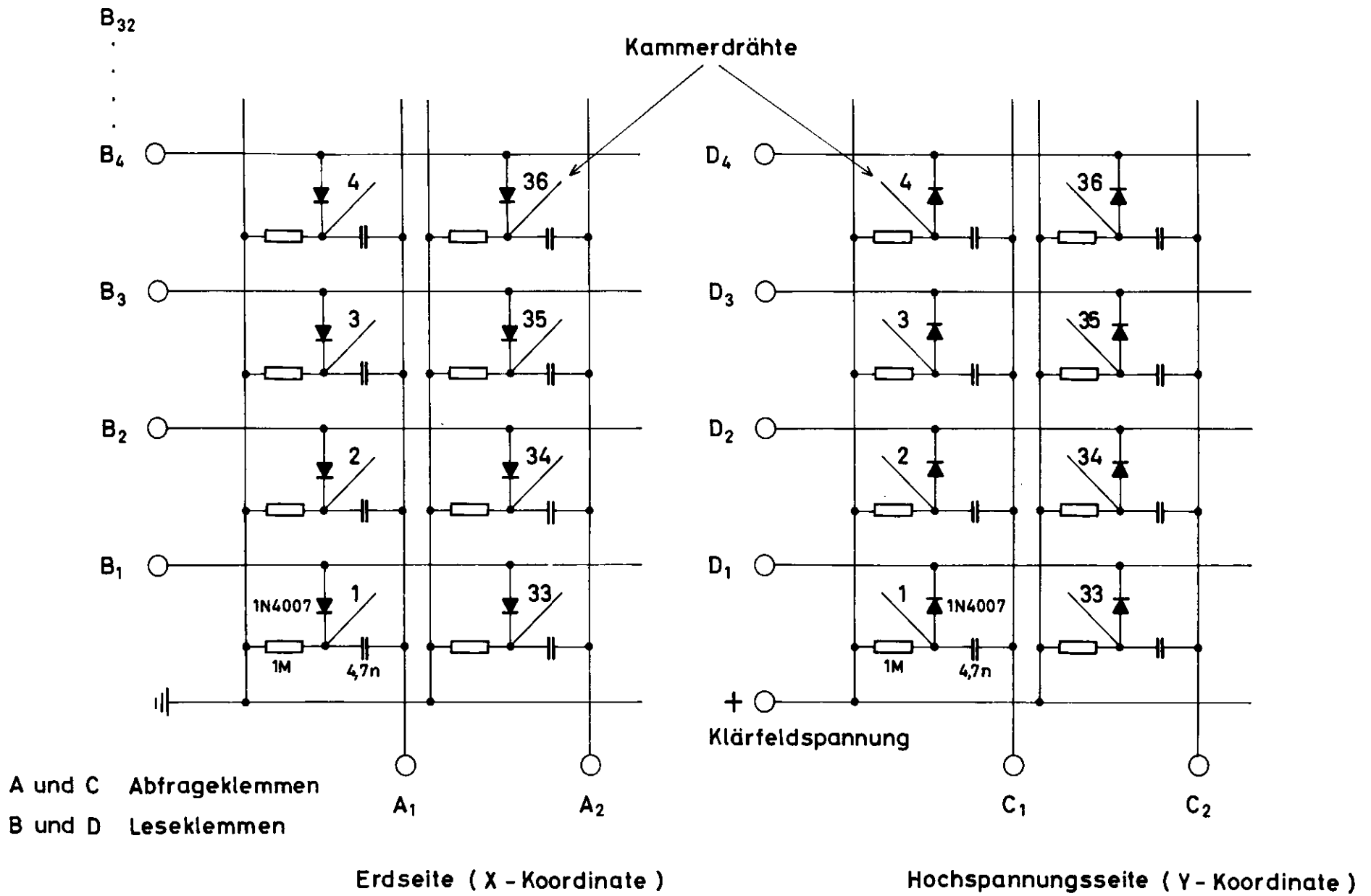


Abb. 2 Schaltschema für XY-Auslesung





**Abb. 3 Aufbau der Kondensatorspeicher**

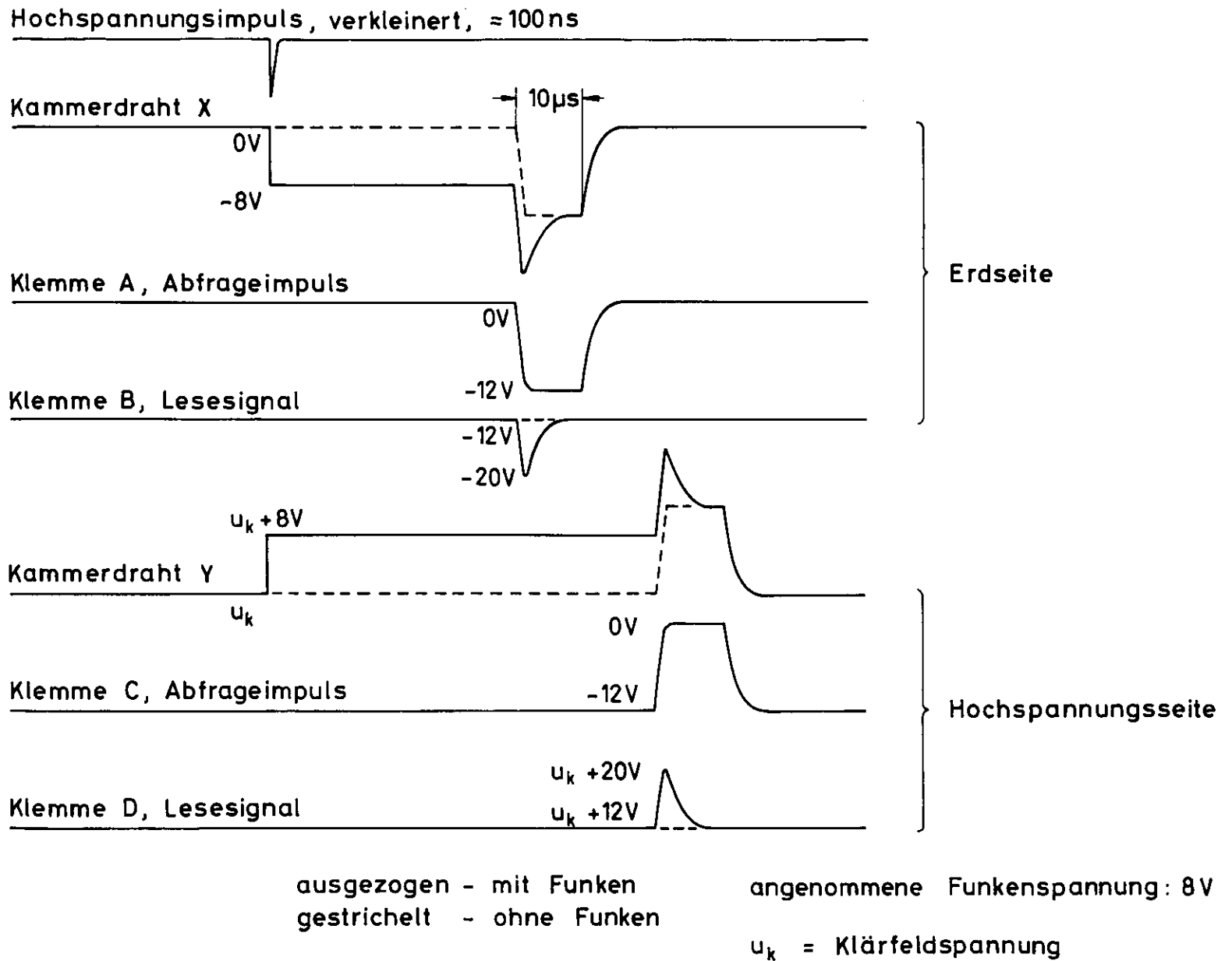
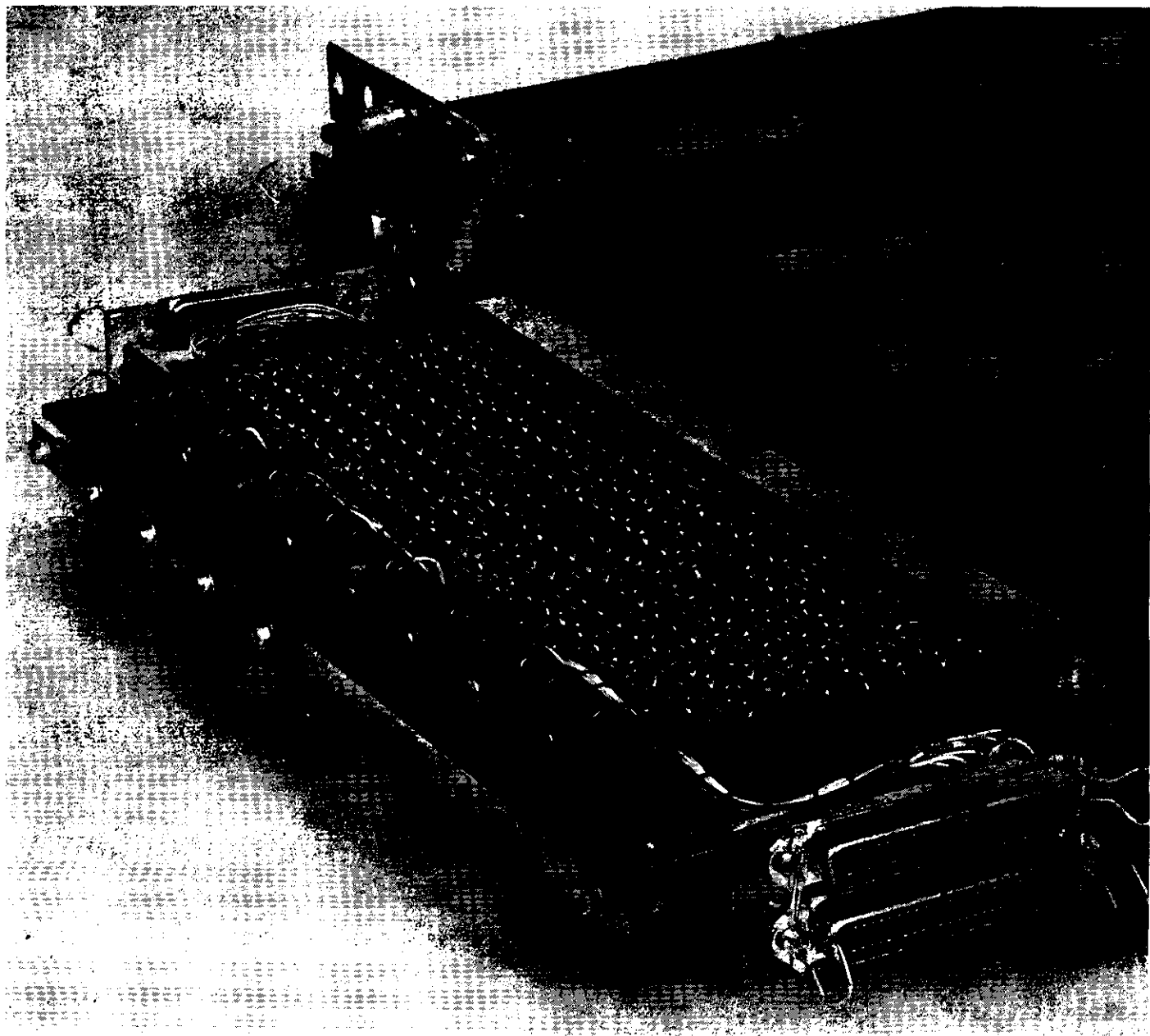


Abb. 4 Impulsbild für negativ gepulste Kammer



**Abb. 5 Kondensatorbord**

( Abschirmung entfernt )

