

IKFK-388

**KERNFORSCHUNGSZENTRUM
KARLSRUHE**

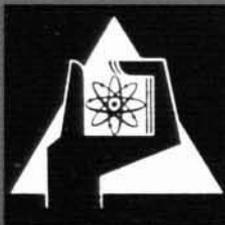
Dezember 1965

KFK 388

Institut für Experimentelle Kernphysik

Großflächiger Szintillationszähler mit ortsunabhängiger
Lichtausbeute und seine Benutzung als Schauerzähler

1/10/65
J. Görres



GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Dezember 1965

KFK 388

Institut für Experimentelle Kernphysik

Großflächiger Szintillationszähler mit orts -
unabhängiger Lichtausbeute und seine Benutzung
als Schauerzähler

J. Görres

Gesellschaft für Kernforschung m.b.H.
Karlsruhe

I n h a l t :

- I. AUFGABENSTELLUNG
- II. GROßFLÄCHIGER SZINTILLATIONSZÄHLER
 - 1. Aufbau des Zählers
 - 2. Auflösungsvermögen; Homogenität der Lichtsammlung
- III. MESSUNGEN DES SCHAUERS

Es wurde ein großflächiger Schauerzähler (61 cm x 61 cm) zur Separation von Elektronen gegen Pionen gebaut. Um bei großflächigen Zählern die Breite des Schauerpeaks nicht durch eine über die Zählerfläche unterschiedliche Lichtsammlung zu vergrößern, wurde besonderer Wert darauf gelegt, daß die Ausgangspulse unabhängig vom Ort der Entstehung sind.

Folgende Eigenschaften wurden erreicht:

Ortsabhängigkeit der Lichtsammlung : $\pm 10 \%$

Diskriminatorwirkung aufgrund des Schauereffektes bei 2 GeV-Teilchen:

Verluste an Elektronen : 3,4 %

Anteil minimalionisierender Teilchen : 0,6 %

I. AUFGABENSTELLUNG

Bei dem Elektron-Proton-Streuxperiment F 21, das beim DESY (Hamburg) durchgeführt wird [1], ist auf dem Elektronenarm eine Teilchendiskriminierung notwendig. Die gestreuten Elektronen müssen von Pionen getrennt werden. Dazu befindet sich hinter dem Spektrometer ein Gas-Cerenkov-Zähler [2]. Zwei Gründe erfordern einen weiteren teilchendis-kriminierenden Zähler:

- 1) Ein Pion durchläuft zwischen Target und Cerenkov-Zähler etwa 7 g/cm^2 Materie. Falls es aus der Materie ein Elektron herausschlägt, wird dieses knock-on-Elektron im Cerenkov-Zähler nachgewiesen. Die knock-on-Elektronen sind verhältnismäßig niederenergetisch; sie lassen sich ebenso wie Pionen in einem Schauerzähler von den hochenergetischen Elektronen abtrennen.
- 2) Das Experiment ist am internen Strahl des Beschleunigers aufgebaut. Man erhält einen verhältnismäßig hohen Untergrund und damit zufällige Koinzidenzen. Ein weiterer Zähler setzt die Zahl der zufälligen Koinzidenzen herab.

Durch den Aufbau des Experiments war eine Zählerfläche von etwa $60 \text{ cm} \times 120 \text{ cm}$ erforderlich, die in 2 nebeneinander liegende Szintillatoren der Größe $61 \text{ cm} \times 61 \text{ cm}$ aufgeteilt wurde. Aus Platzmangel war es nur möglich, einen einfachen Schauerzähler bestehend aus den Szintillatoren und einer Bleiplatte aufzustellen. Im folgenden werden die Szintillatoren $61 \text{ cm} \times 61 \text{ cm}$ beschrieben.

II. GROßFLÄCHIGER SZINTILLATIONSZÄHLER

1. Aufbau des Zählers

Beim Schauerzähler hat man eine Pulshöhendiskriminierung vorzunehmen. Daher ist es notwendig, daß die Lichtsammlung für jeden Punkt des Szintillators etwa den gleichen Wert hat. Wie unsere Versuche zeigten, kann man mit erträglichem Aufwand eine Homogenität von $\pm 10 \%$ erreichen.

Anhand von Rechnungen über die Lichtsammlung [3] entschlossen wir uns, den Zähler aus zwei Teilen zu bauen. Den Aufbau eines Teils gibt Bild 1 wieder. Die Szintillatorplatte (NE 102 A von Nuclear Enterprises, Edinburgh/England) ist 2,5 cm stark; die Dicke ist notwendig, um eine ausreichende Lichtausbeute zu erhalten. Die rechteckigen Plexiglaslichtleiter sorgen dafür, daß keine zu große Bevorzugung der den Multipliern nächstliegenden Punkte des Szintillators eintritt. Trapezförmige Lichtleiter sind - wie die Rechnungen zeigten - gegenüber den konstruktiv einfacheren, rechteckigen nicht von Vorteil.

Szintillator- und Plexiglasplatten sind mit einer nahezu glasklaren Araldit-Mischung zusammengeklebt (50 Gew.-Teile Araldit CY 206, 50 Gew.-Teile Araldit CY 208, 20 Gew.-Teile Araldit X 1157/150 Härter; Anhärtzeit 15 Stunden, Aushärtzeit 6 Tage).

Die verwendeten Photomultiplier sind: Type 56 AVP von VALVO.

2. Auflösungsvermögen; Homogenität der Lichtsammlung

Den Zähler haben wir mit 30 MeV-Elektronen aus dem Betatron des Instituts getestet⁺⁾. Die Elektronen durchliefen dabei einen kleinen Triggerzähler, die große Szintillatorplatte und einen weiteren kleinen Triggerzähler. Ein Koinzidenzsignal der beiden Triggerzähler öffnete das schnelle lineare Gate für den Impuls des großen Zählers, der in einem Vielkanalanalysator registriert wurde. Aus diesen Messungen erhielten wir das Auflösungsvermögen und die Homogenität der Lichtsammlung.

Auflösungsvermögen (relative Halbwertsbreite des Peaks):

ein Photomultiplier allein 62 %,
beide Photomultiplier addiert 46 %.

Daraus läßt sich der Wert der Lichtsammlung (das ist der Bruchteil des Lichts, das die beiden Photomultiplier erreicht) berechnen. Unter den folgenden Voraussetzungen (vgl. [4]) erhält man eine Lichtsammlung von 2,5 % :

^{+) Herrn Dr. Ullrich und Herrn M. Bauer danken wir für die freundliche Unterstützung bei diesen Messungen.}

Energieverlust für minimalionisierende Teilchen in
Plastikszintillatoren = 2 MeV/cm;

Anzahl der entstehenden Photonen (im Empfindlichkeitsbe-
reich des Photomultipliers) = 2000/MeV;

Effektivität der Photokathode = 3 %.

Aus geometrischen Gründen kann man eine Lichtsammlung von
etwa 3 % erwarten.

Homogenität der Lichtsammlung:

Zuerst wurde der gut ausgeblendete Elektronenstrahl auf den
Mittelpunkt der Szintillatorplatte gelenkt. In dieser Stellung
konnten wir die beiden Photomultiplier auf gleiche Impulshöhe
einstellen. Für die weiteren Messungen wurden die Signale der
beiden Multiplier elektronisch addiert, und die Platte dann
gegen den Elektronenstrahl verschoben. In Bild 2 sind die
Pulshöhen für einige Stellen des Szintillators eingetragen
(die Werte sind mit Fehlern von etwa ± 2 % behaftet).

Wir versuchten die Homogenität auf folgende Art zu verbes-
sern (vgl. Bild 3) :

- 1) An der Ober- und Unterkante der Szintillatorplatte
wurden Spiegel angebracht (kein optischer Kontakt).
- 2) Ein 3 cm breiter Streifen auf der rechten und linken
Seite der Szintillatorplatte wurde abgeschrägt, so daß
die Platte an den Kanten, die an die Lichtleiter an-
stoßen, um 10 % dünner ist.

Die Meßwerte sind in Bild 3 eingetragen. Mit dieser Szin-
tillatorplatte war keine Rechts-Links-Symmetrie zu errei-
chen. Es handelte sich um eine andere Platte als in Bild 2.
Offenbar liegt eine Inhomogenität der Empfindlichkeit der
Platte vor. Mit der Anordnung von Bild 3 haben wir eine
Homogenität von ± 10 % erreicht. Dieser Wert ließe sich
durch geeignetes Einstellen der Photomultiplier noch verbes-
sern.

Eine mögliche Erklärung für die hohe Lichtsammlung an den
Ecken des Szintillators ist: Die Szintillatorplatte war
wesentlich schlechter poliert als die Plexiglasplatten.

III. MESSUNGEN DES SCHAUERS

Vor dem Einbau in das e-p-Streuexperiment wurde der Schauerzähler mit Elektronen von 1 und 2 GeV getestet. Der Aufbau entsprach dem in Abschnitt II,2 beschriebenen, jedoch befanden sich beide Triggerzähler vor dem Schauerzähler. Da die Ortsabhängigkeit der Lichtsammlung bekannt war, genügte es, die Mitte des Szintillators zu bestrahlen. Abwechselnd wurde mit und ohne Bleiplatte vor dem Szintillator gemessen. Im ersten Fall erhielten wir das Schauerspektrum, im zweiten das Spektrum minimalionisierender Teilchen (dieses sollte etwa dem Durchgang von Pionen entsprechen).

In Bild 4 sind jeweils beide Spektren für die Energien 1 und 2 GeV und die Bleidicken 0,5 cm, 1 cm und 1,5 cm dargestellt. Die beiden Spektren auf den Einzelbildern sind mit der gleichen Zahl auftreffender Elektronen aufgenommen (die Elektronik war so eingestellt, daß im Bereich von Kanal 10 bis Kanal 60 eine lineare Übertragung des Impulses gewährleistet war. Oberhalb Kanal 60 trat Übersteuerung ein; vgl. Eichkurve Bild 5. Daher erscheint die Schauerkurve viel zu hoch und zu schmal).

Bei der Benutzung des Schauerzählers zur Teilchendiskriminierung setzt man eine Schwelle. In der Tabelle sind Beispiele für einige Werte der Schwelle aufgeführt. Die Elektronenverluste und die Beimengung von minimalionisierenden Teilchen sind angegeben. Die in der letzten Spalte eingetragenen Verluste in der Bleiplatte wurden aus der Koinzidenzzählrate und der Zählrate des Schauerzählers berechnet.

Bei gleicher Anzahl von Pionen und Elektronen und einer Bleistärke von 1,5 cm (ca. 3 Strahlungslängen) hat man z.B. bei 2 GeV mit Gesamtverlusten an Elektronen von 5 % und einer Beimischung an Pionen von weniger als 1% zu rechnen. Bei 1 GeV sind die entsprechenden Werte schon 12 % und 1 %.

Tabelle

Energie	Pb-Stärke	Schwelle bei Kanal Nr.	Anteil der minim. ionis. Teilchen	Verluste durch Schwelle	Verluste in Pb-Platte
2 GeV	1,5 cm	47,5	0,6 %	3,4 %	
2 GeV	1 cm	42,5	0,7 %	11 %	
2 GeV	0,5 cm	44,5	0,7 %	51 %	
1 GeV	1,5 cm	44,5	0,8 %	10 %	2 %
1 GeV	1 cm	41	1,1 %	17,4 %	
1 GeV	0,5 cm	41	1,2 %	52 %	1 %
2 GeV	0,5 cm	25,5	3,1 %	26,8 %	
1 GeV	1 cm	29,5	4,4 %	9,3 %	

L i t e r a t u r :

- [1] Behrend, Brasse, Engler, Ganszaug, Hultschig, Galster, Hartwig, Schopper: 'Electron Proton Coincidence Measurements'. KFK 320 (März 1965) = DESY 65-3

- [2] Galster, Hartwig : 'Bericht über gasgefüllte Schwellen-Cerenkov-Zähler'. KFK 342 (Juli 1965)

- [3] Kummerow: 'Ortsabhängigkeit der Lichtausbeute aus großen Szintillatoren'. Interner Bericht des Institutes für Experimentelle Kernphysik, Karlsruhe.

- [4] Alleyn, Faissner, Gerber, Heer, Reinharz: 'Large-Area Plastic Scintillation Counter'. CERN 64-4 (Jan. 1964).

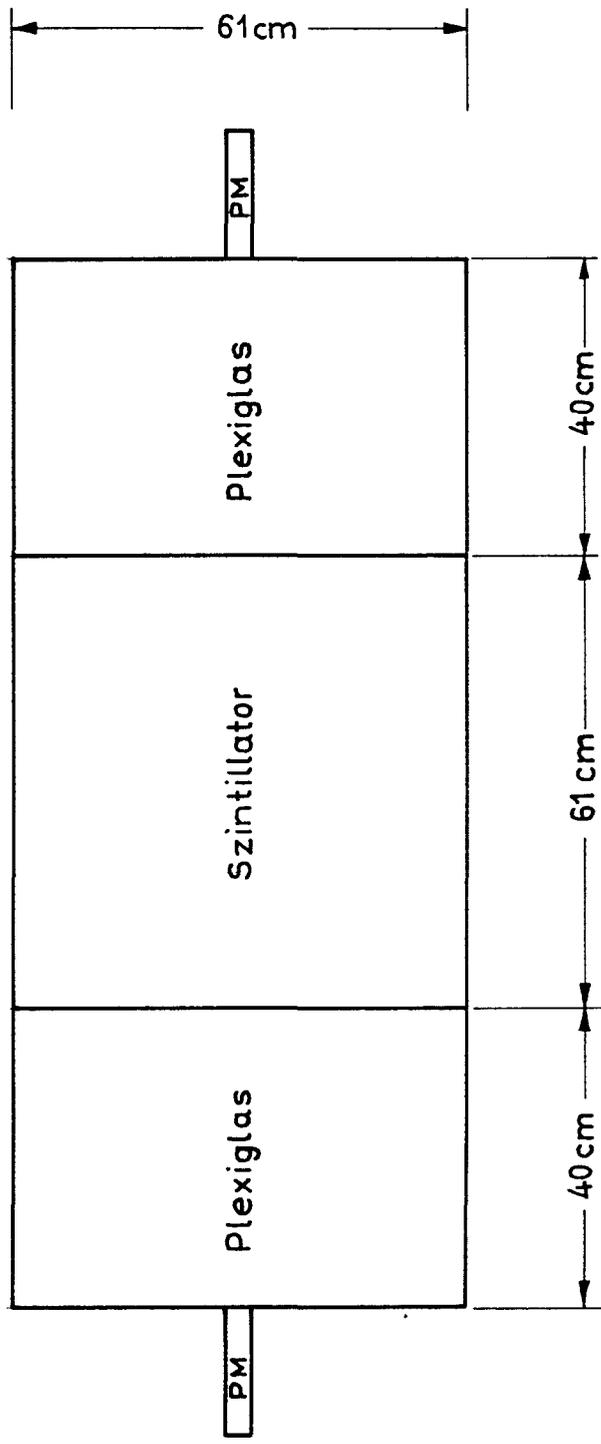


Bild 1 Aufbau des Szintillationszählers

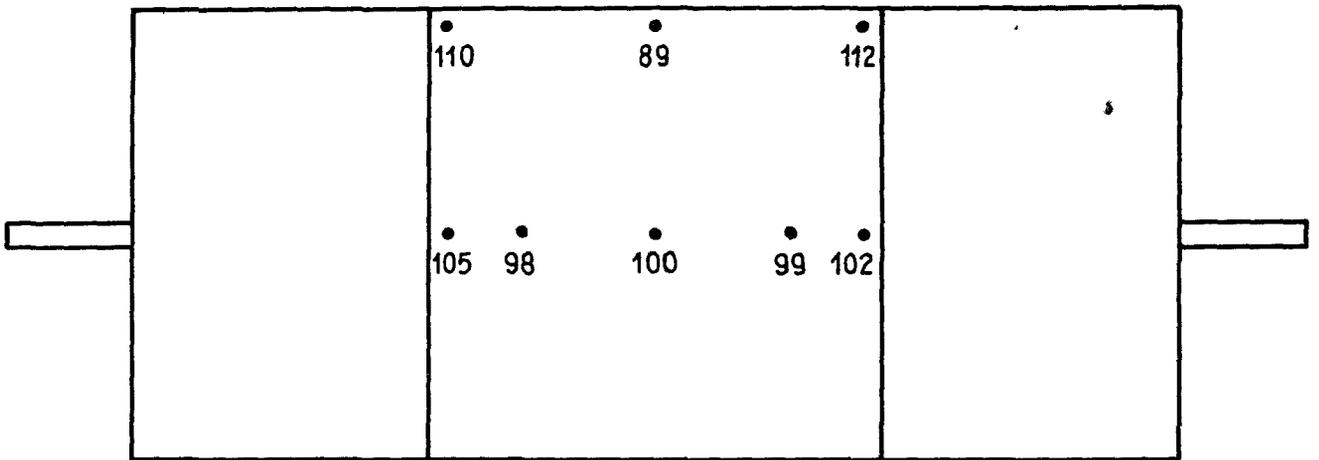


Bild 2 Nicht abgeschrägter Szintillator

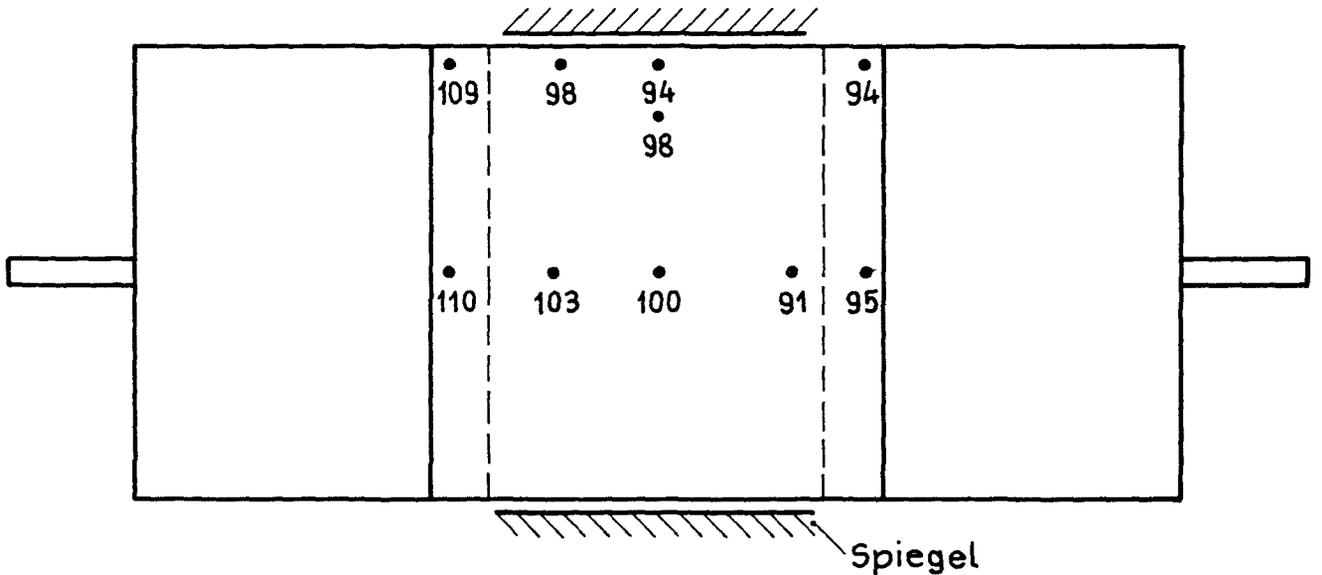


Bild 3 Abgeschrägter Szintillator

Die Zahlen geben die addierten
Pulshöhen der beiden Photomultiplier an

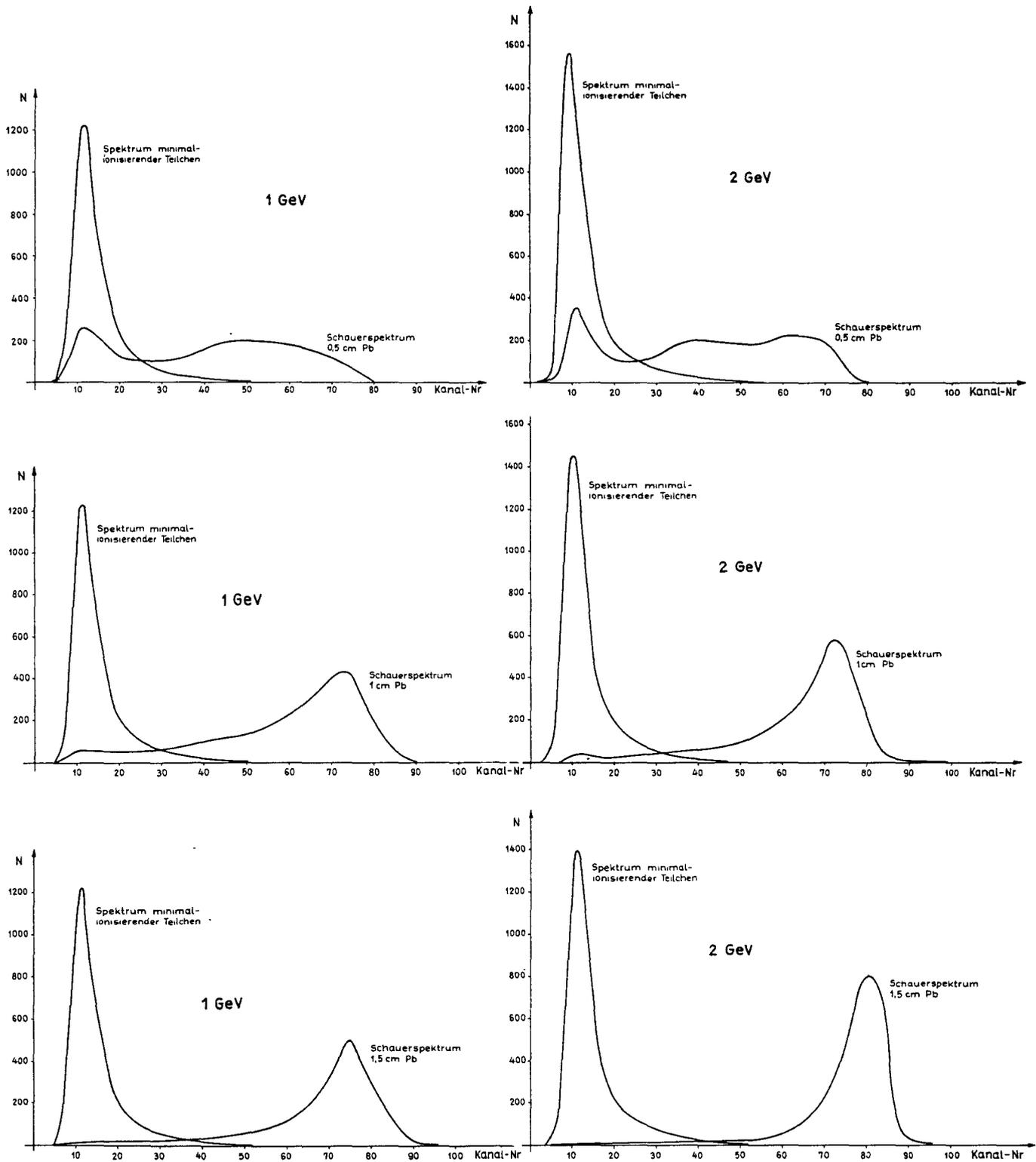


Bild 4 Schauermessungen

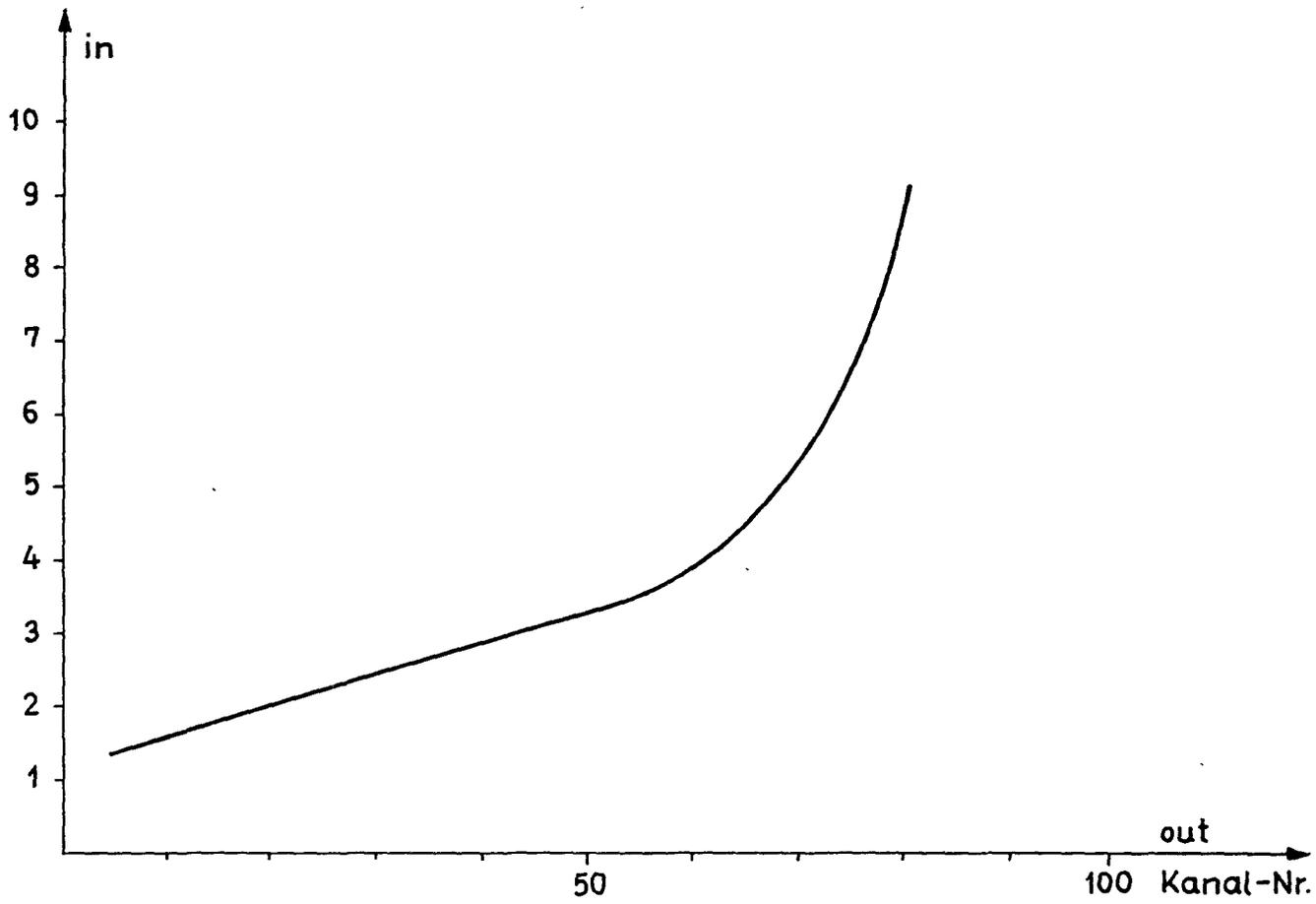


Bild 5: Eichkurve der Elektronik