

Interner Bericht
DESY F33-72/4
August 1972

DESY-Bibliothek
11. 08. 1972

" B I L D "

Ein On-line-Program zur bildlichen Darstellung
von Funkenkammerereignissen

von

L. Criegee

" B I L D "

Ein On-line-Programm zur bildlichen Darstellung
von Funkenkammerereignissen

Abstract: A program has been developed for the purpose of generating display pictures by simple FORTRAN-calls. The program is used for controlling the computer analysis of wire spark chamber experiments.

Inhaltsverzeichnis

	<u>Seite</u>
1. Einleitung	1
2. Das On-line-Programm	2
3. Das Bilderzeugungsprogramm	4
4. Programmsteuerung	6
5. Prüfung der automatischen Spurensuche	9
6. On-line Prüfung neuer Funkdaten	10
7. Zusammenfassung und Ausblick	11

Anhang I: Bildkodierung

1. Einleitung

Funkenkammern haben sich bei der Untersuchung von Elementarteilchenreaktionen als äußerst nützliche Detektoren erwiesen. Sie zeichnen sich einerseits durch eine kurze Auflösungszeit aus, die es erlaubt, durch geeignete Triggerbedingungen die gewünschten Prozesse aus einer Vielzahl anderer zeitlich herauszublenzen.

Zum anderen bieten sie die Vorteile visueller Methoden, d. h. die Möglichkeit, die Spuren einzelner Elementarteilchen aus einem gleichzeitig vorhandenen Untergrund herauszusuchen und auszumessen.

Die Spurenerkennung ist am einfachsten bei der optischen Analyse von Funkenkammerbildern ("Scannen"): Einem auch nur wenig geschulten Betrachter ist bei den meisten Bildern intuitiv sofort klar, welche Funken sich zu Spuren kombinieren lassen und welche nicht.

Bei der automatischen Analyse dagegen wird der Betrachter durch Spurensuchprogramme ersetzt, welche alle möglichen Kombinationen von Funken der Reihe nach daraufhin prüfen, ob sie zu einer Spur gehören können.

Der Vorteil der automatischen Analyse liegt in der Schnelligkeit und damit größeren erfaßbaren Datenmenge, der Nachteil in der Ausschaltung der unmittelbaren Intuition, die hier durch eine mehr oder weniger ungezielte Wiederholung einer elementaren Prüfroutine ersetzt wird.

Da beide Methoden so verschieden vorgehen, empfiehlt es sich, bei ausgewählten Ereignissen die Ergebnisse der automatischen Spurensuche mit denen der optischen Spurensuche zu vergleichen. Dieser Vergleich ist besonders dann notwendig, wenn im Experiment außer den gewünschten Spuren eine große Zahl von Untergrundfunken vorhanden ist.

Verwendet man im Experiment Drahtfunken- oder Charpak-Kammern, so muß man zu diesem Vergleich der Spurensuchverfahren sich aus den Funkenkoordinaten, die nur digital vorhanden sind (auf Ferritkernen, Flipflops, Magnetband oder -platte), ein Bild herstellen. Zu diesem Zweck erzeugt das hier beschriebene BILD-Programm aus den digitalen Funkenkammerdaten, die auf einer Magnetplatte eines Großrechners gespeichert sind, ein kodiertes "Bild", das die Kammern, Funken und die von einem Spurensuchprogramm (FRA72) gefundenen Spuren in verschiedenen Projektionen enthält. Dieses Bild wird on-line zu einem Kleinrechner übertragen und auf dessen Bildschirm gezeigt (s. Abb. 1). Ein Operateur kann vom Konsol des Kleinrechners aus die Bilder der zu untersuchenden Ereignisse anfordern und betrachten. Er hat auch die Möglichkeit, bestimmte Parameter des Spurensuchprogramms zu ändern. Entsprechend dem subjektiv beurteilten Erfolg oder Mißerfolg dieser Bemühungen kann er die Parameter optimieren, mögliche Verbesserungen in der Spurensuchprozedur erfinden und für bestimmte Ereignisklassen die Erfolgswahrscheinlichkeit (Scanning Efficiency) der automatischen Spurensuche bestimmen.

2. Das On-line-Programm

Im folgenden soll ein "BILD"-Programm beschrieben werden, das von der DESY-Gruppe F33 entwickelt und erfolgreich zur Kontrolle und Verbesserung eines Spurensuchprogramms (FRA72) verwendet wurde.

Zur Verfügung standen ein Kleinrechner C90-10 (C.I.I., Paris, Lizenzbau der SDS-92), der durch schnelle Datenleitungen mit einem Zentralrechner (IBM 360/75 oder /65) verbunden war. Die gleiche On-line-Verbindung wird auch während des Experiments benutzt, um Funkenkammer-, ADC- und Zählerdaten, die der Kleinrechner gesammelt hat, zum Zentralrechner zu übertragen. Die übertragenen Daten werden vom Zentralrechner auf Magnetband gespeichert und später mit Hilfe der Spurensuchprogramme "off-line" ausgewertet.

Im Scan-Betrieb, der hier beschrieben werden soll, werden die zu untersuchenden Ereignisse vom Magnetband zurück auf eine Platte des Zentralrechners kopiert. Gemäß der vom Kleinrechnerkonsol gegebenen Anweisung wird in dem Zentralrechner ein On-line-Programm gestartet, das der Reihe nach

1. die Anweisung interpretiert (Anwahl auf der Platte, Parameteränderung)
2. das gewünschte Ereignis von der Platte liest
3. Spuren sucht
4. ein kodierte Bild, bestehend aus Kammern, Funken, gefundenen Spuren und Text, erzeugt und zum Kleinrechner überträgt.

Während eines Experiments ist auch ein Betrieb möglich, bei dem jedes vom Kleinrechner angebotene Ereignis verarbeitet und ebenso als kodierte Bild zurückgeschickt wird.

Die Probleme der Bilderzeugung bestanden einmal darin, eine Kodierung herzustellen, die sich im Kleinrechner bequem verarbeiten läßt, und zum anderen für den Zentralrechner Unterprogramme zu schreiben, die es dem Benutzer erlauben, ohne detaillierte Kenntnis des On-line-Systems mit einfachen FORTRAN-Aufrufen die gewünschten Bilder zu erzeugen.

Die Kodierung, die stark an den Vektor- und Zeichengenerator des Kleinrechners angepaßt ist, wird in Anhang I beschrieben.

3. Das Bilderzeugungsprogramm

Die verschiedenen Möglichkeiten der Informationsausgabe des Kleinrechners werden durch die Variable IAUS bestimmt*.

Man erhält für

IAUS = 3 reinen Textdisplay

IAUS = 4 Textausgabe über Schreibmaschine

IAUS = 5 einen "Bilddisplay", der Punkte, Vektoren und beliebig plazierten Text enthalten kann.

Die Bild- oder Texterzeugung muß zu Beginn initialisiert werden mit dem Aufruf

```
CALL BILDOO(IAUS)
```

Punkte, Vektoren, Texte und Histogramme werden mit den folgenden Aufrufen erzeugt:

```
(1) CALL PUNKT(INT,X,Y) .
```

```
(2) CALL VEKTOR(INT,X,Y,X1,Y1) .
```

```
(3a) CALL TEXT(NBYTE,X,Y)
```

```
WRITE(6,789)...
```

```
789 FORMAT(...)
```

```
CALL KONVRT .
```

* Alle verwendeten Variablen sind vom Typ INTEGER*4 oder REAL*4, entsprechend ihren Anfangsbuchstaben, soweit nicht explizit anders vermerkt.

Besondere Bedeutung haben neben CALL TEXT die Aufrufe

(3b) CALL TEXT1(NBYTE,X,Y) und

(3c) CALL TEXT2(NBYTE).

(4) CALL HISTØ(INT,X,Y,X1,IEXP,NWERT,IWERT)

Die Aufrufe und Variablen sind wie folgt zu verstehen:

(1) PUNKT

INT Bildhelligkeit (0 = normal, 1 = intensiv)

X,Y Koordinaten des Punktes

Die Punkte werden nur innerhalb eines durch

$XMIN \leq X \leq XMAX$ und

$YMIN \leq Y \leq YMAX$

definierten Bildausschnitts gezeigt*. Dieser Ausschnitt wird automatisch über den Bildschirm gespreizt.

(2) VEKTOR

INT wie bei (1)

X,Y Anfangskoordinaten

X1,Y1 Endkoordinaten

Es wird nur der innerhalb des Bildausschnitts liegende Teil des Vektors gezeigt.

* Der Bildausschnitt (XMIN,YMIN,XMAX,YMAX) kann vom Operator des Kleinrechners geändert werden, s. u.

(3) TEXT

Für reinen Text-Display (IAUS = 3) und für Schreibmaschinenausgabe (IAUS = 4) ist der verkürzte Aufruf TEXT2 (3c) möglich. Es ist

NBYTE Zahl der Textzeichen (≤ 254)

X,Y Position des Textanfangs. Bei Aufruf TEXT haben X und Y dieselbe Bedeutung wie bei (1). Für Aufruf TEXT1 sind dagegen X und Y absolute Koordinaten auf dem Schirm: (0.,0.) links unten, (1023.,1023.) rechts oben.

Die Variablenliste des WRITE-Statements ist gleich der eines Off-line-Ausdrucks. Für das FORMAT gelten folgende Ausnahmen:

A. Zeilensprung durch \textcircled{a} statt durch /.

B. Das erste Zeichen einer Zeile wird mitgedruckt (mitgezeigt).

(4) HISTOGRAMM

INT Helligkeit wie bei (1)

X,Y Position des Histogramm-Ursprungs, absolut wie bei TEXT1 (3b)

X1 Ende der Abszisse

NWERT Zahl der Bins

IWFERT Bininhalte (I^*2 , Dimension \geq NWERT)

IEXP Zweiterlogarithmus des Skalenfaktors der Histogrammhöhe. Bei IEXP = 0 ist die Einheit $1/1024$ tel der Bildschirmhöhe, bei IEXP = - 3 z. B. achtmal kleiner.

4. Programmsteuerung

Der Operateur des Kleinrechners kann das "BILD"-Programm über zwei Contraves-Schalter und über das Konsol (Teletype) beeinflussen.

Mit den Contraves-Schaltern werden einfache, häufig gebrauchte Anweisungen gegeben, wie z. B.

1. Contraves	2. Contraves	
2000	:	N_{DISK} Zeiger für Rekordanwahl auf der Platte
2001	:	ΔN_{DISK} Erhöhung des Zeigers
2002	:	$-\Delta N_{DISK}$ Erniedrigung des Zeigers
2003	:	- Anwahl des nächstfolgenden Ereignisses*
2004	:	I_{RAND} Nummer des Bildausschnitts (1 - 6)

Nach dem Setzen der Schalter wird die Anweisung mit einem Knopfdruck zum Zentralrechner übertragen. Vom Teletype aus können sowohl kurze Steuerbefehle gegeben werden als auch Variable des On-line-Programms geändert werden.

Steuerbefehle sind zum Beispiel:

AN	Initialisierung aller Parameter des On-line-Programms (auf den Ladezustand). Ausdrucken einer Bedienungsanleitung.
PD	Parameterliste in Display geben
PT	Parameterliste ausdrucken
FU	Funkenkoordinatenliste ausdrucken
SU	Ausladen des Programms
OO	Reset für Wirkungsgrade (im Experiment)

Besteht die Teletypeanweisung aus mehr als zwei Zeichen, so wird sie als Parameteränderung im NAMELIST-Format aufgefaßt. Der Name der NAMELIST und ein **END**

* Ein Ereignis kann mehrere der 500-byte-Rekords einnehmen.

werden dabei automatisch eingesetzt.

Beispiel: RAND(1,3) = - 1000. ändert den linken Rand des dritten Bildausschnitts.

Weitere veränderbare Parameter sind:

STRASS(8)	Straßenbreiten
ROAD(6)	Kegelöffnung (halb)
XYTRAP(6)	(halbe) Targettoleranz
TGZENT(6)	Targetmittelpunkt
ZTGT(6)	Z-Koordinate des Targets
DREH(3)	Winkel der gedrehten Ebenen
PFAD	Spurtoleranz in gedrehter Ebene
IGNUBU <u>L*4</u>	: IF(IGNUBU) Fortsetzung bei Fehler
IBILD	: =1: χ^2 , =2: Wirk.Grad, =3: beides im Bild
IZAEHL	∅ oder 1: Spurensuchrichtung
IRAND	Bildausschnitt (1-6)
MNSPK(6)	Minimale Funkenzahl pro Spur
DELSTR	Erweiterung der Targettoleranz
XYMIN1(2)	Eckpunkt Rahmen IRAND=1, links unten
XYMAX1(2)	Eckpunkt Rahmen IRAND=1, rechts oben
Rand(4,6)	≡XYMIN(1) bis XYMAX6(2)

Die bei der Spurensuche verwendeten Parameter sind bei (FRA72) beschrieben. Je nach Untersuchungszweck kann diese Liste erweitert werden*.

* Speicherbegrenzungen treten vorläufig nicht auf, da sich das Unterprogramm, das die Parameter liest und zurückgibt, in einem Overlayzweig des On-line-Programms befindet.

5. Prüfung der automatischen Spurensuche

Das hier beschriebene BILD-Programm (bzw. dessen Vorgänger) hat sich seit mehreren Jahren als unentbehrliches Hilfsmittel bei der Kontrolle und Verbesserung des bei F33 entwickelten Spurensuchprogramms (FRA72) erwiesen.

Anwendungsfälle waren im einzelnen:

a) Betrachtung einer statistischen Auswahl von Ereignissen aus dem Compton-Koinzidenzexperiment (COM1). Sie zeigte in 94 % der Fälle genau die Protonenspür, die der Betrachter selbst rekonstruiert hätte. In 3 % der Fälle fand das Programm keine Spur. Sie ließen sich alle dadurch erklären, daß entweder ein Teilchen, das nicht vom Target kam*, oder ein Schauer beobachtet wurde.

In weiteren 3 % fanden sich Mehrfachspuren. Sie ließen sich teilweise durch die in einer gedrehten Ebene beobachteten Korrelation der Projektionen eindeutig machen. Der verbleibende Rest (1,2 %) erwies sich sowohl optisch als auch durch seine Intensitätsabhängigkeit (rechnerisch festgestellt an einer sehr viel größeren Auswahl) als zufällige Überlagerung von einer echten Spur mit Untergrundspuren, so daß man ihn von der Analyse ausschließen und als Korrektur behandeln konnte.

b) Bei einem neueren Comptonexperiment (COM2) wurde eine Auswahl der Ereignisse, die eine kinematische Zwangsbedingung schlecht erfüllten, auf dem Bildschirm untersucht. Dabei konnte ein Teil darauf zurückgeführt werden, daß das Programm bei großer Funkendichte falsche Spuren fand. Dieser Teil wurde durch verschiedene Programmverbesserungen, vor allem dadurch, daß die Minimalzahl der für eine Spur notwendigen Funken heraufgesetzt wurde, reduziert werden. Der Rest erwies sich durch seine Intensitätsabhängigkeit als zufällig und ließ sich entsprechend korrigieren.

* Das Suchprogramm akzeptiert nur Spuren, die innerhalb einer gewissen Toleranz vom Target kommen.

c) Spurenknicke, die in den Kohlenstoffplatten des Protonenteleskops auftreten, wurden mit einem Spezialprogramm untersucht (GI70). Bei einer Auswahl wurde am Bildschirm festgestellt, daß das Programm zufriedenstellend arbeitete.

Darüber hinaus wurde das BILD-Programm mehrfach dazu benutzt, Verbesserungen des Spurprogramms zu prüfen, Parameter zu justieren und Anregungen zu sammeln.

6. On-line-Prüfung neuer Funkendaten

Erhält das On-line-Programm vom Kleinrechner anstatt einer Steueranweisung (s. 4) ein Funkenrekord, so bearbeitet es dieses direkt und schickt ein kodiertes Bild zurück.

Diese Betriebsart läßt sich zu Beginn eines neuen Experimentes nützlich verwenden. Man erhält schnell Antwort auf folgende Fragen:

- a) Registriert das Funkenkammersystem überhaupt Spuren? Trotz vorhandener Funken, die der Kleinrechner meldet, können die Spuren durch falsche Justierung oder Kodierung der Kammern nicht erkannt werden.
- b) Sind die Parameter des Spurensuchprogramms (Straßenbreite ect.) ungefähr richtig eingestellt?
- c) Gibt es auffällige Quellen von Untergrundspuren, gegen die man die Funkenkammern abschirmen kann?
- d) Sind die Spurenwirkungsgrade, d. h. die Wahrscheinlichkeiten, daß einzelne Kammern zu einer Spur beitragen, gut? Zu diesem Zweck kann man den über mehrere Ereignisse gemittelten Spurenwirkungsgrad jeder Kammer im Display zeigen.

Die Antworten vermitteln eine schnelle Übersicht über das Experiment und mög-

liche Fehlerquellen. Diese Art der Datenaufnahme ist allerdings nicht für den Dauerbetrieb geeignet, da die notwendigen Rechen- und vor allem Umladezeiten des gegenwärtigen On-line-Betriebs zu groß sind. Sie wäre auch in dieser Form wenig nützlich, da ein Betrachter größere Mengen von Displaybildern nicht sinnvoll aufnehmen kann. Eine präzise Bestimmung der optimalen Parameter und der Wirkungsgrade erhält man durch Off-line-Analyse größerer Datenmengen.

7. Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem beschriebenen Programmsystem lassen sich in dem Zentralrechner durch einfache FORTRAN-Aufrufe Bilder aus Punkten, Geraden und Schriftzeilen herstellen und auf den Bildschirm des Kleinrechners übertragen. Ebenso lassen sich Texte erzeugen und über eine Schreibmaschine am Kleinrechner ausgeben.

Als Anwendung werden Bilder von Funkenkammerereignissen dargestellt, die die Kammern, Funken und die von einem Spurensuchprogramm gefundenen Geraden enthalten. Durch Vergleich mit der intuitiven Fähigkeit des Betrachters, selbst Spuren zu erkennen, kann der Wirkungsgrad des Spurensuchprogramms (Scanning efficiency) ermittelt werden. Darüber hinaus kann der Betrachter mögliche Mißerfolge des Programms diagnostizieren und Verbesserungen ersinnen.

In der Aufbauphase eines Experimentes kann das System zudem schnelle Informationen über das Funktionieren des Funkenkammerdetektors, zulässige Raten und mögliche Untergrundquellen liefern.

Das Programm wird zur Zeit dahin weiter entwickelt, daß es dem Operateur Eingriffe mit einem Lichtstift erlaubt. Damit soll er die Möglichkeit erhalten,

bei komplizierten Ereignissen aktiv in die Spurensuche einzugreifen, indem er etwa einzelne Punkte als zu einer Spur gehörend markiert.

Herrn Dr. Franke danke ich für ergiebige Diskussionen.

Anhang I : Bildkodierung

Die Kodierung wurde so gewählt, daß sie kompakt ist und leicht vom Kleinrechner (C90-10) in die von Punkt-, Vektor- und Zeichengenerator verlangten Formate umzusetzen ist.

Jedes Bildelement wird dabei durch ein besonderes "Segment" beschrieben. Die Segmente werden hintereinander zu einem Rekord zusammengestellt.

Ein Segment besteht aus mindestens 5 Halbworten (16 bit, von denen die letzten 12 übertragen werden). Es hat folgende Form:

Position	Bezeichnung	Wertebereich
1. Halbwort	CODE	0 - 6
2. "	X-Koordinate	0 - 1023
3. "	Y-Koordinate	0 - 1023
4. "	Zahl der folgend. Halbworte	1 - 200
5. "		
.	"Inhalt"	
.		

Der CODE bezeichnet das darzustellende Bildelement und bestimmt die Kodierung des "Inhalts" wie folgt:

Code	Beschreibung	Halb- wort Nr.	Inhalt
0	Text	5	2 Zeichen (BCD)
		6	(") (")
1	normale Punkte	5.	X-Koordinate des 1. Punktes*
		6.	Y-Koordinate des 1. Punktes
2	intensive	7.	(X-Koordinate des 2. Punktes)
		8.	usw.
3	normale Polygone**	5.	X = Endpunkt 1. Sehne
		6.	Y = Endpunkt 1. Sehne
4	intensive	7.	(X = Endpunkt 2. Sehne)
		8.	usw.
5	normale Histogramme	5.	Treppenbreite
		6.	² Log (Skalenfaktor)
6	intensive	7.	1. Bininhalt***
		8.	2. Bininhalt usw.

Anmerkungen:

- * Alle Koordinaten liegen zwischen 0 und 1023. Bei Punkten wird das 2. und 3. Halbwort ignoriert.
- ** Bei dem in Abschnitt 3 beschriebenen Aufruf CALL VEKTOR wird die Möglichkeit, Polygone kompakt zu kodieren, nicht ausgenutzt.
- *** Bei der Bildherstellung werden die Bininhalte mit dem Skalenfaktor multipliziert und zu x, y addiert.

Referenzen

- FRA72 G. Franke, Interner Bericht DESY F33-72/3 (1972)
- COM1 G. Buschhorn et al., Phys. Lett. 37B (1971) 207, 211
- COM2 L. Criegee et al., DESY-Proposal Nr. 97 (1970)
- GI70 A. Giese, Diplomarbeit, Interner Bericht DESY F33-70/2 (1970)

REERUN 7811, EVENT 8881340, PLATTE 1751+1

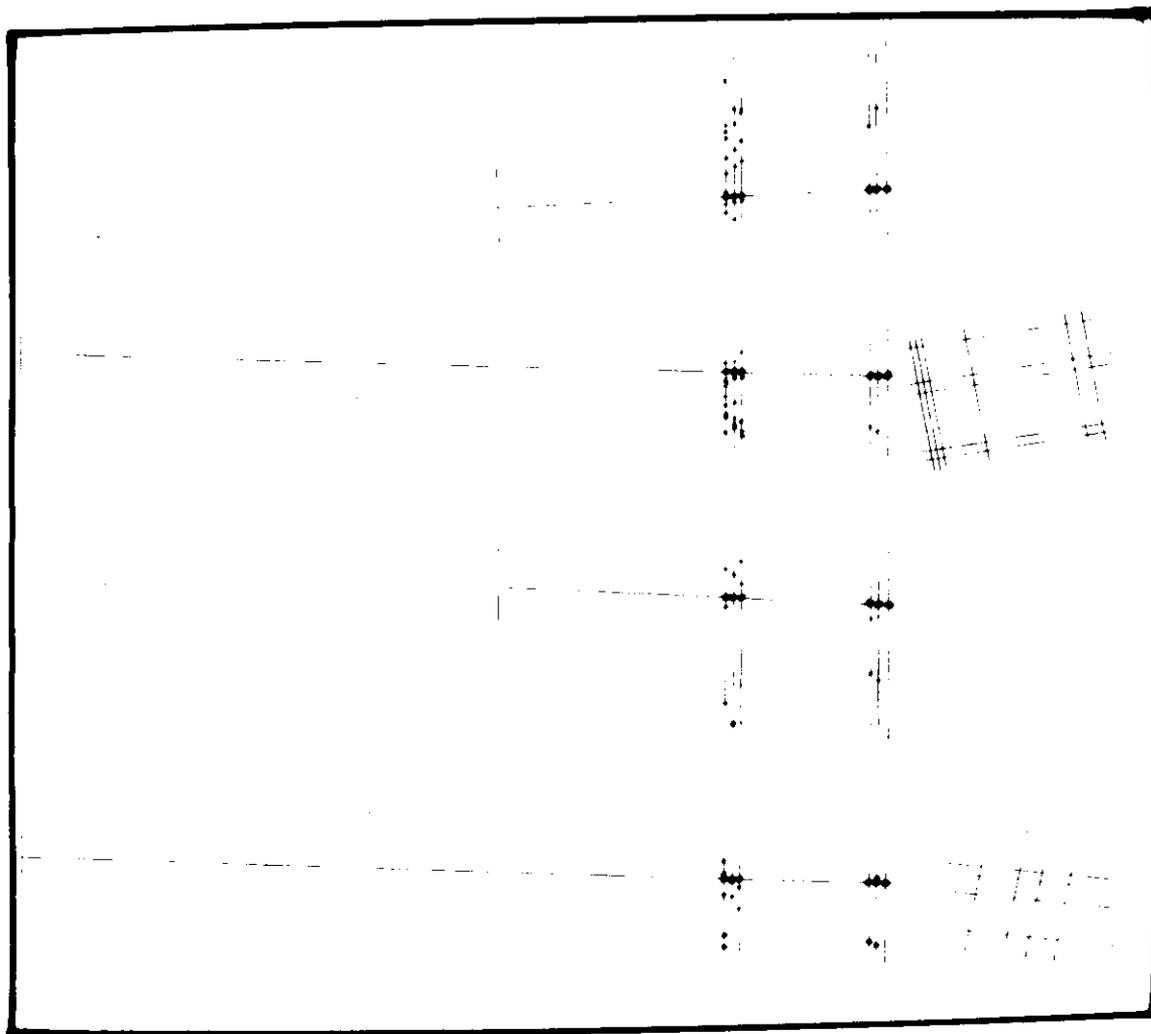


Abb. 1: Ereignis mit hoher Funkendichte aus (COM2)

Oben x- und y-Projektion des einen, unten des anderen Paarspektrometerarms (s. Abb. 2). Alle Projektionen sind affin verzerrt. Die "Targettoleranzen" (Strich) befinden sich in den y-Projektionen am H_2 -Target, in den x-Projektionen in Magnetmitte. Funken, die zur gefundenen Spur gehören, werden als intensive Punkte gezeigt, die anderen als einfache. In der jeweils letzten Kammer, die um 9° gedreht ist, werden nur die zur Spur gehörenden Funken gezeigt. Ganz rechts die Rückansicht dieser gedrehten Kammern mit allen Drähten, die angesprochen haben.

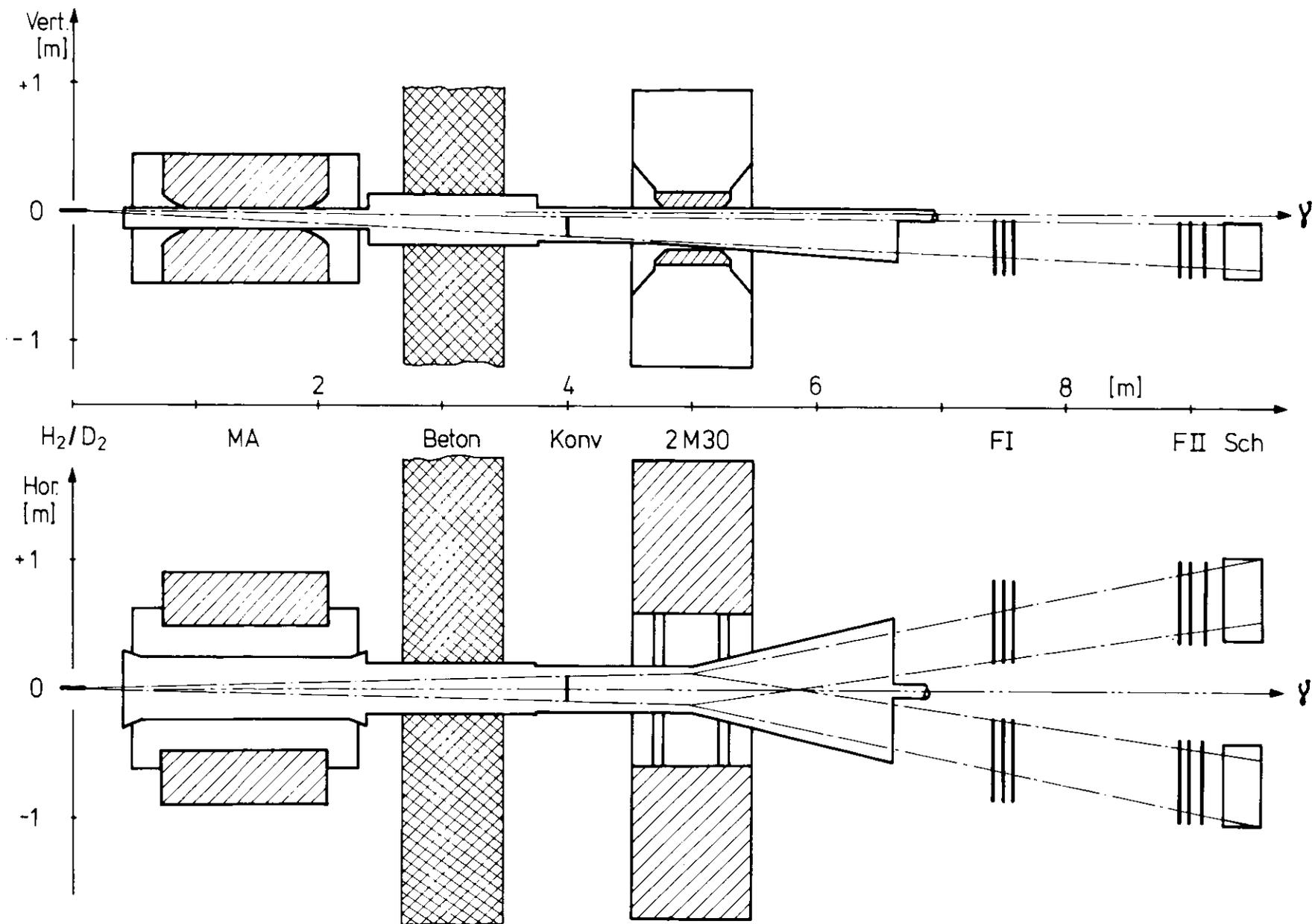


Abb. 2: y- und x-Projektion des Experimentieraufbaus (COM2)

Photonen, die im H_2 -Target nach unten gestreut worden sind, werden im Konverter (Konv) in Paare konvertiert. Die Paarteilchen werden im Magneten (2M30) abgelenkt und in den Funkenkammerblöcken FI und FII analysiert.

