

Interner Bericht

DESY F 33-72/3

Mai 1972

S P A R K

Ein Programm zur Spurenerkennung
aus digitalen Funkenkammer-Daten

von

G. Franke

DESY-Bibliothek

14. JULI 1972

Inhaltsverzeichnis

Seite

1.	<u>Einleitung</u>	1
2.	<u>Prinzip der Spurenerkennung</u>	3
2.1.	Definition und Erkennung einer Spur	
2.2.	Zuordnung der Projektionen zu räumlichen Spuren	
2.3.	Reichweitebestimmung	
3.	<u>Aufbau des SPARK-Programms</u>	7
3.1.	Format der Meßdaten	
3.2.	Programmfluß	
3.2.1.	Verwaltungsroutine SPARK	
3.2.2.	Spurenerkennungsroutine TRACK	
4.	<u>Wichtige Parameter, Kontrollgrößen, Verteilungen</u>	11
4.1.	Straßenbreite	
4.2.	Zuordnungsparameter	
4.3.	Funkendicke	
4.4.	Funkenkammer-Wirkungsgrad	
4.5.	Geometrische Kammerjustierung	
4.6.	x-y-Korrelationsmatrizen	
4.7.	Nicht rekonstruierbare Ereignisse	
4.8.	Targetverteilungen	
4.9.	Weitere Verteilungen	
5.	<u>Benutzungsanleitung</u>	14
5.1.	Allgemeine Hinweise	
5.2.	Eingabeparameter	
5.3.	Detaillierte Programmbeschreibung	

Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

Seite

5.4. Rechenzeiten

5.5. Programmbeispiel

6. Scan-Programm

24

1. Einleitung

Der vorliegende Bericht beschreibt ein Spurnerkennungsprogramm, das es erlaubt, für eine Funkenkammeranordnung und aus hohem elektromagnetischem Untergrund gerade Spuren zu rekonstruieren. Es wurde, ausgehend von einer einfacheren Version (AKO) im Laufe der Zeit weiterentwickelt und in drei Funkenkammer-Experimenten bei DESY (RHO, COM1, COM2) erfolgreich angewendet.

Die Eigenschaften der Funkenkammern sind in verschiedenen Arbeiten beschrieben worden (FRA, VOG, LOE), so daß eine tabellarische Aufstellung der wesentlichen Punkte an dieser Stelle ausreichen sollte:

- 1) Es wurden ebene Drahtkammern mit einem 1 mm-Raster verwendet,
- 2) davon standen drei Typen mit empfindlichen Flächen von $0,11 \text{ m}^2$, $0,27 \text{ m}^2$ und $0,41 \text{ m}^2$ zur Verfügung.
- 3) Die Funkeninformation wurde auf Ferritkernen zwischengespeichert.

Die Kammern wurden als parallele Ebenen zu Blöcken ('Teleskopen') zusammengefaßt (Abb.1). Jedes Teleskop war für den Nachweis eines Teilchens vorgesehen. Im \mathfrak{g} -Experiment (RHO) wurden z. Bsp. drei Teleskope verwendet, nämlich eines für das Rückstoßproton und je eines für die beiden Zerfallspionen.

Die Spurenrekonstruktion ist im wesentlichen unter drei Aspekten zu betrachten:

- 1) Erkennung einer Spur in zwei Projektionen zur Orts- und Richtungsbestimmung eines Teilchens,
- 2) Auflösung von Mehrdeutigkeiten, die auftreten, wenn in mindestens einer Projektion eines Teleskops mehr als eine Spur gefunden wird,
- 3) Reichweite von Rückstoßprotonen in einem Funkenkammer-Absorber-Teleskop.

Im nächsten Abschnitt werden die für die Analyse verwendeten Methoden beschrieben.

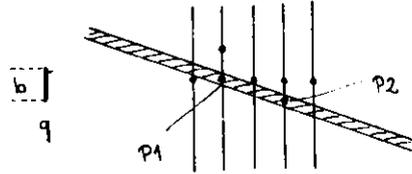
Einen Überblick über den Aufbau des Programms SPARK, das in FORTRAN IV geschrieben ist, kann man sich im dritten Abschnitt verschaffen, während im vierten wichtige Parameter und Kontrollausdrucke behandelt werden, die dem Benutzer zeigen sollen, ob das Programm optimal arbeitet. SPARK kann von anderen Benutzern bedingt angewendet werden. Einschränkungen werden sich im allgemeinen aus der Kammergeometrie, dem Aufbau des Experiments und der Kodierung der Meßdaten ergeben. Die Abschnitte 3. und 5. sollen dem Interessenten zeigen, durch welche Ergänzungen das Programm an seine Probleme angepaßt werden kann.

2. Prinzip der Spurenerkennung

2.1. Definition und Erkennung einer Spur

Bei der Erkennung von projizierten Spuren werden im wesentlichen zwei Tatsachen ausgenutzt, nämlich daß die Teilchen eine wenig ausgedehnte Quelle (z.B. ein H_2 -Target) haben und nur geringer Vielfachstreuung unterliegen.

Gegeben sei ein Teleskop mit n (Funkenkammer-) Ebenen und ein Quellenbereich q (Targettoleranz) der Breite b in festem Abstand vom Teleskop (siehe Skizze). Als projizierte Spur wird eine Ausgleichsgerade mit gutem χ^2 durch m ($\leq n$) Funken bezeichnet, die den Quellenbereich q durchstößt. m darf eine Minimalzahl m_{\min} nicht unterschreiten.



Ein wesentliches Problem für die Spurenerkennung ist die Tatsache, daß bei hohem elektromagnetischem Untergrund, wie er in der Nähe von Elektronen- und γ -Strahlen herrscht, sich zufällige Einzelfunken leicht zu einer scheinbaren Spur kombinieren lassen. Für die Spuren ist daher eine große Redundanz anzustreben.

In SPARK werden aus diesem Grunde die Spuren mit der höchsten Redundanz zuerst gesucht, d.h. man verlangt von einer Spur zunächst, sie soll so viele Funken umfassen, wie Ebenen vorhanden sind. Werden für ein bestimmtes Ereignis in einer bestimmten Projektion keine (weiteren) Spuren mit n Funken gefunden, so wird die Bedingung abgeschwächt und im nächsten Schritt nur $n-1$ Funken verlangt. Das Verfahren wird fortgesetzt, bis die Minimalzahl m_{\min} erreicht ist. Bei jedem Versuch, eine Spur zu finden, wird folgendes Schema angewendet:

- 1) Aus den gemessenen Funkenkoordinaten einer Projektion werden zwei ausgewählt, die in zwei Funkenkammerebenen ("Primärebenen") liegen, welche mindestens durch eine dritte getrennt sind. Diese Koordinaten seien P_1 , P_2 (siehe Skizze).

- 2) Die in 1) gewählten Primärfunken P1, P2 definieren eine "Straße". Das sei das Zwischengebiet zwischen zwei parallelen Geraden, die symmetrisch zu P1 und P2 liegen (in der Skizze schraffiert).
- 3) Es wird geprüft, ob die Straßenmitte das Quellengebiet q durchstößt, die Breite wird für diesen Zweck etwas größer gewählt als b , weil die Richtung der Straße die Teilchenrichtung weniger gut beschreibt als eine Ausgleichsgerade durch viele Funken. Zeigt die Straße nicht auf q , so werden andere Primärfunken genommen.
- 4) Zeigt die Straße auf q , so wird in den übrigen Ebenen (die nicht Primärebenen sind) nach weiteren Funken innerhalb der Straße gesucht. Es wird höchstens ein Funken aus jeder Ebene akzeptiert, bei Mehrdeutigkeit derjenige, welcher der Straßenmitte am nächsten liegt. Die Straßenbreite ist ein wichtiger Parameter. Ihr optimaler Wert hängt von der Ortsauflösung der Funkenkammern und der Vielfachstreuung der Teilchen ab.
- 5) In gedrehten Ebenen mit x - y -Auslese werden Koordinaten in einer Projektion des ungedrehten Koordinatensystems dadurch erzeugt, daß man Paare von x - und y -Koordinaten zu einem räumlichen Punkt zusammenfaßt und diesen in das ungedrehte System transformiert. Das innerhalb der Straßenbreite am besten passende Paar wird für die Spur verwendet.
- 6) Sind alle Ebenen abgesucht und wurde die Minimalzahl von Funken für eine Spur erreicht oder überschritten, so wird mit allen Funkenkoordinaten einschließlich der Primärfunken ein linearer Fit ausgeführt. Aus dem Fit ergeben sich Ort und Richtung der Ausgleichsgeraden.
- 7) Es wird sukzessive der Funken mit der größten Abweichung von der Ausgleichsgeraden aus dem Fit weggelassen und erneut gefittet, solange bis nur $m_{\min} - 1$ Funken nachbleiben.

Auf der Basis dieser Ausgleichsgeraden wird wieder eine Straße erzeugt und dann das unter 4) und 5) geschilderte Verfahren angewendet, diesmal auch auf die Primärebenen. Schließlich erhält man in der Regel eine neue Ausgleichsgerade.

- 8) Die Ausgleichsgerade wird verworfen, wenn
 - a) ihr χ^2 zu groß ist oder
 - b) sie nicht den Quellenbereich q mit der Breite b durchstößt.
- 9) Die Funkenkoordinaten einer akzeptierten Spur werden gelöscht, so daß sie zu möglichen weiteren Spuren nicht beitragen.
- 10) Das Verfahren ist für eine definierte Minimalzahl von Funken abgeschlossen, wenn die Prozeduren 1) bis 9) systematisch mit allen möglichen Paaren von Primärfunken F_1, F_2 durchgespielt wurden, wobei gelöschte Funken nicht mehr zur Verfügung stehen. Es wird unabhängig auf beide Projektionen aller Teleskope angewendet.

2.2. Zuordnung der Projektionen zu räumlichen Spuren

Zwei Spuren, je eine in x- und y-Projektion, gelten als korreliert, wenn ihr gemeinsamer Durchstoßpunkt in der gedrehten Ebene in beiden Projektionen des gedrehten Koordinatensystems in der Nähe genau einer Funkenkoordinate liegt. Der maximale Abstand ϵ zwischen Durchstoß- und Funkenkoordinate (z.B. 1 mm) ist wie die Straßenbreite eine wichtige Größe. So gelten zwei projizierte Spuren als nicht korreliert, wenn sie innerhalb ϵ mit mehr als einer Koordinate der gedrehten Ebene koinzidieren. Diese Bedingung entspricht der Vorstellung, daß viele Teilchen nahe beieinander eine Korrelation vortäuschen könnten.

Kreuzen sich zwei Spuren einer Projektion in der Nähe der gedrehten Ebene, so ist eine Zuordnung zu den Spuren der anderen Projektion nicht eindeutig möglich. Das Ereignis wird in besonderer Weise markiert.

2.3. Reichweitebestimmung

Schließt sich an den richtungsbestimmenden Teil eines Funkenkammerteleskops ein Funkenkammer-Absorber-Teleskop an (siehe z.B. Abb. 1), so kann man die Reichweite und damit die Energie bestimmter Teilchen messen. Das in 2.1. beschriebene Verfahren kann zur Reichweitebestimmung i.allg. nicht verwendet werden, weil die Teilchen in den Absorbern stark vielfach-gestreut werden. Aus dem gleichen Grund ist im Absorberteleskop kein so hoher elektromagnetischer Untergrund zulässig wie im Richtungsteleskop. Das Verfahren geht von bereits bekannten projizierten Spuren, die im Richtungsteleskop gefunden wurden, aus. Es werden sukzessive die Durchstoßpunkte der Spur durch die Absorber-Kammern berechnet. In einem Intervall symmetrisch zum Durchstoßpunkt wird nach Funkenkoordinaten gesucht. Zwei aufeinanderfolgende, in diesem Intervall leere Funkenkammern zeigen das Ende der Spur an. Die Intervallbreite ist proportional dem Abstand zur davorliegenden Ebene und hängt von der Dicke des Absorbers ab. Die Intervallmitte wird der jeweils letzten gefundenen Koordinate nachgeführt, um Knickspuren zu verfolgen.

3. Aufbau des SPARK-Programms

3.1. Format der Meßdaten

Die Funkenkammer-Experimente der DESY-Gruppe F33 wurden am γ -Strahl 24 durchgeführt. Als Strahlmonitor diente ein Quantameter. Die Messungen wurden in einzelne Runs unterteilt, die typisch je eine Stunde Meßzeit erforderten. Die genannten Bedingungen bestimmen in wesentlichen Punkten das Format der Meßdaten:

- 1) Zu Anfang eines Runs wird ein "Beginn"-Record erzeugt. Dieses enthält DVM-Messungen verschiedener Spannungen und einen vom Operateur eingegebenen Text.
- 2) Die Daten eines jeden Ereignisses werden in einem oder mehreren Records gespeichert. Darin ist die Funkeninformation enthalten. Der Aufbau eines solchen "Event"-Records ist in Tabelle 1 wiedergegeben.
- 3) Nach jedem Quantametersweep werden die Zählerstände eingelesen und in einem "Scaler"-Record gespeichert.
- 4) Nach einer vorgewählten Zahl von Quantametersweeps wird der Run beendet und ein Endrecord erzeugt, das Zählerstände und DVM-Werte enthält.

Alle Records können auf Grund von Kennworten klassifiziert werden.

3.2. Programmfluß

Die Beschreibung des Programmflusses wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit in zwei Unterabschnitte aufgeteilt.

Tabelle 1

Aufbau eines Funkenrecords

Wort-Nr. (2-byte-Worte)		Inhalt
1		Recordlänge
2		Recordtyp
3	}	Online-
4		Codes
5	}	Run-
6		Nummer
7	}	Record-
8		Nummer
.	}	
.		
ca.		
30	}	Scaler
Worte		
.	}	
.		
.		
.		
ca.	}	
30		Flip-flops, ADCs
Worte		
.	}	
.		
n ₁	}	Erste
n ₂		Funkenadresse
n ₃	}	Zweite
n ₄		Funkenadresse
.		
.		

3.2.1. Verwaltungsroutine SPARK

SPARK hat die Funktion eines Hauptprogramms, das lediglich den globalen Programmablauf steuert. Insbesondere kontrolliert es:

- 1) die angegebenen Rungrenzen, in denen die Daten analysiert werden sollen,
- 2) die unterschiedliche Behandlung der verschiedenen Recordtypen,
- 3) den Ausdruck und seine Einteilung entsprechend den Wünschen des Benutzers (runweise oder im Block),
- 4) die richtige und rechtzeitige Beendigung des Jobs.

In Abb. 2 ist ein Flußdiagramm von SPARK dargestellt.

Die Namen der von dort gerufenen Unterprogramme sind in Blockschrift angegeben.

3.2.2. Spurenerkennungsroutine TRACK

Die Routine TRACK (Flußdiagramm Abb.3) organisiert die Spurenerkennung eines einzelnen Ereignisses. Insbesondere wird dafür gesorgt, daß die Analyse unvollkommener Ereignisse frühzeitig beendet wird. Außerdem wird in TRACK organisiert: die in Abschnitt 2.1. beschriebene Abschwächung der Redundanz, das Löschen von solchen Funkenkoordinaten, die für Spuren verwendet worden sind und eine übersichtliche Speicherung der Spurenparameter und deren Ausgabe. Die Aufgaben der Unterprogramme sind in groben Zügen folgende (detaillierte Beschreibung siehe Abschnitt 5.3.):

In SORFUN werden aus der ursprünglichen Funkeninformation (Kernadressen) Funkenkoordinaten berechnet und nach Teleskopen und Ebenen geordnet abgespeichert. Die Koordinaten in der gedrehten Ebene werden in ROTPLA in besondere Arrays umgespeichert und in den ursprünglichen Arrays gelöscht. GERADE versucht in einer definierten Projektion eine Spur zu erkennen und teilt TRACK die wesentlichen Ergebnisse dieses Versuchs mit. GRADRE wird von GERADE gerufen, um

einen Funken in der gedrehten Ebene zu ermitteln, der optimal zu einer Spur paßt. In COMBIN werden die projizierten Spuren eines Teleskops zu räumlichen kombiniert. RECALC ist im allgemeinen eine Dummy-Routine. Sie kann für spezielle Checks verwendet werden, fallen diese negativ aus, so kann das Ereignis mit modifizierten Parametern noch einmal gerechnet werden.

4. Wichtige Parameter, Kontrollgrößen, Verteilungen

Um das Programm SPARK sinnvoll anzuwenden, muß man eine größere Zahl von Parametern in einem BLOCK DATA definieren oder über eine NAMELIST einlesen. Die Bedeutung der wichtigsten Größen soll hier beschrieben werden.

Neben der Ausgabe der reduzierten Daten aller Ereignisse (z.B. auf Magnetband) werden eine Reihe statistischer Größen berechnet und ausgeschrieben. Diese sollen in den anschließenden Abschnitten 4.3. bis 4.7. erläutert werden.

4.1. Straßenbreite

Die Bedeutung dieses Parameters ist in Abschnitt 2.1. beschrieben worden. Sein optimaler Wert hängt von der Ortsauflösung der Funkenkammern und der Vielfachstreuung der Teilchen ab. Bei zu kleiner Straßenbreite verliert man Spuren. Wählt man sie zu groß, werden möglicherweise zufällige Konstellationen von Funkenkoordinaten als Spur interpretiert.

Optimierungsmöglichkeit: Man variiere die Straßenbreite etwa zwischen der doppelten und der dreifachen vollen Auflösungsbreite der Funkenkammern (Vielfachstreuung gering vorausgesetzt) und erhält dann in der Regel eine Abhängigkeit der Zahl rekonstruierbarer Ereignisse von der Straßenbreite. Die entsprechende Kurve zeigt ein Plateau. Auf diesem wähle man einen geeigneten "Arbeitspunkt". Dabei ist zu beachten, daß der χ^2 -Cut mit der Straßenbreite konkurrieren kann. Die χ^2 -Cut-Parameter sind ebenfalls zu optimieren.

4.2. Zuordnungsparameter

Diese Größe wurde in Abschnitt 2.2. erläutert und hat ganz ähnliche Bedeutung wie die Straßenbreite. Die Optimierung ist so lange einfach, wie die Kammern "saubere" Bilder zeigen, d.h. solange nicht zu viele einzelne Funken als Untergrund gesehen werden. Der Zuordnungsparameter sollte etwa die Größe der Funkenkammerauflösung haben. Eine Vergrößerung vermindert die Zuordnungswahrscheinlichkeit, weil Doppelkoinzidenzen

von Durchstoßpunkten der Ausgleichsgeraden mit Funkenkoordinaten in der gedrehten Ebene nicht akzeptiert werden.

4.3. Funkendicke

SPARK gibt für jede Ebene die Verteilung der Funkendicken (Zahl der benachbarten angesprochenen Drähte) aus (Abb.4). Diese hat Einfluß auf die Funkenkammerauflösung.

4.4. Funkenkammer-Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad wird bei der Spurenanalyse berechnet. Es sind drei Größen zu unterscheiden (siehe Abb.4):

- 1) Kammerwirkungsgrad: Ansprechhäufigkeit einer Ebene bezogen auf die Zahl der durchstoßenden Spuren.
- 2) Spurenwirkungsgrad: Ansprechhäufigkeit einer Ebene innerhalb der Straße bezogen auf die Zahl der durchstoßenden Spuren.
- 3) Mehrfachwirkungsgrad: Relative Häufigkeit, mit der die Kammer mehr als einen Funken pro Ereignis registriert.

Zur späteren Berechnung des Wirkungsgrades für ausgewählte Ereignisklassen wird für jede Spur auf dem reduzierten Datensatz eine Bitkette gespeichert. Ein einzelnes Bit sagt aus, ob zu einer bestimmten Spur die der Bitsignifikanz entsprechende Ebene einen Funken beigetragen hat oder nicht, je nachdem, ob es "an-" oder "abgeschaltet" ist.

4.5. Geometrische Kammerjustierungen

Der über viele Spuren gemittelte Abstand der Ausgleichsgeraden von dem zur Spur beigetragenen Funken wird für jede Ebene berechnet und ausgegeben. Diese Größe gibt Auskunft darüber, wie gut die Kammern relativ zueinander justiert sind. Es reicht aus, zwei Referenzebenen im Raum genau zu vermessen und die übrigen Ebenen automatisch zu justieren (Abb.4). Die Abstände der Ebenen müssen natürlich genau

bekannt sein, auch müssen die Drähte aller Ebenen für jede Projektion parallel verlaufen.

4.6. x-y Korrelationsmatrizen

Für jedes der Teleskope gibt es zwei Matrizen H, H' . Die Größe H_{mn} sagt, mit welcher Häufigkeit in der x-Projektion des Teleskops m Spuren und gleichzeitig in der y-Projektion n Spuren gesehen wurden. In H' ist eine Untermenge von Ereignissen repräsentiert, und zwar solche, für die genau eine Spur in x und eine in y miteinander korreliert sind (Abb. 5).

4.7. Nicht rekonstruierbare Ereignisse

Für Ereignisse, bei denen mindestens in einer Projektion keine Spur gefunden wird oder Inkonsistenzen auftreten wird eine Übersicht erstellt (Abb.5: Information on bad track events). Man kann ihr entnehmen, wie viele Ereignisse in jeder Klasse nicht rekonstruierbarer enthalten sind.

4.8. Targetverteilungen

Die Durchstoßpunkte der Spuren durch die Targetebene (parallel zu den Funkenkammerebenen) können in einer zweidimensionalen Verteilung dargestellt werden (Projektionen siehe Abb.6). Einer solchen Verteilung kann man entnehmen, ob es außerhalb des Targets noch andere (unerwünschte) Quellen gibt und wie die Targettoleranzen für die Spuren zu setzen sind.

4.9. Weitere Verteilungen

χ^2 -Verteilungen für die Spuren werden nach Freiheitsgraden und Projektionen getrennt dargestellt. Sie gestatten eine Kontrolle des χ^2 -Cuts.

Eine weitere Methode, die Straßenbreite zu optimieren, liefern die Abstandsverteilungen zwischen Funkenort und Fitgerade für jede Ebene.

5. Benutzungsanleitung

5.1. Allgemeine Hinweise

Das Programm SPARK kann für die Spurenerkennung verwendet werden, wenn der experimentelle Aufbau des Benutzers höchstens drei Funkenkammerteleskope mit jeweils parallelen Ebenen umfaßt. Die Zahl der Ebenen pro Teleskop darf (in jeder Projektion) 16 nicht übersteigen, höchstens eine von ihnen kann um die Teleskopachse gedreht sein. Es werden nur gerade Spuren erkannt.

Im Abschnitt 5.3. werden die Routinen im einzelnen beschrieben, und es wird jeweils gesagt, ob sie allgemein verwendbar oder vom Benutzer zu substituieren sind.

Zur Darstellung von Verteilungen wird das Programm HYBRID (HYB) als Flotsystem verwendet. Es wird als bekannt vorausgesetzt.

5.2. Eingabe-Parameter

Die COMMONs BLOTEL, CORR, INFUNK, STEUER, TRGPOS enthalten Eingabe-Parameter. Ihre Bedeutung wird in diesem Abschnitt erläutert:

COMMON/BLOTEL/LEB1(6),IEB2(6)

Jede Projektion (mit Nr. IVU) wird logisch in zwei Blöcke unterteilt. Der erste Primärfunken (beim Spurenfit, siehe Abschnitt 2.1.) wird aus dem ersten Block, der zweite aus dem zweiten Block genommen. Es ist

LEB1(IVU) die Nummer der letzten Ebene im ersten Block,
IEB2(IVU) die Nummer der ersten Ebene im zweiten Block.

COMMON/CORR/DINDU(6,16)

DINDU(IVU,IEB) = individuelle Korrektur an der x- bzw. y-Position einer Ebene, IVU = Nr. der Projektion, IEB = Nr. der Ebene.

```
COMMON/INFUNK/XBAS,ZSYS,PFAD,STRASS,ROAD,XYTRAP,GEW2,DREH,
PARTIC,PROTO,PIO,SINDRE,CCSDRE,SIGN,XSQMAX,IELMX,MINREG,
LVMIN,LVMAX,LTELMN,LTELYX,LINMAX,MAXFIT,IGNUBU,ILAB,NGROUP,
NCHA,MNSPK,LDREH,IFITL
DIMENSION XBAS(6,16),ZSYS(6,16),STRASS(8),ROAD(6),XYTRAP(6),
GEW2(6,16),DREH(3),PARTIC(3),SINDRE(3),CCSDRE(3),SIGN(6,16),
XSQMAX(6,10)
INTEGER*2 ILAB(6,16),NGROUP(6,16),NCHA(6),MNSPK(6),LDREH(3),
IFITL(6)
LOGICAL IGNUBU
```

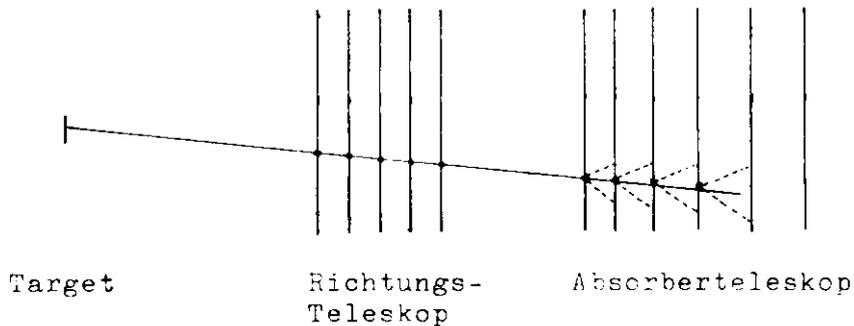
Es seien IFEL eine Teleskop-Nr., IVU eine Projektions-Nr., IEB eine Ebenen-Nr. Die Größen haben dann im einzelnen folgende Bedeutung:

$XBAS(IVU,IEB)$ ist die Koordinate des ersten Kammerdrahts (legt den Koordinaten-Nullpunkt fest)

$ZSYS(IVU,IEB)$ = z-Koordinate der Ebene

PFAD = x-y-Korrelations-Toleranz

STRASS(IVU) = halbe Straßenbreite bei der Spurenfindung nach Vorfit (siehe Abschnitt 2.1. Punkt 6)



STRASS(7) = halbe Straßenbreite bei der Spurenfindung auf der Basis von Primärfunken

ROAD(IVU) = Tangens des halben Öffnungswinkels des Trichters, der bei der Reichweitebestimmung die Breite des Scanintervalls festlegt (siehe Skizze auf Seite 15).

XYTRAP (IVU) = halbe Targettoleranz für die Ausgleichsgeraden.

GEW2(IVU,IEB) = Gewicht, das die Koordinaten beim Fit bekommen

DREH(ITEI) = Drehwinkel der gedrehten Ebene (in Grad, im rechtshändigen Koordinatensystem)

PARTIC(ITEI) = 'PION': durchgehendes geladenes Teilchen
= 'PROT': Teilchen wird abgebremst (mit Reichweitebestimmung)

PROTO,PIO: DATA PROTO,PIO /'PROT','PION'/ dient der Identifizierung des Teleskop-Typs

SINDRE(ITEI) = sin(DREH(ITEI))

COSDRE(ITEI) = cos(DREH(ITEI))

SIGN(IVU,IEB) = Vorzeichen * Drahtabstand. Das Vorzeichen ist so zu wählen, daß die Funkenkoordinaten, die aus dem Schwerpunkt eines Clusters von Kernadressen (SCHWER) berechnet werden, in einem rechtshändigen Koordinatensystem definiert sind. Für das Koordinatensystem der Kernadressen wird dies nicht gefordert.

Funkenadresse = (XBAS(IVU,IEB)+DINDU(IVU,IEB)+SCHWER)*SIGN(IVU,IEB)

XSCMAX(IVU,JFU) = χ^2 -Cut für die Spuren mit JFU Funken

IELMX = höchste Hardware-Kammernummer

MINREC wird als Minimalzahl von Halbworten im Eventrecord gefordert

LVMIN,LVMAX kleinste, bzw. größte Projektionsnummer
 $1 \leq LVMIN < LVMAX \leq 6$, LVMIN ungerade, LVMAX gerade

LTELMN,LTELMX kleinste, bzw. größte Teleskopnummer

LINMAX = Maximalzahl von Funken in einer Kammer (≤ 15)

MAXFIT = Maximalzahl von Geraden, die in einer Projektion gesucht werden (darf 10 nicht übersteigen)

IGNUBU: IGNUBU = .TRUE.: Fehlversuch bei Spurenerkennung
beendet nur die Untersuchung der gerade behandelten Projektion.
IGNUBU = .FALSE.: Fehlversuch beendet die Untersuchung des
Ereignisses

ILAB(IVU,IER) = Hardware-Kammernummer zur Dekodierung der
Funkenadressen

NGROUP(IVU,IER) = höchste Drahtnummer, Zahl der Drähte in
dieser Ebene.

NCHA(IVU) = Zahl der Ebenen

MNSPK(IVU) = Minimalzahl von Funken pro Spur

LRERH(ITEL) = Nr. der gedrehten Ebene, falls = 0: keine
gedreht

IFITL(IVU) = Zahl der Ebenen, in denen Spuren gefittet werden

COMMON/STEUER/LEV,NBAD,NGOOD,NSTART,LEADRC,IRUN,NPF,
MNVENT,ID,IRUNL,IPRI,KEVENT,JSFA,IREC,IZABEL,IFRKA,
IFROT,IKIN,GOOD,RUNPRI
INTEGER IPRI(3)
LOGICAL GOOD,RUNPRI

LEV = Zahl der gerechneten Ereignisse

NBAD = Zahl nicht rekonstruierbarer Ereignisse

LEADRC = Zahl inkonsistenter Eventrecords

MNVENT = Höchstzahl von Ereignissen, für die kein Endaus-
schrieb gemacht wird

IRI(I) Ereignisse werden von PRINT ausgeschrieben

I = 1: Originalrecord

I = 2: Funkenkoordinaten

I = 3: Spuren

RUNPRI: RUNPRI = .TRUE.: Statistik für jeden Run einzeln
ausdrucken.

COMMON/TRGPOS/TGZENT(6), ZTGT(6), XCUTLO(6),XCUTHI(6), XCL(6),
XCH(6),DELSTR

TGZENT(IVU)= x-(y-) Koordinate des Targetschwerpunkts im
Teleskop-Koordinatensystem.

ZTGT(IVU)= z-Koordinate des Targets im Teleskop-Koordinaten-
System

DELSTR= zusätzliche relative Vergrößerung des Targetbereichs
für Geraden auf Primärfunkenbasis (siehe Abschnitt 2.1.),
definiert die Größen XCL,XCH(s.u.)

Die übrigen Größen werden wie folgt berechnet:

$XCUTLO(IVU) = TGZENT(IVU) - XYTRAP(IVU)$

$XCUTHI(IVU) = TGZENT(IVU) + XYTRAP(IVU)$

(bestimmen den Targetbereich für Ausgleichsgeraden)

$XCL(IVU) = XCUTLO(IVU) - XYTRAP(IVU)*DELSTR$

$XCH(IVU) = XCUTHI(IVU) + XYTRAP(IVU)*DELSTR$

5.3. Detaillierte Programmbeschreibung

Programme ohne besonderen Hinweis brauchen nicht substituiert
zu werden.

SR^{*}) BEGABS liest die im vorigen Abschnitt beschriebenen Para-
meter ein, falls sie in der NAMELIST/FULIST/enthalten sind,
berechnet daraus weitere Eingabe-Parameter z.B. LTEL MN, LTEL MX,
SINDRE, COSDRE, XCUTLO, XCUTHI, XCL, XCH, XBAS → XBAS+DINDU
und druckt eine Übersicht der Funkenkammern. Die in der NAMELIST/
FULIST/enthaltenen Größen und ihre Werte werden ebenfalls aus-
gegeben. In ENTRY BEGFUN werden Wirkungsgrad-arrays, x-y-Kor-
relationsmatrizen und einige undimensionierte Größen initialisiert.

SR ENDFUN druckt eine Runstatistik. Die ausgegebenen Größen sind
im wesentlichen alle in Abschnitt 4. beschrieben worden.

Die mittleren linearen Abweichungen der Funkenkoordinaten von
den Ausgleichsgeraden werden für jede Kammer ausgerechnet und
auf das Array DINDU gespeichert. Bei der Analyse weiterer Daten
kann man bereits mit korrigierten Kammerkoordinaten rechnen, wenn

*) SR=SUBROUTINE

man zuvor einmal die SR BEGABS aufruft.

SR GERADE sucht einzelne projizierte Spuren. Das Programm enthält:

- 1) das in Abschnitt 2.1. beschriebene Straßenverfahren,
- 2) den Geradenfit
- 3) die Reichweitebestimmung,
- 4) die Buchführung für die spätere Bestimmung des Wirkungsgrades.

SR LIES33 liest einzelne Ereignisse (oder Begin -,Scaler- oder Endrecords) vom Originaldatenträger. Dieses Programm ist im allgemeinen zu substituieren. Es sind folgende Größen zu berechnen (in COMMON/STEUER/):

IRUN= aktuelle Runnummer

KEVENT= aktuelle Ereignisnummer

In SR PLOVNT werden Plots mit den Größen des aktuellen Ereignisses gefüllt. Als Plotsystem wird das Programm HYBRID (HYB) benutzt, das hier als bekannt vorausgesetzt wird. Folgende plots sind belegt:

Plot-Nr.

DPLOT	ITEL	mit Targetverteilung für Teleskop Nr. ITEL
PLOT	100*IVU+20+NR	mit der χ^2 -Verteilung für Spuren mit NR Funken in der Projektion IVU

Die Verteilung der Abstände der zu einer Spur beitragenden Funkenkoordinaten von der Ausgleichsgeraden werden in SR GERADE aufgefüllt. Plotnummer (PLOT) für die Ebene IEB in der Projektion IVU ist 100*IVU+IEB. Falls weitere Plots gemacht werden sollen, ist ein Programm zu schreiben, das auch die Target- und χ^2 -Verteilungen enthält. Die Information über die Spuren des aktuellen Ereignisses ist dem COMMON/BAHN/ zu entnehmen (Einzelheiten siehe SR TRACK).

SR PRINT druckt Information über das aktuelle Ereignis.

CALL PRINT (1): Originalrecord wird ausgedruckt (insgesamt IPRI(1)-mal).

CALL PRINT(2): Funkenkoordinaten werden geordnet nach Projektionen und Ebenen ausgegeben (IPRI(2)-mal).

CALL PRINT(3): druckt Information, die im COMMON/FUAUS/ enthalten ist (siehe SR TRACK, IPRI(3)-mal).

PRINT kann übernommen werden, wenn man die Originaldaten eines Ereignisses in den COMMON/STORE/KDUMMY,IEV; INTEGER*2 IEV(1090) einbringt und die aktuelle Länge des Arrays IEV in IEV(1) abspeichert.

SR RECALC ist eine (Dummy-)Routine von folgendem Aussehen:

```

SUBROUTINE RECALC(MAL,*)
.
.
(A)
.
.
IF (MAL.GE.2) RETURN
.
.
(B)
.
.
IF (.TRUE.) GOTG 2
1 RETURN 1
2 RETURN
C NORMALBEDINGUNG MERKEN
ENTRY MEKNOM
.
.
(C)
.
.
RETURN
C NORMALBEDINGUNG WIEDERHERSTELLEN
```

ENTRY RECNO

.

.

(D)

.

.

RETURN

END

RECALC kann benutzt werden, um ein Ereignis unter geänderten Bedingungen erneut zu analysieren, nachdem alle projizierten Spuren bereits einmal erkannt sind. Der Check auf das Normalergebnis wird in B gemacht. Fällt er positiv aus (keine Wiederholung), so gehe man nach Statement Nr. 2, sonst ändere man die Bedingungen in gewünschter Weise und gehe nach Statement Nr. 1. Die Änderung von Bedingungen wird praktisch durch Variation von Parametern in einem COMMON vorgenommen werden, diesen bringe man nach A. Die Normalbedingungen merke man sich in C und stelle sie in D wieder her. In der Dummy-Routine sind die Teile A, B, C und D nicht vorhanden.

In SR ROTPLA werden die Koordinaten in der gedrehten Ebene auf ein spezielles Array umgespeichert. In ENTRY GRADRE wird zu einer Spur ein passender Funken in der gedrehten Ebene gesucht. Durchstoßpunkt und Straßenbreite stehen in einer Argumentliste. In ENTRY COMBIN wird versucht, aus den projizierten Spuren in einem Teleskop räumliche Spuren mit Hilfe der Funken in der gedrehten Ebene zu erzeugen.

In SR SORFUN werden zwei COMMONs mit Information über die Funken des aktuellen Ereignisses gefüllt:

```
COMMON/BAHN/X,STEIG,QUAER,XPRIM,NRED,TC,DSX,XDELQ,ISP,NBUBU,ICO,
NSPCH,IVAL,LIN,MEBE,IRFIT,IEFF,NCO
DIMENSION X(6,16,15),STEIG(6,10),QUAER(6,10),XPRIM(6,10),NRED(6,10)
INTEGER*2 NSPCH(6,16),IVAL(16),LIN(6),MEBE(6),IRFIT(6,10), IEFF
(6,10),NCO(6,10)
```

```
COMMON/WIRE/DEVS,DEVS2,NGUT,NALLE,MERFU,NDURCH,NFULIN,NAKERN,  
IBADT,LINLIN,MATCH,NFUTEL  
DIMENSION DEVS(6,16),DEVS2(6,16)  
INTEGER*2 NGUT(6,16),NALLE(6,16),MERFU(6,16),NDURCH(6,16),  
NFULIN(6,16),NAKERN(5,6,16),IBADT(7,10),LINLIN(6,10,10),  
MATCH(3,10),NFUTEL(3,16)
```

Folgende Arrays sind in diesem Programm zu füllen: LIN,MEBE,
NSPCH und X. Zu Beginn sind sie zu initialisieren, und zwar
LIN,MEBE,NSPCH= 0, X = 1000.

Die Arrays haben folgende Bedeutung (IVU=Proj.Nr., IEB=Ebenenr.,
IFU=Funkenindex):

X(IEB,IAR,IFU) = Funkenkoordinate

NSPCH(IVU,IEB) = Zahl der Funken, besagt also, wie weit das
Array X gefüllt ist.

MEBE(IVU) = Zahl der angesprochenen Ebenen, d.h. der Ebenen mit
mindestens einer Funkenkoordinate

Findet man ein irgendwie inkonsistentes Ereignisrecord oder
Widersprüche in der Funkeninformation, so setze man NBUBU=
1,2 oder 3. Man erhält dann am Schluß eine Statistik, die an-
zeigt, wie oft diese Fehler vorgekommen sind. Kommentare:

NBUBU = 1: INCONSISTENT BUFFER LENGTH

NBUBU = 2: NOT ENOUGH SPARKS

NBUBU = 3: INCONSISTENT RECORD

Man erhöhe die Größe NAKERN(KERN,IVU,IEB) um 1, wenn man in
der Ebene IEB der Projektion IVU einen Cluster der Dicke
KERN findet (d.h. KERN benachbarte Drähte haben angesprochen).

Diese Routine ist vom Benutzer zu substituieren.

Der SPARK wurde bereits in Abschnitt 3.2.1. behandelt und ist
vom Benutzer zu schreiben.

SR TRACK wurde ebenfalls schon besprochen (Abschnitt 3.2.2.). Ergänzend sei noch gesagt, daß immer dann, wenn eine projizierte Spur gefunden wurde, folgende Größen definiert werden (siehe COMMON/BAHN/ in SR SORFUN, IVU = Proj.-Nr., IFIT = Nr. der Spur):

STEIG(IVU,IFIT) = Steigung der projizierten Spur
XPRIM(IVU,IFIT) = Koordinate der proj. Spur bei $z=0$
QUAER(IVU,IFIT) = χ^2 der proj. Spur/Freiheitsgrade
NRED(IVU,IFIT) = Zahl der Funken in der Spur
IEFF(IVU,IFIT) = Bitkette der Spur
IRFIT(IVU,IFIT) = Reichweiteindex (Nr. der Ebene, in der die Spur endet)

Nach Abschluß der Prozedur sind LIN(IVU) Spuren gefunden. Diese Information kann z.B. verwendet werden, falls die in COMMON/EUAUS/ gegebene nicht ausreicht. Dieser COMMON wird ebenfalls in SR TRACK gefüllt und enthält die Information von höchstens drei Spuren. Dabei stehen die Daten aus den x-y-korrelierten Spuren auf den niedrigsten Indizes, unkorrelierte Spuren folgen:

```
COMMON/EUAUS/XOUT,SLOUT,EROUT,IROUT,NSOUT,LINOUT,WRKOUT,PAROUT  
DIMENSION XOUT(6,3),SLOUT(6,3),EROUT(6,3)  
INTEGER*4 IROUT(6,3),NSOUT(6,3),LINOUT(6),VRROUT(6,3)  
LOGICAL*4 PAROUT(3,3)
```

Die Größen haben folgende Bedeutung (IVU=Proj.-Nr., JLIN=Spurenindex, ITEL=Tel.-Nr.):

XOUT(IVU,JLIN) = Koordinate der proj. Spur bei $z=0$.
SLOUT(IVU,JLIN) = Steigung der proj. Spur
EROUT(IVU,JLIN) = χ^2 /Freiheitsgrad
IROUT(IVU,JLIN) = Reichweiteindex
LINOUT(IVU) = Zahl der in Proj. IVU gefundenen Spuren. Es werden maximal drei ausgegeben.
WRKOUT(IVU,JLIN) = Bitkette, die sagt, welche Ebenen zur Spur einen Funken beigetragen haben, das letzte Bit entspricht der ersten Ebene.
PAROUT(IVU,JLIN) = .TRUE. besagt, daß die Spuren mit Index JLIN und den zu ITEL gehörigen Projektionen korreliert sind.

Der ZWIERS ist eine vom Benutzer zu schreibende Routine mit verschiedenen ENTRIES (siehe Abb. 2). Sie ist im wesentlichen dazu da, die reduzierten Daten in einem Record zusammenzustellen und auf einen Datensatz (im allgemeinen ein Magnetband) zu schreiben. Von hier können sie mit Hilfe anderer Programme gelesen und kinematisch analysiert werden.

5.4. Rechenzeiten

Das Programm braucht auf einer IBM 360/75 im Mittel eine CPU-Zeit von 30 - 100 msec für die Erkennung der Spuren eines Ereignisses in einem Teleskop (4 - 6 Ebenen je Projektion).

5.5. Programmbeispiel

Befinden sich alle für die Spurenanalyse notwendigen Programme auf einer Bibliothek (P53. FIALIB), so hat der komplette Job das in Abb. 7 dargestellte Aussehen. Das Programm wird in dieser Form für die Analyse des zweiten Comptonexperiments (COM2) verwendet. Der Funkenkammeraufbau besteht aus zwei Teleskopen (Paarspektrometer) mit sechs Ebenen in jeder Projektion. Es werden mindestens fünf Funken pro Spur verlangt. Die Sternkarten für die Plots entsprechen in Form und Umfang diesen Forderungen. Im Link-Step wird ein BLOCK DATA mit allen Eingabeparametern angekettet (BLOCK7). Einige dieser Parameter werden beim Einlesen der NAMELIST/FILIST/ abgeändert. Die letzte Datenkarte gibt die Runnngenzen an, in denen Daten vom Band gelesen (FIO?) und analysiert werden sollen. Die reduzierten Daten können auf einen sequentiellen Datensatz (FIO7) geschrieben werden.

6. Scan-Programm

Zur subjektiven Prüfung der Programmeigenschaften steht ein Scan-Programm zur Verfügung. Dieses ruft das Spurensuchprogramm (TRACK) auf und stellt die Ausgabedaten (Funkenkammerpositionen, Funkenkoordinaten, Spuren) zu einem kodierten Bild zusammen, das on-line an einen Prozeßrechner übertragen und dort dekodiert und auf einen Display dargestellt wird (Beispiel siehe Abb. 8).

Durch das systematische Studium solcher Bilder kann dreierlei erreicht werden:

- 1) Man erhält eventuell Anregungen zur Weiterentwicklung des Spurensuchprogramms.
- 2) Man kann Untergrundstudien betreiben und
- 3) Korrekturfaktoren für Zählraten ermitteln.

Das Scan-Programm soll, soweit es sich um den allgemeinen Zweck der Herstellung, Übertragung und Darstellung von Bildern handelt, in einem weiteren Bericht beschrieben werden (CRI).

Danksagung

Ich danke Herrn Dr. Criegee, Frau Kukowka und Hrl. Budde für ihre tatkräftige Unterstützung.

Referenzen:

- AKO F.Akolk, G.Hochweller, Persönliche Mitteilung
- COM1 G.Buschhorn et al., Phys.Lett.37 B, 207 (1971) und
DESY-Bericht 71/51 (1971)
G.Buschhorn et al., Phys. Lett. 37 B, 211 (1971) und
DESY-Bericht 71/52 (1971)
- COM2 L.Criegee et al., DESY-Proposal Nr. 97 (1970)
- CRI L.Criegee, DESY-Interner Bericht F33-72/4 (1972)
- FRA G.Franke, Diplomarbeit, Hamburg (1968) und
DESY-Interner Bericht F33-68/2 (1968)
- HYB B.Butenschön, DESY-Bericht DV-71/2 (1971) und
DESY-Interner Bericht R1-69/1 (1969)
- LOE G.Loeffler, Dissertation, Hamburg (1970) und
DESY-Interner Bericht F33-70/3 (1970)
- RHO L.Criegee et al., Phys.Lett. 28 B, 282 (1968) und
Phys. Rev. Lett. 25, 1306 (1970)
- VOG G.Vogel, Diplomarbeit, Hamburg, (1969) und
DESY-Interner Bericht F33-69/2 (1969)

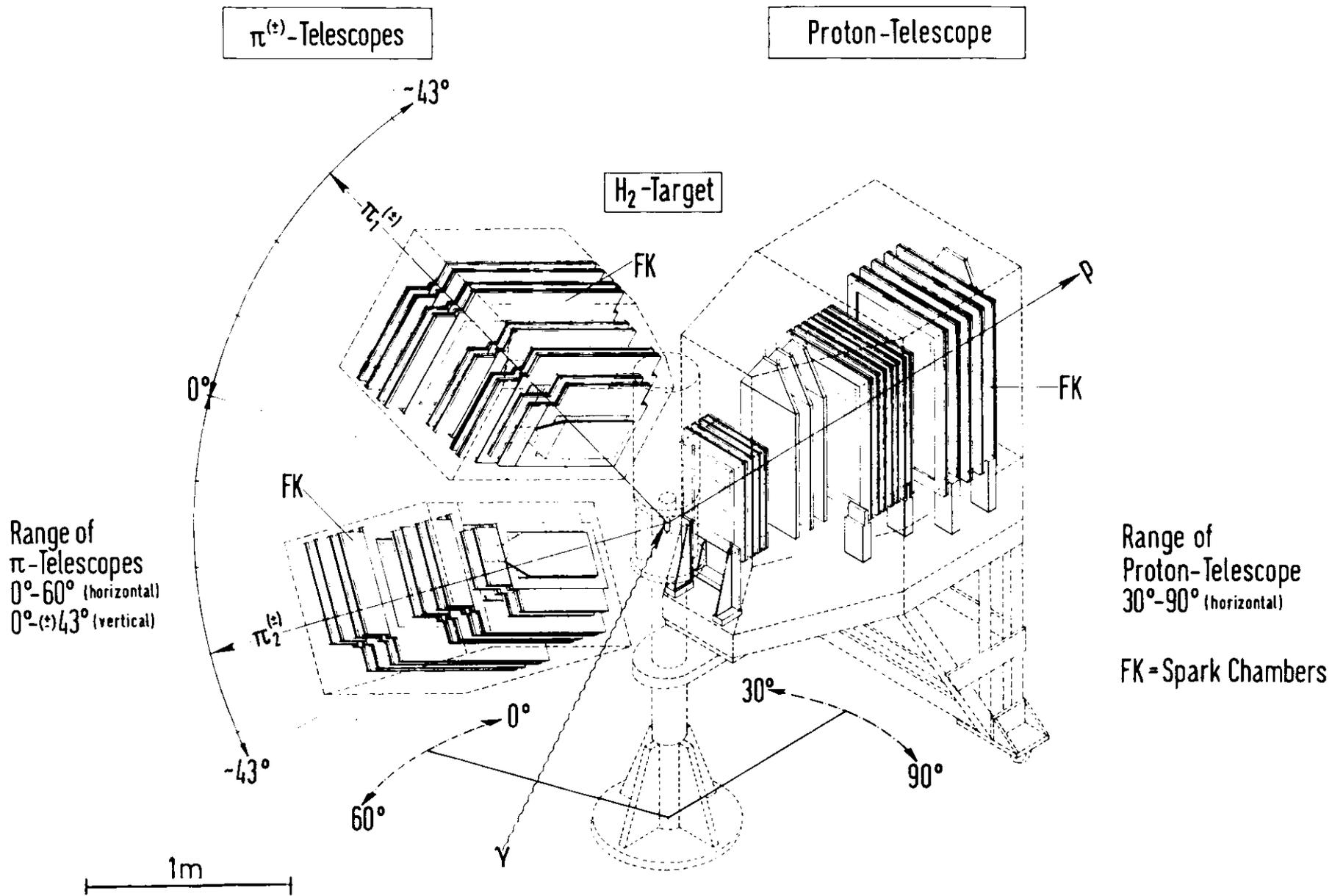


Abb. 1 Experimenteller Aufbau des g -Experiments

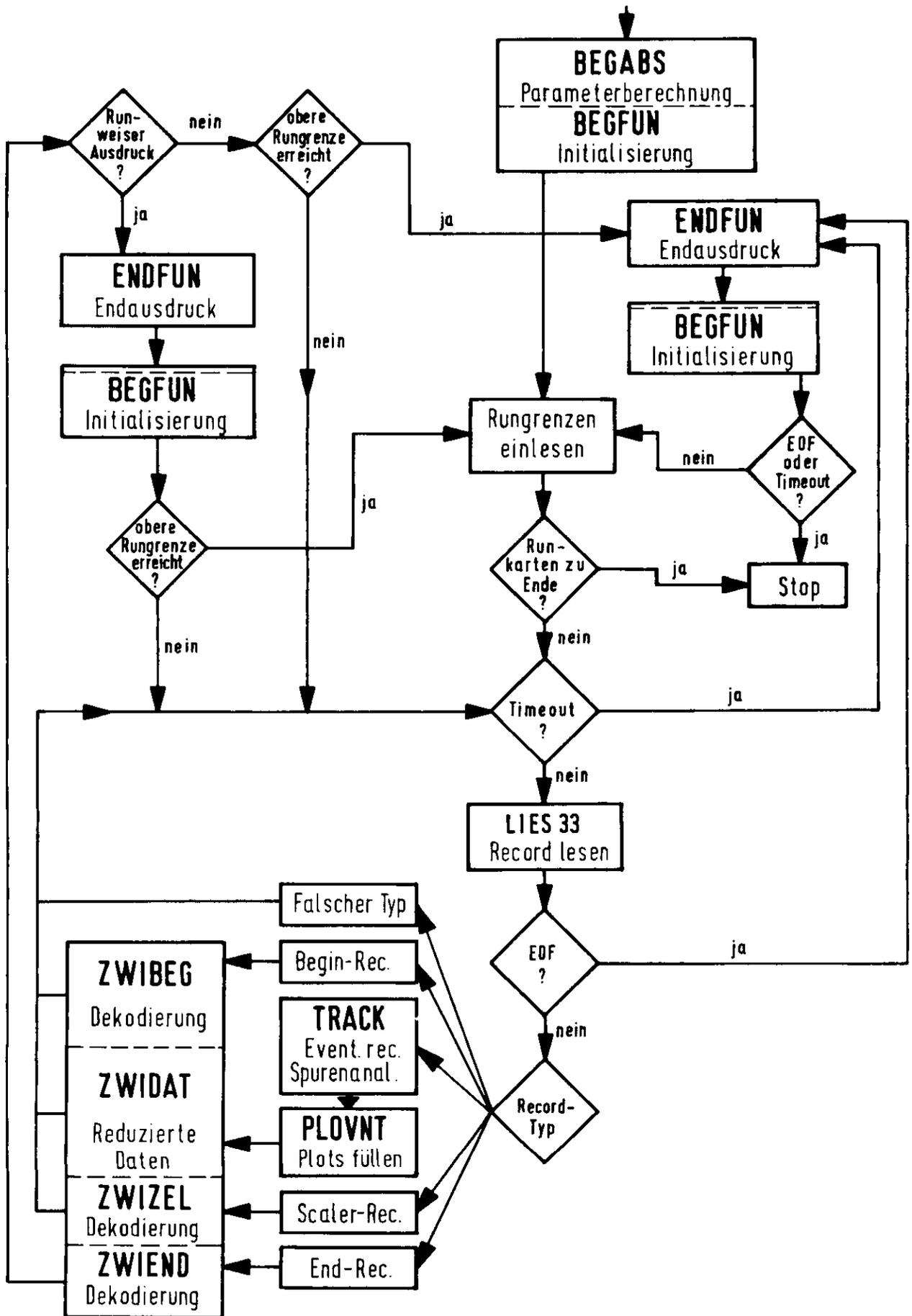


Abb.2 Flußdiagramm der Routine SPARK

END OF RUN PRINT FOR TRACK
 RUN NOS = 7844 - 7844 NO OF EVENTS = 1000 NO OF GOOD EVENTS = 889 NO OF BAD EVENTS = 111

INDIVIDUAL PLANE STATISTICS, WIDTH OF CLUSTERS

VIEW	PLANE	SINGLES	DOUBLES	TRIPLES	QUADS	GTQUAD
1	1	707	1879	996	178	47
1	2	1272	1876	405	54	22
1	3	655	1903	855	179	83
1	4	336	950	719	155	138
1	5	644	1135	821	138	38
1	6	484	1208	987	278	135
2	1	134	591	1435	1051	434
2	2	319	1083	1285	538	161
2	3	163	679	1436	902	479
2	4	60	188	654	746	527
2	5	66	173	658	800	463
2	6	90	161	534	785	1218
3	1	1361	2721	859	169	80
3	2	1320	2482	923	187	91
3	3	1097	2436	1083	260	117
3	4	366	1402	664	83	29
3	5	429	1279	621	107	46
3	6	544	1653	707	100	52
4	1	361	1308	1976	784	429
4	2	433	1456	1752	753	359
4	3	272	1165	1961	935	419
4	4	92	354	992	763	284
4	5	205	464	813	695	291
4	6	128	547	1185	782	396

INDIVIDUAL PLANE STATISTICS, EFFICIENCY

VIEW-NO = 1

PLANE	NO OF TRACKS	PLANE FIRED	FIRED IN ROAD	MULT CLUSTS	EFF TOTAL	EFF ROAD	EFF MULT	MEAN DEV (MM)	MEAN SQ DEV (SQMM)
1	1064	1060	1051	862	0.9962	0.9878	0.8102	-0.01	0.15
2	1064	1062	1034	878	0.9981	0.9718	0.8252	0.03	0.11
3	1064	1063	1040	886	0.9991	0.9774	0.8327	-0.03	0.17
4	1064	1055	1036	682	0.9915	0.9737	0.6410	0.01	0.22
5	1064	1057	1033	837	0.9934	0.9709	0.7867	0.03	0.14
6	1064	1057	1037	820	0.9934	0.9746	0.7707	-0.03	0.15

VIEW-NO = 2

PLANE	NO OF TRACKS	PLANE FIRED	FIRED IN ROAD	MULT CLUSTS	EFF TOTAL	EFF ROAD	EFF MULT	MEAN DEV (MM)	MEAN SQ DEV (SQMM)
1	1012	1008	998	818	0.9960	0.9862	0.8033	-0.03	0.12
2	1012	1007	977	790	0.9951	0.9654	0.7806	0.01	0.11
3	1012	1012	993	844	1.0000	0.9812	0.8340	0.02	0.14
4	1012	1010	996	592	0.9980	0.9842	0.5950	-0.06	0.17
5	1012	1005	990	598	0.9931	0.9783	0.5909	0.04	0.15
6	1012	1006	986	718	0.9941	0.9743	0.7095	0.01	0.16

VIEW-NO = 3

PLANE	NO OF TRACKS	PLANE FIRED	FIRED IN ROAD	MULT CLUSTS	EFF TOTAL	EFF ROAD	EFF MULT	MEAN DEV (MM)	MEAN SQ DEV (SQMM)
1	1054	1053	1025	772	0.9991	0.9725	0.8842	0.04	0.19
2	1054	1053	1031	931	0.9991	0.9782	0.8833	-0.01	0.17
3	1054	1051	1026	731	0.9972	0.9734	0.8833	-0.04	0.22
4	1054	1051	1041	712	0.9972	0.9877	0.6755	-0.03	0.17
5	1054	1048	1008	701	0.9942	0.9753	0.6651	0.02	0.15
6	1054	1043	1023	805	0.9896	0.9706	0.7638	0.01	0.17

VIEW-NO = 4

PLANE	NO OF TRACKS	PLANE FIRED	FIRED IN ROAD	MULT CLUSTS	EFF TOTAL	EFF ROAD	EFF MULT	MEAN DEV (MM)	MEAN SQ DEV (SQMM)
1	1018	1018	997	896	1.0000	0.9794	0.8802	0.06	0.17
2	1018	1017	994	900	0.9990	0.9764	0.8841	-0.04	0.14
3	1018	1016	994	896	0.9980	0.9764	0.8802	-0.03	0.16
4	1018	1018	1013	675	1.0000	0.9951	0.6631	0.08	0.15
5	1018	1016	998	673	0.9980	0.9804	0.6611	-0.02	0.16
6	1018	1012	986	774	0.9941	0.9686	0.7603	-0.06	0.16

Abb. 4 Funkenkammer-Statistik

INFORMATION ON BAD TRACK EVENTS

ERROR VIEW	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	0	0	0	14	39	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	20	0	0	0	0	0
3	0	0	0	8	12	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	7	0	0	0	0	0
OTHERS	0	1	0	0	0	1	9	0	0	0

ERROR TYPES:

- ERROR 1: INCONSISTENT BUFFER LENGTH
- ERROR 2: NOT ENOUGH SPARKS
- ERROR 3: INCONSISTENT RECORD (SORFUN)
- ERROR 4: NOT ENOUGH SPARKS IN PRIME CLUSTER REGION
- ERROR 5: NO TRACK WAS FOUND COMING FROM TARGET
- ERROR 6: AMBIGUOUS CORRELATION OF TRACKS
- ERROR 7: MORE THAN LINMAX SPARKS IN AT LEAST ONE PLANE
- ERROR 8: PROGRAM ERROR

DISTRIBUTION OF NUMBER OF SPARKS IN A TRACK:

VIEW	SPARKS 2	3	4	5	6
1	0	0	0	153	911
2	0	0	0	132	980
3	0	0	0	150	904
4	0	0	0	126	892

CLASSIFICATION MATRIX FOR TEL 1

DOWN: Y-VIEW, ACROSS: X-VIEW

	1	2	3	4
1	857	28	2	1
2	9	0	2	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0

1-1-MATCHING TEL 1

DOWN: Y-VIEW, ACROSS: X-VIEW

	1	2	3	4
1	0	29	2	0
2	8	0	1	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0

CLASSIFICATION MATRIX FOR TEL 2

DOWN: Y-VIEW, ACROSS: X-VIEW

	1	2	3	4
1	824	47	3	0
2	21	7	0	0
3	0	0	0	0
4	0	0	0	0

1-1-MATCHING TEL 2

DOWN: Y-VIEW, ACROSS: X-VIEW

	1	2	3	4
1	0	37	3	0
2	21	6	2	0
3	2	0	0	0
4	0	0	0	0

MATCHED TRACKS IN TEL 1

TRACKS:	1	2	3	4
FREQUENCY:	39	1	0	0

MATCHED TRACKS IN TEL 2

TRACKS:	1	2	3	4
FREQUENCY:	71	1	0	0

TEL 1: 996 SIMPLE EVENTS, 899 GOOD EVENTS, SIMPLE/GOOD = 0.997 GOOD/TOTAL = 0.899

TEL 2: 895 SIMPLE EVENTS, 899 GOOD EVENTS, SIMPLE/GOOD = 0.996 GOOD/TOTAL = 0.899

81 EVENTS WERE RECALCULATED
 LAST RUN: 7844, NR OF GOOD EVENTS: 899, NR OF BAD EVENTS: 111

Y-Proj.

Z-Proj.

$\times 10$

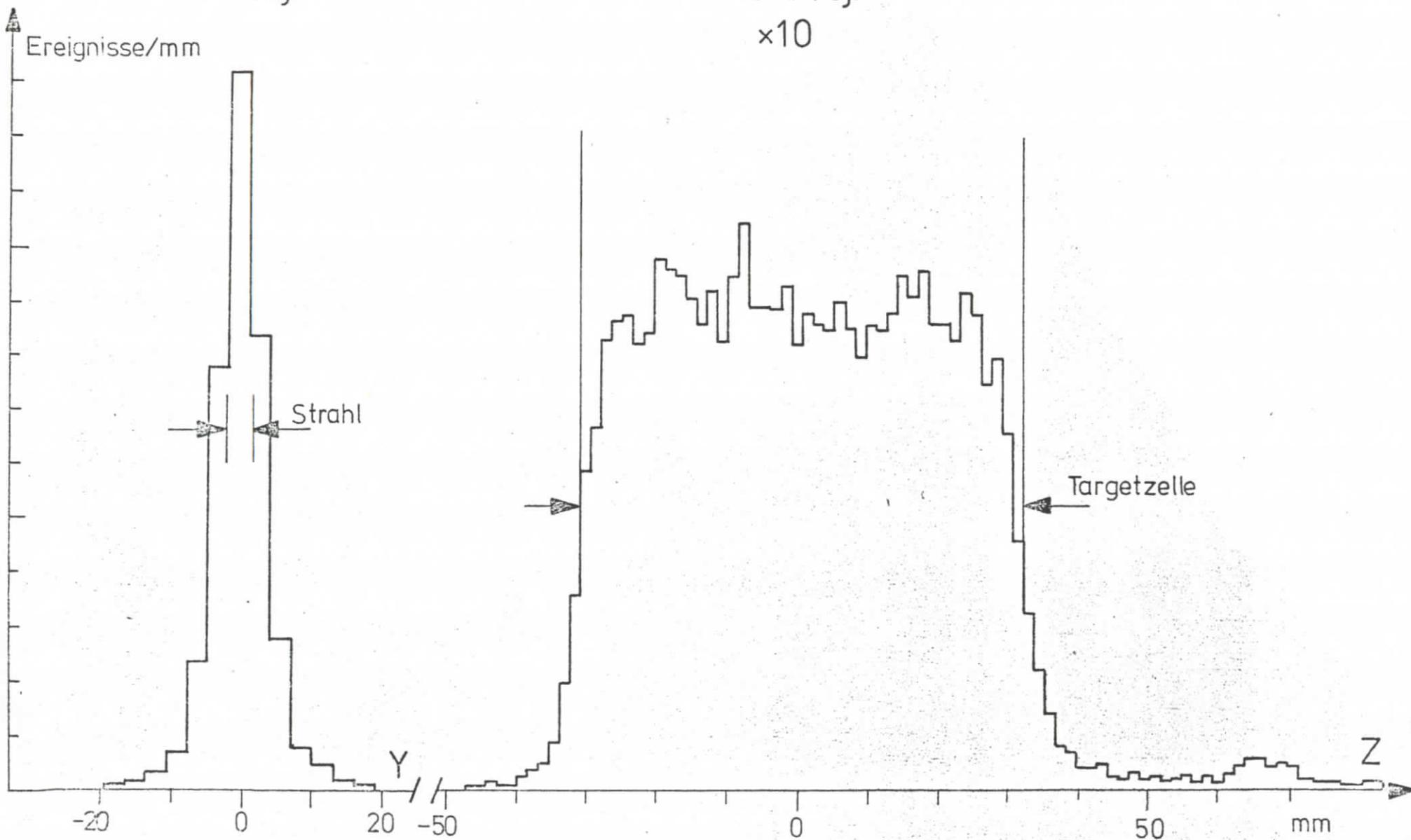


Abb. 6 Projizierte Targetverteilungen von Spuren

```

//F3370734 JOB 'COMPTON', FRANKF, MSGLEVEL=1, CLASS=A
// EXEC HYPERID, PARM, FIRST='OPT=2', PARM, LKFD=MAP, MEMBER=REDUCE,
//   LIB1='F33.FRALIB', VOLSER1=DISK04, LIB2='DESY.BUJLIB',
//   VOLSER2=DISK05, LIB3='PI.DUMMYLIB', VOLSER3=DISK04, MEMBER=DUMMYSEQ,
//   TIME, GO1=03
//PORT.SYSIN DD *
C M A I N
  CALL INIT
  CALL SPARK
  CALL END
  STOP
  END
//LKFD.SYSIN DD
//LKFD.F33 DD DSNNAME=F33.FRALIB,DISP=SHR,UNIT=2314,VOL=SER=DISK04
//LKFD.SYSIN DD *
  INCLUDE F33(ALOC97)
//GO1.SYSIN DD *
*PLOT101 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 1, EBENE 1
*PLOT102 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 1, EBENE 2
*PLOT103 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 1, EBENE 3
*PLOT104 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 1, EBENE 4
*PLOT105 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 1, EBENE 5
*PLOT106 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 1, EBENE 6
*PLOT201 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 2, EBENE 1
*PLOT202 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 2, EBENE 2
*PLOT203 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 2, EBENE 3
*PLOT204 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 2, EBENE 4
*PLOT205 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 2, EBENE 5
*PLOT206 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 2, EBENE 6
*PLOT301 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 3, EBENE 1
*PLOT302 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 3, EBENE 2
*PLOT303 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 3, EBENE 3
*PLOT304 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 3, EBENE 4
*PLOT305 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 3, EBENE 5
*PLOT306 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 3, EBENE 6
*PLOT401 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 4, EBENE 1
*PLOT402 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 4, EBENE 2
*PLOT403 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 4, EBENE 3
*PLOT404 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 4, EBENE 4
*PLOT405 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 4, EBENE 5
*PLOT406 -1.2 0.02 ABWEICHUNG DER FUNKENKOORDINATE VON DER AUSGLEA
  ICHSGERADEN, PROJ. 4, EBENE 6
*PLOT125 0. 0.025 CHI**2, 5 FUNKEN PRO SPUR, PROJ. 1
*PLOT225 0. 0.025 CHI**2, 5 FUNKEN PRO SPUR, PROJ. 2
*PLOT325 0. 0.025 CHI**2, 5 FUNKEN PRO SPUR, PROJ. 3
*PLOT425 0. 0.025 CHI**2, 5 FUNKEN PRO SPUR, PROJ. 4
*PLOT126 0. 0.025 CHI**2, 6 FUNKEN PRO SPUR, PROJ. 1
*PLOT226 0. 0.025 CHI**2, 6 FUNKEN PRO SPUR, PROJ. 2
*PLOT326 0. 0.025 CHI**2, 6 FUNKEN PRO SPUR, PROJ. 3
*PLOT426 0. 0.025 CHI**2, 6 FUNKEN PRO SPUR, PROJ. 4
*DPLD 1 -120.-240. 4. 4. 60TARGET-KONVERTER-PLOT TELESKOP 1
*DPLD 2 -120.-240. 4. 4. 60TARGET KONVERTER-PLOT TELESKOP 2
*NONEW
*PROJECT
*END
  &FULIST DELSTR=0.1,
  STRASS=3.0,3.0,3.0,3.0,3.0,3.0,3.5,3.5,
  XYTRAP=150.,60.,150.,60.,
  &END
  7844 7859
//FT09F001 DD UNIT=TAPF,DSN=F33COMPT,DISP=OLD,
// VOL=SER=(F33H41,F33H42,F33H43,F33H44)
//FT17F001 DD DUMMY

```

Abb. 7 Programmbeispiel

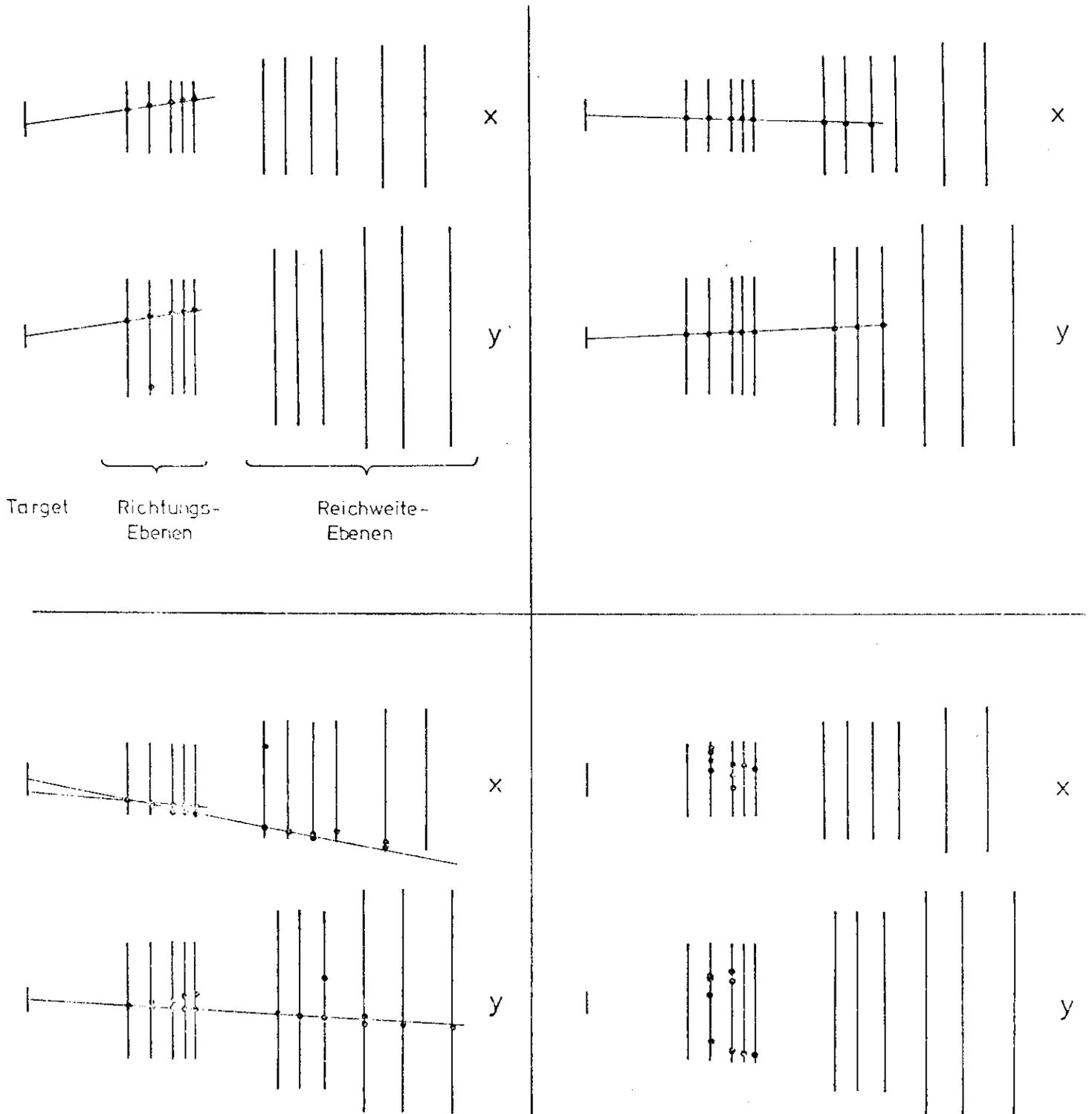


Abb. 9 Beispiele zur Punktenverteilung und Spurrekonstruktion.

In der ersten (gedrehten) Ebene sind nur solche Funken dargestellt, die zu einer Spur beitragen. Die Strichlänge für das Target entspricht der gesetzten Toleranz für den Durchstoßpunkt der Ausgleichsebenen.