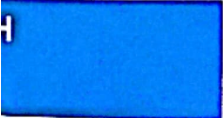


DESY-Bibliothek

WISSENSCHAFTLICHER BERICHT
DER GRUPPEN IM FORSCHUNGSBEREICH
1964

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY



9.
5
SY
064

1964

E
DESY / 539.
1964 05
DESY
1964

DESY-Bibliothek

3-1

3. Experimente

Die wissenschaftlichen Mitarbeiter verteilten sich im Berichtsjahr wie folgt auf die einzelnen Gruppen:

F 1 - Blasenkammer

I. Borecka
E. Lohrmann
H. Meyer
G. Wolf

F 21 - Elektron-Proton-Streuung am inneren Strahl

H. J. Behrend
F. Brasse
J. Engler (II. Institut U. Hamburg)
H. Flauger
S. Galster (Karlsruhe)
E. Ganssauge (Marburg)
G. Hartwig (Karlsruhe)
H. Hultschig
H. Schopper (Karlsruhe)

F 22 - Elektron-Proton-Streuung am äußeren Strahl

H. F. Krehbiel
U. Meyer-Berkhout
R. J. Morrison
G. Weber

F 31 - Protonen-Rückstoß-Teleskop

L. Criegee
P. Joos
K. Leibrecht
M. Rohde (II. Institut U. Hamburg)

F 32 - Funkenkammer

H. Blechschmidt
B. Elsner
K. Heinloth
J. Rathje
D. Schmidt

F 33 - Überall-Experiment

G. Lutz
H. D. Schulz
W. Schmidt
U. Timm
W. Zimmermann



32499
(29419)

F 34 - Photoproduktion von π^0 -Mesonen

M. Braunschweig	)	
D. Husmann	)	
K. Lübelmeyer	)	Bonn
D. Schmitz	)	

F 35 - Photoproduktion von π - und K-Mesonen

G. Buschhorn (II. Institut U. Hamburg)
 R. Hübner
 U. Kötz
 P. Schmöser

F 41 - Synchrotronstrahlung

R. Haensel (II. Institut U. Hamburg)

T - Theorie

F. Gutbrod
 H. Joos
 H. Satz

R - Rechenmaschine und Dokumentation

D. Cords
 G. Knies
 D. Lublow
 K. Mellentin
 C. Passow
 G. Ripken
 I. Vierk
 U. Völkel
 H. O. Wüster

E 1 - Bau von Cerenkovzählern

G. Schultze (I. Institut U. Hamburg)
 H. R. Uhlig

E 4/5 - Strahlführung und Strahleicheung

K. Holm
 A. Ladage
 H. Pingel
 K. G. Steffen

E 6 - Elektronik für Zählerexperimente

F. Akolk
 F. Pozar
 H. J. Stuckenberg

E 7 - Kältetechnik

G.Kessler

E 8 - Funkenkammer-Digitalisierung

U.Becker

K.Höhne

J.Weber

3.1 Blasenkammer (F 1)

a. Aufstellung der Blasenkammer

Der Bau einer 80 cm Wasserstoff-Blasenkammer der "Arbeitsgemeinschaft Blasenkammern" wurde im Centre d'Etudes Nucléaires von einer Gruppe deutscher und französischer Ingenieure und Physiker im Juni abgeschlos-

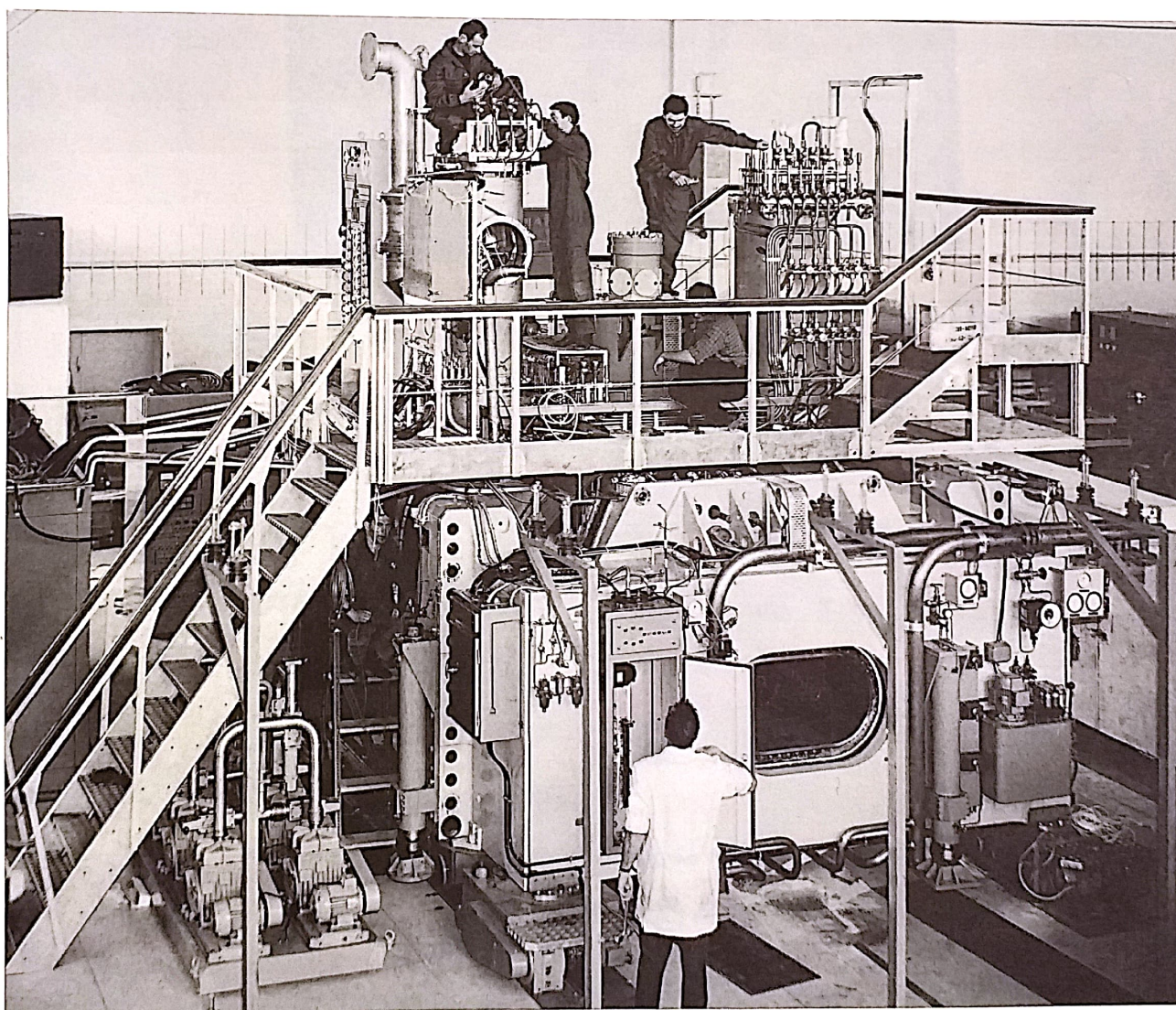


Bild 2 Montage der Blasenkammer in Halle 1

sen. Die Kammer wurde daraufhin in Saclay erfolgreich erprobt und anschließend nach Hamburg transportiert, wo sie in Halle 1 aufgestellt werden konnte. Nach Erstellung der notwendigen Sicherheitsmaßnahmen wurde die Kammer im November 1964 zum ersten Male bei DESY in Betrieb genommen. Bei diesem ersten Probelauf wurden einige tausend Aufnahmen in einem Positronenstrahl von 4 GeV gemacht, um die für einen ersten ausgedehnten Lauf der Kammer notwendigen Informationen zu erhalten.



Bild 3 Blasenkammer-Aufnahme aus dem ersten Probelauf
im November 1964

Technische Daten der Kammer:

Größe des sichtbaren Volumens:	80 x 40 x 40 cm ³
Magnetfeld in Kammermitte	: max. 22.5 kGauss
Leistungsaufnahme des Magneten	: ca. 3 MW
Zahl der Kameras	: 3

b. Filmentwicklungsanlage

In der zweiten Jahreshälfte wurde eine Entwicklungsanlage für Blasen-kammerfilm installiert und in Betrieb genommen. Die Kapazität der Anlage beträgt bis zu 870 m Film pro Stunde. Dies wird eine Entwicklung der bei der zu erwartenden Blasenkammeroperation anfallenden Filmmenge von max. 300 km pro Experiment in einer vernünftigen Zeit gestatten.

c. Strahlführungssystem für die Blasenkammer

Es wurde ein Strahlführungssystem für die Blasenkammer aufgebaut und geprüft. Der γ -Strahl der Maschine wird konvertiert und ein impuls-

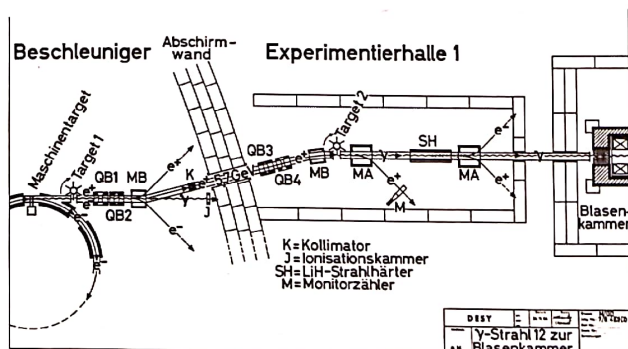


Bild 4 Lage des Strahlführungssystems mit Abschirmung

analysierter Elektronen-bzw. Positronenstrahl erzeugt. Dieser Strahl kann direkt in die Kammer gelenkt werden oder zur Erzeugung eines γ -Strahls (Target 2) für die Blasenkammer verwendet werden. Der γ -Strahl läuft durch einen LiH-Strahlhärter und wird von zwei Magneten gereinigt.

d. Auswertegruppe

In Zusammenarbeit mit der Auswertegruppe von Prof. Teucher am II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg wurden Filme der Saclay 80 cm Wasserstoff-Blasen-kammer ausgewertet, die von CERN zur Verfügung gestellt worden waren. Diese Arbeiten wurden durch die IBM 7044 Rechenanlage bei DESY sehr gefördert. Die Art der Untersuchungen kann am besten aus der nachstehenden Publikationsliste von Arbeiten entnommen werden, die im Berichtsjahr erschienen sind:

Proton-Antiproton Interactions at 3.6 GeV/c and One Pion Exchange; Dehne, Raubold, Söding, Teucher, Wolf and Lohrmann; Phys.Lett. 9, 185 (1964)

Elastic $\bar{n}^+p$ Scattering at 4 GeV/c; Aachen-Berlin-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Phys.Lett. 10, 248 (1964)

The Observation of Two $\bar{n}^+p$ -Resonances; Aachen-Berlin-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Phys.Lett. 10, 226 (1964)

$\bar{n}^+p$ -Interactions at 4 GeV/c I. Four Prong Events; Aachen-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Nuovo Cimento 31, 485 (1964)

π^-p -Interactions at 4 GeV/c II. Two Prong Events; Aachen-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Nuovo Cimento 31, 729 (1964)

Pion Production without Annihilation in Antiproton-Proton-Interactions at 3.6 GeV/c; Dehne, Raubold, Söding, Teucher, Wolf and Lohrmann; DESY 64/8 und Phys.Rev. 136, 8848 (1964)

Proton-Proton Scattering at very small Angles at 24 GeV/c; Lohrmann, Meyer and Winzeler; Phys.Lett. 13, 78 (1964)

The Isospin and Neutral Decay of the f -Meson; Aachen-Berlin-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Phys.Lett. 10, 240 (1964)

On the Production of the $3/2-3/2$ Isobar in 4 GeV/c π^+p Interactions; Aachen-Berlin-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Phys.Lett. 10, 229 (1964)

Evidence for an Isoscalar $\pi\pi$ Resonance at 975 MeV; Aachen-Berlin-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Phys. Lett. 11, 167 (1964)

Investigation of Exchange Mechanisms in π^+p Interactions at 4 GeV/c; Aachen-Berlin-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Dubna Conference on High Energy Physics 1964

Resonance Production in 4 GeV/c π^+p Interactions with four charged Secondaries; Aachen-Berlin-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Dubna Conference on High Energy Physics 1964

Investigations of Exchange Mechanisms in the Reaction $\pi^+p \rightarrow \pi^+p\pi^0$ at 4 GeV/c; Aachen-Berlin-Birmingham-Bonn-Hamburg-London-München Kollaboration; Nuovo Cimento 34, 495 (1964)

3.2 Elektron-Proton-Streuung am inneren Strahl (F 21)

Für die Messung der elastischen Streuung von Elektronen an Protonen wurden im Ringtunnel an einem internen Target zwei Spektrometer aufgebaut, die es gestatten, gestreutes Elektron und Rückstoßproton getrennt oder in Koinzidenz zu messen. Die beiden Spektrometer, deren Anordnung in Bild 5 wiedergegeben ist, bestehen aus je einem Quadrupol mit Impulsanalyse in vertikaler Ebene und einem Satz von Szintillationszählern für verschiedene Impulskanäle. Das Innenspektrometer enthält 10 Polyäthylen-Targets, und für Differenzmessungen ein Kohlenstoff-Target. Das Quantameter mißt die Intensität des Elektronenstrahls, der auf das Target trifft. Die Abschirmung auf dem Spektrometer besteht aus je ca. 40 Tonnen Eisen.

Ausführliche Testmessungen wurden mit beiden Spektrometern durchgeführt, um Raumwinkel, Ansprechwahrscheinlichkeit der Szintillationszähler und der Cerenkovzähler, Wasserstoffgehalt des Targets, Totzeit

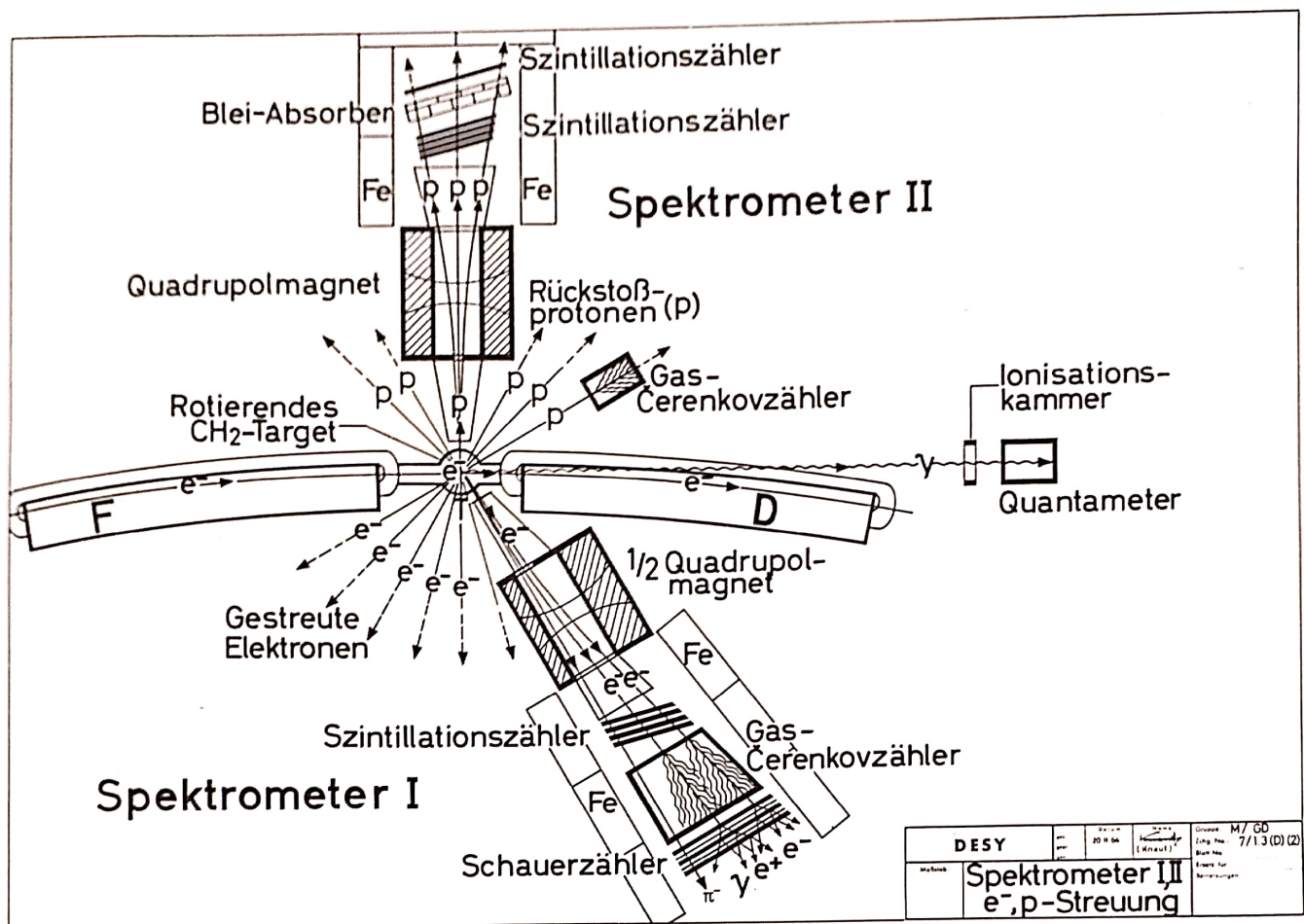


Bild 5 Anordnung der beiden Spektrometer zur Elektron-Proton-Streuung am inneren Strahl

der Elektronik und Primärenergie der Elektronen zu ermitteln. Bei diesen Test hat sich die Möglichkeit zur Koinzidenz als besonders nützlich erwiesen. Sie wurden in einem bereits einigermaßen gut bekannten Bereich der Impulsübertragung ($q^2 = 20-40 \text{ f}^{-2}$) durchgeführt.

Bild 6 gibt als Testbeispiel die Druckkurve des mit Trifluormonochlormethan (Frigen 13) gefüllten Cerenkovzählers wieder. Bild 7 zeigt die Zählrate der gestreuten Elektronen in Abhängigkeit vom Impuls (Strom im Quadrupol) mit und ohne Koinzidenz mit den Rückstoßprotonen. Die Messung in Koinzidenz eliminiert fast vollständig den vom Kohlenstoff herrührenden Untergrund.

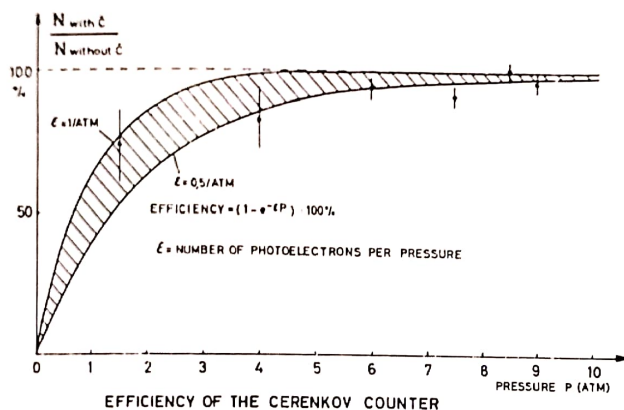


Bild 6 Druckkurve des mit Frigen 13 gefüllten Cerenkovzählers

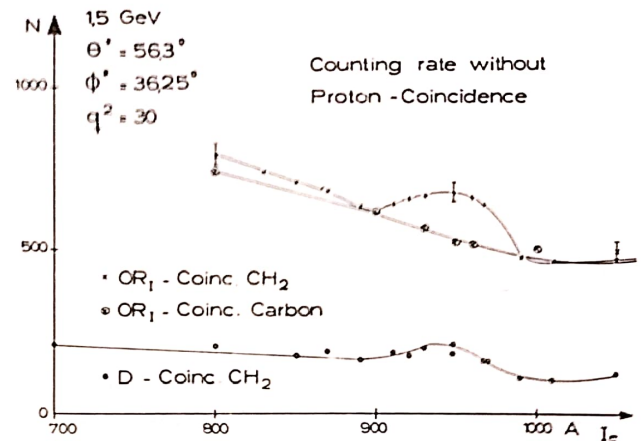


Bild 7 Zählrate der gestreuten Elektronen in Abhängigkeit vom Impuls

3.3 Elektronenstreuung am äußeren Target (F 22)

Im Sommer 1964 wurden von der Gruppe Vorschläge für Elektronen-Streuxperimente am äußeren Elektronenstrahl ausgearbeitet. In einem ersten Experiment sollen die Wirkungsquerschnitte für elastische und unelastische Elektron-Proton-Streuung im Winkelbereich $8^\circ \leq \theta \leq 35^\circ$ für primäre Elektronenenergien zwischen 2 und 7.5 GeV gemessen werden mit dem Ziel

- Die Gültigkeit der Rosenbluth-Formel im Bereich hoher Energien und kleiner Winkel zu prüfen,
- Die elektromagnetischen Formfaktoren des Protons, insbesondere den elektrischen Formfaktor G_E des Protons für Impulsübertragungen

$$q^2 \geq 25 \text{ f}^{-2} \quad \text{zu bestimmen,}$$

c. Die Wirkungsquerschnitte für die Anregung der Nukleon-Isobaren in Elektron-Proton-Stößen als Funktion der Variablen E_0 und q^2 zu bestimmen.

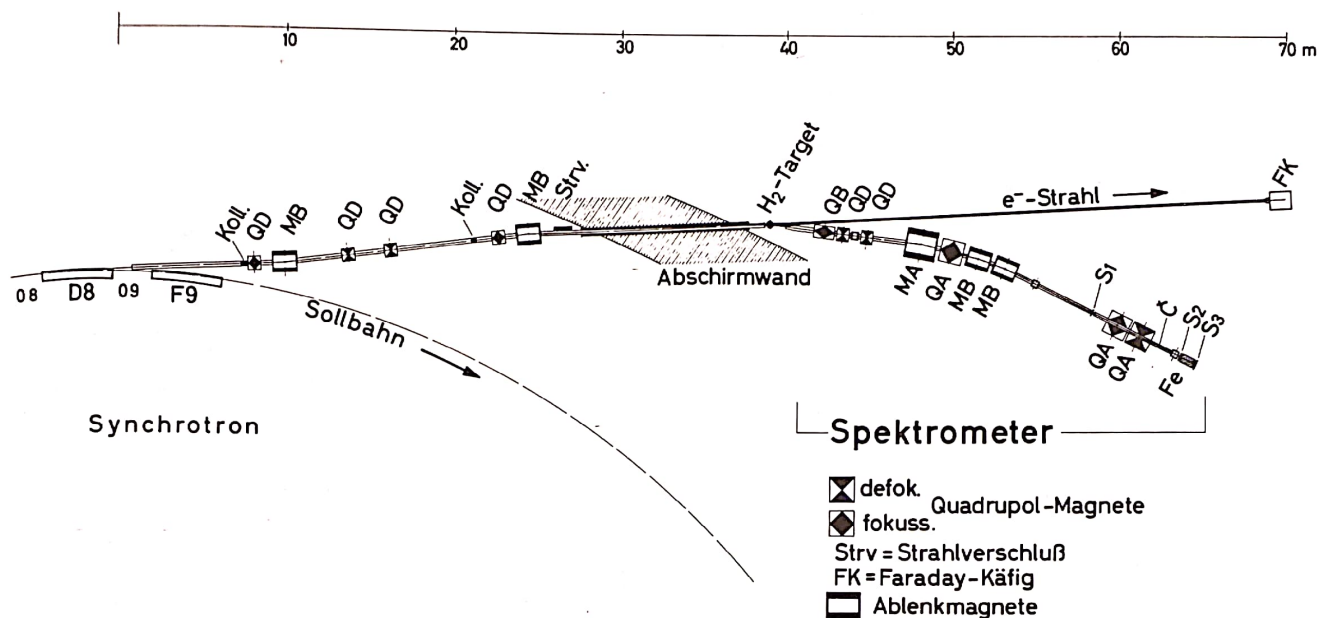


Bild 8 Schema der Experimentier-Anordnung

Der ausgelenkte Elektronenstrahl verläßt am Ende des Sektors 8 das Magnetfeld der Maschine und durchläuft ein aus mehreren Magneten und einem Kollimator bestehenden Impulsfilter. Nach Durchtritt durch die Abschirmmauer durchsetzt der Strahl ein 5 cm langes Wasserstoff-Target. Etwa 30 m hinter dem Target wird der Strahl in einem Faraday-Käfig absorbiert.

Die Identifikation der im Target ausgelösten Streuprozesse erfolgt durch Nachweis der gestreuten Elektronen in einem Spektrometer, das aus einem magnetischen Kanal ($\Delta p/p = 0.5\%$, $\Delta \omega = 0.4\%$ msterad) und einem Schwellen-Cerenkovzähler besteht. In der endgültigen Ausführung wird das Spektrometer auf eine Plattform montiert werden und damit als Ganzes um das Targetzentrum schwenkbar sein.

Ein geeignetes Strahlführungssystem für den Elektronenstrahl, welches räumlich mit den Experimentieranordnungen anderer Forschungsgruppen weitgehend verträglich ist, konnte gefunden werden. Die Parameter des Spektrometers sind soweit spezifiziert, daß die erforderlichen

Bauteile, soweit noch nicht vorhanden, bestellt werden konnten. Die Konstruktion einer schwenkbaren Plattform und der Bau eines Faraday-Käfigs wurden von der Gruppe Steffen in die Wege geleitet. Ein Schwellen-Cerenkovzähler (als Leihgabe von CERN übernommen) ist vorhanden. Ein Cerenkovzähler ähnlichen Typs, aber größerer Apertur ($\varnothing = 26$ cm statt $\varnothing = 17$ cm), sowie ein Wasserstoff-Target wurden in der DESY-Werkstatt in Auftrag gegeben. Die Beschaffung von elektronischen Schaltkreisen und des Zubehörs für einen Teilchennachweis wurde Ende 1964 begonnen, aber noch nicht abgeschlossen.

3.4 Messung der Rückstoßprotonen aus Photoproduktionsprozessen am Wasserstoff

Mit Hilfe eines Reichweiten-Teleskops wurden unter 55° Laborwinkel Rückstoßprotonen mit 175 MeV kinetischer Energie nachgewiesen.

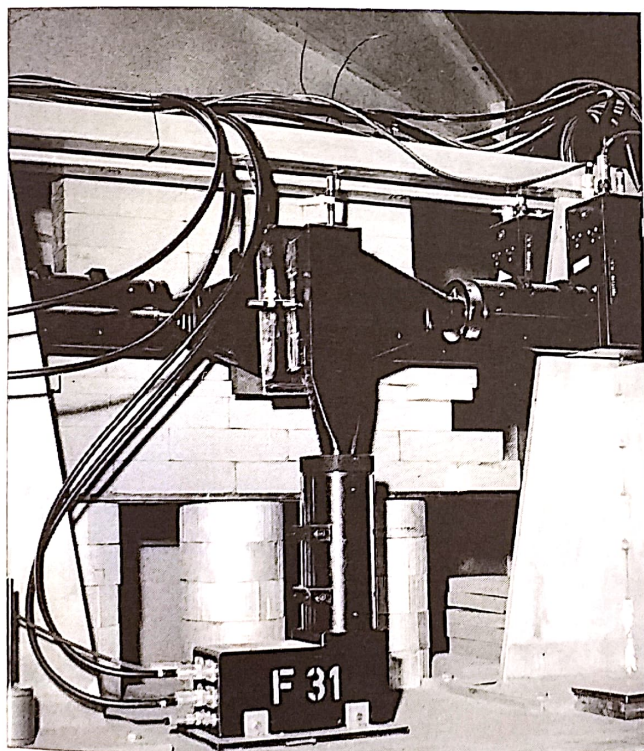


Bild 9 Protonen-Reichweiten-Teleskop

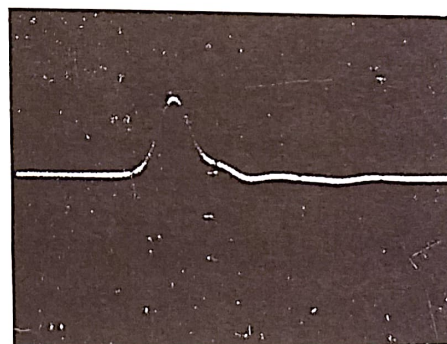
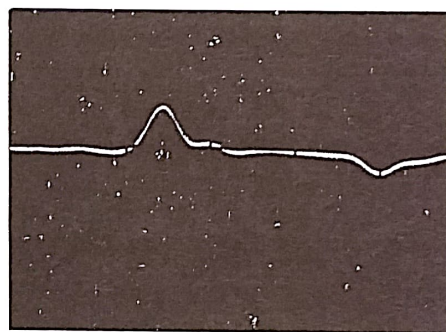


Bild 10 Unterschied der Impulse zwischen Pion (Doppelpuls, oben) und Proton (Einzel-puls, unten) auf dem Oszillographenschirm

Die Ereignisse wurden auf einem Oszillographen dargestellt und photo-

graphiert.

Variiert man die Grenzenergie des Gammapektrums, so überschreitet man die kinematische Schwelle der Einfach- und Mehrfachpionerzeugung, und erhält so deren Beitrag zu der Zahl der Protonen pro effektives Quant. Die auf das Target aus flüssigem Wasserstoff auffallende Gamma-Intensität wurde mit einem Quantameter gemessen. Die Identifikation der Protonen erfolgte durch Ionisationsverlust und Reichweite. Darüber hinaus wurde gegen Pionen mit einem Cerenkovzähler diskriminiert. Die im Energieintervall von 1 bis 3 GeV in Schritten von 200 MeV erhaltenen 100.000 Aufnahmen werden zur Zeit ausgewertet.

3.5 Funkenkammergruppe (F 32)

Die Gruppe F 32 plant, die Photoerzeugung von solchen Mesonen zu untersuchen, die in zwei geladene π^- -oder K-Mesonen zerfallen. Außerdem soll die Elektroproduktion von π^- -Mesonen untersucht werden.

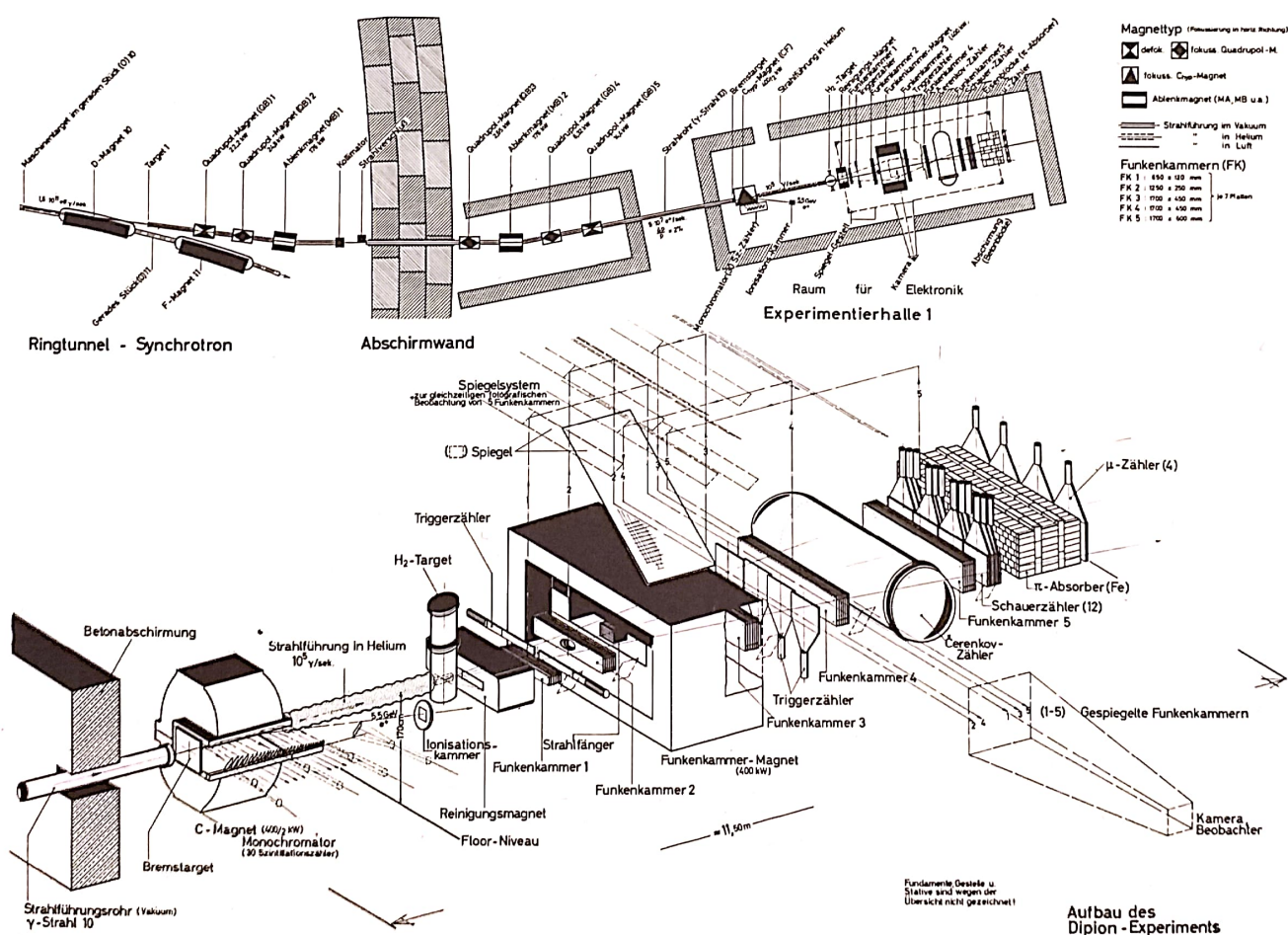


Bild 11 Strahlaufbau und Schema der Experimentier-Anordnung F 32

Die in einem Wasserstoff-Target erzeugten Mesonen zerfallen nach sehr kurzer Zeit; der Impuls der geladenen Zerfallsprodukte sowie der Winkel zwischen ihnen werden mit vier Funkenkammern gemessen, zwischen denen sich ein großer Ablenkmagnet befindet. Mit einem Čerenkovzähler, der zwischen π - und K-Mesonen unterscheidet, einer Schauer-Funkenkammer mit 16 mm dicken Stahlplatten und einem μ -Mesonen-Zähler werden die erzeugten Teilchen identifiziert. Die Energie der Gammaquanten, die die Mesonen erzeugen, wird mit einem sogenannten Monochromator bestimmt.

Im Jahre 1964 wurde der Aufbau des Experiments bis auf einige Komponenten abgeschlossen. Der Positronenstrahl, der am Analogrechner durchgerechnet worden war, wurde mit fünf Quadrupolen vom Typ QB und zwei MB-Magneten aufgebaut. Bei einer Impulsbreite von 1% und einer Divergenz von 1 mrad werden maximal 10^7 Positronen oder Elektronen auf eine Fläche von 2 cm^2 fokussiert. Der Monochromator konnte nach Ausmessung des C-Magneten fertig montiert werden, seine 30 Szintillationszähler mit Szintillatoren genau berechneter Form wurden getestet. Mit Hilfe der Strahlführungs-Gruppe konnte das Magnetfeld des 80 Tonnen schweren Ablenkmagneten ausgemessen werden. Außerdem erfolgte die Installation der Funkenkammern, die einwandfrei arbeiten. Die im Experiment benutzte DESY-Elektronik ist jetzt, nach Beseitigung einiger Anfangsschwierigkeiten, einsatzfähig.

Die schwierige und langwierige Montage und Justierung des Spiegelsystems zum Photographieren der Funkenkammern konnte Ende des Jahres abgeschlossen werden.

Im Berichtsjahr erfolgte die Fertigstellung zweier Meßtische zum Auswerten der Funkenkammer-Aufnahmen. Sie erreichen eine Meßgenauigkeit von 0.1 mm, die Koordinaten der gemessenen Funken können direkt auf IBM-Lochkarten gegeben werden. Das Rechenprogramm für die Auswertung des Experiments ist fertig und wird jetzt geprüft. Im Dezember wurden die ersten tausend Funkenkammer-Bilder aufgenommen, um Aussagen über die Elektroproduktion von π -Mesonen zu gewinnen.

Das Bild 12 zeigt den Monochromator mit den 30 Szintillationszählern, das Bild 13 eine Funkenkammer-Aufnahme.

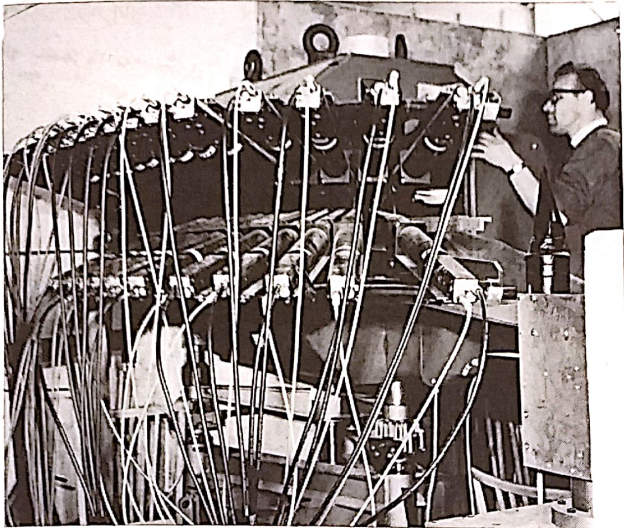
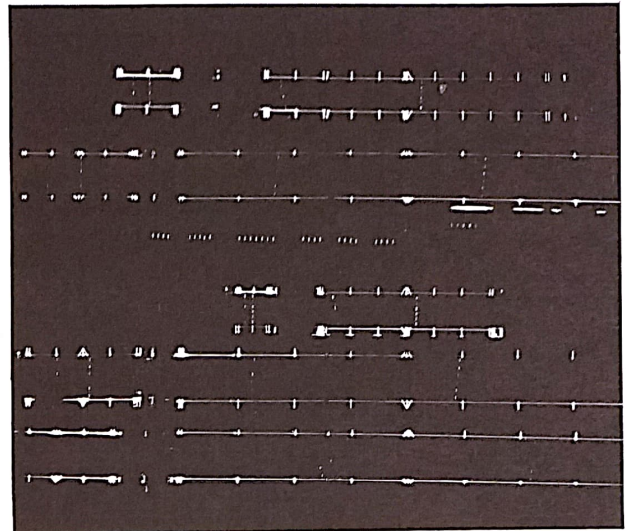
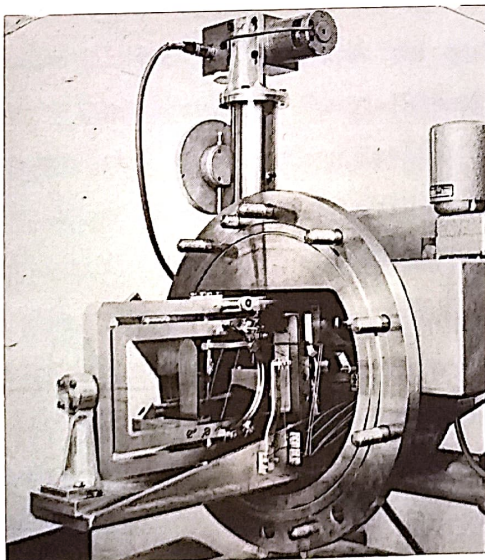


Bild 12 Monochromator

Bild 13 Funkenkammer-Aufnahme
mit einem Elektroproduktions-Ereignis

3.6 Erzeugung kohärenter Bremsstrahlung (F 33)

Ziel der Planung des Experiments F 33 war die Erzeugung kohärenter Bremsstrahlung in einem Diamanttarget. In Frascati hatte man am (1 GeV)-Elektronen-Synchrotron gefunden, daß das Spektrum dieser Bremsstrahlung, sofern das Target mit seinen Gitterachsen zur Einfallerichtung der Elektronen orientiert ist, eine ausgeprägte Kantenstruktur mit starker Intensitätsüberhöhung besitzt und daß die Bremsstrahlungs-Quanten an diesen Kanten stark linear polarisiert sind.

Bild 14 Goniometer-Aufhängung
für das Diamant-Target

Ein internes Maschinentarget hält den Diamanten, der um zwei zueinander senkrechte Achsen drehbar gelagert ist. Die Reproduzierbarkeit der Winkелеinstellungen konnte zu besser als $1/10$ mrad ausgemessen werden. Der Schwenkbereich beträgt ± 50 mrad um beide Achsen.

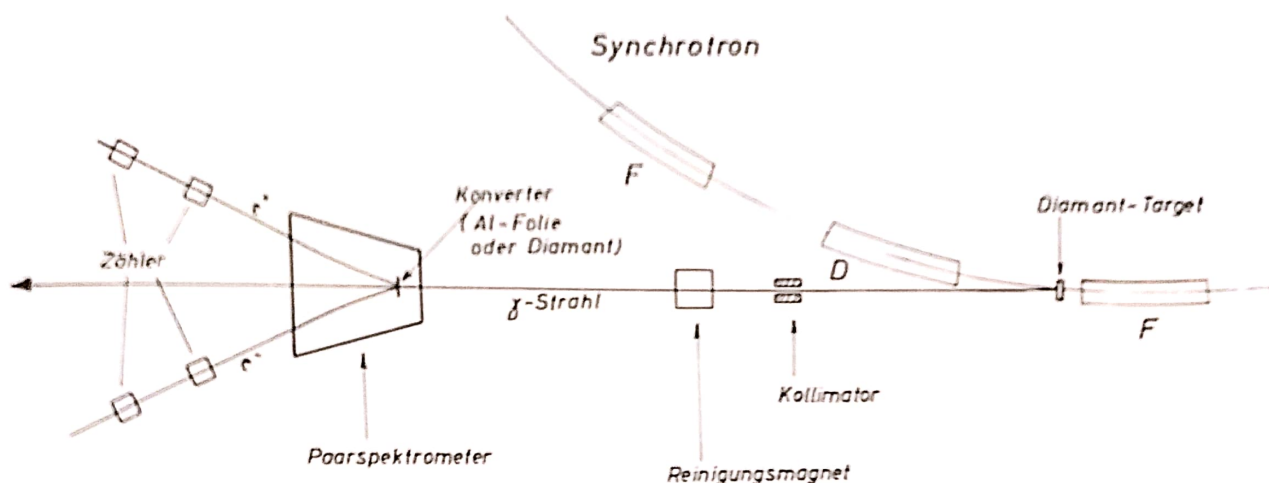


Bild 15 Anordnung der Apparatur F 33

In der Anordnung nach Abbildung 15 ist beabsichtigt, zunächst am Paarspektrometer mit einem amorphen Konverter die Spektren unter verschiedenen Diamant-Stellungen auszumessen und mit dem theoretischen Verlauf zu vergleichen. Später soll dieser Konverter auch durch einen Diamanten ersetzt werden, womit die Bestimmung des Polarisationsgrades der kohärenten Gammastrahlung möglich ist. Der konstruktive Entwurf für die Halterung dieses Sekundär-Targets, das in drei zueinander senkrechten Achsen drehbar sein muß, ist abgeschlossen.

3.7 Photoerzeugung geladener π -Mesonen (F 35)

Die Vorbereitungen des Pion-Photoproduktions-Experimentes wurden unter Verlegung des Schwerpunktes auf die Untersuchung der Reaktion $\gamma + p \rightarrow \pi^+ + n$ bei kleinen Pion-Erzeugungswinkeln (3° bis 25° Laborwinkel) fortgesetzt. Nach eingehenden Untersuchungen der kinematischen Anforderungen und der Untergrundverhältnisse wurde ein Magnetspektrometer entworfen, das in Verbindung mit Gas-Cerenkovzählern die Messung des differentiellen Wirkungsquerschnitts der Einzel-Pionerzeugung durch Photonen bis zu einer Energie von 5.5 GeV gestatten wird. Für die Auslegung der Magnetoptik wurde weitgehend der DESY-Analogrechner benutzt; zur genauen Berechnung der Spektrometerauflösung, des Raumwinkels sowie der Korrekturen für Vielfachstreuung und Teilchenzerfall war die Entwicklung umfangreicher Fortranprogramme für die IBM 7044 nötig.

Die im Vorjahr bestellten Lafetten, davon eine mit 14 m Länge und 120 Tonnen Tragfähigkeit, konnten montiert und nach erfolgreichem Probelauf abgenommen werden. Beide Lafetten haben Dreipunktlagerung, die größere kann hydraulisch in der Höhe nachjustiert werden.

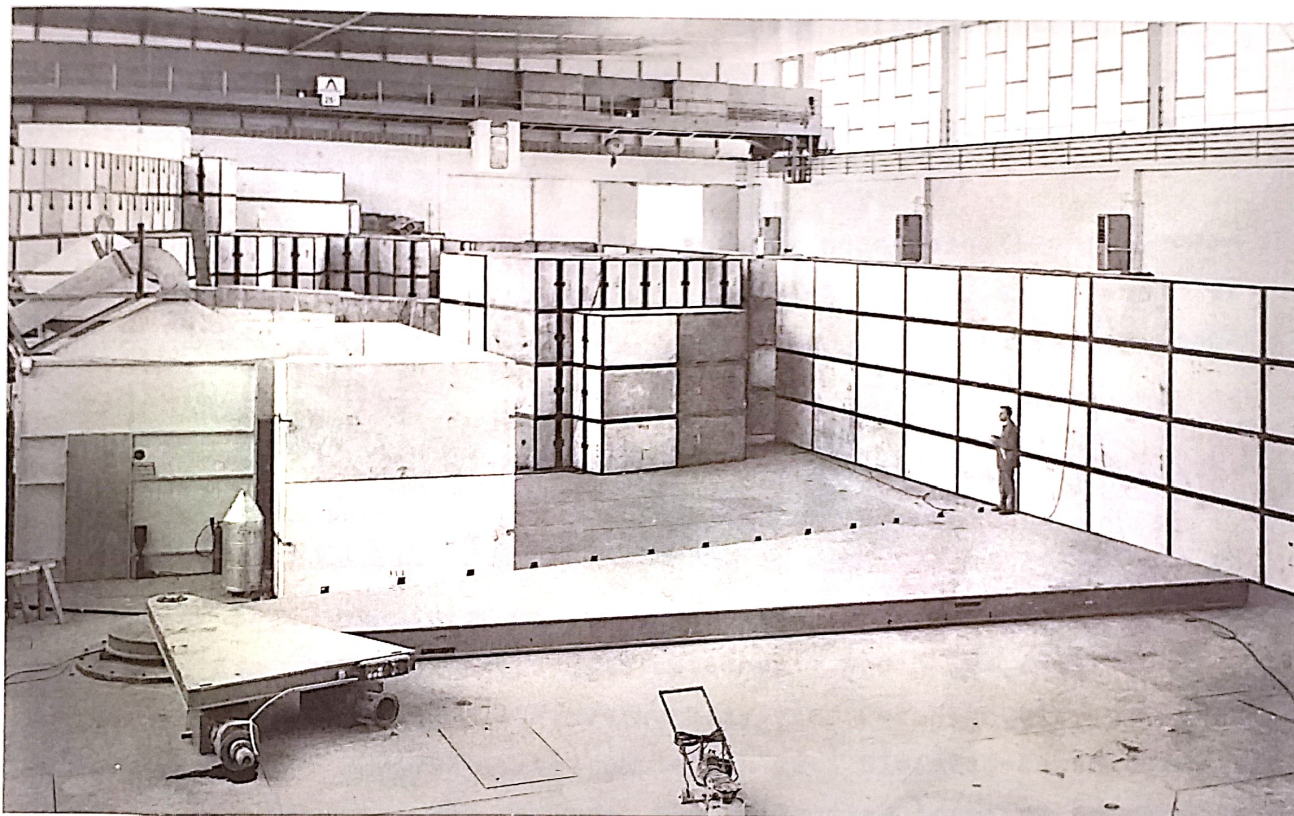


Bild 16 Doppel-Lafette der Gruppe F 35

Ein Target für flüssigen Wasserstoff wurde im Laufe des Sommers in der Werkstatt fertiggestellt und anschließend für den Sicherheitstest vorbereitet. Das Target hat eine Reserve von 10 Liter flüssigem Wasserstoff und ein mit Stickstoff gekühltes Strahlungsschild. Im Hinblick auf universelle Verwendbarkeit wurde es mit einem 360° -Austrittsfenster aus Mylar versehen.

Für das Spektrometer wurden zwei Hodoskope aus 12 bzw. 16 Szintillationszählern entworfen und gebaut, mit denen sich gleichzeitig ein großer Raumwinkel und eine hohe Auflösung sowohl im Erzeugungswinkel als auch im Impuls der Teilchen erreichen läßt. Die Nachweiswahrscheinlichkeit der einzelnen Zähler für minimal ionisierende Teilchen liegt über 99%.

Die Verwendung von Zählermatrizen bedingt einen großen Aufwand in der Datenverarbeitungselektronik des Experiments. Nach einigen Voruntersuchungen dieses Problems erfolgte der Kauf einer programmierten Datenverarbeitungsanlage (PDP 5), die im Dezember in Betrieb genommen wurde. Die Entwicklung der Zusatzelektronik, die das Experiment mit dieser Rechenanlage verbindet, ist soweit fortgeschritten, daß mit ihrem Aufbau 1965 begonnen werden kann. Ferner sind Vorbereitungen zur Übertragung der Meßdaten aus der PDP 5 durch einen direkten Datenkanal in die IBM 7044 getroffen worden.

Für den Nachweis und die Messung der Energie hochenergetischer Gammastrahlung (bis zu 6 GeV) wurde ein totalabsorbierender Bleiglaszähler gebaut, dessen Eigenschaften in Testmessungen untersucht werden konnten.

3.8 Photoerzeugung von π^0 -Mesonen (F 34)

Die Bonner Experimentiergruppe untersucht die Photoproduktion neutraler π -Mesonen für Photonenenergien zwischen 1 und 3 GeV unter Winkeln zwischen 0° und 90° im Schwerpunktsystem. Der Nachweis geschieht durch die beiden Zerfalls-Gammaquanten in zwei Bleiglas-Cerenkovzählern. Wenn kinematisch möglich, wird das Rückstoßproton in einem Reichweiten-Teleskop zusätzlich in Koinzidenz nachgewiesen. Die erhaltenen Winkelverteilungen sollen auf die Beiträge peripherer Graphen, speziell des ω -Meson-Austausches untersucht werden.

Während der Montagezeit des Beschleunigers wurden die Strahldurchführung in der Mauer und im Ring zwei Kollimator-Tische sowie der Strahlverschluß eingebaut. Gleichzeitig erfolgte in Halle 2 die Montage der Lafette für die beiden Cerenkovzähler. Gegen Jahresende konnten die ersten Eichmessungen mit den Cerenkovzählern vorgenommen werden.

3.9 Untersuchungen an der Synchrotronstrahlung (F 41)

Der Strahlungsbunker, der mit Hilfe der Deutschen Forschungsgemeinschaft errichtet wurde, war zu Beginn des Jahres im Rohbau fertiggestellt; im Mai waren alle Innenarbeiten beendet und der Bunker bezugs-

fertig. Im Oktober wurde nachträglich ein Kran (Tragfähigkeit 1-Tonne) zum Bewegen schwerer Lasten eingebaut.

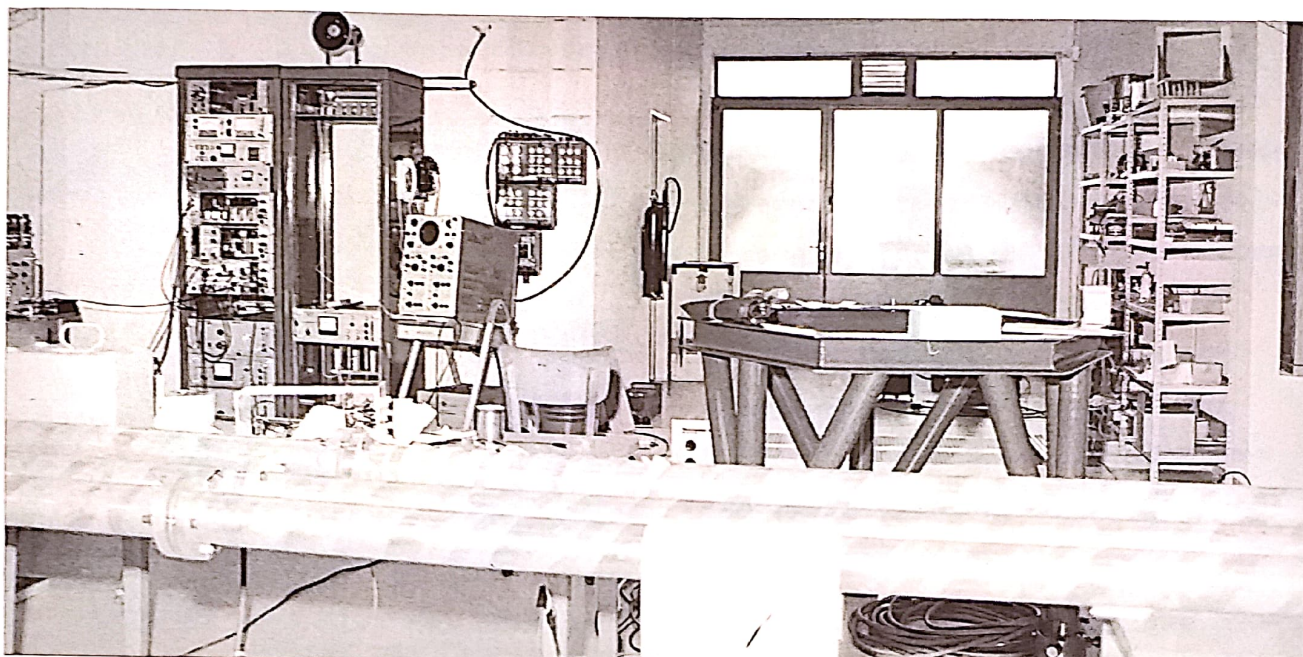


Bild 17 Innenansicht des Beobachtungsbunkers für Versuche mit der Synchrotronstrahlung

Im Februar begannen die ersten Messungen des sichtbaren Anteils der Synchrotronstrahlung durch den bereits vorhandenen Ansatz für das Strahlrohr, der mit einem Glasblindflansch verschlossen war.

Im Physikalischen Institut waren vor Bezug des Bunkers die ersten Geräte geprüft und die ersten Hochvakuum-Pumpstände in Betrieb genommen worden. Im August montierte die Gruppe die Geräte im Bunker und schloß das Strahlrohr an das Maschinenvakuum an. Dieses Rohr geht vom Magneten 36 aus; es verläuft zunächst in einer Länge von ca. 15 Metern durch die Außenmauer der Maschine, sodann durch einen gleichfalls ca. 15 Meter langen Gang, der in den Bunker mündet. Am Anfang des Ganges stehen ein Strahlverschluß (30 cm Pb), eine Getterpumpe und fünf Permanentmagnete (2 Gauss, insgesamt 1.5 Meter lang) zur Strahlreinigung.

Die ersten Strahlenschutzmessungen ließen es zweckmäßig erscheinen, den Bunker in zwei Hälften zu unterteilen: Das eigentliche Experimentiergebiet, das bei geöffnetem Strahlverschluß wie andere Experimentiergebiete verriegelt ist, und - abgetrennt durch eine Betonmauer - das Gebiet, in dem man sich ständig aufhalten kann und wo die Elek-

tronik aufgebaut ist.

Ein Vakuum-UV-Spektrograph, an dem sowohl die Werkstatt von DESY als auch die des II. Instituts für Experimentalphysik arbeiteten, wurde im

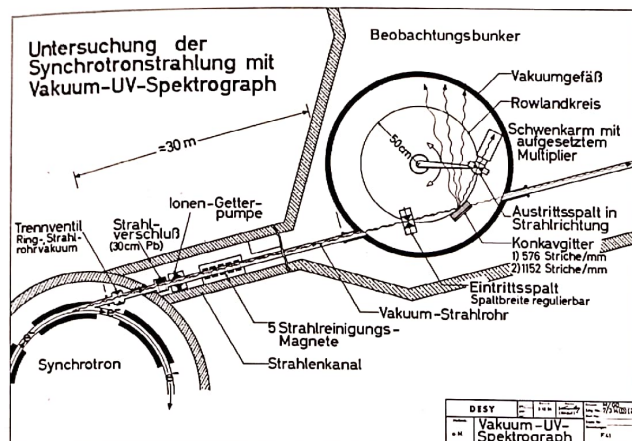


Bild 18 Anschluß des Strahlrohres der Gruppe F 41 an die Maschine

Laufe des Monats November in den Bunker gebracht. Da mit dem Spektrographen auch absolute Intensitätsmessungen durchgeführt werden sollen, wurde zur Eichung die absolute Messung des Maschinenstroms über die Intensität der Synchrotronstrahlung im Sichtbaren (Vergleich mit einem Wolfram-Normal) begonnen.

Die ersten Messungen mit der Synchrotronstrahlung wurden am hochenergetischen Ende des Spektrums

begonnen. Die Gruppe untersuchte die Spektral- und Winkelverteilung sowie die Polarisationsverhältnisse oberhalb von 10 keV. Dies geschieht durch die Messung der einzelnen Quanten mit Hilfe von NaJ(Tl)-Szintillatoren. Im Augenblick besteht die Schwierigkeit noch darin, daß das Spektrum zu den hohen Photonenenergien hin sehr steil abfällt und daß man daher nur einen sehr kleinen Energiebereich erfassen kann. Abhilfe soll hier ein schneller Vielkanal-Impulshöhenanalysator schaffen, dessen Lieferung Anfang 1965 erwartet wird.

4. Entwicklung und Bau von Apparaten

4.1 Bau von Cerenkovzählern (E 1)

Das Programm umfaßt drei Typen von Cerenkovzählern: Typ G 1 ist ein differentieller Zähler, dessen Apertur derjenigen der DESY-Experimentiermagnete angepaßt ist. Er kann Teilchenstrahl-Querschnitte bis zu $270 \times 500 \text{ mm}^2$ verarbeiten. Es ist beabsichtigt, diesen Zähler im Photoproduktions-Experiment von π - und K-Mesonen einzusetzen. Typ G 2 ist ein ähnlich gebauter Zähler, jedoch für einen kleineren Teilchenstrahl-Querschnitt von $190 \text{ mm } \varnothing$. G 2 wurde fertiggestellt und soll im Protonen-Zweig des Elektron-Proton-Streuexperimente eingesetzt werden. G 1 und G 2 sind für einen Druck von 50 atm ausgelegt, so daß ein Brechungsindex-Bereich von 1 bis 1.23 überstreichbar ist.

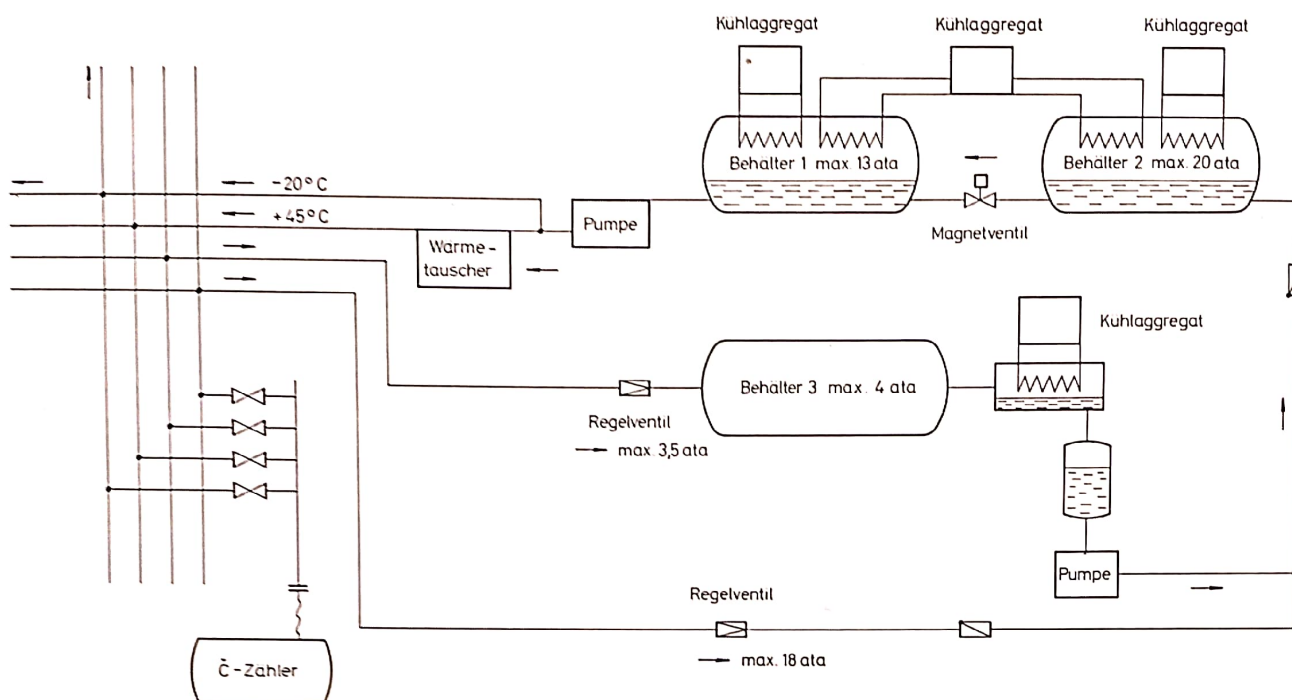
Der Typ G 3 ist ein Schwellenzähler für einen Druck von maximal 15 atm, er wurde speziell für das Funkenkammer-Experiment der Gruppe F 32 entwickelt. Dieser Zähler soll bei einem Teilchenstrahl-Querschnitt von $2260 \times 440 \text{ mm}^2$ π -Mesonen von K-Mesonen in einem Energiebereich von 1.7 bis 5.0 GeV trennen.

Die Zähler G 1 und G 3 befinden sich im Bau; G 3 wird voraussichtlich im Frühjahr 1965 betriebsfertig sein.

Die genannten Zähler benutzen als Gasfüllung CF_3Cl (Frigen 13). Die erforderlichen Füllmengen liegen zum Teil in der Größenordnung von 1 Tonne und müssen wegen ihres Wertes nach Gebrauch wiedergewonnen werden. Deswegen wurde eine zentrale Einrichtung geschaffen, die zur Aufbewahrung des Frigens, sowie zur Füllung und Entleerung der Cerenkovzähler dient. Von dieser "Füllanlage" führt ein Rohrleitungssystem bis in die Nähe aller möglichen Positionen von Cerenkovzählern in den Experimentierhallen und im Ring. Das Rohrleitungssystem besteht aus vier parallel laufenden Rohren, von denen zwei zur Füllung ("Vorlauf warm" und "Vorlauf kalt") und zwei zur Entleerung ("Rücklauf-Hochdruck" und "Rücklauf-Niederdruck") der Cerenkovzähler dienen. Die Zähler können dann über ferngesteuerte Ventile und Druckschlauch-Leitungen angeschlossen werden.

Das Frigen wird in der Füllanlage in flüssigem Zustand bei ca. -25° C und 10 atm gelagert. Eine Pumpe und ein Wärmeaustauscher

erzeugen in den Vorlaufleitungen die beiden Zustände $50 \text{ atm}, -18^{\circ}\text{C}$ bzw. $50 \text{ atm}, +45^{\circ}\text{C}$. Durch Regulieren der beiden zugehörigen Ventile



Füllanlage für Č-Zähler

Bild 19 Rohrleitungssystem für die Čerenkovzähler-Füllanlage

kann man die genannten Zustände in beliebigem Verhältnis mischen und so in den Zählern Brechungsindices bis 1.23 erreichen. Das Entleeren der Zähler erfolgt durch einfachen Druckausgleich mit zwei Auffangbehältern in der Füllanlage bei zwei verschiedenen Druckniveaus durch Öffnen der entsprechenden Rücklaufventile. Mit Kühlmaschinen und einer Pumpe wird das in den Auffangbehältern befindliche Frigen in den Ausgangszustand überführt und in den Lagerbehälter zurücktransportiert.

Die Anlage arbeitet automatisch. Die Steuerung erfolgt für jeden Zähler unabhängig lediglich durch Bedienen der genannten Ventile vom jeweiligen Experimente-Kontrollstand aus. Mit Jahresende waren die Installationsarbeiten beendet. Die Anlage wird voraussichtlich im Frühjahr 1965 zu einem ersten Probelauf bereit sein.

4.2 Rechenmaschine und Dokumentation (E 2)

Die im November 1963 installierte Rechenanlage IBM 7044 wurde im Laufe des Jahres 1964 im Mittel 10 Stunden pro Tag benutzt. Von der gesamten abgerechneten Rechenzeit in Höhe von 2500 Stunden entfielen etwa 65% auf Rechnungen für Experimentiergruppen bei DESY. Für den Bedarf des Rechenzentrums wurden 15% benötigt. Die restlichen 20% Rechenzeit wurden Gastgruppen zur Verfügung gestellt.

Zur Verbesserung der Information über Arbeiten auf dem Gebiet der Hochenergiephysik wurde eine Dokumentationsreihe aufgenommen, in der alle zugänglichen Arbeiten aus diesem Gebiet durch Schlagworte charakterisiert werden. Im Jahre 1964 konnten im Rahmen dieser Dokumentation mehr als 4500 Arbeiten erfaßt werden.

4.3 Strahlführung und Strahlungsmessung (E 4/5)

Die Arbeit war in zunehmendem Maße auf die speziellen Erfordernisse einzelner Experimente ausgerichtet. Sowohl in der Diskussion und

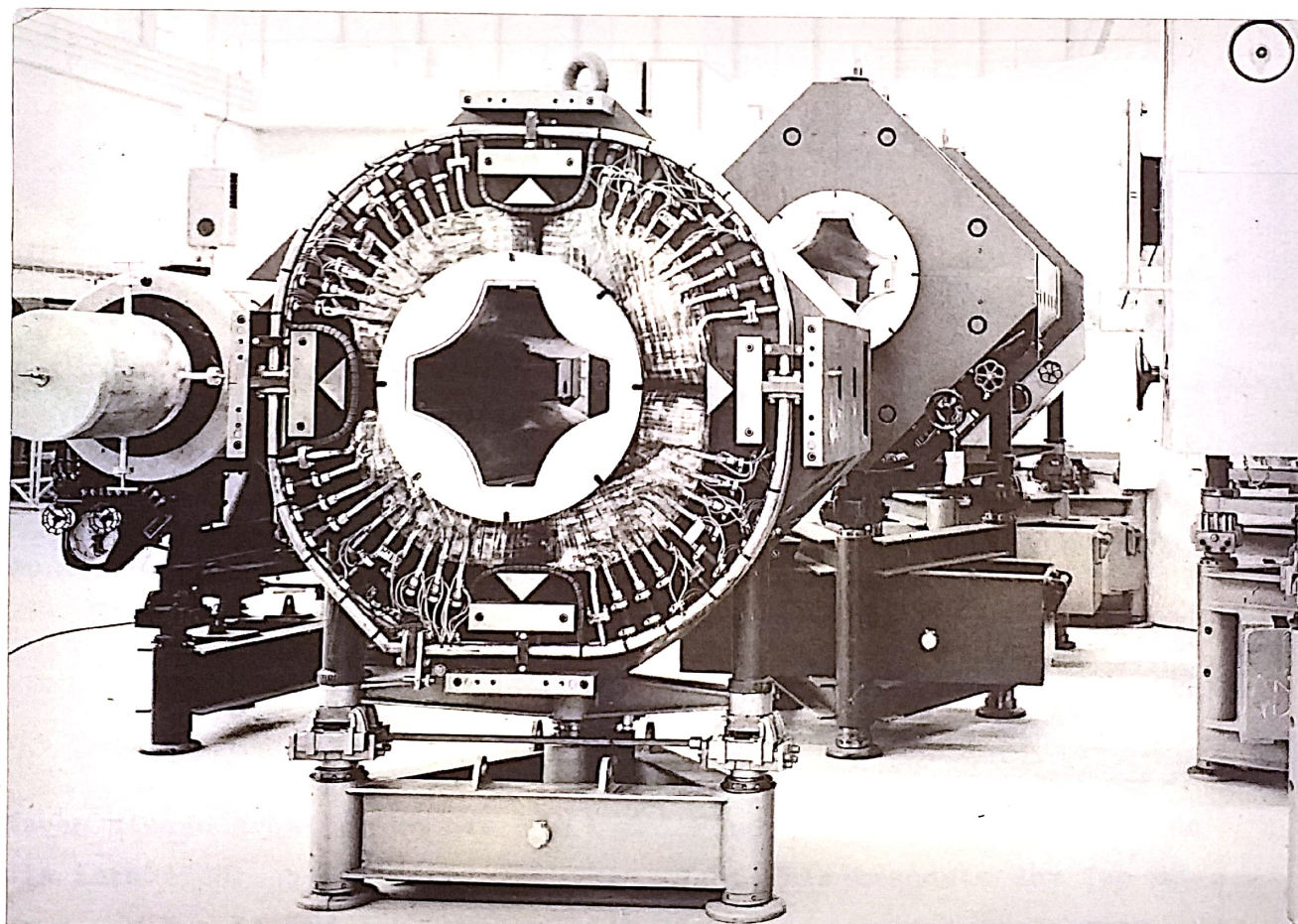


Bild 20 Quadrupolmagnete

Planung der optischen Anordnung als auch in der Entwicklung des technischen Aufbaus konnte in Zusammenarbeit mit den betreffenden Gruppen zu verschiedenen Experimenten wesentlich beigetragen werden. Das Spektrometer für die sogenannte 2. Generation der Elektronenstreuung konnte vorgeschlagen und mit der Gruppe F 21 bis in alle technischen Einzelheiten ausgearbeitet werden. Darüber hinaus wurde für F 21 ein internes Wasserstoff-Target mit vollautomatischer Regelung entwickelt.

Das 28 m lange Schrägfensterspektrometer für die Elektronenstreuung im äußeren Strahl (F 22) wurde in den Grundzügen entworfen und die technischen Vorbereitungen eingeleitet. Der 80 Tonnen schwere Funkenkammer-Magnet konnte an F 32 ausgeliefert werden.

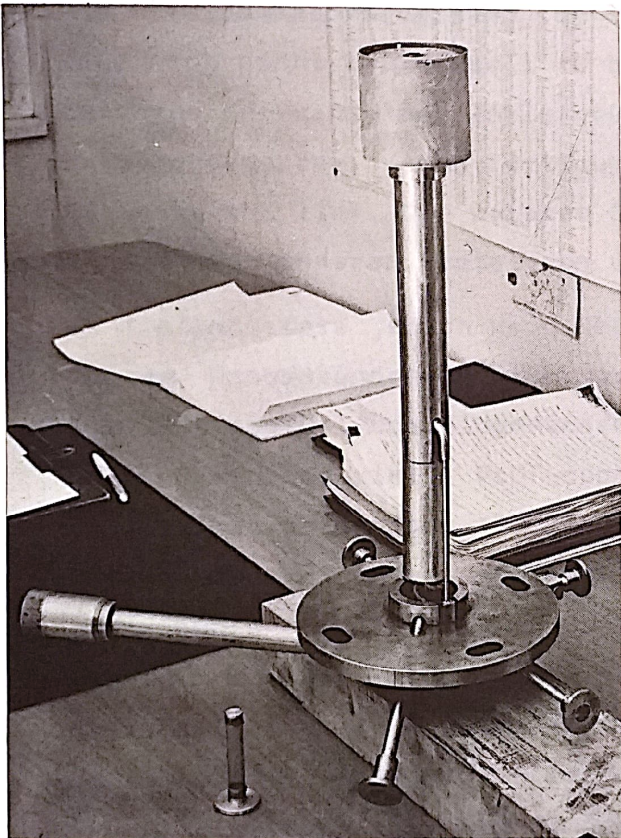


Bild 21 Wasserstoff-Target
mit vollautomati-
scher Regelung

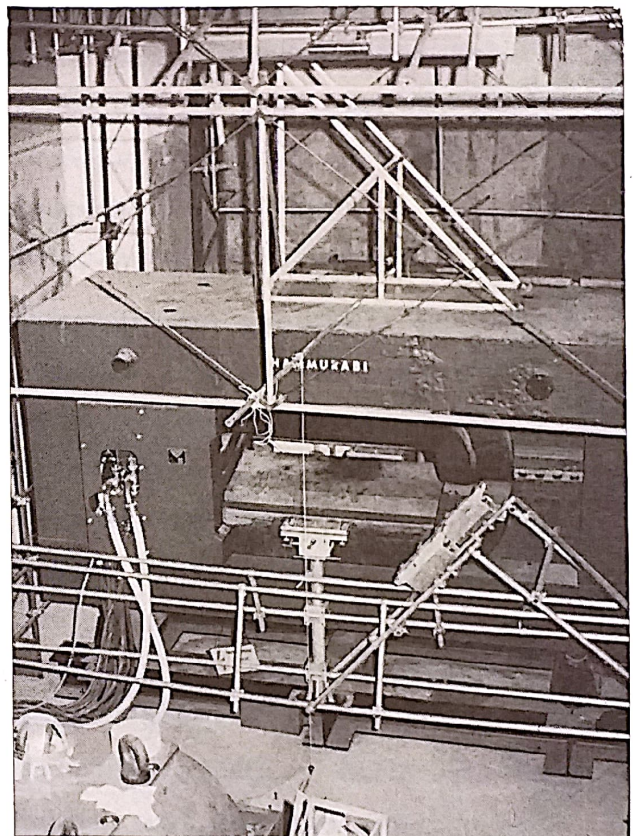


Bild 22 Der 80 Tonnen schwere
Ablenkmagnet für das
Funkenkammer-Experi-
ment

Neben diesen Arbeiten konnte die Entwicklung von Standardgeräten für die Strahlführung fortgesetzt werden. Acht Ablenkmagnete vom Typ MB, zwei vom Typ MA und acht neu entwickelte Reinigungsmagnete wurden bestellt und sämtliche Strahlführungsmagnete mit optischen Präzisions-

Justiermarken versehen. Die Magnet-Meßautomatik wurde in Betrieb genommen und ein Strahlführungs-Handbuch vorbereitet. Vier neue Quantameter, die auch als Sekundär-Emissions-Quantameter für hohe Strahlintensitäten verwendbar sind, konnten hergestellt, ein Faraday-Käfig in Auftrag gegeben und eine Serie von zehn Haupt- und sechs Unterintegratoren mit einer Langzeitkonstanz $< 0.5\%$ angefertigt werden. Abgeschlossen werden konnte die Arbeit an einem Manuskript über Hochenergie-Strahloptik.

4.4 Elektronik für Zählerexperimente (E 6)

Die Gruppe E 6 hatte in den Vorjahren die Entwicklung einiger Typen von elektronischen Geräten für Zählerexperimente übernommen, die damals noch nicht kommerziell zu beschaffen waren. Aufgrund der Anforderungen der einzelnen Zählergruppen waren von einigen Geräten Serien aufgelegt worden, deren Fertigung und Auslieferung zum Teil noch im Berichtsjahr lief. Die meisten Geräte wurden bei deutschen Industriefirmen nach unseren Prototypen und Schaltplänen gefertigt.

Da die Industrie jedoch kaum über Erfahrungen und geeignete Meßgeräte für den Nanosekunden-Bereich verfügte, mußten die Geräte alle noch bei DESY geprüft und eingemessen werden. Für diese Aufgaben wurde bei E 6 eine spezielle Prüfgruppe gebildet. Um die Anstiegszeiten im Bereich von einigen 100 Picosekunden sowie Folgefrequenzen von einigen 100 MHz überhaupt messen zu können, waren "Sampling"-Oszillographen und sehr schnelle Pulsgeneratoren nötig, die bisher nur zum Teil auf dem Markt vorhanden waren. Innerhalb der Prüfgruppe mußte daher eine ganze Reihe von Nanosekunden-Prüfgeräten selbst entwickelt und produziert werden. Ein charakteristisches Beispiel dafür ist ein Koinzidenzauflösungs- und Totzeit-Meßgerät, mit dem die meisten sehr schnellen Schaltungen auf ihr Verhalten bei hohen Folgefrequenzen geprüft werden konnten.

Neben diesen Prüfaufgaben liefen einige weitere Entwicklungsarbeiten, die hauptsächlich zum Ziel hatten, die zulässigen Zählfrequenzen zu erhöhen.

Im Bild 23 ist als Beispiel die Ein- und Ausgangsspannung einer schnellen Untersetzenderdekade gezeigt, woraus man erkennt, daß die Eingangsfrequenz von 250 MHz noch richtig untersetzt wird.

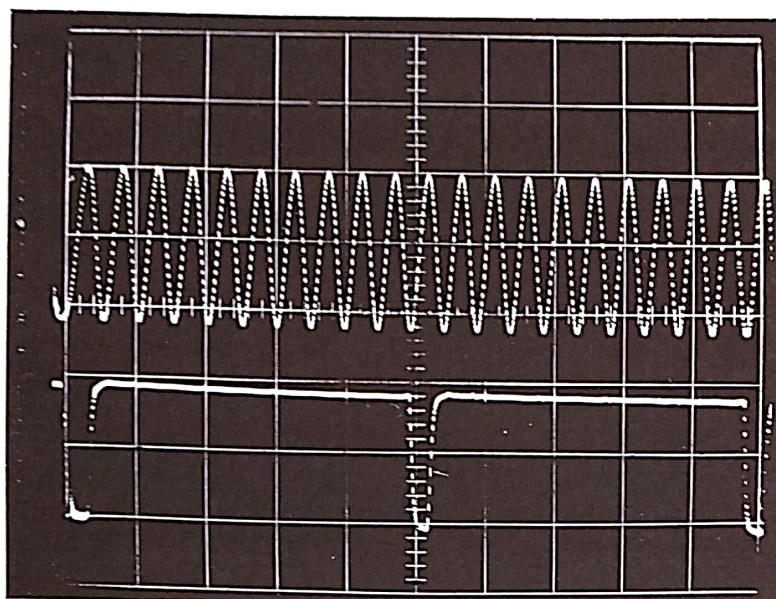


Bild 23 Ein- und Ausgangsspannung einer schnellen Untersetz-
dekade

4.5 Kältetechnik (E 7)

Im Jahre 1964 mußten fast alle Installationen der Kältetechnik zunächst provisorisch untergebracht werden, da das Verflüssiger-Gebäude frühestens ab Mitte 1965 zur Verfügung stehen kann. Es wurde das Werkstatt-Gebäude mit geringfügigen Umbauten dazu hergerichtet, den kombinierten Helium-Wasserstoff-Verflüssiger der Firma TBT aufzunehmen. Der erste Probetrieb mit der Installation konnte durchgeführt werden. Ebenso wurden die zwei ersten Philips-Stickstoffanlagen dort aufgebaut und in Betrieb genommen. Bis zum Jahresende haben diese beiden Maschinen ca. 26.000 Liter flüssigen Stickstoff produziert.

Ein großer Teil der Tätigkeit erstreckte sich auf die Vorbereitung für die Aufstellung der Wasserstoff-Blasenkommer in Halle 1. Insbesondere wurde der von der Firma Linde gebaute Wasserstoff-Verflüssiger an der Stirnwand der Halle 1 aufgestellt und betriebsfertig gemacht. Er konnte auch während eines Probelaufes der Blasenkommer betrieben werden. Schon während dieser Zeit stellte es sich jedoch heraus, daß der Verflüssiger weitgehend umgebaut werden muß.

4.6 Automatische Ausmessung von Funkenkammer-Bildern (E 8)

Am Anfang des Jahres wurde mit dem Bau einer automatischen Anlage zur Ausmessung von Funkenkammer-Bildern (speziell für Bilder auf Umkehrfilm) begonnen. Die Anlage arbeitet nach dem folgenden Prinzip: Ein Lichtpunkt, der sich auf dem Schirm einer Kathodenstrahlröhre bewegt, wird mit geeigneter Verkleinerung auf das Bild und gleichzeitig auf ein Strichgitter abgebildet. Die Signale von zwei Photomultipliern, die hinter Bild und Gitter aufgestellt sind, werden zu Koordinaten der abgetasteten Bildelemente verarbeitet (Digitalisierung).

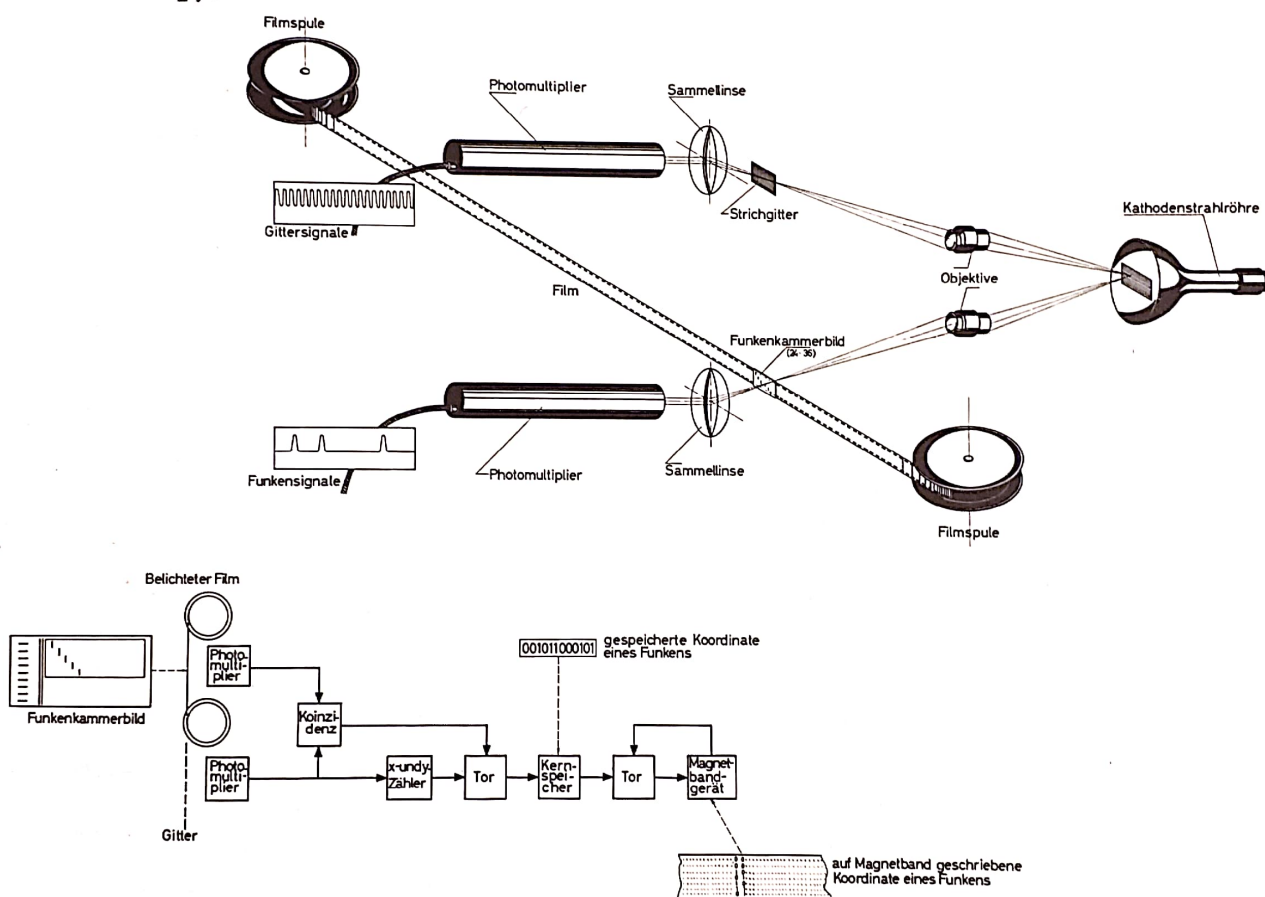


Bild 24 Schemazeichnung der automatischen Meßvorrichtung für Funkenkammer-Bilder

Das Gitter dient zur genauen Festlegung der Koordinaten in Laufrichtung des Lichtpunktes, die senkrecht zu den Funken verläuft. Die Koordinate werden in einem Kernspeicher, der die Information eines ganzen Bildes faßt, zusammengedrängt und anschließend von einem Ampex-Magnetband-Gerät im IBM-Format auf Band geschrieben. Die weitere Verarbeitung soll in der IBM 7044-Rechenanlage erfolgen.

Die vorläufigen Daten der Ausmeß-Anlage sind die folgenden:

Abtastzeit pro Bild	ca. 1 sec
Auflösung	1 : 4000
Maximal zulässige Anzahl von Objekten (Funken, Eichmarken etc.) auf ei- nem Bild	1.023
Bandlänge pro Bild	8.4 cm

Die Kathodenstrahlröhre ist justiert und erzeugt auf einer Fläche von $6 \times 6 \text{ cm}^2$ einen Punkt von $\leq 35 \mu$. Die Kissenverzerrung wurde durch Permanentmagnete reduziert. Zwei verschiedene Ablenkgeneratoren wurden gebaut; der erste wird von Führungsmarken auf dem Film gesteuert und tastet somit nur Gegenden ab, wo Funken erwartet werden können, der zweite ist freilaufend.

Die Elektronik für die Digitalisierung (Übersetzung der Gittersignale, Auffindung des Funkenmittelpunktes, Koordinatenzähler) ist in ihren Komponenten fertiggestellt und wird Anfang 1965 im Zusammenspiel geprüft. Die Datenübertragung Koordinatenzähler-Kernspeicher-Bandgerät läuft bereits mit simulierten Daten. Programme für das Einlesen der Koordinaten in die Rechenmaschine und das Ordnen der Koordinaten wurden geschrieben und geprüft. Ein Monitorsystem ist im Bau, das die Funkenkammer-Bilder, sowohl direkt nach der Abtastung als auch durch Lesen des Magnetbandes reproduzieren soll.

Es fehlt noch das Filmtransport-System und das Programm, das die gewonnenen Daten für die Bearbeitung mit schon existierenden Auswerteprogrammen umformt.

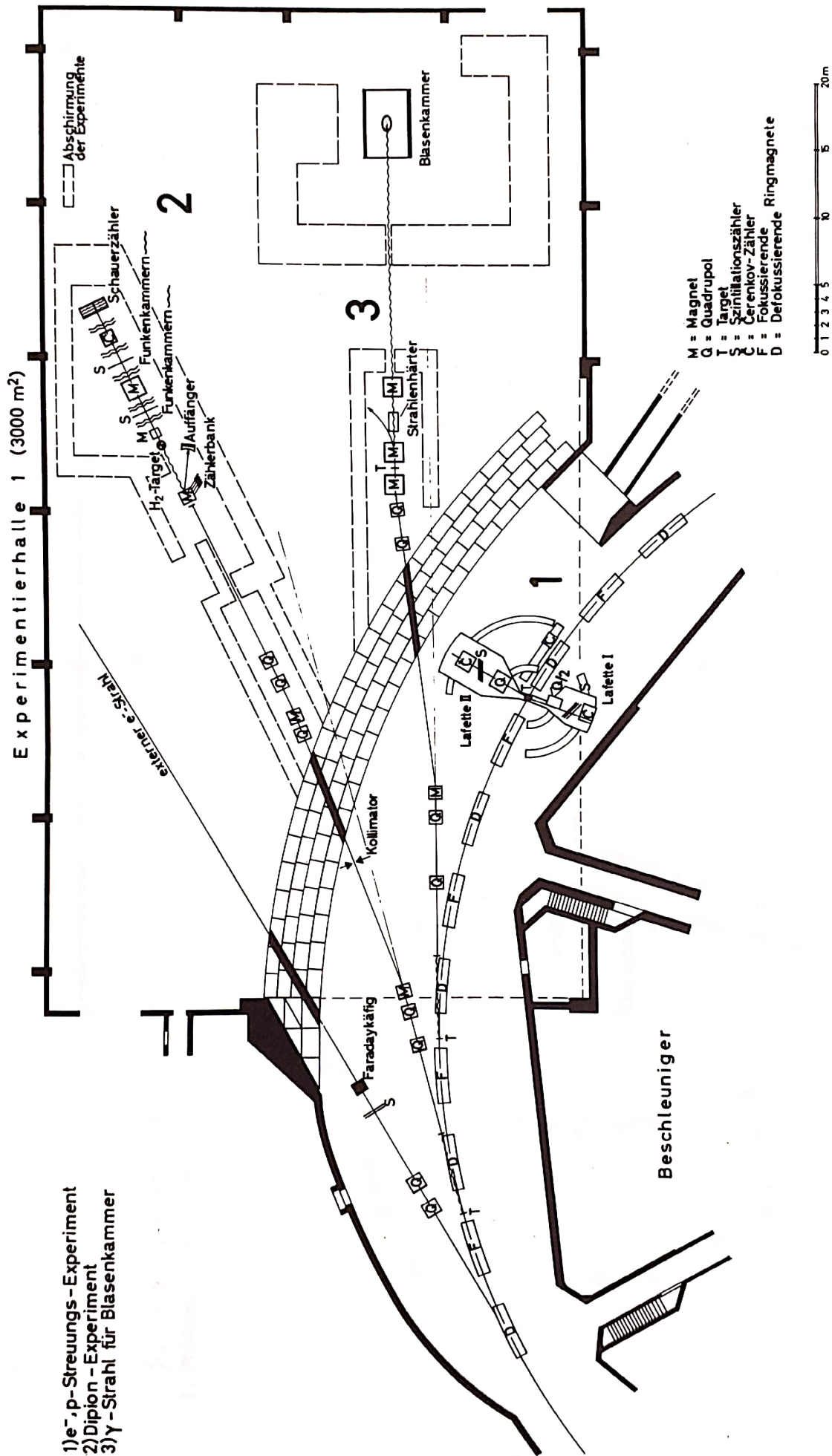


Bild 25: Auslegung der Experimente in Halle I

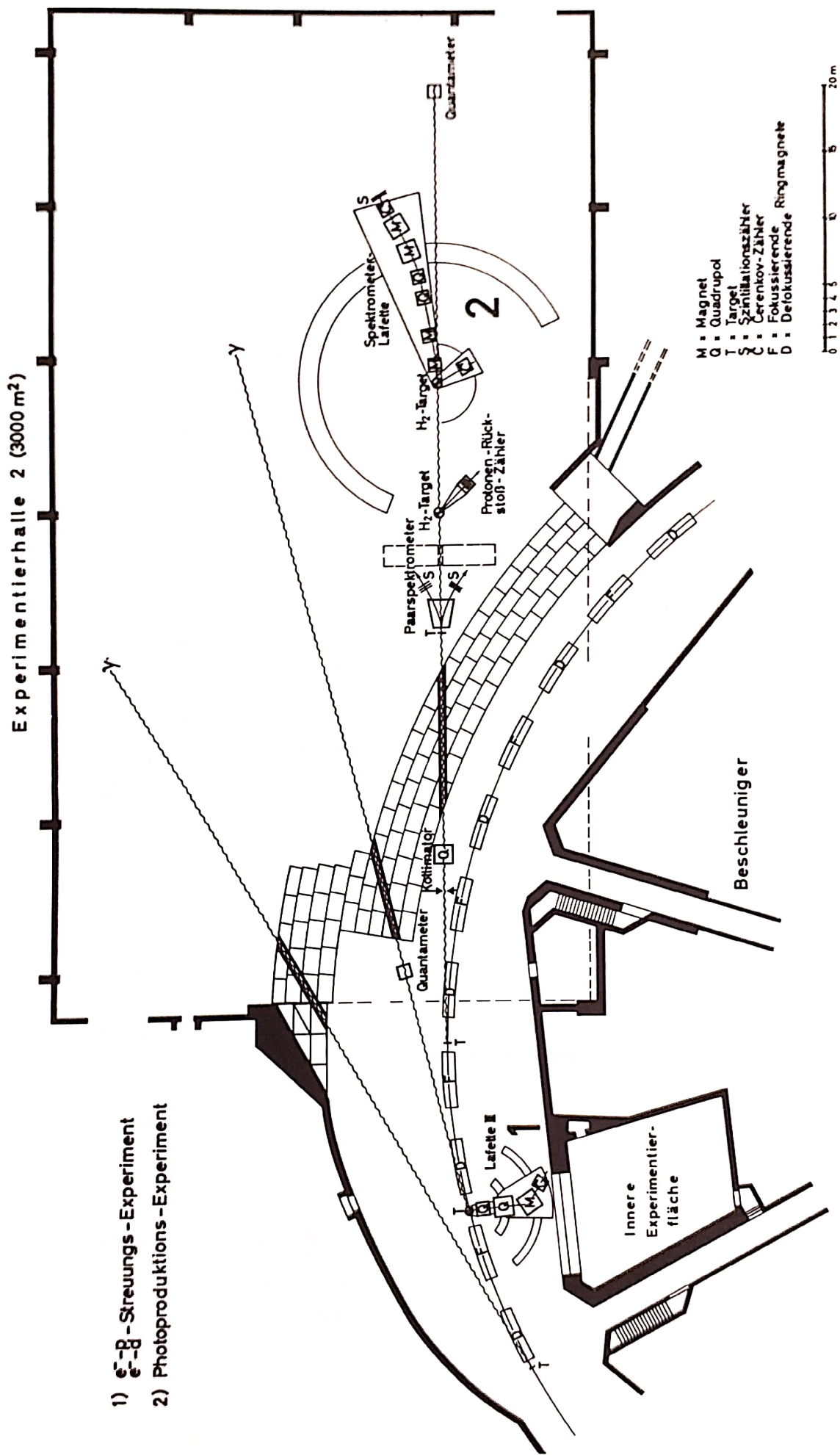


Bild 26 : Auslegung der Experimente in Halle II

5. DESY-Berichte und Publikationen im Jahre 1964

- DESY 64/1 JOOS H. und KRAMER G.
Photoproduction of ρ - and ω -Mesons in the Peripheral Model
- DESY 64/2 JOOS H. und SATZ H.
On a Classical Statistical Model with the Non-Relativistic Integrals of Motion
- DESY 64/3 KRAMER G. und STICHEL P.
Photoproduction of Pions in Forward Direction and Regge Poles.
- DESY 64/4 PASSOW C.
Die Einfangsbedingungen und Phasenschwingungen hoher Teilchenströme in einem Elektronen-Synchrotron
- DESY 64/5 STICHEL P.
Photoerzeugung von π -Mesonen I. Teil Vorlesung, gehalten im Wintersemester 1963/64
- DESY 64/6 STICHEL P.
Single Pion Production by Linearly Polarized Photons at High Energies.
- DESY 64/7 SWARS M.
Der magnetische Inflektor.
- DESY 64/8 DEHNE H.C., LOHRMANN E., RAUBOLD E., SÖDING P. TEUCHER M.W. und WOLF G.
Pion Production without Annihilation in Antiproton Proton Interactions at 3.6 GeV/c
- DESY 64/9 TIMM U.
Grundlagen des Überalleffekts
- DESY 64/10 STICHEL P. und SCHOLZ M.
Drell Effect and Gauge Invariance
- DESY 64/11 FREYTAG E., BATHOW G. und TESCH K.
Die Abschirmung von 4.8-GeV-Bremsstrahlung durch Schwerbeton
- DESY 64/12 SOMMER G.
Differentieller Wirkungsquerschnitt für die Elektronenpaarerzeugung durch hochenergetische Photonen.
- DESY 64/13 PASSOW C.
Ein Phasenrückkopplungssystem zur Dämpfung und Stabilisierung von Phasenschwingungen in einem Elektronen-Synchrotron

AACHEN-BERLIN-BIRMINGHAM-BONN-HAMBURG-LONDON (I.C.)-MÜNCHEN
Kollaboration

Elastic π^+p Scattering at 4 GeV/c
Phys.Lett. 10, 248 (1964)

AACHEN-BERLIN-BIRMINGHAM-BONN-HAMBURG-LONDON (I.C.)-MÜNCHEN
Kollaboration

Evidence for an Isoscalar $\rho^0\pi$ Resonance at 975 MeV
Phys.Lett. 11, 167 (1964)

AACHEN-BERLIN-BIRMINGHAM-BONN-HAMBURG-LONDON (I.C.)-MÜNCHEN
Kollaboration

Investigation of Exchange Mechanism in the Reaction $\pi^+\mu^- \rightarrow \mu^+\pi^- + \pi^0$ at 4 GeV/c

Nuovo Cimento 34, 495 (1964)

AACHEN-BIRMINGHAM-BONN-HAMBURG-LONDON (I. C.)-MÜNCHEN
Kollaboration

$\pi^-\mu^-$ Interactions at 4.0 GeV/c. I. Four-Prong Events
Nuovo Cimento 31, 485 (1964)

AACHEN-BIRMINGHAM-BONN-HAMBURG-LONDON (I.C.)-MÜNCHEN
Kollaboration

$\pi^-\mu^-$ Interactions at 4.0 GeV/c. II. Two-Prong Events
Nuovo Cimento 31, 729 (1964)

AACHEN-BERLIN-BIRMINGHAM-BONN-HAMBURG-LONDON (I.C.)-MÜNCHEN
Kollaboration

On the Production of the $3/2^-$ $3/2^-$ Isobar in 4 GeV/c $\pi^+\mu^-$
Interactions
Phys.Lett. 10, 229 (1964)

AACHEN-BERLIN-BIRMINGHAM-BONN-HAMBURG-LONDON (I.C.)-MÜNCHEN
Kollaboration

The Isospin and Neutral Decay of the f -Meson
Phys.Lett. 10, 240 (1964)

AACHEN-BERLIN-BIRMINGHAM-BONN-HAMBURG-LONDON (I.C.)-MÜNCHEN
Kollaboration

The Observation of Two $\rho^0\pi$ Resonances
Phys. Lett. 10, 226 (1964)

BORGIA B., GRILLI M., JOOS P., MEZZETTI L., NIGRO M., SCHIAVUTA E.,
VILLA F.

Λ^0 Polarisation from the Reaction $\gamma + p \rightarrow K^+ + \Lambda^0$ in the
Energy Range (950-1050) MeV
Nuovo Cimento 32, 218 (1964)

DEHNE H.C.

Inelastische Mehrfach-Pionerzeugung in $\bar{p}p$ - Wechselwirkun-
gen bei 3.6 GeV/c

Universität Hamburg, Dissertation 1964

DEHNE H.C., LOHRMANN E., RAUBOLD E., SÖDING P., TEUCHER M.W.,
WOLF G.

Pion Production without Annihilation in Anti-proton-Proton
Interactions at 3.6 GeV/c
Phys.Rev. 136, B 843 (1964)

- DEHNE H.C., RAUBOLD E., SÖDING P., TEUCHER M.W., WOLF G.,
LOHRMANN E.
Proton-Antiproton Interactions at 3.6 GeV/c and One Pion
Exchange
Phys.Lett. 9, 185 (1964)
- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Atomwirtschaft 9, 293 (1964)
- HARMSSEN D.M., BAUMANN G., BRAUN H., CUEER P.
The Emission of Li-8 Fragments in the Interactions of
1.5 GeV/c K-minus Mesons with Nuclei in Nuclear Emulsion.
Phys. Lett. 9, 274 (1964)
- HOLZHAUSEN K.F., MELLENTIN K.
Maschinelle Dokumentation in der Elementarteilchenphysik
Nachr.Dokumentation 15, 130 (1964)
- JENTSCHKE W.
Das Deutsche Elektronen-Synchrotron (DESY)
Taschenbuch für Atomfragen 1964
Bonn: Festland Verl. 50 (1964)
- JENTSCHKE W.
Die Erforschung der Elementarteilchen
Bild Wissensch. 1, 43 (1964)
- JENTSCHKE W.
The Electron Accelerator DESY
Proc.Roy.Soc.London A 278, 430 (1964)
- JOOS H.
Lectures on Lie Algebras for Physicists
Acta Phys. Austriaca Suppl. I, 3 (1964)
- JOOS H., SATZ H.
On a Classical Statistical Model with the Nonrelativistic
Integrals of Motion
Nuovo Cimento 34, 619 (1964)
- LOHRMANN E., MEYER H., WINZELER H.
Proton-Proton Scattering at Very Small Angles at 24 GeV/c
Phys.Lett. 13, 78 (1964)
- MARZAHN K.
Vermessungsprobleme beim Deutschen Elektronen-Synchrotron
(DESY)
Z.Vermessungswesen 89, 251 (1964)
- ROEPSTORFF G.
Teilchen mit Spin in der axiomatischen Feldtheorie
Universität Hamburg, Dissertation 1964
- SEETZEN J., ZERNA W.
Stahlbeton- und Spannbetonkonstruktionen für Reaktor-
Container
Taschenbuch für Atomfragen 1964. Bonn: Festland-Verl.
126 (1964)

SÖDING P.

Elastische Streuung und Einfach-Pionerzeugung durch Proton Antiproton-Wechselwirkungen bei 3.6 GeV/c
Universität Hamburg, Dissertation 1964

SÖDING P.

Real Part of the Proton-Proton and Proton-Antiproton
Forward Scattering Amplitude at High Energies
Phys.Lett. 8, 285 (1964)

STICHEL P.

Bethe-Salpeter Structure of the Non-Relativistic Three-
Nucleon Problem
Nucl.Phys. 52, 189 (1964)

STICHEL P.

Closed-shell Effects on the Cluster Singularities of the
Nucleon-Nucleus Vertex Part
Nuovo Cimento (10) 31, 250 (1964)

STICHEL P.

Single Pion Production by Linearly Polarized Photons
Z.Physik 180, 170 (1964)
(S.a. DESY 64/6)

STICHEL P., SCHOLZ M.

Drell Effect and Gauge Invariance
Nuovo Cimento 34, 1381 (1964)
(S.a. DESY 64/10)

STREIT L.

S-Matrix Unitarity and Current Operator in Quantum Field
Theory
Nuovo Cimento 34, 198 (1964)

TIMM U.

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron, ein Instrument der
Elementarteilchenphysik
Umschau Wiss.Technik 64, 434 (1964)

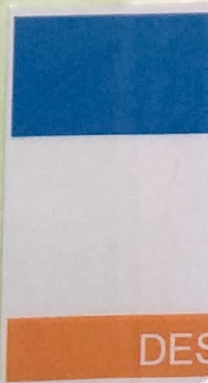
WEBER J.

Eine Tunnelndiodendekade für Folgefrequenzen bis zu
250 MHz
Nucl.Instr.Methods 26, 325 (1964)

066503



DESY Libraries



DES