

# Wissenschaftlicher Jahresbericht 1972

10090

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

**WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT 1972**  
**DEUTSCHES ELEKTRONEN - SYNCHROTRON DESY**

# Inhalt

1.	Einleitung	Seite	1
2.	Gruppen im Forschungsbereich		13
2.1	Visuelle Methoden Blasen- und Streamerkammer-Experimente (F1 und F52)		14
2.2	Inelastische Elektron-Proton-Streuung (F21)		22
2.3	Pion-Elektroproduktion (F22)		25
2.4	Elektron-Nukleon-Streuung (F23)		27
2.5	Symmetrische Paarerzeugung (F31)		30
2.6	Elektroerzeugung von Mesonen (F32)		33
2.7	Comptonstreuung (F33)		37
2.8	Photoerzeugung neutraler Mesonen (F34)		42
2.9	Photoerzeugung geladener Mesonen (F35)		45
2.10	Photoerzeugung hadronischer Paare (F36)		51
2.11	Vorbereitung der Experimente am Speicherring (F39)		53
2.12	Experimente mit der Synchrotronstrahlung (F41)		56
2.13	Kosmische Strahlung (F51)		64
2.14	Theoretische Physik (T)		68
2.15	Bibliothek und Dokumentation (L)		69
2.16	Elektronik (F51, F54, F56)		70
3.	Beschleuniger		73
3.1	Synchrotronbetrieb (S1)		74
3.2	Speicherring-Entwicklung (H)		80
3.3	Beschleunigerforschung (B3)		88
3.4	Polarisierte-Elektronen-Quelle (F22K)		90
3.5	Aufbau der Experimente - Hallendienst (S2)		93
4.	Datenverarbeitung		97
4.1	Rechenzentrum (R1)		98
4.2	Automatische Filmauswertung (R2)		100
4.3	Digitale Datenerfassung (F58)		102
4.4	Informatikanwendung in der Medizin (F58/UKE)		103
5.	Technologie und Service		107
5.1	Blasenkammerbetrieb und Supraleitung (B1)		108
5.2	Kältetechnik (B2)		111
5.3	Energieversorgung (K)		113
5.4	Technische Dienste (W)		114
5.5	Umbauten und Gebäudeunterhaltung (G1)		115
5.6	Strahlenschutz (D3)		116
5.7	Presse und Information (D4)		116
5.8	Sicherheit (D5)		117
6.	Literaturverzeichnis		119

## 1. EINLEITUNG



## 1. Einleitung

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY in Hamburg ist eine Großforschungseinrichtung, an der Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik betrieben wird.

Das Deutsche Elektronen-Synchrotron ist von der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg am 18.12.1959 als Stiftung des privaten Rechts errichtet worden. Satzungsgemäßer Zweck der Stiftung sind die Förderung der physikalischen Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Atomkerne und Elementarteilchen durch den Betrieb und weiteren Ausbau eines Hochenergiebeschleunigers für Elektronen und dessen wissenschaftliche Nutzung, sowie die wissenschaftliche und technische Forschung auf Gebieten, die mit der Hochenergiephysik in Zusammenhang stehen. Eng damit verbunden ist die Möglichkeit der Übernahme weiterer Aufgaben auf dem Gebiet der Kernforschung sowie sonstiger Aufgaben im Bereich der Forschung und technischen Entwicklung. Die Ergebnisse der Arbeiten werden uneingeschränkt veröffentlicht. Die Forschungseinrichtungen von DESY stehen allen deutschen Hochschulen und wissenschaftlichen Institutionen sowie auch ausländischen Wissenschaftlern offen.

DESY wurde im Februar 1964 nach fünfjähriger Bauzeit mit einer Maximalenergie von zunächst 6, später 7,5 Milliarden Elektronenvolt (GeV) als größter Elektronenbeschleuniger im nationalen Bereich in Betrieb genommen. Seitdem hat es sich zum Mittelpunkt der Elementarteilchenphysik in der Bundesrepublik entwickelt.

*Nationale und  
Internationale  
Zusammenarbeit*

Elementarteilchenphysik (Hochenergiephysik) hat die Aufklärung über die kleinsten Grundbausteine der Materie und die Erforschung der elementaren Kräfte zwischen ihnen zum Ziel. Dabei wird einmal das Verhalten von Elementarteilchen in Atomkernen (nuklearer Bereich) und zum anderen die Erzeugung von Elementarteilchen und ihre Wechselwirkung (subnuklearer Bereich) untersucht. Große Hochenergiebeschleuniger sowie der Einsatz modernster elektronischer Großrechenanlagen und neuester Technologien sind die notwendigen experimentellen Voraussetzungen für diese Forschungsarbeiten.

*Grundlagen-  
forschung/  
Elementar-  
teilchen-  
physik*

Besondere Bedeutung kommt der Zusammenarbeit mit den deutschen Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen zu. An der Durchführung und Auswertung der Experimente sind neben den eigenen Mitarbeitern durchschnittlich 100 auswärtige Wissenschaftler beteiligt. Folgende deutsche Forschungsstätten sind vertreten:

- die Universitäten Bonn, Bielefeld, Freiburg, Hamburg, Heidelberg, Karlsruhe, Marburg, München, Tübingen und Würzburg
- das Kernforschungszentrum Karlsruhe
- die Technische Hochschule Aachen
- die Max-Planck-Institute für Kernphysik in Heidelberg und für Physik und Astrophysik in München.

Kennzeichnend für die Elementarteilchenphysik ist eine sehr enge internationale Verflechtung, an der auch DESY intensiv beteiligt ist. Diese Beziehungen werden sehr gefördert durch eine vielschichtige Zusammenarbeit mit CERN und ECFA (European Committee for Future Accelerators). Außerdem arbeitet ständig eine Reihe ausländischer Wissenschaftler in den Forschungsgruppen bei DESY.

Der Bau und die Weiterentwicklung von DESY in Zusammenarbeit mit der Industrie dient zugleich der allgemeinen Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Beschleunigertechnik und der dabei angewendeten neuen Technologien. Elektronenströme mit immer besseren Strahlqualitäten sollen auch in der Zukunft zu wesentlichen neuen Erkenntnissen verhelfen. Die Durchführung und Auswertung von Experimenten auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik stellen extreme Anforderungen an die benötigten technischen Apparaturen. Das hat dazu geführt, daß die Elementar-

*Neue Technologien*

teilchenphysik zu einem Innovationsmotor für fortgeschrittene Technologien geworden ist wie etwa

- die schnelle Elektronik zur Messung kürzester Zeitunterschiede im Bereich von milliardstel Sekunden
- die elektronische Datenverarbeitung zur Überwachung und Steuerung der experimentellen Apparate und zur Auswertung der gewonnenen Daten
- die Hochvakuumtechnik
- die Kältetechnik zur Entwicklung supraleitender Magnete und Beschleunigungsstrecken

Das in den Beschleuniger-Laboratorien vorhandene technische 'know-how' führt trotz der auf Grundlagenforschung gerichteten Zielsetzung zu einer erheblichen Befruchtung der verschiedensten Wissensgebiete. So hat DESY zum Beispiel durch eine Zusammenarbeit mit dem Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf zur Auswertung und Analyse medizinischer Daten durch 'on-line'-Computer beigetragen.

Durch den Bau eines Elektron-Positron-Doppelspeicherringes mit einer Energie von  $2 \times 3$  GeV und durch eine erweiterte Ausstattung mit Meß- und Auswertegeräten sollen die experimentellen Möglichkeiten der Beschleunigeranlage bedeutend verbessert werden. In den beiden Speicherringen werden zwei intensive Strahlen von Elektronen und Positronen, die vorher im Synchrotron beschleunigt wurden, in entgegengesetzter Richtung umlaufen. An zwei Stellen des Speicherring-Systems werden die Strahlen gegeneinander gelenkt, sodaß Elektronen und Positronen zusammenstoßen. Dadurch wird das Studium äußerst energiereicher Prozesse ermöglicht. Mit den Experimenten am Doppelspeicherring kann voraussichtlich Mitte 1974 begonnen werden.

Darüberhinaus ist eine Ergänzung der Doppelspeicherring-Anlage vorgesehen, die es gestatten wird, Elektronen auch mit beschleunigten Protonen kollidieren zu lassen. Dabei kann in kinematische Bereiche vorgestossen werden, in denen die derzeit beim größten Elektronenbeschleuniger SLAC in Kalifornien erreichbaren Schwerpunktsenergien um das Zehnfache übertroffen werden.

Nach dem vom Bundesministerium für Forschung und Technologie vorgelegten Entwurf des vierten Atomprogramms für die Jahre 1973 - 1977 soll der Ausbau von DESY durch eine Reihe flankierender Maßnahmen ergänzt werden, die zu einer optimalen Nutzung der Einrichtung führen sollen. So muß die Ausstattung der bestehenden leistungsfähigen Arbeitsgruppen auch künftig auf dem neuesten Stand der Experimentiertechnik bleiben: Für künftige Experimente am Doppelspeicherring sind neue Meßapparaturen notwendig; zur Auswertung der Meßergebnisse muß eine ausreichend große Datenverarbeitungskapazität bereitgestellt werden; die Beschleunigeranlage soll durch den Einbau verbesserter Komponenten in ihrer Leistungsfähigkeit gesteigert werden.

Die stetige Weiterentwicklung wird DESY auf lange Sicht die Möglichkeit geben, auch in Zukunft aktuelle und bedeutende Experimente durchzuführen und damit einen führenden Platz unter den internationalen Hochenergie-Laboratorien zu sichern.

### *Elektron- Positron-Speicher- ringe*

### *Weiterer Ausbau*

Die Elementarteilchen- oder Hochenergiephysik widmet sich der Untersuchung der grundlegenden Struktur der Materie. In der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts gelang es, den Aufbau der Hülle der Atome durch die Quantentheorie verstehen zu lernen. Die Kenntnis von den Atomkernen und den sie zusammenhaltenden Kräften ist hingegen - trotz der bereits möglichen technischen Nutzung in Kernreaktoren - noch unvollständig. Um die Kernkräfte zu studieren, ist es zunächst nötig, die elementaren Bausteine der Atomkerne - Proton und Neutron - zu untersuchen. Dabei kommen eine Reihe von weiteren Elementarteilchen ins Spiel wie Mesonen und Hyperonen, die zur Aufklärung der Kernkräfte unbedingt erforderlich sind.

Gegenwärtig sind vier Arten von Kräften bekannt, die alle physikalischen Prozesse bestimmen und somit auch in den Wechselwirkungen von Elementarteilchen eine Rolle spielen:

*Vier Kräfte in der Natur*

- starke Wechselwirkung
- elektromagnetische Wechselwirkung
- schwache Wechselwirkung
- Gravitation

Nach einer in der elektromagnetischen Wechselwirkung sehr erfolgreichen Vorstellung wird die Kraft zwischen zwei Teilchen durch den Austausch eines die Wechselwirkung charakterisierenden weiteren Teilchens vermittelt. So ziehen sich zwei verschieden elektrisch geladene Teilchen an, weil masselose Teilchen des elektromagnetischen Feldes - Photonen - ständig zwischen ihnen ausgetauscht werden.

Die starke Wechselwirkung, die für den Zusammenhalt der Atomkerne verantwortlich ist, wird durch den Austausch von Mesonen zwischen den Kernbausteinen hervorgerufen. Die Mesonen stellen somit eine Art Kitt dar für die den Atomkern bildenden Protonen und Neutronen.

Für die schwache Wechselwirkung, die die radioaktiven Zerfälle von Atomkernen und Elementarteilchen bewirkt, ist ein solches Teilchen trotz intensiver Suche noch nicht gefunden worden.

Schließlich sind die Gravitationskräfte für die Struktur des Kosmos verantwortlich, tragen jedoch nach heutiger Kenntnis nicht mit nachweisbarer Stärke zur Wechselwirkung zwischen den Elementarteilchen bei.

Die starke und die schwache Wechselwirkung sind bis heute nur in Ansätzen verstanden. Ihre Erforschung hat immer wieder zu Überraschungen geführt, die dazu zwangen, grundlegende Ansichten über die Naturgesetze zu revidieren. Die gegenwärtigen theoretischen Vorstellungen reichen bisher nicht aus, in allen Fällen präzise quantitative Vorhersagen zu machen.

Im Gegensatz dazu erlaubt es die Theorie der elektromagnetischen Wechselwirkung, Voraussagen mit sehr hoher Genauigkeit zu machen. Ein wesentlicher Teil der Experimente an Elektronenbeschleunigern hat daher zum Ziel, diese Voraussagen zu testen und die Grenzen der Gültigkeit der bekannten Gesetze zu erforschen.

Relativ wenig verstanden ist die Wirkung elektromagnetischer Felder auf solche Teilchen, die Träger elektrischer Ladung und gleichzeitig an der starken Wechselwirkung beteiligt sind - also insbesondere die Kernbausteine. Hochenergetische Elektronen oder Photonen - die Quanten des elektromagnetischen Feldes - werden daher als Sonden benutzt, um Atomkerne und Elementarteilchen auf ihre Struktur hin abzutasten. Dieses Forschungsgebiet bildet einen weiteren Schwerpunkt der Arbeiten an einem Elektronenbeschleuniger wie DESY.

*Strukturen der Materie*

Einem grundlegenden Naturgesetz zufolge ist die Untersuchung sehr kleiner Strukturen wie der Kernbausteine nur mit Teilchen sehr hoher Energie möglich. Das macht den Bau großer Beschleuniger notwendig, denn nur mit ihrer Hilfe können die zahlreichen Elementarteilchen erzeugt werden, die durch Umwandlung von Energie in Masse entstehen.

### *Das Synchrotron*

Wichtigste Bestandteile eines Hochenergiebeschleunigers sind Beschleunigungsstrecken, in denen Elektronen oder Positronen durch hochfrequente elektromagnetische Felder stufenweise Energie zugeführt wird. In einem Synchrotron sind diese elektromagnetischen Felder entlang einer Kreisbahn angeordnet und die beschleunigten Teilchen werden durch magnetische Felder während vieler tausend Umläufe auf dieser Kreisbahn gehalten und fokussiert.

Der DESY-Beschleuniger hat einen Durchmesser von 100 Metern und kann Elektronen und auch deren Antiteilchen, die Positronen, auf eine Maximalenergie von 7,5 Milliarden Elektronenvolt (7,5 GeV) beschleunigen. Als Einschlußbeschleuniger wird ein 120 Meter langer 400 MeV Linearbeschleuniger verwendet. Mit DESY verfügt die Bundesrepublik Deutschland über den drittgrößten Elektronenbeschleuniger der Welt. Er wird nur von zwei amerikanischen Anlagen, dem 20 GeV-Linearbeschleuniger des Stanford Linear Accelerator Center SLAC und dem 10 GeV-Synchrotron der Cornell University in der Endenergie übertroffen.

### *Die Speicherringe*

In den letzten Jahren ist es durch intensive Forschungs- und Entwicklungsarbeiten möglich geworden, Teilchenstrahlen zu speichern und frontal aufeinander zu schießen. Durch diese Technik wird ein Bereich der Schwerpunktsenergie erschlossen, der durch konventionelle Beschleuniger nicht zugänglich ist. Bei DESY wird die Fertigstellung der Doppelspeicherringe für 1974 erwartet. Die Anlage hat die Form eines Ovals mit einem Umfang von etwa 300 Metern und wird für lange Zeit das modernste und vielseitigste Forschungsinstrument seiner Art darstellen. Elektronen und Positronen können mit einer Maximalenergie von 3,5 GeV aufeinander geschossen werden. Durch Erweiterung der Hochfrequenzausstattung wird eine Steigerung auf über 4,0 GeV möglich sein. Darüberhinaus kann, wie erwähnt, durch geringen Aufwand die Doppelspeicherring-Anlage für die Untersuchung von Zusammenstößen zwischen Elektronen und Protonen erweitert werden.

### *Arbeitsmethoden*

Die Arbeitsmethoden der Elementarteilchenphysik sowie die komplexe Infrastruktur eines Großforschungslaboratoriums bedingen Teamarbeit und Organisation der Forschung. In der Hochenergiephysik hat sich ein Entscheidungsverfahren über vorgeschlagene Experimente und damit über die wissenschaftlichen Programme herausgebildet, das unter Beteiligung aller Wissenschaftler des Laboratoriums sowie auswärtiger Beratungsgremien einen optimalen Einsatz der wissenschaftlichen Arbeit gewährleistet. Weiterhin ist die Hochenergiephysik durch eine besonders enge nationale und internationale Zusammenarbeit und Abstimmung der beteiligten Laboratorien in Amerika, Europa und der Sowjet-Union gekennzeichnet.

Ein großer Beschleuniger kann durch den von ihm verursachten Aufwand nicht mehr innerhalb einer Universität, sondern nur noch in National-Laboratorien betrieben werden. Die Elementarteilchenphysik führt jedoch keineswegs ein von anderen wissenschaftlichen Institutionen losgelöstes Eigenleben. Es ist vielmehr das Bemühen aller Beschleuniger-Laboratorien, eine enge Verbindung mit Universitätsinstituten zu gewährleisten und weiter zu entwickeln. Dieses wird dadurch erleichtert, daß Experimente von auswärtigen Gruppen betrieben werden oder auswärtige Gruppen sich der Analyse von Daten widmen ohne ständig beim Beschleuniger anwesend sein zu müssen. Durch diese Kooperation erhalten viele junge Naturwissenschaftler eine Ausbildung, die sie an die modernsten Methoden des wissenschaftlichen Arbeitens heranzuführt

Bei dem Betrieb eines Elektronenbeschleunigers entsteht, gewissermaßen als Abfallprodukt, Synchrotronstrahlung - eine elektromagnetische Strahlung, die vom Röntgengebiet bis ins Gebiet des sichtbaren Lichts reicht. Sie wird von den auf die Kreisbahn gezwungenen Elektronen ständig abgestrahlt. Diese Synchrotronstrahlung eignet sich hervorragend für Untersuchungen in der Molekül- und Festkörperphysik. DESY hat seit Anbeginn eine Synchrotronstrahlungsgruppe, die sich inzwischen Weltgeltung erworben hat.

Ferner haben sich in den letzten Jahren neue Anwendungsmöglichkeiten auf biologischem Gebiet eröffnet. Eine wesentliche Erweiterung der Nutzungsmöglichkeiten der Synchrotronstrahlung ist durch die Zusammenarbeit mit der European Molecular Biology Organization (EMBO) gegeben, die bei DESY in einem eigenen Laboratorium experimentieren wird.

Der Elementarteilchenphysik kommt wegen ihrer Stellung im Gebäude der Physik eine hervorragende Bedeutung zu für das Studium der allgemeinsten Naturgesetzmäßigkeiten. Dadurch geht von ihr eine starke Befruchtung anderer Wissenschaften aus. So wären etwa die neueren Ergebnisse astrophysikalischer Forschung nicht verständlich ohne die Erkenntnisse der Elementarteilchenphysik. Viele Phänomene in der Kernphysik sind - obwohl sie dem Gebiet der Niederenergiephysik angehören - erst durch in der Hochenergiephysik entdeckte Gesetze verstanden worden.

## Das experimentelle Programm im Jahre 1972

- Stand 31. Dezember 1972 -

Im Aufbau oder in der Testphase befindliche Experimente:

Exp.-Nr.	Gruppe/Sprecher	Methode
94	Messung der Reaktionen $\gamma P \rightarrow P K^+ K^-$ und $\gamma P \rightarrow P \bar{P} P$ F23a /D.Fries H.J.Behrend	Energie-markierter Photonenstrahl u. Drahtfunkenkammern
111	Photoproduktion von $\pi^+$ -Mesonen an polarisierten Protonen F35 /H.Genzel	$\pi^+$ -Hodoskop/polarisiertes Protonentarget
114	Bestimmung der longitudinalen und transversalen Wirkungsquerschnitte für die Elektroproduktion von $\pi$ -Mesonen im Massenbereich $W \geq 2$ GeV F22 /G.Weber	Drahtfunkenkammer und Neutronenzähler

Experimente, die im letzten Halbjahr abgeschlossen worden sind:

67	$\pi^+$ -Elektroproduktion zwischen Schwelle und erster Resonanz F22 /G.Weber	$\pi^+$ -Hodoskop u. Neutronenzähler
98	Photoproduktion von $\pi^0$ -Mesonen an polarisierten Protonen F38 u. F34 D.Schmitz/H.Dinter	Cerenkovzähler-Hodoskop und polarisiertes Target

101	Messung der Amplitude und Phase der Comptonstreuung an Protonen und Deuteronen	F31	/S.C.C.Ting	Doppelarm-Spektrometer und Protonen-Hodoskop
102	Photoerzeugung am Proton von Baryonen mit $S = +1$ und $S = -1$ für Massen zwischen 1600 MeV und 2200 MeV	F35	/B.H.Wiik	Spektrometer für $K^+$ und $K^-$
105	Elektroproduktion von $\pi^- \Delta^{++}$ an Wasserstoff	F32	/D.Schmidt	Optische Funkenkammern
106	Inelastische Elektronenstreuung im Kontinuumsgebiet für kleine Viererimpulsüberträge	Karlsruhe/DESY D. Wegener		Elektronenspektrometer
107	Inklusive Photoproduktion am Proton	F35	/B.H.Wiik	Zählerhodoskop zum Nachweis geladener Hadronen u. Photonen-Subtraktionsverfahren

Laufende Experimente:

100	Inelastische Elektronenstreuung	F1	/H.Meyer	Streamerammer
103	Messung totaler Photoproduktions-Wirkungsquerschnitte von 0.2 bis 7.2 GeV	F1	/H.Meyer	Energie-markierter Photonenstrahl
108	Bestimmung der Myonenspektren und der Ladungsverhältnisse von Myonen der kosmischen Strahlung bei verschiedenen Zenitwinkeln und Untersuchungen über deren elektromagnetische Wechselwirkung	Kiel/DESY F51 C.Grupen		Drahtfunkenkammern im PLUTO-Solenoid
109	Koinzidenzmessungen im Bereich der höheren Nukleonresonanzen	F21	/J.Gayler	Zweiarm-Spektrometer
110	Elektroproduktion von $K^+ \Lambda$ und $K^+ \Sigma^0$ an Wasserstoff	F32	/D.Schmidt	Zwei optische Funkenkammer-Spektrometer u. Laufzeithodoskope
112	Inklusive Photoproduktion von $\pi^0$ Mesonen am Proton	F34	/Ch.Berger	Bleiglas-Cerenkovzähler
113	Bestimmung des totalen Absorptionsquerschnittes virtueller Photonen an $^{12}\text{C}$	F23	/D.Wegener	Elektronenspektrometer

Blasen- und Streamerkammer-Kollaborationen:

- |   |  |
|---|--|
| 1. pp-Wechselwirkungen<br>bei 12 und 24 GeV/c   | Bonn-Hamburg-<br>München-Kollaboration                   |
| 2. ep-Wechselwirkungen<br>in der Streamerkammer<br>bei 7.2 GeV  | DESY-Universität<br>Hamburg-Kollaboration                |
| 3. $\pi^+$ p-Wechselwirkungen<br>bei 11.7 GeV/c   | Durham-Genua-Hamburg-<br>Mailand-Saclay-Kollaboration    |
| 4. Photoproduktion am<br>Deuteron   | Aachen-Bonn-Hamburg-<br>Heidelberg-München-Kollaboration |
| 5. Photoproduktion am Was-<br>serstoff in einer Streamer-<br>kammer mit energiemarkier-<br>ten Photonen | Aachen-Hamburg-Heidelberg-<br>München-Kollaboration      |
| 6. Totaler Wirkungsquerschnitt<br>für Photoproduktion an<br>Wasserstoff und schweren Kernen             | DESY-Universität<br>Hamburg-Kollaboration                |
| 7. $p\bar{p}$ -Wechselwirkungen<br>bei 12 GeV/c   | DESY-Padua-Pisa-<br>Kollaboration                        |

In diesem Bericht verwendete Luftaufnahmen sind freigegeben unter der Nummer 468/72 Luftamt Hamburg

Das Literaturverzeichnis enthält alle im Berichtsjahr bei DESY publizierte Literatur.

Zitate von Publikationen auswärtiger Institute sowie von DESY-Veröffentlichungen aus vorhergehenden Jahren sind durch ein 'A' gekennzeichnet.

## Die Organe der Stiftung:

### Wissenschaftlicher Rat

Dem Wissenschaftlichen Rat gehörten im Berichtsjahr an:

Als Vorsitzender: Prof.Dr. H. Ehrenberg,  
Institut für Kernphysik der Univ.Mainz

als Stellvertreter: Prof.Dr. W. Walcher,  
Physikalisches Institut der Univ.Marburg

als Mitglieder:

Prof.Dr. H. Althoff, Physikalisches Institut der Universität Bonn	Dr. W. Koch, European Organization for Nuclear Research, CERN
Prof.Dr. A. Citron, Institut für Experimentelle Kern- physik Leopoldshafen	Prof.Dr. O. Madelung, Institut für Theoretische Physik Marburg
Prof.Dr. M. Deutschmann, III. Physikalisches Institut der T.H. Aachen	Prof.Dr. B. Povh, Max-Planck-Institut für Kernphysik Heidelberg
Prof.Dr. R. Haag, II. Institut für Theoretische Physik der Univ.Hamburg	Prof.Dr. P. Stähelin, II. Institut für Experimental- physik der Univ. Hamburg
Prof.Dr. G. Höhler, Lehrstuhl für Theoretische Kernphysik Karlsruhe	Dr. K. Winter, European Organization for Nuclear Research, CERN
Prof.Dr. W. Jentschke, European Organization for Nuclear Research, CERN	

### Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

Min.Dir. Dr. G. Lehr (Vorsitz),  
Stellvertreter: Min.Rat Dr. J. Rembser.

Min.Rat Dr. E. Schlephorst,  
Stellvertreter: Min.Rat Dr. L. Prior.  
Bundesministerium für Bildung und Wissenschaft

Min.Rat W. Hofbauer,  
Stellvertreter: Reg.Dir. P. Surmann.  
Bundesministerium für Wirtschaft und Finanzen

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg:

Senatsdir.Dr. H. Meins (stellvertr. Vorsitzender),  
Stellvertreter: Ltd.Reg.Dir. Dr. H. Braun.  
Behörde für Wissenschaft und Kunst/  
Hochschulamt

Ltd.Reg.Dir. R. Laude,  
Stellvertreter: Reg.Rat Dr. H. Schröder  
Finanzbehörde/Überregionale Finanzfragen  
und Sonderaufgaben

### Direktorium:

Prof.Dr. W. Paul	(Geschäftsführender Direktor)
Prof.Dr. M.W. Teucher	(stellvertr.geschäftsführ.Direktor)
Ltd.Reg.Dir. H. Berghaus	(kaufmännisches Mitglied)
Prof.Dr. E. Lohrmann	

## Weitere Gremien:

### Wissenschaftlicher Ausschuß

#### 1. Gastgruppen

Dr. W. Erlewein	(Bonn)
Dr. D. Fries	(Karlsruhe)
Prof. E. Ganssauge	(Marburg)
Dr. M. Skibowski	(München)
Dr. P. Schmüser	(Hamburg/ II.Inst.)

#### 2. DESY-Gruppen

Dr. H.J. Behrend	(F36)
Dr. J. Gayler	(F21)
Herr R. Giesenberg	(W1)
Herr G. Hemmie	(S1)
Herr H.J. Hoelzel	(H3)
Dr. G. Horlitz	(B1)
Herr W. Kriens	(S1)
Dr. D. Schmidt	(F32)
Herr G. Treichel	(S2)

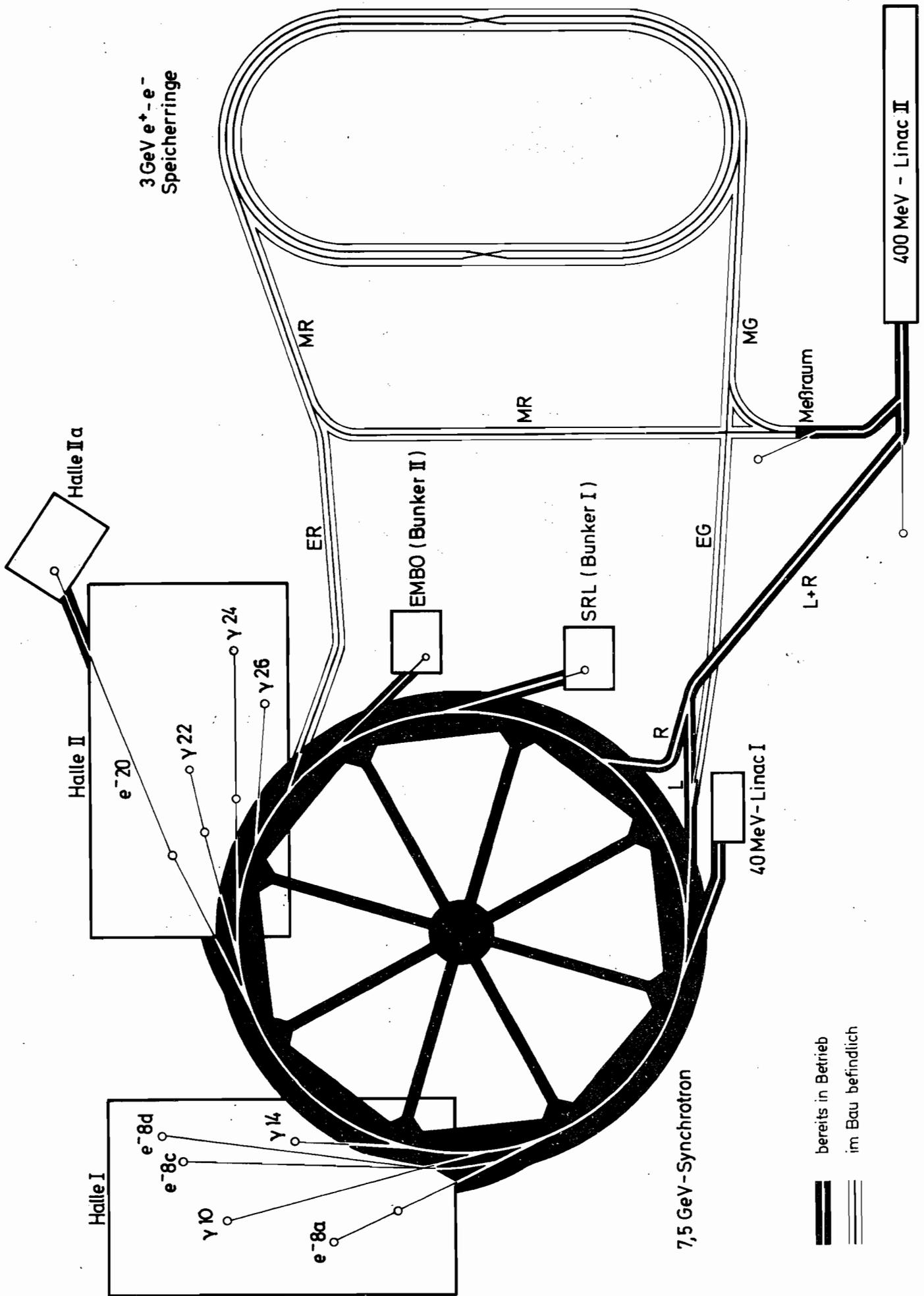
#### 3. ex officio

Prof. H. Bienlein	(F34)
Prof. H. Joos	(T)
Dr. P. Söding	(F1)
Prof. K. Symanzik	(T)
Prof. P. Waloschek	(F39)
Dr. G. Wolf	(F1)

Das Forschungskollegium berät das Direktorium bei der Gestaltung des Forschungsprogramms.

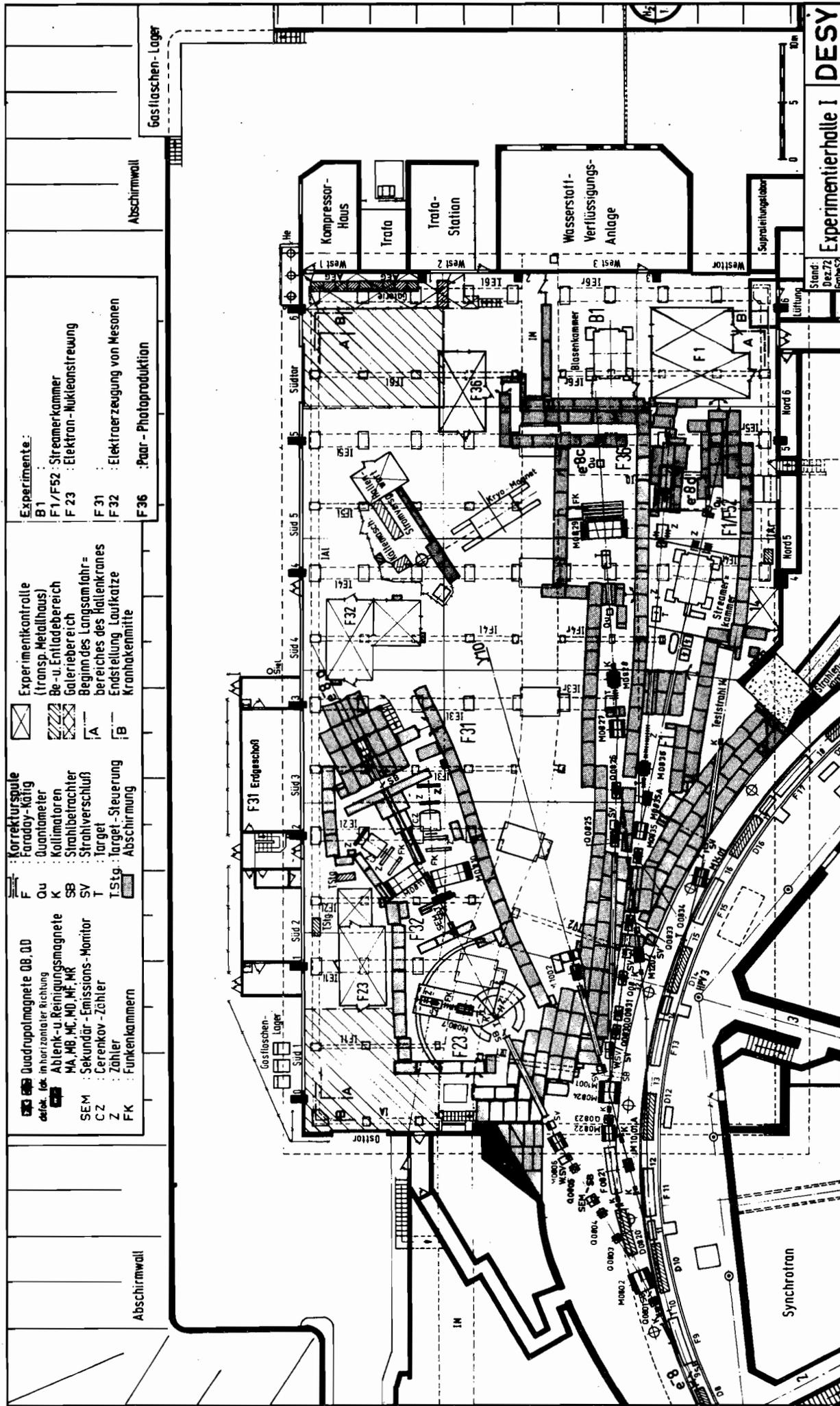
Ihm gehörten an:

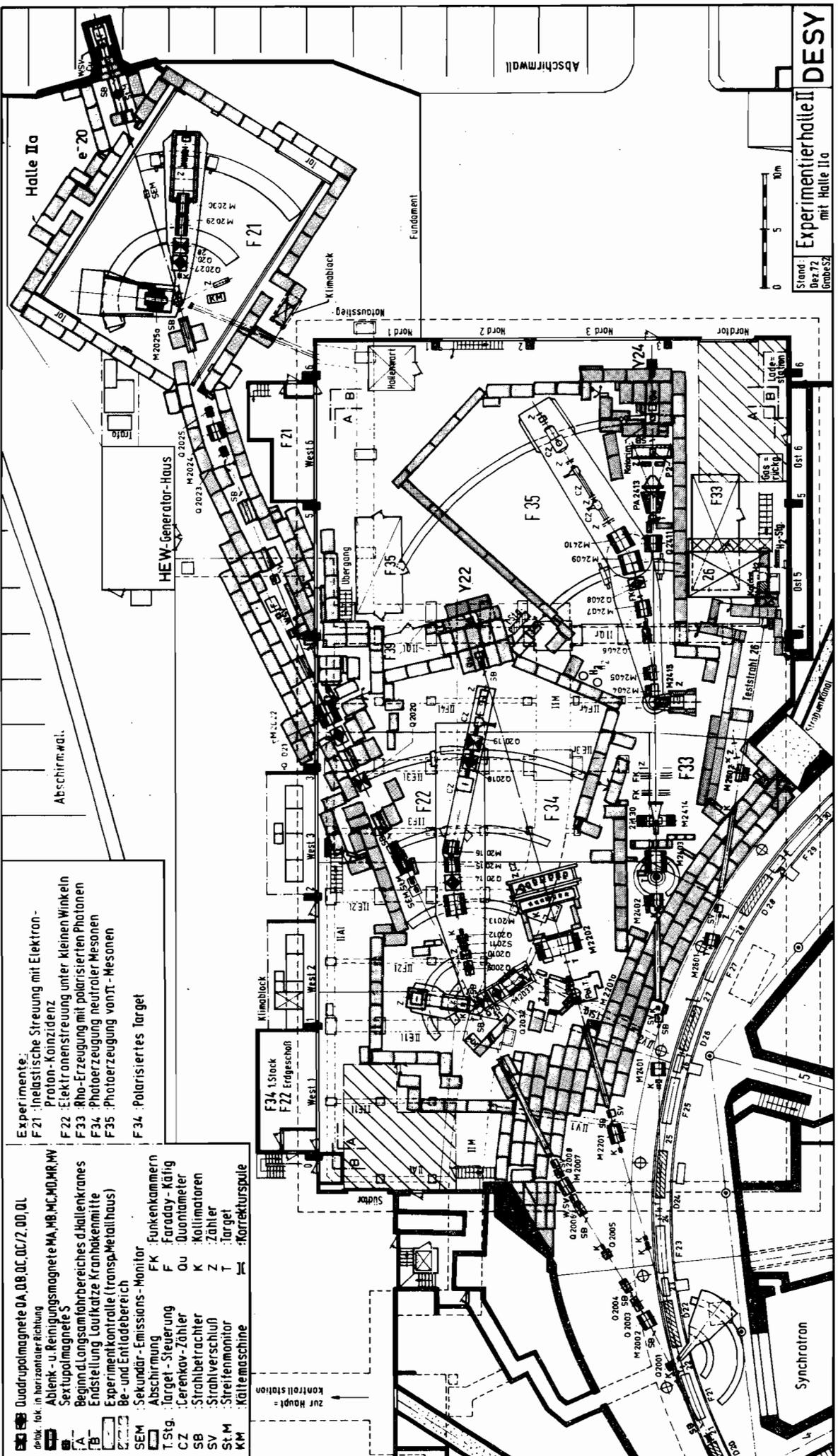
Dr. H.J. Behrend  
Dr. F. Brasse  
Dr. W. Braunschweig  
Dr. F. Gutbrod  
Prof.Dr. E. Lohrmann  
Prof.Dr. H. Joos  
Dr. F. Schwickert  
Dr. B. Wiik



 bereits in Betrieb  
 im Bau befindlich

Bild 1 : Strahlverlauf zwischen Linac II, Synchrotron und Speicherring sowie die Strahlen in den Experimentierhallen



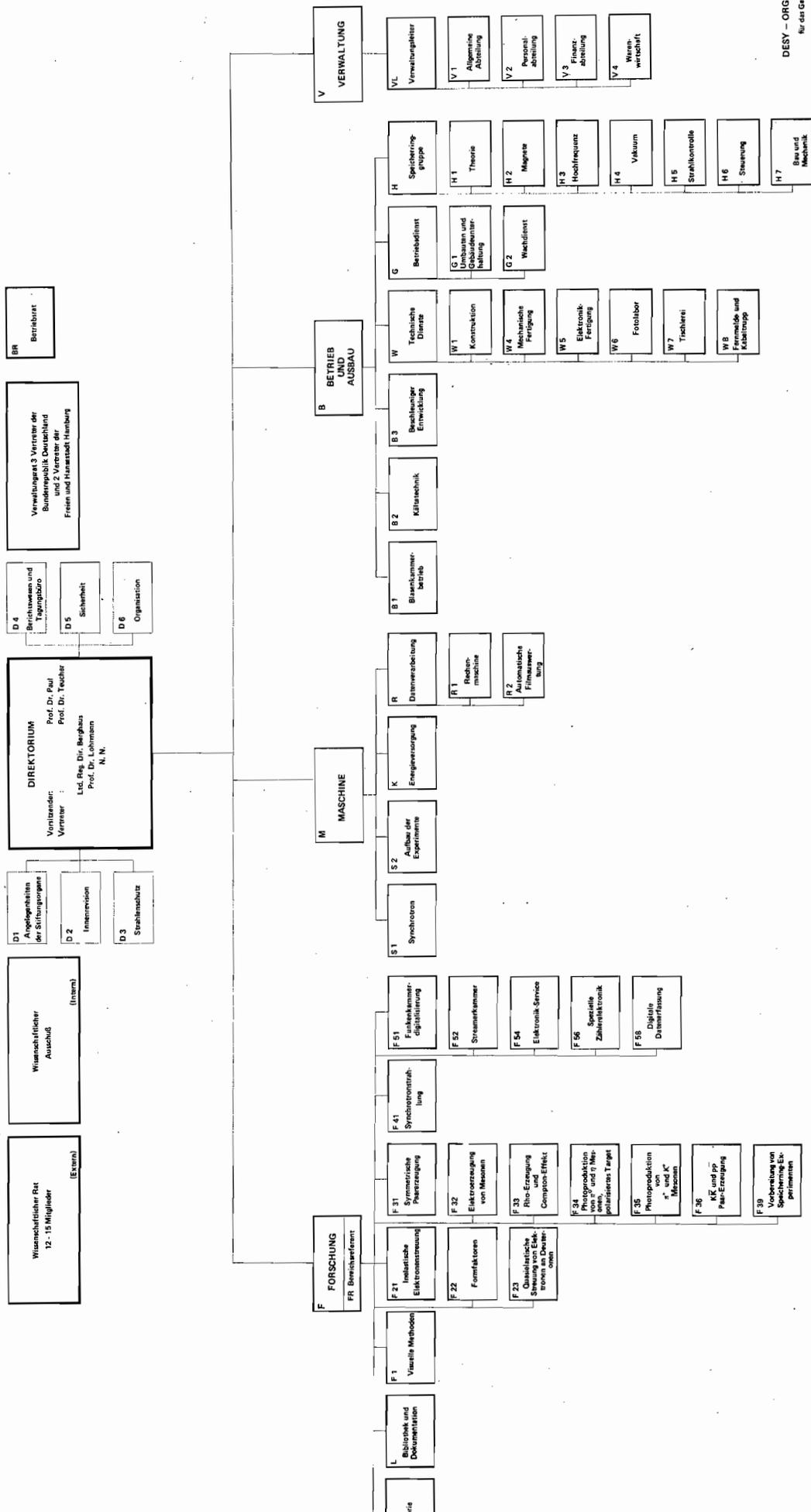


Stand: Dez 72  
 Gezeichnet: G. S. Z.  
**DESY**  
 Experimentierhalle II  
 mit Halle IIa

**Experimente:**  
 F 21 : inelastische Streuung mit Elektron-  
 Proton-Koinzidenz  
 F 22 : Elektronenstreuung unter kleinen Winkeln  
 F 33 : Rho-Erzeugung mit polarisierten Photonen  
 F 34 : Photoerzeugung neutraler Mesonen  
 F 35 : Photoerzeugung von  $\pi^+$ -Mesonen  
 F 34 : Polarisiertes Target

- SEM : Quadrupolmagnete DA, DB, DC, OC, Z, OD, OL
- T.Sig : Ablenk- u. Reinigungsrichtung
- CZ : Sextupolmagnete S
- SV : Beginn d. Langsamfahrbereiches d. Hallenkranes
- St.M : Experimentkontrollle (transp. Metallhaus)
- KM : Be- und Entladebereich
- Funkenkammern
- Faraday-Käfig
- Quantenmeter
- Kollimatoren
- Zähler
- Target
- Korrekturspule

**Experimente:**  
 F 21 : inelastische Streuung mit Elektron-  
 Proton-Koinzidenz  
 F 22 : Elektronenstreuung unter kleinen Winkeln  
 F 33 : Rho-Erzeugung mit polarisierten Photonen  
 F 34 : Photoerzeugung neutraler Mesonen  
 F 35 : Photoerzeugung von  $\pi^+$ -Mesonen  
 F 34 : Polarisiertes Target



## **2. GRUPPEN IM FORSCHUNGSBEREICH**

## 2.1 Visuelle Methoden Blasen- und Streamerkammer-Experimente (F1 und F52)

*pp-Wechselwirkungen bei  
12 und 24 GeV/c  
Bonn-Hamburg-München-  
Kollaboration  
(a)*

Das Proton-Proton-Experiment zur Untersuchung von Vielteilchen-Endzuständen bei 12 und 24 GeV/c Strahlimpuls mit Hilfe der CERN 2m-Wasserstoffblasenkammer wurde fortgesetzt. Dieses Experiment ist die umfangreichste Untersuchung seiner Art über pp-Wechselwirkungen. Nach einer groben Vormessung erfolgt die genaue Messung der Ereignisse auf automatischen Filmmessanlagen (HPD), die während der Messung auch Informationen über die Ionisationsdichte der Spuren liefern. Bisher wurden 322.000 vollständige Ereignisse gemessen, davon 239.000 auf dem gemeinsam von den Instituten in Bonn und Hamburg entwickelten HPD in Hamburg. Es zeigte sich, daß für Aufnahmen mit der 2m-Kammer durch die hohe Meßgenauigkeit des HPD ( $\sim 30 \mu\text{m}$  in der Kammer) auch bei 24 GeV/c die Trennung zwischen Endzuständen mit einem und mehreren neutralen Teilchen möglich ist. Daher wurden weitere 250.000 Bilder bei 24 GeV/c beantragt, um für gleiche Endzustände die gleichen Ereigniszahlen bei 12 und 24 GeV/c zu erhalten. Im Sommer 1972 wurde ein Teil der beantragten Bilder aufgenommen und mit ihrer Vermessung begonnen. Die physikalische Auswertung gliedert sich in die Untersuchung inklusiver und exklusiver Reaktionen. In beiden Fällen war es von großer Bedeutung, daß durch die Messung bei zwei Energien auch die Energie-Abhängigkeit der Prozesse untersucht werden konnte.

*Inklusive Auswertung*

Die inklusive Erzeugung von Teilchen  $c$  in Reaktionen des Typs  $pp \rightarrow c + \text{andere Teilchen}$  wurde mit  $c = \pi^+, \pi^-, \pi^0, K_S^0, p, \Lambda, \bar{\Lambda}, \Sigma^+$  und  $\Sigma^-$  untersucht. Bild 2 zeigt einige Beispiele der gemessenen Spektren. Der Vergleich der  $\pi^-$  und  $\pi^+$  Daten mit entsprechenden, an den CERN-Speicherringen bei höheren Energien gemessenen Daten zeigte, daß die Wirkungsquerschnitte im Fragmentationsbereich des Protons eine geringe  $s$ -Abhängigkeit haben. Andere Resultate sind z.B. die Zunahme des  $K/\pi$  Verhältnisses mit abnehmendem  $x$ , die Faktorierungeigenschaft bei inklusiven Spektren mit exotischen Muellerdiagrammen, die Faktorierung des invarianten  $\pi^\pm$ -Erzeugungswirkungsquerschnitts im Zentralbereich bezüglich  $y$  und  $p_T$ , und die sehr geringe Korrelation zwischen der Multiplizität der erzeugten  $\pi^0$ 's mit der Multiplizität der geladenen Sekundärteilchen. Ferner wurde speziell das Verhalten der  $\pi^\pm$  und  $p$  Spektren bei einem Schwerpunktswinkel von  $90^\circ$  untersucht. Schließlich wurde gefunden, daß die Transversalimpulsverteilungen für alle Teilchen in sehr guter Näherung exponentiell in der longitudinalen Masse sind.

Die Ergebnisse über inklusive Ein-Teilchen-Erzeugung sind zum Teil veröffentlicht (1,4,5,7,8), ein vollständiger Bericht befindet sich in Arbeit. Die Untersuchung von Korrelationen einschließlich der inklusiven Resonanzproduktion wurde begonnen.

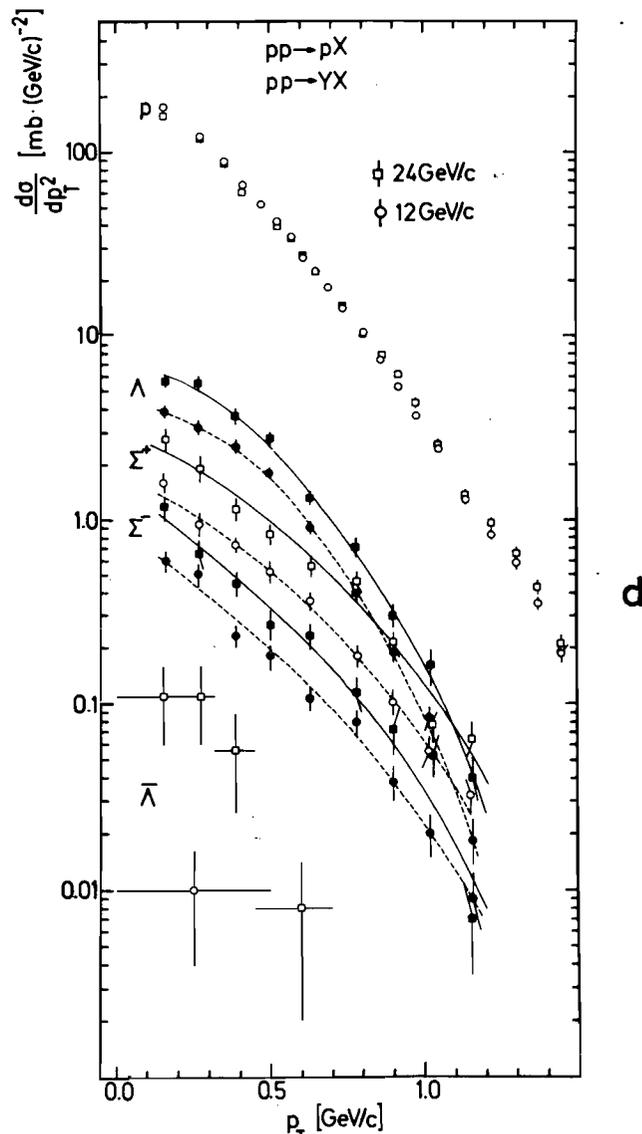
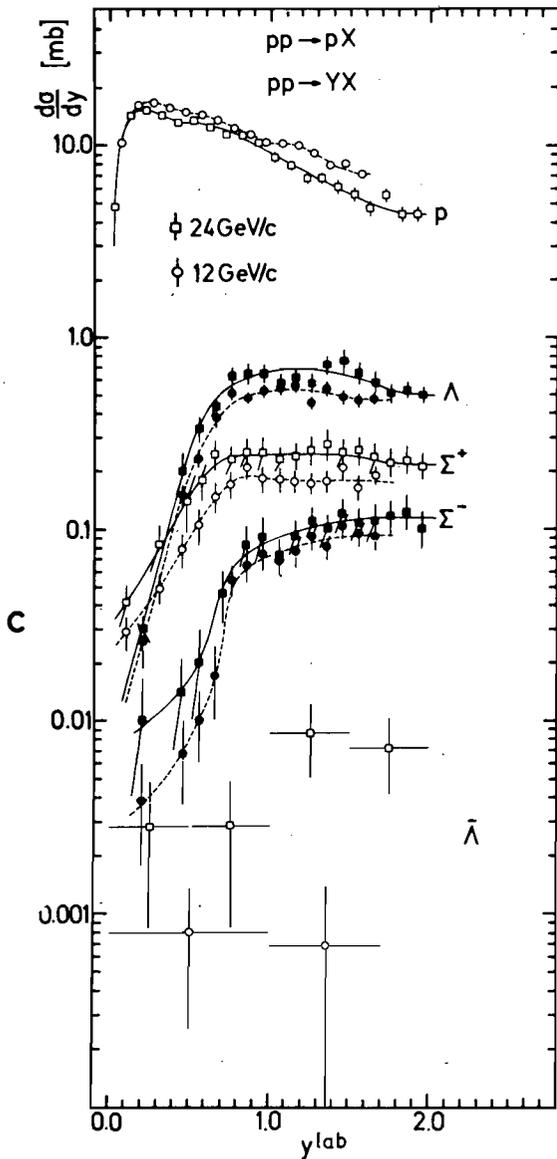
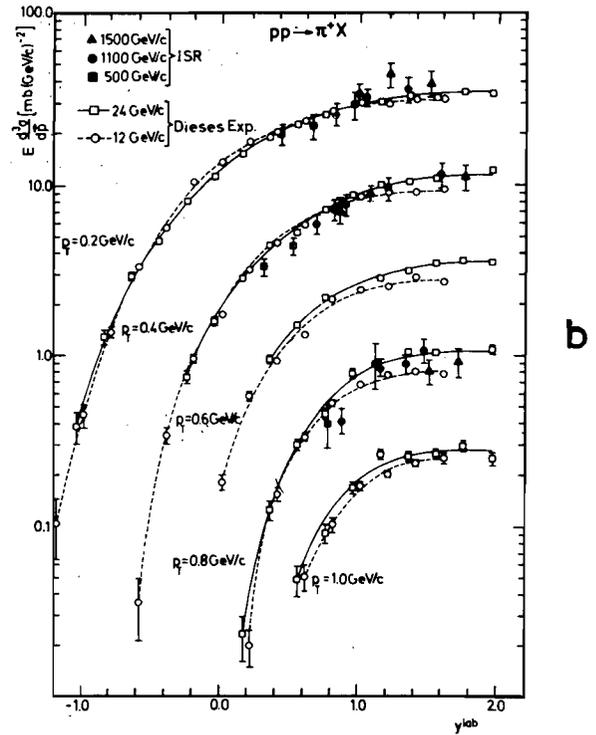
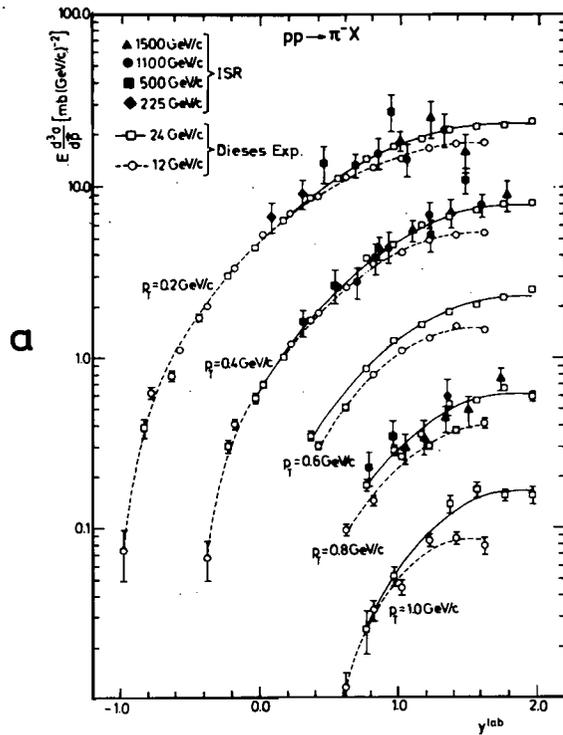
*Exklusive Endzustände*

Exklusive Reaktionen wurden vor allem im Hinblick auf Austauschmechanismen untersucht (2,3,6,9,10). Eine Untersuchung der Endzustände  $p\pi^+$  und  $pp\pi^+\pi^-$  wurde veröffentlicht (2). Die weiteren Untersuchungen konzentrieren sich auf Doppel-Austauschprozesse, wie die Erzeugung von Mesonen-Resonanzen  $M$  in Reaktionen  $pp \rightarrow ppM$ , mit  $M = \eta, \rho, \omega, f$  und  $\phi$ , über die bisher kaum Daten vorliegen. Eine weitere Arbeit wurde über den Mechanismus der Erzeugung von neutralen  $(\pi\pi)$ -Systemen kleiner Masse in der Reaktion  $pp \rightarrow p(\pi\pi)^0p$  veröffentlicht (3), der von Interesse für die Frage ist, ob ein Doppel-Pomeron-Austausch existiert. Die Untersuchung ergab, daß die Erzeugung der  $(\pi\pi)$ -Systeme im wesentlichen mit der Fragmentation des Protons zusammenhängt. Schließlich ist eine allgemeine Untersuchung der diffraktiven Prozesse (Multiplizität, Transversalimpulsverhalten etc. der diffraktiv erzeugten Systeme) begonnen worden.

Berichte über die gefundenen Resultate wurden bei Vorträgen im CERN, auf der Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Bonn sowie auf internationalen Tagungen in Oxford, Zakopane (Polen) und Chicago gegeben.

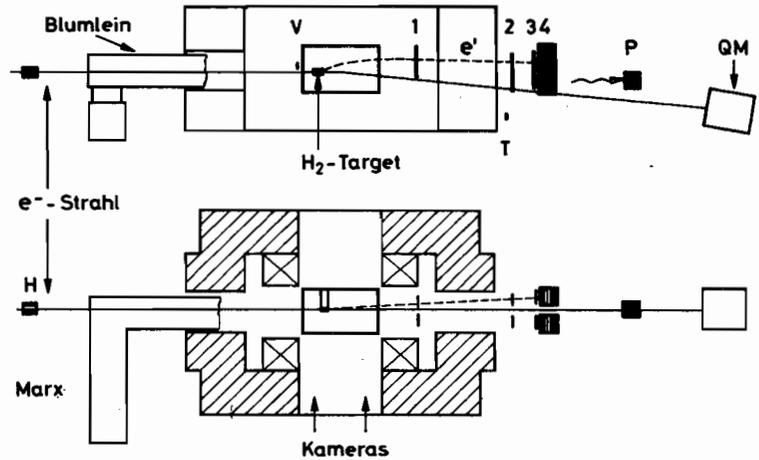
*ep-Wechselwirkungen in  
der Streamerkammer  
bei 7.2 GeV  
DESY-Univ.Hamburg-  
Kollaboration  
(b)*

Experimente, die von 1968 bis 1970 am Linearbeschleuniger in Stanford durchgeführt wurden, hatten einen unerwartet hohen Wirkungsquerschnitt für inelastische Streuung von Elektronen an Protonen (Elektroproduktion) ergeben. Diese Ergebnisse wurden im Rahmen des Partonmodells durch eine neuartige Struktur des Nukleons gedeutet. In den Experimenten in Stanford konnten nur das gestreute Elektron und nicht die gleichzeitig erzeugten Teilchen nachgewiesen werden. Daher erschien es interessant, eine Messung aller Endzustandsteilchen vorzunehmen. Dazu wurde



**Bild 2:** Einige Beispiele für inklusive Verteilungen von  $\pi^\pm$ ,  $p$ ,  $\Lambda$ ,  $\Sigma^\pm$  und  $\bar{\Lambda}$  aus 12 und 24 GeV/c pp Wechselwirkungen

**Bild 3 :** Experimenteller Aufbau des Elektroproduktionsexperiments. Die Zähler V, 1, 2, 3 und T sind Szintillationszähler. Die Zähler 4 und P sind Schauerzähler. H ist ein Vetozähler mit Durchlaß für den Strahl. QM ist ein Quantameter



1971 bei DESY mit dem Aufbau eines Streamerkammerexperiments zur Elektroproduktion begonnen. Die Anordnung (vergleiche Bild 3) besteht aus einer Streamerkammer in einem Magnetfeld von 18 Kilogauss. Die einfallenden Elektronen wurden in einem internen Wasserstofftarget gestreut und durch eine Anordnung von Szintillations- und Schauerzählern nachgewiesen. Das Nachweissignal löst den Hochspannungspuls aus dem Marxgenerator aus, der die Streamerkammer empfindlich macht. Es bilden sich Streamer entlang der Teilchenspuren, die fotografiert werden. Mit dieser Anordnung können alle geladenen Teilchen nachgewiesen und ein Teil der Reaktionen mit einem neutralen auslaufenden Teilchen vollständig rekonstruiert werden. Das Experiment erfordert wegen der kleinen Wirkungsquerschnitte eine sehr sorgfältige Behandlung aller Untergrundeffekte.

1972 wurde der Aufbau der Apparatur abgeschlossen, und es wurden 180.000 Bilder mit ca. 20.000 Ereignissen aufgenommen. Erste Ergebnisse von 4.000 vollständig rekonstruierten Ereignissen sind inzwischen veröffentlicht (11,13). Die Untersuchungen konzentrieren sich auf das  $Q^2$ -Verhalten globaler Größen wie Multiplizität des erzeugten Teilchens und inklusiver  $\pi^-$  Erzeugung und auf eine Analyse der Reaktion  $ep \rightarrow e\pi^+\pi^-$ . Die mittlere Anzahl geladener Hadronen, die in inelastischer Streuung erzeugt werden, ist um etwa 10% kleiner als für Photoerzeugung. Die inklusiven  $\pi^-$ -Impulsspektren zeigen mit wachsendem Impulsübertrag vom Elektron auf das Proton einen abnehmenden Anteil an 'führenden'  $\pi^-$ -Mesonen. In der Reaktion  $ep \rightarrow e\pi^+\pi^-$  beobachtet man starke  $\Delta^{++}$ -Erzeugung bei niederen Energien und starke  $\rho^0$ -Erzeugung bei hohen Energien (s.Bild 4). Die Polarisation der  $\rho$ -Mesonen wurde aus der Zerfallswinkelverteilung bestimmt. Nahe der Erzeugungsschwelle dominiert die longitudinale Polarisation, während bei höheren Energien die transversale Polarisation überwiegt. Die  $Q^2$ -Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts ist verträglich mit der Vorhersage des Vektordominanzmodells für den transversalen Anteil,

$$\sigma_{\rho}^T(Q^2) = \left( \frac{m_{\rho}^2}{m_{\rho}^2 + Q^2} \right)^2 e^{A_{\text{kt}}|_{\text{min}}} \sigma_{\rho}(Q^2 = 0)$$

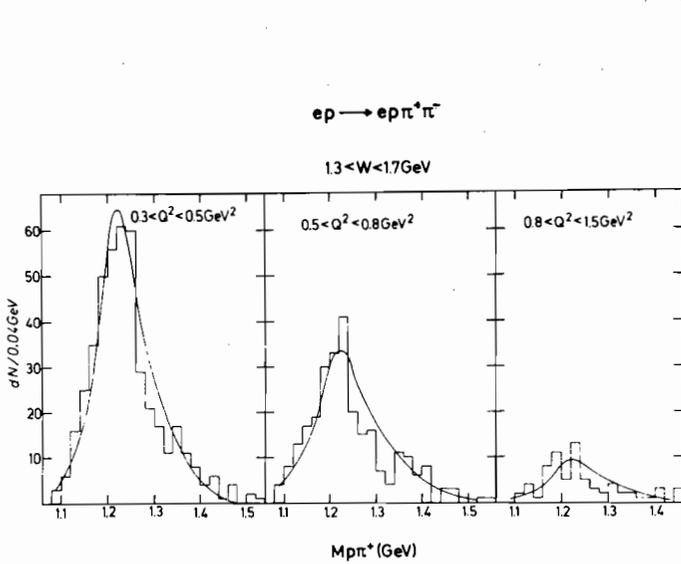
Die t-Verteilung der erzeugten  $\rho$ -Mesonen wird mit wachsendem  $Q^2$  flacher.

$\pi^+p$  Wechselwirkungen  
bei 11.7 GeV/c  
Durham-Genua-Hamburg-  
Mailand-Saclay-Kollabo-  
ration  
(c)

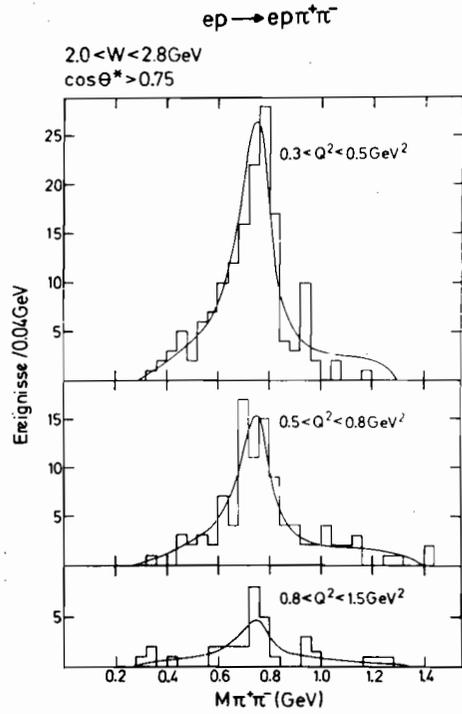
Das Experiment wurde 1967 und 1968 mit der 2m-Wasserstoffblasenkammer am CERN begonnen. Die gemeinsame Auswertung durch alle Gruppen beschränkte sich auf die Ereignisse mit vier auslaufenden Spuren. Die Messung der Ereignisse wurde 1972 von allen Instituten abgeschlossen. Ein großer Teil der physikalischen Untersuchungen ist im Berichtsjahr zu Ende geführt worden. So wurden die Ergebnisse über eine LPS-Analyse (Longitudinal-Phase-Space) für die Reaktion  $\pi^+p \rightarrow \pi^+\rho\pi^+\pi^-$  veröffentlicht (14,22). Weiterhin wurden die Arbeiten über die Reaktion  $\pi^+p \rightarrow \omega\Delta^{++}$  und die Pol-Extrapolation in der Reaktion  $\pi^+p \rightarrow \rho^0\Delta^{++}$  veröffentlicht (15,16).

Die Bestimmung der Quantenzahlen des  $A_3$ -Mesons wurde mit den endgültigen Daten abgeschlossen. Außerdem wurden die Produktionsdichtematrixelemente des  $A_3$ -Mesons abgeschätzt und die Nichterhaltung der s-Kanal Helizität festgestellt (17,21,23).

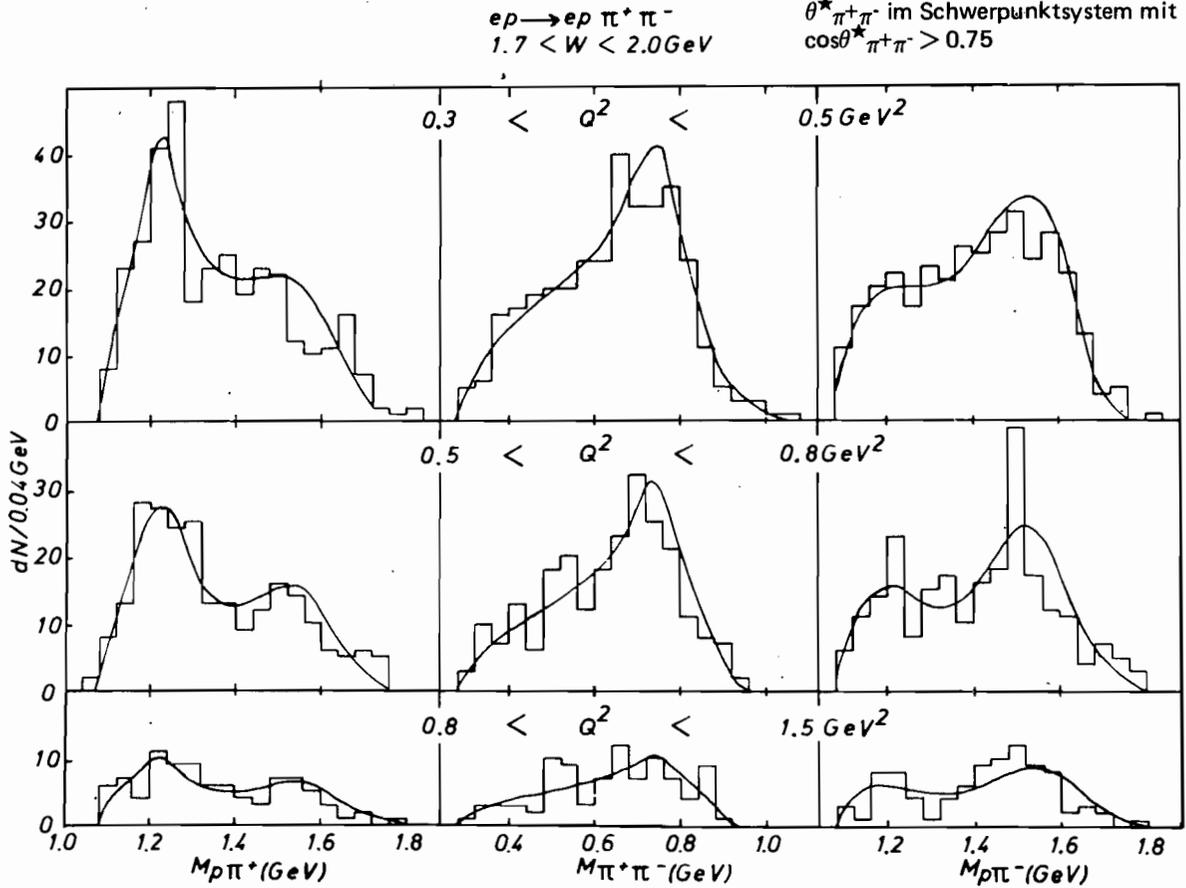
**Bild 4 : Die Reaktion  $ep \rightarrow e p \pi^+ \pi^-$**   
 Die Kurven sind Anpassungen mit  
 Resonanzzerzeugung und Phasenraum



Verteilung der effektiven Masse des  $\pi^+ \pi^-$  Systems für  $1.3 < W < 1.7 \text{ GeV}$  und verschiedene  $Q^2$  Bereiche



Verteilung der effektiven Masse des  $\pi^+ \pi^-$  Systems für Erzeugungswinkel  $\theta^*_{\pi^+ \pi^-}$  im Schwerpunktsystem mit  $\cos \theta^*_{\pi^+ \pi^-} > 0.75$



Verteilung der effektiven Massen der  $\pi^+ \pi^+$ ,  $\pi^- \pi^-$  und  $\pi^+ \pi^-$  Systeme für  $1.7 < W < 2.0 \text{ GeV}$  und verschiedene  $Q^2$  Intervalle

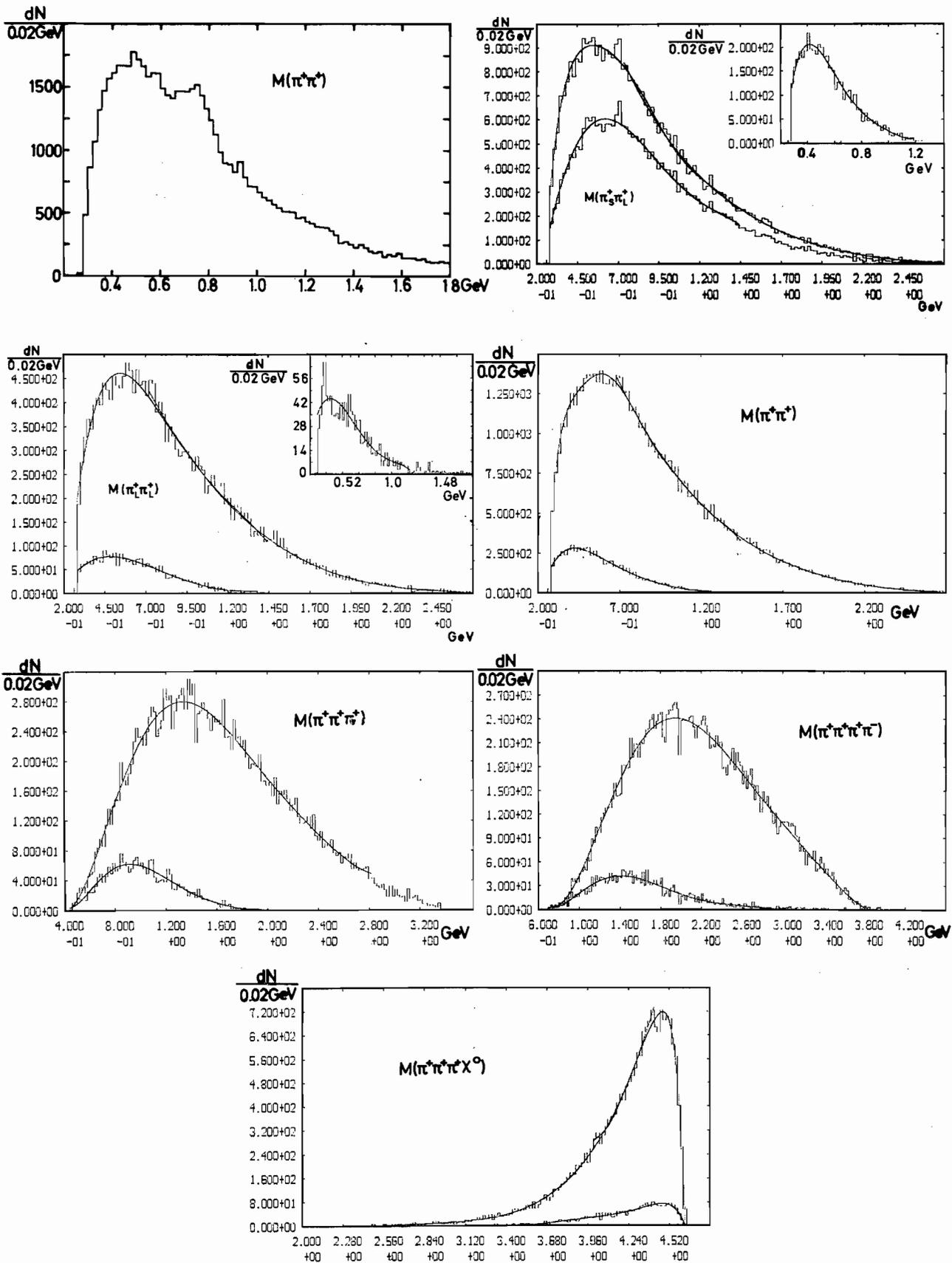


Bild 5 : Einige Massenverteilungen von in 12 GeV/c  $\pi^+\pi^+$  Wechselwirkungen erzeugten exotischen Multipionsystemen

Im 4-Pionen Massenspektrum der Reaktion  $\pi^+p \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^0p$  wurden Erzeugung und Zerfallseigenschaften des  $B(1235)$ -Mesons untersucht. Für den Spin und die Parität wurden als mögliche Werte  $J^P = 1^+$  und  $J^P = 2^-$  bestimmt (18,24). Außerdem wurde die Helizität  $h$  des  $\omega$  aus dem  $B \rightarrow \omega\pi$ -Zerfall gemessen. Das Ergebnis  $|h| = 1$  steht im Widerspruch zu einem einfachen Quark-Antiquark-Modell, das für den  $B \rightarrow \omega\pi$ -Zerfall mit  $J^P = 1^+$   $h = 0$  vorhersagt.

Die hohe erreichte Statistik des Experiments erlaubte schließlich eine systematische Suche nach exotischen Mesonresonanzen, die in mehrfach geladene Pionsysteme wie  $\pi^+\pi^+$ ,  $\pi^+\pi^+\pi^+\pi^-$  etc. zerfallen. Für die Erzeugungswirkungsquerschnitte solcher Systeme können obere Grenzen von  $\sim 10 \mu\text{b}$  angegeben werden; für peripher erzeugte Systeme liegt die gesetzte Grenze sogar noch eine Größenordnung niedriger. Bild 5 zeigt einige der untersuchten Massenverteilungen.

Die im Vorjahr begonnene Endauswertung der Reaktion  $\gamma d \rightarrow \pi^-pp$  und die Bestimmung von totalen und differentiellen Wirkungsquerschnitten für die Reaktion  $\gamma n \rightarrow \pi^-p$  aus den Deuterondaten wurde fertiggestellt. Eine abschließende Veröffentlichung wurde vorbereitet. Einige Ergebnisse dieser Untersuchung wurden auf der Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Bonn, 1972, vorgetragen.

Für die Erzeugung des  $\rho^-$  und des  $\Delta(1236)$  wurden in der Reaktion  $\gamma d \rightarrow \pi^-\pi^0pp$  totale und differentielle Wirkungsquerschnitte bestimmt (27). Aus dem Vergleich der  $\rho^-$ -Erzeugung mit der Reaktion  $\gamma p \rightarrow \rho^0p$  konnte für Photonenenergien oberhalb 3 GeV der Beitrag des Isospin-1-Austauschs im t-Kanal zur  $\rho^0$ -Photoproduktion am Proton zu etwa 4% abgeschätzt werden. Die  $\Delta(1236)$ -Erzeugung läßt sich qualitativ durch ein eichinvariantes Borntermmodell mit Absorptionskorrekturen unter Berücksichtigung von s-Kanal-Resonanzen erklären.

Die Bestimmung partieller Wirkungsquerschnitte für Mehrfachpionerzeugung am Deuteron mit Hilfe der Energiemarkierung der Photonen wurde abgeschlossen. Die Ergebnisse wurden veröffentlicht (26). Aus dem Vergleich mit  $\gamma p$ -Reaktionen ergab sich keine Evidenz für starke Interferenz zwischen dem Isektor- und dem Isoskalar-Anteil des Photons bei der Multipionerzeugung. Der Vergleich mit Wirkungsquerschnitten für  $\pi$ -Nukleon-Reaktionen mit Hilfe des Vektordominanz- und des additiven Quarkmodells zeigte im allgemeinen ähnliches Verhalten von photon- und pioninduzierten Reaktionen. Ausnahmen bildeten die Reaktionen, in denen Resonanzproduktionen dominieren, insbesondere die Reaktion  $\gamma d \rightarrow \pi^+\pi^-np$ .

In den Jahren 1969 und 1970 wurde bei DESY ein Streamerkammerexperiment zur Messung der Photoproduktion an Wasserstoff mit energiemarkierten Photonen durchgeführt. Die Filme wurden gemeinsam mit Instituten in Aachen, Heidelberg und München (MPI) ausgewertet. Die Messung der Ereignisse wurde im Berichtsjahr abgeschlossen. Damit stehen im Photonenergiebereich 1.7 - 6.2 GeV 38.460 Ereignisse für physikalische Untersuchungen zur Verfügung.

Die Analyse der Photoerzeugung von zwei und drei Pionen im Bereich  $4.1 \text{ GeV} < E_\gamma < 6.2 \text{ GeV}$  wurde abgeschlossen (31). Die auf Akzeptanzverluste korrigierten totalen Wirkungsquerschnitte für die drei Reaktionen

- |     |   |                                     |
|-----|---|-------------------------------------|
| (1) | $\gamma p \rightarrow p\pi^+\pi^-$      | $\sigma = 20.9 \pm 1.6 \mu\text{b}$ |
| (2) | $\gamma p \rightarrow p\pi^+\pi^-\pi^0$ | $\sigma = 16.2 \pm 1.4 \mu\text{b}$ |
| (3) | $\gamma p \rightarrow n\pi^+\pi^+\pi^-$ | $\sigma = 7.8 \pm 1.2 \mu\text{b}$  |

*Photoproduktion  
am Deuteron  
Aachen-Bonn-Hamburg-  
Heidelberg-München-  
Kollaboration  
(d)*

*Photoproduktion am  
Wasserstoff in einer  
Streamerkammer mit  
energiemarkierten  
Photonen  
Aachen-Hamburg-  
Heidelberg-Mün-  
chen-Kollabora-  
tion  
(e)*

sind innerhalb der Fehler in Übereinstimmung mit den in anderen Experimenten gefundenen Werten. Die Reaktion (1) wird dominiert durch die Bildung des  $\rho^0$ -Mesons. Die Zerfallswinkelverteilungen im Helizitätssystem des  $\rho^0$  sind verträglich mit einer Erhaltung der Helizität im s-Kanal. Der im Impulsübertrag vom Photon auf das  $\rho^0$  differentielle Wirkungsquerschnitt läßt sich im Rahmen des Vektordominanz- und Quarkmodells gut beschreiben. In der Massenverteilung des  $\pi^+\pi^-$ -Systems wird mit 2.5 Standardabweichungen eine Interferenz des  $\rho^0$  mit dem die G-Parität verletzenden Zerfall des  $\omega$ -Mesons in  $\pi^+$  und  $\pi^-$  beobachtet. Die Daten zur  $\rho^0$ -Erzeugung wurden veröffentlicht (28).

In den Reaktionen (2) und (3) enthält die Hälfte aller Ereignisse ein  $\rho$ -Meson, zum Teil assoziiert mit der  $\Delta(1236)$ -Resonanz. Die experimentellen Daten zeigen, daß das inelastisch erzeugte  $\rho^0$ -Meson, im Gegensatz zu  $\rho^+$  und  $\rho^-$ , eine Massenverschiebung hat, die vergleichbar ist mit der des elastisch erzeugten  $\rho^0$ . Die Verhältnisse der Wirkungsquerschnitte für die verschiedenen Ladungszustände des  $\rho$ -Mesons lassen sich nur dann mit den Relationen für Isospin I = 1 Austausch in Einklang bringen, wenn für die  $\rho^0$ -Erzeugung zusätzlich I = 0 Austausch angenommen wird. G. Wolf hat für eine solche diffraktive, aber inelastische  $\rho^0$ -Erzeugung Rechnungen durchgeführt. Die experimentellen Daten sind in qualitativer Übereinstimmung damit.

Die Untersuchung der Reaktion (1) im Energiebereich 1.7 - 4.0 GeV wurde zu einem ersten Abschluß gebracht (32). Vorläufige Ergebnisse zur f-Meson- und B-Meson-Erzeugung wurden auf der Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Bonn, 1972, vorgetragen (29). Die inklusive  $\pi^+$ ,  $\pi^-$  und p-Erzeugung durch Photonen wurde untersucht und mit der inklusiven Erzeugung durch Elektronen verglichen (30). Daneben wurde eine Untersuchung der an den Kohlenstoffkernen des Targetszintillators erzeugten Ereignisse der Reaktion  $\gamma C \rightarrow C\pi^+\pi^-$  begonnen.

*Totaler Wirkungsquerschnitt für Photoproduktion an Wasserstoff und schweren Kernen  
DESY-Univ.Hamburg-Kollaboration  
(f)*

Nach Abschluß der Testmessungen wurden zunächst die totalen Wirkungsquerschnitte für die Photoerzeugung von Hadronen an den Kernen Kohlenstoff und Kupfer zwischen 5 und 7 GeV Photonenergie gemessen. Eine vorläufige Auswertung ergab in Übereinstimmung mit früheren Experimenten

$$\sigma_{\text{tot}} = (1244 \pm 50) \mu\text{b (Kohlenstoff)}$$

$$\sigma_{\text{tot}} = (5294 \pm 450) \mu\text{b (Kupfer)}$$

bei einer mittleren Photonenergie von 6 GeV. Nach weiteren Verbesserungen der Apparatur (zusätzlich he Koinzidenz- und Schauerzähler im Hadronendetektor) wurden folgende Daten gewonnen:

Photonenergie (GeV): $2.4 \leq E_\gamma \leq 4.3$		Photonenergie (GeV): $0.7 \leq E_\gamma \leq 2.6$	
Kern	Zahl der Ereignisse	Kern	Zahl der Ereignisse
C	14600	C	83800
Al	27600	Al	137000
Ti	18500	Ti	174800
Cu	24600	Cu	175100
Ag	23800	Ag	280600
Au	20600	Au	255800

Diese Messungen sollen Aufschluß über den Verlauf der Wirkungsquerschnitte bis zu Energien unterhalb der Vektormeson-Erzeugungsschwelle geben.

Ein Experiment mit  $\bar{p}p$ -Wechselwirkungen in der CERN 2m-Blasenkommer wurde in den Jahren 1968-1971 ausgewertet. Dabei wurden die 4-Spur-Ereignisse in einer Kollaboration mit Instituten in Padua und Pisa auf konventionellen Meßtischen gemessen. Abschließende Arbeiten über die Reaktion  $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}p\pi^+\pi^-$  sind 1971 erstellt worden. 1972 wurde nun begonnen, sämtliche Filme der Kollaboration für eine Messung auf dem Hamburger HPD vorzubereiten. Ziel der Messung ist es, die inklusiven Teilchenspektren aus  $\bar{p}p$ -Reaktionen mit Teilchenspektren aus  $pp$ -Reaktionen bei der gleichen Energie zu vergleichen.

*$\bar{p}p$ -Wechselwirkungen  
bei 12 GeV/c  
(g)*

Die eingesetzten Meßmaschinen und ihre Leistung sowie der weitere Ausbau der Meßkapazität sind in dem Beitrag der Gruppe R2 beschrieben.

*Betrieb und Ausbau  
der Meßanlagen  
(h)*

Entwicklungsarbeiten an der Streamerkammer, mit der die unter b, d und e beschriebenen Experimente durchgeführt wurden, führten zu einigen entscheidenden Verbesserungen:

*Technische Verbesserungen  
der Streamerkammer  
(F52)*

Durch Verlängerung der Transmissionsleitung der Streamerkammer in der Nähe der Abschlußwiderstände konnte erreicht werden, daß die Spuren im gesamten Kammervolumen sichtbar gemacht werden können. Gewinn ca. 20 cm Spurlänge. Da die Spurlänge quadratisch in die Impulsauflösung eingeht, können nunmehr die Spuren mit ausreichender Genauigkeit vermessen werden.

Die früher aus Einzeldrähten bestehende Frontelektrode wurde durch ein Drahtnetz ersetzt, wobei gleichzeitig das große Mylarfenster der Kammer außerhalb des Drahtnetzes gelegt wurde. Dadurch wird vermieden, daß  $\delta$ -Elektronen große Ladungsmengen auf die Mylarfolie verschieben. Die Zahl der dabei erzeugten sogenannten Lichtenberg flares konnte so erheblich vermindert werden.

Die Neujustierung der Abstände zwischen den beiden äußeren Elektroden und der Mittelelektrode wurde so durchgeführt, daß die Streamer im hinteren Teil der Kammer jetzt etwa um 25% heller sind als die im vorderen Teil der Kammer. Dadurch wird die erhöhte Absorption durch das Drahtnetz der Mittelelektrode gerade kompensiert. Nach dieser Veränderung werden die Spuren von der Kamera in allen Teilen der Kammer mit gleicher Helligkeit gesehen und die Erzeugung von flares ist weiter verringert worden.

Die Spurqualität konnte generell verbessert werden durch Erhöhung der Pulsamplitude bei gleichzeitiger Verringerung der Pulslänge. Dadurch ist es möglich geworden, Streamer von 10 mm Länge bereits gut aufzunehmen, während früher ca. 25 mm Streamerlänge erforderlich waren. Dieses führte zu einer Verbesserung der Spurqualität auf dem Film und damit zu einer erhöhten Impulsmeßgenauigkeit. Da zur Erzeugung eines einzelnen Streamers jetzt weniger Energie benötigt wird, wurde auch die Zahl der störenden 'Flares' reduziert.

Als Vakuumbehälter des Targets wurde statt des bisherigen Zylinders von 12 cm Durchmesser eine flache Box von 12 x 4,5 cm eingebaut. Die Teilchenspuren lassen sich dadurch näher an dem Vertex zurückverfolgen.

Diese Maßnahmen haben dazu geführt, daß pro Sekunde jetzt  $4,5 \times 10^6$  Elektronen (bisher  $1,5 \times 10^6$ ) durch die Kammer geschossen werden und die Bilder mit dem HPD automatisch vermessen werden können.



Mit der im Jahresbericht 1971 beschriebenen neuen Meßanordnung zum Nachweis von Hadron und Elektron in Koinzidenz wurden Messungen im Bereich der 2. und 3. Nukleonresonanz ( $1.25 \leq W \leq 1.75$  GeV) durchgeführt. Diese Messungen umfaßten die Reaktionen  $ep \rightarrow ep\pi^0$ ,  $ep\eta$ ,  $ep\pi^+n$  und  $ep(n\pi)$ , wobei zusätzlich zum Elektron ein geladenes Hadron (p oder  $\pi^+$ ) nach Impuls und Winkel gemessen und über Flugzeitbestimmung identifiziert wurde.  $\eta$ - und Mehrfach- $\pi$ -Produktion werden von der  $\pi^0$ -Produktion durch Bestimmung der Restmasse abgetrennt. Bild 7 zeigt z.B. eine gemessene Verteilung von Elektron-Proton Koinzidenzereignissen als Funktion des Quadrats der Restmasse.  $\pi^0$ -Einfach- und  $\eta$ -Produktion heben sich deutlich von der Mehrfach- $\pi$ -Produktion ab.

*Elektroproduktion der höheren Nukleonresonanzen*

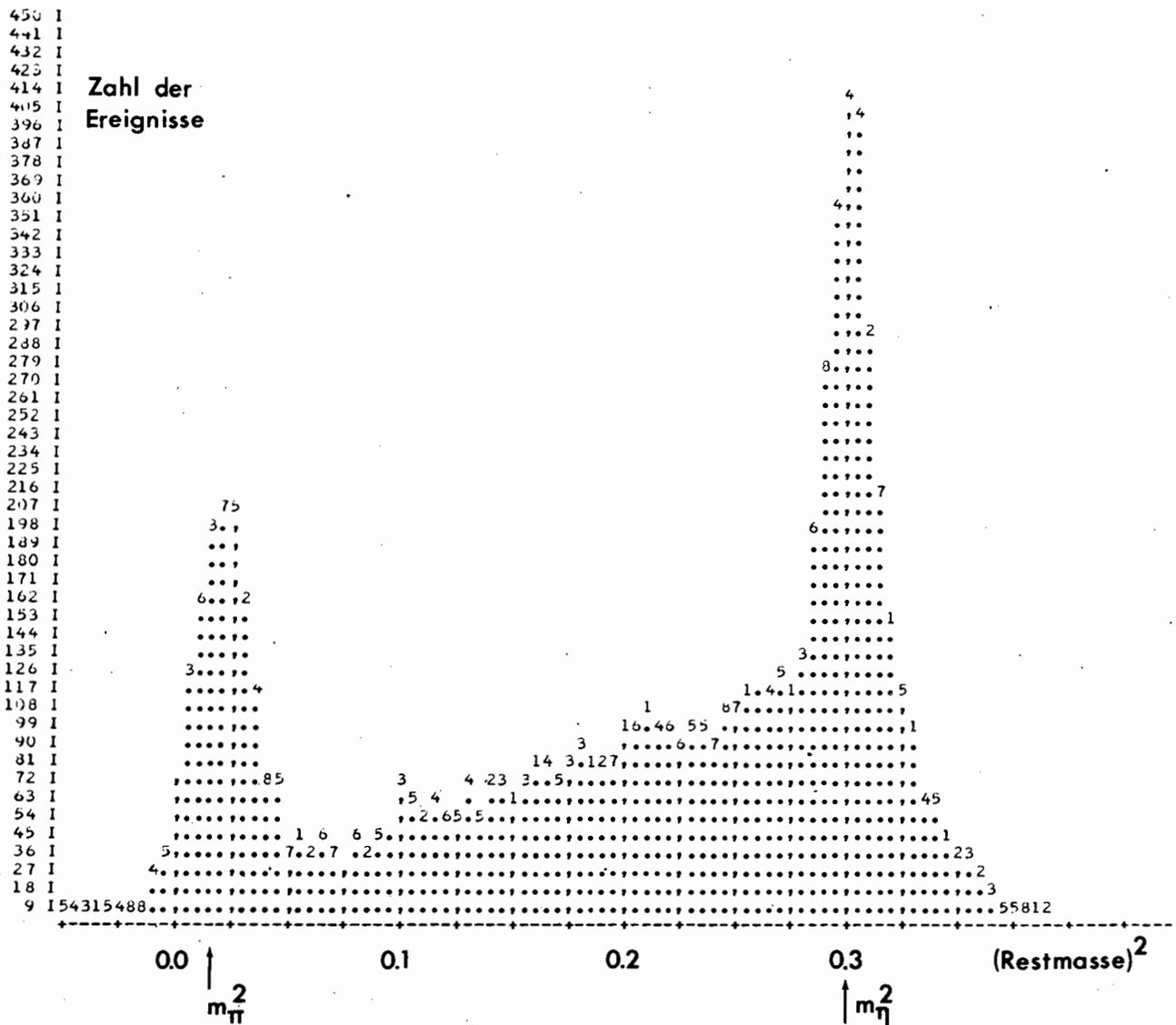
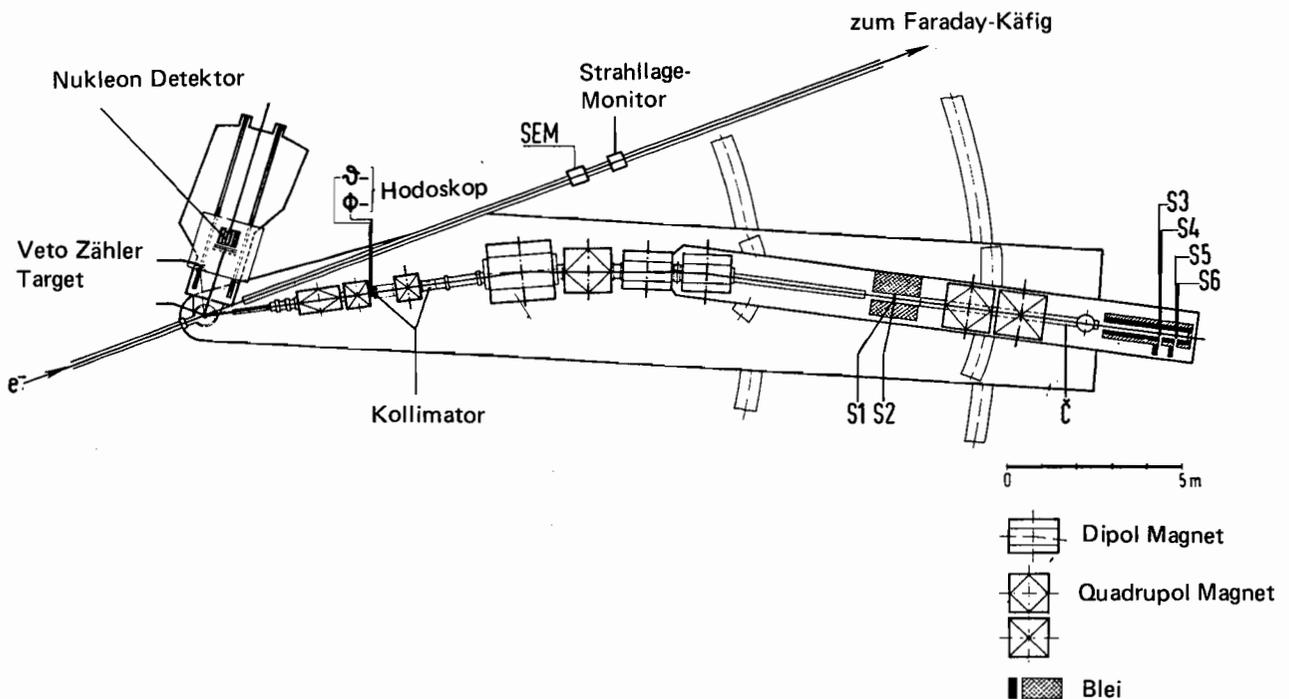


Bild 7 : Verteilung des Quadrats der Restmasse beim Nachweis von Proton und gestreutem Elektron im Bereich der 2. Nukleonresonanz

Das Hauptziel dieser Messungen ist die Bestimmung der Übergangs-Formfaktoren der Nukleonresonanzen  $N^*(1520)$ ,  $N^*(1535)$  und  $N^*(1688)$ , für die z.B. das Quarkmodell Vorhersagen macht.

*Elektroproduktion  
bei CERN II*

Im Rahmen einer ECFA-Studiengruppe wurden die Möglichkeiten untersucht, am CERN II-Beschleuniger bei den dort zur Verfügung stehenden hohen Energien Versuche mit Elektronen oder Myonen durchzuführen. Der hohe Fluß an sekundär erzeugten  $\pi$ -Mesonen kann dazu genutzt werden,  $e^-$ - und  $\mu^\pm$ -Strahlen hoher Energie und genügender Intensität zu erzeugen. Die Arbeit der Studiengruppe für geladene leptonische Strahlen hat ergeben, daß es insbesondere möglich ist, einen intensiven  $\mu$ -Strahl mit  $10^8$   $\mu$ -Mesonen/sec bis zu Energien von ca. 250 GeV bei einer Energie der Protonen von 400 GeV zu erzeugen. Dieser Strahl wäre einem Elektronenstrahl in der Intensität um etwa einen Faktor 10 überlegen. Mit der obigen Intensität könnten Elektroproduktionsexperimente zu einem Impulsübertrag von ca.  $q^2 = 80 \text{ GeV}^2$  und zu Energien von ca. 200 GeV ausgedehnt werden. Außerdem könnten z.B. Messungen zu der Frage gemacht werden, inwieweit Elektron und  $\mu$ -Meson sich gleich verhalten.



**Bild 8 :** Skizze der Apparatur zur Pion-Elektroproduktion

## 2.3 Pion-Elektroproduktion (F22)

Für die Reaktionen  $e + p \rightarrow e + \pi^+ + n$  und

$e + p \rightarrow e + \pi^0 + p$  wurde der Wirkungsquerschnitt als Funktion von  $q^2$ , dem Viererimpulsübertrag des virtuellen Photons, im Massenbereich des Pion-Nukleon-Systems  $1.08 \text{ GeV} \leq W \leq 1.15 \text{ GeV}$  untersucht.

*Einfach- $\pi$ -Elektroproduktion an der Schwelle*

Das Interesse an diesen Untersuchungen beruht unter anderem darin, daß man mit Hilfe der Stromalgebra (A1-A3) obigen Wirkungsquerschnitt mit Größen der schwachen Wechselwirkung zu verknüpfen vermag und insbesondere aus der  $q^2$ -Abhängigkeit dieses W.Q. den Axialvektor-Formfaktor des Nukleons bestimmen kann.

Die Messungen wurden bei den Werten  $q^2 = 0.2, 0.4$  und  $0.6 \text{ (GeV/c)}^2$  durchgeführt. Die benutzte Apparatur ist in Bild 8 skizziert. Unter einem Winkel von  $\theta_e = 8.5^\circ$  gestreute Elektronen wurden mit einem magnetischen Spektrometer nachgewiesen und die Neutronen bzw. Protonen mit dem sogenannten Nukleonendetektor mit den Elektronen in Koinkidenz registriert. Der Nukleonendetektor besteht aus einer  $6 \times 9$  Matrix von Szintillationsblöcken mit einer Stirnfläche von je  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  und einer Länge von  $50 \text{ cm}$ , vor ihnen befinden sich 2 Lagen  $0.5 \text{ cm}$  dünner Antizähler zur Unterscheidung von Protonen und Neutronen. Zur Diskrimination des von  $e + p \rightarrow e + p + \gamma$  Prozessen herrührenden Untergrundes, der den zweifach-differentiellen Wirkungsquerschnitt  $d^2\sigma/dE' d\Omega_e'$  dominiert, wurde ein weiteres Szintillationszählerhodoskop benutzt. Mit diesem zweiten Hodoskop, das in Bild 8 mit Veto-zähler bezeichnet ist, werden die Rückstoßprotonen dieser Strahlungsprozesse nachgewiesen. Damit gelingt es diesen Untergrund hinreichend gut zu eliminieren, wie es aus Bild 9 ersichtlich ist. Dort ist in Bild 9a der Wirkungsquerschnitt für den Nachweis nur des gestreuten Elektrons gegenüber  $W$  aufgetragen. Es dominiert der Strahlungsuntergrund. In Bild 9b wurde ein zu jedem Elektron koinkidentes Neutron im Nukleonendetektor verlangt, und in Bild 9c wurde zusätzlich gefordert, daß innerhalb der Koinkidenzauflösungszeit von  $30 \text{ nsec}$  kein Proton in das Veto-Teleskop traf.

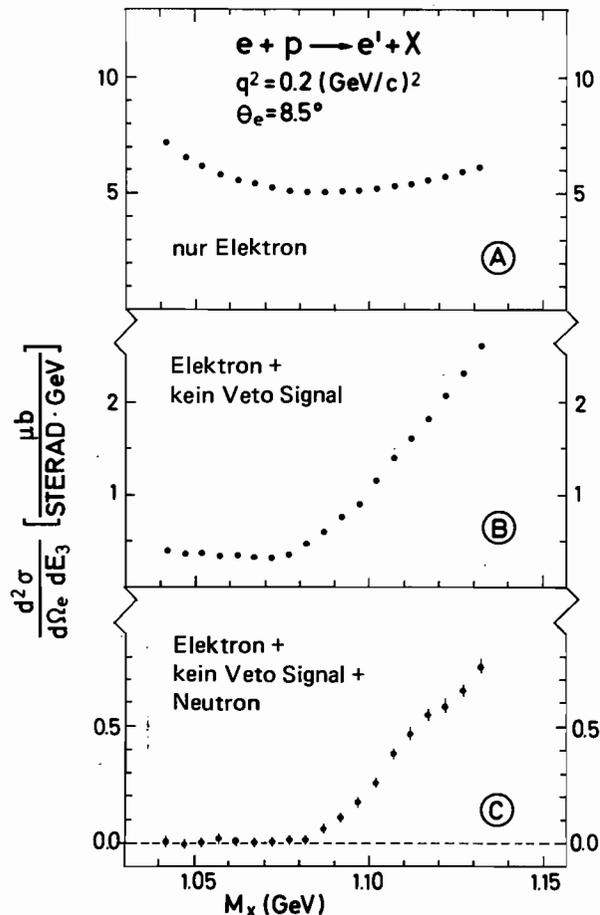


Bild 9

Die Datennahme für dieses Experiment wurde 1972 abgeschlossen. An der detaillierten Auswertung wird noch gearbeitet.

### *Elektroproduktion von $\pi$ -Mesonen im Massenbereich $W > 2 \text{ GeV}$*

In diesem Experiment wird die Reaktion  $e + p \rightarrow e' + \pi^+ + n$  für Werte von  $W > 2 \text{ GeV}$  untersucht. Es werden das auslaufende Elektron und das erzeugte  $\pi$ -Meson in zwei magnetischen Spektrometern mit Hilfe von Proportionalkammern, Szintillationszählern und Cerenkovzählern nachgewiesen und identifiziert. Ziel dieses Experiments ist es, die verschiedenen Komponenten des Wirkungsquerschnittes als Funktion von  $q^2$  und des Impulsübertrages auf das Baryon  $t$  zu bestimmen. Mit den Vorbereitungen für dieses Experiment, dem Bau von Proportionaldrahtkammern, sowie Szintillations- und Schauerzählern, wurde 1972 begonnen.

### *Experimente am Speicherring*

Zusammen mit anderen Gruppen wurde mit dem Bau eines Doppelarmspektrometers für Experimente am DESY-Speicherring begonnen. Insbesondere wurde im Jahre 1972 ein Luminositätsmonitor entwickelt, der unter Winkeln  $0.125 < \theta < 0.145 \text{ rad}$  elastisch gestreute Elektron-Positron-Paare nachweist. Die Bhabba-Streuung:  $e^+ e^- \rightarrow e^+ e^-$  wurde als Monitorreaktion gewählt, da die Ereignisrate hoch ist und der Wirkungsquerschnitt sich im Rahmen der Quantenelektrodynamik berechnen läßt.

Ferner wurde mit dem Bau zweier großflächiger Schauerzähler zur Identifikation von Elektronen und Photonen in den beiden Armen des Spektrometers begonnen.

## 2.4 Elektron-Nukleon-Streuung (F23)

Im Mittelpunkt der Arbeit der Gruppe von Physikern der Universitäten Freiburg und Karlsruhe und des Deutschen Elektronensynchrotrons stand die systematische Untersuchung der Einarmwirkungsquerschnitte für die inelastische Elektronenstreuung. Die Auswertung der Messungen an Wasserstoff und Deuterium im Resonanzgebiet ist abgeschlossen. Ein vollständiger Datensatz für die inelastische Elektronenstreuung an Protonen und Neutronen konnte für Viererimpulsquadrate im Bereich  $0.1 (\text{GeV}/c)^2 \leq q^2 \leq 1.5 (\text{GeV}/c)^2$  gewonnen werden. Bild 11 gibt einen Eindruck von der reichhaltigen Struktur der Anregungsfunktion im Resonanzgebiet. Aus den Messungen wurde der Wirkungsquerschnitt für die Resonanzanregung an Protonen und Neutronen in einem weiten Bereich des Viererimpulsübertragsquadrats extrahiert. Die Daten wurden publiziert.

In einem weiteren Experiment wurde die Gültigkeit des Einphotonenaustauschs experimentell geprüft, die als Annahme allen Elektronenstreuexperimenten zu Grunde liegt. Hierzu wurde der Wirkungsquerschnitt für die inelastische Elektron-Proton Streuung mit demjenigen der inelastischen Positron-Proton Streuung verglichen, die bei Gültigkeit des Einphotonenaustauschs übereinstimmen sollten. Bild 10 zeigt ein vorläufiges Resultat dieser Messungen, das mit der Gültigkeit des Einphotonenaustauschs vereinbar ist.

*Inelastische Elektronenstreuung*

*Einphotonenaustausch*

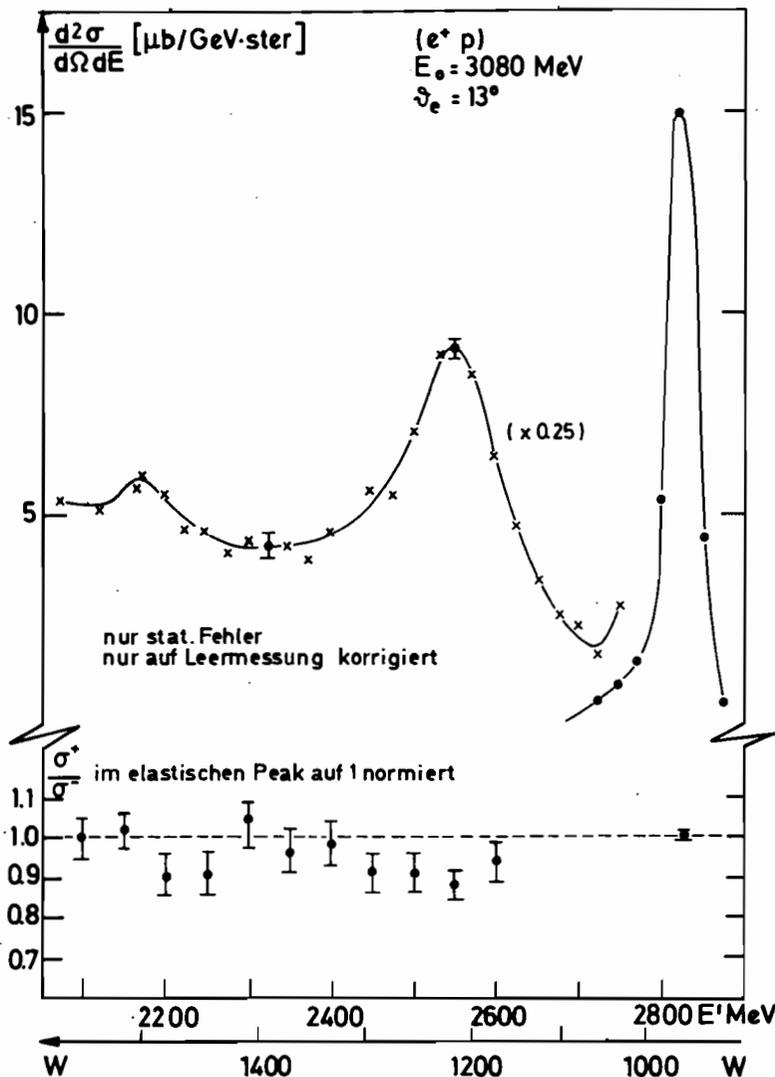
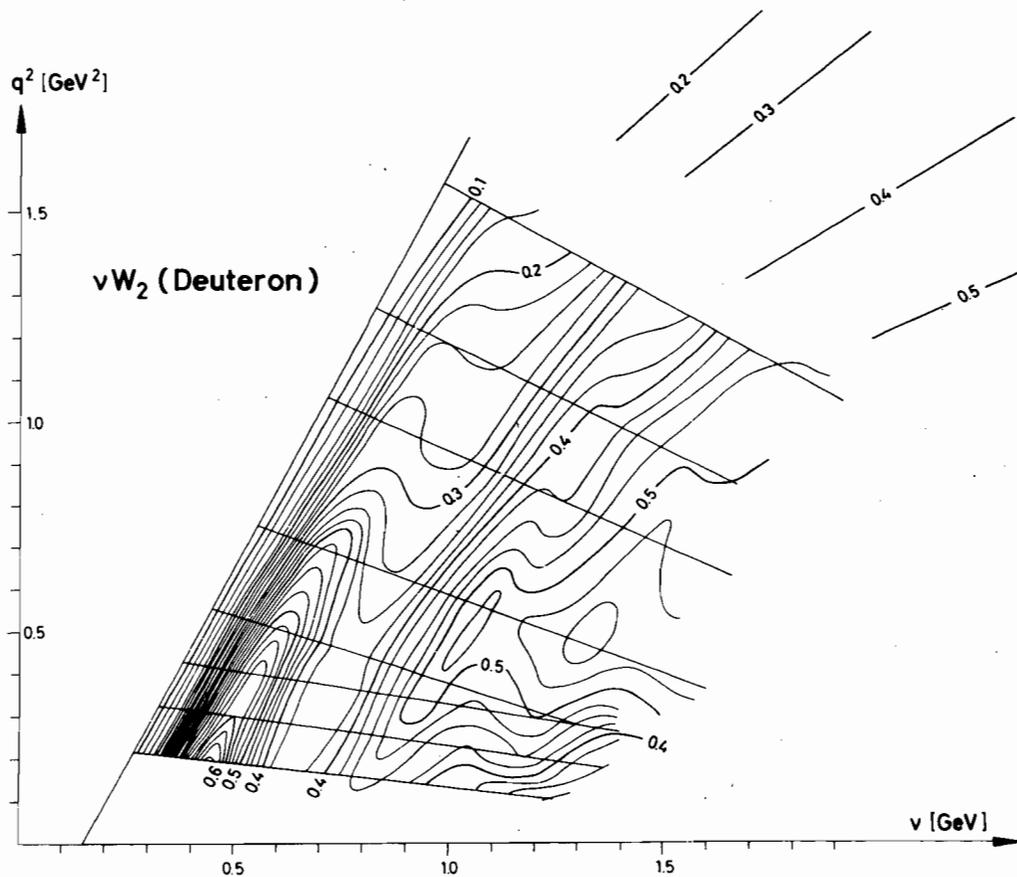
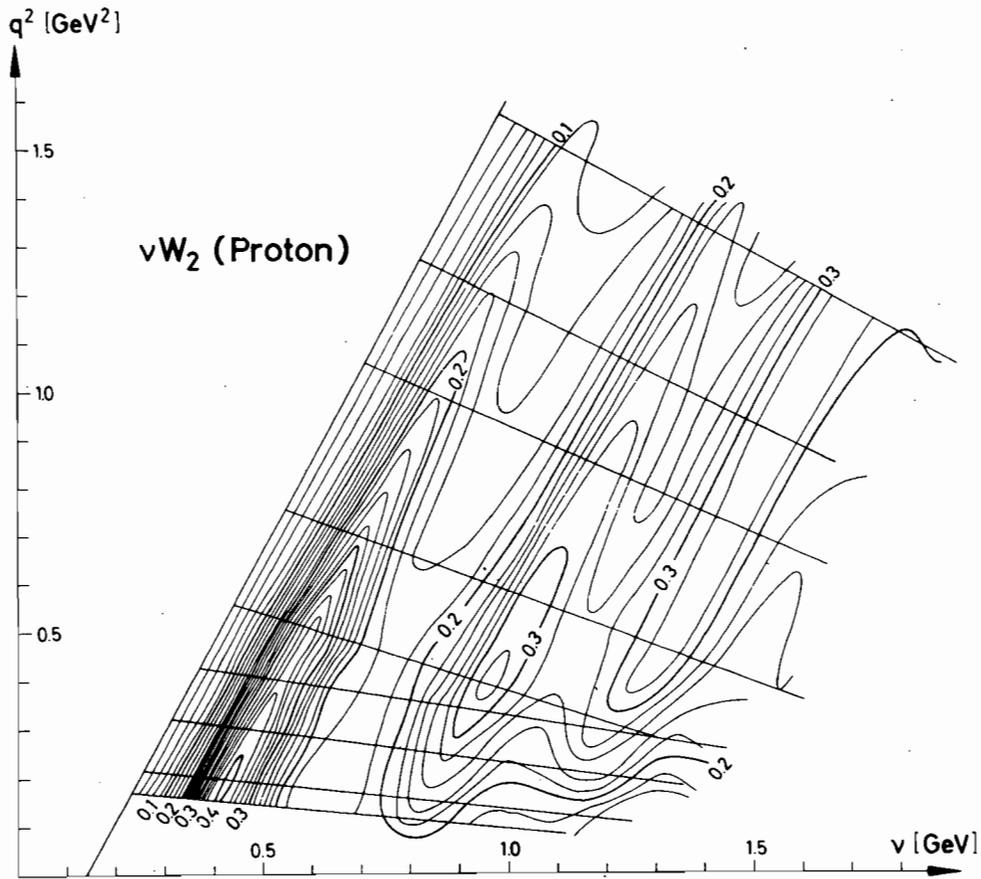


Bild 10: Verhältnis der inelastischen Elektron-Proton Streuung zur Positron-Proton Streuung. Bei Gültigkeit des Einphotonenaustauschs sollte das Verhältnis 1 sein



**Bild 11** : Strukturfunktion  $\nu W_2$  der inelastischen Elektron-Proton (Elektron-Deuteron) Streuung im Resonanzgebiet. Meßwerte liegen entlang der durchgezogenen Geraden vor

Wesentliche Informationen über die Struktur der Nukleonen und des Photons lassen sich aus Messungen ableiten, in denen im Kontinuumsgebiet die Strukturfunktion der inelastischen Elektronenstreuung als Funktion des Viererimpulsübertrages bestimmt wird. Zwei Experimente an Wasserstoff und Deuterium sowie an Kohlenstoff wurden zu diesem Fragenkomplex durchgeführt. Der Viererimpulsübertrag lag im Bereich  $0.1 \text{ (GeV/c)}^2 \leq q^2 \leq 1.5 \text{ (GeV/c)}^2$ , die invariante Masse des Hadronsystems war  $W \lesssim 3.2 \text{ GeV}$ . Bild 12 zeigt ein gemessenes Rohspektrum an  $^{12}\text{C}$ , in dem neben der Resonanzanregung die inelastische Elektronenstreuung im Kontinuumsgebiet auftritt.

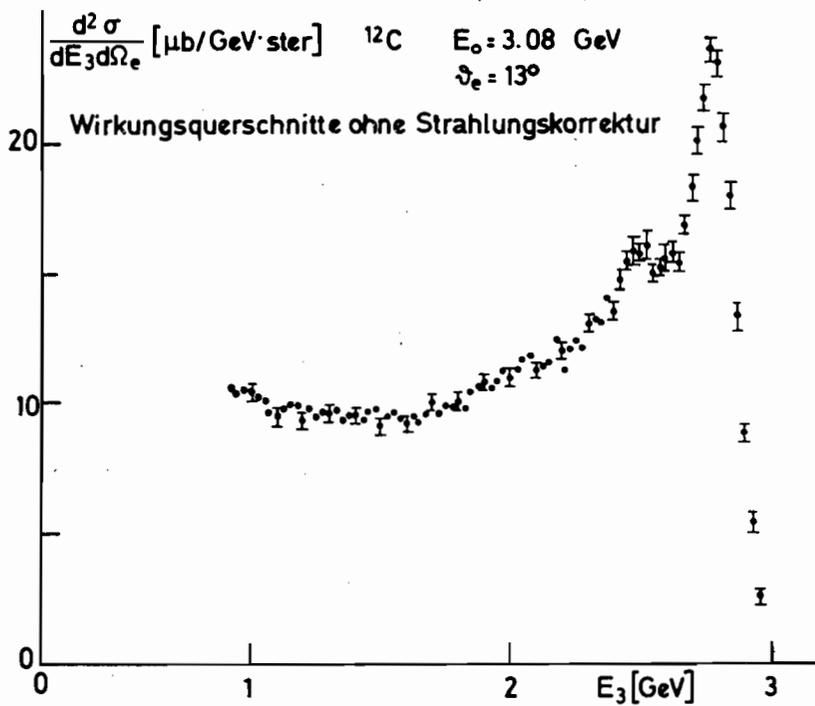


Bild 12: Rohspektrum für die inelastische Streuung von Elektronen an  $^{12}\text{C}$

## 2.5 Symmetrische Paarerzeugung (F31)

*Compton-Streuamplitude*

Es wurde ein magnetisches Spektrometer zur Messung des Realteils der Compton-Streuamplitude in der Reaktion  $\gamma + p \rightarrow p + \gamma' \rightarrow p + e^+ + e^-$  neu aufgestellt. Wie Bild 13 zeigt, besteht das Spektrometer aus einem MA-, zwei MD-Magneten, Cerenkov-, Szintillations- und Schauerzählern. Das Meßprinzip besteht darin, die Interferenz des Endzustandes, d.h. des gestreuten (virtuellen)  $\gamma$ -Quants,  $\gamma' \rightarrow e^+ e^-$ , mit den durch den Bethe-Heitler-Prozeß erzeugten Elektronpaaren zu beobachten. Dies geschieht durch Messung der Differenz der Zählraten  $N_+$  bzw.  $N_-$  eines asymmetrischen Detektors für entgegengesetzte Polaritäten. Durch eine Flugzeitmeßmethode konnte eine Koinzidenzauflösung von 1.2 ns für die  $e^+ e^-$ -Paare erreicht werden (Bild 14 ).

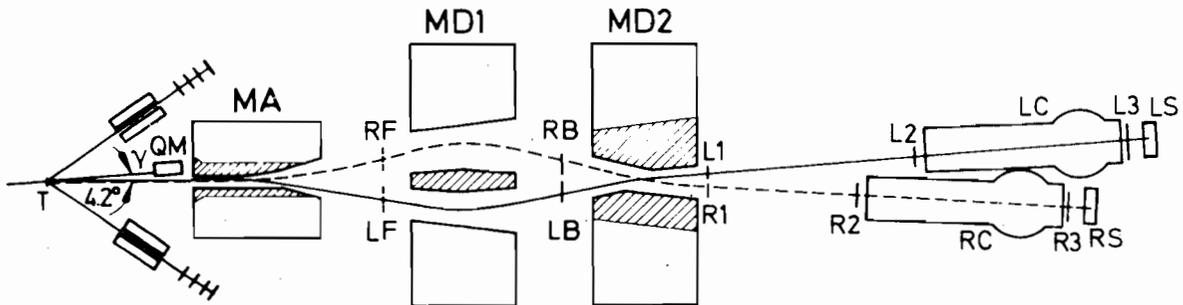


Bild 13

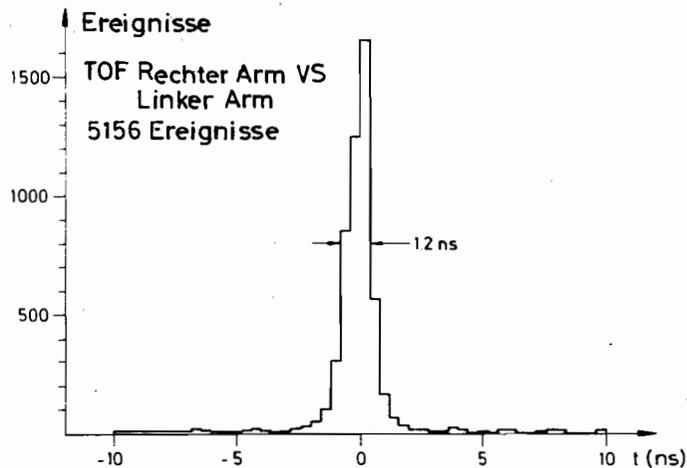


Bild 14

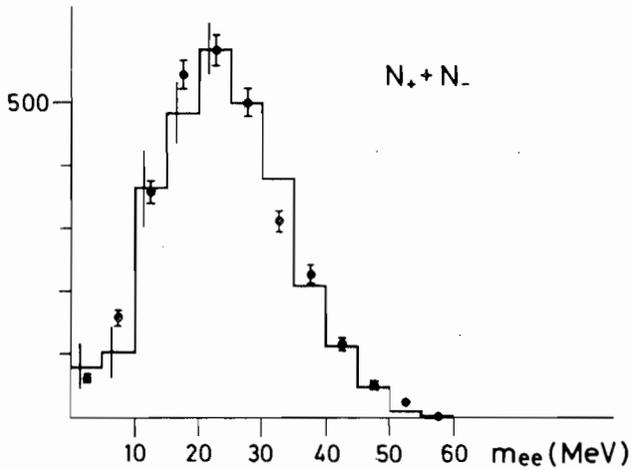


Bild 15

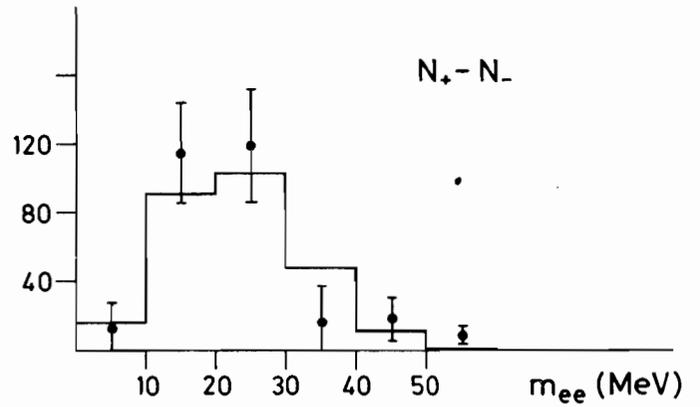


Bild 16

In Bild 15 und 16 werden die gewonnenen summierten bzw. subtrahierten Verteilungen der Ereignisse gezeigt, aufgetragen über der invarianten Masse des  $e^+e^-$ -Paares. Die Verteilung  $N_+ - N_-$  in Bild 16 ist proportional zum beobachteten Interferenzeffekt; die ausgezogene Kurve gibt die theoretische Vorhersage nach Gilman und Damashek (A4) mit Hilfe von Dispersionsrelationen (A5) wieder. Bild 17 zeigt schließlich den von Gilman und Damashek berechneten Realteil als Funktion der Photonenergie  $k$  und die Messung dieses Experiments bei  $k = 2.2$  GeV und einem Impulsübertrag von  $t = -0.027$   $(\text{GeV}/c)^2$ .

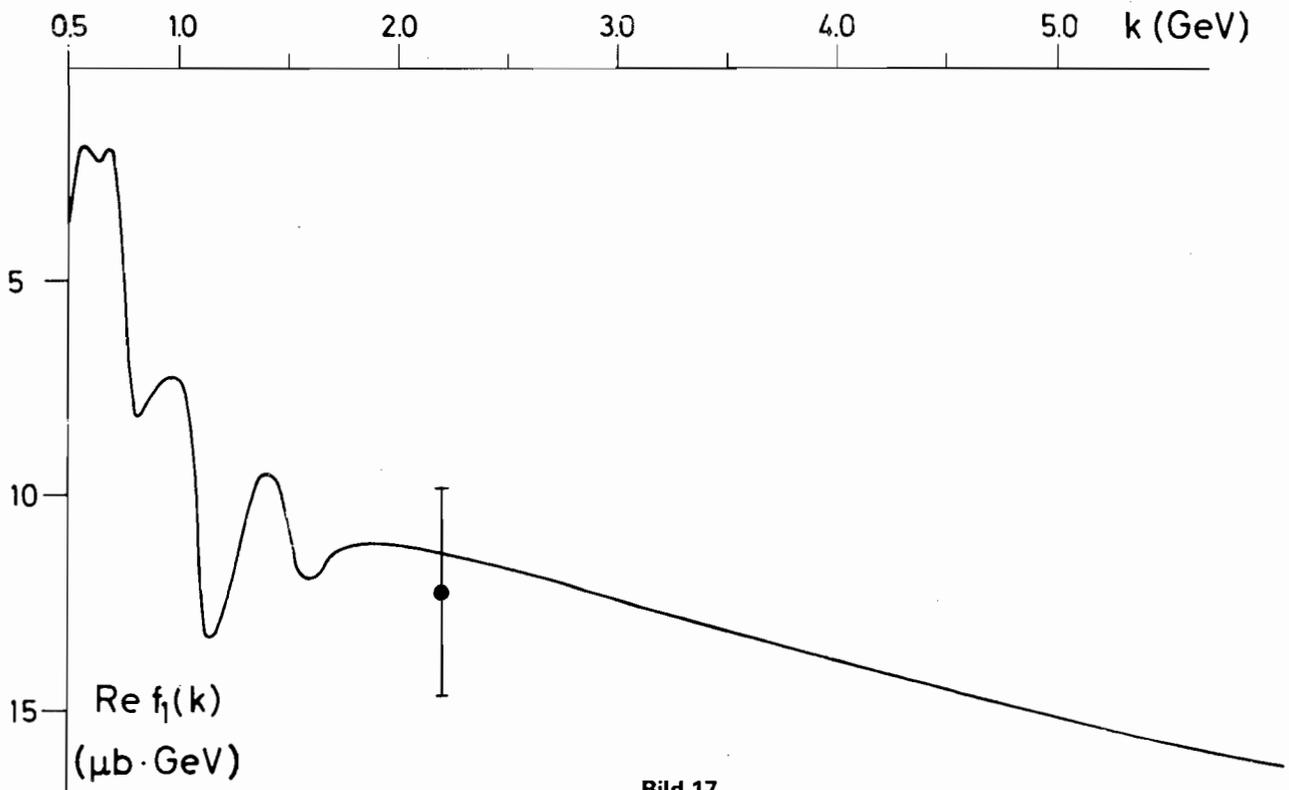


Bild 17

$$E \cdot \frac{d^3\sigma}{d\vec{p}^3}$$

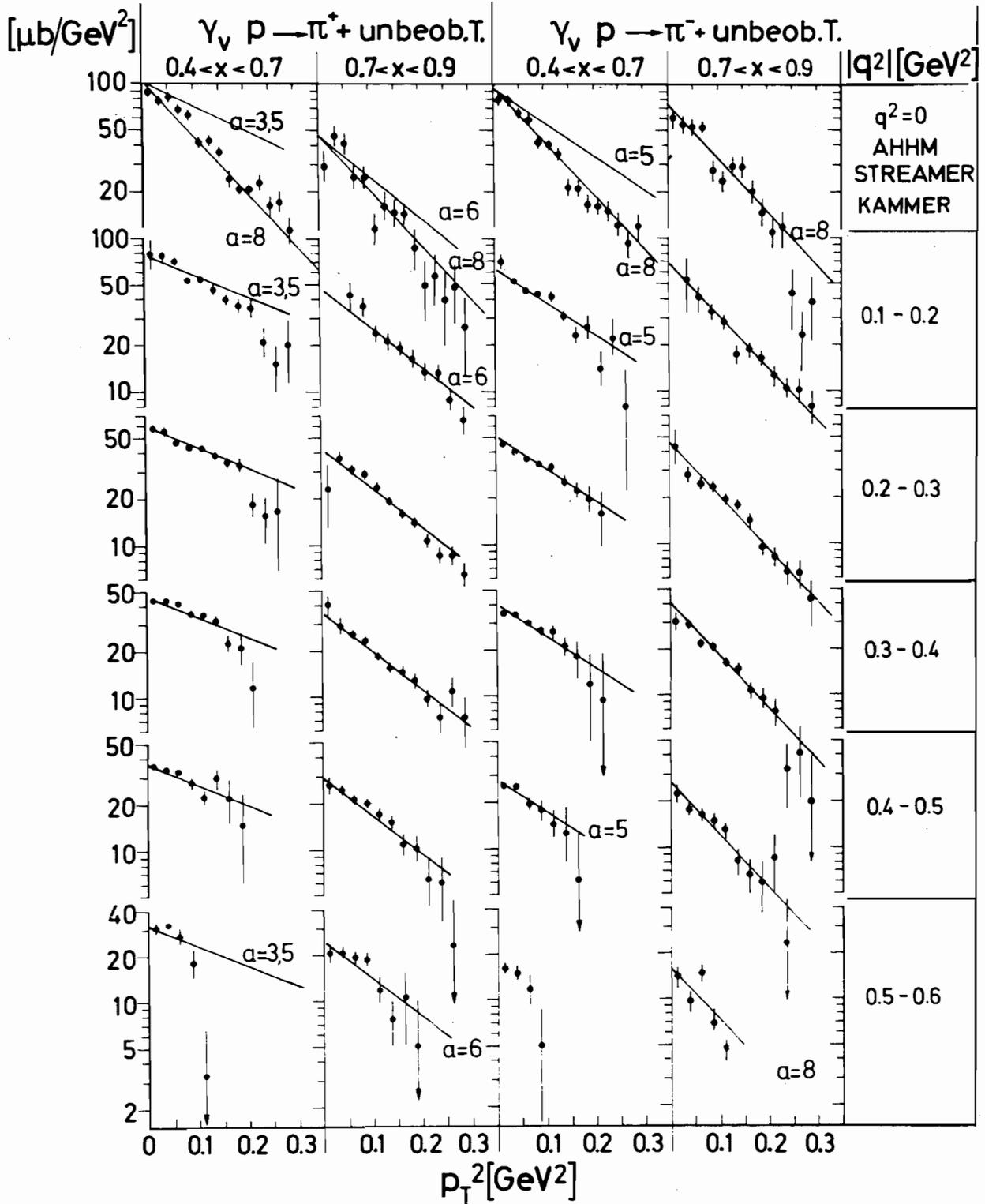


Bild 18 : Inklusive  $\pi^+$ - und  $\pi^-$ -Transversalimpulsverteilungen

## 2.6 Elektroerzeugung von Mesonen (F32)

Mit Hilfe des Doppelarmspektrometers, das bereits in früheren Experimenten als Meßapparatur benutzt wurde, wurden etwa 100.000 Ereignisse der Art

*Inklusive  
 $\pi$ -Erzeugung*

a)  $e^+ p \rightarrow e^+ \pi^- + \text{unbeobachtete Teilchen}$  ('inklusive  $\pi^-$ -Erzeugung')

aufgenommen und ausgewertet. Als einlaufende Teilchen wurden Positronen verwendet. Das auslaufende Positron und das negative Pion wurden in Koinzidenz gemessen. Das Ziel der Untersuchung war es, in der inklusiven Reaktion generelle Züge der Pionerzeugung durch virtuelle Photonen hoher Energien festzustellen und die Struktur des virtuellen Photons zu studieren. Der inklusive Wirkungsquerschnitt der Reaktion a) wurde bestimmt als Funktion des Transversalimpulses  $P_T$  und des normierten Longitudinalimpulses  $x$  des  $\pi^-$ , bezogen auf die Richtung des ausgetauschten virtuellen Photons. Zum Vergleich wurden die im vorigen Jahr aufgenommenen  $\pi^+$ -Daten

b)  $e^- p \rightarrow e^- \pi^+ + \text{unbeobachtete Teilchen}$  ('inklusive  $\pi^+$ -Erzeugung')

in analoger Weise analysiert. Es hat sich gezeigt, daß der Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung der  $\pi^-$ - und  $\pi^+$ -Mesonen mit wachsendem Transversalimpuls abnimmt (Bild 18). Dieser Abfall wird mit wachsendem  $|q^2|$ , dem Massenquadrat des Photons, flacher. Das kann bedeuten, daß bei der Wechselwirkung von virtuellen Photonen mit hadronischer Materie die mittlere Ausdehnung des Photons kleiner wird, wenn  $|q^2|$  wächst - bildhaft: das Photon schrumpft. Auch die Anzahl der erzeugten  $\pi^+$ - und  $\pi^-$ -Mesonen ist abhängig von dem Massenquadrat  $q^2$  des Photons. In Bild 19 sind diese Ergebnisse mit denen anderer DESY-Experimente (A6, A7) zusammengestellt. Man sieht, daß der Anteil der Pionen am inklusiven Wirkungsquerschnitt sinkt, wenn  $|q^2|$  über  $0.2 \text{ GeV}^2$  wächst.

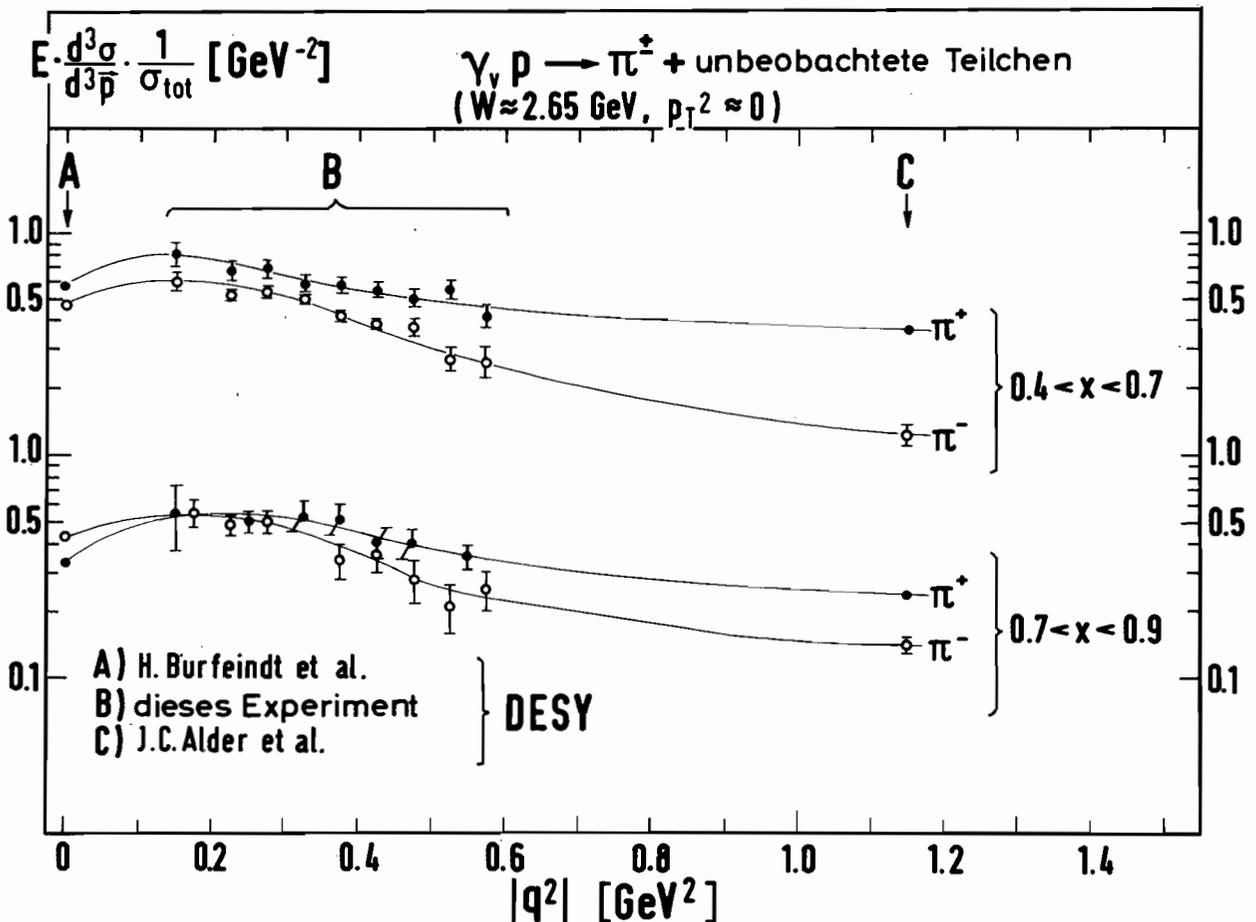
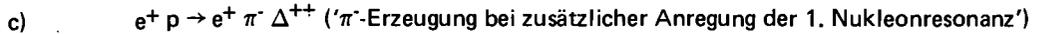


Bild 19 : Inklusive  $\pi^+$ - und  $\pi^-$ -Wirkungsquerschnitte als Funktion des Massenquadrats  $q^2$  des Photons

Neben der inklusiven Reaktion a) wurde die Einzelreaktion



gemessen. Der Wirkungsquerschnitt der Elektroproduktion besteht aus vier Komponenten ( $\sigma_U$ ,  $\sigma_L$ ,  $\sigma_P$  und  $\sigma_I$ ), die sich aus den Polarisationszuständen des virtuellen Photons ergeben. Die Meßapparatur gestattete es, die Summe  $\sigma_U + \epsilon \sigma_L$  und die beiden anderen Komponenten,  $\sigma_P$  und  $\sigma_I$ , getrennt zu bestimmen. ( $\epsilon$  ist der Grad der transversalen Polarisation). Diese Wirkungsquerschnitte wurden als Funktion verschiedener Variablen gemessen. In Bild 20 ist diese Summe aus dem Beitrag  $\sigma_U$  unpolarisierter Photonen und dem Beitrag  $\sigma_L$  longitudinal polarisierter Photonen als Funktion von  $q^2$  angegeben. Dieser Wirkungsquerschnitt  $\sigma_U + \epsilon \sigma_L$  nimmt kontinuierlich ab, wenn man von  $q^2 = 0$  zu größeren Werten von  $|q^2|$  geht. Falls die  $q^2$ -Abhängigkeit für  $\sigma_U$  den Voraussagen des Vektor-Dominanz-Modells folgt, zeigen die Daten, daß nur ein verhältnismäßig kleiner Beitrag  $\sigma_L$  vorhanden ist.

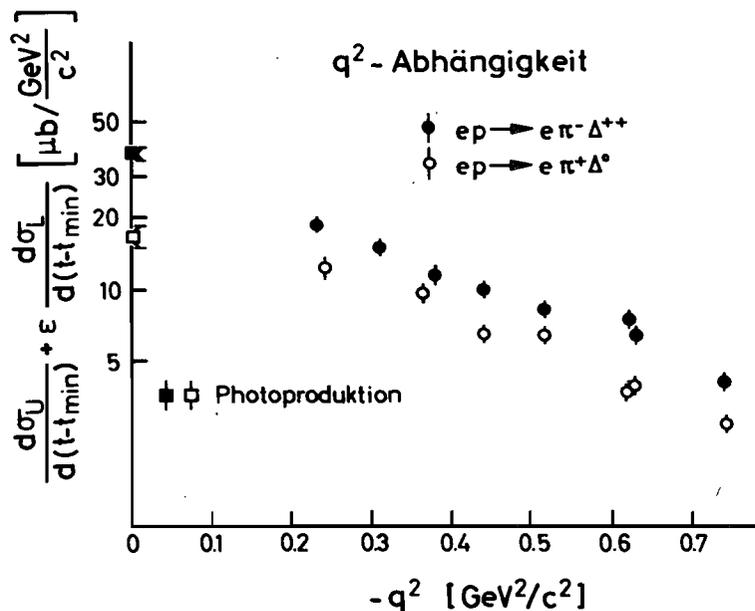
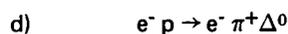


Bild 20: Differentielle  $\pi^- \Delta^{++}$ - und  $\pi^+ \Delta^0$ -Wirkungsquerschnitte als Funktion des Massenquadrats  $q^2$  des Photons

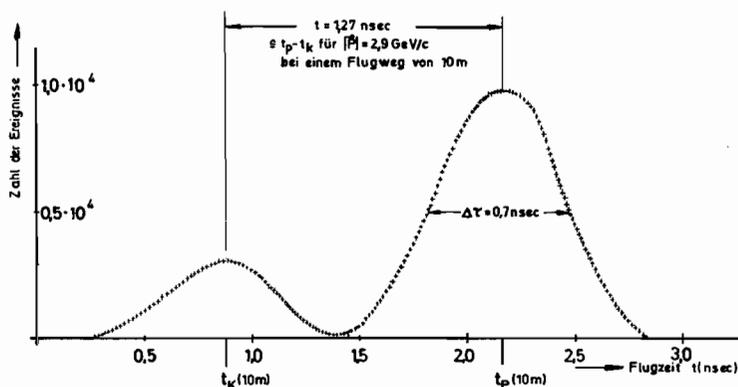
Weitere Schlüsse können aus dem Vergleich der Reaktion c) mit der bereits früher gemessenen Reaktion



gewonnen werden (Bild 20). Auch in diesem Ladungszustand d) fällt der Wirkungsquerschnitt der  $\pi\Delta$ -Elektroproduktion kontinuierlich mit wachsendem  $|q^2|$  ab. Das Verhältnis der beiden Wirkungsquerschnitte c) und d) ändert sich jedoch, wenn man von  $q^2 = 0$  zu größeren Werten von  $|q^2|$  fortschreitet. Daraus muß man schließen, daß für die  $\pi\Delta$ -Produktion in dem untersuchten kinematischen Bereich kleiner Impulsüberträge neben dem Einpionenaustausch noch mindestens ein weiterer Erzeugungsprozeß vergleichbarer Stärke beiträgt.

## Flugzeit- spektrometer

Es ist geplant, die Elektroproduktion von  $K^+$ -Mesonen an Wasserstoff zu untersuchen. Da bei Beschuss von Wasserstoff mit hochenergetischen Elektronen neben den  $K^+$ -Mesonen auch Protonen und  $\pi^+$ -Mesonen erzeugt werden, muß eine Identifikation der Teilchenarten vorgenommen werden. Ein Schwellencerenkovzähler separiert  $\pi^+$ -Mesonen von  $K^+$ -Mesonen und Protonen. Die Trennung der  $K^+$ -Mesonen von den Protonen soll mit Hilfe eines zusätzlichen Flugzeitspektrometers erfolgen. Diese Apparatur mißt die Flugzeit der Hadronen, die sie benötigen, um eine bekannte Strecke zu durchfliegen. Daraus läßt sich die Geschwindigkeit der Hadronen gewinnen. Da das Funkenkammerspektrometer den Impuls der erzeugten Teilchen mißt, kann man somit die Masse des Hadrons bestimmen. Das Flugzeitspektrometer besteht aus zwei Ebenen mit 20 bzw. 16 Szintillatorzählern der Größe  $80 \times 20 \text{ cm}^2$ . Die mit einem Prototyp gemessene zeitliche Auflösung ist in Bild 21 wiedergegeben. Dabei ist die unterschiedliche Laufzeit von  $K^+$ -Mesonen und Protonen für Impulse von  $2,9 \text{ GeV/c}$  und einen Flugweg von  $10 \text{ m}$  experimentell simuliert worden. Bei dem geplanten Experiment treten maximal Impulse von  $2,9 \text{ GeV/c}$  auf; man sieht aus Bild 21, daß für alle Impulse bis  $2,9 \text{ GeV/c}$  eine Trennung von  $K^+$ -Mesonen und Protonen durch das Flugzeitspektrometer erfolgen kann.



**Bild 21** : Experimentell simuliertes Flugzeitspektrum für  $K^+$ -Mesonen und Protonen mit Impulsen von  $2,9 \text{ GeV/c}$

Die Gruppe beabsichtigt, die Messung der Elektroproduktion von Mesonen zu größeren Elektron-Streuwinkeln auszudehnen. Dadurch können Transversal- und Longitudinalanteile des Wirkungsquerschnitts von einander getrennt werden. Eingehende Untersuchungen über eine möglichst zweckmäßige Spektrometerlösung führten unter Beteiligung von Physikern der Universität Marburg zu folgendem Resultat: Das derzeit benutzte Elektronspektrometer wird durch einen einzigen Ablenkmagneten so ergänzt, daß für die geplanten Messungen die gesamte Nachweisapparatur von Funkenkammern und Zählern unverändert benutzt werden kann (Bild 22).

*Spektrometer  
für größere  
Elektronstreu-  
winkel*

In Kollaboration mit dem I. Physikalischen Institut der Technischen Hochschule Aachen wird geplant, die Elektroerzeugung von  $\pi^0$ -Mesonen im Bereich kleiner Impulsüberträge zu messen. Dazu soll zum Elektronennachweis das vorhandene Spektrometer benutzt werden, zum  $\pi^0$ -Nachweis soll ein Bleiglaszählerhodoskop hinter dem C-Magneten des Hadronspektrometers eingesetzt werden. Voruntersuchungen zur Dimensionierung des Hodoskopes wurden angestellt.

*Nachweis von  
 $\pi^0$ -Mesonen*

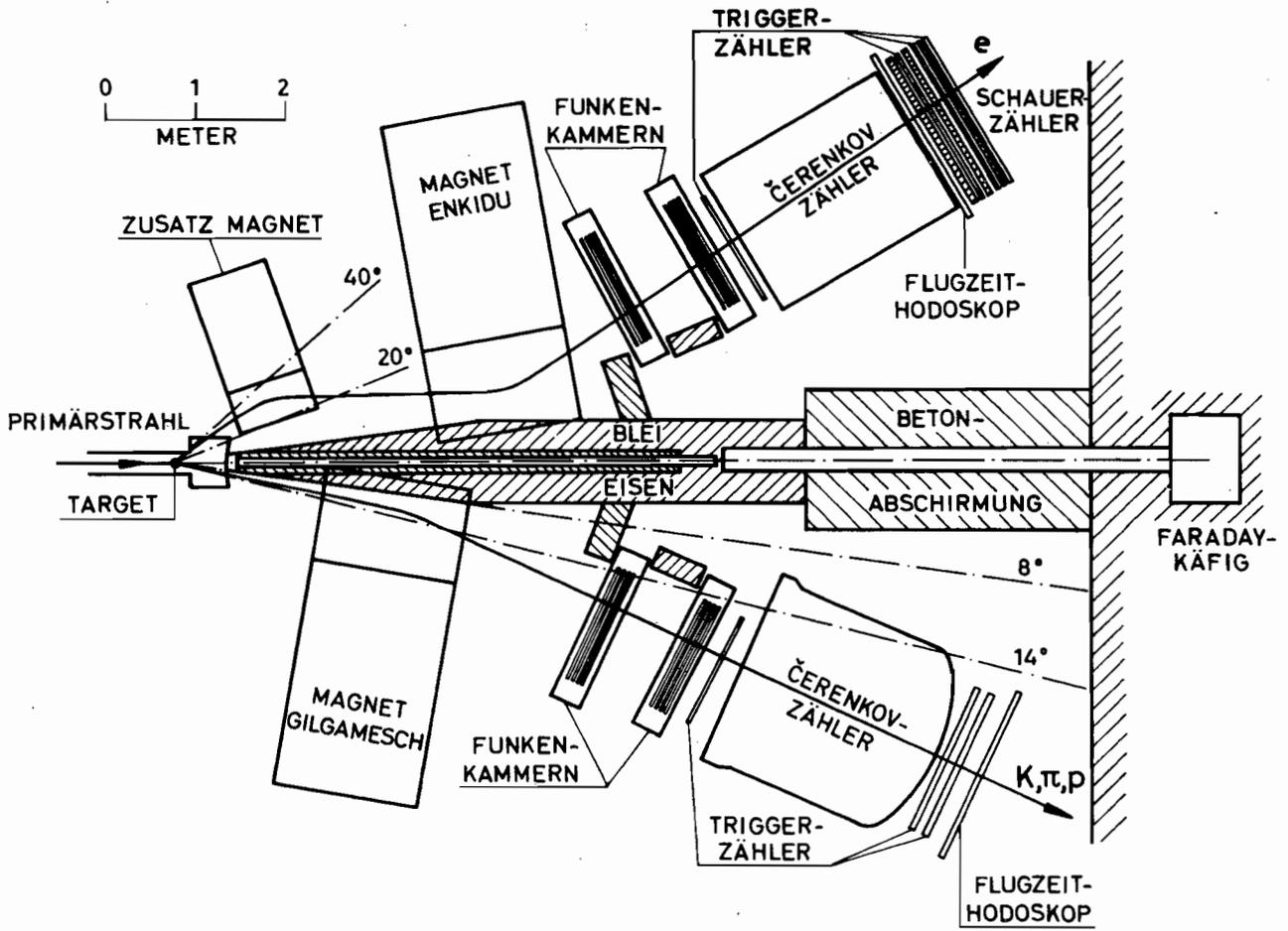


Bild 22 : Geplanter Experimentaufbau zur Messung größerer Elektronstreuwinkel

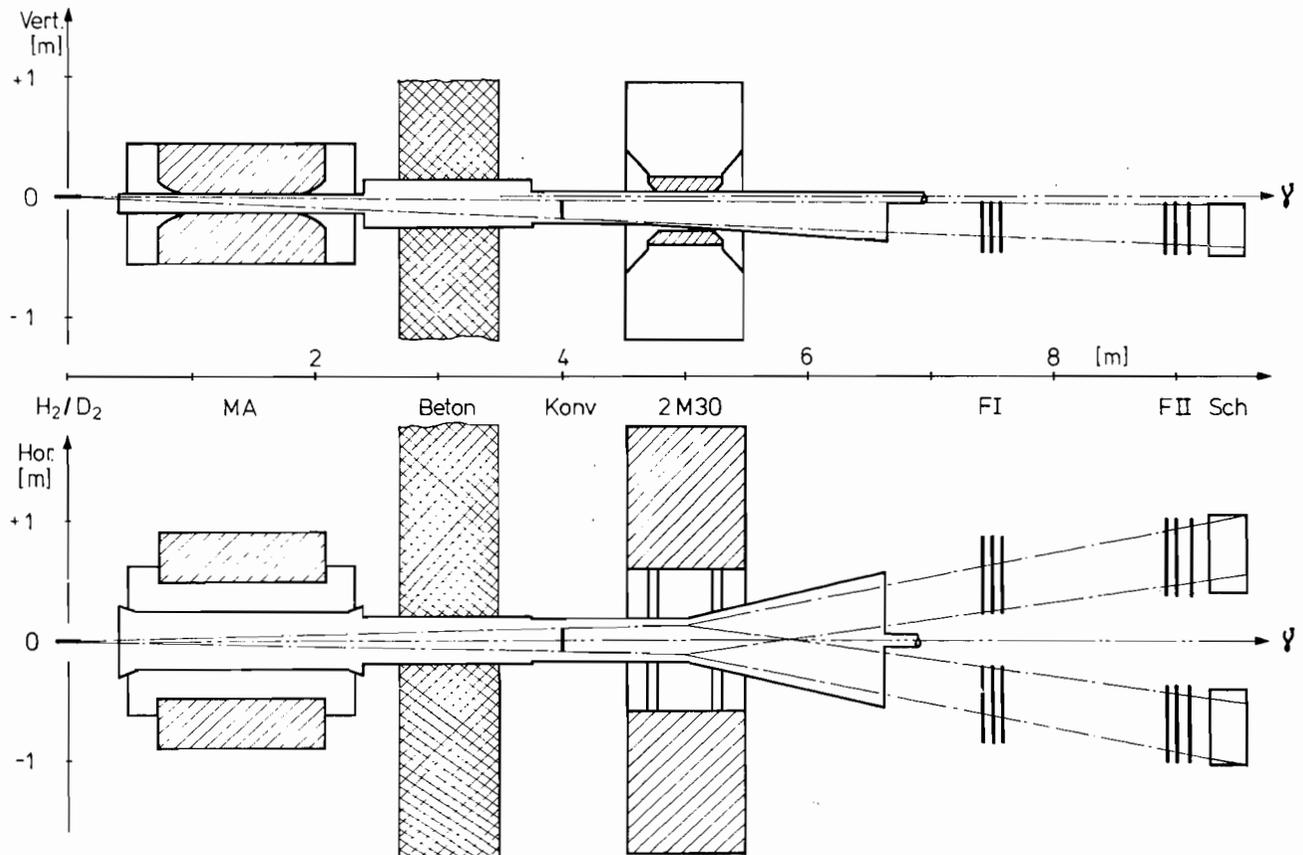


Bild 23 : Vertikal- und Horizontalschnitt der Meßapparatur zur Comptonstreuung

## 2.7 Comptonstreuung (F33)

Im Januar 1972 wurden die Messungen zur Comptonstreuung an Protonen und Deuteronen abgeschlossen. Die verwendete Meßapparatur zeigt Bild 23 im Vertikal- und Horizontalschnitt. Ein gut kollimierter  $\gamma$ -Strahl wird an den Protonen bzw. Deuteronen des Targets ( $H_2/D_2$ ) gestreut:

- 1)  $\gamma + p \rightarrow p + \gamma$
- 2)  $\gamma + d \rightarrow d + \gamma$

Die gestreuten Photonen reagieren am Konverter (KONV) - einer Aluminiumplatte von 5 mm Dicke und  $140 \times 200 \text{ mm}^2$  Querschnitt, 45 mm unterhalb des Primärstrahls - durch Paarbildung ( $\gamma + N \rightarrow N + e^+ + e^-$ ). Diese Elektronenpaare werden in dem nachfolgenden Paarspektrometer (2M30, F1, F11, SCH) mit Richtung und Energie nachgewiesen. Aus den Paarelektronen läßt sich Energie und Erzeugungsort am Konverter berechnen, und damit erhält man Energie und Streuwinkel des Sekundärphotons der Reaktion 1) bzw. 2). Der Konverter erfaßt einen Streuwinkelbereich von  $11 \leq \theta \leq 50 \text{ mrad}$ . Das Experiment liefert darum Meßpunkte sehr nahe der Vorwärtsrichtung. Bild 24 zeigt die gemessenen differentiellen Wirkungsquerschnitte als Funktion von  $|t| = 36 \theta^2$  am Wasserstoff. Zusammen mit den Daten aus der Kollaboration F33 und F35 (DESY I) im Bereich  $0.1 \leq |t| \leq 0.7$  ergibt sich der differentielle Wirkungsquerschnitt zu

$$3) \quad d\sigma/dt = 0.84 \exp(6.8t + 2.3t^2)$$

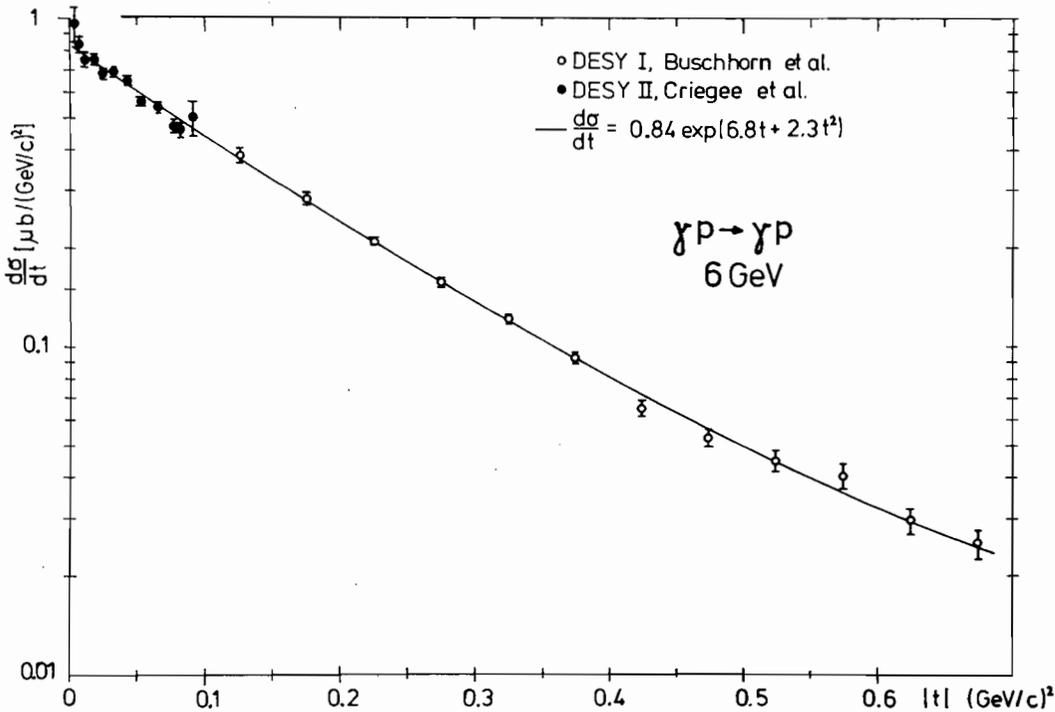


Bild 24 : Differentieller Wirkungsquerschnitt  $d\sigma/dt$  gegen  $t$  für Comptonstreuung am Wasserstoff

Die Daten zeigen keine signifikante Abweichung des Vorwärtspunktes ( $t = 0$ ) von dem Wert, wie er aus  $\sigma_{tot}$ -Messungen über das optische Theorem und mit der Gell-Mann - Goldberger - Thirring Dispersions-Relation vorhergesagt wird.

*Comptonstreuung am Proton und Deuteron*

Die Streudaten am Deuterium, Reaktion 2), ergeben, daß die Differenz zwischen Proton- und Neutronstreuung sehr klein ist: Schreibt man für die isoskalare bzw. isovektorielle Amplitude

$$4) \quad a_0 = (f_p + f_n)/2, \quad a_1 = (f_p - f_n)/2,$$

so ergibt das Experiment die vorläufigen Werte

$$5) \quad \begin{aligned} |a_1|^2 / |a_0|^2 &= 0.02 \pm 0.09 \\ \operatorname{Re}(a_1^* a_0) / |a_0|^2 &= 0.02 \pm 0.02 \end{aligned}$$

Die  $\gamma p$ -Daten des früheren Experimentes DESY I wurden in einer Diplomarbeit ausgewertet, indem die Rückstoß-Polarisation der Protonen aus den Prozessen

$$6) \quad \gamma + p \rightarrow p + \gamma \quad \text{und}$$

$$7) \quad \gamma + p \rightarrow p + \pi^0$$

im Energiebereich  $2.0 \leq E_\gamma \leq 4.5$  GeV analysiert wurde. Das Ergebnis für die Comptonstreuung, Reaktion 6), war, daß die Polarisation

$$8) \quad P_{\text{Compton}} = 0.01 \pm 0.18$$

mit Null verträglich ist. Für die  $\pi^0$ -Erzeugung, Reaktion 7), ergaben sich dagegen im Bereich  $0.2 \leq |t| \leq 0.4$  (GeV/c)<sup>2</sup> endliche Polarisationen. Sie sind zusammen mit Meßpunkten von MIT und Daresbury in Bild 25 aufgetragen (schwarze Punkte).

Als Ergänzung zur Auswertung der Compton-Daten von DESY I wurde auch eine Diplomarbeit abgeschlossen, in der ein Monte-Carlo Programm für Schauerbildung in Aluminium und Bleiglas entwickelt wurde. Die Anwendung dieses Programms auf die Rückstreuung von Schauerteilchen im Bleiglas und die Ortsauflösung von Szintillationszähler-Hodoskopen mit der Geometrie der experimentellen Anordnung bestätigte quantitativ die experimentellen Beobachtungen.

Eine Dissertation wurde mit der Auswertung von älteren Meßdaten der Gruppe aus der Reaktion

$$9) \quad \gamma + p \rightarrow p + \rho^0 \rightarrow p + \pi^+ + \pi^-$$

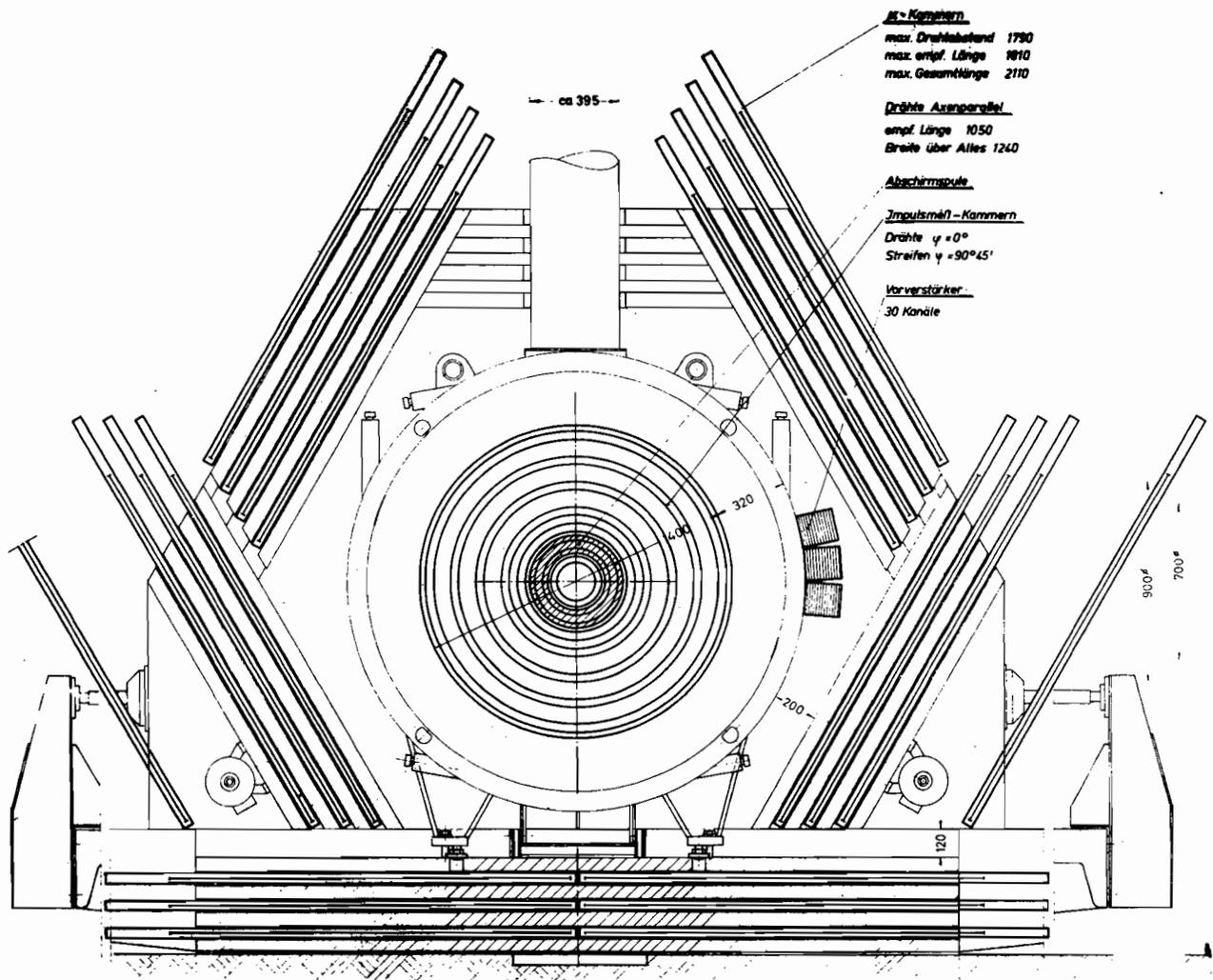
mit polarisierten Photonen im Energiebereich  $1.4 \leq E_\gamma \leq 2.0$  GeV abgeschlossen. Für die Polarisationsasymmetrie ergab sich in diesem Energiebereich:

$$10) \quad \Sigma = 0.978 \pm 0.074,$$

d.h. die Reaktion ist wenig oberhalb der Schwelle bereits völlig diffraktiv. Als Nebenergebnis wurde auch der differentielle Wirkungsquerschnitt für unpolarisierte Photonen ermittelt mit den Werten:

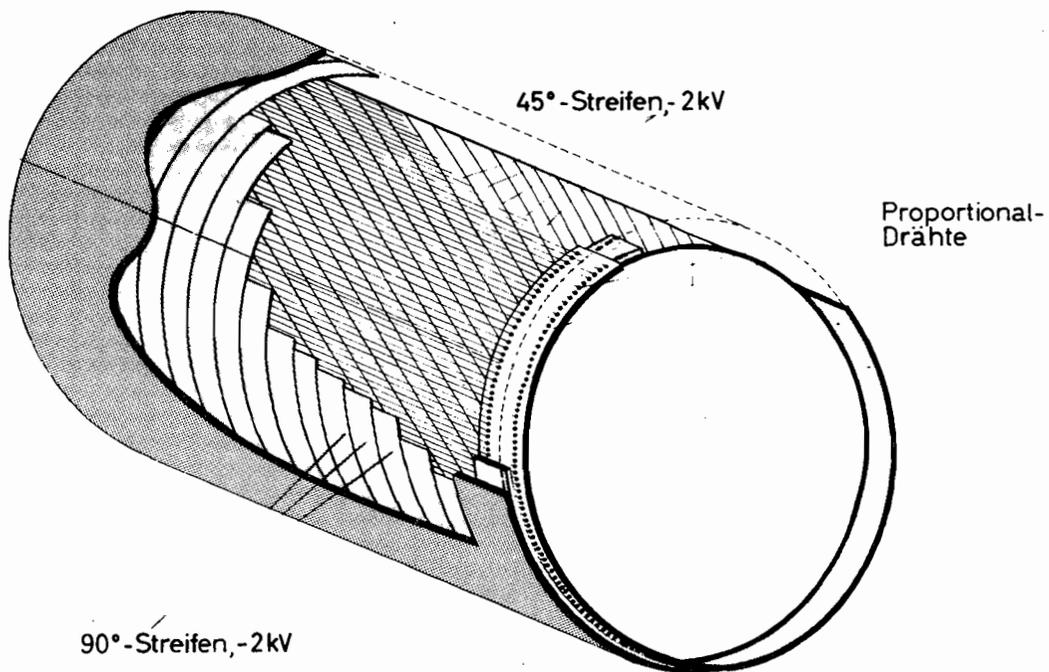
$$11) \quad d\sigma/dt = A \exp Bt \quad \text{mit} \quad \begin{cases} A = 157 \pm 13 \\ B = 6.54 \pm 0.27 \end{cases}$$





- K-Kammern  
 max. Drahtabstand 1790  
 max. empf. Länge 1810  
 max. Gesamtlänge 2110
- Drahte Axenparallel  
 empf. Länge 1050  
 Breite über Alles 1240
- Abschirmspule
- Impulsmess-Kammern  
 Drähte  $\varphi = 0^\circ$   
 Streifen  $\varphi = 90^\circ/45^\circ$
- Ververstärker  
 30 Kanäle

Bild 26 : PLUTO-Detektor, Querschnitt



IMPULSMESSKAMMERN „PLUTO“ (schematisch)

Bild 27 : Zylindrische Proportionalkammer mit Hochspannungs-Streifenauslese

In Zusammenarbeit mit F1 und F39 wurde ein Konzept für einen großen magnetischen Detektor am Speicherring erarbeitet, der gegenüber dem PLUTO eine verbesserte Impulsauflösung hat und - bei ähnlich großem Raumwinkel (11.8 Steradian) - durch den Einbau von Schauer- und Flugzeitählern auch eine Teilchen-Identifikation ermöglicht. Dieser Detektor ist im Bericht 'ZEUS - ein magnetischer Detektor für DORIS' beschrieben.



**Bild 28 :** Zylindrische Proportionalkammer, Länge 1.000 mm, Durchmesser 900 mm

## 2.8 Photoerzeugung neutraler Mesonen (F34)

Die Gruppe F34 setzte sich im Berichtsjahr aus Angehörigen der Physikalischen Institute der RWTH Aachen und der Universität Bonn und des Deutschen Elektronen-Synchrotrons zusammen.

$\pi^0$ -Photoproduktion am Deuterium

Im Berichtsjahr wurde die Auswertung des Experimentes '  $\pi^0$ -Photoproduktion am Deuterium' beendet und die Resultate veröffentlicht (108, 109). In diesem Experiment wurde das Verhältnis

$$R = \frac{d\sigma/dt [\gamma d \rightarrow (\pi^0 n) p]}{d\sigma/dt [\gamma d \rightarrow (\pi^0 p) n]} \quad (1)$$

der  $\pi^0$ -Photoproduktion am Neutron zu der am Proton bestimmt. Dazu wurden an einem Deuterium Target die Reaktionen



gemessen, indem das  $\pi^0$  Meson entweder mit dem Neutron oder dem Proton in Koinzidenz gemessen wurde. Das  $\pi^0$  wurde über seine beiden Zerfallsp Photonen in total absorbierenden Bleiglascerenkovzählern nachgewiesen (A8). Nimmt man an, daß kernphysikalische Effekte für die Reaktionen (2) und (3) gleich oder vernachlässigbar sind (108), so ist das gemessene Verhältnis (1) gleich dem entsprechenden an freien Nukleonen. Dies wurde durch verschiedene Tests experimentell geprüft und bestätigt. Das Experiment wurde bei einer einfallenden Photonenergie von 4 GeV in einem Bereich des Viererimpulsübertrages von  $t = -0.2$  bis  $t = -1.2$  ( $\text{GeV}/c$ )<sup>2</sup> in Schritten von ca.  $0.08$  ( $\text{GeV}/c$ )<sup>2</sup> durchgeführt. Die Ergebnisse sind in Bild 29 zusammen mit Daten anderer Laboratorien zusammengestellt (A9, A10).

Das Verhältnis R zeigt ein breites Minimum zwischen  $t = -0.4$  ( $\text{GeV}/c$ )<sup>2</sup> und  $t = -0.8$  ( $\text{GeV}/c$ )<sup>2</sup> mit einem Wert von ca. 0.6 und steigt für kleinere und größere t-Werte bis zu 1 an. Dieses Verhalten deutet auf eine Interferenz des isoskalaren (dominanter  $\rho$  Austausch) und isovektoriellen (dominanter  $\omega$  Austausch) Anteils der Produktionsamplitude im Bereich um  $t = -0.6$  ( $\text{GeV}/c$ )<sup>2</sup> hin.

Die sorgfältig durchgeführten Studien der Untergrundreaktionen lieferten u.a. eine Präzisionsmessung der  $\pi^0$ -Photoproduktion an Wasserstoff bei einer Photonenergie von 4 GeV. Die Resultate, die in Bild 30 gezeigt sind, stimmen sehr schön mit Messungen des Cornell Laboratoriums (A9, A10) überein.

Die Messungen der Asymmetrie der Photoproduktion von  $\pi^0$  Mesonen an einem polarisierten Protonentarget

$$A = \sigma \uparrow - \sigma \downarrow / \sigma \uparrow + \sigma \downarrow \quad (4)$$

für die Reaktion



wurden im Sommer abgeschlossen. Die Auswertung wird im Frühjahr 1973 beendet sein.

Im Berichtsjahr wurde vorgeschlagen, den Wirkungsquerschnitt für die inklusive Photoproduktion von  $\pi^0$  Mesonen am Proton



über einen großen kinematischen Bereich zu messen. Die  $\pi^0$  Mesonen werden über ihre Zerfalls-

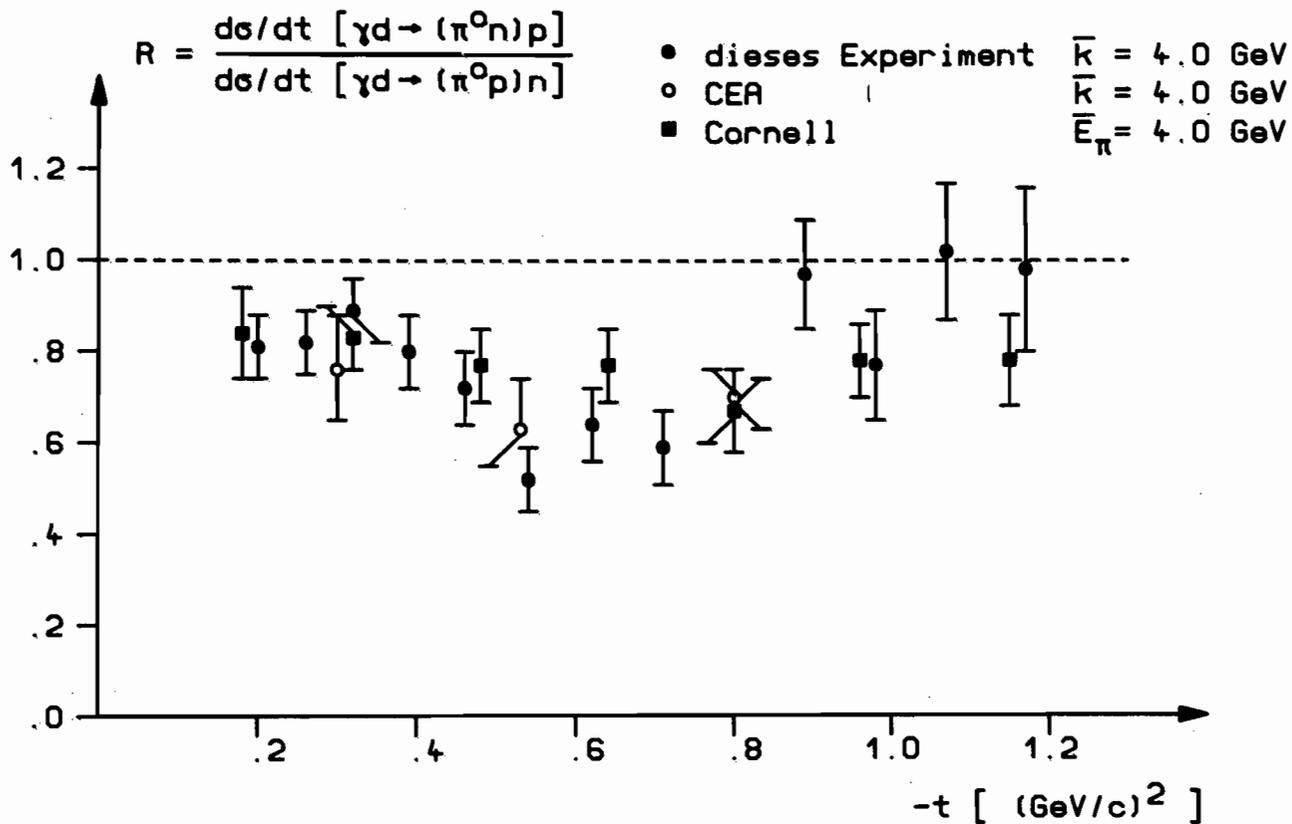


Bild 29 : Das Verhältnis R der differentiellen  $\pi^0$ -Wirkungsquerschnitte am Neutron und am Proton

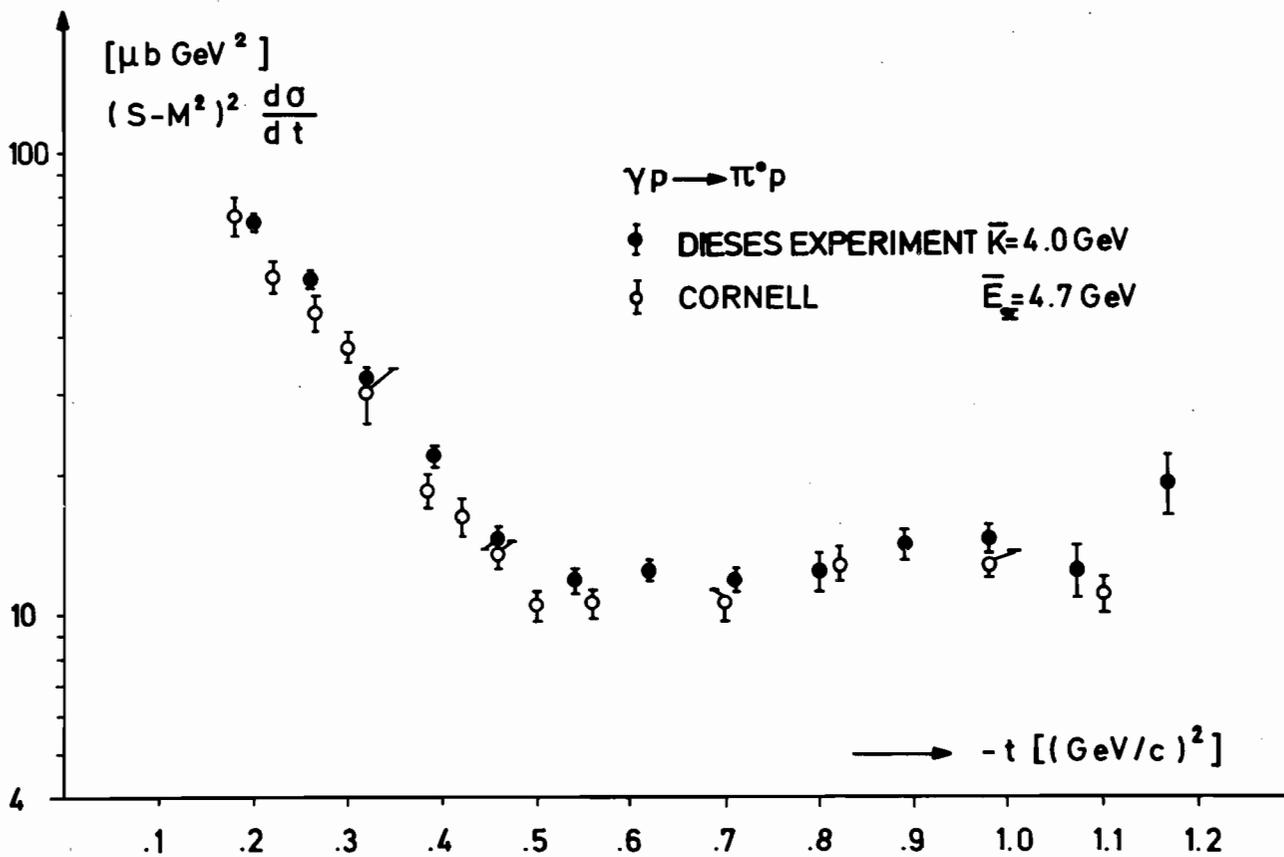


Bild 30 : Der differentielle Wirkungsquerschnitt  $(s - M_p^2)^2 \times d\sigma/dt$  für die Reaktion  $\gamma p \rightarrow p + \pi^0$

photonen in der vorhandenen Apparatur (A8) unserer Gruppe nachgewiesen. Die Bestimmung der Energie des einfallenden Photons geschieht über die Photodifferenzmethode. Die Messungen sollen im Bereich

$$0 \leq p_{\perp} \leq p_{\perp \text{ max}}$$

wobei  $p_{\perp \text{ max}}$  durch den quasielastischen Prozeß  $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$  gegeben ist, für die Werte:  $x = 0.2; 0.4; 0.6$  und  $0.8$  ( $x = 2p_{\perp} / \sqrt{s}$ ) bei einer mittleren Photonenergie von 6 GeV durchgeführt werden. Ende 1972 wurde die erste  $p_{\perp}$  Verteilung im Bereich  $0 \leq p_{\perp} \leq 1.4$  GeV/c bei einem  $x$  von 0.4 aufgenommen. Die Messungen zu diesem Experiment sollen im Frühjahr 1973 abgeschlossen sein.

### *$\pi^0$ -Elektroproduktion*

Zur Vorbereitung des in Zusammenarbeit mit der Gruppe F32 geplanten Experimentes zur Elektroproduktion von  $\pi^0$  Mesonen in der Vorwärtsrichtung wurden an der Apparatur von F32 Untergrundmessungen durchgeführt, die zufriedenstellend verliefen. Daraufhin wurde in Aachen ein aus 12 Bleiglaselmenten bestehender Prototyp des ortsauflösenden Cerenkovzählers gebaut und am DESY getestet. Die gemessene Energieauflösung pro Element ergab

$$\Delta E/E = 18\% / \sqrt{E \text{ (GeV)}}$$

Das Experiment wird im Jahre 1973 aufgebaut.

### *Speicherring-Detektoren*

Im Laufe des Berichtsjahres wurde eine Kollaboration gebildet, deren Aufgabe der Bau eines Großdetektors für die zweite Wechselwirkungszone am Speicherring ist. Neben allgemeinen Aufgaben waren Angehörige von F34 speziell an der Bearbeitung der folgenden Probleme beteiligt:

- a) Parameterfestlegung für den Detektorvorschlag 'Oktopus'
- b) Akzeptanzberechnung für den Detektorvorschlag 'DASP'
- c) Bau eines großen Flugzeitzählers mit hoher Zeitauflösung für 'DASP'. Ein Prototyp wurde in Aachen gebaut und wird Anfang 1973 in DESY am Elektronenstrahl getestet.
- d) Bau eines Reichweitendetektors zur  $\pi$ - $\mu$  Trennung für 'DASP'. Hierzu wurden in Aachen vorbereitende Untersuchungen durchgeführt.

### *Polarisiertes Target*

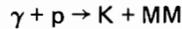
Am bestehenden  $\text{He}^4$  gekühlten polarisierten Protonentarget (110, 111) wurde eine Reihe technischer Verbesserungen vorgenommen, die den Einsatz des Targets bei anderen Gruppen erleichtern.

Im Berichtsjahr wurde die Konstruktion für das  $\text{He}^3$  -  $\text{He}^4$  gekühlte Target abgeschlossen und mit dem Bau begonnen. Durch die erreichbare Temperaturerniedrigung von 10k auf 0,50k läßt sich unter Beibehaltung des 25k Gauß Magneten eine Steigerung des Polarisationsgrades von bisher 30% auf 70% erreichen.

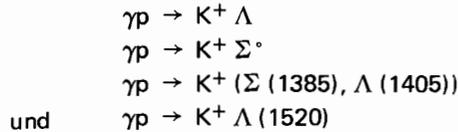
Um in einem weiteren Ausbaustadium auch eine Längspolarisation der Protonen in der Produktionsebene erhalten zu können, wurden Modellrechnungen für eine supraleitende Helmholtzspulen-anordnung durchgeführt.

## 2.9 Photoerzeugung geladener Mesonen (F35)

Im Jahr 1972 wurden die 1971 begonnenen Messungen der  $K^+$ - und  $K^-$ -Photoproduktion beendet. Die K-Mesonen wurden mit einem magnetischen Spektrometer nachgewiesen. Aus Impuls und Winkel des K-Mesons kann man die fehlende Masse  $MM$  in der Reaktion



berechnen, falls die  $\gamma$ -Energie bekannt ist. Da jedoch mit einem Bremsspektrum gearbeitet wird, ergibt sich bei einer definierten Reaktion anstatt eines schmalen Maximums eine Stufe im Restmassenspektrum, wenn man für  $E_\gamma$  die Maximalenergie einsetzt. Bild 31 zeigt das bei 5 GeV und einem Impulsübertrag  $t = -0.22 \text{ (GeV/c)}^2$  gemessene Restmassenspektrum der Reaktion  $\gamma p \rightarrow K^+ MM$ , das deutliche Stufen bei den Massen der Hyperonen  $\Lambda(1115)$ ,  $\Sigma^0(1189)$ ,  $(\Sigma(1385))$ ,  $\Lambda(1405)$ , und  $\Lambda(1405)$  aufweist. Aus der Höhe der Stufen kann man die Wirkungsquerschnitte der Reaktionen



ermitteln. Die noch nicht ganz abgeschlossene Auswertung zeigt, daß der Wirkungsquerschnitt  $d\sigma/dt$  als Funktion von  $t$  nur für die Reaktion  $\gamma p \rightarrow K^+ \Sigma^0$  ein deutliches Minimum in Vorwärtsrichtung ausweist, während bei  $\gamma p \rightarrow K^+ \Lambda$  unterhalb von  $|t| = 0.3 \text{ (GeV/c)}^2$  ein flacher Verlauf vorliegt. Dieses Verhalten ist in qualitativer Übereinstimmung mit neueren Regge-Modell-Rechnungen von Levy, Majerotto und Read (A11), die austauschentartete  $K^*$  (890)- und  $K^{**}$  (1420)-Trajektorien und Schnittbeiträge verwenden, bei  $\gamma p \rightarrow K^+ \Lambda$  aber zusätzlich K-Austausch berücksichtigen, der das Minimum in Vorwärtsrichtung ausfüllt.

*$K^+$ ,  $K^-$ -Photoerzeugung*

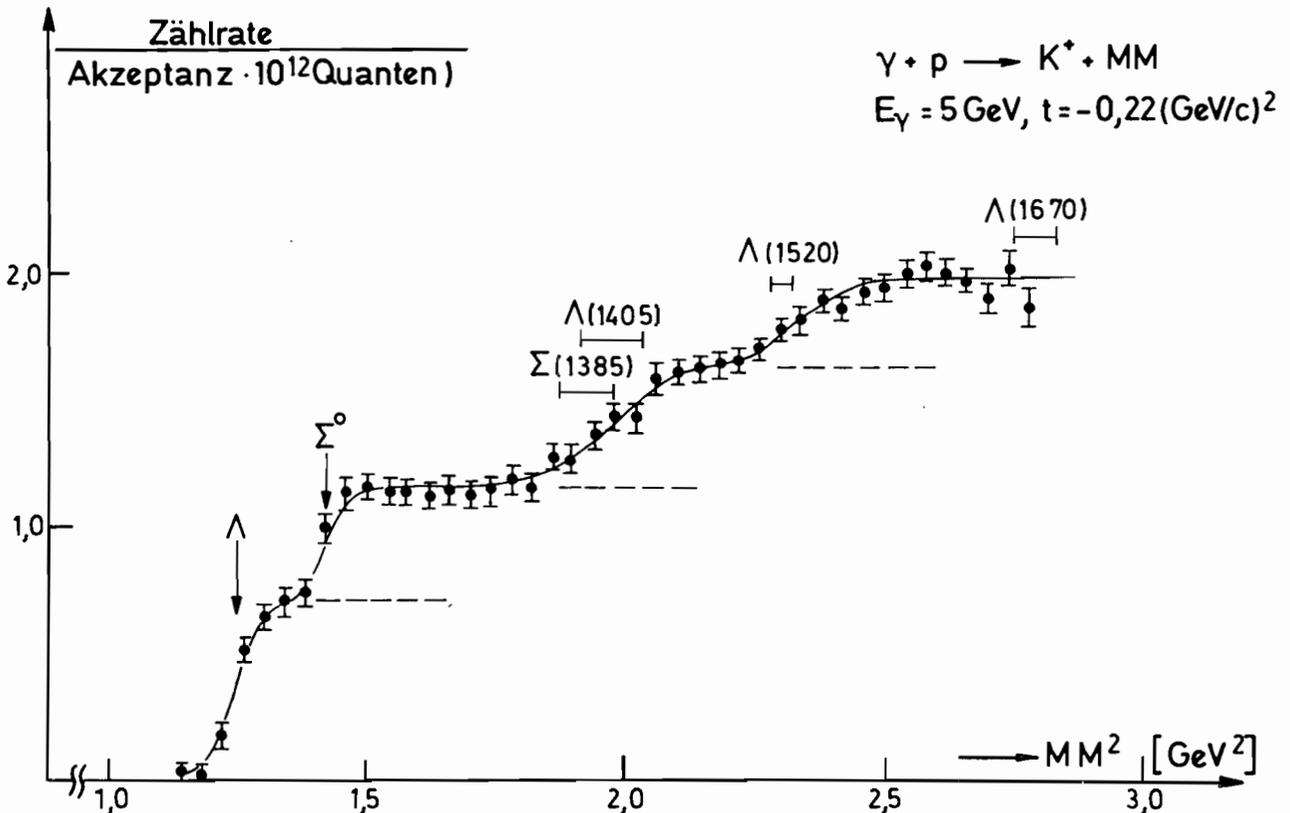
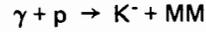


Bild 31 : Restmassenspektrum der Reaktion  $\gamma + p \rightarrow K^+ + MM$  bei  $E_\gamma = 5 \text{ GeV}$ ,  $t = -0.22 \text{ (GeV/c)}^2$

Im Unterschied zu den  $K^+$ -Messungen weist das Restmassenspektrum der Reaktion



keine signifikante Struktur auf. Die Wirkungsquerschnitte sind außerdem um mehr als eine Größenordnung kleiner. Aufgrund der Resultate ist es daher nicht möglich, Aussagen über die Existenz einer  $Z^*$ -Resonanz mit Baryonenzahl und Seltsamkeit +1 zu machen. Für den Wirkungsquerschnitt einer denkbaren Photoerzeugungsreaktion  $\gamma p \rightarrow K^- Z^{*++}$  kann eine obere Grenze angegeben werden, die um ein bis zwei Größenordnungen unter dem Wert der entsprechenden Reaktion  $\gamma p \rightarrow K^+ \gamma^* 0$  liegt.

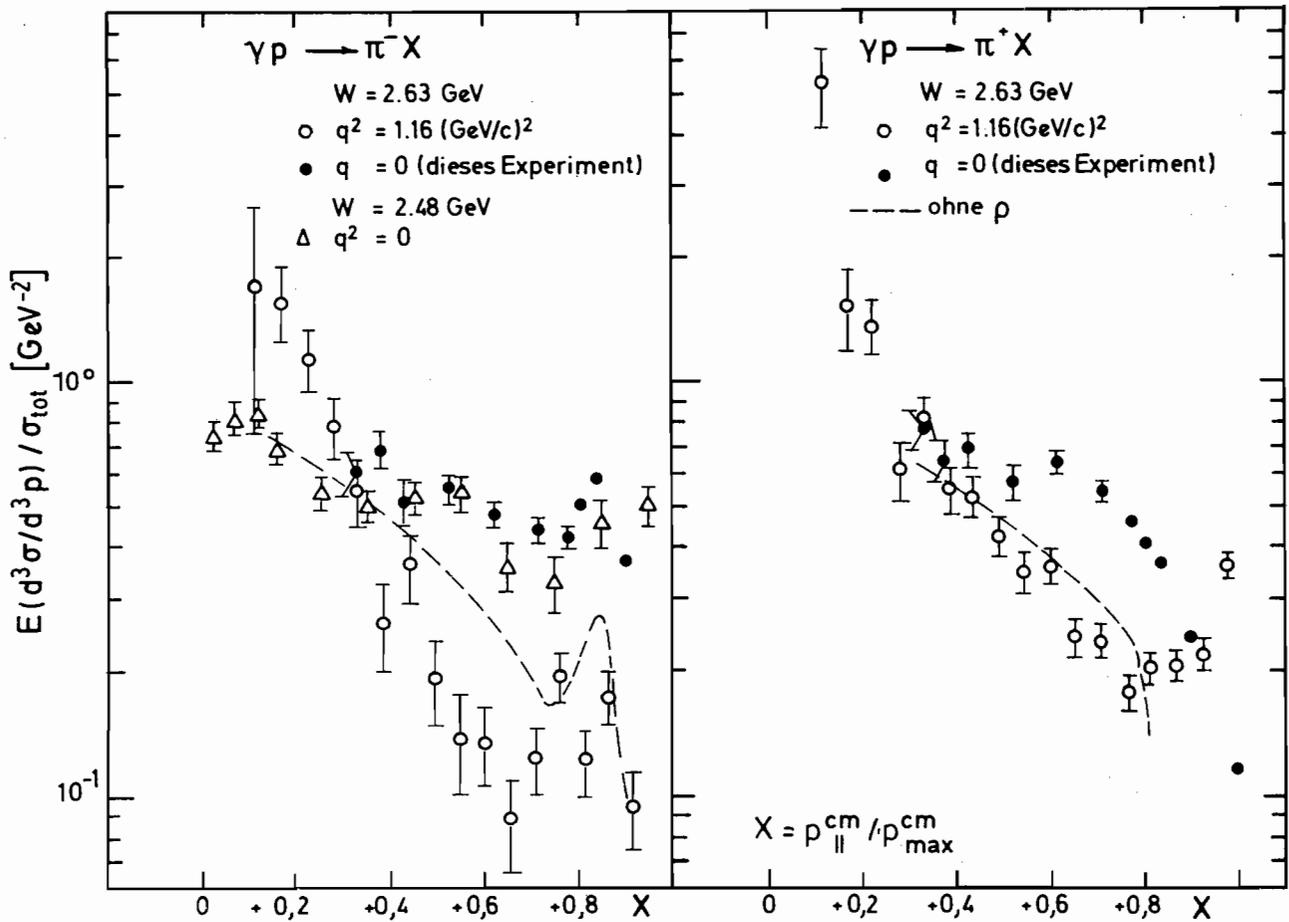
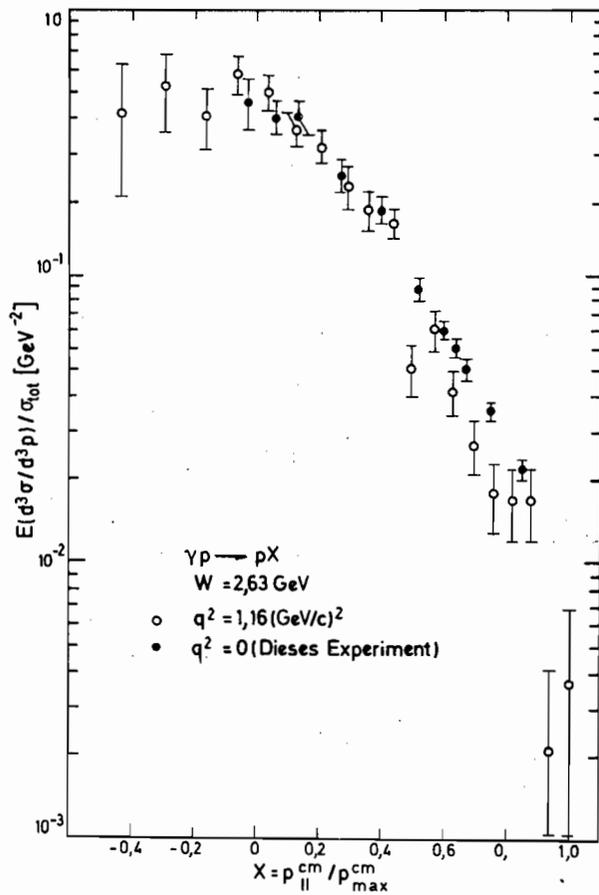


Bild 32 : Vergleich von inklusiven Pionspektren in der Photo- und Elektroproduktion bei 2.63 GeV Schwerpunktsenergie

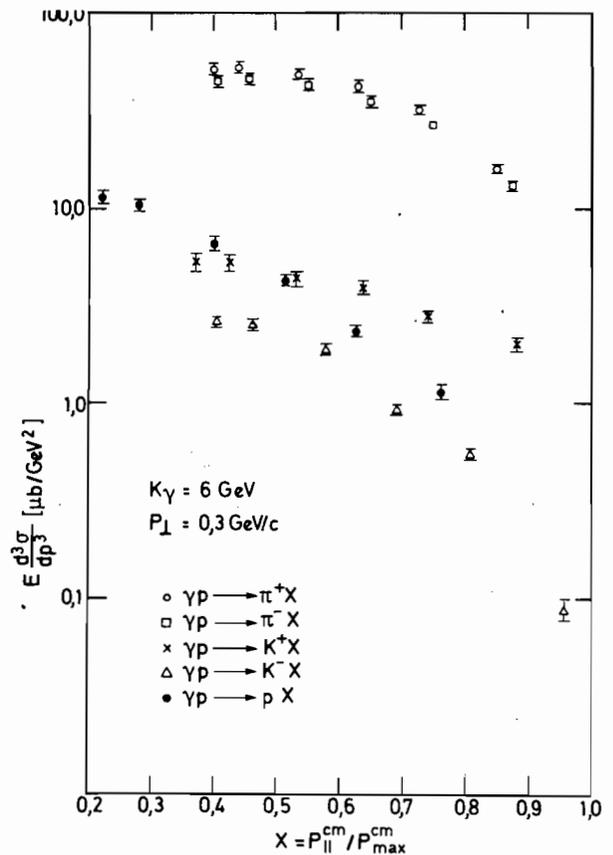
### Inklusive Photo- produktion

Im Jahr 1972 wurden außerdem zwei Experimente zur inklusiven Photoproduktion von  $\pi$ - und  $K$ -Mesonen und Protonen durchgeführt. Bei einer mittleren  $\gamma$ -Energie von 3.2 GeV wurden die Impulsspektren von  $\pi^\pm$ - und  $K^+$ -Mesonen sowie Protonen in der Nähe der Vorwärtsrichtung aufgenommen. Es wurden die gleichen kinematischen Bedingungen gewählt wie in dem Elektroproduktionsexperiment von Alder et al. (A12), um eine Aussage über die  $q^2$ -Abhängigkeit inklusiver Teilchenspektren zu ermöglichen. In Bild 32 werden die invarianten Wirkungsquerschnitte  $E d^3 \sigma / d^3 p$  für  $\pi^+$ - und  $\pi^-$ -Erzeugung verglichen, jeweils normiert auf die totalen Wirkungs-

querschnitte für Photo- bzw. Elektroproduktion. Sie sind aufgetragen gegen die Variable  $x = p_{\parallel} / p_{\max}$ , d.h. das Verhältnis von longitudinalem zu maximalem Impuls des auslaufenden Teilchens im Schwerpunktsystem. Es ergeben sich mehr Pionen in der Photoproduktion als in der Elektroproduktion. Subtrahiert man jedoch von den Photoproduktionsdaten den Beitrag der  $\rho^0$ -Erzeugung, so wird der Unterschied wesentlich geringer (siehe die gestrichelten Kurven). Die Protonenspektren für  $q^2 = 0$  und  $q^2 = 1,16 \text{ (GeV/c)}^2$  sind außerordentlich ähnlich, wie Bild 33 zeigt. Demgegenüber erhält man innerhalb der relativ großen statistischen Fehler deutlich mehr  $K^+$ -Mesonen in der Elektroproduktion als in der Photoproduktion.



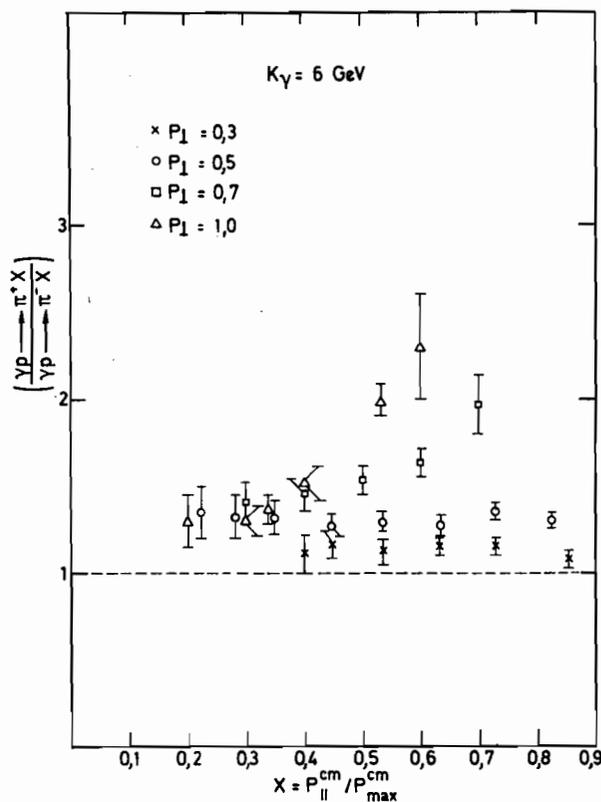
**Bild 33 :** Vergleich inklusiver Photo- und Elektroproduktion von Protonen



**Bild 34 :** Invariante Wirkungsquerschnitte für  $\pi^\pm$ -,  $K^\pm$ - und p-Photoproduktion bei 6 GeV

Bei einer mittleren  $\gamma$ -Energie von 6 GeV wurden die Spektren von  $\pi^\pm$ -Mesonen,  $K^\pm$ -Mesonen und Protonen aufgenommen für Transversalimpulse  $p_{\perp}$  zwischen 0,3 und 1,0 GeV/c und  $x$ -Werte zwischen 0,2 und 1. Ein typisches Bild der  $x$ -Abhängigkeit der verschiedenen Teilchenspektren zeigt Bild 34. Bei Photoerzeugungsreaktionen ist der Vergleich von Teilchen- und Antiteilchen-Erzeugung besonders interessant, weil man daraus bereits Aussagen über Skalenverhalten bekommen kann. Aus dem Muellerschen Regge-Modell (A13) für inklusive Reaktionen folgt, daß im 'Scaling limit' die Reaktionen  $\gamma p \rightarrow cX$  und  $\gamma p \rightarrow \bar{c}X'$  gleiche Wirkungsquerschnitte haben müssen, weil das Pomeron Ladungskonjugation +1 hat und die  $(\gamma c)$ - und  $(\gamma \bar{c})$ -Kopplungen gleich

sind. Bei nicht zu großen Transversalimpulsen ist das  $\pi^+/\pi^-$ -Verhältnis nahe bei 1 (vergl. Bild 35), während das  $K^+/K^-$ -Verhältnis fast überall groß gegen 1 ist. Ein Vergleich mit vorläufigen Daten bei 18 GeV von Boyarski et al. (A14) und Pion-Daten bei 4.7 GeV (A15) bestätigt die daraus folgende Vermutung, daß das Skalenverhalten in der Pionerzeugung schon bei Energien unter 6 GeV erfüllt ist, während es für K-Erzeugung verletzt ist.



**Bild 35 :** Das Verhältnis von inklusiver  $\pi^+$ - und  $\pi^-$ -Photoproduktion bei 6 GeV

In der zweiten Hälfte des Jahres 1972 wurde mit den Vorbereitungen für ein Experiment zur  $\pi^+$ -Photoerzeugung am polarisierten Target und für ein Experiment zur Messung der  $\pi^0$ -Elektroproduktion (letzteres in Zusammenarbeit mit der DESY-Gruppe F21) begonnen.

### Speicherring-Detektor

Die Gruppe F35 hat sich intensiv an der Planung und Auslegung des Doppelarm-Spektrometers für den DESY-Speicherring beteiligt. Dieser Detektor, der in Zusammenarbeit mit auswärtigen Gruppen und anderen DESY-Gruppen aufgebaut wird, besteht aus zwei großen H-Magneten und einer Vielzahl von Zählern und Kammern. Der für magnetische Analyse zur Verfügung stehende Raumwinkel beträgt 0.7 - 1.0 sr. Mit Hilfe von Funkenkammern, Flugzeit-, Schauer- und Reichweitezählern können hier innerhalb gewisser Grenzen,  $e$ ,  $\mu$ ,  $\pi$ , K und Protonen getrennt werden. Zwischen den Magneten wird aus Proportionalkammern und -rohren, Szintillations- und Schauerzählern ein Innendetektor aufgebaut, der Elektronen, Photonen und Hadronen trennen kann.

In Zusammenarbeit mit anderen DESY-Gruppen wurde untersucht, ob der DORIS-Ring als Elektron-Proton-Speicherring benutzt werden kann. Nach den bisherigen Überlegungen scheint dies möglich zu sein und relativ geringen Aufwand zu erfordern. Die Protonen sollen aus einem Van de Graaff-Beschleuniger in das Elektronensynchrotron injiziert und dort auf 2 GeV/c beschleunigt werden. Eine weitere Beschleunigung würde im DORIS-Ring erfolgen. Mit dieser Anlage liessen sich nicht nur wertvolle Erkenntnisse über die Physik und Technik von Elektron-Proton-Speicherringen gewinnen, sondern es würden damit auch viele interessante Experimente auf dem Gebiet der tiefinelastischen Elektronenstreuung ermöglicht. Bei einer erwarteten Luminosität von etwa  $10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$  wären Koinzidenzmessungen für  $0 < q^2 \lesssim 20 \text{ (GeV/c)}^2$  und Schwerpunktsenergien bis 6 GeV durchführbar. Damit bestünde bei DESY zum ersten Mal die Möglichkeit, den tiefinelastischen Bereich detailliert zu untersuchen.

*e-p-Speicherring*



## 2.10 Photoerzeugung hadronischer Paare (F36)

In einer Zusammenarbeit des Kernforschungszentrums Karlsruhe (IEKP) und DESY werden in einem energiemarkierten Photonenstrahl die Erzeugung hadronischer Teilchenpaare untersucht. Es wurden erste Datenläufe unter Verwendung von zwei Proportionalkammern, sieben Funkenkammern mit magnetischer Datenspeicherung, sowie eines großen Analysiermagneten durchgeführt. Dabei wurde die Möglichkeit, Proportional- und Funkenkammern gleichzeitig zu verwenden, erfolgreich getestet.

*$K^+K^-$  und  $p\bar{p}$   
Paarerzeugung*

Ferner wurden Datensätze von photoerzeugten Hadronpaaren auf Band geschrieben, aus denen Informationen über die Ortsauflösung und die Ansprechwahrscheinlichkeit der Funkenkammern gewonnen wurden.

Mit dieser Ausbaustufe des Experiments, ergänzt um einen Cerenkov- und einen Target-Hodoskopzähler, soll die Photoerzeugung von  $K^+K^-$ -Paaren untersucht werden. Für den weiteren Ausbau des Experiments (Vergrößerung des Raumwinkels), werden sieben größere Funkenkammern benötigt, von denen die erste im IEKP Karlsruhe fertiggestellt und getestet wurde.

Da das im Gebiet der Streamerkammer aufgebaute Experiment starken räumlichen und zeitlichen Beschränkungen unterworfen war, ergab sich die Notwendigkeit, bei DESY einen neuen energiemarkierten Photonenstrahl zu entwickeln und das Experiment in einem neuen Experimentiergebiet wieder aufzubauen. In einem ersten Testlauf wurden die Strahleigenschaften des neuen Photonenstrahls untersucht.

Die hinter dem Analysiermagneten angeordneten Drahtfunkenkammern sind in Bild 36 zu erkennen.

Vor dem Analysiermagneten dienen zwei Charpak-Kammern mit je zweidimensionaler Auslese zur Festlegung der Spuren. Vier Szintillationszähler in variabler Majoritätskoinzidenz bilden zusammen mit den rückwärtigen Zählern und dem Signal des Photonstrahls den Trigger. Bild 37 zeigt die Frontanordnung bei demontiertem Target.

Zur Vergrößerung des Raumwinkels sind zwei  $100 \times 100 \text{ cm}^2$  große Charpak-Kammern konstruiert und in Auftrag gegeben worden. Die Elektronik dazu wird wie bisher von der Gruppe F51 gebaut und betreut.

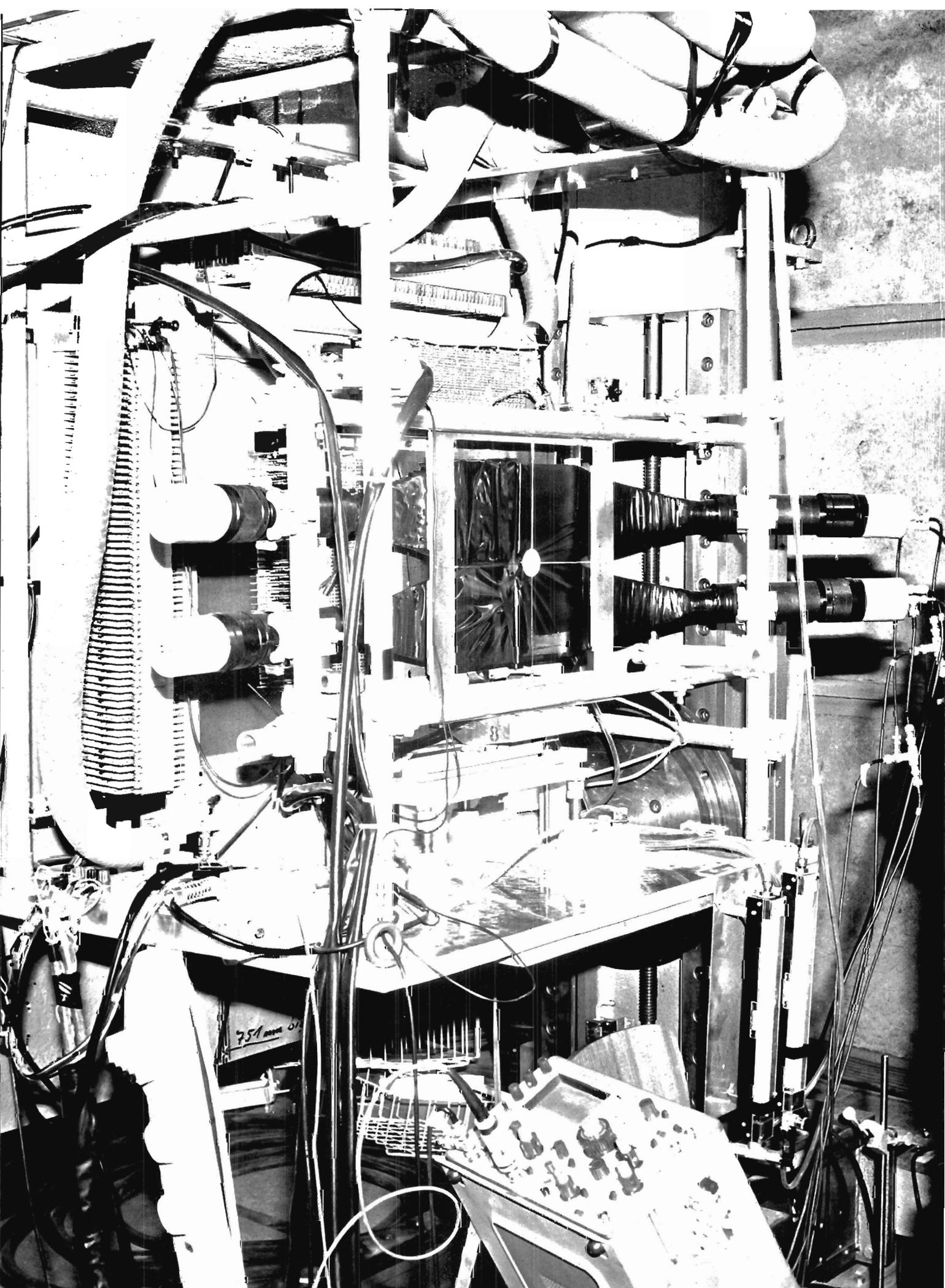
Außerdem ist ein Hodoskop, bestehend aus 24 Szintillatoren, die das 50 cm lange Wasserstofftarget umgeben und den Azimutwinkel des Rückstoßprotons messen werden, gebaut worden. Mit seiner Hilfe wird es möglich sein, Ereignisse des Typs  $\gamma p \rightarrow K^+ K^- p$  von solchen Ereignissen zu trennen, bei denen ein zusätzliches Pion auftritt, auch wenn die Masse des  $N-\pi$ -Systems nur wenig verschieden von der Nukleonmasse ist.

Der 2 m x 1 m große Schwellen-Cerenkovzähler ist im Oktober 1972 geliefert worden und wird im Sommer 1973 einsatzbereit sein.

**Bild 36 :** Drahtfunkenkammern zum Nachweis der Photoerzeugung hadronischer Paare

**Bild 37 :** Szintillationszähler zur Triggerung der Charpak-Kammern

folgende Seite



751 mm 51

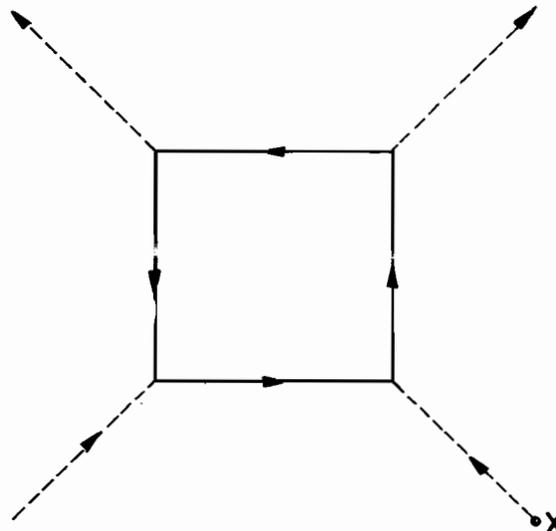
## 2.11 Vorbereitung der Experimente am Speicherring (F39)

1972 wurde die Auswertung des Experiments No.93 zur Messung der Delbrückstreuung abgeschlossen. Über die Resultate wurde auf der Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Gesellschaft in Bonn, in einem Seminar beim CERN und anlässlich einer Sitzung des Wissenschaftlichen Rates bei DESY berichtet.

Neben der quantitativen Untersuchung zur Delbrückstreuung lieferte das Experiment mit dem Nachweis des Photon-Splitting ein wichtiges zweites Resultat. Photon-Splitting ist die Aufspaltung eines Photons im Coulombfeld schwerer Kerne in zwei Photonen. Der Prozeß ist von der 5. Ordnung in der elektromagnetischen Kopplung (Bild 38).

*Photon-Splitting*

Bild 38

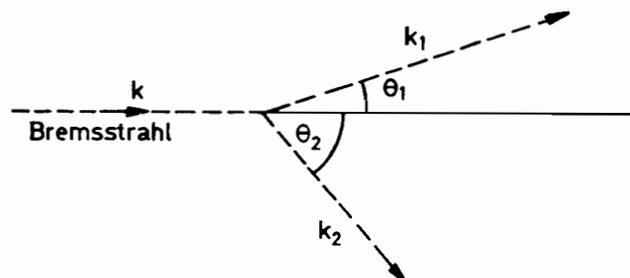


Feynmann-Diagramm zur Photospaltung

Diese Reaktion wird von der Quantenelektrodynamik vorhergesagt (A16), wurde aber bisher lediglich in einem Experiment mit Photonenergien im MeV-Bereich nachgewiesen (A17).

Der Prozeß wurde aufgrund seiner charakteristischen  $Z^2$ -Abhängigkeit durch Variation des Targetmaterials (Cu, Ag, Au und U) von den konkurrierenden Reaktionen abgetrennt (Bild 40).

Bild 39



Kinematik zur Photon-Spaltung

Jedoch waren detaillierte Aussagen wie für die Delbrückstreuung wegen der unterbestimmten Kinematik nicht möglich (Bild 39). Von den zwei auslaufenden Photonen wurde nur das energiereichere mit einem Paarspektrometer nachgewiesen.

Ein Vergleich des gemessenen integrierten Wirkungsquerschnitts mit existierenden Berechnungen (A18, A19, A20) ergibt, daß die theoretischen Vorhersagen zu kleine Wirkungsquerschnitte liefern.

### Ein einfacher $4\pi$ -Detektor

Für Explorationsexperimente am Speicherring und zur Vorbereitung des Triggersystems von PLUTO wurde im Berichtsjahr ein aus acht Halbzylindern bestehender Detektor gebaut (MADKA, s. Bild 41). Die Raumwinkelakzeptanz beträgt 92% von  $4\pi$  und übertrifft somit alle bis jetzt verwendeten Speicherring-Detektoren. Die damit verbundenen Untergrundprobleme werden 1973 in Frascati untersucht werden.

Die an MADKA angeschlossene Elektronik ist speziell für eine schnelle Spurenerkennung und sofortige Klassifizierung der Ereignisse ausgelegt. Statistik über viele Typen von Ereignissen kann echt on-line mit einer Rate von bis zu 30 kHz gesammelt werden.

Es wurden Triggerbedingungen ausgearbeitet, mit denen die von Höhenstrahlen simulierten Ereignisse auf weniger als 10% der bei einem Speicherring-Experiment (bei  $L \approx 10^{29}/\text{cm}^2\text{s}$ ) zu erwartenden Zählrate unterdrückt werden.

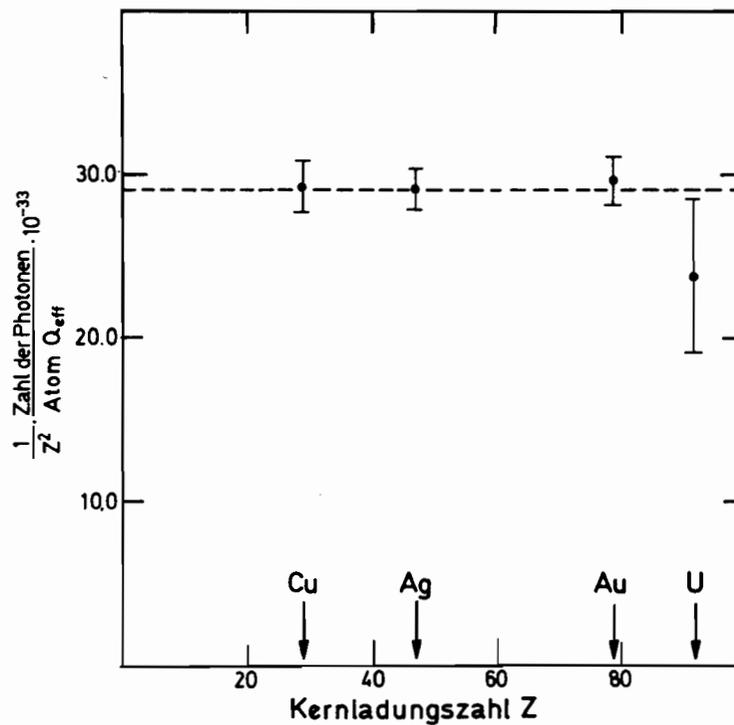
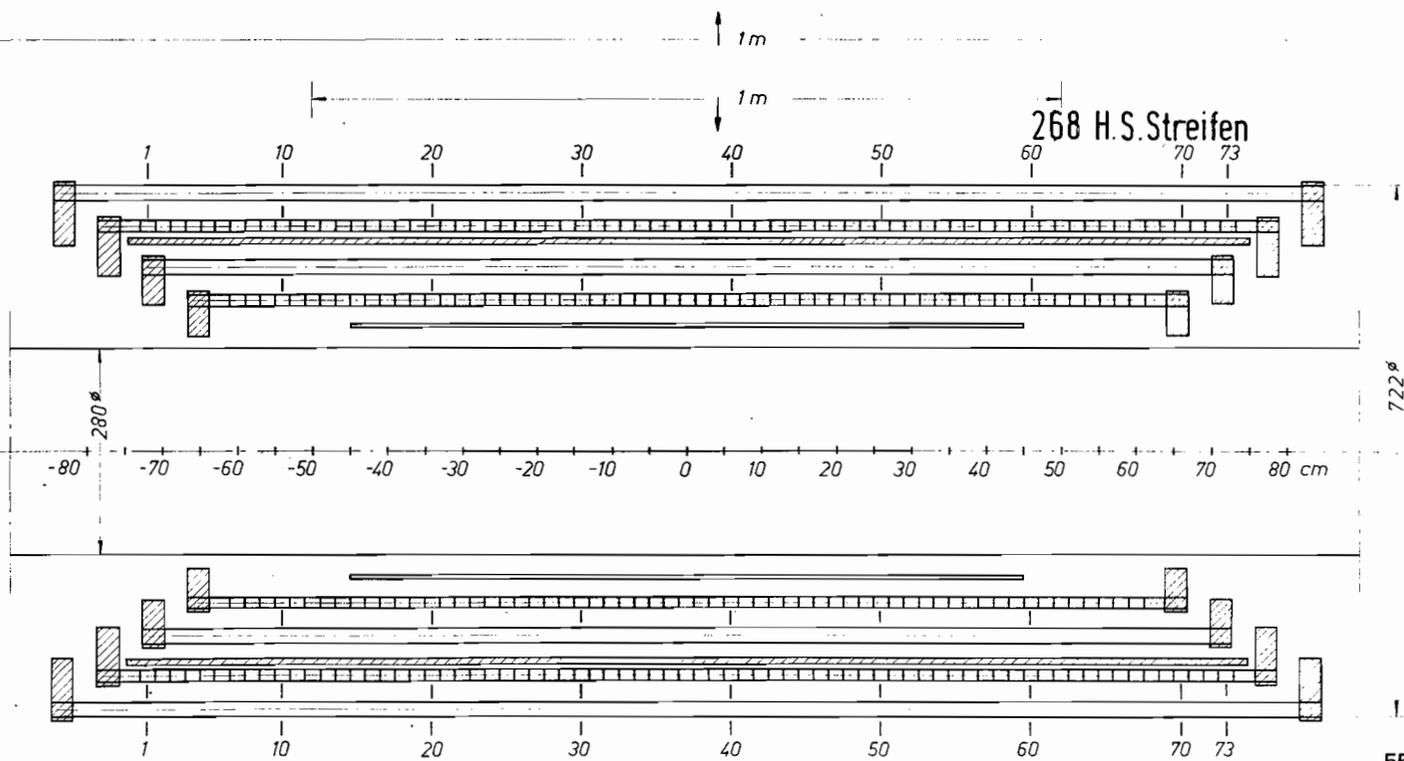
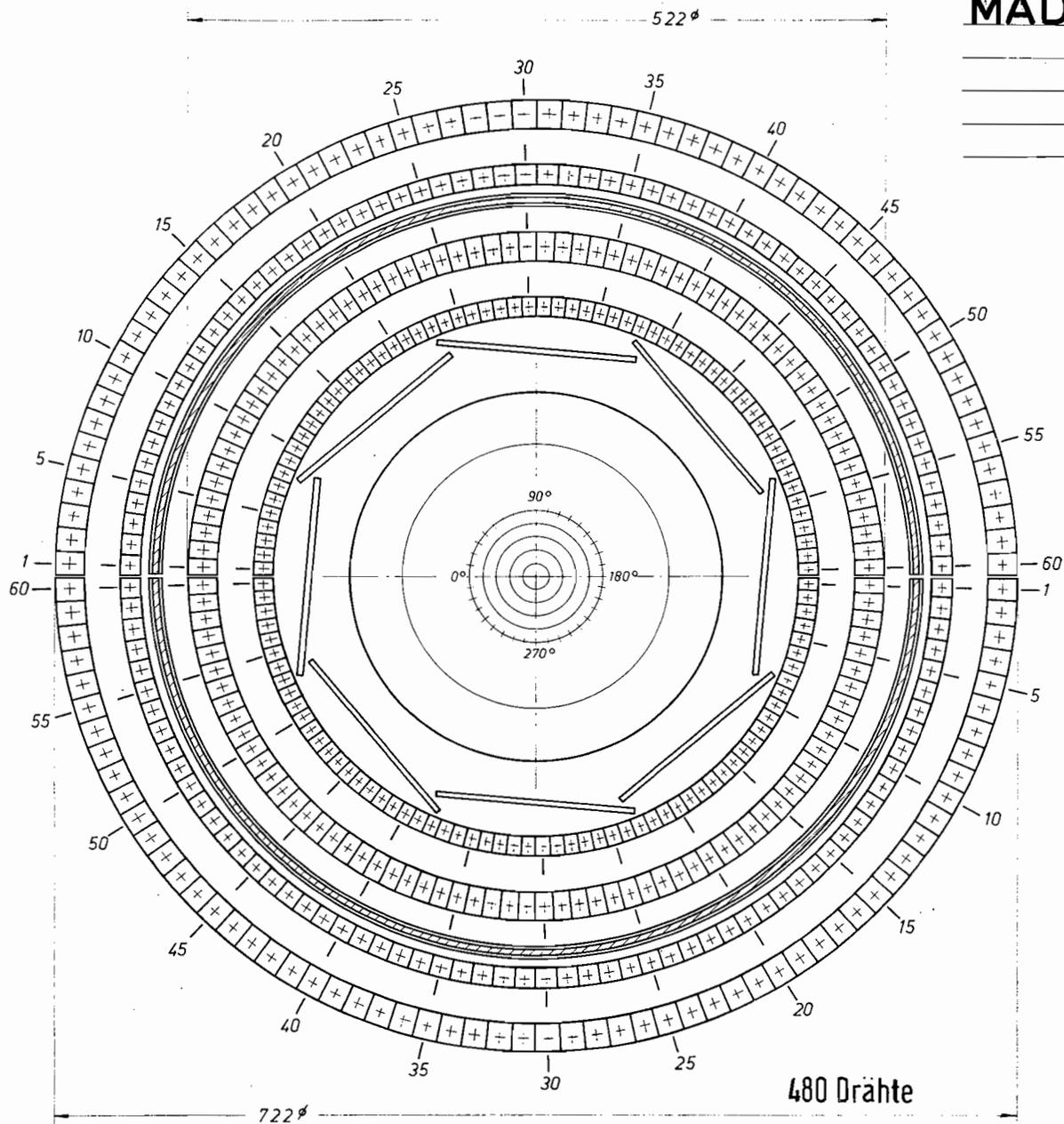


Bild 40



## 2.12 Experimente mit der Synchrotronstrahlung (F41)

Das Kontinuum der Synchrotronstrahlung wird für Untersuchungen auf dem Gebiet der Festkörper-, Molekül- und Atomspektroskopie und der Molekularbiologie benutzt. Aufgrund ihrer höheren Intensität bei kontinuierlicher Spektralverteilung, ihrer engeren räumlichen Bündelung und ihrer Polarisation ist die Synchrotronstrahlung allen anderen konventionellen Quellen im Spektralbereich 10 eV bis 10 keV überlegen.

Bei den spektroskopischen Experimenten wird im allgemeinen die Synchrotronstrahlung in einem Monochromator bzw. Spektrographen zerlegt und dann das monochromatische Licht entweder nach Absorption in bzw. Reflexion an der zu untersuchenden Probe gemessen oder zur Erzeugung von Sekundärteilchen, wie z.B. Photoelektronen, Fluoreszenz- bzw. Lumineszenzstrahlung, oder Ionen verwendet, die nach Ausbeute, Energie, Masse oder Winkelverteilung analysiert werden. Bei den Experimenten in der Molekularbiologie werden Röntgenbeugungsuntersuchungen an geordneten biologischen Makromolekülen durchgeführt. Hier erlaubt die höhere Intensität bzw. engere Bündelung der Synchrotronstrahlung kürzere Belichtungszeit bzw. bei dynamischen Untersuchungen eine wesentliche Verbesserung in der zeitlichen Auflösbarkeit.

Die im Synchrotronstrahlungslabor aufgestellten Apparaturen sind schwerpunktmäßig bestimmten Untersuchungsthemen und daran arbeitenden Angehörigen verschiedener Institute zugeordnet. Zwischen den verschiedenen Teilgruppen besteht jedoch eine enge Zusammenarbeit.

Im einzelnen waren an den Experimenten mit der Synchrotronstrahlung Mitglieder folgender Institute beteiligt:

DESY und II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg	(a und b)
2 Gruppen der Sektion Physik der Universität München	(c und d)
Institut für Physikalische Chemie der Universität Freiburg	(e)
Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Heidelberg	(f)

Bei den einzelnen Projekten bestand Zusammenarbeit mit den Universitäten Helsinki (Finnland), Tel-Aviv (Israel), Bonn und Marburg sowie dem Max-Planck-Institut für Festkörperforschung (Stuttgart). Außerdem führte eine Gruppe des Instituts für Angewandte Physik der Universität Hamburg Testmessungen der Fluoreszenz einfacher Moleküle durch.

Die bisher ausschließlich im Sichtbaren und Nahen Ultraviolett angewendete Modulationsspektroskopie wurde 1972 erstmals in den Photonenenergiebereich zwischen 10 und 40 eV ausgedehnt. Zunächst wurden Wellenlängen-Modulations-Experimente an KC1, KBr und KJ bei Raumtemperatur durchgeführt. Dabei wurden einige Strukturen gefunden, die im nicht modulierten Spektrum erst bei tiefen Temperaturen auftauchen. Diese Experimente dienen auch als Vorbereitungen zur Anwendung am Speicherring.

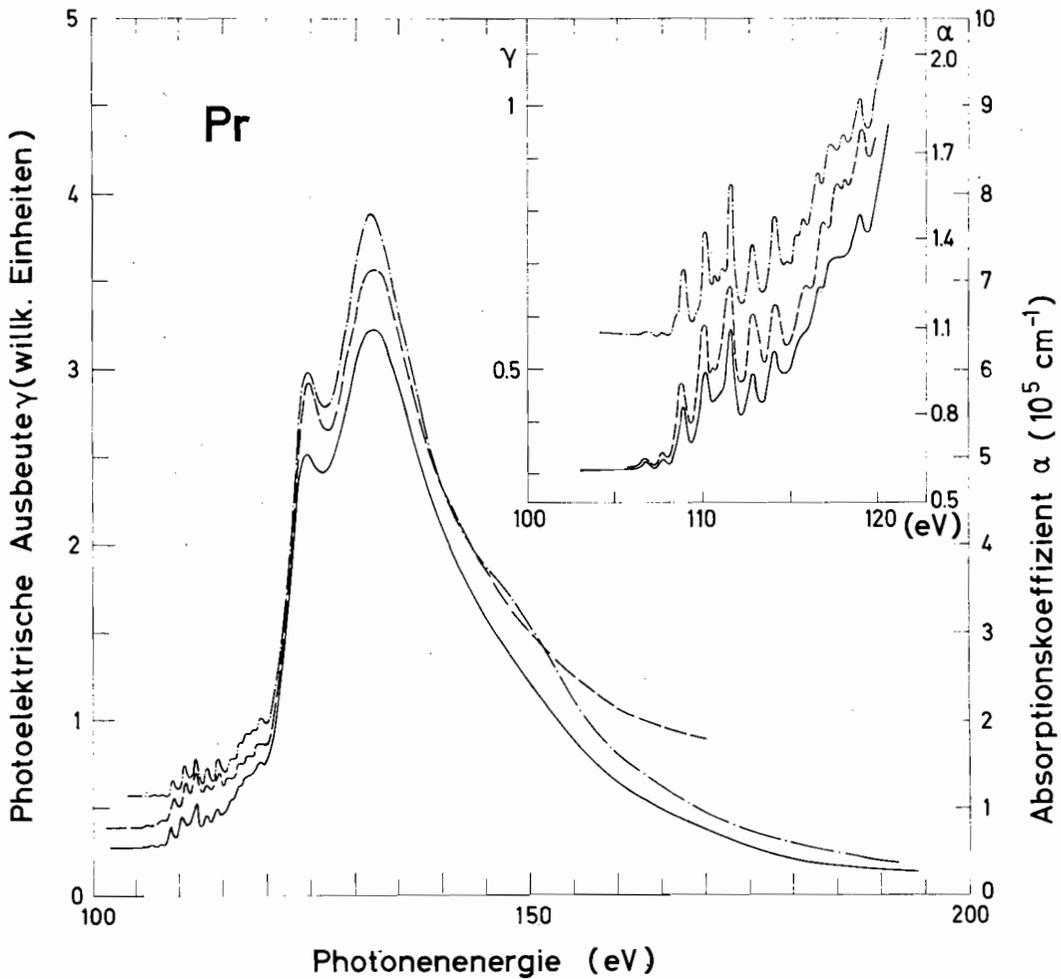
Mit einer Doppelsonisationskammer nach Samson wurde die absolute Intensität der monochromatisierten Synchrotronstrahlung hinter dem Austrittsspalt einiger Monochromatoren gemessen. Die Kenntnis der Intensität ist wichtig für die Angabe absoluter Photoemissionsausbeute o.ä.. Zwar ist die Intensität der Synchrotronstrahlung absolut berechenbar, doch ist die Transmission der Spektrographen nur sehr grob abzuschätzen.

Ein zweites Labor am Synchrotron, das vor allem für die molekularbiologischen Untersuchungen dienen soll, ist inzwischen in Betrieb genommen worden, Planung und Bau von zwei Laboratorien am Speicherring DORIS sind fortgeschritten.

Es wurde eine Reihe von Legierungen von Aluminium mit Kupfer und mit einigen Übergangsmetallen (V, Fe, Ni) untersucht. Mit einem verbesserten Zweistrahlsystem konnten die Spektren so aufgenommen werden, daß das Absorptionsspektrum von Al in der Legierung unabhängig von

reinen Superpositionseffekten durch das Partnermetall direkt registriert werden konnte. Es zeigen sich in den Legierungen deutliche Veränderungen von der Al  $L_{2,3}$ -Kante ( $\sim 73$  eV) und bei dem prominenten Al-Maximum 30 eV oberhalb des  $L_{2,3}$ -Einsatzes. Es besteht die Hoffnung, aus der Analyse der vorliegenden Daten Hinweise auf die Natur der Absorptionsstruktur im reinen Al und die Zustände in Legierungen zu erhalten.

Bei Messungen der photoelektrischen Ausbeute einiger Materialien zeigte sich eine eindeutige Zuordnung von Maxima und Minima in den Ausbeutespektren zu entsprechenden Strukturen in Absorptionsspektren. Diese Ergebnisse bedeuten, daß Photoausbeute-Messungen zur Ermittlung von Absorptionsstrukturen auch an Proben verwendbar sind, die nicht als dünne oder als geordnete Schichten herstellbar sind, d.h. zum Beispiel an massiven Einkristallen. Bild 42 zeigt verschiedene Spektren von Praseodym (Absorption, Ausbeute an reinem Material und an einer oxydierten Oberfläche). Die Photoausbeute-Messungen sollen demnächst durch Energieverteilungsmessungen ergänzt werden.



**Bild 42:** Optische Absorption ( - - - ) und Photoelektronen-Ausbeute an reinem ( — ) und oxydiertem ( - . - . ) Praseodym

*Halbleiter  
(a. b und c)*

In Zusammenarbeit mit dem MPI für Festkörperforschung in Stuttgart wurden die optischen Untersuchungen an mehreren Halbleitern (III-V Verbindungen, Bleisalze) vertieft und ergänzt. Zu den optischen Absorptions- und Reflexionsmessungen in Hamburg kamen ESCA-Messungen in Stuttgart. Durch die Kombination beider Methoden konnte beispielsweise bei den Bleisalzen gezeigt werden, daß die Spin-Bahn-Aufspaltung der äußeren d-Niveaus des Pb-Rumpfes in den optischen Spektren im Gegensatz zu den Spektren der III-V Verbindungen nicht beobachtet wird. Das von experimenteller Seite nun recht vollständige Material kann mit theoretischen Bandberechnungen verglichen werden und liefert wichtige Anhaltspunkte für verbesserte semiempirische Rechnungen.

Die Untersuchung der Te 4d und Se 3d Absorption in  $Se_x Te_{1-x}$ -Legierungen wurde abgeschlossen. Die Se 3d und Te 4d Anregungsenergien hängen unterschiedlich von der Zusammensetzung der Legierungen ab. Eine befriedigende Deutung der Te 4d Absorption mit dem Bändermodell scheint nicht möglich. Eher ist eine Deutung in einem atomaren Modell denkbar, wie durch die Berechnung der Multiplettaufspaltung der Te  $4d^9 5p^5$  Konfiguration gezeigt wurde.

Zusätzliche Informationen über die Te 4d-Absorption ergaben sich aus Absorptionsmessungen an Tellur-Dampf, der allerdings überwiegend aus  $Te_2$ -Molekülen bestand.

*Feste Edelgase  
und Alkalihalogenide  
(c)*

Die Untersuchung der optischen Eigenschaften fester Edelgase, die als einfache Festkörper vom theoretischen Verständnis her besonders interessant sind, und für die inzwischen zahlreiche Bandberechnungen vorliegen, wurde fortgesetzt.

Zum ersten Mal wurden Photoemissionsmessungen an festem Argon, Krypton und Xenon im Bereich 10 bis 32 eV durchgeführt. Bild 43 zeigt als ein Beispiel die Ergebnisse am festen Argon. Aus dem steilen Anstieg der Ausbeute läßt sich die Elektronenaffinität ermitteln. Das nachfolgende Minimum und der Wiederanstieg der Photoausbeute werden durch Elektron-Elektron-Streuung verursacht.

In Fortsetzung zahlreicher optischer Untersuchungen an Alkalihalogeniden wurde die Photoemissionsausbeute aller Cs-Halogenide bestimmt. Für CsCl wurde zusätzlich auch die Energieverteilung der Photoelektronen untersucht.

*Organische Moleküle  
und Molekülkristalle  
(b und c)*

Die Untersuchung der optischen Eigenschaften dampfförmiger und fester aromatischer Kohlenwasserstoffe wurden weitgehend abgeschlossen. Am Beispiel des Anthrazen-Einkristalls wurde das Verhalten von Exzitonen in anisotropen Molekülkristallen bei nicht-senkrechtlichem Lichteinfall weiter untersucht.

Außerdem wurde mit Hilfe eines Sekundärmonochromators die Lumineszenz von festen Benzol-Edelgasmischungen untersucht. Dabei werden die Proben primär mit monochromatischem Licht im Bereich 8 bis 40 eV angeregt, die Lumineszenz wird zwischen 6,8 eV und 3,1 eV ( $\sim 55000 \text{ cm}^{-1}$  und  $25000 \text{ cm}^{-1}$ ) untersucht. Im System  $C_6H_6/Ar$  (siehe Bild 44) tritt bevorzugt die Fluoreszenz von reinem Benzol auf ('erlaubte' Singulett-Singulett-Übergänge), während im System  $C_6H_6/Xe$  wegen der starken Spin-Bahn-Wechselwirkung des Xenons die Anregungsenergie von Xe auf Triplet-Zustände des  $C_6H_6$  transferiert wird, was zur Benzol-Phosphoreszenz führt ('verbotene' Triplet-Singulett-Übergänge). Durch Ausbau des Sekundärmonochromators für kürzere Wellenlängen werden in Kürze auch Lumineszenzuntersuchungen an reinen Edelgasen möglich sein.

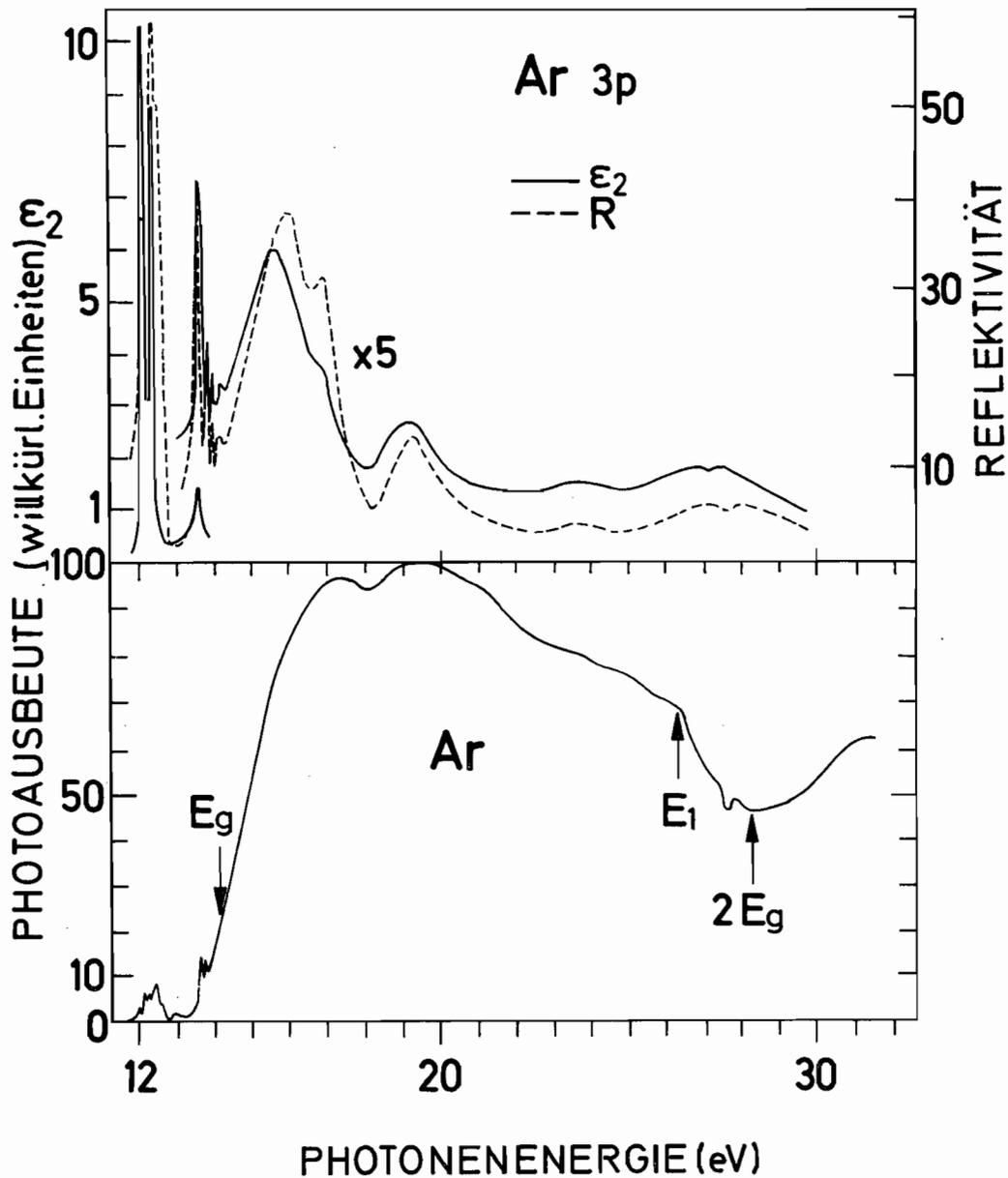


Bild 43 : Reflektivität und Photoausbeute von festem Argon

Die Untersuchungen der in Fluoreszenz mit der Synchrotronstrahlung angeregten Emissionsbanden von Elementen mit niedriger Ordnungszahl wurden fortgesetzt. Mit der durch den Einbau von Justiervorrichtungen modifizierten Apparatur wurden die K-Emissionsspektren von Kohlenstoff in Diamant, einkristallinem und polykristallinem Graphit, amorphen Kohlenstoffschichten sowie von einer anorganischen ( $\text{CaCO}_3$ ) und einer sich bei Elektronenbeschuss zersetzenden organischen Kohlenstoffverbindung (Plexiglas) aufgenommen. Die Ergebnisse stimmen gut mit elektronenangeregten Spektren überein. Der Übergang von der kristallinen zur amorphen Modifikation des Kohlenstoffs führt zu einer deutlichen Änderung der Spektren. Bei einkristallinem Graphit konnte gezeigt werden, daß die Bandenform von der Emissionsrichtung relativ zur

*Fluoreszenzuntersuchungen im ultraweichen Röntgengebiet (d)*

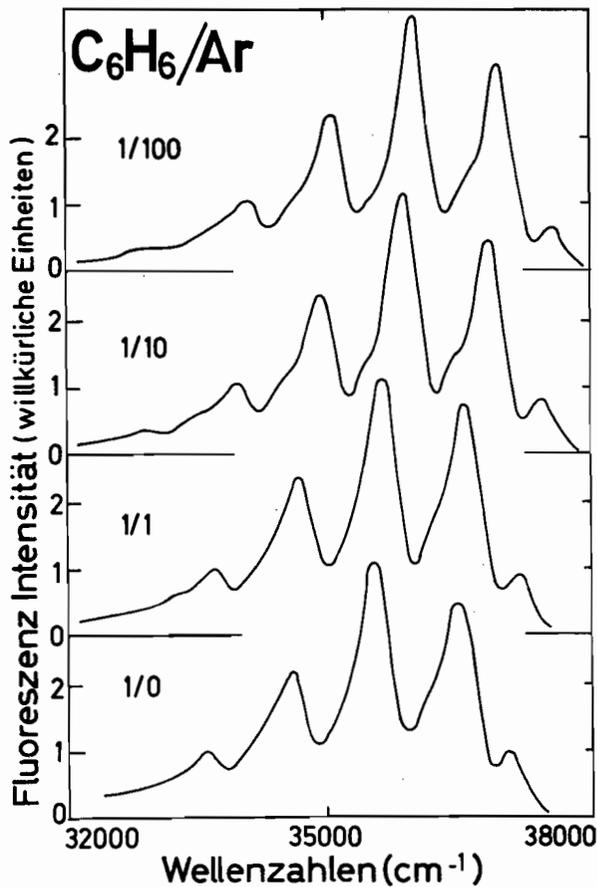


Bild 44 : Lumineszenzspektrum eines festen  $C_6H_6/Ar$ -Gemisches mit verschiedenen Mischungsverhältnissen

Kristallorientierung abhängt. Damit konnte die K-Bande von Graphit in eine  $\pi$ - und eine  $\sigma$ -Komponente aufgespalten werden, die mit neuesten Berechnungen gut übereinstimmen.

Ferner wurden die K-Emissionsspektren der Elemente O und F in den Verbindungen  $CaCO_3$ ,  $LiNO_3$  und  $LiF$  untersucht.

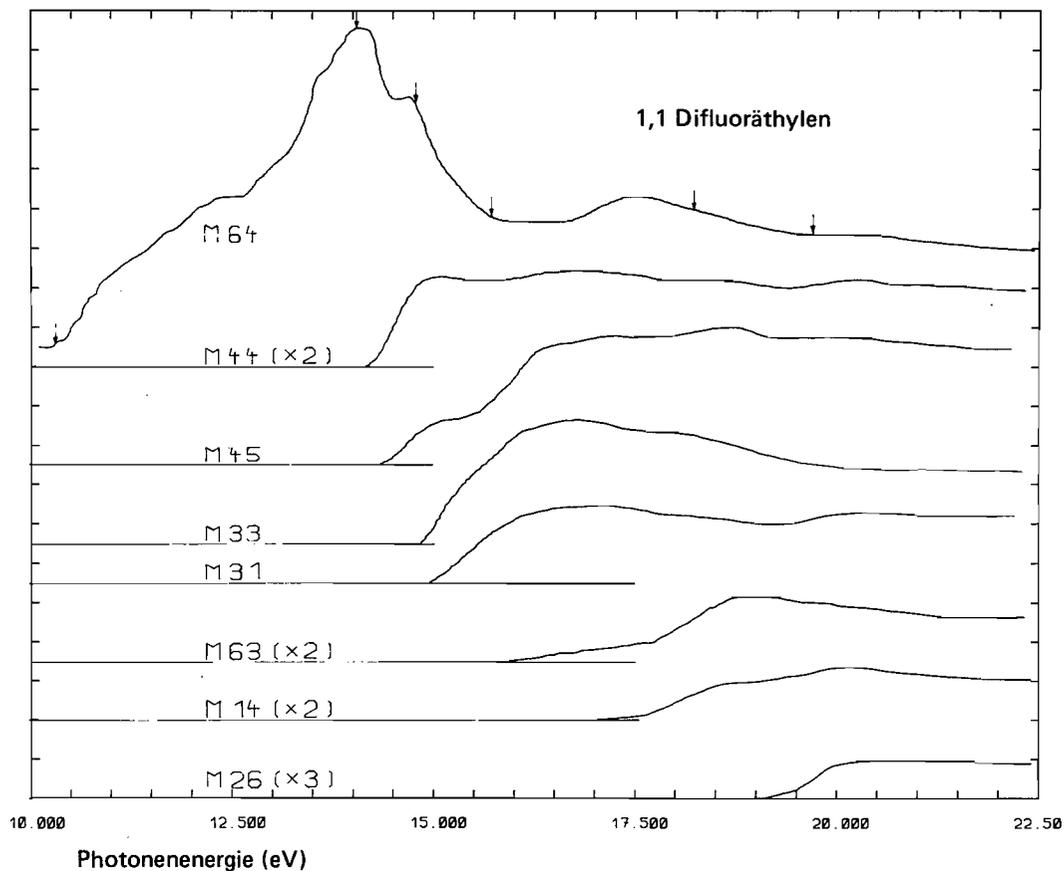
Lithium, das im Grundzustand die Elektronenkonfiguration  $1s^2 2s^1$  besitzt, ist, wie auch seine Verbindungen, für die Fluoreszenzuntersuchungen von besonderer Bedeutung. Es wurde mit der Untersuchung der Li K-Emissionsspektren von metallischem Lithium,  $Li_2O$  und  $Li_3N$  begonnen. Aus diesen Messungen konnte erstmals die Fluoreszenzausbeute von metallischem Lithium bestimmt werden. Das Ergebnis steht in guter Übereinstimmung mit den theoretischen Ergebnissen zur Fluoreszenzausbeute.

ESCA  
(a und b)

Es wurde ein Röntgenmonochromator mit nachgeschaltetem Energieanalysator zur Spektroskopie der an einer Probe ausgelösten Photoelektronen aufgebaut ('ESCA', 'XPS'). Der Monochromator ist auf eine Energie von ca. 1700 eV eingestellt, um einen direkten Vergleich mit konventionellen Apparaturen zu ermöglichen. Mit der ersten Ausbaustufe soll untersucht werden, ob die Synchrotronstrahlung auch für dieses Gebiet bessere Möglichkeiten eröffnet. Außerdem ist beabsichtigt, Erfahrungen zur Ausnutzung der Synchrotronstrahlung im Röntgengebiet zu gewinnen. Am Ende des Jahres wurde mit den Messungen begonnen.

Die Ionenausbeutespektren der folgenden Moleküle wurden in einer ersten, im Jahre 1972 begonnenen und abgeschlossenen Reihe von Experimenten untersucht: 1,1-Difluoräthylen  $\text{CH}_2\text{CF}_2$ , Vinylfluorid  $\text{C}_2\text{H}_3\text{F}$  und Vinylchlorid  $\text{C}_2\text{H}_3\text{Cl}$ . Ein typisches Ionenausbeutespektrum zeigt Bild 45. Dort sind die einzelnen Massenfragmentausbeuten gegen die Energie der eingestrahlten Photonen aufgetragen. Neben den thermodynamisch wichtigen Auftretspotentialen ist auch der Verlauf der Ionenausbeutekurven von Interesse. Er gibt Aufschluß über den Ionisations- bzw. Fragmentierungsmechanismus. Des weiteren wurde mit der Messung der Ionenausbeutespektren der Dreiringverbindungen Cyclopropan  $\text{C}_3\text{H}_6$  und Äthylenoxid  $\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$  sowie Acetaldehyd  $\text{CH}_3\text{CHO}$  begonnen, deren einzelne Fragmentierungen besonders unter dem Aspekt von Umlagerungen untersucht werden sollen.

*Massenspektrometrie  
an organischen Molekülen  
(e)*



**Bild 45:** Ionenspektrum des dampfförmigen 1,1-Difluoräthylen für verschiedene Massen zwischen 14 und 64 als Funktion der eingestrahlten Photonenenergie

Im Zuge einer systematischen Untersuchung des Absorptionsverhaltens von Alkalimetallen und Alkalihalogeniden in verschiedenen Aggregatzuständen wurde nach früheren Messungen an Na-Dampf die Photoabsorption von Cs-Dampf bestimmt. Messungen an Dämpfen von Cäsiumchlorid und einigen anderen Alkalihalogeniden wurden begonnen. Die Untersuchungen wurden im Energiebereich zwischen 60 eV und 180 eV durchgeführt.

*Absorptionsunter-  
suchungen an  
Metall- und Alkali-  
halogenid-Dämpfen  
(b)*

Als Absorptionszelle diente ein ca. 0,7 m langes Teilstück des Strahlrohres, dessen Innenraum durch dünne Fensterfolien gegen das übrige Strahlrohr abgedichtet und mit Edelgas von 0,1 bis 0,3 Torr Druck angefüllt war. Im Mittelteil der Zelle wurde die Probe erhitzt, bis sich ein ausreichender Partialdruck des zu untersuchenden Dampfes gebildet hat. Durch Pufferwirkung des Edelgases konnten die Fensterfolien für mehrere Stunden frei von merklicher Kondensation der Dämpfe gehalten werden.

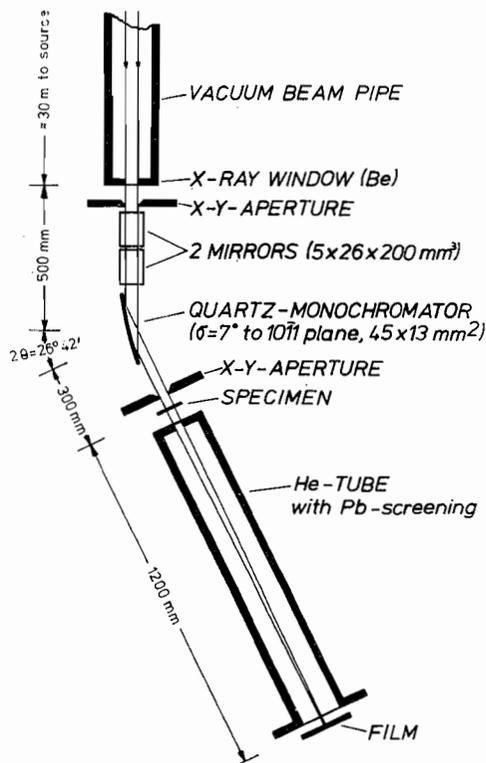
Im gemessenen Bereich tragen beim Cäsium und seinen Verbindungen im wesentlichen Übergänge aus der 4d- und der 4p-Unterschale zur Absorption bei. Von den erlaubten Übergängen aus der 4d-Schale in gebundene f- oder p-symmetrische Zustände treten nur solche in die p-symmetrischen Zustände auf. Die Übergänge in f-symmetrische Zustände wurden nur als Übergänge in Kontinuumszustände beobachtet. Rechnungen für diese Übergänge zeigen, daß hier Konfigurationswechselwirkung und Mehr-Elektronen Korrelation von entscheidender Bedeutung sind.

Im Anstieg des d→f Maximums wurden breite Doppelanregungen von 4d- und 5p-Elektronen beobachtet. Es scheint sich hierbei um Antiresonanzen zu handeln.

Im hochenergetischen Teil des Spektrums wurden Übergänge aus der 4p-Unterschale in s- und d-symmetrische Endzustände beobachtet. Sie kamen fast ausschließlich durch Anregung eines 4p-Elektrons mit  $j(4p)=3/2$  zustande.

*Röntgenbeugung  
an biologischen  
Strukturen*

Die Gruppe vom Max-Planck-Institut für Medizinische Forschung, Heidelberg, hat in Verbindung mit dem EMBL (European Molecule Biology Laboratory)-Projekt bei DESY ein Röntgenbeugungsexperiment für Wellenlängen von 0,7 ... 3 Å aufgebaut, das in erster Linie für die Kleinwinkel-



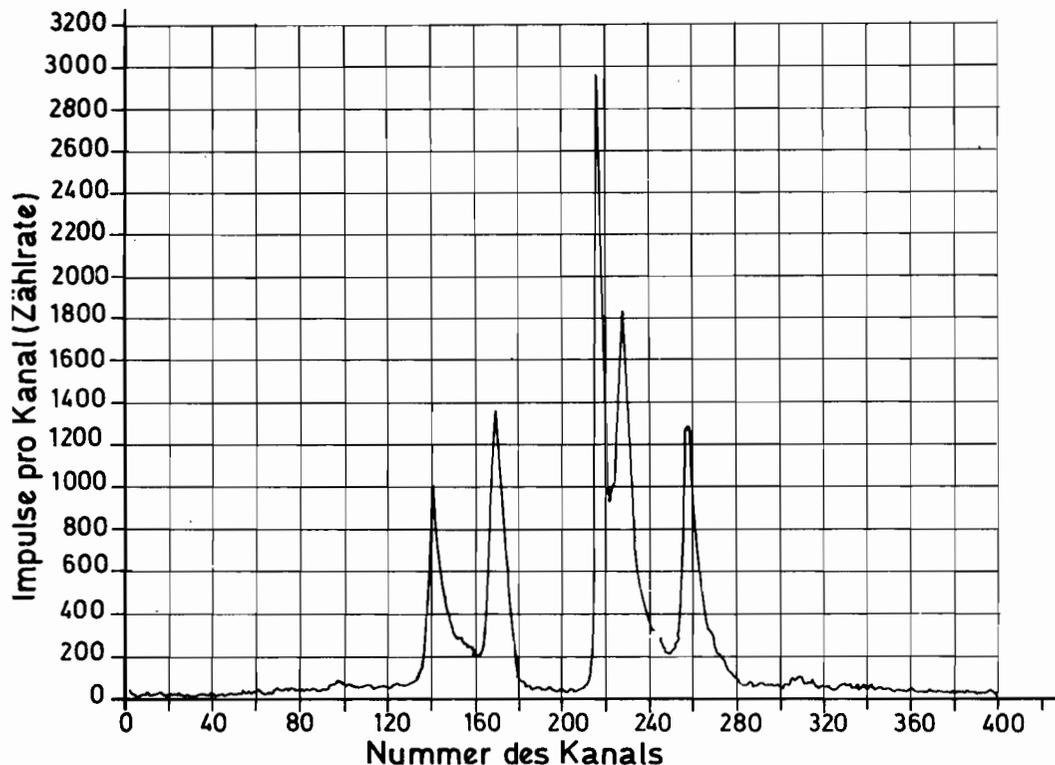
**Bild 46** : Schematischer Aufbau des Röntgenbeugungsexperiments (Draufsicht)

Strukturanalyse von geordneten biologischen Makromolekülen benutzt werden soll.

Aus dem Beugungsmuster können sowohl Parameter, die die Struktur der Probe als Funktion der Zeit oder des physikalischen Zustands kennzeichnen als auch das Fourier-Spektrum entnommen werden, aus dem dann eine Elektronendichtekarte mit niedriger Auflösung berechnet werden kann. Gegenwärtig werden die Strukturänderungen während des mechanochemischen Prozesses der Kräfteerzeugung im Muskel untersucht.

Der experimentelle Aufbau ist schematisch in Bild 46 dargestellt. Der Fokus in der horizontalen Ebene wird durch die Biegung des Quarzkristall-Monochromators erreicht. Vertikal fokussieren zwei gebogene Glasspiegel, die in Totalreflexion bei etwa 4 mrad Einfallswinkel (für  $\lambda = 1,5 \text{ \AA}$ ) arbeiten. Bei diesem Winkel werden die höheren Ordnungen (0,75, 0,5 ...  $\text{\AA}$ ) nicht reflektiert. Das schützt das Präparat und erlaubt außerdem eine klare Deutung des Beugungsbildes.

Der relativ große Abstand zwischen Präparat und Film bzw. Zähler (1,2 m) ergibt eine gute Auflösung der Reflexe verschiedener Ordnung.



**Bild 47** : Aufzeichnung der beiden innersten Beugungsreflexe (1,0) und (2,0) des hexagonalen Akto-Myosin-Gitters im Muskel mit einem positionsempfindlichen Proportionalzähler

Mit einem positionsempfindlichen Proportionalzähler von 0,2 mm linearer Auflösung wurden die stärksten äquatorialen Beugungsreflexe des hexagonalen Gitters im Muskelfilament aufgezeichnet (Bild 47). Man braucht dazu nur ein Zehntel der Zeit wie bei photographischer Aufzeichnung. Vorarbeiten, diesen Zähler auf 2 Dimensionen auszudehnen, haben begonnen. Jeder Gewinn an Aufnahmezeit erhöht natürlich die zeitliche Auflösung der Strukturveränderungen im Muskel. Ein größerer Quarzmonochromator und Spiegel aus unterschiedlichem Material wurden erfolgreich getestet. Dennoch besteht weiterhin Unklarheit über die zeitliche Stabilität der gebogenen Spiegel.

## 2.13 Kosmische Strahlung (F51)

### Myonen- spektrum

In Kooperation mit dem Institut für Kernphysik der Universität Kiel werden das Impulsspektrum der Myonen der kosmischen Strahlung, deren Ladungsverhältnis (impulsabhängiges Verhältnis der Häufigkeiten positiv und negativ geladener Teilchen) und deren elektromagnetische Wechselwirkungen experimentell untersucht. Zur Impuls- und Ladungsbestimmung der Myonen wurde der supraleitende Magnet 'PLUTO' mit 7 Funkenkammern innerhalb des Cryostaten und 6 Kammern auf den Außenseiten des Magneten sowie mit Trigger-Szintillationszählern ausgerüstet (Bild 48) und als Ultrastrahlungsspektrometer betrieben. Damit kombiniert ermöglicht das Wechselwirkungs-Kalorimeter der Universität Kiel die Untersuchung der elektromagnetischen Wechselwirkungen hochenergetischer Myonen bekannter Energie.

Während die Funkenkammern außerhalb des Magneten mit normaler Kernausslese arbeiten, sind alle Kammern im Inneren mit kapazitiver Auslese ausgestattet. Die rund 6000 Zellen erwiesen sich auch bei dem sehr hohen Feld von 22 Kilogauss als magnetfeldunempfindlich. Große Schwierigkeiten bereiteten allerdings die Störeinträge der Funkenimpulse auf den Kleinrechner.

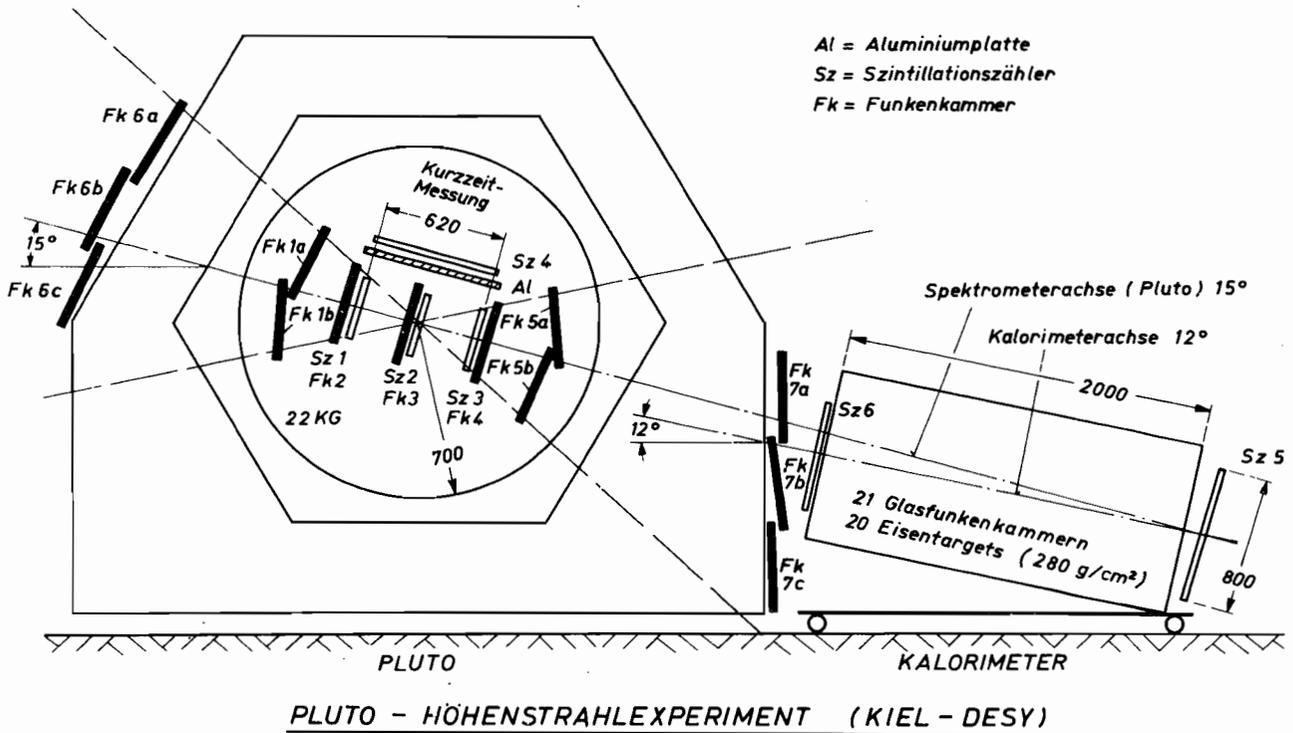


Bild 48 : Anordnung von Spektrometer und Kalorimeter

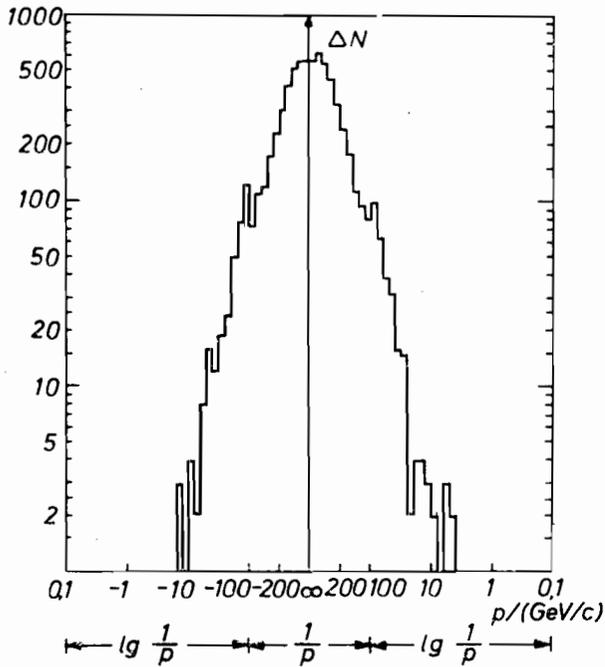


Bild 51 : Magnetfeld abgeschaltet

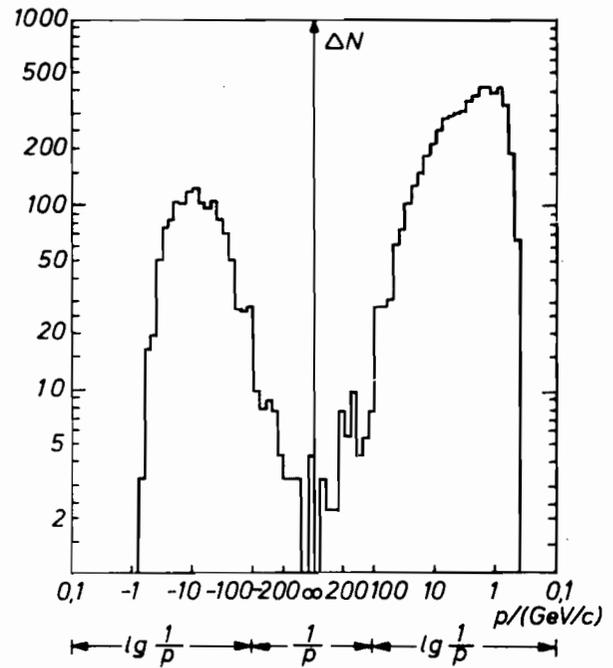


Bild 52 : Magnetfeld eingeschaltet

$p$  ist der angepaßte Impuls, mit dem Vorzeichen der Bahnkrümmung versehen. Die Teilung der Abszisse wurde für Impulse  $> 100$  GeV/c proportional  $1/p$  und für kleinere Impulse proportional  $\lg_{10}(1/p)$  gewählt. Es ist die in dem jeweiligen Intervall gefundene Besetzungszahl  $\Delta N$  aufgetragen. Zusätzlich ist eine Impulsskala angegeben

$N(>p)$

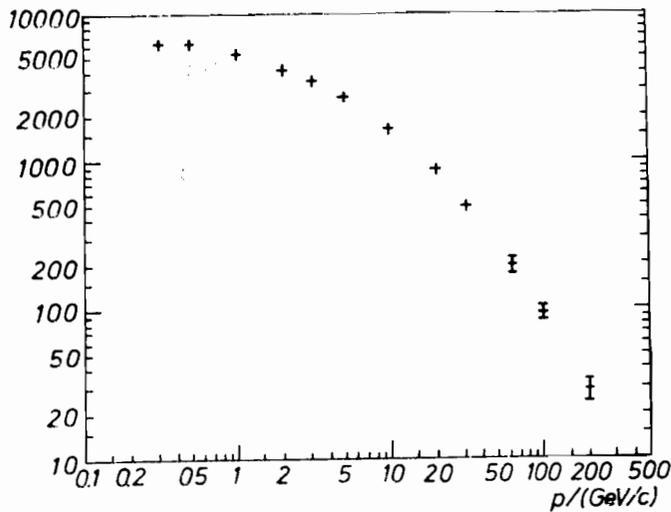
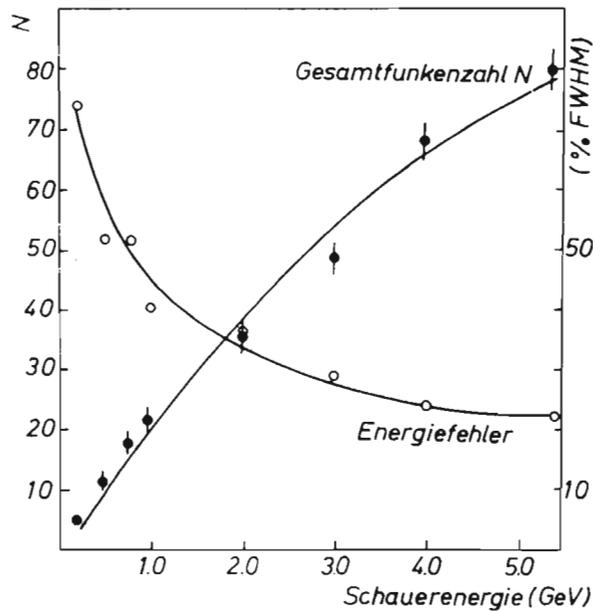


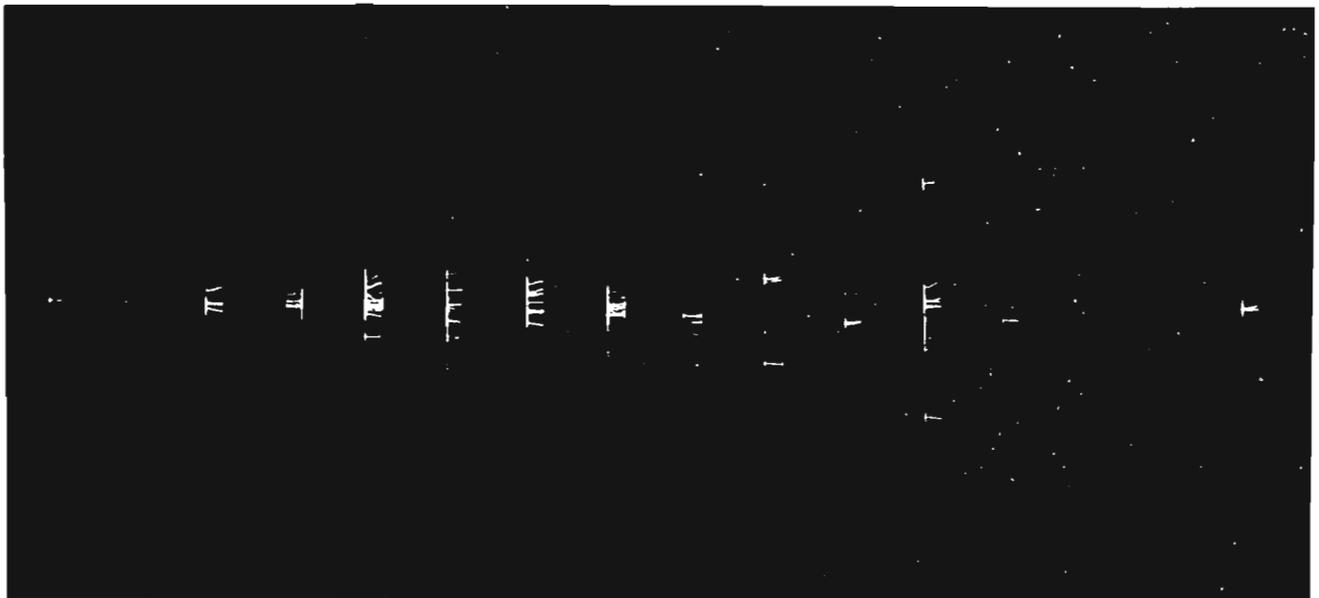
Bild 53 : Das gemessene integrale Myonenspektrum (unkorrigiert, nicht absolut)

**Bild 49** : Eichmessung der Gesamtfunkenzahl und des erzielten Energieauflösungsvermögens als Funktion der Schauerenergie



Das Kieler Wechselwirkungskalorimeter besteht aus 21 Glasfunkenkammern, zwischen denen sich jeweils eine Strahlungslänge Eisen als Wechselwirkungstarget für die Myonen befindet. Die vom Myon in einem Wechselwirkungsprozeß übertragene Energie wird an Hand des sich entwickelnden Schauers bestimmt. Um die Beziehung zwischen registrierter Funkenzahl und der Energie des Schauers zu erhalten, wurde das Kalorimeter für Energien zwischen 0.5 und 5.4 GeV am Strahl 14 geeicht (Bild 49). Es ergibt sich mit zunehmender Schauerenergie eine wachsende Energieauflösung, die, verglichen mit anderen Anordnungen günstige Werte erreicht. Bild 50 zeigt einen Kaskadenschauer der Eichmessung.

*Kalorimeter*



**Bild 50** : Eichung des Kalorimeters am Strahl 14. Der Kaskadenschauer wurde durch ein 5.4 GeV Elektron ausgelöst

Für die Inbetriebnahme des Spektrometers war die Entwicklung einer Reihe von Programmen notwendig, die einerseits den Datentransport 'on line' via Platte auf Magnetband bewerkstelligen, andererseits alle notwendigen Aussagen über das technische Verhalten wie Wirkungsgrad, Multiplizität, Ortsgenauigkeit usw. liefern. Aus Messungen ohne Magnetfeld wurde mit Hilfe von Geradenfits durch jeweils 5 Funken in den Kammern innerhalb des Cryostaten ein mittlerer Ortsfehler von  $\sigma = 0.55$  mm ermittelt. Diese Ortsgenauigkeit wurde nach sorgfältigen Vermessungsarbeiten durch DESY-Geodäten und zusätzliche software-mäßige Korrekturen erzielt. Mit den Kammern innerhalb des Cryostaten ergibt sich damit ein maximal meßbarer Impuls (mdm) von 200 GeV/c. Die Behandlung ohne Magnetfeld gewonnener Daten mit dem normalen Analyseprogramm für Daten mit Feld ergab eine Häufigkeitsverteilung der 'Impulse' nach Bild 51. Die Standardabweichung dieser Verteilung entspricht wiederum einem mdm von 200 GeV/c, während ihre Symmetrie zeigt, daß keine systematischen Fehler auftreten. Die entsprechende Verteilung bei eingeschaltetem Magnetfeld zeigt Bild 52. Die hier vorhandene Asymmetrie ist in erster Linie auf die unterschiedliche Richtungsabhängigkeit der Akzeptanzen für positive und negative Teilchen in Verbindung mit der Zenitwinkelabhängigkeit des Myonenspektrums zurückzuführen. Bild 53 stellt das gemessene integrale Myonenspektrum von 6000 Teilchen dar, das wegen der kurzen Meßzeit (17 h) nicht in Zenitwinkelintervalle aufgeteilt und auch keiner der notwendigen Korrekturen hinsichtlich mdm, Akzeptanz und geomagnetischer Ablenkung unterzogen wurde.

## 2.14 Theoretische Physik (T)

Die Arbeit der Gruppe umfaßte phänomenologisch orientierte Beschreibungen von Elementarteilchenreaktionen mit vorwiegend elektromagnetischer Wechselwirkung, konkrete Rechnungen innerhalb des relativistischen Quarkmodells und verwandter Modelle für Hadronen und feldtheoretische Aussagen über Amplituden bei kurzen Abständen. Auch Fragen der schwachen Wechselwirkungen wurden diskutiert.

Im Zusammenhang mit der zunehmenden experimentellen Aktivität auf dem Gebiet der Elektroproduktion bei DESY befaßten sich mehrere Arbeiten mit der Beschreibung und Vorhersagen für die Pion-Einfachelektroproduktion und  $\pi \Delta$ -Produktion (180,187,191,195,218) sowie für die  $K^+ \Lambda$  und  $K^+ \Sigma$  Elektroproduktion (222) bei höheren Energien. Die Hauptgesichtspunkte dabei waren die  $q^2$ -Abhängigkeit der einzelnen Wirkungsquerschnitte im Rahmen des Vektordominanzmodells (180,222), der Vergleich mit dem totalen  $ep$ -Wirkungsquerschnitt (187) sowie Stromalgebravorhersagen (218). Die tiefinelastische Elektron-Nukleonstreuung fand eine neue Interpretation durch eine Erweiterung des Vektordominanzmodells (197,198,199). Außerdem wurden die Möglichkeiten untersucht, verschiedene Partonmodelle mit Hilfe von Polarisationsmessungen zu unterscheiden (216). Das Partonmodell wurde auch auf Vorhersagen für Speicherringreaktionen in höheren Ordnungen von  $e^2$  angewendet (228). Es zeigte sich, daß Reaktion mit zwei getrennten fireballs die Vernichtung  $e^+ e^- \rightarrow$  Hadronen dominieren (183).

Die Untersuchungen am Quarkmodell widmeten sich der Frage, warum Quarks nicht beobachtet werden (203,204,209) sowie den unterschiedlichen Ergebnissen für elektromagnetische Kopplungskonstanten in verschiedenen Triplet-Modellen (201). Die Kopplung des Photons an höhere Vektormesonen wurde mit den relativistischen Spin-Wellenfunktionen (212) berechnet, wobei die Mitteilung über alle Resonanzen zu einem punktförmigen Wirkungsquerschnitt führt (224). Die Frage nach Bjorken-scaling in Resonanzmodellen für  $ep$ -Streuung wurde in einem nichtrelativistischen Modell erörtert (181). In einem relativistischen Dreiteilchenmodell für das Nukleon wurde das Anregungsspektrum und die Saturation von Quarkkräften diskutiert (230). Der Zusammenhang zwischen elektromagnetischem Vertex und dem Propagator führte zu besseren Resultaten für die Breite des  $\rho$ -Mesons (227).

Die Rechenmethoden in konforminvarianten Feldtheorien konnten weiterentwickelt werden, insbesondere für Matrixelemente für Ströme zu inneren Symmetrien (192,205). Für negative Kopplungskonstanten in einer  $\Phi^4$ -Theorie läßt sich das Verhalten von Feynmanamplituden bei hohen Impulsen berechnen (225). Die Infrarotsingularitäten in einer Klasse von Theorien mit masselosen Teilchen wurden im Hinblick auf das Verhalten bei hohen Energien untersucht (226). Das Konzept anomaler Dimensionen wurde im Zusammenhang zwischen  $pp$  und  $ep$ -Streuung untersucht (206).

Auf dem Gebiet der schwachen Wechselwirkung war der Zerfall  $K_S \rightarrow \mu^+ \mu^-$  im Zusammenhang mit CP, T und CPT Invarianz von Interesse (184,185) sowie die 'exotischen' schwachen Ströme (217). Schließlich folgten aus dem Quarkmodell viele Relationen zwischen Wirkungsquerschnitten für die Mesonproduktion durch Neutrinos (209).

Die Berechnung der chiralen Symmetrie wurde theoretisch für die KN-Streuung mit Resonanzsaturation untersucht (190).

Einen großen Teil der zitierten Arbeiten verdankt die Gruppe der Aktivität von Gästen von in- und ausländischen Universitäten und Forschungszentren. Auch kurzfristige Besuche haben sich durch stimulierende Diskussionen als äußerst nützlich und fruchtbar erwiesen.

## 2.15 Bibliothek und Dokumentation (L)

Die nachfolgenden Tabellen zeigen die Entwicklung der Bibliothek:

*Bibliothek*

### 1. Bücher, Zeitschriften und Berichte

	Zugang		Bestand	
	1971	1972	Ende 1971	Ende 1972
Monographien	483	511	6418	6931
gebundene Zeitschriftenbände	583	546	5287	5833
laufend gehaltene Zeitschriften	3	16	265	281
Berichte und Preprints	4157	4073	ca. 15000	ca. 16000

### 2. Bibliotheksbenutzung

	1971	1972
Leserzahl	ca. 800	ca. 800
Entleihvorgänge	ca. 350/Woche	ca. 400/Woche
Entleihvorgänge im auswärtigen Leihverkehr	329	278

9927 Arbeiten aller Formen aus dem Gebiet der Hochenergiephysik wurden klassifiziert und dokumentarisch erfaßt.

*Dokumentation*

Der maschinenlesbare Datenbestand wurde in drei Formen dem Benutzer angeboten:

- als vierzehntägig erscheinende Zeitschrift HIGH ENERGY PHYSICS INDEX mit jährlich kumulierten Indices (Verleger: ZAED, Karlsruhe).
- als vierzehntägig herausgegebener SDI-Dienst (SDI = Selective Dissemination of Information). Am Jahresende waren es 221 Teilnehmer, die regelmäßig Maschinenausdrucke relevanter, nach Schlagwortkombinationen ausgesuchter, neu eingegangener Titel erhalten.
- als Retrieval-Ausdruck (Retrieval = einmalige retrospektive Literatursuche). Im Berichtsjahr wurde ungefähr eine Retrieval-Anfrage pro Arbeitstag bearbeitet.

Neben einer Anzahl kleinerer Arbeiten wurden 14 Übersetzungen größeren Umfanges aus dem Russischen oder Französischen angefertigt und in der Reihe der DESY-Übersetzungen herausgegeben.

## 2.16 Elektronik (F51, F54, F56)

### *CAMAC und Verstärker (F51)*

Im Berichtszeitraum wurde an der Weiterentwicklung von CAMAC-CRATE-Controllern gearbeitet, die speziell auf die bei DESY vorliegenden Verhältnisse zugeschnitten sind.

Für den Aufbau eines Tagging-Systems konnten einige hundert Verstärker für Proportionalkammern in Betrieb genommen werden und an den Benutzer übergeben werden. Inzwischen eingetretene Reduktionen der Halbleiterpreise führten zum Aufbau einer Verstärkerplatine S14, die in einigen Punkten günstiger und auch billiger ist als alle vorhergehenden Modelle.

Weiter wurde mit der Entwicklung eines Digitalisierers für Ni-Draht-Auslese begonnen. Er ist als CAMAC-Modul ausgebildet und ist rund 10x kompakter als herkömmliche Geräte. Für die wegen der Einführung des Flat-top-Betriebes notwendige Umstellung der Energietaktgeberanlage wurden Prüfgeräte für die Tochtergeräte entwickelt. Schließlich wurde ein Prototyp der Strahlungsmeßmodule für den Speicherring gebaut.

### *Elektronik- Service (F54)*

Durch eine Neuordnung der Elektronik-Gerätewirtschaft konnte im Jahre 1972 die Effektivität des Geräte-Service weiter verbessert werden. Die neue Organisation erlaubt es, die Geräte von der Anschaffung bis zur Ausmusterung nach Bestand und Einsatz zu verfolgen.

Neu gekaufte Geräte werden von dem Geräteprüffeld auf einwandfreies Funktionieren getestet und nach bestandener Prüfung als Zugang in die Geräteliste aufgenommen, bevor sie zum Benutzer gelangen. Das Prüffeld führt darüberhinaus Kallibrier- und Abgleicharbeiten an Meßgeräten durch.

Die Reparatur und die Wartung der elektronischen Meßgeräte bilden nach wie vor den umfangreichsten Teil der Arbeiten in der Gruppe. Im Berichtsjahr wurden ca. 1200 Geräte repariert oder gewartet. Außerdem werden die Wartungsverträge mit Fremdfirmen, z.B. für Oszillografen, überwacht und die Wartungsarbeiten koordiniert.

Im Geräte-Pool werden momentan ungenutzte Geräte bereitgehalten, um sie bei Bedarf dem Anwender für die Dauer seiner Meßaufgaben auszuleihen. Verbunden mit dem Geräteverleih ist eine meßtechnische Beratung; diese ist nötig, da der Pool mit seiner begrenzten Typenauswahl das anstehende Meßproblem zu lösen hat.

Alte, für DESY unbrauchbar gewordene Meßgeräte, werden vom Pool über das Altgerätelager ausgemustert.

Dieser geschlossene Geräte-Service hilft einen sinnvollen Einsatz und eine wirtschaftliche Ausnutzung der Meßgeräte zu erreichen.

### *Neue Auslese für Charpak- Kammern (F56)*

F56 setzte die Gerätereihe zur Instrumentierung der Charpak-Kammern sowie die Entwicklung spezieller Nanosekundengeräte fort.

Die im vergangenen Jahr entwickelten Schaltkarten zur Registrierung der Signale von den Drähten der Charpak-Kammern wurden in großen Stückzahlen eingesetzt. Da in den nächsten Jahren weitere große Kammern eingesetzt werden sollen, lag die Entwicklung einer noch kompakteren Schaltkarte nahe, die im Berichtsjahr durchgeführt wurde (s. Bild 54). Die neue Karte (235) enthält Verbesserungen in der Übertragung der Signale von dem Kammer-Vorverstärker zum Hauptverstärkereingang, in der Ausgangslogik sowie in der Unterbringung von 32 (statt bisher 16) Kanälen. Die damit entwickelte PERSEUS-Auslese hat die Aufgabe, möglichst schnell den Inhalt der Flip-Flops auszulesen, die das Bitmuster der Charpak-Drähte enthalten, das während eines Events er-

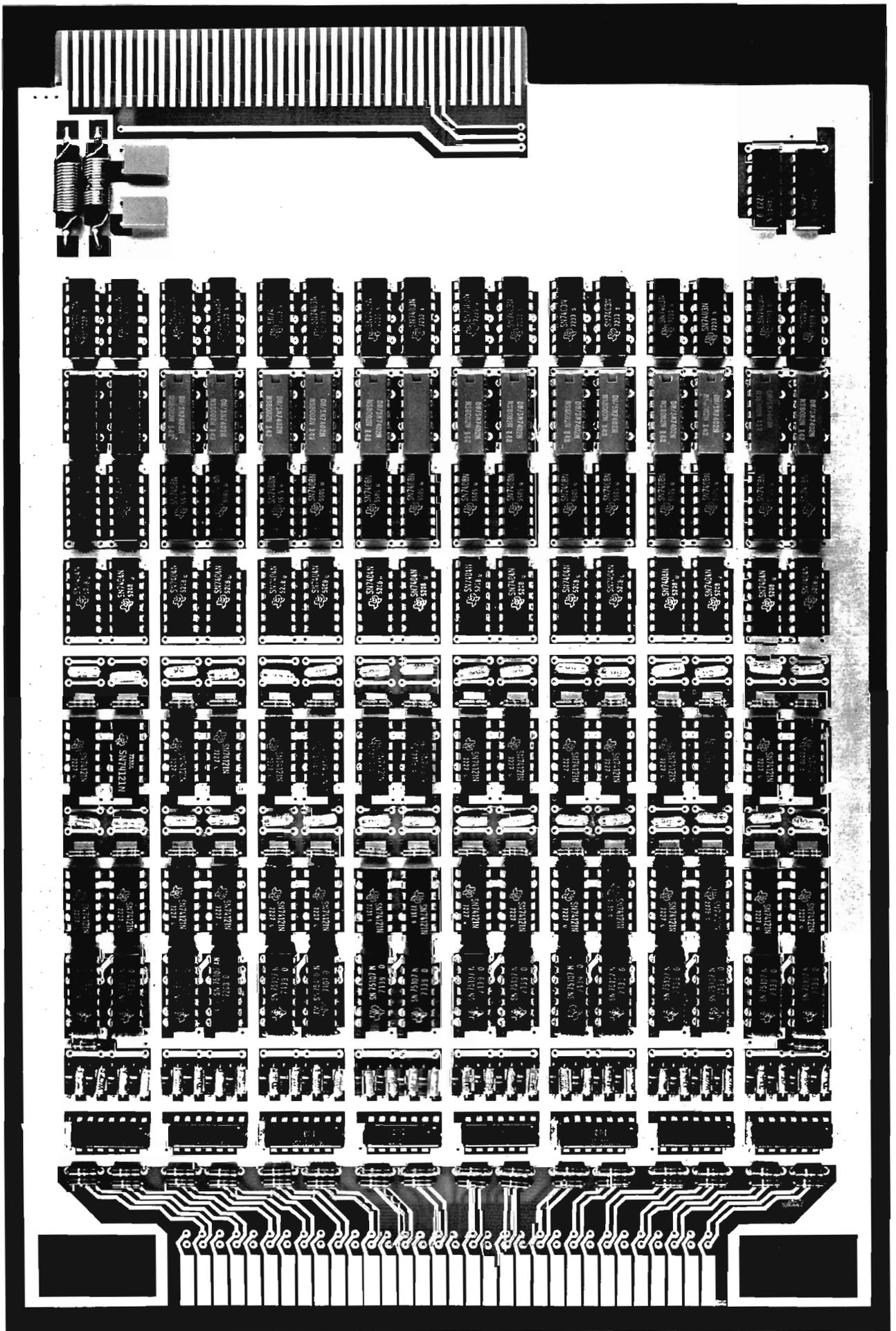


Bild 54 : Kompakte Schaltkarte zur Auslese von Charpak-Kammern

zeugt wurde. Bisherige Auslesesysteme suchten den Inhalt, d.h. die Adresse der gesetzten Flip-Flops, indem sie durch Taktoszillatoren alle Flip-Flops nach ihrem Status befragten. Dies kann bei den heutigen Kammergrößen leicht einige Hundert  $\mu\text{sec}$  dauern. Beim neuen Verfahren melden sich die gesetzten Flip-Flops selbst in der Ausleseinheit, deren Kern ein Prioritäts-Encoder ist. Die Zeitdauer der Adressenbildung beträgt bei typischen Kammern nur noch wenige  $\mu\text{sec}$ . Die neue Schaltkarte und die Auslese bilden eine kompatible Einheit.

### *Assoziativ-Speicher mit kurzer Zugriffszeit*

Soll nicht nur das Bitmuster einer Kammer, sondern das mehrerer im Teilchenstrahl hintereinanderstehender Kammern zu einer Raumpur zusammengesetzt werden, kann man dies sehr präzise mit Software-Programmen in einer viele msec dauernden Off-Line-Auswertung bearbeiten oder aber nicht ganz so präzise, dafür in wenigen Hundert  $\mu\text{sec}$  mit Hardware-Geräten. Die Gruppe hat 1972 ein Konzept erarbeitet, das in (237) beschrieben wird. Das wesentlich Neue gegenüber anderen Hardware-Vorschlägen (Schieberegister-Anordnungen mit großem Zeitbedarf) liegt in der Verwendung von Assoziativ-Speichern mit sehr kurzer Zugriffszeit (35 nsec).

### **3. BESCHLEUNIGER**

### 3.1 Synchrotronbetrieb (S1)

*Betriebsergebnis:  
5.000 Stunden  
Experimentier-  
zeit*

In der nachfolgenden Tabelle ist das Betriebsergebnis von 1972 im Vergleich zu den Vorjahren festgehalten

	1972	1971	1970	1969	1968	1967	
Gesamtbetriebszeit	6876	6384	6456	7160	6968	6816	Stunden
hiervon für Experimente geplant	5574	5026	5037	5848	5745	4833	Stunden
für Experimente erhalten	4978	4431	4854	5574	5137	4367	Stunden

Die für Experimente zur Verfügung stehende Zeit erreichte mit ca. 5000 h wieder ihren normalen Wert; der Eigenbedarf der Synchrotrongruppe an Maschinenzeit für Wartung und Studien hat sich gegenüber früheren Jahren kaum geändert. Die Ausfallrate liegt mit 9,2% etwas günstiger als 1971 (10,9%).

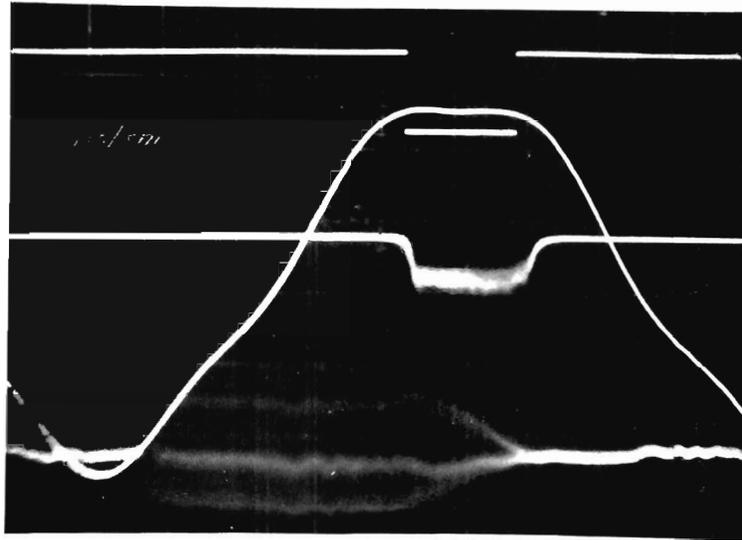
Für einige größere Vorhaben, die in den normalen Wartungsschichten nicht durchgeführt werden konnten, gab es auch im Jahre 1972 eine Herbstmontagezeit (11. September bis 10. November 1972). Mit dem Wiederanlauf nach der Herbstmontagezeit wurde die Betriebsweise des Synchrotrons geändert. Statt 2 Wartungstage (5 Schichten) alle 2 Wochen gibt es jetzt 3 Wartungstage (8 Schichten) alle 3 Wochen. Mit dem Zuverlässigkeitsgrad, den die technischen Anlagen inzwischen erreicht haben, erscheint das Risiko eines 3 Wochen langen ununterbrochenen Betriebs tragbar. Die typische Aufteilung der in 3 Wochen zur Verfügung stehenden 63 Schichten sieht wie folgt aus:

- 50 Schichten Betrieb für Hochenergiephysik-Experimente
- 5 Schichten für Beschleunigerstudien und Erprobungen
- 8 Schichten für Wartungsarbeiten und Komponententests

*Maximalenergie für 3 msec durch 'flat top'*

Als 'flat top' wird die Möglichkeit bezeichnet, durch Überlagerung eines 200 Hz-Anteiles über den normalen 50 Hz-Magnetwechselstrom bei Maximalenergie für ca. 3,1 msec statt für 0,9 msec ein Energieintervall  $\Delta E/E = \pm 0,25\%$  einzuhalten. Die Synchrotron-Magnetschaltung wurde durch die 200 Hz-Kreise ergänzt; nach den rein technischen Erprobungen für den kombinierten 50 Hz/200 Hz-Betrieb erfolgte der genauere Symmetrieabgleich der Gesamtschaltung. Durch diesen Abgleich (insbesondere der Kapazitäten gegen Erde) muß sichergestellt werden, daß alle 48 Magnete des Synchrotrons von genau gleichem Strom durchflossen werden, da sonst vor allem bei Einschluß mit dem 40 MeV-Linac I (entsprechend einer Führungsfeldstärke von nur 40 Gauss) die geschlossene Gleichgewichtsbahn der Teilchen gestört würde. Für alle Endenergien zwischen 1 GeV und 7,5 GeV wurden Sollwerttabellen für Gleichstrom, 50 Hz-Wechselstrom und 200 Hz-Wechselstrom aufgestellt; Schwierigkeiten gibt es jedoch vor allem bei der Phasenregelung des 200 Hz-Anteils bezüglich des 50 Hz-Anteils, wobei der 50 Hz-Anteil wiederum mit dem öffentlichen 50 Hz-Netz synchronisiert ist (A21). Ungeachtet dieser Probleme konnte der Routinebetrieb mit dem 'flat top' aufgenommen werden; die Inbetriebsetzung der Anlagen erfolgte gemeinsam mit der Energieversorgungsgruppe K. Bei Ende des Berichtsjahres zeichnete sich bereits ab, daß praktisch alle Experimente von dieser neuen Möglichkeit Gebrauch machen würden.

Um auch bei 'flat top'-Betrieb, d.h. über etwa 3 msec, einen gleichmäßigen 'spillout' zu erreichen, d.h. die gleiche Teilchenzahl pro Zeiteinheit zu den Experimenten zu lenken, sind automatische Kontrollen erforderlich für den closed orbit-Vorschub zum Target (bei  $\gamma$ -Strahl-Erzeugung) bzw. für die Anfachung der 6 1/3-Resonanz (bei langsamer Ejektion des Elektronenstrahls). Diese Kontrollen arbeiten - auch im Falle der Ejektion - zufriedenstellend (s. Bild 55). Bei Endenergien oberhalb 6 GeV wird die durch das bereits genannte Energieinter-



**Bild 55** : 'spillout' bei  
'flat top'-Betrieb

( $\gamma$ -Strahl)

Spur 1: Impuls, der das Zeitintervall für  $\Delta E/E < \pm 0.25\%$  angibt

Spur 2: Photomultipliersignal des  $\gamma$ -Strahls

Spur 3: Im Synchrotron umlaufender Strom

Spur 4: Zeitlicher Verlauf des Feldes im Führungsmagneten (über Spur 1-3 hinweggeschrieben)  
Zeitablenkung für alle Spuren 2 msec/div.

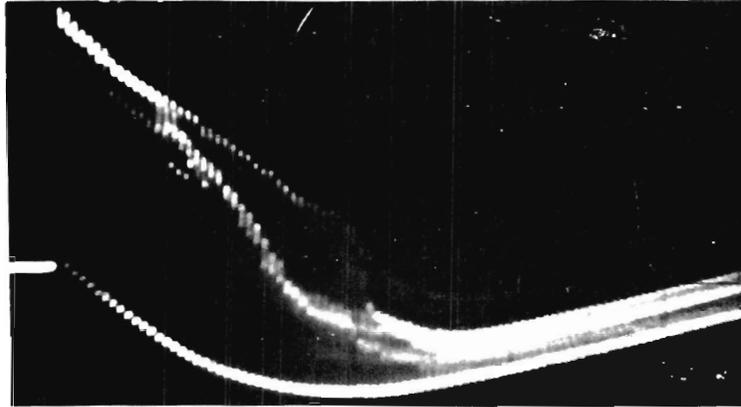
vall bestimmte Spilllänge von ca. 3 msec nicht mehr voll erreicht, da die Synchrotronstrahlung den umlaufenden Strahl radial entdämpft; bei 7,2 GeV ergeben sich z.B. ca. 2,5 msec 'Rechteckspill' als Maximalwert für den Fall der Ejektion. Um hier Verbesserung zumindest für den  $\gamma$ -Strahl-Betrieb zu schaffen, war ein spezieller Dämpfungsmagnet geplant. Ein Prototyp hierfür war am Ende des Berichtsjahres in Bau.

Die neue automatische Kontrolle der Anfachung der  $6\ 1/3$ -Resonanz erwies sich außer für den 'flat top'-Betrieb auch für den gleichzeitigen Betrieb ('simultanes beam sharing') der externen Elektronenstrahlen 8 und 20 als hilfreich. Unter Benutzung des Wechselstromquadrupols 16, des Sextupols 34 und der Septa 6 und 18 werden beide Strahlen gleichzeitig mit hinreichender Qualität ejiziert; das Verhältnis der Intensitätsaufteilung zwischen den beiden externen Strahlen wird dabei durch die relative radiale Position der beiden Septa festgelegt.

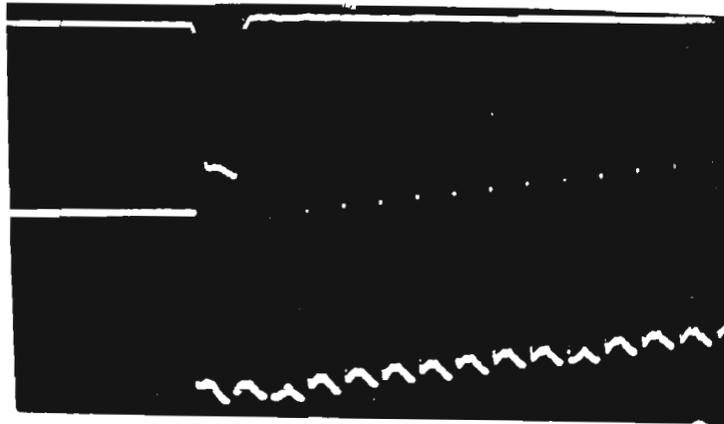
Zwei weitere besondere Möglichkeiten des Synchrotronbetriebes wurden im Laufe des Jahres 1972 für den Hochenergie-Experimentierbetrieb eingesetzt: Für die Blaskammer wurde der inzwischen auf Betrieb mit Linsen und Septum statt Regenerator umgebaute Strahl 8 bei hoher Energie 'single turn' ejiziert (A22). Ebenfalls über Strahl 8 wurden Positronen für Experimente in Halle I geliefert. Hierfür wurde das Synchrotron samt Ejektionseinrichtungen umgepolt betrieben.

Die Einführung des 'flat top'-Betriebes und die Möglichkeit zur simultanen Aufteilung der im Beschleuniger umlaufenden Teilchen auf 2 externe Strahlen verstärkten das Interesse an höherer Intensität. Mit Linac II als Injektor wurden 30 bis 40 mA mittlerer umlaufender Strom erreicht (entsprechend ca.  $2 \times 10^{11}$  Teilchen pro Puls). Bei höheren Intensitäten gab es Instabilitäten, die nach einigen tausend Umläufen den Strahl vornehmlich in radialer Richtung aufweiteten bis zum Verlust auf der Vakuorkammerwand. Ferner traten diese Instabilitäten im Beschleunigungszyklus umso früher auf, je höher die Intensität war (im Bereich von ca. 40 mA eingeschossenen Spitzenstromes bis ca. 125 mA) (s. Bild 56, 57). Selbst wenn die Instabilität an der unteren angegebenen Intensitätsgrenze noch nicht zum Verlust von Teilchen an der Vakuorkammerwand während der Beschleunigung führte, so ergaben sich dennoch Schwierigkeiten, mit instabilem Strahlprofil zeitlich gleichmäßigen 'spillout' sowohl für die ejizierten  $e^-$ -Strahlen als auch für die

*Höhere Intensität*



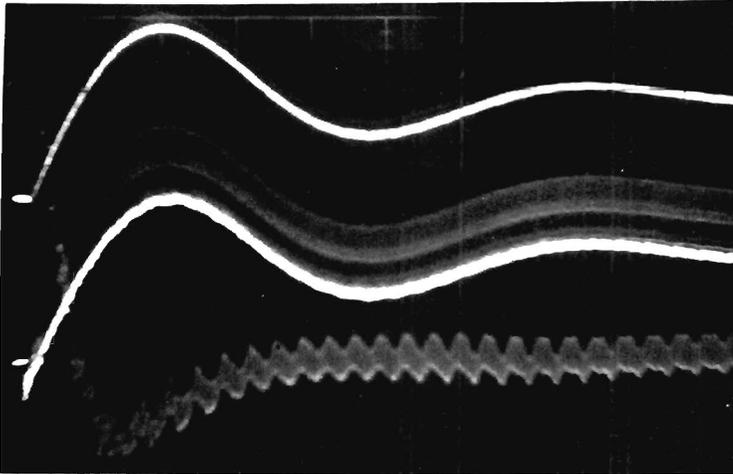
**Bild 56** : Umlaufender Strom im Synchrotron; Instabilitäten bei sehr hoher Intensität (10  $\mu\text{sec/div}$ ; 50 mA/div)



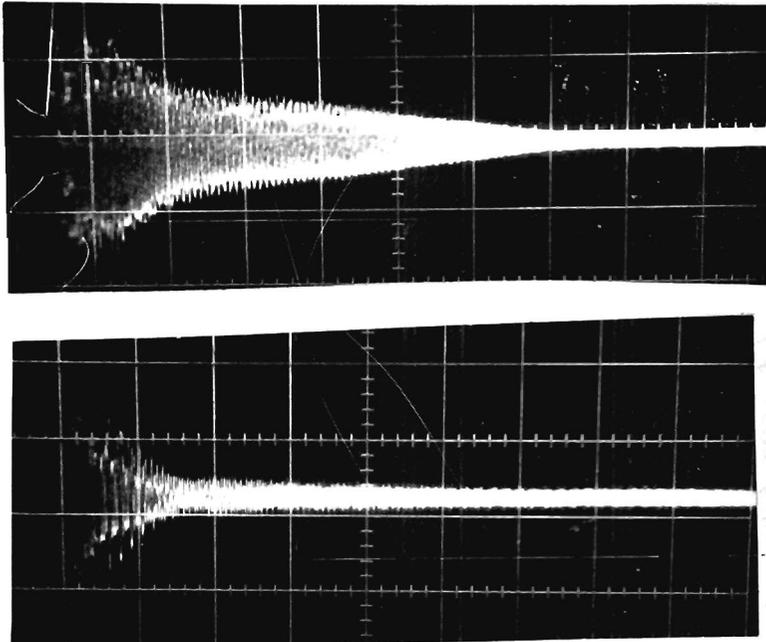
**Bild 57** : Umlaufender Strom im Synchrotron; auch bei hoher Intensität werden alle eingeschossenen Teilchen zunächst in die stabile Phase eingefangen (50 mA/div, 2  $\mu\text{sec/div}$ )

$\gamma$ -Strahlen zu erreichen. Wegen des verhältnismäßig komplexen Hochfrequenzbeschleunigungssystems konzentrierten sich die Studien über Instabilitäten zunächst auf die Wechselwirkungen des Strahls mit diesem System. 15 der 16 Dreifach- $E_{010}$ -Hohlraumresonatoren wurden aus dem Beschleuniger entfernt und durch einfache Vakuumrohre ersetzt. Das verbleibende 16. Cavity wurde an den Sender angepaßt. Während der Beschleunigung wurden Amplitude und Phase gemessen und die Sollphase bestimmt. Für verschwindend kleine und für ca. 100 mA Strahlintensität wurden zwei verschiedene Ankopplungen an den Sender probiert. Alle Werte stimmten mit der Theorie überein (A23); dennoch traten auch bei diesem 1-Cavity-Experiment die bekannten Instabilitäten auf.

Deshalb wurde als nächster Schritt ein provisorischer Oktupol in das Synchrotron eingebaut, um eine Landau-Dämpfung zu erreichen. Hiermit konnten ca. 100 mA Spitzenstrom (ca. 80 mA mittl. Strom) stabil beschleunigt werden (Bild 58). Es zeigte sich zudem, daß die entscheidende Wirkung des Oktupols gleich bei und nach dem Einschuß erfolgt, sodaß er mit Gleichstrom betrieben



**Bild 58 :** Umlaufender Strom im Synchrotron; stabiler Betrieb mit Oktupol, (50 mA/div, 50  $\mu$ sec/div)



**Bild 59 :** Einfluß eines Oktupols auf die kohärenten horizontalen Betatronschwingungen, Signal eines Lagemonitors im Synchrotron (100  $\mu$ sec/div) oben: ohne Oktupol unten: mit Oktupol

werden konnte (s. Bild 59 ). Daß der Einfluß des Oktupols - nachdem der gewünschte Effekt bereits erzielt wurde - dann später im Beschleunigungszyklus infolge des ansteigenden Magnetfeldes abnimmt, ist nur erwünscht, da auf diese Weise störende Einflüsse des Oktupols, z.B. auf die Resonanzejektion, vermieden werden. Diese Versuche mit dem Oktupol wurden auch mit zunächst 8, dann allen 16 Cavities im HF-Beschleunigungssystem wiederholt. Auch im letzten Fall konnten 65 mA mittl. umlaufender Strom stabil beschleunigt werden ( $\approx 4 \times 10^{11}$  Teilchen pro Puls  $\approx 2 \times 10^{13}$  Teilchen pro sec.) (s.A24).

Die natürliche Chromatizität des Synchrotrons ist mit  $\xi_r = -11.2$ ,  $\xi_z = -2.5$  zu groß, als daß man mit einem Einzelsextupol einen vermuteten head-tail-Effekt bekämpfen könnte. Für die Zukunft sind jedoch verteilte Sextupole vorgesehen.

Aus dem übrigen im Jahre 1972 bearbeiteten Entwicklungs- und Ausbauprogramm sind die wichtigsten Punkte:

Ersatz des 500 MHz-Chopper-Resonators im Linac II durch ein Plattensystem als Vorbereitung der Möglichkeit zur Veränderung der Bunchbesetzungszahl im Speicherring (238)

Entwicklung des Systems für Phasen- und Bunchrastersynchronisation der Hochfrequenzanlagen von beiden Linearbeschleunigern, dem Synchrotron und den Speicherringen (239)

Einrichtung der Anlagen für die langsame Ejektion auf höhere Leistungen gemäß den Anforderungen des 'flat top'-Betriebes

Bereitstellung der gesamten Ausrüstung für die Strahltransport-systeme zwischen Synchrotron und Speicherringen

Zum Schluß ist zu erwähnen, daß mehrere Mitarbeiter der Synchrotrongruppe sich an den Studien beteiligten über die Möglichkeiten, nicht nur Elektronen und Positronen, sondern auch Protonen in 'DORIS' zu speichern und für Experimente zu verwenden. Von besonderer Bedeutung war dabei die Frage, ob man einen speziellen Protonenbeschleuniger einsparen und stattdessen das Elektronensynchrotron zur Beschleunigung auch von Protonen verwenden könnte (A25).

Nach dem Stand der Untersuchungen am Ende des Berichtsjahres scheint es möglich zu sein, dieses Ziel mit verhältnismäßig geringen Änderungen und Ergänzungen zu erreichen (Modifikation des Magnetstromes, Verbesserung des Vakuums, Einbau zweier HF-Beschleunigungseinheiten, Beschaffung eines statischen Vorbeschleunigers für Protonen von etwa 3 bis 4 GeV kinetischer Energie samt Strahltransport hierfür, Einbau von Injektionseinrichtungen für Protonen sowie von Meßeinrichtungen für den umlaufenden Protonenstrahl).

*DESY-Betriebsdaten  
1972*

Maximalenergie	7,5 GeV
Pulswiederholungsrate	50 Pulse pro sec
Max. Tastverhältnis (makroskopisch)	15,4%
Energieschärfe $\Delta E/E$ (benutzt für die Definition des Tastverhältnisses)	$\pm 0,25\%$
Interner Elektronenstrahl	65 mA oder $4 \times 10^{11}$ Teilch.pr.Puls oder $2 \times 10^{13}$ " " sec oder 4 $\mu$ A entspr.Gleichstr.
Interner Positronenstrahl	0,65 mA oder $4 \times 10^9$ Teilch.pr.Puls oder $2 \times 10^{11}$ " " sec oder $4 \times 10^{-8}$ A

Externer Elektronenstrahl	
Energiebereich	1 bis 7,25 GeV
Maximalintensität (bei 25 mA mittl. umlaufenden Strahl)	$10^{11}$ Teilchen pro Puls oder $5 \times 10^{12}$ Teilch.pr.sec
Strahlemittanz	$\epsilon_z \approx 0,1 \pi \times \text{mm} \times \text{mrad}$ $\epsilon_r \approx 0,5 \pi \times \text{mm} \times \text{mrad}$
Ejektionswirkungsgrad	$50\% < \eta < 85\%$
Ejektionszeit (für $\Delta E/E = \pm 0,25\%$ )	$0,3 \text{ msec} < t_e < 3,1 \text{ msec}$
Externer Positronenstrahl	$2 \times 10^9$ Teilchen pro Puls oder $10^{11}$ " " sec
Anzahl der Strahlen	2 ext. $e^+/e^-$ -Strahlen (auch gleichzeitig) 3 Photonenstrahlen 2 konvertierte Photonen- strahlen für Testzwecke 2 Synchrotronstrahlungs- strahlen

### 3.2 Speicherring-Entwicklung (H)

#### *Allgemeine Beschreibung*

Der Bau eines 3 GeV Elektronen-Positronen-Doppelspeicherrings (DORIS) war auch 1972 die wichtigste Maßnahme des DESY-Ausbauprogramms. Das Ziel ist die Speicherung eines Elektronenstrahles und eines Positronenstrahles, die auf einer 300 m langen geschlossenen Bahn gegenseitig umlaufen. Die beiden Strahlen werden in getrennten, übereinander liegenden Magnet- und Vakuumsystemen geführt, damit sie unabhängig voneinander gemessen und eingestellt werden können und sich gegenseitig möglichst wenig beeinflussen. Der Doppelring bietet außerdem den Vorteil, daß darin wahlweise auch zwei Elektronenstrahlen gespeichert werden können. An zwei auf dem Umfang einander gegenüberliegenden Stellen, den Wechselwirkungspunkten, durchkreuzen sich die Ringe vertikal unter kleinem Winkel. Dort treffen die gespeicherten Strahlen nahezu frontal aufeinander und treten miteinander in Wechselwirkung. Magnetische Detektoren, die einen großen Raumwinkel ausfüllen, registrieren und analysieren dann die Teilchen, die dabei gestreut oder neu erzeugt werden. Um eine hohe Ereignisrate pro Wirkungsquerschnitt, d.h. eine hohe Luminosität zu erzielen, werden die umlaufenden Strahlen am Wechselwirkungspunkt auf einen sehr kleinen Querschnitt ( $0,6 \times 0,6 \text{ mm}^2$ ) fokussiert. Die maximal möglichen Elektronen- und Positronenströme betragen  $2 \times 6 \text{ Amp.}$  bei einer Energie von 1.8 GeV; dem entspricht eine Luminosität von  $2 \times 10^{32} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ .

Die Ablenkung und Fokussierung der gespeicherten Strahlen erfolgt in separierter Funktion durch Dipol- und Quadrupolmagnete. Um eine Strahllebensdauer von einigen Stunden zu erreichen, ist eine Ultrahochvakuumkammer mit einem Betriebsdruck von weniger als  $10^{-8}$  Torr erforderlich. Ein  $2 \times 0.75 \text{ MW}$ -Hochfrequenzsystem führt den Elektronen die Leistung zu, die sie in Form von Synchrotronstrahlung laufend abstrahlen. Die Steuerung des komplexen Gesamtsystems erfolgt durch einen Prozeßrechner. Der Speicherring wird vom Synchrotron über Strahlführungskanäle gefüllt.

Das Jahr 1972 war gekennzeichnet durch die komplette Fertigstellung und Übergabe der Bauwerke, die Montage der ersten Magnetträger und Magnete im Ringtunnel, den Aufbau des ersten HF-Senders und die Inbetriebnahme der Kühlwasseranlagen. Um die Dämpfungsverteilung zu korrigieren und um ungewollte Nebenwirkungen der Sextupolmagnete auf die Teilchenbahnen zu beheben, mußte die Magnet-Optik des Speicherrings geändert werden.

Da der Aufbau im Wesentlichen plangemäß läuft, rechnen wir nach wie vor mit den ersten Einschußversuchen in den Speicherring zum Jahreswechsel 1973/1974.

#### *Theoretische Untersuchungen*

Die theoretischen Untersuchungen richteten sich zum größten Teil auf die Wechselwirkung des Strahles mit seiner Umgebung und auf Maßnahmen zur Bekämpfung kohärenter Schwingungen. Die Untersuchungen zum Raumladungseffekt wurden fortgesetzt und einige Rechnungen zur nichtlinearen Optik durchgeführt.

Bei der Wechselwirkung des Strahls mit seiner Umgebung interessierten vor allem die Verlustleistungen, die an Stoßstellen in der Vakuumkammer auftraten. Ausgehend von einer stark vereinfachten Plattengeometrie konnte gezeigt werden, daß an den Enden eines angepaßten breiten Elektrodenpaares Verluste von mehr als 10 kW auftreten, die die Abschlußwiderstände aufnehmen müssen. Da die Rechnungen andererseits ergaben, daß nicht angepaßte Elektroden die Quellen von zusätzlichen Hf-Wellen sind, wurden die vorgesehenen breiten und langen Ionenabsaugelektroden durch kleine runde Plattenpaare ersetzt.

Eine andere Situation liegt bei den schmaleren Pick-up-Elektroden vor (249). Hier erreicht man durch geeignete Formgebung eine Richtkopplungswirkung, sodaß die Verluste am strahlabwärts gerichteten Ende klein bleiben. Wählt man außerdem die Plattenlänge gleich einem Vielfachen der halben Hf-Wellenlänge, so wird auch am anderen Ende infolge Interferenz die ausgekoppelte Leistung klein. Für die transversalen und longitudinalen Feedback-Systeme werden daher solche Plattenpaare von  $\lambda/2 = 30 \text{ cm}$  Länge eingebaut, die sowohl zur Strahlmessung als auch Strahlbeeinflussung dienen sollen.

Für die Wechselwirkung des Strahles mit der Vakuumkammer wurden die longitudinalen Spannungen, die Bunchverlängerung und eine Grenze für die Stabilität der Synchrotronschwingungen angegeben (248). Die Analyse ergab weiter, daß die longitudinalen elektrischen Felder in einer keramischen Vakuumkammer um drei bis vier Größenordnungen größer sind als in einer Metallkammer.

Die Untersuchungen zur Dämpfung von kohärenten Schwingungen durch Platten im Ring, eventuell durch Absaugelektroden, wurden fortgesetzt (250). Dabei zeigte sich, daß die endliche Leitfähigkeit üblicher Plattenmaterialien keinen wesentlichen Einfluß auf die Dämpfung hat. Dagegen kann eine Fehlanpassung der Abschlußwiderstände, und vor allem eine imaginäre Fehlanpassung zu einer erheblichen Verkleinerung der Dämpfung führen.

Als weitere Maßnahmen zur Bekämpfung kohärenter Instabilitäten wurde das Zusammenwirken von Strahlungsdämpfung, Landau-Dämpfung und Feedback-Dämpfung untersucht. Die Rechnungen führten zu modifizierten Dispersionsrelationen und ergaben neue Aspekte für den Betrieb eines Feedback-Systems. Für die Wirkung von Oberwellen-Cavity und Oktupolen bei DORIS wurden Abschätzungen durchgeführt; die optimal zu erreichenden Dämpfungszeiten liegen bei etwa 20 msec für das Oberwellen-Cavity und bei etwa 2 msec für die Oktupole.

Die 12 großen Quadrupole für die Umgebung der Wechselwirkungspunkte sind ausgeliefert und größtenteils magnetisch vermessen.

*Magnete*

Die Anlieferung aller 26 Doppelablenkmagnete Typ DM wurde bis Jahresende termingerecht abgeschlossen.

Zum Meßprogramm an den DM-Magneten gehörten neben der Ermittlung der magnetischen Länge jedes einzelnen Magneten bei verschiedenen Erregungen die Untersuchung der Endfelder und die Ermittlung der höheren Multipolfelder. Während die gemessenen Werte für Quadrupol-, Sextupol- und Oktupolfelder sehr klein waren, ergaben sich in der magnetischen Länge zweier Magnete Abweichungen bis zu mehreren %, wobei dieser Effekt starke, nichtlineare Abhängigkeiten von der Erregung der Magnete zeigte. Ursache sind Unterschiede in der Permeabilität des Eisens.

Nachdem eine genügende Anzahl der Magnete vermessen war und damit eine hinreichende Statistik der Meßwerte vorlag, wurde ein Verfahren entwickelt, um die Abweichungen zwischen den Magneten zu kompensieren. Dazu wird ein Shuntwiderstand parallel zu den Hauptspulen und ein konstanter Hilfsstrom durch die Nebenspule benutzt. Dieses Verfahren erwies sich als so erfolgreich, - die relativen Feldfehler konnten für gepaarte Magnete auf  $< 2 \times 10^{-4}$  gedrückt werden - daß die Ablenkmagnete am Ende des Jahres für Quadrant 1 und 4 zugeordnet und zur Montage freigegeben werden konnten.

Zur Zeit sind 20 funktionsfähige Doppelquadrupole ausgeliefert und werden laufend magnetisch gemessen. Die Endauslieferung aller Doppelquadrupole wird nicht vor Juli 1973 abgeschlossen sein.

Der Auftrag über die vertikalen Ablenkmagnete Typ VM, HS, VS und ~~VM~~ wurde mit der Firma konstruktiv bis in alle technischen Details abgeklärt. Die Fertigung der Jochkörper und Spulen ist teilweise weit vorangeschritten, sodaß eine termingerechte Auslieferung dieser Magnete zu erwarten ist.

Die Ergebnisse neuerer Strahloptikberechnungen machten Mitte des Jahres Änderungen im technischen Konzept der Sextupol- und Oktupolmagnete erforderlich. Es erfolgte eine Umkonstruktion unter Verwendung der bereits gefertigten Teile. Die Magnetlänge wurde verkürzt, die Stückzahl vergrößert, bei den Oktupolen wurden aus Einzelmagneten Doppelseinheiten. Die Auslieferung wird sich dadurch um 5 Monate bis auf Ende 1973 hinausschieben.

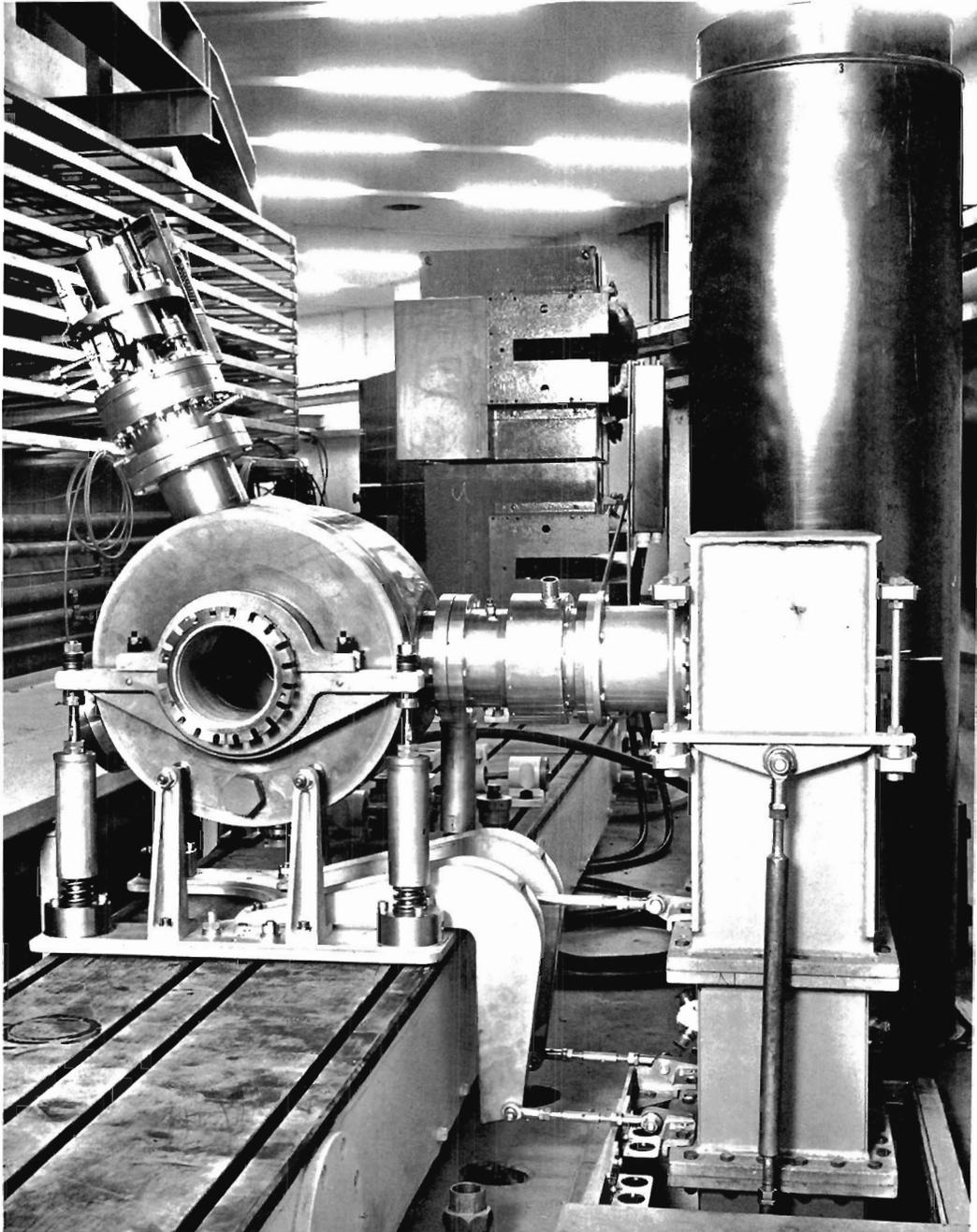


Bild 60 : Cavity mit Halterung und Hohlleiteranschluß im Ring

Im Herbst 1972 wurden 3 Hochfrequenz-Senderanlagen (500 MHz/250KW) geliefert, die im Quadranten I und II aufgebaut werden. Die erste Anlage soll im März 1973 abgenommen werden. Die Hochspannungsanlagen für alle 6 HF-Sender wurden geliefert und installiert. Vier dieser Anlagen wurden mit Teillast abgenommen; die Endabnahme wird jeweils zusammen mit den Senderanlagen durchgeführt.

Die Hohlleiter für 4 Sender im Quadranten 1 und 2 sind aufgebaut worden. Die Endabnahme mit voller Hochfrequenzbelastung erfolgt jeweils nach Übernahme der entsprechenden Senderanlage.

Die bei DESY entwickelten HF-Steuerungen konnten am Prototypsenderaufbau in Halle III erprobt werden. Der größere Teil der benötigten Geräte wurde bereits gefertigt und geprüft und wird zusammen mit den Senderanlagen aufgebaut.

Die ersten fünf Beschleunigungsstrecken sind ausgeliefert und geprüft worden. Die technischen Daten entsprachen der Spezifikation. Die bei den Messungen an der Prototyp-Beschleunigungsstrecke aufgetretenen Schwierigkeiten an dem Frequenzabstimmelement (durch das Kühlsystem wurden mechanische Resonanzen des Abstimmkolbens erregt) konnten durch eine geänderte Konstruktion beseitigt werden.

Für das Injektionssystem wurde ein Septummagnet gefertigt und über längere Zeit mit Vollast geprüft. Die Pulserzeugungsgeräte wurden aufgebaut und zum Teil erprobt.

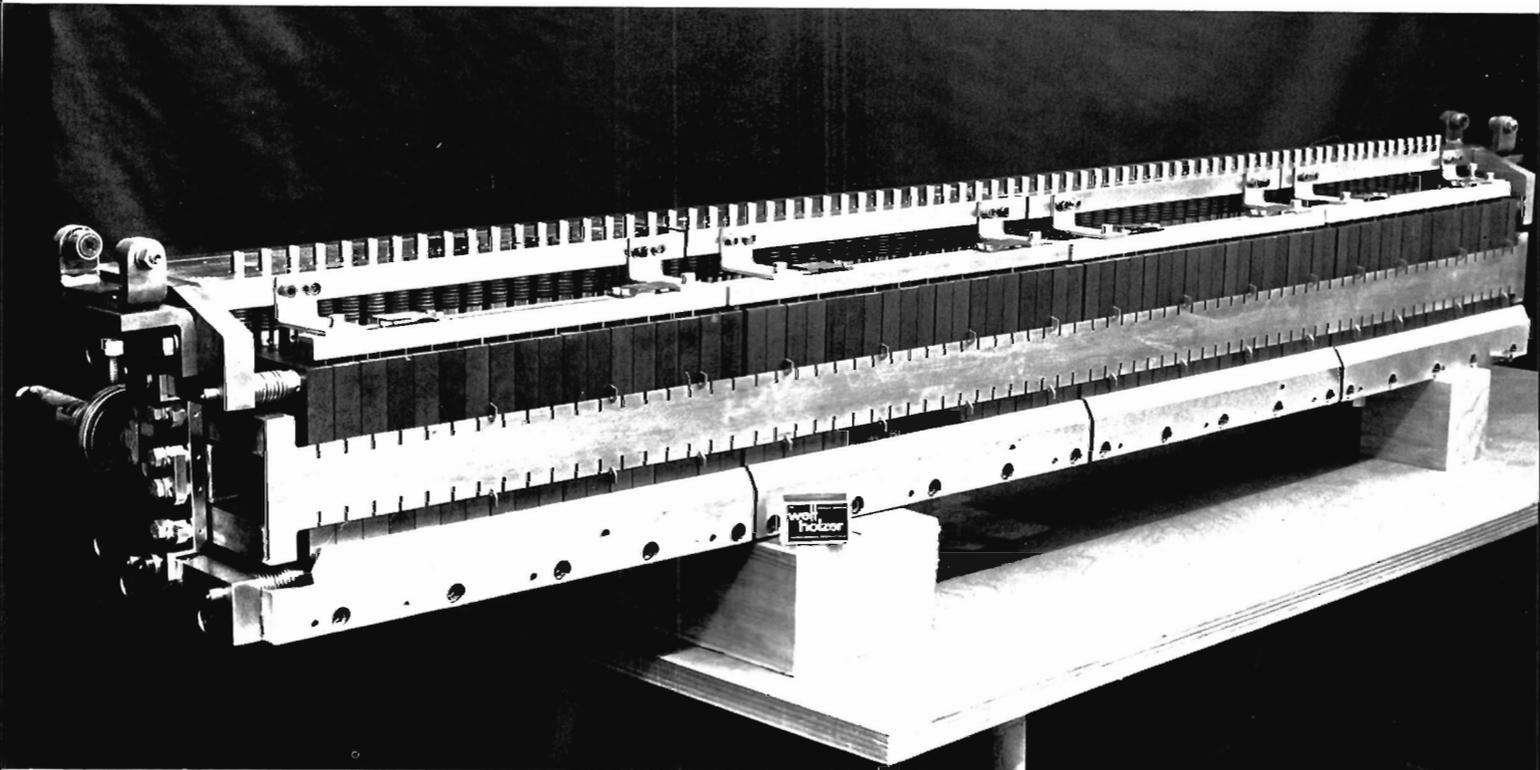


Bild 61 : Septummagnet für Speicherring

Die Kickermagnete stehen bereit zur Erprobung; mit der Fertigung der Pulserzeugungsgeräte für die Kickermagnete wurde begonnen.

Als Vorversuch für ein Feedback-System wurde am Synchrotron ein schmalbandiges, aktives Rückkopplungssystem zur Dämpfung von horizontalen Betatronschwingungen installiert. Aus den gewonnenen Meßdaten konnte das theoretische Modell bestätigt und der Einfluß verschiedener Parameter untersucht werden (253).

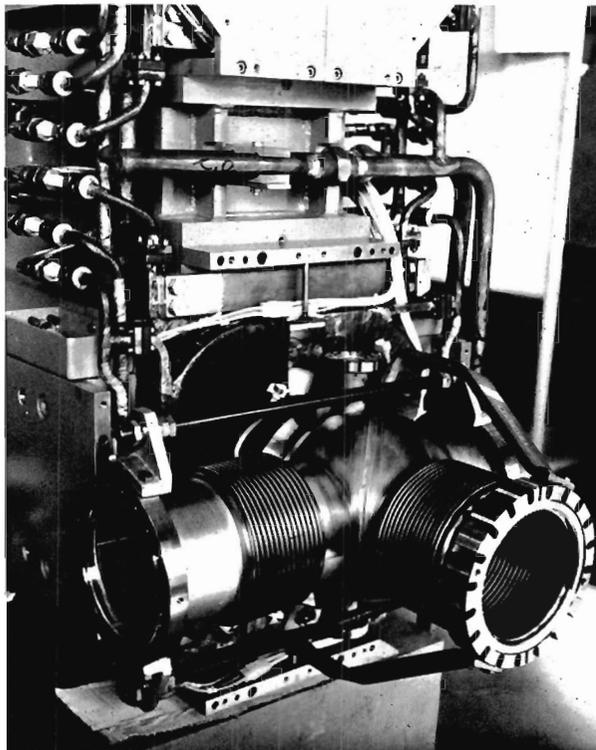
Die Untersuchungen für eine UHV-dichte Hochfrequenzdurchführung zur breitbandigen Übertragung von Signalen der Strahlmeß- oder Beeinflussungselektroden sind soweit abgeschlossen worden, daß ein Prototyp in Auftrag gegeben werden konnte und inzwischen geliefert wurde.

## Vakuum

Für alle Vakuumkammern mit Ausnahme der Wechselwirkungspunkte und der kurzen Druckabsenkungsstücke am Einschuß wurde die Detailkonstruktion abgeschlossen. Die entsprechenden Aufträge wurden im Sommer vergeben.

Prototypen der Kammern für die Doppelquadrupol-Magnete wurden im Sommer ausgeliefert; Bild 62 zeigt eine DQ-Kammer mit der Einbaumöglichkeit für einen Positionsmonitor.

**Bild 62 :** Vakuumkammer für kleine Quadrupolmagnete

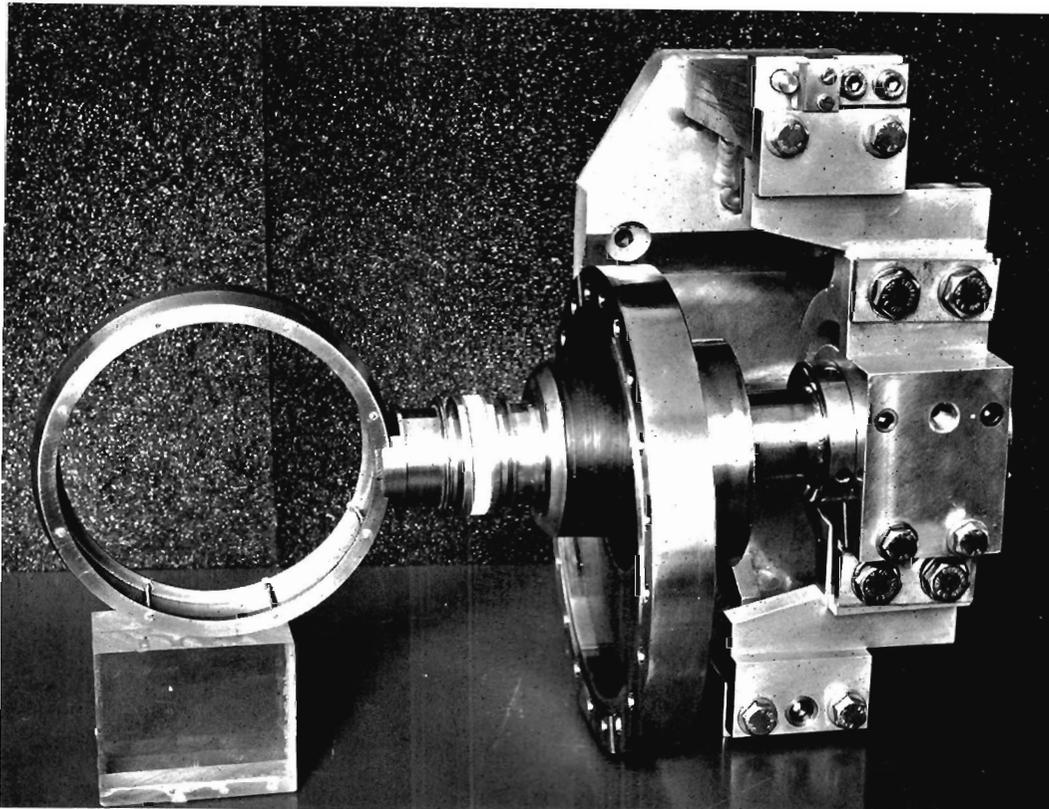


Die Serienfertigung der Absorber für die DQ-Kammern begann. Die ersten Serienlötungen von DQ-Absorbern wurden in einem Vakuumofen bei CERN erfolgreich durchgeführt. Die Vorbereitungen für die Fertigung der erforderlichen Absorber in den DM-Kammern und in den Sonderkammern der Wechselwirkungszone sind im Gange.

Es konnte nachgewiesen werden, daß für die Ferritteile von Septummagneten nach sorgfältiger Reinigung und anschließendem Ausheizen auf 350° C Abgasraten von etwa  $1 \times 10^{-12}$  Torr  $\times$   $1 \times \text{sec}^{-1} \text{cm}^{-2}$  erreicht werden können. Danach sind voraussichtlich keine unzulässigen Drucke im Bereich der zwei Injektionssepta zu erwarten.

Für die Elektroden zur Ionenabsaugung wurde ein vereinfachtes Konzept festgelegt:

Da lange Elektroden starke Wechselwirkung mit dem Hochfrequenzfeld des Strahls zeigen, werden beim Erstausbau des Speicherringes lediglich sehr kurze Absaugelektroden eingesetzt, deren Rückwirkung auf das HF-Feld in erster Näherung vernachlässigt werden kann.



**Bild 63 :** Loop-Monitor zur Messung der Strahlposition im Speicherring

## *Strahlungsmessung und Steuerung*

Die Fertigung der Geräte für die Messung der Strahlage im Speicherring wurde begonnen. Die zugehörige Elektronik wurde entwickelt (259) und die Serienfertigung freigegeben.

Die Apparatur für die Schwingungsanregung und -messung wurde in Auftrag gegeben und Teile davon im Synchrotron getestet. Das Bunchlängen-Meßgerät wurde am Synchrotron erfolgreich getestet (246, 247). Für den Aufbau der Apparatur am Speicherring wurde ein mechanisches Konzept erstellt.

Die für die Luminositätsmessung erforderlichen Szintillationszähler, Schauerzähler und Chrapak-Kammern wurden als Prototyp aufgebaut und an einem Teststrahl des Synchrotrons erfolgreich getestet (256).



**Bild 64 :** Blick in die Experimentierhalle des Speicherringes

Das ON-LINE-Programm für die rechnergesteuerte Closed-Orbit-Korrektur wurde ebenso fertiggestellt wie ein Programm zur Steuerung des Speicherringes bei linearer Änderung der Parameter 'Arbeitspunkt' und 'Amplitudenfunktion am Wechselwirkungspunkt'.

Ein Programm zum Betrieb des jetzt am Rechner angeschlossenen DISSY-Prototyps ermöglichte die Simulation des Energiefahrens am Speicherring. Über alle Aspekte des Energie- und Parameterfahrens mit Hilfe des Rechners sind die prinzipiellen Überlegungen abgeschlossen, die Programmierung ist im Gange.

Die Rohbauten der Speicherringanlage wurden im Berichtsjahr fertiggestellt. Der Innenausbau der Gebäude wurde dazu parallel betrieben, sodaß im Laufe des Jahres die zur Installation von Beschleuniger und Versorgungseinheiten vorgesehenen Räumlichkeiten wie Ringtunnel, Senderhallen, Kontrollräume, Versorgungshalle und Experimentierhalle nacheinander für den Geräteeinbau freigegeben werden konnten.

*Bau und  
Mechanik*



**Bild 65:** Magnetaufstellung im Speicherringtunnel

Im Ringtunnel wurde im April mit dem Aufbau der Maschine begonnen, die Ringträger mit Justierelementen wurden ausgelegt und die ersten Magnete für Testzwecke aufgestellt. Gegen Ende des Jahres waren alle Ablenkmagnete der Quadranten 1 und 4 montiert (Bild 65). Die ersten geschlossenen Rundum-Vermessungen konnten mit Hilfe der fertiggestellten Meßpfeiler vorgenommen werden.

Das Laborgebäude wurde zum Jahresende termingerecht bezogen, sodaß die ganze Speicherringgruppe jetzt in einem Gebäude untergebracht ist.

Bild 66 : Mikrotron zum Test supraleitender Beschleunigungsstrecken

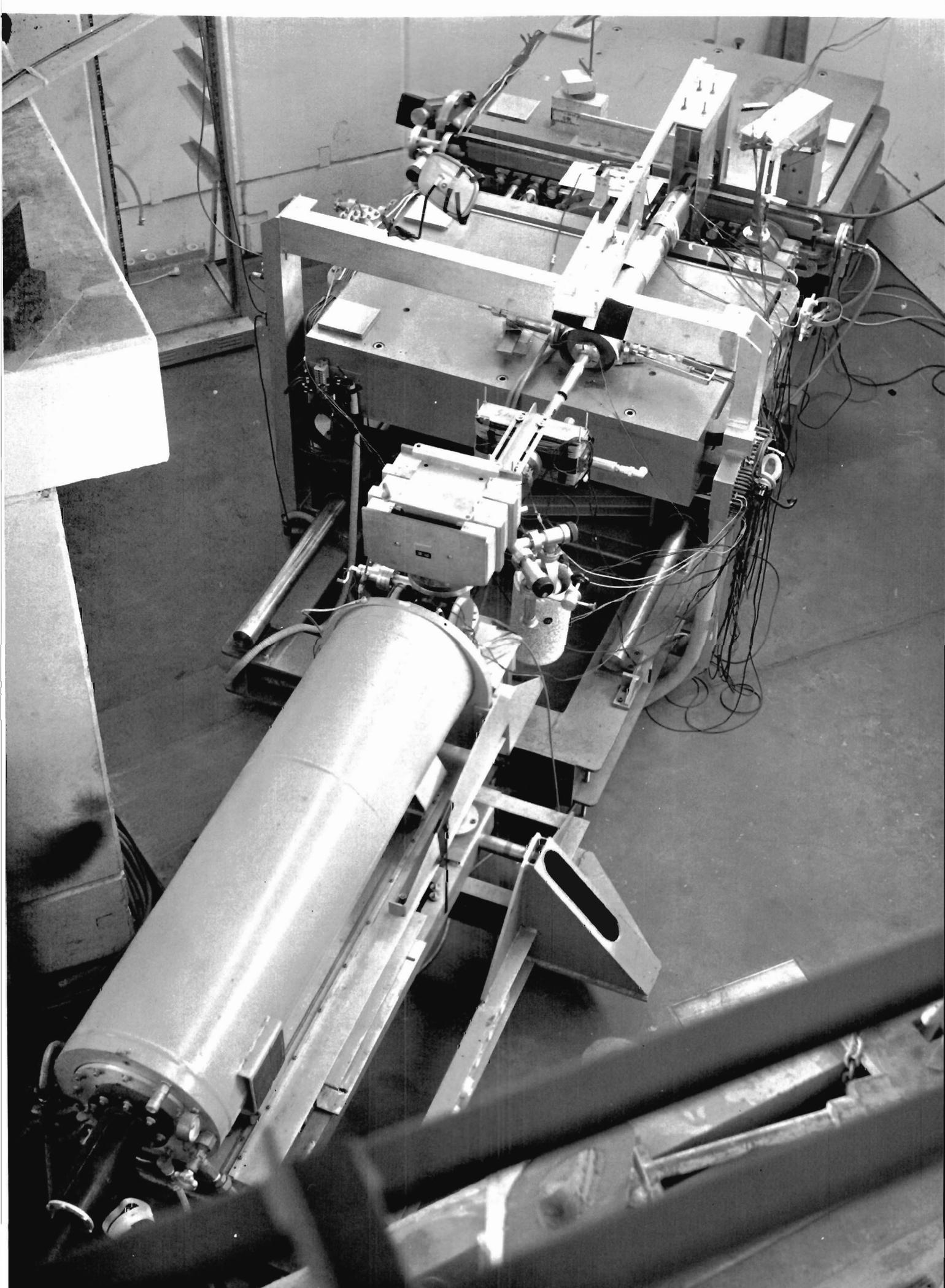
### 3.3 Beschleunigerforschung (B3)

#### *Mikrotron*

Das Mikrotron, an dem später supraleitende Beschleunigungsstrecken getestet werden sollen, ist zum Ende des Berichtszeitraumes fertiggestellt worden. Nach Installation und Erprobung des HF-Leistungsverstärkers konnten die ersten Beschleunigungs-Versuche durchgeführt werden. Der Versuchsbetrieb wurde allerdings durch das erneute Versagen des kommerziellen 550-keV-Einschußbeschleunigers unterbrochen. Trotz verschiedener Bemühungen der Lieferfirma konnte nur ein Notbetrieb mit stark vermindelter Strahlenergie aufrecht erhalten werden.

Die Länge der Driftstrecken zwischen den Mikrotron-Magnethälften ist für einen Betrieb mit mehr als 500 keV Einschußenergie ausgelegt. Bei niedrigeren Einschußenergien ergeben sich durch die größere  $\beta$ -Änderung während der Beschleunigung zunehmende Schwierigkeiten, die die Anzahl der möglichen Umläufe begrenzen. Tatsächlich wurden mit der zur Zeit zur Verfügung stehenden Einschußenergie von 400 keV 5 Umläufe erreicht.

Die Hochfrequenz-Supraleitungs-Versuche wurden im S-Band und bei höheren Frequenzen an geschlossenen sowie parallel zur Achse geteilten Resonatoren fortgesetzt.



### 3.4 Polarisierte-Elektronen-Quelle (F22K)

Ziel der Arbeit dieser Gruppe ist es, eine Quelle polarisierter Elektronen zu entwickeln, die den Anforderungen der Hochenergiephysik genügt.

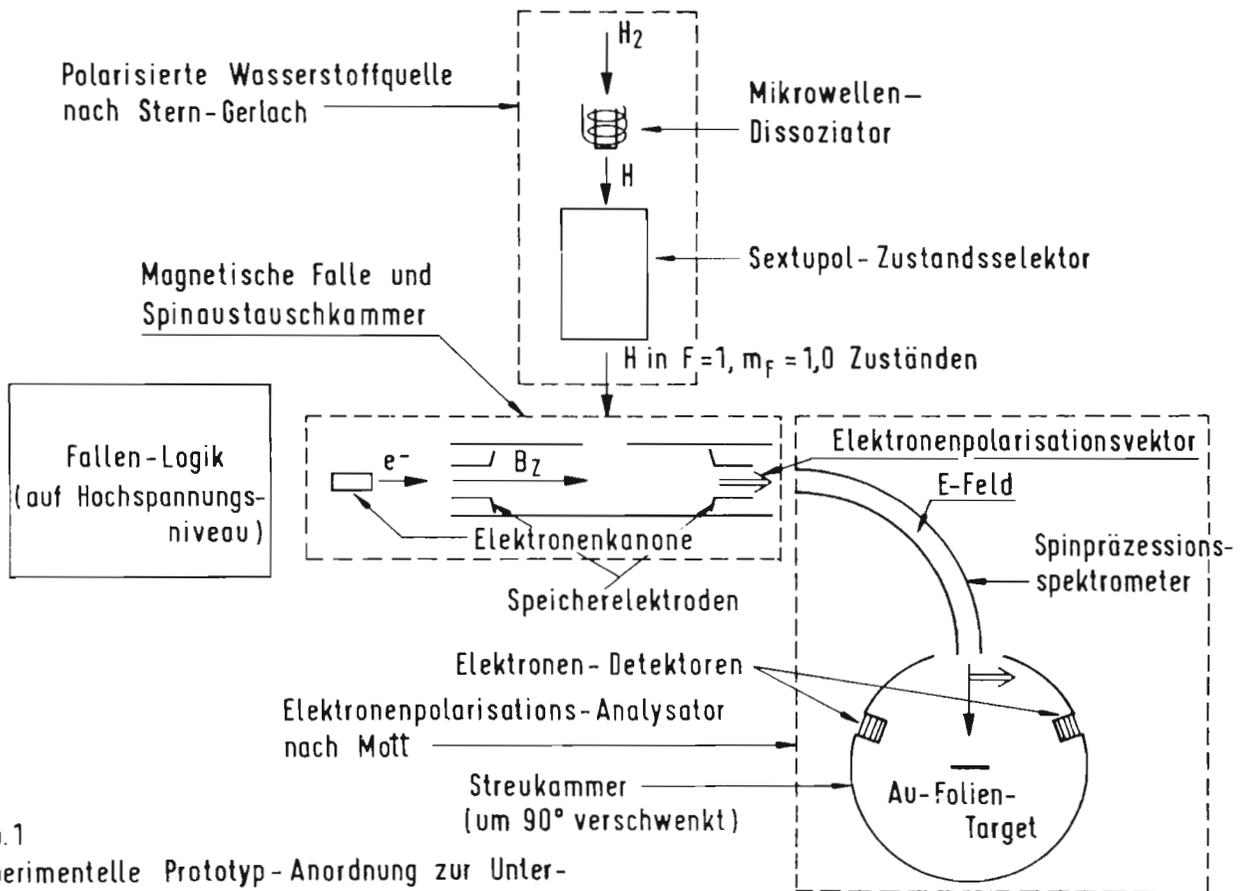


Abb.1  
Experimentelle Prototyp-Anordnung zur Untersuchung polarisierter Elektronen

Bild 67

#### Elektronen-Polarisation durch Spin-Austausch

Die benutzte Anordnung ist in Bild 67 schematisch skizziert. Polarisierter Wasserstoffatom werden in eine Austauschammer eingeleitet. In dieser Austauschammer werden Elektronen gespeichert, die in radialer Richtung durch ein axiales Magnetfeld in longitudinaler Richtung durch zylindrische Elektroden gehalten werden. Zwischen den Wasserstoffatomen und den Elektronen finden elastische Spin-Austausch-Stöße statt, und die Elektronen werden somit polarisiert. Die Wände der Austauschammer sind mit Teflon beschichtet. Damit wird erreicht, daß die Wasserstoffatome bei den Wandstößen nicht nennenswert depolarisiert werden. Nach einer Wechselwirkungszeit von einigen Millisekunden werden die Elektronen von einem gepulsten elektrischen Feld aus der Kammer herausgezogen, auf 50-80 keV beschleunigt durch ein Spin-Präzessionsspektrometer geleitet und schließlich an einer Goldfolie gestreut. Die Polarisation der Elektronen wird durch die links-rechts-Asymmetrie der e-Au-Streuung unter einem Winkel von  $105^\circ$  bestimmt. Bild 68 zeigt die Apparatur.



**Bild 68** : Die Apparatur. Von rechts nach links: Elektronenpolarisations-Analysator nach Mott, Magnetische Falle und Spinaustauschkammer, Fallen-Logik auf Hochspannungsniveau

Die Austauschammer hat einen Wechselwirkungsraum von etwa  $0,4 \text{ cm}^3$  und eine Wasserstoffdichte von  $4 \times 10^8 \text{ H/cm}^3$ . Mit ihr konnten pro Mikrosekunde  $10^7$  Elektronen der Energie 5-10 eV mit einer Frequenz von 100-200 Hz produziert werden. Die beobachtete Polarisation beträgt ungefähr 20%. Die verhältnismäßig niedrige Polarisation ist hauptsächlich dem jetzigen unzureichenden Wasserstoffzustandsselektor zuzuschreiben.

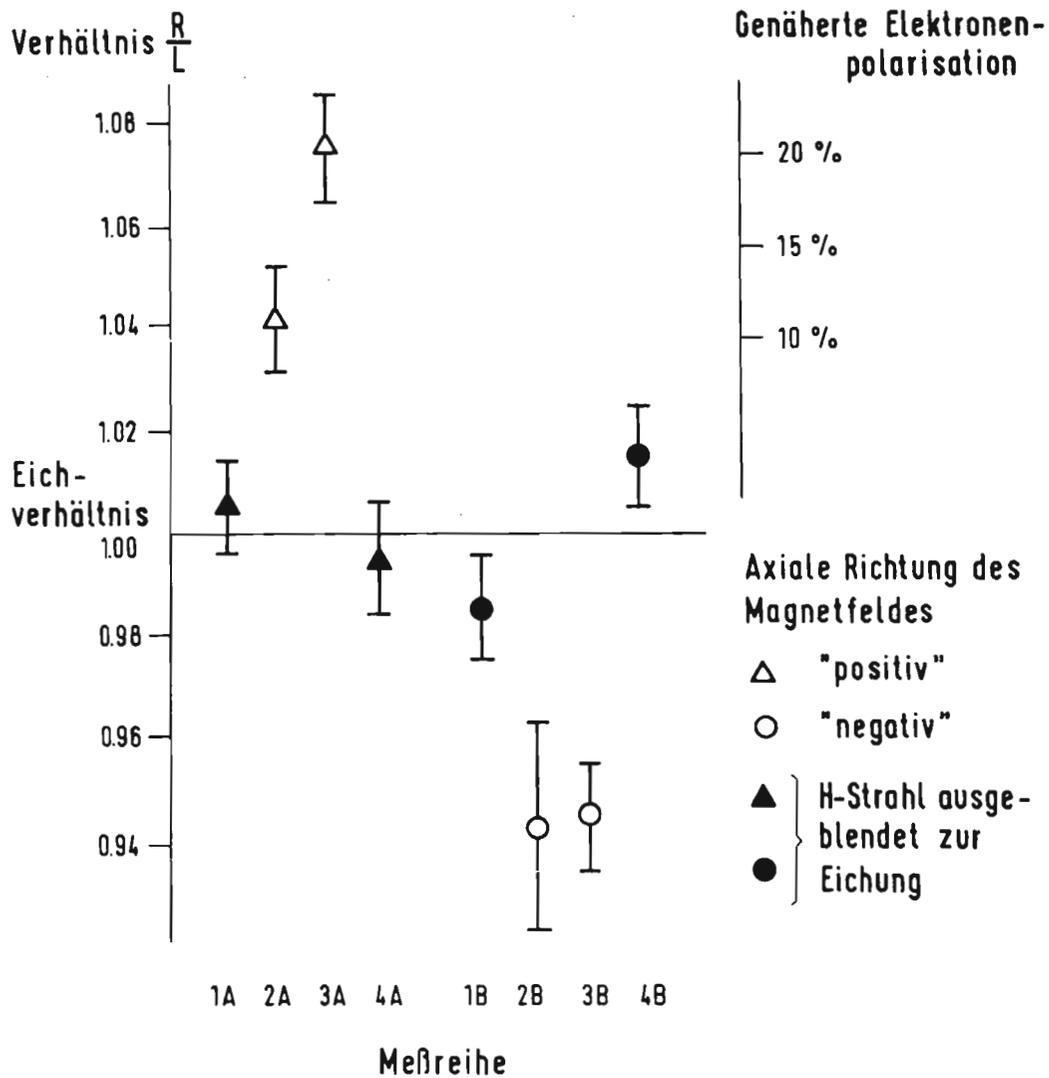


Bild 69

In Bild 69 sind die gemessenen Asymmetrien aufgetragen. Bei den durch offene Dreiecke gekennzeichneten Daten war das axiale Magnetfeld in der Austauschammer 'positiv', bei den durch offene Kreise gekennzeichneten Punkten 'negativ'. Mit diesem Magnetfeld wird auch die Elektronenpolarisation geändert. Wird kein Wasserstoffstrahl in die Austauschammer geleitet, so können die Elektronen nicht polarisiert werden. Die so gemessenen Daten sind durch die ausgefüllten Symbole gekennzeichnet. Der gefundene Effekt stimmt mit den Rechnungen überein. Damit wurde gezeigt, daß diese Methode im Prinzip funktioniert.

### 3.5 Aufbau der Experimente - Hallendienst (S2)

In der Halle I wurde das Experiment 'Untersuchungen von  $K_{\frac{0}{2}}^0 p$  - Wechselwirkung in der  $H_2$ -Blasenkommer' der Gruppen Heidelberg, Tel-Aviv, DESY (B1) am  $e^-$ -Strahl 8c neu aufgebaut. Anschließend ist dann in diesem Gebiet für die Untersuchungen der Gruppe B1 über 'Ne -  $H_2$  - Systeme in der Blasenkommer' ein neuer, zweimal konvertierter  $e^\pm$ -Strahl 12 mit einer Teilchendichte von 10 bis 100 Teilchen/Puls aufgebaut worden.

Ab Herbst-shut down wurden größere Umbauten in den Bereichen der  $e^-$ -Strahlen 8c und 8d ausgeführt. Das Experiment der Gruppen F36 ' $\gamma p \rightarrow p k^+ k^-$ ' wurde von Strahl 8d in den Strahl 8c verlegt und das Gebiet von Strahl 8d mit den beiden Aufbauten, Streamerkammer und  $\sigma_{tot}$  der Gruppen F1 und F52 so umgebaut, daß an der Nordwand der Halle ein Gebiet für den neu eingerichteten  $e^\pm$ -Teststrahl (Strahl 14) gewonnen wurde.

Am  $\gamma$ -Strahl 10 wurde das stationäre Zweiarmspektrometer der Gruppe F31 abgebaut und mit der Montage und Justierung von Schienen für eine neue 16 m lange Doppellafette mit einer Tragkraft von je 140 t begonnen.

In der Halle II wurde für das Experiment der Gruppe F35 'Inklusive Photoproduktion am Proton' am  $\gamma$ -Strahl 24 ein größerer Umbau des Gebietes durchgeführt, um für die Lafette einen Schwenkbereich bis max.  $23^\circ$  zu ermöglichen.

Das Gebiet des  $e^\pm$ -Strahl 26 ist durch das Versetzen der Ringmauer so erweitert, daß die Aufstellung eines C-Magneten und einer entsprechenden Zähleranordnung möglich wurde und zu Eichmessungen neben Elektronen und Positronen im Energiebereich  $100 \text{ MeV} \leq E \leq 6 \text{ GeV}$  auch energiemarkierte Photonen im Bereich  $100 \text{ MeV} \leq E \leq 5 \text{ GeV}$  zur Verfügung stehen.

In der Halle IIA mußte, um für das Experiment der Gruppe F21 'Koinzidenzmessung im Bereich der höheren Nuklearresonanz' den Schwenkbereich des Protonen- und Elektronenspektrometers zu ermöglichen, das Hadronenspektrometer abgebaut werden.

Neben den üblichen Arbeiten der Vermessungsabteilung beim Aufbau der Experimente und bei der regelmäßigen Vermessung der Synchrotronmagnete wurde am Anfang des Jahres durch wiederholte Messungen das vorläufige Vermessungssystem des Speicherrings an das Koordinatensystem des Synchrotrons angeschlossen. Im Herbst sind dann die Vermessungspfeiler errichtet und mit der endgültigen Vermarkung versehen worden. Laufende Kontrollmessungen ergaben Aufschluß über Pfeilerbewegungen und erreichbare Meßgenauigkeit.

Ferner wurden für die Magnetaufstellung im Speicherring und in den Strahlführungskanälen zwischen Synchrotron und Speicherring Justierungs- und Markierungsarbeiten ausgeführt.

Für den Aufbau der an den beiden Wechselwirkungspunkten vorgesehenen Experimente:

- a) Doppelarmspektrometer am WWP1 in der kleinen Grube
- b) PLUTO-Detektor am WWP2 in der großen Grube

wurde mit den Planungsarbeiten begonnen und für die Diskussionen in den verschiedenen Arbeitsgruppen Aufbaupläne entworfen.

Der Magnet mit der Bezeichnung 2M90 soll Anfang 1974 geliefert werden. Er besteht aus 2 H-Magneten, die durch Flußbrücken miteinander verbunden sind (Bild 70 ).

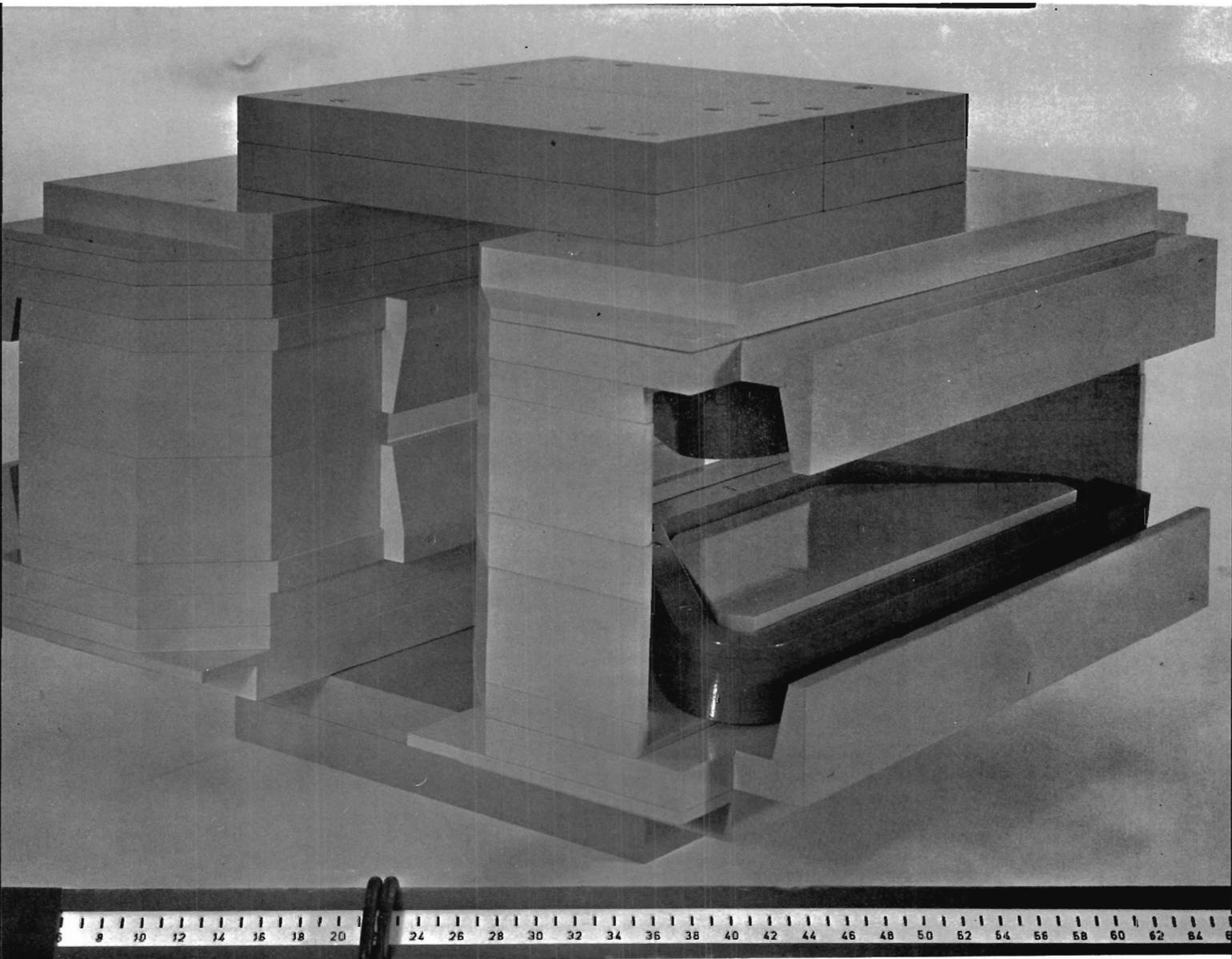


Bild 70 : Doppelarmspektrometer zum Teilchennachweis am Speicherring

Einige Daten:

1 H-Einheit H x B x L	3,00 x 2,55 x 5,60 m <sup>2</sup>
max. Gewicht der Gesamtanordnung	511 t
Windungszahl/Pol	288
max. Strom	1500 A
max. Leistung	2,5 MW

Spalthöhe	90 cm	60 cm
$\theta$	48° - 132°	48° - 132°
$\phi$	$\pm 10^\circ$	$\pm 6,8^\circ$
$\Delta\Omega$	0,9 sr	0,6 sr
Feldstärke in Polmitte	1,1 T	1,4 T
$\int B \, dl$	1,8 Tm	2,2 Tm

Der Aufbau und die Weiterentwicklung der Strahlungsmontore für die externen Elektronenstrahlen wurde dem Bedarf entsprechend durchgeführt. Die Monitore sind teilweise mit einem eigenen Display versehen worden und damit unabhängig von einem Rechner (PDP8) benutzbar.

## **4. DATENVERARBEITUNG**

## 4.1 Rechenzentrum (R1)

### Digitale Großrechner

Im Berichtsjahr flossen 144.820 Jobs durch die beiden Großrechner des Rechenzentrums, das entspricht 453 Jobs/Tag. Der mittlere Aufenthalt eines Jobs im Rechner dauerte:

Rechner	CPU-Zeit	Verweilzeit
360/65	4,7 min	8,6 min
360/75	2,6 min	6,7 min

Seit Februar 1972 werden beide Maschinen mit OS-MVT Rel.20.1 betrieben.

Seit August 1972 ist der Großraumspeicher (LCS) mit einer Kapazität von 2 Mbyte von beiden Rechnern aus gleichzeitig zugreifbar. Jetzt können an der /65 Online-Jobs mit relativ niedriger CPU-Ausnutzung komplett oder doch zum größten Teil im LCS laufen ohne den Batch-Jobs Speicherplatz streitig zu machen.

Nachdem im Laufe des Jahres eine Kanalverbindung zwischen den Rechnern installiert und ein Teil der langsamen Peripherie umschaltbar zwischen /75 und /65 gemacht wurde, konnte der Betrieb im Rechenzentrum im November 1972 nach mehreren voraufgegangenen Probeläufen endgültig auf ASP umgestellt werden. ASP bietet folgende Vorteile:

- a) Bessere Ausnutzung der Rechner- und Drucker-Kapazitäten durch zentrale Verteilung der Aufgaben an die beiden Rechner. Das Aufbauen unnötiger Warteschlangen an Rechner und Drucker entfällt, wodurch eine kürzere mittlere Verweilzeit der Jobs im Rechenzentrum erreicht wird.
- b) Ökonomischere Nutzung des Plattenplatzes für Eingabekarten und Druckfiles, vor allem spürbar bei der Ausführung von Jobs, die viele Zwischendatensätze auf der Platte benutzen. Die Verweilzeit solcher Jobs in der Maschine wird zum Teil drastisch reduziert.
- c) Wesentlich verbesserte Sicherheit und Restart-Möglichkeiten für in der Maschine befindliche Jobs.

Eine Übersicht über die derzeitige Großrechnerkonfiguration gibt Bild 71 .

### Hybridrechner

Der open-shop Betrieb an der Hybriden Rechenanlage HRS 860 konnte weiter ausgebaut werden. 2200 Stunden gesetzlicher Arbeitszeit für 1972 wurden folgendermaßen ausgenutzt:

		Rechenzeit	Rechenzeit/Arbeitszeit
Betrieb des Analogrechners	RA 770	1552 Std.	70.7%
Betrieb des Digitalrechners	TR 86	2077 Std.	94.4%

Davon wurden RA 770 und TR 86 zusammen für Hybride Rechnungen verwendet	1215 Std.	55.2%
---	-----------	-------

Das hybride Strahlführungsprogramm HYTRAN zur Berechnung von Teilchenbahnen und Enveloppen wurde neu geschrieben und dadurch die Rechengeschwindigkeit um einen Faktor 100 erhöht und die Fehler- und Störungsanfälligkeit erheblich vermindert. Daneben wurden Arbeiten auswärtiger Institute am Hybridrechner ausgeführt (A26, A27).

# DESY-RECHENZENTRUM

IBM / 360 MODELL 65

IBM / 360 MODELL 75

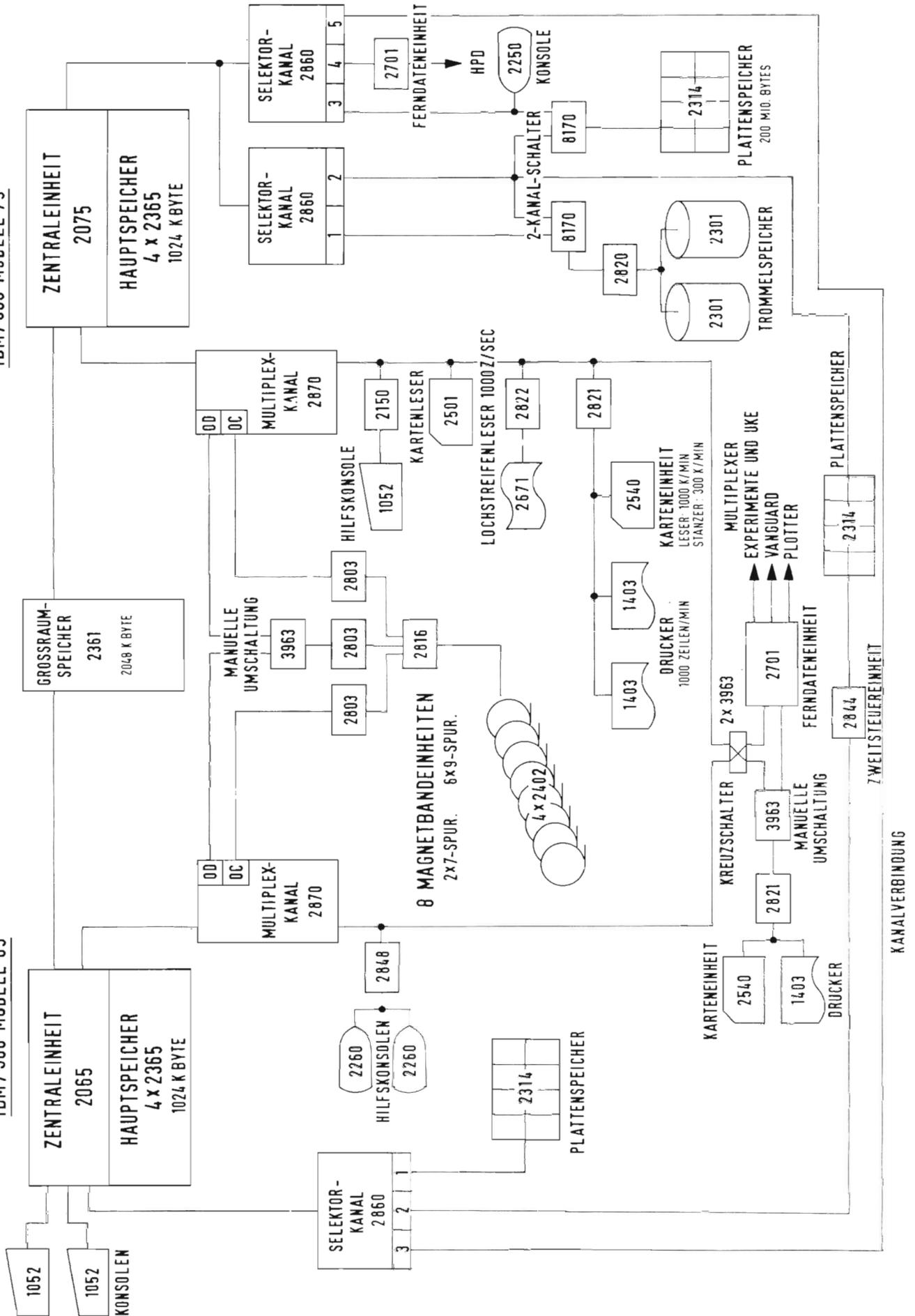


Bild 71

## 4.2 Automatische Filmauswertung (R2)

### *Halbautomatische Filmauswertung*

Auf den fünf handgesteuerten Meßtischen wurden im Berichtsjahr in 4453 Stunden insgesamt 31.178 Ereignisse vermessen. Die Ereignisse stammten aus den  $\gamma$ p- und ep-Experimenten in der DESY-Streamerkammer sowie vom 24 GeV pp-Experiment in der CERN 2m HBC.

### *Automatische Filmauswertung HPD-System*

Auf dem HPD der Bonn-Hamburg-Kollaboration wurden im Jahre 1972 107.685 Ereignisse des 12 und 24 GeV pp-Experiments (Bonn-München/Hamburg) vermessen. Um eine bessere Auslastung des Meßsystems zu erreichen und im Hinblick auf die Verwendung des HPD für die Bilder der großen europäischen Blaskammer (BEBC) wurde untersucht:

- wie stark sich die Effektivität des HPD-Meßsystems durch die Wahl des eingesetzten Mustererkennungsprogramms und eventuell durch einen Ausbau eines interaktiven Dialogverkehrs zwischen Filterprogramm und Operateur verändert
- wie weit eine methodische Optimierung von Systemkomponenten des HPD Einfluß auf die Verarbeitungsgeschwindigkeit der Bilder als auch auf die Qualität der Messungen hat und
- ob das gegenwärtig benutzte Beleuchtungssystem mit der Quecksilberhochdrucklampe BH6 ausreichend ist, den größeren Anforderungen der im Hellfeld fotografierten BEBC-Bilder mit stark schwankendem Spur- und Hintergrundkontrast zu genügen

Außerdem wurde die Entwicklung am Zweiweg-Minimum-Guidance-Meßsystem (MIGOS) fortgeführt.

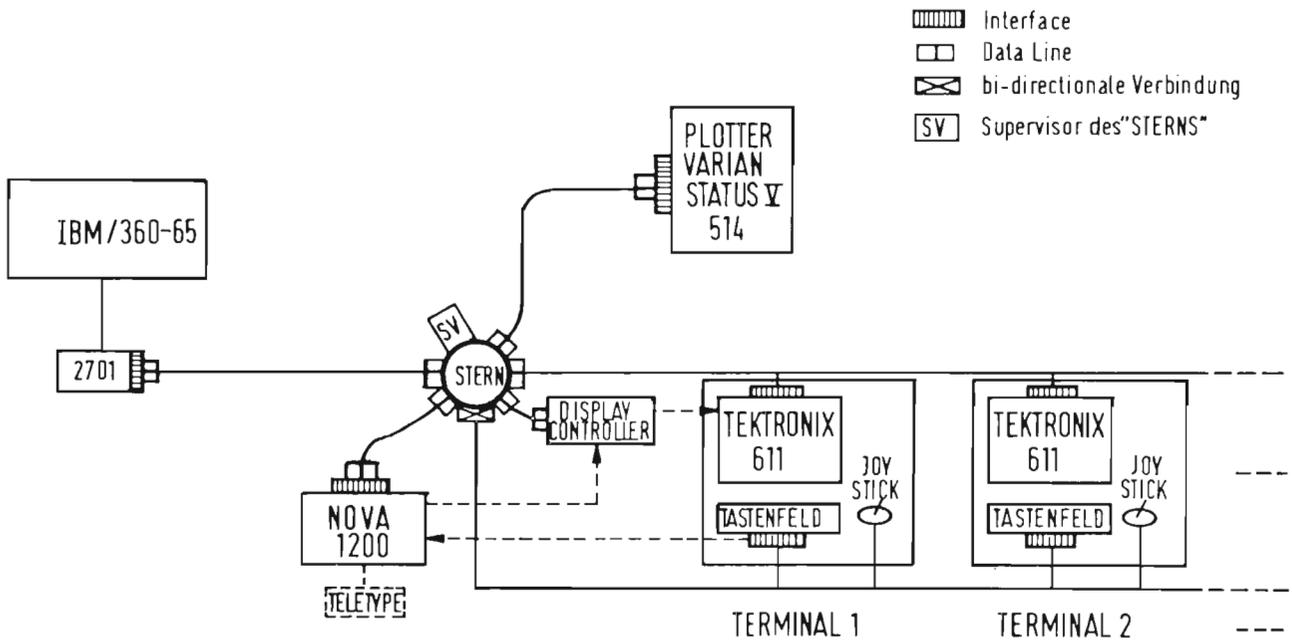
Ende 1972 begann gemeinsam mit der Blaskammergruppe des II. Instituts für Experimentalphysik an der Universität Hamburg die Planung für den Aufbau eines Vier-View-HPD, der in Zusammenarbeit mit einer englischen Firma entwickelt wurde und bei dem bis zu vier fotografische Ansichten eines Ereignisses unmittelbar nacheinander gemessen werden sollen. Der für die Koppelung dieses HPD mit der künftigen Großrechenanlage IBM 370/168 notwendige Prozeßrechner (DEC PDP-15) wurde bereits bestellt.

### *Interaktives Plotting System (IPS)*

Der Prototyp des Plotting-Systems wurde Mitte des Berichtsjahres fertiggestellt. Damit stand den Benutzern ein 'Terminal' (Speicheroszillographenröhre mit Fernschreiber) zur interaktiven Manipulation statistischer Daten sowie ein elektrostatischer Plotter als 'hardcopy'-Gerät zur Verfügung. Das mit dem Großrechner IBM/360-65 on-line verbundene System enthielt zur Simulation gewisser, noch nicht in hardware realisierter Funktionen einen Kleinrechner NOVA 1200.

Im zweiten Halbjahr begann die Weiterentwicklung und Umwandlung des Prototyps in die endgültige Version mit zunächst 3 Terminals.

Bild 72 zeigt das Langzeitkonzept des ISP als Blockdiagramm. Ende des Berichtsjahres war ein Terminal in Betrieb und in der durch gestrichelte Linien angedeuteten Weise an das System angeschlossen. Der (gestrichelt gezeichnete) Fernschreiber an der NOVA ist nicht Bestandteil der endgültigen Version und diente als Hilfskonsol.



**Bild 72 :** Schematischer Aufbau des Interaction-Plotting-Systems (IPS)

Die neue Informationsreihe DESY-R-INFO der DESY-Rechenmaschinengruppen wurde im Berichtsjahr ins Leben gerufen, um die DESY-interne Kommunikation zu fördern über:

*Allgemeine EDV-Aktivitäten*

aktuelle Informationen über das Rechenzentrum,  
Benutzungskonventionen der Rechanlage,  
verfügbare Organisationshilfen, Programme und  
Unterprogramme von allgemeinem Interesse.

Die im Berichtsjahr allgemein verfügbar gemachte Prozedur NEWLIB erleichtert die Verwaltung von Quellprogrammen sowie der zugehörigen Load-Moduln und führt zu einer besseren Ausnutzung der direkt zugreifbaren Speichermedien. Sie hat sich besonders für umfangreiche Programmsysteme sehr bewährt.

### 4.3 Digitale Datenerfassung (F58)

Im Berichtsjahr wurden die Forschungsgruppen am Synchrotron mit drei weiteren Experimente-Kontrollrechnern des Typs PDP8 ausgerüstet. Damit sind insgesamt 15 Rechner dieses Typs für Forschungsvorhaben am Synchrotron installiert.

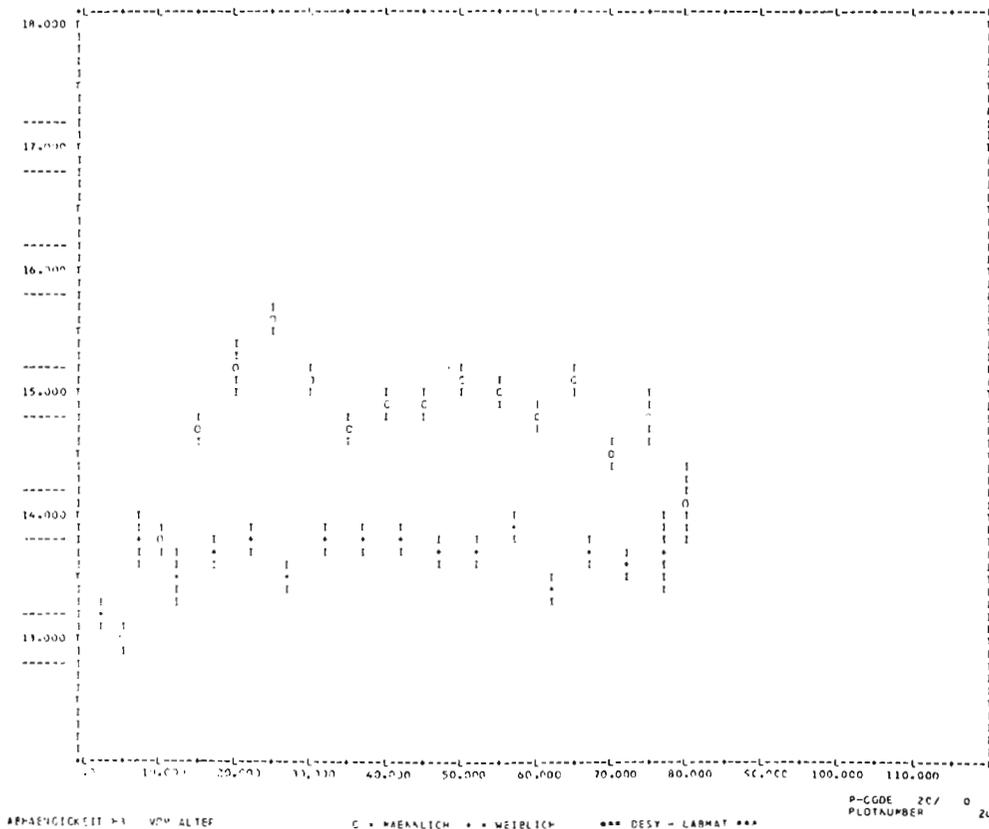
#### Neue Koppel- elektronik

Das Bestreben der Gruppe ging in verstärktem Maße dahin, die einzelnen Ausrüstungen der Rechner mit Koppel-elektronik noch weiter als bisher zu modularisieren, um die immer stärker werden- den Wartungsprobleme zu meistern und um Sonderwünsche der Forschungsgruppen bezüglich der Koppel-elektronik mit weniger Arbeitsaufwand als bisher erfüllen zu können.

Am Anfang des Berichtsjahres war zu entscheiden, mit welchen Experimente-Kontrollrechnern die Forschungsgruppen am Speicherring ausgerüstet werden sollen. Der Speicherring kennt keine 'Spielpause', in der bisher der Datentransport zu den zentralen Großrechenanlagen und in bescheidenem Maße eine Vorsortierung der Experimentedaten erfolgte. Die Experimente am Speicherring werden eine höhere Datenrate haben als Experimente am Synchrotron während des 'Spills' und die Anforderungen an die Vorauswertung werden steigen.

Diesen Anforderungen genügt vermutlich die schnellste Version der PDP11, die PDP11/45. Ausserdem ist das logische Konzept dieser Rechner derart, daß auch an von uns zu entwickelnde Zusatzeinrichtungen gedacht werden kann, die insbesondere die Vorauswertung der Experimentedaten unterstützen, z.B. durch spezielle 'Hardware-Prozessoren' für Algorithmen, die in der Vorauswertung auftreten.

**Bild 73 :** Abhängigkeit der Hämoglobinkonzentration des Blutes in Abhängigkeit von Alter und Geschlecht für ein Kollektiv von 4500 Patienten



## 4.4 Informatikanwendung in der Medizin (F58/UKE)

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit dem Universitätskrankenhaus Eppendorf (UKE) wurden auch im Jahre 1972 Erfahrungen, die bei DESY in der on-line Datenerfassung und Auswertung gemacht wurden, in der Medizin angewandt.

Das System LABMAT (Datenerfassung und -rückgewinnung im klinisch-chemischen Labor) wurde gemäß den Erfahrungen, die beim Betrieb im Labor der II. Medizinischen Klinik des UKE gemacht wurden, modifiziert und erweitert. Da LABMAT schon längere Zeit im Betrieb ist, haben sich große Datenmengen angesammelt, die - zu einem großen Teil on-line - nach medizinischen Gesichtspunkten analysiert werden können. Bild 73 zeigt als Beispiel die von einem Kollektiv von 4500 Patienten gewonnene Alters- und Geschlechtsabhängigkeit des Hämoglobins im Blut.

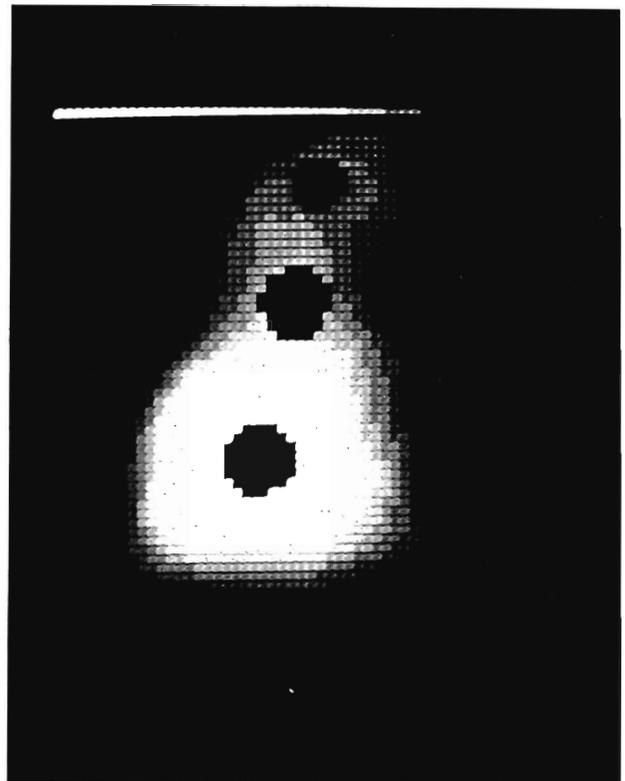
*Labordaten*

Das System ISAAC (Interaktive Szintigrammaufnahme und Auswertung mit einem Computer), zur interaktiven Auswertung von Szintigrammen wurde weiterentwickelt. Gleichzeitig wurde es von den Ärzten der Abteilung Nuklearmedizin der Radiologischen Klinik bereits so intensiv benutzt, daß der Rechner praktisch immer in Betrieb war. Dieses erfreuliche Interesse war wesentlich für die benutzergerechte Weiterentwicklung des Systems. Die Vorteile des Systems liegen in der Möglichkeit im Dialog mit dem Rechner (Antwortzeiten  $\leq 1$  sec), die aufgenommenen Daten benutzergerecht darzustellen und sie quantitativ in ihrem räumlichen und zeitlichen Verlauf auszuwerten.

*Szintigramme*



**Bild 74 :** Darstellung eines Hirnszintigramms auf dem Bildschirm des Rechners



**Bild 75 :** Szintigramm einer Lunge mit drei markierten Bereichen

Bild 74 zeigt das Szintigramm eines Hirns in einer gemischten Grauton-Intensitätslinien-Darstellung, die es dem Arzt erlaubt, kleine Abweichungen vom Normalverhalten auch bei großen von der Struktur des Organs kommenden Intensitätsunterschieden zu erkennen. Bild 75 zeigt das Szintigramm einer Lunge, in der mit dem Lichtgriffel interessierende Bereiche markiert wurden. Bild 76 zeigt das Ergebnis des quantitativen Vergleichs der drei Bereiche.

#### BEREICH 1

##### NORMIERUNG

TOTAL = 1887.0  
 PUNKTE = 31  
 MITTEL = 60.9  
 MAXIMUM = 65  
 MINIMUM = 53

**Bild 76** : Ergebnis des Vergleichs der beiden unteren Bereiche aus Bild 75 mit dem oberen

#### BEREICH 2

TOTAL = 3224.0  
 PUNKTE = 39  
 MITTEL = 82.7  
 MAXIMUM = 101  
 MINIMUM = 71  
 ABW. NORM = 35.8 PRZ

#### BEREICH 3

TOTAL = 5906.0  
 PUNKTE = 36  
 MITTEL = 164.1  
 MAXIMUM = 170  
 MINIMUM = 155  
 ABW. NORM = 169.5 PRZ

Als Beispiel für die Verfolgung zeitlicher Vorgänge zeigen die Bilder 77a-e die zeitliche Entwicklung der Hirndurchblutung eines gesunden Menschen, während in Bild 77f das Hirnszintigramm eines Unfallopfers dargestellt ist, bei dem die Hirndurchblutung bereits zum Erliegen gekommen ist. Diese Methode eignet sich deshalb zur Feststellung des Todes bei Organ Spendern.

### *Integriertes System*

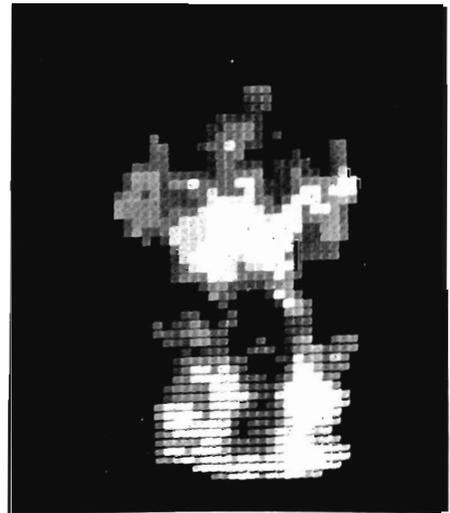
Nach mehrjähriger Erfahrung mit zwei von der medizinischen Fragestellung her verschiedenen Systemen liegt es nahe, die beiden Projekte zusammenzufassen, und zwar mit dem Ziel,

- die Rechnerhilfsmittel (Rechenkapazität, Programme, Datenbank) mehreren Benutzern gleichzeitig zur Verfügung zu stellen und
- die diagnostischen Hilfsmittel zu integrieren (z.B. durch Verknüpfung nuklearmedizinischer und klinisch-chemischer Befunde).

Die Lösung dieser Aufgaben könnte man von einem Krankenhausinformationssystem erwarten. Im Interesse überschaubarer Realisierungszeiten stellen wir geringere Ansprüche: Zunächst sollen die beiden vorhandenen Systeme auf der Basis gemeinsamer Hilfsmittelnutzung integriert werden. Dann soll das System für weitere Benutzer geöffnet werden. Als ersten Schritt haben wir die Installation eines Rechners PDP11/40 vorgesehen, der die den Subsystemen gemeinsamen Geräte, wie Zeilendrucker, Plattenspeicher und Verbindung zum DESY-Rechenzentrum, verwalten soll.



a: 6 - 13 Sekunden nach Injektion des Isotops



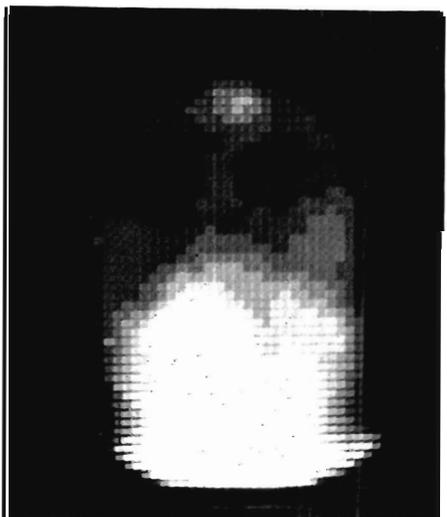
b: 13 - 16 Sekunden nach Injektion des Isotops



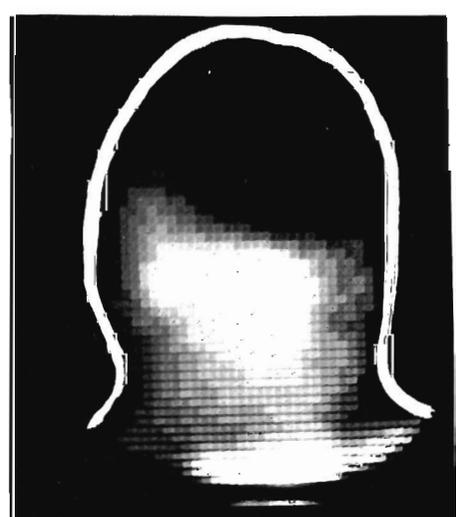
c: 16 - 19 Sekunden nach Injektion des Isotops



d: 19 - 27 Sekunden nach Injektion des Isotops



e: integriert über 200 Sekunden



f: Szintigramm integriert über 200 Sekunden bei einem Patienten im Zustand des Hirntodes

**Bild 77 :** Zeitlicher Ablauf der Hirndurchblutung bei einem gesunden Menschen

## 6. LITERATURVERZEICHNIS

## 5.1 Blaskammerbetrieb und Supraleitung (B1)

### Technische Blaskammer- physik

Im Rahmen von zwei technischen Blaskammerexperimenten wurden die Blaskammerbildungswahrscheinlichkeit von Tritiumbeimischungen in Deuterium sowie die Empfindlichkeitsgrenzen, Blaskammerdichten und Blaskammerwachstumsgeschwindigkeiten verschiedener Neon-Wasserstoff-Gemische untersucht.

Deuterium, das aus natürlichem Wasser durch Anreicherung gewonnen wird, enthält stets einen gewissen Bruchteil des radioaktiven Isotops Tritium (Massenzahl 3). Tritium zerfällt unter Emission eines Elektrons mit einer maximalen Energie von 18,5 KeV in  $\text{He}^3$ . Die Zeitkonstante beträgt  $5,6 \times 10^8$  s. In einer Blaskammer erzeugen diese Elektronen Blaskammer, welche als Untergrund auf den Bildern sichtbar werden und bei zu hoher Konzentration die Auswertung der Spuren stark erschweren oder gar unmöglich machen. Bild 78 zeigt als vorläufiges Ergebnis die Zahl der beobachteten Blaskammer pro  $\text{cm}^3$  im Vergleich zur Zahl der Tritium-Zerfälle als Funktion der Tritium-Konzentration. In Abhängigkeit von Kammergröße und Beleuchtungssystem läßt sich hieraus die maximal zulässige Tritiumkonzentration für einen vorgegebenen Kammertyp ermitteln.

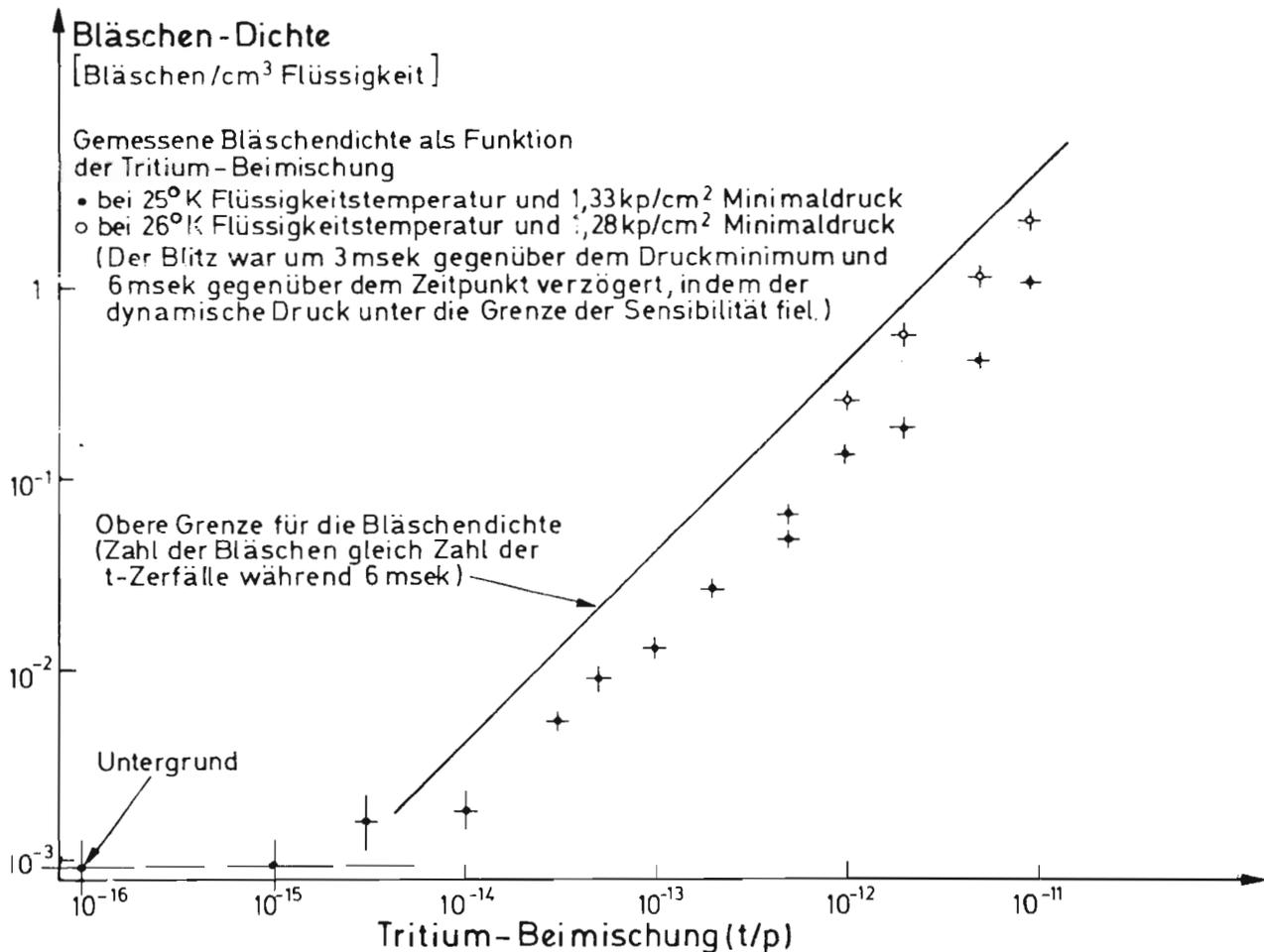


Bild 78

Die Beimischung von Neon zum Wasserstoff einer kryogenischen Blaskammer gibt wegen der kurzen Strahlungslänge von Neon (27 cm für reines Neon im Vergleich zu ca. 1000 cm in reinem Wasserstoff) die Möglichkeit, die effektive Strahlungslänge der Kammerflüssigkeit durch Wahl entsprechender Mischungsverhältnisse den experimentellen Erfordernissen anzupassen. Ziel des Ex-

perimentes war die Ermittlung des Bereiches von Konzentration, Druck und Temperatur, in dem ein Betrieb der Flüssigkeit ohne Entmischung möglich ist, sowie die Untersuchung der Spureneigenschaften in diesem Gebiet. Besonderes Gewicht wurde dabei auf Bereiche gelegt, in denen es möglich ist, in den Gemischen Spuren unter gleichen Temperatur-Druck-Bedingungen wie in reinem Wasserstoff oder Deuterium zu erzeugen. Die in der DESY-Wasserstoffkammer erstmals praktizierte Technik des Betriebes von  $H_2$ - und  $D_2$ -Targets mit flexiblen Wänden innerhalb von Kammerflüssigkeiten aus  $Ne-H_2$ -Gemischen (A28) setzt die Kenntnis dieser überlappenden Empfindlichkeitsbereiche voraus. Im Hinblick auf die geplante Anwendung dieser Technik in der großen europäischen Blasenkammer in CERN (BEBC) wurde dieses Experiment von den zukünftigen Benutzern dieser Kammer angeregt.

Das im Jahre 1970 begonnene  $K_2^0$ -Experiment in einer Wasserstoffblasenkammer (Wechselwirkung von  $K_2^0$  mit Protonen) wurde mit weiteren  $1,16 \times 10^6$  Bildern abgeschlossen. Gegenüber dem ersten Teil des Experimentes konnte infolge des Einsatzes von Linac II mit erheblich höherer Intensität gearbeitet werden. Bei  $1,3 \times 10^{11} e^-$  pro Puls auf dem Primärtarget lag die Zahl der  $K_2^0$  pro Bild bei 4 bis 5, was bei einer Ereignisrate von  $17/\mu\text{barn}$  zu ca. 170.000 verwertbaren  $K_2^0$ -Ereignissen führte. Das Verhältnis von Neutronen zu  $K_2^0$  lag bei ca. 8. Die Qualität der Bilder (Bild 79) konnte durch weitere Verbesserungen am optischen System gesteigert werden. Die Auswertung der Bilder, die in Heidelberg, Tel-Aviv und Minneapolis erfolgt, ist noch nicht abgeschlossen. Erste Ergebnisse wurden bereits veröffentlicht (294).

*$K_2^0$ -Experiment*

Der im Vorjahr in Betrieb genommene Magnet PLUTO (1,4 m, 22 kG) wurde von Januar bis August mehrmals über jeweils einige Wochen in Betrieb genommen und getestet. Neben der allgemeinen Erprobung der Systeme wurden Untersuchungen über das Verhalten von heliumgasgekühlten Stromzuführungen in einem geschlossenen Refrigeratorsystem durchgeführt (296,297).

*Supraleitende  
Magnete*

Die im Vorjahr begonnenen Arbeiten an einer möglichst dünnwandigen Spule zur Kompensation des achsennahen Feldes im PLUTO wurden fortgesetzt. Der größte Teil der Komponenten war bis Ende 1972 eingetroffen, die Wicklung zum Teil fertig.

Der von der Industrie gelieferte 30 kG Magnet erreichte mittels einer von B1 hergestellten Spule eine Maximalinduktion von 55 kG. In dem bei Raumtemperatur zugänglichen Feldvolumen von 5 cm Durchmesser wurden die von einer Arbeitsgruppe des Physiologischen Instituts der Universität Hamburg im Vorjahr begonnenen Untersuchungen über den Einfluß starker Magnetfelder auf den Kontraktionsmechanismus tierischer Muskeln fortgesetzt.

Im Berichtsjahr wurden 31.473 l Flüssigwasserstoff und mit der PLUTO-Kälteanlage 1.390 l flüssigen Heliums erzeugt.

*Gasverflüssigung*



Bild 79 : Spuren des  $K_2^0$  - Experimentes in der Blasenkammer

## 5.2 Kältetechnik (B2)

Wie in allen vorangegangenen Jahren hat die Gruppe große Gas- und flüssig-Gasmengen beschafft, lagermäßig vorrätig gehalten und an die vielen DESY Gruppen verteilt. Bild 80 zeigt die Gase und ihre Verbraucher.

LAGERGASE und ihre Verwendung 1972 bei DESY Nach Gruppen geordnet.		Argon/Propan 90/10 Vol%	Argon/Wasserstoff 93/7 Vol%	Athylen	Azetylen	Deuterium	Formiergas: N <sub>2</sub> /H <sub>2</sub> 80/20 Vol%	R 12	R 13	Helium-Gas	Helium-flüssig	CO <sub>2</sub>	Methan CH <sub>4</sub>	Neogal: Ne/He 70/30 Vol%	Neon/Helium 75/25 Vol%	Propan	Sauerstoff	SF 6	Stickstoff - Gas	Stickstoff - flüssig	Wasserstoff - Gas	Wasserstoff - flüssig	
GRUPPE																							
D 3																							
F 1																							
F 21																							
F 22																							
F 23																							
F 31																							
F 32																							
F 33																							
F 34																							
F 35																							
F 36																							
F 39																							
F 41																							
F 51																							
F 52																							
F 56																							
S 1																							
S 2																							
K 2																							
K 3																							
B 1																							
B 2																							
B 3																							
W 41																							
W 42																							
W 5																							
G 1																							
G 21																							
H 2																							
H 3																							
H 4																							
H 5																							
I Institut																							
II Institut																							

Bild 80

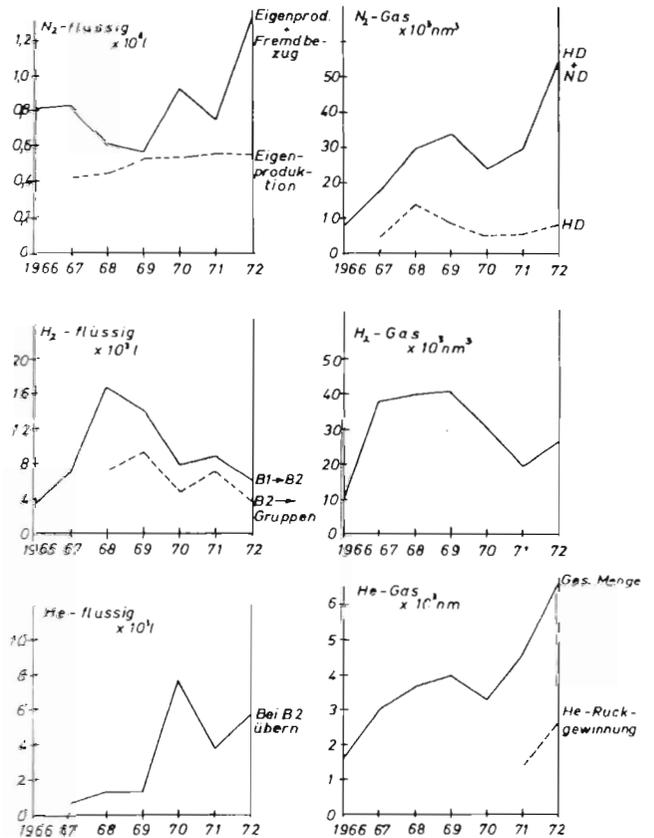


Bild 81

Bild 81 zeigt die Entwicklung des Verbrauches der Hauptgase in den letzten 6 bzw. 7 Jahren.

Der Helium-Gasbedarf bei DESY hat eine steigende Tendenz und wird in Zukunft weiter steigen, da Großanlagen wie PLUTO oder auch das Projekt 'Oktopus' im Falle seiner Realisierung erhebliche Helium-Gasmengen benötigen, um den Betrieb kontinuierlich aufrechtzuerhalten.

Für die Gruppe F1 wurde ein neues Refrigerator-Target mit einer Kälteleistung von 10 W bei 20°K gebaut und für F34 ein neues Kondensations-Target. Um die Refrigerator-Targets kontinuierlich über 400 Betriebsstunden (= 50 Schichten) zu fahren, wurde eine wechselbare Reinigungsanlage entwickelt und gebaut. Die Bilder 82 und 83 zeigen dieses System.

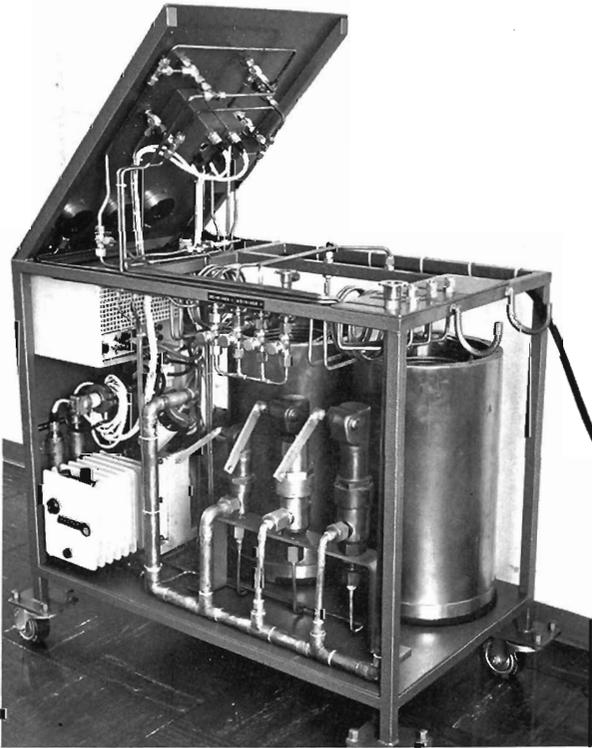


Bild 82

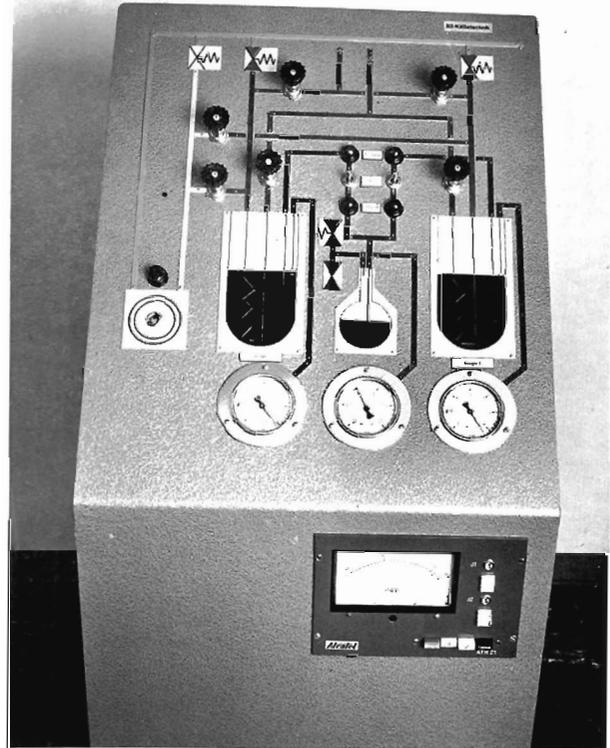


Bild 83

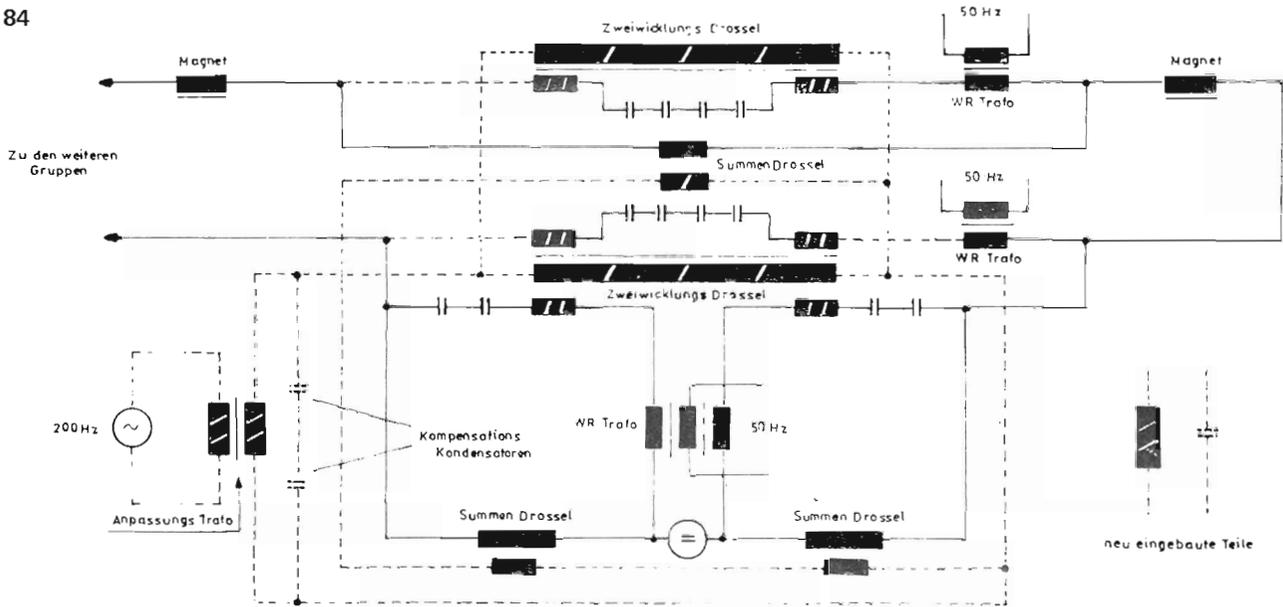
Die Wärmeaustauscher in den kleinen Refrigerator-Targets wurden verbessert, sodaß wir nunmehr mit den von uns entwickelten und gebauten Wärmeaustauschern bei 20 K 10 W mit einer Temperaturdifferenz von 1° übertragen können. Diese Kondensator-Konstruktion wurde auch in dem

Streamer-Kammer-Refrigerator eingebaut und hat zu merklichen Verbesserungen im Betrieb geführt. Zur Zeit laufen Versuche, einen Miniatur-Refrigerator zu verwenden, der es gestattet, in noch kleineren geometrischen Verhältnissen ca. 8 W bei 20 K für Targetzwecke zur Verfügung zu haben.

## 5.3 Energieversorgung (K)

Während der Montageperiode im Herbst 1972 wurden die Anlagen zur Erzeugung eines langen Teilchenpulses (flat top) des Synchrotronmagnetstromes in Betrieb genommen. Sie bestehen im wesentlichen aus 12 Drosselspulen mit je 2 Wicklungen, die in Serie zu den bisher vorhandenen Kondensatoren der 'White-Schaltung' eingefügt wurden, Kompensations-Kondensatoren für 200 Hz und einem

Bild 84



200 Hz-Generator. An den Generator, einem Schwingkreis-Parallelwechselrichter mit Thyristoren, mußte für die Unterdrückung von Ausgleichsvorgängen bei plötzlicher Entlastung zusätzliche Entwicklungsarbeit geleistet werden, und die Regelkreise waren wegen der Synchronisation der 50 Hz-Grundwelle mit dem Netz schneller und wirksamer zu gestalten. Die Phasen- und Amplitudenregelungen des 200 Hz-Teils müssen für den flat-top-Betrieb bei den höchsten Synchrotronenergien noch weiter verbessert werden.

Mit der Inbetriebnahme des zweiten Teils der Senderstromversorgung des Synchrotrons steht nun auch diese Anlage für flat top bis 7,5 GeV zur Verfügung. Sie liefert 32 A bei 50 kV und ist thyristor-gesteuert.

Für den Speicherring wurden folgende Projekte bearbeitet: Stromquellen für die Hilfsstromkreise und für die Strahlführung zwischen Synchrotron und Speicherring, Interlocksystem für alle Magnetstromkreise und umfangreiche Verkabelungen mit luft- und wassergekühlten Leitungen.

Da die Sicherheit der Stromversorgung nach der Inbetriebnahme des Speicherrings bei einem Ausfall des bisher vorhandenen Transformators 110/10 kV nicht mehr gegeben ist und weil dessen Übertragungskapazität dann erschöpft ist, wurde ein 2. Anschluß an die öffentliche Energieversorgung vorbereitet. Er umfaßt eine zweite 110 kV-Kabelverbindung zu den Hamburger Elektrizitätswerken, einen Transformator und eine Schaltanlage, die die Verbindung zum Speicherring und zum Synchrotron auf der 10 kV-Seite herstellen wird.

Nach umfangreichen Tests und Abnahmemessungen, zuletzt zusammen mit dem Sender, wurde uns die Prototypanlage für die Senderstromversorgung des Speicherrings vom Lieferanten übergeben. Die 10 kV-Schaltanlage des Speicherrings, die Netztransformatoren und die 380 V-Schaltanlagen wurden in Betrieb genommen. Bei der Installation und Montage folgender Anlagen des Speicherrings konnten im Berichtszeitraum wesentliche Fortschritte erzielt werden: Senderstromversorgungen, Klimaanlage, Kühltürme, Wasserkühlanlagen im Versorgungshaus und Verlegung von Kabeln für die Magnete.

## 5.4 Technische Dienste (W)

Die Arbeiten der Konstruktion beschäftigten sich im wesentlichen mit Fahrwerk und Plattform des Doppelarmspektrometers, das im Speicherring als Detektor eingesetzt werden soll, den mechanischen Komponenten für das Strahlführungssystem zwischen Synchrotron und Speicherring und vielen Kammern und Absorbern für die Strahlführung und Energieversorgung am Speicherring.

Die mechanische Fertigung war ebenfalls hauptsächlich mit Arbeiten für den Speicherring und für die Verbesserung des Synchrotrons ausgelastet. Die Kapazität der Werkstatt wurde durch das neue Bohr- und Fräswerk (Bild 85) wesentlich erweitert.

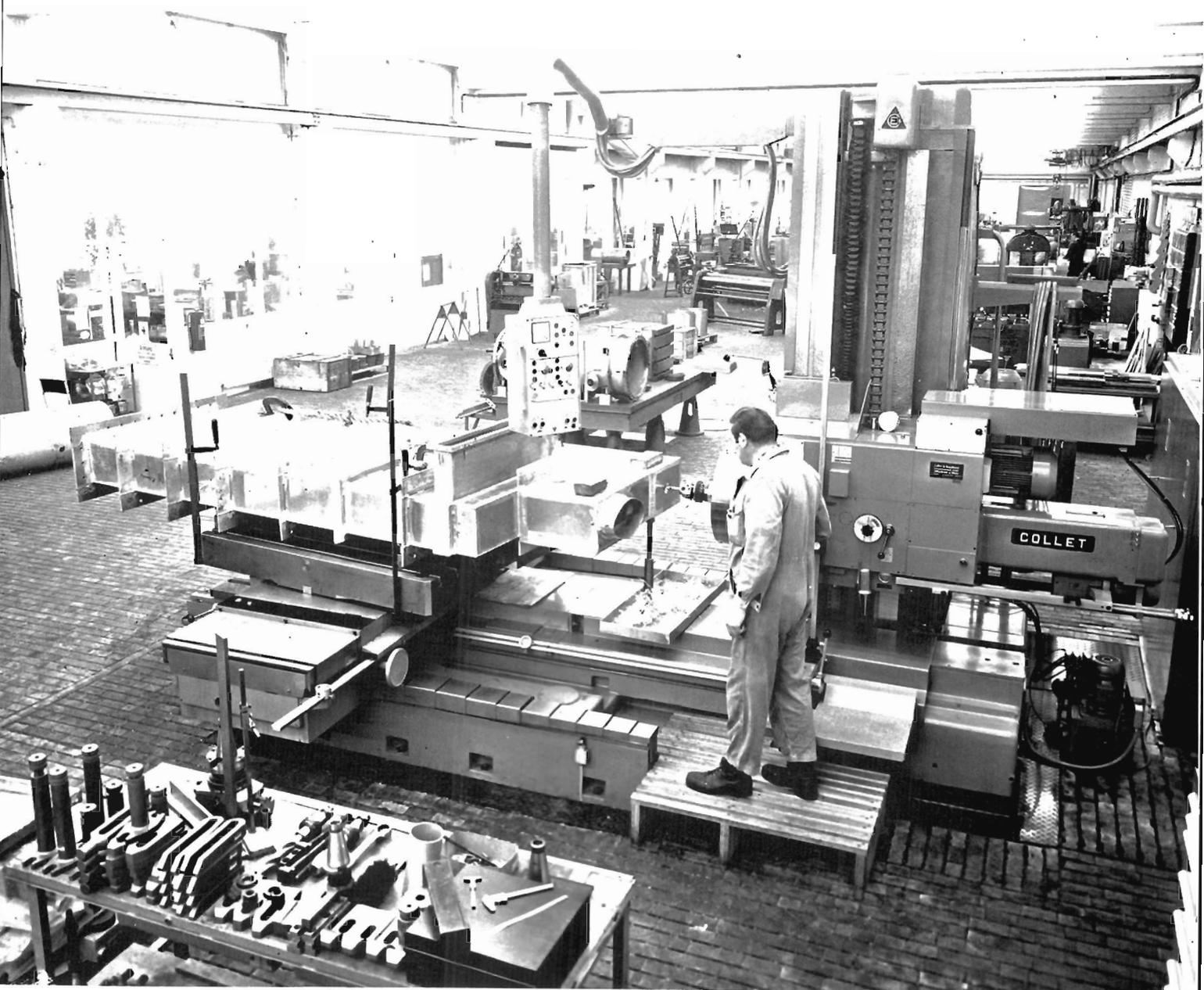


Bild 85 : Bearbeitung einer Vakuumkammer in der Werkstatt

In der Elektronik-Fertigung wurden überwiegend Komponenten gebaut, die der Weiterentwicklung des Synchrotrons dienten.

Die Photoabteilung spürte den Trend der Physiker, in Vorträgen statt der Dias immer häufiger Folien auf Schreibprojektoren zu verwenden. Das Schwergewicht der Arbeiten konnte sich daher von den Foto-Aufträgen immer mehr zu Reproduktionen zur Herstellung gedruckter Schaltungen verlagern.

Neben der Herstellung von Hilfsmitteln für Versuchsaufbauten und Transportbehälter für Meßgeräte und Apparaturen waren in der Tischlerei besonders die Arbeiten an den Modellen des Zeus-Magneten und des Doppelarmspektrometers (Bild 70 ) charakteristisch.

Der Fernmelde- und Kabeltrupp versorgte den Speicherring, den Hauptkontrollraum und den LINAC II mit neuen Anschlüssen und erweiterte das Telefonnetz um 200 Teilnehmereinheiten und 10 Amtsleitungen auf nunmehr

- 1.100 Teilnehmer-Anschlüsse
- 40 Amtsleitungen und
- 2 Vermittlungsplätze.

## **5.5 Umbauten und Gebäudeunterhaltung (G1)**

Neben den üblichen Maßnahmen zur Erhaltung der Gebäude und Einrichtungen erfolgte am 22.6.1972 die Übergabe der fertiggestellten Warenannahme. Der erste Bauabschnitt des Laborgebäudes II wurde am 30.10.1972 übergeben und zur Benutzung freigegeben. Die Übergabe des Laborgebäudes im Speicherring erfolgte am 29.11.1972.

## **5. TECHNOLOGIE UND SERVICE**

## 5.6 Strahlenschutz (D3)

### *Dosis- überwachung*

Die gemessenen Daten zur Orts- und Personendosimetrie des Vorjahres wurden in einem Bericht ((312) zusammengefaßt; sie zeigen, daß jede Personenjahresdosis um mehr als einen Faktor 3 unter der zulässigen Grenze bleibt, und daß die Ortsdosen in zugänglichen Gebieten hinreichend klein sind. Die Ortsdosen werden durch 3 unabhängige Verfahren gemessen; die hierbei auch verwendete Phosphatdosimetrie soll künftig durch Thermolumineszenzdosimetrie abgelöst werden, die Erprobung ist jedoch noch nicht abgeschlossen.

Um für eventuelle Vorfälle Anhaltspunkte über die Ortsdosis in den Beschleunigerräumen während des Betriebes zu erhalten, wurde über 7.000 Betriebsstunden an 30 Positionen im Synchrotron und im Linac I die Dosen der elektromagnetischen Komponente und der Neutronen in 3 Energiebereichen gemessen (306). Aus den Daten kann bei vorgegebenem Maschinenstrom und Endenergie die Ortsdosis für die beiden typischen Betriebszustände (ejizierter Elektronenstrahl und  $\gamma$ -Strahlerzeugung) abgeschätzt werden.

Für die Abschirmung des Speicherrings (310) wurden die Abschwächungskoeffizienten bezüglich der Dosis von Am-Be-Neutronen für verschiedene Materialien gemessen, da man zeigen kann, daß die mittleren Energien dieser Neutronen und der Riesenresonanzneutronen etwa gleich sind.

### *Spallation- und Fission-Prozesse*

Auf dem Gebiet der hochenergetischen Kernphysik konnten die Auswertungen eines Experiments abgeschlossen werden, das zusammen mit Mitarbeitern des Physikalischen Instituts der Universität Lund durchgeführt wurde (305). Es wurden hier die Wirkungsquerschnitte für verschiedene Spallation- und Fission-Prozesse im Energiebereich 1-7 GeV gemessen (307, 308). Bei der Berechnung der Wirkungsquerschnitte pro Photon aus den Wirkungsquerschnitten pro äquivalentem  $\gamma$ -Quant zeigte es sich, daß das Verfahren zur Lösung der Fredholmschen Integralgleichung (306) gegenüber der alten Penfold-Leiss-Methode erhebliche Vorteile bietet.

## 5.7 Presse und Information (D4)

Über 3.000 Besuchern wurde 1972 direkter Einblick in die Arbeit bei DESY vermittelt und in zahlreichen Beiträgen in Presse, Rundfunk und Fernsehen gelang es, das allgemeine Interesse an der Grundlagenforschung wachzuhalten.

Um die zukünftige Richtung der Hochenergieforschung am DESY ging es in einer Diskussionstagung, die die Gruppe vom 20. bis 22. Januar am Kellersee organisierte und für etwa fünfzig junge Hochenergiephysiker aus 24 Instituten wurde wiederum die Herbstschule in Maria Laach durchgeführt, in diesem Jahr unter dem Thema 'Physik an Proton-Proton-Speicherringen'.

## 5.8 Sicherheit (D5)

Schwerpunkt der Arbeit war die Berücksichtigung der Verordnung über gefährliche Arbeitsstoffe von 1971. Hierfür war es erforderlich, zunächst einen Überblick über die bei DESY verwendeten Lösungsmittel zu erhalten. Der Einsatz der stark toxischen Mittel, auf die der Gesetzgeber eine besondere Obacht gelegt hat, ist glücklicherweise auf sehr wenige Personen beschränkt.

Da DESY gehalten ist, sowohl personell als auch sachlich für ausreichende Erste Hilfe bei Unfällen zu sorgen, führte das Deutsche Rote Kreuz hier im März 1972 einen Grundkurs mit 27 und einen Wiederholungskurs mit 21 Teilnehmern durch.

*Erste Hilfe*

## Visuelle Methoden

### Blasen- und Streamerkammer-Experimente (F1 und F52)

#### Bonn-Hamburg-München-Kollaboration

- 1) Pionization in pp Interactions at 12 and 24 GeV/c  
Physics Letters 39 B, 303 (1972) und  
DESY-Bericht 9/72
- 2) Exchange Model Analysis of the Reactions  
 $pp \rightarrow pn\pi^+$  and  $pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-$  at 12 GeV/c  
Nuclear Physics, im Druck und  
Beitrag zur Fourth International Conference  
on High Energy Collisions, Oxford, April (1972)
- 3) Analysis of the Reaction  $pp \rightarrow p(\pi\pi)^0p$ , and the  
Question of Double-Pomeron Exchange in High  
Energy Production Processes  
Nuclear Physics, im Druck und  
DESY-Bericht 69/72
- 4) Inclusive Particle Production in pp Interactions  
at 12 and 24 GeV/c; I. The Central Region,  
II. The Proton Fragmentation Region  
Invited Talk Fourth International Conference  
on High Energy Collisions, Oxford, April (1972),  
und Proceedings Vol.II, p.117,  
Interner Bericht DESY F1-72/1
- 5) Inklusive  $\pi^-$ ,  $\pi^+$ - und p-Erzeugung in Proton-  
Proton-Wechselwirkungen bei 12 und 24  
GeV/c Eingangsimpuls  
Interner Bericht DESY F1-72/3
- 6) Die Reaktion  $pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-$  bei 12 GeV/c  
und 24 GeV/c Strahlimpuls  
Interner Bericht DESY F1-72/2
- 7) Single Particle Distributions for p and  $\pi^\pm$  in  
pp Interactions at 12 and 24 GeV/c  
Vortrag V.Blobel Frühjahrstagung der  
Deutschen Physikal.Ges., Bonn, Februar (1972)
- 8) Inclusive Particle Spectra around  $90^\circ$  in pp  
Interactions at 12 and 24 GeV/c  
Beitrag zur XVI. International Conference on  
High Energy Physics, NAL, Batavia (1972)
- 9) Measurement of the Reactions  $\bar{p}p \rightarrow \bar{p}\pi^+\pi^-$   
and  $pp \rightarrow pp\pi^+\pi^-$  and Comparison with a  
Reggerized Pion-Exchange Model  
Vortrag G.Drews Frühjahrstagung der  
Deutschen Physikal.Ges., Bonn, Februar (1972)
- 10) Strange Particle Inclusive Reactions  
Invited Talk XVI International Conference on  
High Energy Physics, Chicago-Batavia (1972),  
Proceedings Vol.1, 316

#### DESY-Universität Hamburg-Kollaboration

- 11) Electroproduction of  $\rho^0$  Mesons at  $0.3 < q^2$   
< 1.5 GeV<sup>2</sup> and  $1.7 < W < 2.8$  GeV  
Physics Letters, im Druck
- 12) Study of Electroproduction with a Streamer  
Chamber for  $0.3 < q^2 < 1.5$  GeV<sup>2</sup>,  $m_p \leq$   
 $W \leq 2.8$  GeV  
Nuclear Physics, im Druck und  
DESY-Bericht 67/72
- 13) Electroproduction in a Streamer Chamber at  
7.2 GeV and  $0.3 < q^2 < 1.5$  GeV<sup>2</sup>.  
Part I: Experimental Setup, Multiplicities and  
Inclusive  $\pi$ -Spectra.  
Part II: Study of  $\Delta^{++}$  and  $\rho^0$  Production in the  
Reaction  $ep \rightarrow ep\pi^+\pi^-$   
Beiträge zur XVI. International Conference on  
High Energy Physics, NAL, Batavia (1972)

#### Durham-Genua-Hamburg-Mailand- Saclay-Kollaboration

- 14) Longitudinal Phase Space Analysis of the Re-  
action  $\pi^+p \rightarrow \pi^+p\pi^+\pi^-$  at 11.7 GeV/c and  
Comparison of the Reactions  $\pi^\pm\pi^+\pi^-p$  at the  
same Energy  
Nuovo Cimento 7A, 651 (1972)
- 15) The Reaction  $\pi^+p \rightarrow \omega\Delta^{++}(1236)$  at 11.7 GeV/c  
Nuclear Physics, im Druck und  
DESY-Bericht 37/72
- 16) Test of Pole Extrapolation in the Reaction  
 $\pi^+p \rightarrow \rho^0\Delta^{++}$  at 11.7 GeV/c  
Nuovo Cimento, im Druck
- 17) Study of the Charged Three-Pion System in  
the Mass Region of 1400-1900 MeV to the  
Quantum Numbers of the A3(1640)  
Nuclear Physics B36, 349 (1972)
- 18) Properties of the B-Meson Observed in  
11 GeV/c  $\pi^\pm p$  Interactions  
Nuovo Cimento, im Druck und  
DESY-Bericht 63/72
- 19) D.EVANS, R.CONTRI, R.TEODORO, G.TO-  
MASINI, M.SAHINI, P.SCHILLING, A.CAN-  
TORE, L.LIOTTA, M.CHAUMET, P.DARO-  
NIAN, M.FACCINI, C.LEWIN, L.MOSCA  
Tests on Helicity Conservation in  $\pi^+p$  Inter-  
actions at 11.7 GeV/c and  $\pi p$  at 11.2 GeV/c  
Genua Univ. - IFGE- 72 (1972)

20) G.ASCOLI, D.V.BROCKWAY, L.EISENSTEIN, J.D.HANSEN, M.L.IOFFREDO, U.E.KRUSE, T.F.JOHNSTON, A.W.KEY, J.D.PRENTICE, T.S.YOON, C.CASO, G.TOMASINI, P.v.HANDEL, P.SCHILLING, G.COSTA, S.RATTI, L.MOSCA, W.C.HARRISON, D.HEYDA, W.H.JOHNSON, J.K.KIM, E.LAW, J.E.MÜLLER, B.M.SALZBERG, L.K.SISTERSON, H.GREISSLER, W.D.NOWAK, M.ROST, G.H.JONES, W.KITTEL, S.BRANDT, P.H.SMITH, W.D.SHEPHARD, N.N.BISWAS, N.M.CASON, V.P.KENNEY, W.B.MADDEN, W.D.WALKER  
Spin-Parity Analysis of the A(3)  
Illinois Univ.Urbana - COO - 1195(1972)

21) Spin-Paritätsuntersuchung des 3-Pion-Spektrums in A3-Bereich  
Dissertation E.Bassler, Hamburg (1972) und Interner Bericht DESY F 1-72/5

22) LPS-Analyse der Reaktion  $\pi^+\rho \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\rho$  bei 11.7 GeV  
Vortrag H.Nagel Frühjahrstagung der Deutschen Physikalischen Ges., Bonn, Febr.(1972)

23) Untersuchung des  $(\pi^+\pi^+\pi^-)$ -Systems im Massenbereich des A3(1640) in der Reaktion  $\pi^+\rho \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\rho$  bei 11.7 GeV/c  
Vortrag E.Bassler Frühjahrstagung der Deutschen Physik.Ges., Bonn, Febr.(1972)

24) Untersuchung des  $(\pi^+\pi^+\pi^-\pi^0)$ -Massensystems in der Reaktion  $\pi^+\rho \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^0\rho$  bei 11.7 GeV/c  
Vortrag W.D.Schlatter Frühjahrstagung der Deutschen Physik.Ges., Bonn, Febr.(1972)

25) K. WACKER  
Bestimmung von Doppelresonanz-Wirkungsquerschnitten und Suche nach exotischen Resonanzen  
Interner Bericht DESY F1, in Vorbereitung

#### Aachen-Bonn-Hamburg-Heidelberg-München-Kollaboration

26) Partial Cross Section for Multipion Photoproduction of Deuterium at Energies up to 5 GeV  
Nuclear Physics B38, 628 (1972)

27) Photoproduktion von  $\Delta(1236)$  und  $\rho^-$  in der Reaktion  $\gamma n \rightarrow \pi^-\pi^0 p$  bei Photonenenergien bis 5,5 GeV  
Dissertation F. Storim, Hamburg (1972)

#### Aachen-Hamburg-Heidelberg-München-Kollaboration

28) Photoproduction of  $\rho^0$  on Hydrogen with Tagged Photons between 4 and 6 GeV  
Nuclear Physics B47, 436 (1972)

29) Photoproduktion von  $f^0$  und  $B^0$  Mesonen mit einer Streamerkammer  
Vortrag E.Rabe Frühjahrstagung der Deutschen Physik.Ges. Bonn, Febr.(1972)

30) Inclusive Photoproduction of  $\pi^\pm$  and p at Energies up to 6 GeV and Comparison to Electroproduction  
Beitrag zur XVI. International Conference on High Energy Physics, NAL, Batavia (1972)

31) Eine Untersuchung der Photoerzeugung von zwei und drei Pionen in einer Streamerkammer mit energiemarkierten Photonen zwischen 4 und 6 GeV  
Dissertation P.Dittmann, Hamburg (1972)

32) Untersuchung der Photoreaktion  $\gamma p \rightarrow p\pi^+\pi^-$  im Energiebereich 1.66 bis 4.02 GeV mit einer Streamerkammer  
Diplomarbeit G.Hentschel, Hamburg (1972)

#### DESY-Universität Hamburg-Kollaboration

33) Total Photoproduction Cross Sections on Carbon and Copper at 6 GeV  
Beitrag zur XVI. International Conference on High Energy Physics, NAL, Batavia (1972)

#### SLAC-Berkeley-Tufts-Kollaboration

34) A Study of the Inclusive Reaction  $\gamma p \rightarrow \pi^+$  anything with Polarized Photons at 2.8, 4.7 and 9.3 GeV  
Phys.Rev. D5, 1603 (1972)

35) Vector meson Production by Polarized Photons at 2.8, 4.7 and 9.3 GeV  
SLAC-PUB-1143 (1972) und Phys.Rev., im Druck

36) Observation of a Four-Pion Vector Meson State of Mass 1.5 GeV Produced by Linearly Polarized 9.3 GeV Photons  
Phys.Letters 41B, 635 (1972)

37) Observation of Small s-Channel Helicity Flip Amplitudes in Vector Meson Production  
SLAC-PUB-1092

#### Sonstige

38) P.SÖDING, J.BARTELS, N.BARASH-SCHMIDT, A.BARBARO-GALTIERI, C.BRICMAN, V.CHALOUPKA, A.RITTENBERG, T.A.LASINSKI, A.H.ROSENFELD, M.ROOS  
Data on Particles and Resonant States  
Phys.Letters 39B, 1 (1972)

39) W.STRUCZINSKI, P.DITTMANN, V.ECKARDT, P.JOOS, A.LADAGE, H.MEYER, B.NAROSKA, D.NOTZ, J.KNOBLOCH, E.RABE, E.MAIER-REIMER, S.BRANDT, M.GRIMM, D.POLLMANN, I.DERADO, G.KRONSEDER, P.SCHACHT  
Inclusive Photoproduction of  $\pi^\pm$  and p at Energies up to 6.3 GeV, and Comparison to Electroproduction  
Nuclear Physics B47, 436 (1972)

- 40) G. WOLF  
Recent Developments in Electro- and  
Photoproduction  
DESY-Bericht 61/72
- 41) H. MEYER, W. STRUCZINSKI  
Limiting Distributions for Inclusive  
Charged Pion Production at Very  
High Energy  
DESY-Bericht 40/72
- 42) H. MEYER  
Photon-Hadron Interactions  
(Experimental)  
DESY-Bericht 34/72
- 43) S. YELLIN  
Experimental Determination  
of Functions  
DESY-Bericht 12/72
- 44) G. ALEXANDER, O. BENARY, S. DA-  
GAN, J. GRUNHAUS, A. LEVY, I. STU-  
MER, P. ANG, I. BAR-NIR, E. BURKHARDT,  
H. FILTHUTH, H. OBERLACK, A. PUTZER,  
G. HORLITZ, S. WOLFF  
One-Pion Exchange Analysis of the Re-  
action  $np \rightarrow pp\pi^-$  from 1.5 to 4.0  
GeV/c Incident Momentum  
Tel Aviv Univ. -TAUP - 308 (1972)
- 44a) H. MEYER  
The Use of a Streamer Chamber in  
High Energy Experiments  
Interner Bericht DESY F1-72/4
- 45) H. GERKE, H. WIEDEMANN, B. H. WIJK,  
G. WOLF  
Ein Vorschlag, DORIS als ep-Speicher-  
ring zu benutzen  
Interner Bericht DESY H-72/22
- 46) H. HULTSCHIG, L. CRIEGEE,  
U. TIMM, P. WALOSCHEK  
'ZEUS' - Ein magnetischer Detektor  
für DORIS  
Interner Bericht DESY F-1/33/39 (1972)
- 47) H. DAU  
Magnetfeldmessung am Streamerkam-  
mermagneten  
Interner Bericht DESY F1-72/6
- 48) G. WOLF  
Electro- and Photoproduction  
Results from DESY  
Proceedings XVI International  
Conference on High Energy Phys.,  
Vol.2, 29 (1972)
- 49) D. J. HERNDON, R. LONGACRE, L. R.  
MILLER, A. H. ROSENFELD, G. SMAD-  
JA, P. SÖDING, R. J. CASHMORE,  
D. W. G. S. LEITH  
A Partial Wave Analysis of the Reaction  
 $\pi N \rightarrow \pi\pi N$  in the cm Energy Range 1300-  
2000 MeV  
LBL-1065, SLAC-PUB-1108 und Beitrag  
zur XVI. International Conference on  
High Energy Physics, Chicago (1972)
- Inelastische Elektron-Proton-Streuung  
(F21)**
- 50) F. W. BRASSE  
Electroproduction Experiments  
J. Phys. A: Gen. Phys., Vol. 5, Jan. (1972)
- 51) F. W. BRASSE, E. CHAZELAS, W. FEHREN-  
BACH, K. H. FRANK, E. GANSSAUGE, J.  
GAYLER, V. KORBEL, J. MAY, M. MERK-  
WITZ, V. RITTENBERG, H. R. RUBINSTEIN  
Analysis of Photo- and Electroproduction  
Data against  $\omega$   
Nuclear Physics B39, 421 (1972)
- 52) J. C. ALDER, F. W. BRASSE, E. CHAZELAS, W.  
FEHRENBACH, W. FLAUGER, K. H. FRANK,  
E. GANSSAUGE, J. GAYLER, V. KORBEL, J.  
MAY, M. MERKWITZ, A. COURAU, G. TRIS-  
TRAM, J. VALENTIN  
 $\pi^0$  Electroproduction at the first Re-  
sonance at Momentum Transfers  $q^2 =$   
0.6, 1.0 and 1.56 GeV<sup>2</sup>  
Nuclear Physics, B46, 573 (1972)
- 53) J. C. ALDER, F. W. BRASSE, E. CHAZELAS,  
W. FEHRENBACH, W. FLAUGER, K. H.  
FRANK, E. GANSSAUGE, J. GAYLER, V.  
KORBEL, W. KRECHLOK, J. MAY, M.  
MERKWITZ, P. D. ZIMMERMAN  
Measurements of Inclusive Hadron Momen-  
tum Distributions in Deep Inelastic Electro-  
production  
Nuclear Physics B46, 415 (1972)
- 54) J. C. ALDER, F. W. BRASSE, E. CHAZELAS,  
W. FEHRENBACH, W. FLAUGER, K. H.  
FRANK, E. GANSSAUGE, J. GAYLER, V.  
KORBEL, W. KRECHLOK, J. MAY, M.  
MERKWITZ, P. D. ZIMMERMAN  
Separation of  $\sigma_l$  and  $\sigma_t$  at  $q^2 \sim 1$   
(GeV/c)<sup>2</sup> in the Resonance Region  
Nuclear Physics B48, 487 (1972)

- 55) K.H. FRANK  
Nichtfokussierendes magnetisches  
Spektrometer der Koinzidenzappa-  
ratur  
Interner Bericht DESY F21-72/1
- 56) K.H. FRANK  
Nichtfokussierendes magnetisches  
Spektrometer der Koinzidenzappa-  
ratur, Akzeptanz und Auflösung  
Interner Bericht DESY F21-72/2
- 57) W. WAGNER  
Untersuchungen über großflächige  
Szintillationszählerodoskope zur  
Ortsbestimmung von geladenen Teil-  
chen nach dem Lichtlaufzeitprinzip  
Diplomarbeit, Univ.Hamburg (1972)
- 58) V. KORBEL  
Untersuchung des Proton-Spektrums  
des virtuellen Photons im Bereich  
tiefinelastischer Elektroproduktion  
Dissertation, Univ.Hamburg (1972)
- 59) H.J.BEUREND, F.W. BRASSE, J.  
GAYLER, J.MAY  
Calculations on a  $\mu$ -Beam for CERN II  
CERN/ECFA 72/4, Vol. I (1972)
- 60) H.J.BEUREND, F.W. BRASSE,  
J. GAYLER, J.MAY  
Calculations on a  $\mu$ -Beam for CERN II  
Beitrag zur 2. 300 GeV-Studienwoche  
Tirrenia (1972)
- 61) F.W. BRASSE  
Working Party Report:  $\mu$ -Beams  
Vortrag auf der 2. 300 GeV-Stu-  
dienwoche Tirrenia (1972)
- 64) W.BARTEL, F.W.BUESSER, W.R.  
DIX, R.FELST, D.HARMS, H.KREH-  
BIEL, P.E.KUHLMANN, J.McELROY,  
J.MEYER, G.WEBER  
Electromagnetic Form Factors of the  
Neutron at Squared Four-Momentum  
Transfers of 1.0 and 1.5 (GeV/c)<sup>2</sup>  
DESY-Bericht 18/72
- 65) R.EHRENFORT  
Bestimmung der elektromagnetischen  
Formfaktoren des Protons aus der qua-  
sielastischen Elektron-Deuteron-Streu-  
ung bei Impulsüberträgen von 1.0 und  
1.5 (GeV/c)<sup>2</sup>  
Interner Bericht DESY F22-72/2
- 66) P.BRAUEL  
Untersuchungen über Einlesen, pro-  
grammiertes Verarbeiten und Spei-  
chern von Proportionalkammerdaten  
Diplomarbeit Univ.Hamburg (1972)
- 67) T.CANZLER  
Untersuchungen über die Diskrimi-  
nation von stark und schwach ioni-  
sierenden Teilchen in einer Char-  
pakkammer  
Diplomarbeit Univ.Hamburg (1972)
- 68) J. GAUWERKY  
Bestimmung der Emittanz eines hoch-  
energetischen Elektronenstrahls durch  
On-line-Auswertung von Strahlprofil-  
messungen  
Diplomarbeit Univ.Hamburg (1972)
- 69) W.D. KOLLMANN  
Untersuchungen über den Einsatz  
einer Vieldraht-Proportionalkam-  
mer in einem magnetischen Spek-  
trometer  
Diplomarbeit Univ.Hamburg (1972)

#### Pion-Elektroproduktion (F22)

- 62) W.BARTEL, F.W.BUESSER, W.R.  
DIX, R.FELST, D.HARMS, H.KREH-  
BIEL, P.E.KUHLMANN, J.McELROY,  
J.MEYER, G.WEBER  
Electromagnetic Form Factors of the  
Neutron at Squared Four-Momentum  
Transfers for 1.0 and 1.5 (GeV/c)<sup>2</sup>  
Phys.Letters 39B, 407 (1972)
- 63) W.BARTEL, F.W.BUESSER, W.R.  
DIX, R.FELST, D.HARMS, H.KREH-  
BIEL, P.E.KUHLMANN, J.McELROY,  
J.MEYER, G.WEBER  
Investigation of the Reaction  $ep \rightarrow epy$   
below Pion Threshold  
Nuclear Physics B37, 86 (1972)

**Elektron-Nukleon-Streuung  
(F23)**

- 70) J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, D.WEGENER, J.BLECKWENN, E.ENGELS JR.  
Inelastic Electron-Proton Scattering at  $q^2 < 1 \text{ (GeV/c)}^2$  as a test of finite sum rules  
Nuclear Physics B41, 336 (1972)
- 71) S.GALSTER, G.HARTWIG, H.KLEIN, J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, W.SCHMIDT-PARZEFALL, D.WEGENER, J.BLECKWENN  
Coincidence Experiment on Inelastic Electron-Proton Scattering in the Region of the  $\Delta(1236)$ -Resonance at  $q^2 = -0.35 \text{ (GeV/c)}^2$  and  $q^2 = -1 \text{ (GeV/c)}^2$   
Phys.Rev.D5, 519 (1972)
- 72) J.BLECKWENN, J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, D.WEGENER  
Upper limit of the isotensor contribution to the electroexcitation of the  $\Delta(1236)$ -resonance  
Phys.Lett.38B, 265 (1972)
- 73) M.KÖBBERLING, J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, D.WEGENER, D.ZELLER, J.BLECKWENN, F.H.HEIMLICH  
Total absorption cross section of virtual photons with masses  $0.1 \text{ (GeV/c)}^2 \leq q^2 \leq 1.5 \text{ (GeV/c)}^2$  on protons and deuterons in the resonance region  
KFK-Bericht Nr.1822
- 74) F.H.HEIMLICH  
Quasielastische Streuung ( $e, e'p$ ) und ( $e, e'd$ ) sowie inelastische Streuung im Bereich der  $\Delta(1236)$ -Resonanz an  ${}^6\text{Li}$   
Dissertation, Univ.Freiburg und Interner Bericht DESY F23-72/1
- 75) D.WEGENER  
Elektronenstreuung im Resonanzgebiet  
Habilitationsschrift, Karlsruhe (1972)
- 76) M.KÖBBERLING, J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, D.WEGENER, D.ZELLER, J.BLECKWENN  
Inelastic Electron-Proton and Electron-Neutron Scattering in the Resonance Region  
Beitrag zur XVI.International Conference on High Energy Physics, NAL, Batavia (1972)
- 77) M.KÖBBERLING, J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, D.WEGENER, D.ZELLER, J.BLECKWENN  
Inelastische Streuung von Elektronen an Protonen und Deuteronen im Resonanzgebiet  
Verhandlungen der Deutschen Physikalischen Ges., Reihe 6, Bd.7, 9 u.182 (1972) und Frühjahrstagung des Fachausschusses Kern- u.Hochenergiephysik der DPG, Sektion B: Teilchenphysik, Bonn, Febr.(1972)
- 78) M.KÖBBERLING, J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, D.WEGENER, D.ZELLER, F.H.HEIMLICH, E.RÖSSLE, J.K.BIENLEIN, J.BLECKWENN, H.DINTER  
Quasielastische Streuung hochenergetischer Elektronen und Elektroproduktion von Pionen an  ${}^6\text{Li}$  und  ${}^{12}\text{C}$   
Frühjahrstagung des Fachausschusses Kern- u.Hochenergiephysik A: Kernphysik und des DPG-Regionalverbandes Berlin (1972), Physikalische Gesellschaft zu Berlin, Berlin, März (1972) und Verhandlungen der DPG, Reihe 6, Bd.7, 247 (1972)
- 79) M.KÖBBERLING, J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, D.WEGENER, D.ZELLER, F.H.HEIMLICH, E.RÖSSLE, J.K.BIENLEIN, J.BLECKWENN, H.DINTER  
Quasielastische Streuung ( $e, e'd$ ) und ( $e, e'p$ )  ${}^6\text{Li}$   
Frühjahrstagung des Fachausschusses Kern- u.Hochenergiephysik A: Kernphysik und des DPG-Regionalverbandes Berlin (1972), Physikalische Gesellschaft zu Berlin, Berlin, März (1972) und Verhandlungen der DPG, Reihe 6, Bd.7, 246 (1972)
- 80) F.H.HEIMLICH, E.RÖSSLE, M.KÖBBERLING, J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, D.WEGENER, D.ZELLER, J.K.BIENLEIN, J.BLECKWENN, H.DINTER  
High Energy Electron Scattering from  ${}^{12}\text{C}$   
Beitrag zum 'Symposium on Electromagnetic Interactions with nuclei'
- 81) F.H.HEIMLICH, E.RÖSSLE, M.KÖBBERLING, J.MORITZ, K.H.SCHMIDT, D.WEGENER, D.ZELLER, J.K.BIENLEIN, J.BLECKWENN, H.DINTER  
Quasielastic Scattering ( $e, ed$ ) and ( $e, ep$ ) from  ${}^6\text{Li}$   
Beitrag zum 'Symposium on Electromagnetic Interactions with nuclei'

**Symmetrische Paarerzeugung  
(F31)**

82) H.ALVENSLEBEN, U.BECKER, P. BIGGS, M.BINKLEY, W.BUSZA, M.CHEN, K.J.COHEN, E.COLEMAN, R.T.EDWARDS, P.MMANTSCH, R. MARSHALL, T.NASH, D.J.QUINN, M.ROHDE, H.SADROZINSKI, G.H. SANDERS, H.SCHUBEL, S.C.C.TING, S.L.WU

Photoproduction and Forbidden Decay of  $\Phi$  Mesons

Phys.Rev.Lett.28, 66 (1972)

83) H.ALVENSLEBEN, U.BECKER, P.J. BIGGS, W.BUSZA, M.CHEN, R.T.EDWARDS, P.M.MANTSCH, T.P.McCORRISTON, T.NASH, M.ROHDE, H.SADROZINSKI, H.SCHUBEL, S.C.C.TING, S.L.WU

Experimental Verification of the Kramers-Kronig-Relation at High Energy

DESY-Bericht 66/72

**Elektroerzeugung von Mesonen  
(F32)**

84) K.HEINLOTH

Experiments on Electroproduction in High Energy Physics

Springer Tracts in Modern Physics, Vol.65, Springer-Verlag Berlin-Heidelberg-New York (1972)

85) C.DRIVER, K.HEINLOTH, K.H.HÖHNE, G.HOFMANN, F.JANATA, P.KAROW, J.RATHJE, D.SCHMIDT, G.SPECHT

Electroproduction of  $\rho^0$ -Mesons on Protons  
Nuclear Physics B38, 1 (1972)

86) C.DRIVER, K.HEINLOTH, K.H.HÖHNE, G.HOFMANN, P.KAROW, G.PFEIFFER, J.RATHJE, D.SCHMIDT, G.SPECHT

Backward Production of Vector mesons in Inelastic Electron Scattering  
Nuclear Physics B39, 106 (1972)

87) K.HEINLOTH

Elektroproduktionsexperimente in der Hochenergiephysik

DESY-Bericht 5/72

88) I.DAMMANN, C.DRIVER, K.HEINLOTH, G.HOFMANN, F.JANATA, P.KAROW, D.LÜKE, D.SCHMIDT, G.SPECHT

Electroproduction of  $\pi^-\Delta^{++}(1236)$  and of  $\pi^+\Delta^0(1236)$  on Hydrogen

DESY-Bericht 70/72

89) I.DAMMANN, C.DRIVER, K.HEINLOTH, G.HOFMANN, F.JANATA, P.KAROW, D.LÜKE, D.SCHMIDT, G.SPECHT

Inclusive  $\pi^+$  and  $\pi^-$  Distributions in Electroproduction on Protons

DESY-Bericht 71/72

90) K.HEINLOTH, I.DAMMANN, F.JANATA

Elektroproduktionsexperimente

Herbstschule für Hochenergiephysik Maria Laach, September (1972)

91) N.ZEISING

Untersuchung eines totalabsorbierenden Schauerzählers zur Trennung von Elektronen und  $\pi$ -Mesonen im Impulsintervall von 200-700 MeV/c

Diplomarbeit, Univ.Hamburg (1972)

92) I.DAMMANN, C.DRIVER, K.HEINLOTH, G.HOFMANN, F.JANATA, P.KAROW, D.LÜKE, D.SCHMIDT, G.SPECHT

Electroproduction of  $\pi^-\Delta^{++}(1236)$  and of  $\pi^+\Delta^0(1236)$  on Hydrogen

Beitrag zur XVI.International Conference on High Energy Physics,Chicago (1972)

93) I.DAMMANN, C.DRIVER, K.HEINLOTH, G.HOFMANN, F.JANATA, P.KAROW, D.LÜKE, D.SCHMIDT, G.SPECHT

Inclusive  $\pi^+$  and  $\pi^-$  Distribution in Electroproduction on Protons

Beitrag zur XVI. International Conference on High Energy Physics, Chicago (1972)

94) C.DRIVER, K.HEINLOTH, K.H.HÖHNE, G.HOFMANN, P.KAROW, G.PFEIFFER, J.RATHJE, D.SCHMIDT, G.SPECHT

Vektormesonerzeugung in Rückwärtsrichtung bei der inelastischen Elektron-Proton-Streuung

Beitrag zur Frühjahrstagung der DPG, Bonn (1972)

95) C.DRIVER, K.HEINLOTH, K.H.HÖHNE, G.HOFMANN, P.KAROW, J.RATHJE, D.SCHMIDT, G.SPECHT

Elektroerzeugung von  $\rho^0$ -Mesonen an Protonen

Beitrag zur Frühjahrstagung der DPG, Bonn (1972)

96) K. HEINLOTH

Was ist das Photon?

Habilitationsvortrag vor dem Fachbereichsrat der Univ.Hamburg Juni (1972)

97) K. HEINLOTH

Elektroproduktion in der Hochenergiephysik

Vortrag im physikalischen Kolloquium der Univ.Marburg, Mai (1972)

**Comptonstreuung  
(F33)**

- 98) U. TIMM  
PLUTO-Detektor  
Interner Bericht DESY F33/39-72/1
- 99) H.HULTSCHIG, L.CRIEGEE, U.TIMM,  
P.WALOSCHEK  
ZEUS - ein magnetischer Detektor  
für DORIS  
Interner Bericht DESY F1/33/39-72/1
- 100) G.FRANKE  
Comptonstreuung am Proton bei kleinen  
Winkeln im Energiebereich zwischen 4 und  
7 GeV  
Interner Bericht DESY F33-72/1
- 101) K.P.MARTEN  
Monte Carlo Simulation elektromagneti-  
scher Kaskaden in Aluminium und Bleiglas  
Interner Bericht DESY F33-72/2
- 102) G.FRANKE  
SPARK - ein Programm zur Spurenerken-  
nung aus digitalen Funkenkammer-Daten  
Interner Bericht DESY F33-72/3
- 103) L.CRIEGEE  
BILD - ein on-line Programm zur bildlichen  
Darstellung von Funkenkammer-Ereignissen  
Interner Bericht DESY F33-72/4
- 104) K.P.SCHÜLER  
Produktion von  $\rho^0$ -Mesonen am Wasserstoff  
mit linear polarisierten Photonen einer Ener-  
gie von 1.4 - 2,0 GeV  
Interner Bericht DESY F33-72/5
- 105) D.O.SCHMIDT  
Rückstoßproton-Polarisation in den  
Reaktionen  $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$  und  $\gamma + p$   
 $\rightarrow \gamma + p$   
Interner Bericht DESY F33-72/6
- 106) D.O.SCHMIDT, L.CRIEGEE, G.FRANKE,  
A.GIESE, G.POELZ, U.TIMM, G.VOGEL,  
K.WEGENER, W.ZIMMERMANN, G.BUSCH-  
HORN, P.HEIDE, R.KOTTHAUS, H.WERNER  
Recoil Polarization in High-Energy  $\pi^0$ -Photo-  
production  
Beitrag zur X. International Conference on  
High Energy Physics, NAL (1972)
- 107) D.SCHMIDT, L.CRIEGEE, G.FRANKE,  
A.GIESE, G.POELZ, U.TIMM, G.VOGEL,  
K.WEGENER, W.ZIMMERMANN, G.BUSCH-  
HORN, P.HEIDE, R.KOTTHAUS, H.WERNER  
Recoil Polarization in High-Energy Compton  
Scattering  
Preprint (1972)

**Photoerzeugung neutraler Mesonen  
(F34)**

- 108) W.BRAUNSCHWEIG, H.DINTER, W.ERLE-  
WEIN, H.FRESE, K.LÜBELSMEYER, H.MEY-  
ER-WACHSMUTH, C.C.MOREHOUSE, D.  
SCHMITZ, A.SCHULTZ v.DRATZIG, G.WESSELS  
Single Photoproduction of Neutral  $\pi$ -Mesons on  
Deuterium in the Forward Direction at 4 GeV  
DESY-Bericht 51/72 und  
Nuclear Physics, im Druck
- 109) W.BRAUNSCHWEIG, W.ERLEWEIN, H.FRESE,  
K.LÜBELSMEYER, H.MEYER-WACHSMUTH,  
D.SCHMITZ, A.SCHULTZ v.DRATZIG  
Single Photoproduction of Neutral  $\pi$ -Mesons on  
Hydrogen in the Forward Direction at 4 GeV  
DESY-Bericht 52/72 und  
Nuclear Physics, im Druck
- 110) G.HARTMANN, D.HUBERT, G.MANGO,  
C.C.MOREHOUSE, K.PLOG  
Proton Polarization in Alcohols at  
50 KG, 1°K  
DESY-Bericht 43/72
- 111) C.C. MOREHOUSE  
Radiation Damage in Butanol Polarized  
Proton Targets at 50 Kilogauss and 0.5 K  
Interner Bericht DESY F34-72/1
- 112) G. WESSELS  
Messung des Verhältnisses der Wirkungsquer-  
schnitte der Photoproduktion von neutralen  
 $\pi$ -Mesonen am Neutron und Proton bei  
4 GeV in Vorwärtsrichtung  
Dissertation, Univ.Bonn (1972) und  
PIB 1-177 Juni (1972)

**Photoerzeugung geladener Mesonen  
(F35)**

- 113) G.VOGEL, H.BURFEINDT, G.BUSCHHORN,  
P.HEIDE, U.KÖTZ, K.-H.MESS, P.SCHMÜSER,  
B.SONNE, B.H.WIIK  
Recoil Polarization in  $K^+ \Lambda$  Photoproduction  
at 5 GeV  
Phys.Letters 40B,513 (1972),  
Beitrag zur Frühjahrstagung der DPG, Bonn,  
Februar (1972)  
Beitrag zur Batavia-Konferenz (1972) und  
DESY-Bericht 26/72
- 114) H.BURFEINDT, G.BUSCHHORN, H.GENZEL,  
P.HEIDE, U.KÖTZ, K.-H.MESS, P.SCHMÜSER,  
B.SONNE, G.VOGEL, B.H.WIIK  
Measurement of Inclusive Photoproduction at  
3.2 GeV and Comparison with Electroproduction  
Phys.Letters, im Druck,  
DESY-Bericht 75/72 und  
Beitrag zur Batavia-Konferenz (1972)

- 115) H.GERKE, H.WIEDEMANN, B.H.WIIK, G.WOLF  
Ein Vorschlag, DORIS als ep-Speicherring zu benutzen  
Interner Bericht DESY H-72/22
- 116) R. KOTTHAUS  
Elastische Streuung linear polarisierter Photonen am Proton im Energiebereich zwischen 2.2 und 6.2 GeV  
Interner Bericht DESY F-35/72/1 und Dissertation
- 117) C. GEWENIGER  
Erzeugung von geladenen Pionen mit linear polarisierten Photonen  
Interner Bericht DESY F35-72/2 und Dissertation
- 118) H.WIEDEMANN, B.H.WIIK  
An improved mode of operation of the proposed DESY ep-colliding beam experiment  
Interner Bericht DESY F35-72/3
- 119) H. LIERL  
Bau und Erprobung von Proportionalkammern für Hochenergie-Experimente  
Diplomarbeit (1972)
- 120) J. LUDWIG  
Rückwärtsspektrometer zur Untersuchung von Photoproduktionsprozessen bei hohen Energien  
Diplomarbeit (1972)
- 121) E. REESE  
Bau und Erprobung eines Kalorimeters zur Messung von  $\gamma$ -Strahlintensitäten im GeV-Bereich  
Diplomarbeit (1972)
- 122) B.H. WIIK  
Possibilities in Electron and Photon Beams around the World in 1977  
Invited Paper at the second ECFA Study Week on the 300 GeV CERN Accelerator Tirrenia, September (1972)
- 123) H.BURFEINDT, G.BUSCHHORN, H.GENZEL, P.HEIDE, U.KÖTZ, K.-H.MESS, P.SCHMÜSER, B.SONNE, G.VOGEL, B.H.WIIK  
Inclusive Photoproduction of Pions, Kaons and Protons at 6 GeV  
Beitrag zur Batavia-Konferenz (1972)

**Vorbereitung der Experimente am Speicherring (F39)**

- 124) E.IAROCCHI, P.WALOSCHEK  
Hardware Logic for the Selection and Analysis of Events Observed in Charpak-Chamber and Counter Experiments  
DESY-Bericht 13/72

**Experimente mit der Synchrotronstrahlung (F41)**

- 125) E.E.KOCH, A.OTTO  
Optical Absorption of Benzene Vapour for Photon Energies from 6 eV to 35 eV  
Chem.Phys.Letters 12, 476 (1972)
- 126) D.STUCK, B.WENDE  
Photometric Comparison between two Calculable Vacuum Ultraviolet Standard Radiation Sources: Synchrotron Radiation and Plasma-Blackbody Radiation  
J.Opt.Soc.Am.62, 96 (1972)
- 127) P.BAMMES, R.KLUCKER, E.E.KOCH, T.TUOMI  
Anisotropy of the Dielectric Constants of Trigonal Selenium and Tellurium between 3 and 30 eV  
phys.stat.sol.(b) 49, 561 (1972)
- 128) P.RABE, B.SONNTAG, T.SAGAWA, R.HAENSEL  
The Optical Absorption of  $MgF_2$ ,  $MgCl_2$  and  $MgBr_2$  in the Vicinity of the Mg L-Shell Transitions  
phys.stat.sol.(b) 50, 559 (1972)
- 129) H.DIETRICH, C.KUNZ  
A Grazing Incidence Vacuum Ultraviolet Monochromator with Fixed Exit Slit  
Rev.Sci.Instr. 43, 434 (1972)
- 130) V.SAILE, M.SKIBOWSKI  
Excitation of the Cs-5p Core Level in Cesium Halides at 30 K  
phys.stat.sol (b) 50, 661 (1972) und DESY-Bericht SR-1/72
- 131) D.BLECHSCHMIDT, E.E.KOCH, R.HAENSEL, U.NIELSEN, T.SAGAWA  
The Optical Spectra of Gaseous and Solid  $SF_6$  in the Extreme Ultraviolet and Soft X-ray Region  
Chem.Phys.Letters 14, 33 (1972) und DESY-Bericht SR-2/72
- 132) E.E.KOCH, M.SKIBOWSKI  
Electronic Excitation of Carbon Dioxide in the Extreme Ultraviolet  
Chem.Phys.Letters 14, 37 (1972) und DESY-Bericht SR-3/72
- 133) E.E.KOCH, A.OTTO  
Optical Anisotropy of Anthracene Single Crystals for Photon Energies from 4.5 to 11.5 eV  
phys.stat.sol. (b) 51, 69 (1972)

- 134) K. FESER  
K-Shell Fluorescence Yield for Beryllium, Boron and Carbon  
Phys.Rev.Letters 28, 1013 (1972) und DESY-Bericht SR-4/72

- 135) W.GUDAT und C.KUNZ  
Soft X-ray Absorption in Cu-Ni Alloys  
phys.stat.sol. (B) 52, 433 (1972) und  
DESY -Bericht SR-5/72
- 136) W.GUDAT, C.KUNZ  
Close Similarity between Photoelectric  
Yield and Photoabsorption Spectra in the  
Soft X-ray Range  
Phys.Rev.Letters 29, 169 (1972) und  
DESY-Bericht SR-6/72
- 137) R.HAENSEL, N.KOSUCH, U.NIELSEN,  
B.SONNTAG, U.RÖSSLER  
The Optical Properties of Dilute Solid-Rare-  
Gas Mixtures in the Extreme Ultraviolet  
DESY-Bericht SR-7/72 und  
Phys.Rev.Letters, im Druck
- 138) E.E.KOCH, A.OTTO, K. RADLER  
The Vacuum Ultraviolet Spectrum of Naph-  
thalen Vapour for Photon Energies from 5  
to 30 eV  
Chem.Phys.Letters 16, 131 (1972) und  
Desy-Bericht SR-8/72
- 139) B.SONNTAG, T.TUOMI, G.ZIMMERER  
Optical Absorption of  $Se_x Te_{1-x}$  Alloys be-  
tween 38 eV and 65 eV  
Proc.11th Int.Conf.Phys.Semiconductors,  
Warschau (1972), PWN-Polish Scientific  
Publishers, Warsawa 1972 p.813 und  
DESY-Bericht SR-9/72
- 140) W.GUDAT, E.E.KOCH, P.Y.Yu, M.CARDO-  
NA, C.M.PENCHINA  
Core Levels of III-V Semiconductors  
phys.stat.sol.(b) 52, 505 (1972) und  
DESY-Bericht Sr-10/72
- 141) M.CARDONA, C.M.PENCHINA, E.E.KOCH,  
P.Y.YU  
Optical and Photoelectric Properties of the  
Lead Chalcogenides  
phys.stat.sol. (b) 53, 327 (1972) und  
DESY-Bericht SR-11/72
- 142) F.J.COMES, R.HAENSEL, U.NIELSEN,  
W.H.E.SCHWARZ  
The Spectra of the Xenon Fluorides  $XeF_2$   
and  $XeF_4$  in the Far UV-Region  
DESY-Bericht SR-12/72 zbd  
J.Chem.Phys., im Druck
- 143) F.J.COMES, U.NIELSEN, W.H.E.SCHWARZ  
Inner Electron Excitation of Iodine in the  
Gaseous and Solid Phase  
DESY-Bericht SR-13/72 und  
J.Chem.Phys., im Druck
- 144) H.W.WOLFF, K.RADLER, B.SONNTAG,  
R.HAENSEL  
Photoabsorption of Atomic Sodium in the VUV  
Z.Phys.257, 353 (1972) und  
DESY-Bericht SR-15/72
- 145) B.SONNTAG, T.TUOMI, G.ZIMMERER  
Optical Absorption of Tellurium in the  
Region between 39 and 250 eV  
DESY-Bericht SR-14/72
- 146) K.FESER  
K-Shell Fluorescence Yield for Metallic  
Lithium and other Light Elements  
Phys.Rev.Letters 29, 901 (1972)
- 147) W.GUDAT, C.KUNS, J.KARLAU  
Absorption Measurements of  $AuAl_2$  in  
the Region of the Al  $L_{2,3}$  Transitions  
DESY-Bericht SR-16/72 und  
Proceedings des Int.Symp.'X-Ray Spectra  
and Electronic Structure of Matter, München'  
(1972), im Druck
- 148) R. KLUCKER  
Optische Anisotropie von Graphit im Be-  
reich 3-40 eV  
Interner Bericht DESY F41-72/1
- 149) E.E.KOCH  
Optische Eigenschaften von dampfförmigen  
und festen aromatischen Kohlenwasserstof-  
fen im Vakuumultraviolett  
Dissertation, Univ.München (1972) und  
Interner Bericht DESY F41-72/2
- 150) E. LEYSER  
Messung des Photoabsorptionskoeffizienten  
von Osmium und Iridium im Photonenener-  
giebereich zwischen 35 und 300 eV  
Diplomarbeit, Univ.Hamburg (1972)
- 151) H.-W.WOLFF  
Untersuchung der optischen Absorption von  
Natrium-Dampf für Photonenenergien zwi-  
schen 30 und 150 eV  
Diplomarbeit, Univ.Hamburg (1972)
- 152) J.KARLAU  
Aufbau eines differentiellen Zweistrahl-  
Densitometers für den extremen Vaku-  
um-Ultraviolett-Bereich zur Untersuchung  
von Metall-Legierungen  
Diplomarbeit, Univ.Hamburg (1972)
- 153) H.PETERSEN  
Photoabsorption von Caesium-Dampf  
im extremen Ultraviolett  
Diplomarbeit, Univ.Hamburg (1972)
- 154) R.HAENSEL, H.PETERSEN, K.RADLER,  
B.SONNTAG, H.-W.WOLFF  
Photoabsorption von atomarem Natrium  
im Vakuum-Ultraviolett  
Verhandl.DPG (VI) 7, 388, Regensburg (1972)
- 155) F.J.COMES, U.NIELSEN  
Das Absorptionsverhalten von gasförmigem und  
festem  $J_2$  im XUV-Bereich  
Verhandl.DPG (VI) 7, 426, Regensburg (1972)

- 156) D.BLECHSCHMIDT, E.E.KOCH, R.HAENSEL, U.NIELSEN, T.SAGAWA  
Optische Eigenschaften von gasförmigen und festem SF<sub>6</sub> im VUV und XUV  
Verhandl.DPG (VI) 7, 427, Regensburg (1972)
- 157) F.J.COMES, P.HABITZ, E.SCHWARZ, R.HAENSEL, U.NIELSEN  
Die Spektren der Xeon-Fluoride im Extremen Ultraviolett  
Verhandl.DPG (VI) 7, 427, Regensburg (1972)
- 158) E.E.KOCH  
Spektroskopie mit Synchrotronstrahlung an mehratomigen Molekülen  
Frühjahrstagung DPG, Regensburg (1972)
- 159) E.E.KOCH, A.OTTO, K. RADLER  
Optische Absorption von dampfförmigen aromatischen Kohlenwasserstoffen im VUV  
Verhandl.DPG (VI) 7, 430, Regensburg (1972)
- 160) B.SONNTAG, G.ZIMMERER, T.TUOMI  
Absorptionsvermögen von Se<sub>x</sub> Te<sub>1-x</sub>-Mischungen im Energiebereich von 38 eV bis 65 eV  
Verhandl.DPG (VI) 7, 532, Freudenstadt (1972)
- 161) R.HAENSEL, N.KOSUCH, U.NIELSEN, B.SONNTAG, U.RÖSSLER  
Die optischen Spektren der festen Edelgas-Legierungen im Extremen Ultraviolett  
Verhandl.DPG (VI) 7, 575, Freudenstadt (1972)
- 162) V.SAILE, M.SKIBOWSKI  
Anregung des Cs-5p Niveaus in Cs-Halogeniden bei 30 K  
Verhandl.DPG (VI) 7, 576, Freudenstadt (1972)
- 163) K.FESER, J.MÜLLER, A.FAESSLER, G.WIECH  
Studies of Emission Spectra in the Soft X-ray Region with Fluorescence Excitation using Synchrotron Radiation  
Int.Symp. 'X-ray Spectra and Electronic Structure of Matter', München, September (1972)
- 164) W.GUDAT, C.KUNZ  
Close Similarity between Photoelectric Yield and Photoabsorption Spectra in the Soft X-ray Range  
Int.Symp. 'X-ray Spectra and Electronic Structure of Matter', München, September (1972)
- 165) R.HAENSEL  
Optische Anregungen von Inneren Elektronenschalen in Gasen und Festkörpern mit Hilfe der Synchrotronstrahlung  
Kolloquium, Kiel, Januar (1972)
- 166) M.SKIBOWSKI  
Optical and Photoelectron Spectroscopy with Synchrotron Radiation  
LURE-ACO Solid State Spectroscopy Symposium, Paris, Januar (1972)
- 167) M.SKIBOWSKI  
Review on Recent Development at the DESY Synchrotron Radiation Laboratory  
LURE-ACO Solid State Spectroscopy Symposium, Paris, Januar (1972)
- 168) R.HAENSEL  
Optical Core Shell Excitation Using Synchrotron Radiation  
Invited Paper, Spring Meeting APS, Washington April, (1972)
- 169) M.SKIBOWSKI  
Electronic Excitation of Insulators by Synchrotron Radiation  
Kolloquium, Tel-Aviv, Mai (1972)
- 170) M.SKIBOWSKI  
Spectroscopic Techniques at the DESY Synchrotron Radiation Laboratory  
Kolloquium, Tel-Aviv, Mai (1972)
- 171) R.HAENSEL  
Inner Shell Electron Excitation in Solids and Gases by Synchrotron Radiation  
Kolloquium, Helsinki, Mai (1972)
- 172) C.KUNZ  
Synchrotronstrahlungsexperimente an Metallen und Legierungen und Planungen für Experimente am Speicherring  
Kolloquium, Marburg, Juni (1972)
- 173) R.HAENSEL  
Optische Anregungen von inneren Elektronenschalen in Gasen und Festkörpern mit Hilfe der Synchrotronstrahlung  
Kolloquium, Freiburg, Juni (1972)
- 174) R.HAENSEL  
Synchrotron Radiation, a Source in the Extreme Ultraviolet and Soft X-ray for Spectroscopy and Structural Analysis  
Invited Paper, III.All-Union Nat.Conf.Part.Accel. Moskau, Oktober (1972)
- 175) E.E.KOCH  
Studies in Molecular Spectroscopy with UV and Soft X-ray Synchrotron Light at DESY  
LURE-ACO Molecular Spectroscopy Symposium, Paris, Oktober (1972)
- 176) R.HAENSEL  
Optische Untersuchungen an Festkörpern und Gasen mit Hilfe der Synchrotronstrahlung  
Kolloquium, Münster, November (1972)
- 177) B.SONNTAG  
Report on the Activities at the Synchrotron Radiation Facility at DESY  
Fifth Annual Synchrotron Radiation Users Group Conf., Stoughton, Wisc., November (1972)

178) J.B.LEIGH, K.C.HOLMES, G.ROSENBAUM  
Application of Synchrotron Radiation for X-ray  
Diffraction in Biology  
IV.Intern.Kongreß für Biophysik, Moskau (1972)

179) J.B.LEIGH, K.C.HOLMES, G.ROSENBAUM  
Application of Synchrotron Radiation for X-ray  
Diffraction from Biological Specimen  
Symposium on Synchrotron Radiation,  
Brookhaven, September (1972)

**Theoretische Physik  
(T)**

180) A.BARTL, W.MAJEROTTO, D.SCHILDKNECHT  
Vector Meson Dominance and Smoothness of Inva-  
riant Amplitudes in  $\pi\Delta(1136)$  Electroproduction  
Nuovo Cimento 12A, 703 (1972) und  
DESY-Bericht 4/72

181) J.BELLANDI Filho  
Deep inelastic Electron Scattering in a nonrelati-  
vistic Bound State Model  
Revista Brasileira de Fisica 2, 87 (1972)

182) M.BÖHM, H.JOOS, M.KRAMMER  
Relativistic scalar quark model with strong  
binding  
Nuovo Cimento 7A, 21 (1972)

183) H.CHENG, T.T.WU  
Electron-Positron Annihilation into  
Hadrons at High Energies  
Phys.Letters 41B, 375 (1972) und  
DESY-Bericht 39/72

184) G.V.DASS  
Symmetries and the  $K_S^0 \rightarrow \mu^+\mu^-$   
Branching Ratio  
Nuclear Physics B49, 109 (1972) und  
DESY-Bericht 19/72

185) G.V.DASS, P.K.KABIR  
An Improved Test of CPT Invariance in  
Neutral Kaon Decays  
Phys.Rev.Letters D6, 3326 (1972)

186) J.FLEISCHER, F.GUTBROD  
On the Pion Form Factor in a Bethe-  
Salpeter Model  
Nuovo Cimento 10A, 235 (1972)

187) F.GUTBROD, G.KRAMER  
The  $k^2$ -Dependence of the Transverse Pion  
Electroproduction Cross Section in a Gene-  
ralized Born Term Model  
Nuclear Physics, B49, 461 (1972) und  
DESY-Bericht 30/72

188) F.GUTBROD  
The Nucleon Loop as a Force in the  
 $\pi\pi$  Channel  
Phys.Rev. D6, 3631 (1972)

189) H.KLEINERT, L.P.STAUNTON, P.H.WEISZ  
On the Electromagnetic Couplings of the  
F- and  $\sigma$ -Mesons  
Nuclear Physics B38, 87 (1972)

190) G.KÖPP, T.F.WALSH, P.ZERWAS  
Chiral Symmetry Breaking in the Kaon  
Nucleon System  
Nuclear Physics B42, 109 (1972)

191) M.KRAMMER  
Quark model relations for the electro-  
production of pseudoscalar mesons  
Revista Brasileira de Fisica 2, 33 (1972)

192) G.MACK, K.SYMANZIK  
Currents, Stress Tensor and Generalized Unita-  
rity in Conformal Invariant Quantum Field  
Theories  
Comm.Math.Phys.27, 247 (1972) und  
DESY-Bericht 20/72

193) S.PALLUA, B.RENNER  
On the t-Channel Description of Deep  
Inelastic Electroproduction  
Phys.Letters B38, 105 (1972)

194) S.PALLUA, B.RENNER  
Bounds on Deep Inelastic Structure  
Functions  
Nuclear Physics 43, 331 (1972)

195) B.J.READ  
Spin 3/2 Calculation:  $\pi\Delta$  Photopro-  
duction  
Nuclear Physics B52, 565 (1972) und  
DESY-Bericht 60/72

196) B.RENNER  
Theoretical Estimate of the Meson-  
Nucleon  $\alpha$ -Terms  
Phys.Letters 40, 473 (1972) und  
DESY-Bericht 25/72

197) J.J.SAKURAI, D.SCHILDKNECHT  
Generalized Vector Dominance and In-  
elastic Electron-Proton Scattering  
Phys.Letters 40B, 121 (1972)

198) J.J.SAKURA, D.SCHILDKNECHT  
Generalized Vector Dominance and In-  
elastic Electron Nucleon Scattering -  
The Neutron to Proton Ratio  
Phys.Letters 41B, 489 (1972)

- 199) J.J.SAKURAI, D.SCHILDKNECHT  
Generalized Vector Dominance and Inelastic Electron Nucleon Scattering - The Small  $\omega'$  Region  
Phys.Letters 42B, 216 (1972)
- 200) D.SCHILDKNECHT  
Vector Meson Dominance, Photo- and Electroproduction from Nucleons  
Springer Tracts in Modern Physics, Vol.63, 57 (1972) und  
DESY-Bericht 1/72
- 201) H.SUURA, B.L.YOUNG, T.F.WALSH  
Testing Triplet Models  
Nuovo Cimento 4, 505 (1972) und  
DESY-Bericht 21/72
- 202) H.SUURA, B.L.YOUNG  
Quark-Loop Dynamics and Meson Decays  
Nuovo Cimento 11A, 101 (1972) und  
DESY-Bericht 3/72
- 203) H.SUURA  
Coherent Vector Gluon Field in Hadrons  
Phys.Letters 42B, 237 (1972)
- 204) H.SUURA  
Long Range Potential Model of Hadrons  
Phys.Rev. D6, 3538 (1972) und  
DESY-Bericht 47/72
- 205) K.SYMANZIK  
On Calculations in Conformal Invariant Field Theories  
Nuovo Cimento 3, 374 (1972) und  
DESY-Bericht 6/72
- 206) W.R.THEIS  
Anomalous Dimensions in P-P Elastic Scattering?  
Phys.Letters 42B, 246 (1972) und  
DESY-Bericht 35/72
- 207) T.F.WALSH, P.ZERWAS  
Scaling Behaviour in Off-shell Photon-Photon Scattering  
Nuclear Physics B41, 551 (1972)
- 208) D.SCHILDKNECHT  
Vector Meson Dominance, Photo- and Electroproduction from Nucleons  
DESY-Bericht 1/72
- 209) H.SUURA  
Self-Trapping Field of Quarks in Hadrons  
DESY-Bericht 7/72
- 210) H.LEHMANN, H.TRUTE  
Second-Order Effects in Chiral-Invariant Pion Lagrangians and the Use of Superpropagators  
DESY-Bericht 8/72
- 211) S.PAULLUA, B.RENNER  
Bounds on Deep Inelastic Structure Functions  
DESY-Bericht 10/72
- 212) H.BÖHM, H.JOOS, M.KRAMMER  
The Mesons as a Relativistic Fermi-Quark-Antiquark System with Strong Binding  
DESY-Bericht 11/72
- 213) G.MACK, K.SYMANZIK  
Currents, Stress Tensor and Generalized Unitarity in Conformal Invariant Quantum Field Theory  
DESY-Bericht 20/72
- 214) G.KRAMER, H.R.QUINN  
A Diffraction-Dissociation Model for High-Energy Electroproduction  
DESY-Bericht 23/72
- 215) G.KÖPP, D.REIN, P.ZERWAS  
Quark Model Predictions for Weak Production of Pseudoscalar Mesons  
DESY-Bericht 32/72
- 216) T.F.WALSH, P.ZERWAS  
Polarization Effects in Deep Inelastic Lepton-Nucleon Scattering  
DESY-Bericht 36/72
- 217) R.J.OAKES, H.PRIMAKOFF  
'Exotic' Hadron Weak Currents  
DESY-Bericht 42/72
- 218) N.DOMBNEY, B.J.READ  
Pion Electroproduction and Photoproduction Including PCAC  
DESY-Bericht 44/72
- 219) G.KRAMER, T.F.WALSH  
Quasi Two Body  $e^+e^-$  Annihilation  
DESY-Bericht 46/72
- 220) M.CHAICHIAN, S.KITAKADO, S.PALLUA, B.RENNER  
Application of Duality Principles to Deep Inelastic Reactions  
DESY-Bericht 50/72
- 221) B.RENNER, L.P.STAUNTON  
Further Remarks About the  $\epsilon(700)$  Meson and Broken Scale Invariance  
DESY-Bericht 55/72
- 222) N.LEVY, W.MAJEROTTO, B.J.READ  
High Energy Electroproduction and Photoproduction of Kaons  
DESY-Bericht 57/72

- 223) J.BARTELS  
Multi-Regge Exchange and  
Eikonalization  
DESY-Bericht 59/72
- 224) M.BÖHM, H.JOOS, M.KRAMMER  
Generalized Vector Meson Dominance  
of Electromagnetic Interactions in a Re-  
lativistic Quark Model  
DESY-Bericht 62/72
- 225) K.SYMANZIK  
A Field Theory with Computable  
Large-Momenta Behaviour  
DESY-Bericht 68/72
- 226) K.SYMANZIK  
On Theories with Massless Particles  
DESY-Bericht 73/72
- 227) F.GUTBROD  
Pion Self-Energy Effects in the  $\rho$ -  
Meson from the Ward Identity  
DESY-Bericht 74/72
- 228) T.F.WALSH, P.ZERWAS  
Two-Photon Process in the  
Parton Model  
DESY-Bericht 77/72
- 229) B.RENNER  
Aktuelle Probleme in schwachen  
Wechselwirkungen  
Interner Bericht DESY T/9-72
- 230) R.F.MEYER  
Relativistisches Dreiteilchenpro-  
blem und Quarkmodell  
Interner Bericht DESY T/10-72
- 231) M.KRAMMER  
Die Fermion-Antifermion Bete-  
Salpeter Gleichung und das relati-  
vistische Quarkmodell  
Habilitationsschrift, November (1972)
- 232) H.JOOS  
Deep Binding in Composite Models  
of Hadrons  
Proceedings XVI.Intern.Conference on  
High Energy Physics, Chicago-Batavia  
Vol.1, 199 (1972)
- 233) H.JOOS  
Thesen, Hypothesen und Probleme der  
Elementarteilchenphysik  
Preprint (1972)
- 234) K.SYMANZIK  
Infra-red Singularities and Large  
Momenta Behaviour in Renormalizable  
Field Theory  
Intern.Conference on Mathematical Pro-  
blems of Quantum Field Theory and Quan-  
tum Statistics, Steklov Mathematical Insti-  
tute, Moskau (1972)
- Elektronik  
(F56)**
- 235) W.NEFF, H.J.STUCKENBERG, G.WILL  
CATO - Ein Verstärker-Logik-System für  
Charpak-Kammern mit 32 Kanälen auf einer  
CAMAC-Karte  
Interner Bericht DESY F56/72-2
- 236) H.BRECHTEL, H.J.STUCKENBERG  
PERSEUS - Ein neues, sehr schnelles Auslese-  
system für Charpak-Kammern und Hodoskope  
Interner Bericht DESY F56/72-1
- 237) H.D.BÖSCH, H.J.STUCKENBERG  
PRIAMOS - Ein Spuren-Erkennungs-System  
für Charpak- und Funkenkammern  
Interner Bericht DESY F56/72-3
- 3.1 Synchrotronbetrieb  
(S1)**
- 238) A.FEBEL  
Erhöhung der Bunchbesetzungszahl im Spei-  
cherring mit einem neuen Chopper-System  
im LINAC II  
Interner Bericht DESY S1/72-1
- 239) W.KRIENS  
Phasensynchronisierung für die SR-Injektion  
Interner Bericht DESY S1/72-2
- 240) A.FEBEL, G.STANGE  
Linac II  
Interner Bericht DESY S1/72-3
- 241) J.EHRIG  
PDP 15 - Kursus  
Interner Bericht DESY S1/72-4
- 242) J.EHRIG  
Betriebssystem für eine gekoppelte  
Prozeßrechner-Anlage  
Interner Bericht DESY S1/72-5

**Speicherring-Entwicklung  
(H)**

- 243) K.STEFFEN  
Bypass Layout of Isabelle Proton and  
Electron Rings and Study of e-p Inter-  
action Region  
Brookhaven National Lab.-BNL-17173  
(1972)
- 244) H.C.DEHNE, M.PREGER, S.TAZZARI,  
G.VIGNOLA  
Luminosity Measurements at ADONE using  
single and double Bremsstrahlung  
Laboratori Nazionali di Frascati -LNF-72/75  
(1972)
- 245) R.D.KOHAUPT, A.PIWINSKI  
Influence of Matched Electrodes on the Beam  
CERN AMC-1 (1972)
- 246) R.FISCHER, R.ROSSMANITH  
A Kerr Camera with ten picoseconds  
Time resolution  
Optics Communications 5,53 (1972) und  
DESY-Bericht 14/72
- 247) R.FISCHER, R.ROSSMANITH  
Measurement of the Bunch Structure in  
the DESY Synchrotron  
DESY-Bericht 49/72
- 248) A.PIWINSKI  
Bunch Lengthening and Power Losses due  
to the Vacuum Chamber Walls  
DESY-Bericht 72/72
- 249) R.ROSSMANITH  
Strahlbeeinflussungs- und Breitband-Pick-  
up-Plattensysteme am Speicherring DORIS  
Interner Bericht DESY H5/72-1
- 250) A.WRULICH  
Dämpfung von kohärenten Schwingungen  
Interner Bericht DESY H1/72-1
- 251) A.PIWINSKI  
The Influence of the Space Charge Effect  
with Crossing Angle on the Damping Constants  
Technische Notiz H1-3
- 252) S.PÄTZOLD, K.WILLE  
Vorschlag einer Feldregelung für die  
Speicherringmagnete  
Technische Notiz H2-3
- 253) N.LEHNART, D.RENKEN, U.WEINECK,  
A.ZOLFAGHARI  
Schmalbandiges Feedback am Synchrotron  
Interner Bericht DESY H3/72-1
- 254) G.MÜLHAUPT  
Strahldimensionen im Speicherring  
Technische Notiz H5-23
- 255) G.MÜLHAUPT  
Strahldimensionen im Speicherring  
Technische Notiz H5-24
- 256) B.APPEL, H.C.DEHNE  
Bremsstrahl-Tagging- und Profilmone-  
nitore am Speicherring DORIS  
Technische Notiz H5-25
- 257) J.BURKHARDT, R.ROSSMANITH  
Der Strommonitor am Speicherring  
DORIS  
Interner Bericht DESY H5/72-1
- 258) H.WIEDEMANN, B.H.WIIK  
An improved mode of operation of  
the proposed DESY e-p colliding beam  
experiment  
Interner Bericht DESY F35/72-3
- 259) D.HEINS, S.PÄTZOLD  
Strahlungsmessung im Speicherring  
- Zf-Elektronik und Auswertung -  
Interner Bericht DESY H6/72-1
- 260) H.GERKE, H.WIEDEMANN,  
B.H.WIIK, G.WOLF  
Ein Vorschlag DORIS als e-p Spei-  
cherring zu benutzen  
Interner Bericht DESY H/72-22
- 261) R.D.KOHAUPT, A.PIWINSKI  
Influence of Matched Electrodes  
on the Beam  
CERN AMC-1 (1972)
- 262) J.GAREYTE, R.D.KOHAUPT, A.  
PIWINSKI  
Instabilities of the Coherent Longi-  
tudinal Oscillations of the Bunch System  
CERN AMC-1 (1972)
- 263) K.STEFFEN  
'Colliding Beam Experiments at DESY'  
Beitrag zur III All-Union Conference on  
Particle Accelerators, Moskau (1972) ;  
Invited Talk
- 264) R.D.KOHAUPT, A.PIWINSKI  
Matched Electrodes  
Beitrag zum Intern.Meeting CERN, April (1972)

**Rechenzentrum  
(R1, R2)**

- 265) F.SELONKE, R.WURTH, H.-H. BROCKMANN  
On the Possibility of Measuring BEBC Pictures with an HPD  
Nuclear Instr.and Methods 461, 103 (1972) und DESY-Bericht 17/72
- 266) K.DAHLMANN, I.EHRIG, O.HELL  
Use of an ARGUS 500 Computer to Support the Operation of a Linear Accelerator  
DESY-Bericht DV-1/72
- 267) W.WIMMER  
Datensatz-Zugriffshäufigkeit und Optimale Auslegung einer Massenspeicherhierarchie für das DESY-Rechenzentrum  
Interner Bericht DESY R-72/1
- 268) G.RIPKEN  
Berechnung der Strahlungskorrekturen zur  $\mu$ -Paar-Erzeugung bei Kollisionen transversal polarisierter Elektronen und Positronen mit Anwendungen auf die Polarisationsmessung des Elektronen- und Positronenstrahls im Speicherring  
Interner Bericht DESY R1-72/2
- 269) H.J.MÜCK  
Ausbau eines interaktiven Dialog- und Datenorganisationssystems bei der automatischen Filmauswertung mit einem HPD  
Dissertation, Physikalisches Inst.der Univ.Bonn und Interner Bericht DESY R2-72/1
- 270) H.BUTENSCHÖN  
Verwaltung von Programmsystemen mit NEWLIB  
Interner Bericht DESY R2-72/2
- 271) U.HEEREN  
Verfahren zur Spurerkennung bei einem Speicherringexperiment mit dem Magneten PLUTO  
Interner Bericht DESY R2-72/3
- 272) F.SELONKE  
Methodische Optimierung von Mechanik, Optik und Elektronik bei der automatischen Filmvermessung auf einem HPD  
Dissertation, Physikalisches Inst.der Univ.Bonn
- 273) R.WURTH  
Systematische Untersuchungen zur Vermeßbarkeit von Blaskammerspuren auf einem HPD  
Diplomarbeit, II.Physikalisches Inst.der Univ.Hamburg
- 274) K.BRUNNSTEIN  
Rechnersimuliertes Experiment - didaktische Innovation oder teure Spielerei  
Vortrag, 1.Symposium des Bildungstechnologischen Zentrums Wiesbaden
- 275) K.BRUNNSTEIN, J.W.SCHMIDT  
A Multitasking Operating System on a PDP-8-A Basis for Intelligent Work in different Application Areas  
Vortrag, DECUS Meeting, Straßburg (1972)
- 276) K.BRUNNSTEIN  
Zur Problematik des Einsatzes von Rechnern als Lehrgegenstand  
Vortrag, Symposium des 'Forschungs- und Entwicklungsinstitutes für objektivierte Lehr- und Lernverfahren', Paderborn (1972)
- 277) K.BRUNNSTEIN  
Structuring and Retrieving Information in Computer-Based Learning  
Vortrag, 4th Symposium on Computer and Information Science 'COINS -72', Miami
- 278) K.BRUNNSTEIN  
Development of Computer Science in Germany  
Vortrag, 4th Symposium on Computer and Science 'COINS-72', Miami
- 279) D.MÖNKEMEYER, F.SELONKE  
Status and Development at the Bonn-Hamburg-HPD  
Vortrag, HPD Collaboration Meeting, Saclay (1972)
- 280) E.RAUBOLD, G.ULLRICH  
Graphenmodelle zur Beschreibung der Wechselwirkung zwischen asynchronen Prozessen  
Vortrag, Tagung 'Rechner- und Betriebssysteme', Darmstadt (1972)  
Nachrichtentechnische Fachberichte 44, 207 (1972)
- 281) E.RAUBOLD  
Automatische Datenträgerverwaltung bei DESY  
Vortrag, Tagung 'Datenverarbeitung in der Forschung', Jülich (1972)  
Jül-Conf-7,119, Oktober (1972)
- 282) E.RAUBOLD  
Darstellung von Datenübertragungssystemen mittels Petri-Netze  
Vortragsreihe, Seminar 'Systemorganisation', GMD, Birlinghoven (1972)
- 283) P.SCHILLING  
Das Task-Konzept von PL/1  
Vortrag, 'PEARL'-Seminar, Jülich (1972)
- Weitere Veröffentlichungen s.unter F58/UKE (Informatik-anwendung in der Medizin)

**Digitale Datenerfassung  
(F58)**

- 284) W.R.DIX  
Inelastische Elektron-Proton-Streuung im Gebiet der  $\Delta(1236)$ -Resonanz  
Interner Bericht DESY F22-72/1
- 285) W.LENKEIT  
Das F58 Plotter System  
Interner Bericht DESY F58-72/2
- 286) F.AKOLK, H.FRESE, G.HOCHWELLER, B.SELIG  
DESY - PDP-8/PDP-8I/PDP-8E-  
Programmiersystem EDITORPROGRAMM SUPEDT  
Interner Bericht DESY F58-72/3

**Informatikanwendung in der Medizin  
(F58/UKE)**

- 287) K.DAHLMANN, K.H.HÖHNE  
Einsatz der Datenfernverarbeitung bei der Automatisierung eines klinisch-chemischen Labors im Universitätskrankenhaus Eppendorf  
German Chapter of ACM, Lectures I (1972)
- 288) K.DAHLMANN, K.H.HÖHNE  
On-line-Erfassung und Auswertung klinisch-chemischer Daten mit dem System LABMAT  
Tagung Biochemische Analytik, München (1972)
- 289) K.H.HÖHNE, K.DAHLMANN  
LABMAT - A data Handling System for a Clinical Laboratory  
8th Intern.Congress on Clinical Chemistry, Kopenhagen (1972)
- 290) K.DAHLMANN, K.H.HÖHNE, D.-D.VOIGT  
On-line Evaluation of Laboratory Data Using LABMAT  
8th Intern.Congress on Clinical Chemistry, Kopenhagen (1972)
- 291) K.H.HÖHNE, K.DAHLMANN, W.-R.DIX  
Anwendung einer dezentralisierten Rechnerstruktur in der medizinischen Datenverarbeitung; Methoden der Informatik in der medizinischen Datenverarbeitung  
Lecture Notes in Economics and Mathematical Sciences, Springer, Berlin, im Druck

- 292) H.LIPPS, K.H.HÖHNE, G.PFEIFFER, H.E.NIEKRENS, C.SCHNEIDER, D.NOVAK  
Ein System zur interaktiven graphischen Auswertung von Szintigrammen; Methoden der Informatik in der medizinischen Datenverarbeitung  
Lecture Notes in Economics and Mathematical Sciences, Springer, Berlin, im Druck
- 293) D.NOVAK, K.H.HÖHNE, H.LIPPS, G.PFEIFFER  
Qualification of Regional Lung Perfusion in Sarcoidosis of the Lung Using a Scintillation Camera and a Digital Computer System  
6th Intern.Sarcoidosis Conference, Tokio (1972)

**Blasenammerbetrieb und Supraleitung  
(B1)**

- 294) G.ALEXANDER, O.BENARY, S.DAGAN, J.GRUNHANS, A.LEVY, I.STUMER, P.ANG, I.BAR-NIR, E.BURCKHARDT, H.FILTHUT, H.OBERLACK, A.PUTZER, G.HORLITZ, S.WOLFF  
One Pion Exchange Analysis of the Reaction  $np \rightarrow pp\pi$  from 1.5 to 4.0 GeV/c Incident Momentum  
Nuclear Physics, im Druck
- 295) G.HARIGEL, G.HORLITZ, S.WOLFF  
On the Movement of Bubbles in a Medium-Sized Bubble Chamber  
DESY-Bericht 16/72
- 296) G.HORLITZ, S.WOLFF, C.P.PARSCH  
Helium Gas Cooled Current Leads in a Refrigerator Cooled Superconductive Magnet System  
Proceedings IV.Intern.Conference on Magnet Technology, Brookhaven, p.689 (1972)
- 297) C.P.PARSCH, E.BARTOSCH, F.BÖHM, G.HORLITZ, G.KNUST, S.WOLFF, A.STEPHAN, D.HAUCK  
The 1.4 m/2.2 T Superconducting Detector Magnet PLUTO for the Electron-Positron Storage Ring at DESY  
Proceedings IV.Intern.Conference on Magnet Technology, Brookhaven, p.175 (1972)
- 298) W.ESCHRICHT, H.-J.FIEBIG, G.HORLITZ, U.KNOPF, G.KNUST, K.-D.NOWAKOWSKI, O.PETERS, W.STAHLSCHEMIDT, S.WOLFF  
A Superconducting Coil for the 1.4 m/2.2 T Detector Magnet PLUTO at DESY  
Proceedings IV.Intern.Conference on Magnet Technology, Brookhaven, p.287 (1972)

**Energieversorgung  
(K)**

- 299) M.LEVY  
Automatische Aufzeichnung von  
Bodediagrammen  
Interner Bericht DESY K1-72/1
- 300) M.LEVY  
Sendergleichrichter - Dynamische  
Berechnung  
Interner Bericht DESY K1-72/2
- 301) M.LEVY  
Hybrid Simulation of a Thyristor  
D.C.power supply  
Interner Bericht DESY K1-72/3
- 302) H.NARCISS  
Isolations-Koordination bei Misch-  
spannungen  
EV-Notiz Nr.52 (1972)
- 303) P.STEGLICH  
Notstromversorgung  
EV-Notiz Nr.56-59 (1972)
- 304) W.D.GODE  
Vorschlag zur Konstruktion eines  
Prüfgerätes für Magnetstromversorgung  
EV-Notiz Nr.60 (1972)

**Strahlenschutz  
(D3)**

- 305) G.ANDERSSON, I.BLOMQUIST, B.FORK-  
MAN, G.G.JONSSON, A.JÄRUND, I.KROON,  
K.LINDGREN, B.SCHRÖDER, K.TESCH  
Photon-induced nuclear reactions above 1 GeV  
Nuclear Physics, A197, 44 (1972) und  
DESY-Bericht 22/72
- 306) K.TESCH  
On the accuracy of the photon-difference method  
used in high-energy photonuclear reactions  
Nuclear Instr.Methods 95, 245 (1972)
- 307) K.LINDGREN, G.G.JONSSON  
Photon Induced Nuclear Reactions above 1 GeV  
II.Spallation Reactions  
DESY-Bericht 27/72
- 308) B.SCHRÖDER  
Photon Induced Nuclear Reactions above 1 GeV  
IV. Mass Distribution in the 6.00 GeV Brems-  
strahlung Induced Fission of Natural Uranium  
DESY-Bericht 29/72
- 309) K.TESCH  
Messung der Dosisleistung, die während des Be-  
etriebes im Raum des Synchrotrons auftritt  
Interner Bericht DESY D3-72/9
- 310) H.DINTER, K.TESCH  
Berechnung der Abschirmung für den Speicher-  
ring DORIS  
Interner Bericht DESY D3-72/10
- 311) K.P.KLIMEK  
Die Anlagen zur Überwachung der Radio-  
aktivität in Luft und Wasser am DESY  
Interner Bericht DESY D3-72/11
- 312) E.PETERS  
Organisation der Personendosisregistrierung  
am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY  
Interner Bericht DESY D3-72/12

**Verzeichnis der in diesem Bericht zitierten Veröffentlichungen auswärtiger Institute**  
**sowie DESY-Veröffentlichungen aus vorhergehenden Jahren**

- A1) Y.NAMBA, E.SHRAUNER  
Phys.Rev.128, 862 (1962)
- A2) S.FUBINI, G.FURLAN  
Ann.Phys.(N.Y.)48, 322 (1968)
- A3) N.DORNBEY, B.J.READ  
Pion Electroproduction and Photo-  
production Including PCAC  
DESY-Bericht 44/72
- A4) M.DAMASHEK, F.J.GILMAN  
P.R. DI, 1319 (1970)
- A5) M.GELL-MANN, M.C.GOLDBERGER,  
W.THIRRING  
P.R. 95, 1612 (1954)
- A6) H.BURFEINDT, G.BUSCHHORN, H.GENZEL,  
P.HEIDE, U.KÖTZ, K.-H.MESS, P.SCHMÜSER,  
B.SONNE, G.VOGEL, B.H.WIIK  
Measurement of Inclusive Photoproduction at  
3.2 GeV and Comparison with Electroproduction  
DESY-Bericht 75/72
- A7) J.C.ALDER, F.W.BRASSE, E.CHAZELAS, W.  
FEHRENBACH, W.FLAUGER, K.-H.FRANK,  
E.GANSSAUGE, J.GAYLER, V.KORBEL, W.  
KRECHLOK, J.MAY, M.MERKWITZ, P.D.ZIM-  
MERMAN  
Measurements of Inclusive Hadron Momentum  
Distributions in Deep Inelastic Electroproduction  
Nuclear Physics B46, 415 (1972)
- A8) W.BRAUNSCHWEIG, W.ERLEWEIN, H.FRESE,  
K.LÜBELSMEYER, H.MEYER-WACHSMUTH,  
D.SCHMITZ, A.SCHULTZ v.DRATZIG, G.WESSELS  
Single Photoproduction of  $\eta$ -Mesons on Hydrogen in  
the forward direction at 4 and 6 GeV  
Phys.Letters 33B, 236 (1972)
- A9) A.M.OSBORNE, A.BROWMAN, K.HANSON, N.HOR-  
WITZ, W.T.MEYER, A.SILVERMAN, F.E.TAYLOR  
 $\pi^0$  Photoproduction from Neutrons  
CLNS - 189 (1972), Cornell University
- A10) C.C.BOLON, D.BELLINGER, W.LOBAR, D.LUCKEY,  
L.G.OSBORNE, R.SCHWITTERS  
Photoproduction of  $\pi^0$ -s from Neutrons at 4 GeV  
Phys.Rev.Letters 27, 964 (1971)
- A11) N.LEVY, W.MAJEROTTO, B.READ  
High Energy Electroproduction and Photo-  
production of Kaons  
DESY-Bericht 57/72
- A12) J.C.ALDER et al.  
Nuclear Physics B46, 145 (1972)
- A13) A.H.MÜLLER  
Phys.Rev.D2, 2963 (1970)
- A14) A.M.BOYARSKI et al.  
Beitrag zur Cornell-Konferenz 1971
- A15) K.C.MOFFEIT et al.  
Phys.Rev. D5, 1603 (1972)
- A16) E.J.WILLIAMS  
Kgl.Danske Videnskab.Selskab.  
Mat.Fys.Med 13, No.4 (1935)
- A17) A.W.ADLER, S.G.COHEN  
Phys.Rev.146, 1001 (1966)
- A18) M.BOLSTERLI  
Phys.Rev.94, 367 (1954)
- A19) A.P.BUKHVOSTOV et al.  
Sov.Phys.Jetp.,16, 467 (1963)
- A20) S.S.SANNIKOV  
Sov.Phys.Jetp. 15, 196 (1962)
- A21) G.HEMMIE  
'Flat Top' im Magnetstrom, Regel-  
probleme und Energiebestimmung  
Interner Bericht DESY S1-73/2
- A22) G.HEMMIE  
Schnelle Ejektion und Injektion unter  
Ausnutzung einer Drittelresonanz  
Interner Bericht DESY S1-70/7
- A23) W.KRIENS, F.PIEPER  
Messungen am Hochfrequenzsystem  
Interner Bericht DESY S1-73/3
- A24) H.KUMPFERT  
Recent Progress in the Performance  
of the DESY Electron Synchrotron  
Interner Bericht DESY S1-73/5
- A25) A.FEBEL, H.GERKE, M.TIGNER et al.  
The DESY Synchrotron as a Proton In-  
jector for DORIS  
Interner Bericht DESY F35/H/S1-73/1
- A26) N.N.HESSE  
ZEIKUM, Zeichnen und Beschriften von  
analogen Kurven mit automatischer Null-  
punkts- und Maßstabwahl  
Studienarbeit f.d.Fachhochschule, Hamburg
- A27) A Control Algorithm for an On-Line  
Control System  
A study on the Application of a Direct  
Digital Control of a Thermal Reactor  
GFK Tesperhude
- A28) G.HORLITZ, S.WOLFF, G.HARIGEL,  
H.LEUTZ, F.SCHMEISSNER  
Operation of a Track Sensitive Deuterium  
Target Inside a Neon-Hydrogen Bubble  
Chamber  
Nucl.Instruments and Methods 68, 213 (1969)