



# WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT **DESY** 1976



10098





**Wissenschaftlicher Jahresbericht 1976  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**

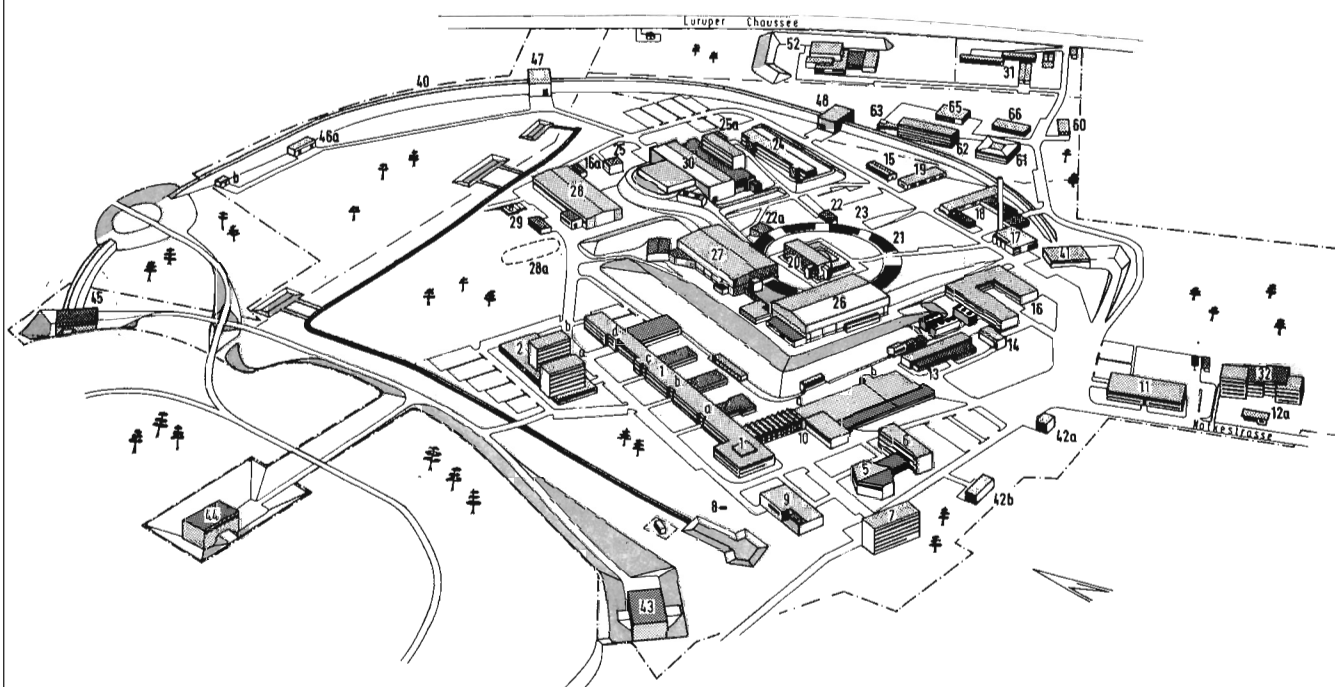




## INHALT

	Seite
Einführung	5
Übersicht 1976	9
Experimente bei DESY	11
Wissenschaftliche Veranstaltungen	14
Organe der Stiftung	16
Bereich Forschung	23
Elementarteilchenphysik	26
Experimente am Speicherring DORIS	26
Experimente am Synchrotron	52
Experimente am Speicherring PETRA	74
Experimente an anderen Beschleunigern	84
Theoretische Physik	87
Experimente mit Synchrotronstrahlung	88
Atom- und Molekülphysik	91
Festkörperphysik	96
Experimente mit weicher Röntgenstrahlung	100
Röntgenphysik	102
Weiterentwicklung der Nachweistechiken	105
Bereich Maschine	107
Synchrotron	110
Speicherring DORIS	115
Speicherring PETRA	120
Aufbau der Experimente	141
Energieversorgung	142
Strahlenschutz	143
Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb	145
Datenverarbeitung	149
Neue Technologien	153
Werkstätten und Service	155
Bibliothek und Dokumentation	157
Literaturverzeichnis	159

# Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY



- |     |                       |                   |                           |
|-----|-----------------------|-------------------|---------------------------|
| 1   | Laborgebäude I        | 19                | Tischlerei                |
| 2   | Laborgebäude II       | 20                | Synchrotron               |
| 5   | DESY-Hörsaal          | 22, 22a           | Synchr.-Strahlungs-Labors |
| 6   | Verwaltungsgebäude    | 23                | Linac I                   |
| 7   | Gästehaus I           | 24                | Linac II                  |
| 8   | Bereich Hauptpumpwerk | 25, 25a           | Synchr.-Strahlungs-Labors |
| 9   | Kantine               | 26                | Experimentierhalle I      |
| 10  | Werkstattgebäude      | 27                | Experimentierhalle II     |
| 11  | Warenwirtschaft       | 28                | Experimentierhalle III    |
| 12a | Pförtner              | 29                | Enteisungsanlage          |
| 13  | Verflüssigergebäude   | 30                | Speicherring DORIS        |
| 14  | Chemielabor           | 31                | Vorbereitungsbauten       |
| 15  | Gästehaus III         | 32                | Gästehaus II              |
| 16  | Kraftstation          | 40                | Speicherring PETRA        |
| 16a | 110-KV-Umspannstation | 41, 43-45, 47, 48 | PETRA-Experimentierhallen |
| 17  | Heizzentrale          | 42a, b + 46a, b   | PETRA-HF-Hallen           |
| 18  | Betriebshof           |                   |                           |

## Gebäude des I. und II. Physikalischen Instituts der Universität Hamburg auf dem DESY-Gelände

- |    |                  |    |               |
|----|------------------|----|---------------|
| 52 | Zyklotron-Anlage | 63 | Isotopenlabor |
| 61 | Hörsaal          | 65 | Werkstatt     |
| 62 | Laborgebäude     |    |               |



## Einführung

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

Am 18. Dezember 1959 wurde DESY von der Bundesrepublik und der Freien und Hansestadt Hamburg als Stiftung errichtet, um die Grundlagenforschung in der Physik der Elementarteilchen zu fördern. Durch den Betrieb und weiteren Ausbau eines Beschleunigers für Elektronen und eines Doppelspeicherrings für Elektronen und Positronen sowie durch die wissenschaftliche Nutzung dieser beiden großen Anlagen erfüllt DESY diesen Auftrag. Daneben wird bei DESY wissenschaftliche und technische Forschung auf Gebieten betrieben, die erst mit den Arbeitsmethoden und Erfahrungen der Elementarteilchenphysik sowie der instrumentellen Ausstattung des Hamburger Laboratoriums möglich wurden.

Die Ergebnisse der Arbeiten werden uneingeschränkt veröffentlicht. Die Forschungseinrichtungen von DESY stehen allen deutschen Hochschulen und wissenschaftlichen Institutionen sowie auch ausländischen Wissenschaftlern offen.

## Finanzierung

Der zum Betrieb von DESY erforderliche Mittelaufwand wird im Verhältnis 9:1 vom Bundesministerium für Forschung und Technologie und von der Freien und Hansestadt Hamburg aufgebracht. Darüber hinaus haben das Bundesministerium für Forschung und Technologie und die Stiftung Volkswagenwerk in den vergangenen Jahren beträchtliche Sondermittel für den Ausbau der Forschungsanlage zur Verfügung gestellt. Der Zuwendungsbedarf für Betriebsmittel und Investitionen belief sich im Jahre 1976 auf 110 Mio. DM. DESY ist Mitglied der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen der Bundesrepublik Deutschland. Dieser Arbeitsgemeinschaft gehören z. Zt. zwölf Großforschungseinrichtungen an.

## Die Problemstellung der Elementarteilchenphysik

Die Erforschung unserer Welt erfolgt gegenwärtig in zwei Hauptrichtungen, die einander entgegengesetzt und doch eng miteinander verbunden sind: In Richtung auf die größten und die kleinsten Dimensionen des Universums. Die Grenzen der subatomaren Welt liegen zur Zeit bei etwa  $10^{-15}$  Zentimeter, also etwa dem hunderttausendsten Teil eines milliardstel Millimeters, die Grenzen des Makrokosmos bei etwa zehn Milliarden Lichtjahren.

In einem langwierigen Prozeß gelang es, Schritt für Schritt in das Innere der Materie vorzudringen: Von den Molekülen zu den Atomen mit den um den Atomkern kreisenden Elektronen, weiter zum Atomkern, der aus Protonen und Neutronen besteht, und schließlich in das Innere dieser Grundbausteine.

Protonen und Neutronen, die Bausteine der Atomkerne, und die diese umgebenden Elektronen bezeichnet man als Elementarteilchen. Neben diesen Atombausteinen kennt die Physik heute mehr als zweihundert weitere Partikel und deren Antiteilchen. Die Erforschung dieser Grundbausteine der Materie und der Kräfte, die zwischen ihnen wirken, ist die Aufgabe der Elementarteilchenphysik.

## Elementarteilchenphysik bei DESY

Läßt man sehr energiereiche Elektronen auf Protonen und Neutronen prallen, so werden sie, in ganz bestimmte Richtungen abgelenkt, gestreut. Wären Protonen und Neutronen streng punktförmige Gebilde, so müßte sich eine mathematisch genau voraussagbare Verteilung der gestreuten Elektronen ergeben. Tatsächlich aber zeigen sich deutliche Abweichungen von diesem Bild, die nur dadurch erklärt werden können, daß Protonen und Neutronen nicht punktförmig sind, sondern eine – wenn auch sehr kleine – Ausdehnung und damit eine Struktur besitzen. Bei DESY und in anderen Laboratorien durchgeführte Experimente lassen die Interpretation zu, daß innerhalb eines Protons sehr kleine punktförmige, elektrisch geladene Bausteine existieren.

Beim Zusammenprall sehr energiereicher Elektronen mit anderen Teilchen können aus der Bewegungsenergie des stoßenden Teilchens nach dem Einstein'schen Äquivalenzgesetz – Energie ist gleich Masse mal dem Quadrat der Lichtgeschwindigkeit (das bedeutet: Energie kann in Masse verwandelt werden und umgekehrt) – andere Teilchen erzeugt werden. Bei solchen Experimenten hat man die erwähnten mehr als zweihundert Teilchen entdeckt. Eine weitere wichtige Aufgabe der Hochenergiephysik ist es, die Eigenschaften dieser Teilchen und ihr Wechselspiel zu erforschen.

Die Lebensdauer der meisten dieser Partikel ist unvorstellbar kurz, teilweise kürzer als  $10^{-20}$  Sekunden, weniger als eine trillionstel Sekunde. Alle Elementarteilchen sind aus dem gleichen Stoff gemacht: aus Energie. Obwohl die uns bekannte Welt – wie erwähnt – im wesentlichen aus Protonen, Neutronen und Elektronen besteht, sind diese Teilchen jedoch keineswegs besonders „elementar“. Sie unterscheiden sich von den anderen Elementarteilchen nur dadurch, daß sie die stabilsten, also langlebigsten Glieder aller Elementarteilchen sind.

Beim Frontalzusammenstoß energiereicher Elektronen mit Elektronen oder mit Positronen (den Antiteilchen der Elektronen) stehen bei DORIS zur Erzeugung neuer Teilchen Energien zur Verfügung, die nur in Speicherringen erreicht werden können und die die Erzeugung von Teilchen mit wesentlich höherer Masse gestatten als dies bisher möglich war. Darüber hinaus kann bei solchen Zusammenstößen auch das Problem untersucht werden, wie elementar in Wirklichkeit Elektronen sind und ob sie nicht vielleicht doch eine Struktur besitzen, die bei den bisher durchgeführten Experimenten nicht beobachtet werden konnte.

Ganz allgemein kann gesagt werden, daß sich in der Vergangenheit stets neue, unvorhergesagte Phänomene beim Experimentieren in einem neuen Energiebereich gezeigt haben, die neue Ansätze zum Verständnis des Aufbaus der Materie gaben.

## Elektronenbeschleuniger und Speicherringe

Der DESY-Beschleuniger hat einen Durchmesser von 100 Metern und kann Elektronen und auch Positronen auf eine Maximalenergie von 7,5 Milliarden Elektronenvolt (7,5 GeV) beschleunigen. Am Ende des Beschleunigungsvorgangs haben die Elektronen eine Masse, die dem Fünfzehntausendfachen der Masse eines ruhenden Elektrons entspricht – dies als Folge des Einstein'schen Äquivalenzgesetzes.

Neben dem Elektronen-Synchrotron, an dem seit 1964 experimentiert wird, wurde am 18. Juni 1974 die Speicherringanlage DORIS (Doppel-Ring-Speicher) eingeweiht.



DORIS hat die Form eines Ovals mit einem Umfang von 280 m. In DORIS können unabhängig voneinander gegenseitig umlaufende Elektronen und Positronen mit einer Energie von bis zu 4,3 GeV aufeinandergeschossen werden.

Bei noch weit höherer Energie können diese Experimente fortgesetzt werden, wenn 1979 der neue Speicherring PETRA seine Arbeit aufnimmt. Auf einem Umfang von 2300 Metern werden Elektronen und Positronen dann eine Energie von je 19 GeV erhalten und bei ihrem Zusammenstoß einen noch tieferen Blick in die Struktur der Materie erlauben. Bei diesen Energien wird es möglich zu entscheiden, ob die elektromagnetische Kraft und die für den radioaktiven Zerfall verantwortliche sogenannte schwache Kraft eventuell nur zwei Erscheinungsformen ein und derselben Grundkraft sind.

## Forschung auf benachbarten Gebieten

Die Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik werden durch Forschungen auf benachbarten Gebieten ergänzt.

Besondere Bedeutung kommt bei DESY den Experimenten zu, die mit Hilfe der Synchrotronstrahlung durchgeführt werden. Die Synchrotronstrahlung entsteht gewissermaßen als Abfallprodukt beim Betrieb eines Elektronen-Beschleunigers. Sie ist eine elektromagnetische Strahlung, deren Spektrum vom Ultravioletten bis zum Röntgenbereich kontinuierlich verteilt ist. Für die an diesen Forschungsaufgaben arbeitenden Wissenschaftler stellen Elektronen-Beschleuniger und Speicherring sehr intensive „Lampen“ dar, mit deren Hilfe die Wechselwirkung von Licht mit Materie untersucht wird. An einem Hochenergie-Beschleuniger können in besonders guter Weise Untersuchungen auf dem Gebiet der Molekül- und Festkörperphysik durchgeführt werden.

Wissenschaftler des European Molecular Laboratory (EMBL Heidelberg) betreiben bei DESY eine Außenstelle und benutzen die Synchrotronstrahlung von DESY und DORIS zur Röntgenbeugung an biologischen Strukturen.

Die in der Elementarteilchenphysik gewonnene Erfahrung zur rationellen Verarbeitung großer Datenmengen wird in immer mehr Teilbereichen der Medizin für die Gesundheit des Menschen eingesetzt. Seit dem Jahre 1972 arbeiten Mitarbeiter von DESY gemeinsam mit Angehörigen des Universitäts-Krankenhauses in Hamburg-Eppendorf an der Datenerfassung und -rückgewinnung im klinisch-chemischen Labor sowie an der Auswertung von Strahlungsbildern geschädigter Organe.

## Die Elementarteilchenphysik als ein Motor des technologischen Fortschritts

Bau und Weiterentwicklung von DESY, DORIS und PETRA in Zusammenarbeit mit der Industrie dienen 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 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 Elementarteilchenphysik zu einem Innovationsmotor für fortgeschrittene Technologien geworden ist; Beispiele sind:

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

Besonders die elektronische Datenverarbeitung spielt angesichts der unvorstellbar großen Zahl anfallender Daten eine wichtige Rolle bei der Durchführung und Auswertung von Experimenten auf dem Gebiet der Hochenergiephysik. Die bei DESY aufgebauten Experimentier-Anordnungen und Auswerte-Einrichtungen sind über mehr als zwanzig Kleinrechner direkt („on-line“) mit dem Rechenzentrum verbunden. Die simultane Durchführung und Auswertung der Messungen gewährleisten einen hohen Ausnutzungsgrad der installierten Meßeinrichtungen. Außerdem sorgen die Kleinrechner für eine kontinuierliche Überwachung und Steuerung der komplizierten Apparaturen.

## Wer ist an den Forschungsarbeiten bei DESY beteiligt?

Von den bei DESY beschäftigten rund 1080 Mitarbeitern sind etwa 800 Personen unmittelbar mit der Durchführung der Arbeiten an den Forschungsschwerpunkten beteiligt. Neben den 170 wissenschaftlichen Mitarbeitern von DESY sind zirka 150 auswärtige Wissenschaftler als ständige Gäste am Forschungsprogramm von DESY beteiligt. Folgende deutsche Forschungsstätten sind vertreten:

die Universitäten Bielefeld, Bonn, Dortmund, Freiburg, Hamburg, Heidelberg, Karlsruhe, Kiel, Mainz, Marburg, München, Osnabrück, Siegen, Trier/Kaiserslautern, Tübingen, Würzburg und Wuppertal, das Kernforschungszentrum Karlsruhe, die Technische Hochschule Aachen, das Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik in München.

## Internationale Zusammenarbeit

Besonders erfreulich an der Elementarteilchen-Physik ist ihre sehr enge internationale Verflechtung, an der auch DESY intensiv beteiligt ist. Die Forschungsarbeiten bei DESY werden mit entsprechenden Einrichtungen in Amerika, Europa und der Sowjetunion koordiniert. Insbesondere ergänzt das DESY-Forschungsprogramm die wissenschaftlichen Untersuchungen des Europäischen Kernforschungszentrums CERN in Genf.

Auch durch einen längerfristigen persönlichen Kontakt mit Kollegen in ausländischen Forschungszentren wird die Zusammenarbeit intensiviert: Von den vorher erwähnten 150 ausländischen Gästen bei DESY stammen viele aus ausländischen Laboratorien, wie andererseits Mitarbeiter der Hamburger Forschungseinrichtung an Experimenten und deren Auswertung im Ausland beteiligt sind.



## Übersicht 1976

Auch im Jahr 1976 erwiesen sich die Experimente, die an Elektron-Positron-Speicherringen durchgeführt wurden, als besonders fruchtbar, und der Speicherring DORIS konnte dazu einen beachtlichen Anteil beitragen. Im Vordergrund stand die Bestätigung der Vermutung, daß alle sogenannten Elementarteilchen aus vier und nicht, wie früher angenommen wurde, aus drei Grundbausteinen zusammengesetzt sind. Die Existenz eines vierten Quarks, das durch eine „charm“-Ladung gekennzeichnet ist, hat neue Bereiche der Elementarteilchenphysik erschlossen, deren vollständige Erforschung noch einige Jahre in Anspruch nehmen wird. Allein das Studium des Charmonium-Systems (ein gebundener Zustand aus einem Charm-Quark und seinem Antiteilchen) stellt ein reiches Feld dar, da dieses System sowohl zu Schwingungen als auch Rotationen angeregt werden kann. Diese Anregungszustände werden mit Teilchen identifiziert, die den im Jahre 1974 entdeckten  $J/\psi$  und  $\psi'$  Teilchen und den bei DESY erstmals nachgewiesenen  $P_c^-$  und X-Teilchen entsprechen. Aus den Massen dieser Teilchen und ihren Zerfallsarten, für die im Berichtszeitraum weitere Ergebnisse erzielt werden konnten, lassen sich wichtige Aufschlüsse über die Eigenschaften der Kernkräfte gewinnen. Dazu wurden von den bei DESY beschäftigten Theoretikern wesentliche Beiträge geleistet.

Auf Grund des 4-Quark-Modells muß es auch Teilchen geben, die aus einem Charm-Quark und einem der schon früher bekannten (Anti)-Quarks zusammengesetzt sind. Die Existenz solcher Teilchen (D- und F-Mesonen) mit einer von 0 verschiedenen Charmladung konnte 1976 zum ersten Mal nachgewiesen werden. Die beiden großen Spektrometer DASP und PLUTO konnten die semileptonischen Zerfälle beobachten, bei denen neben Leptonen (Elektronen, Myonen, Neutrinos) bevorzugt K-Mesonen ausgesandt werden. Es konnte auch gezeigt werden, daß die aufgrund des Charmmodells zu erwartende anomal hohe K-Erzeugung bei der Schwelle für die Produktion von D-Mesonen einsetzt. Durch diese und weitere detaillierte Ergebnisse wurde die Richtigkeit des 4-Quark-Modells immer mehr erhärtet. Daraus ergeben sich aber auch wichtige neue Gesichtspunkte für die schwache Wechselwirkung, die den radioaktiven Zerfall der Teilchen und der Atomkerne bewirkt. Auch hier konnten mehrere theoretische Vorhersagen bestätigt werden, so daß sich zumindest für einen Teilbereich der Elementarteilchenphysik ein verhältnismäßig geschlossenes Bild ergibt.

Die genannten Resultate konnten nur dadurch erzielt werden, daß der Speicherring DORIS systematisch weiterentwickelt wurde. Für Schwerpunktsenergien zwischen 3 und 5 GeV konnte die Luminosität beträchtlich gesteigert werden, wobei durch erhöhte Zuverlässigkeit vor allem die mittlere Luminosität erheblich zunahm. DORIS war im Jahr 1976 6500 Stunden in Betrieb, von denen etwa drei Viertel für die Experimente und der Rest für Maschinenstudien verwendet wurden.

Die Experimente am Synchrotron, das mehr als 8300 Stunden betrieben wurde, sind im bisherigen Rahmen weitergeführt worden. Die personellen und finanziellen Beschränkungen erlaubten es nicht, größere neue Apparaturen aufzubauen. Besonders interessant sind die Ergebnisse eines Experimentes, in dem die Erzeugung von Elektron-Positron-Paaren durch harte Photonen untersucht werden. Bei einer Masse von 1100 MeV wurden Anzeichen für eine schmale Resonanz und bei höheren Massen Anzeichen für weitere Anomalien gefunden. Die Deutung dieser Ergebnisse steht noch aus.

Ein wesentlicher Teil der Aktivitäten von DESY galt dem Bau von PETRA und der Vorbereitung von Experimenten. Da PETRA ohne zusätzliche Stellen und zu einem großen Teil innerhalb der bereits bestehenden mittelfristigen Finanzplanung gebaut werden muß, waren erhebliche Anstrengungen notwendig, um eine Konzentration der Arbeiten auf dieses Projekt zu erreichen. Die umfangreichen Baumaßnahmen am 2,3 km langen PETRA-Tunnel und den Experimentierhallen konnten 1976 zum größten Teil abgeschlossen werden. Die Entwicklung von Prototypen für die Maschinenkomponenten und die Auftragsvergabe für Serienfertigung wurden weitgehend durchgeführt. Mit der Installation der Komponenten im

Tunnel wurde begonnen. Insgesamt konnte das Projekt im vorgesehenen Zeit- und Finanzplan abgewickelt werden. Aus den Experimentieranschlägen wurden vom PETRA Research Committee fünf zur Annahme empfohlen. An diesen Experimenten beteiligen sich etwa 200 Wissenschaftler, davon 100 aus dem Ausland. Alle Experimente werden von internationalen Kollaborationen durchgeführt. Intensive Vorbereitungen wurden in die Wege geleitet mit dem Ziele, die großen und komplexen Experimentieranordnungen zu Beginn des Jahres 1979 einsatzbereit zu haben.

Die Forschung in der Atom- und Festkörperphysik und der Biologie unter Verwendung der Synchrotronstrahlung nimmt an Bedeutung ständig zu. Die volle Inbetriebnahme des Labors an DORIS hat die Möglichkeiten zwar wesentlich erweitert, trotzdem war die vorhandene Experimentierkapazität im Berichtszeitraum fast vollständig ausgenutzt.



# Experimente bei DESY

(Stand: 15. August)

## Experimente, deren Messungen im Jahre 1976 abgeschlossen worden sind:

Exp.-Nr.	Beteiligte Physiker	Nachweisgerät
118	Vorschlag für eine NaJ-Zähleranordnung für Experimente an den DESY-Speicherringen	Natrium- und Jodid-Zählersystem
121	Untersuchungen von $e^+e^-$ - und $e^-e^-$ -Reaktionen mit Hilfe des magnetischen Detektors PLUTO	Supraleitende Spule PLUTO mit zylindrischen Charpack-Kammern
123	Vorschlag für ein erstes Experiment mit dem Doppelarmspektrometer: QED-Prozesse und inklusive Hadronerzeugung	Symmetrisches Doppelarmspektrometer DASP mit Proportionalkammern und Reichweitenzählern

Exp.-Nr.	Beteiligte Physiker	Nachweisgerät
94 2.	Teil: Messung der Reaktion $\gamma + p \rightarrow ppp$	Großwinkel-Paarspektrometer mit Drahtfunkenkammern am energiemarkierten Photonenstrahl
114	Bestimmung der longitudinalen und transversalen Wirkungsquerschnitte für die Elektroproduktion von $\pi^+$ -Mesonen im Massenbereich $W \geq 2$ GeV	Magnetisches Doppelarmspektrometer

## Experimente, an denen z. Z. Messungen vorgenommen werden:

Exp.-Nr.	Beteiligte Physiker	Nachweisgerät
94 2.	Teil: Messung der Reaktion $\gamma + p \rightarrow ppp$	Großwinkel-Paarspektrometer mit Drahtfunkenkammern am energiemarkierten Photonenstrahl
114	Bestimmung der longitudinalen und transversalen Wirkungsquerschnitte für die Elektroproduktion von $\pi^+$ -Mesonen im Massenbereich $W \geq 2$ GeV	Magnetisches Doppelarmspektrometer

- 115 Experimental Proposal to search and to study the Properties of Mesons in the Mass Region  $0.5 < M < 2,5 \text{ GeV}/c^2$   
 F31/H. Alvensleben, U. Becker, P. J. Biggs, M. Chen, G. Everhardt, P. Giromini, P. Goldhagen, A. Hirsch, T. McCarriston, P. Mantsch, M. Rohde, H. Schubel, G. J. Tarnopolsky, S. C. C. Ting, S. L. Wu  
 Magnetisches Doppelspektrometer
- 117 DORIS as an ep Colliding Beam Facility/Experimentiermöglichkeiten mit Elektron-Proton-Strahlen in DORIS  
 H. S. A. Febel, H. Gerke, G. Hemmie, H. Kumpfert, M. Tigner, H. Wiedemann, B. H. Witik  
 Synchrotron mit Van-de-Graaf-Injektor und DORIS
- 122 Proposal to Measure the Hadronic Final States in Inelastic Electron Scattering  
 F1, F59, Cornell Univ./V. Blobel, G. Drews, A. Huber, P. Joos, A. Ladage, R. Littauer, H. Nagel, E. Nordberg, P. Söding, H. Spitzer, P. Stein  
 Streamerkammer
- 125 Elektroproduktion von  $\pi^0$ -Mesonen an Protonen  
 F32, F34, Aachen/H. Ackermann, T. Azemoon, C. Berger, G. Dick, W. Erlewein, E. Gansauge, F. Janata, D. Lüke, H. Meyer-Wachsmuth, N. Mistry, D. Schmidt, G. Specht, D. Trines  
 Bleiglas-Cerenkovzähler
- 136 Inklusive Pion-Photoproduktion an einem polarisierten Protonentarget  
 F34/F35, H. Genzel, J. Knüttel, L. Paul, M. J. Schachter, B. Sonne, A. Schultz v. Dratzig  
 Magnet. Spektrometer mit Protonen-Szintillationszählern
- 137 Elektroproduktion von  $\pi^0$ ,  $\pi^\pm$ - und  $\eta$ -Mesonen im Resonanzgebiet bei Impulsüberträgen von 0.2 bis 3 GeV<sup>2</sup>  
 F21, F. W. Brasse, W. Flauger, J. Gayler, V. Gerhardt, R. Haidan, V. Korbel, H. Wriedt  
 Doppelfokussierendes Elektronenspektrometer, Hadronenspektrometer mit Proportionaldrahtkammern und Szintillationshodoskop
- 138 Untersuchung von  $e^+e^-$ -Reaktionen mit Hilfe des magnetischen Detektors PLUTO  
 F1/F33/F39, Hamburg, Siegen, Wuppertal, A. Bäcker, V. Blobel, S. Brandt, J. Bürger, J. Burmeister, L. Criegee, H. C. Dehne, K. Derikum, R. Devenish, J. Fox, G. Franke, G. Flügge, Ch. Gerke, C. Grupen, G. Horlitz, H. Jensing, Th. Kahl, G. Knies, B. Koppitz, E. Lohrmann, H. Meyer, M. Rößler, M. Rost, R. Schmitz, T. N. Ranga Swamy, U. Timm, K. Wacker, H. Wahl, P. Waloschek, G. G. Winter, S. Wolff, G. Zech, W. Zimmermann  
 Supraleitende Spule PLUTO mit zylindrischen Proportionalkammern

- 139 A measurement of heavy leptons and a search for charmed particles at CMS energies between 3.7 and 5.0 GeV
- F1/F22/F34/F35, Aachen, Hamburg, München, Tokyo, Symmetrisches Doppelarmspektrometer  
 W. deBoer, W. Braunschweig, G. Buschhorn, D. Cords, DASP mit Proportional-  
 R. Felst, R. Fries, E. Gadermann, B. Gittelman, kammer, Cerenkov-  
 G. Grindhammer, B. Gunderson, H. Hultschig, P. Joos, zähler und Reich-  
 W. Koch, U. Kötz, R. Kotthaus, H. Krehbiel, D. Kreinick, weitenzähler  
 H. Lierl, J. Ludwig, H.-U. Martyn, K. H. Mess,  
 K. C. Mofeit, H. Oberlack, S. Orito, A. Petersen,  
 G. Poelz, J. Ringel, R. Ruesch, H. G. Sander,  
 K. Sauerberg, M. Schliwa, D. Schmitz, P. Schmüser,  
 W. Sturm, T. Suda, W. Wallraff, B. H. Wiik, G. Wolf,  
 S. Yamada

**Experimente, die genehmigt und im Aufbau befindlich sind:**

Exp.-Nr.	Beteiligte Physiker	Nachweisgerät
119 Vorschlag für ein Experiment zur Bestimmung der Neutronformfaktoren für zeitartige Impulsüberträge von $q^2 = 4$ bis $9 \text{ (GeV/c)}^2$ und zur Untersuchung der inelastischen Strukturfunktion des Neutrons	F12, Bonn, Mainz/H.-J. Besch, H. J. von Eyß, B. Mecking, K. P. Sternemann, F. Takasaki, M. Tonutti, U. Trinks	Szintillationszähler
133 Experimente und Apparaturen für ein Myon-Physik-Programm am CERN SPS	F22/Europäische Myon-Kollaboration/ H. J. Behrend, F. W. Brasse, W. Flauger, J. Gayler, V. Korbel, A. Ladage, J. May, P. Söding und andere deutsche, britische, französische und italienische Mitarbeiter	Dipolmagnet und Myon-Hodoskop
140 Vorschlag für die Fortsetzung des DESY-Heidelberg-Experiments bei DORIS	F11/Heidelberg, W. Bartel, P. Duinker, J. Heintze, G. Heinzl Wann, R. D. Heuer, R. Mundhenke, J. E. Olsson, D. Pandoulas, H. Rieseberg, P. Steffen, A. Wagner, A. H. Walenta	Natrium- und Jodid- zählersystem

## Wissenschaftliche Veranstaltungen

Eingerahmt wurden die öffentlichen Veranstaltungen des Jahres 1976 bei DESY von der Grundsteinlegung für den neuen Beschleuniger PETRA am 27. Januar durch Bundesminister H. Matthöfer, Bürgermeister D. Biallas und Senator H.J. Seeler und das PETRA-Richtfest am 2. Dezember, bei dem Senator R. Bialas die Festansprache hielt.

Auf dem neu eingerichteten Innovationsmarkt der Hannover Messe nahm DESY vom 28. April bis 6. Mai die Gelegenheit wahr, einem breiten Fachpublikum klarzumachen, daß Grundlagenforschung notwendigerweise eng mit der Entwicklung ausgefallener Technologien verknüpft ist.

Vom 30. August bis 3. September trafen sich interessierte Wissenschaftler aus aller Welt zu einer Studienwoche über PETRA-Experimente, auf der die vorgeschlagenen Detektoren der Öffentlichkeit vorgestellt wurden. Im März diente ein ähnliches Treffen in Frascati bei Rom zur ersten Kontaktaufnahme zwischen möglichen Kollaboranten.

Ein Symposium für Synchrotronstrahlungsbenutzer und Interessenten führte am 21. Oktober alle diejenigen zusammen, die in Synchrotron und Speicherring eine einzigartige Photonenquelle für Festkörperphysik, Atomphysik und Molekularbiologie sehen. Eine Poster-Session verdeutlichte das breite Spektrum der Anwendungsmöglichkeiten.

Vom 14. bis 24. September fand die Achte Herbstschule für Hochenergiephysik statt, die DESY für das Bundesministerium für Forschung und Technologie in Maria Laach in der Eifel organisierte. Sechzig meist junge Hochenergiephysiker absolvierten ein intensives Arbeitsprogramm und wurden über neuere Entwicklungen informiert.

An Einzelvorträgen bei DESY sind neben einer Vielzahl von Beiträgen der theoretischen Physik und der regelmäßigen Vorstellung neuer und fortgeschrittener Experimente an Synchrotron und Speicherring besonders folgende Veranstaltungen interessant, die einen Überblick über die Gesamtentwicklung der Elementarteilchenphysik geben:

G. Morpurgo (SLAC) (13. 1.)	Search for Quarks by the Magnetic Levitation Electrometer
G. Flügge (20. 1.)	Diffraaktive Dissoziation in der Reaktion $pp \rightarrow pn\pi^+$ an den CERN-Speicherringen
E. Friedländer (27.1.)	Vielfacherzeugung an schweren Kernen
B. Jean-Marie (SLAC/ORSAY) (3. 2.)	Recent Results from SPEAR
J. Bartels (10. 2.)	Ideas about Asymptopia in Strong Interactions
S. C. C. Ting (24. 2.)	Latest Results from Brookhaven
Ch. Moorehouse (SLAC) (8. 3.)	Recent Results from SPEAR
K. Meetz (Bonn) (16. 3.)	Integrable Stromtheorie
Dieter Haidt (3. 5.)	Dilepton-Ereignisse im Neutrino-Experiment in der 15'-H/Ne-Blasen-kammer
V. Korbel (CERN) (11. 5.)	pp-Streuexperimente der CCHK-Kollaboration am Splitfield-Magneten
B. Naroska (CERN) (18. 5.)	Direkte Erzeugung von Elektronen mit kleinen Transversal-Impulsen bei Proton-Proton-Stößen mit hoher Impulsenergie
R. Eichler (Zürich) (1. 6.)	Präzisionsmessungen von myonischen Röntgenstrahlen mit einem Kristallspektrometer
Vera Lüht (SLAC) (3. 6.)	Search for New Particles at SLAC



A. Brandt (CERN) (8. 6.)	Elastische pp-Streuung bei großen Impulsübergängen am ISR
M. Perl (SLAC) (10. 6.)	All about the U
B. Richter (CERN) (15. 6.)	Very High Energy Electron-Positron Colliding Beams for the Study of the Weak Interactions
F. Messing (Cornell) (21. 6.)	Experimental Test of Parity Violation in Weak Neutral Currents
Hong-Mo Chan (29. 6.)	Zweigs' Rule and $J/\psi$ Decays
B. Wiik (8. 7.)	Neue Ergebnisse der Experimente am Speicherring DORIS (Erster Bericht über Teilchen mit offenem Charm bei DESY)
A. Pais (CERN) (19. 8.)	Test for cp Violation in Charmed Particle Decays
K.W. Chen (Michigan/Fermilab) (24. 8.)	Tests of Scaling and Multimueon Production in Deep Inelastic Muon Interactions
L. H. O'Neill (21. 9.)	Tests of QED and Selected $J/\psi$ and $\psi'$ Results from the Stanford HEPL Experiment at SPEAR
R. Devenish (2. 11.)	Der totale $e^+e^-$ -Annihilationsquerschnitt im Energiebereich $3.1 \leq W \leq 4.8$ GeV
H. Spitzer (9. 11.)	Elektroproduktion von Vektormesonen
W. Schmidt-Parzefall (CERN) (11. 11.)	Lepton-Paarerzeugung durch starke Wechselwirkung
F. Janouch (Stockholm) (12. 11.)	Atomphysikalische Effekte neutraler Ströme
J. Jackson (CERN) (15. 11.)	Levels and Transitions of Charmonium
G. Flügge (23. 11.)	Bericht über den ISR-Workshop
Th. Kahl (7. 12.)	Comptonstreuung an Wasserstoff, Deuterium und komplexen Kernen
L. Criegee (14. 12.)	Neuere Ergebnisse von DORIS
C. Berger (Aachen) (21. 12.)	Elektroproduktion von $\pi^0$ -Mesonen oberhalb des Resonanzgebiets

# Organe der Stiftung und weitere Gremien

## Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland

Min. Dir. Dr. G. Lehr – (Vorsitzender)  
Stellvertreter: Min. Rat Dr. J. Rembser  
Min. Rat Zurhorst – Stellvertreter: noch nicht benannt  
(Bundeministerium für Forschung und Technologie)

Min. Rat W. Hofbauer – Stellvertreter: ORR Dr. H. Behr  
(Bundesministerium der Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg

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

Senatsdirektor R. Laude – Stellvertreter: ORR. B. Tiedemann  
(Finanzbehörde/Überregionale Finanzfragen und Sonderaufgaben)

## Wissenschaftlicher Rat (extern)

Dem Wissenschaftlichen Rat gehörten im Berichtsjahr (Stand Mai) an:

Als Vorsitzender:	Prof. Dr. V. Soergel I. Physikalisches Institut der Universität Heidelberg
Als Stellvertreter:	Prof. Dr. K. Winter European Organization for Nuclear Research CERN, Genf
Als weitere Mitglieder:	Dr. D. Fries Institut für Experimentelle Kernphysik, Karlsruhe
Prof. Dr. G. Althoff Physikalisches Institut der Universität Bonn	Prof. Dr. W. Jentschke II. Institut für Experimental- physik der Universität Hamburg
Prof. Dr. G. Buschhorn Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik, München	Prof. Dr. H. Lehmann II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg
Prof. Dr. P. Brix Max-Planck-Institut für Kern- physik, Heidelberg	Prof. Dr. K. Lübelmeyer I. Physikalisches Institut der Rheinisch-Westfälischen Technischen Hochschule, Aachen
Prof. Dr. M. Cardona Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart	Prof. Dr. H. Satz Universität Bielefeld Theoretische Physik
Prof. Dr. H. Faissner III. Physikalisches Institut der TH Aachen	Dr. W. Schnell European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

## Direktorium

Prof. H. Schopper	(Vorsitzender)
Prof. Dr. M.W. Teucher	(stellvertretender Vorsitzender)
Ltd. Reg. Dir. H. Berghaus	(kaufmännisches Mitglied)
Prof. Dr. G.-A. Voss	
Prof. Dr. G. Weber	

Der **Wissenschaftliche Ausschuß** (intern) berät das Direktorium in Angelegenheiten von grundsätzlicher wissenschaftlicher Bedeutung

### 1. Gewählte Vertreter der bei DESY arbeitenden Gastgruppen

Dr. G. Huber	(Bonn/Mainz)
Dr. F. Janata	(Wuppertal)
W. Lohr	(München/Freiburg Kaiserslautern/Kiel)
Dr. H.-U. Martyn	(Aachen)
Dr. H. Oberlack	(München)
Dr. G. Poelz	(Hamburg)
H. Rieseberg	(Heidelberg)

### 2. Gewählte Vertreter der DESY-Gruppen

Dr. G. Bathow	(B3)
Dr. E. Freytag	(ZR)
H. Haller	(S1)
K. Holm	(H1)
Dr. G. Horlitz	(B1)
Dr. G. Knies	(F1)
Dr. A. Ladage	(F52)
Dr. G. Mülhaupt	(H2)
Dr. K. Steffen	(M)
Dr. T. Walsh	(T)

### 3. Leitende Wissenschaftler von DESY

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

Das **Forschungskollegium** berät das Direktorium bei der Gestaltung des Forschungsprogramms

Ihm gehören an:

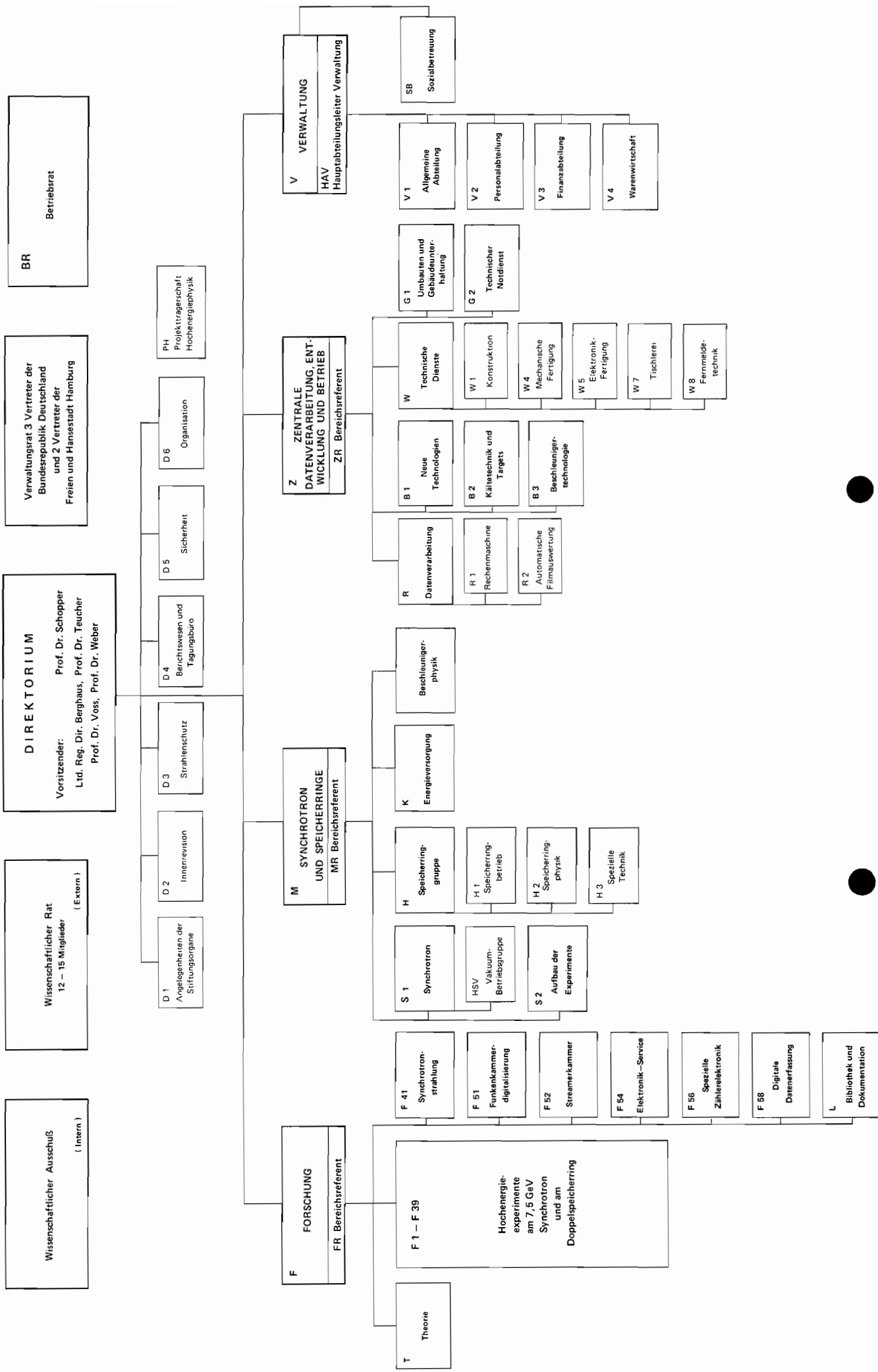
Dr. R. Felst (Koordinator)
Dr. G. Flügge
Dr. D. Fries
Dr. J. Gayler
Prof. Dr. H. Joos
Dr. R. Kotthaus
Dr. M. Krammer
Dr. F. Schwickert
Prof. Dr. P. Söding
Prof. Dr. G. Weber

### Forschungskollegium für Synchrotronstrahlung

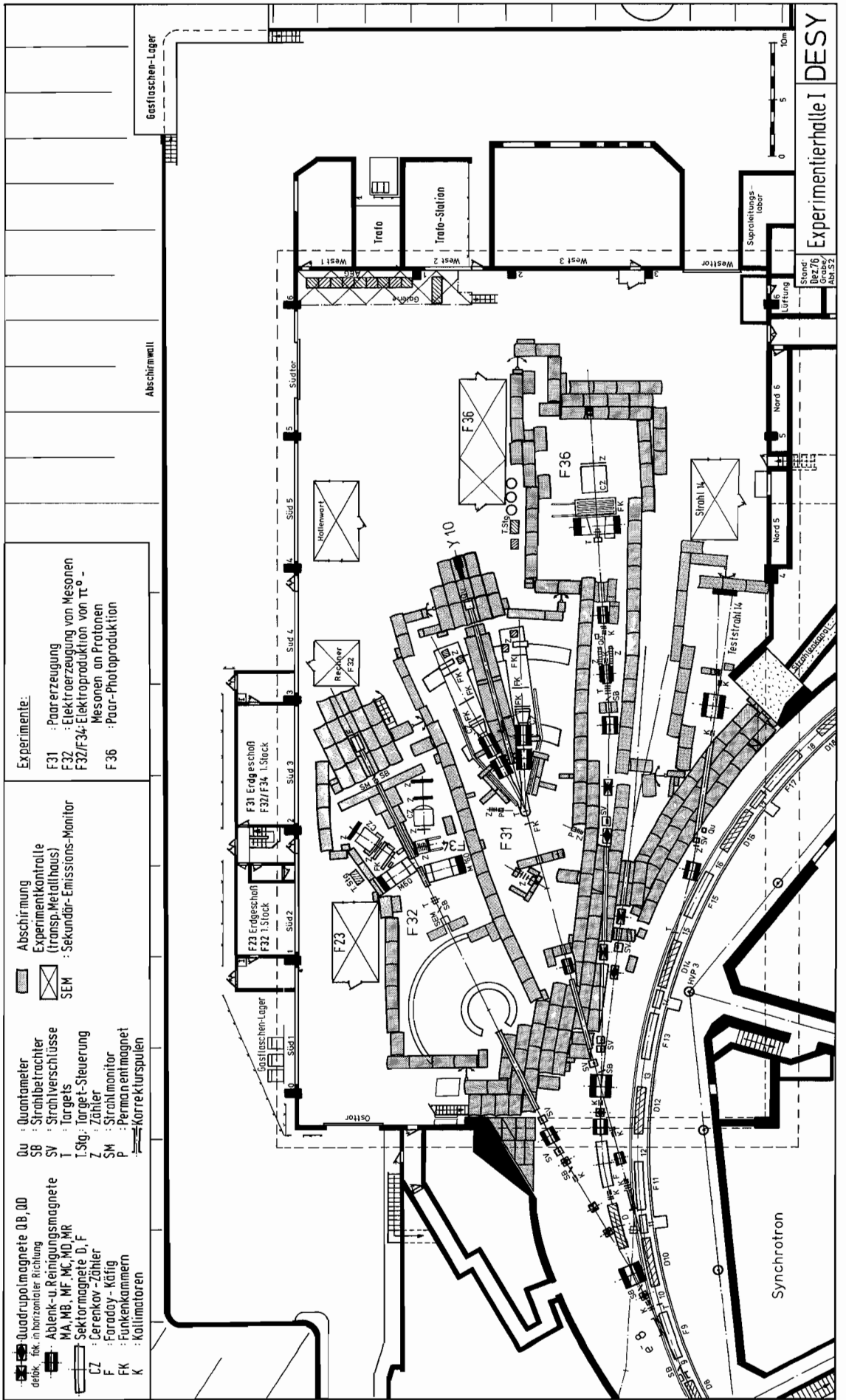
Prof. H. Baumgärtel
Prof. U. Bonse
Prof. Dr. M. Cardona
Dr. E. E. Koch
Dr. C. Kunz
Prof. Dr. O. Madelung (Vorsitzender)
Prof. W. Steinmann
Prof. Dr. G. Weber

# DEUTSCHES ELEKTRONEN – SYNCHROTRON DESY

Organigramm für das Geschäftsjahr 1976  
Stand: 15. März 1976







- Quadrupolmagnete QD, QD
- delek. fak. in horizontaler Richtung
- Strahltrichter
- SV : Strahlverschlüsse
- T : Targets
- T.Sig. : Target-Steuerung
- Z : Zähler
- F : Faraday-Käfig
- FK : Funkenkammern
- K : Kollimatoren

- Quantometer
- SB : Strahlbetrachter
- SV : Strahlverschlüsse
- T : Targets
- T.Sig. : Target-Steuerung
- Z : Zähler
- F : Faraday-Käfig
- FK : Funkenkammern
- K : Kollimatoren

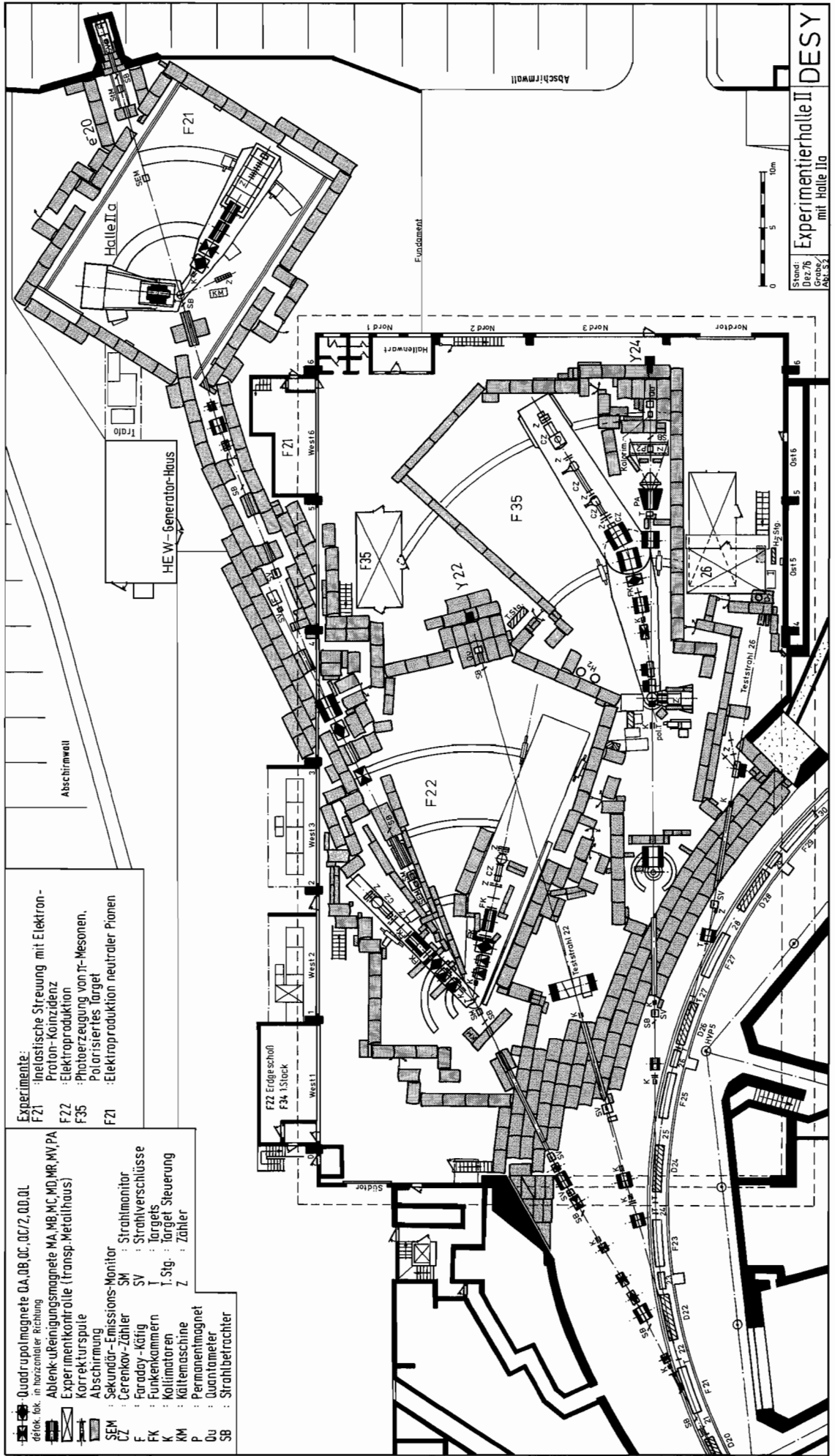
- Abschirmung
- Experimentkontrolle
- SEM : Sekundär-Emissions-Monitor

- Experimente:
- F31 : Paarerzeugung
  - F32 : Elektroerzeugung von  $\pi^0$ -Mesonen an Protonen
  - F36 : Paar-Photoproduktion

- F31 Erdgeschloß
- F32 F34 1.Stock
- F33
- F36

- Gasflaschen-Lager
- Abschirmwand
- West 1
- West 2
- West 3
- Süd 1
- Süd 2
- Süd 3
- Süd 4
- Süd 5
- Süd 6
- OSTOR
- WESTOR
- Supraleitungs-labor
- Lüftung
- Strahl IV
- feststrahl IV
- Synchrotron

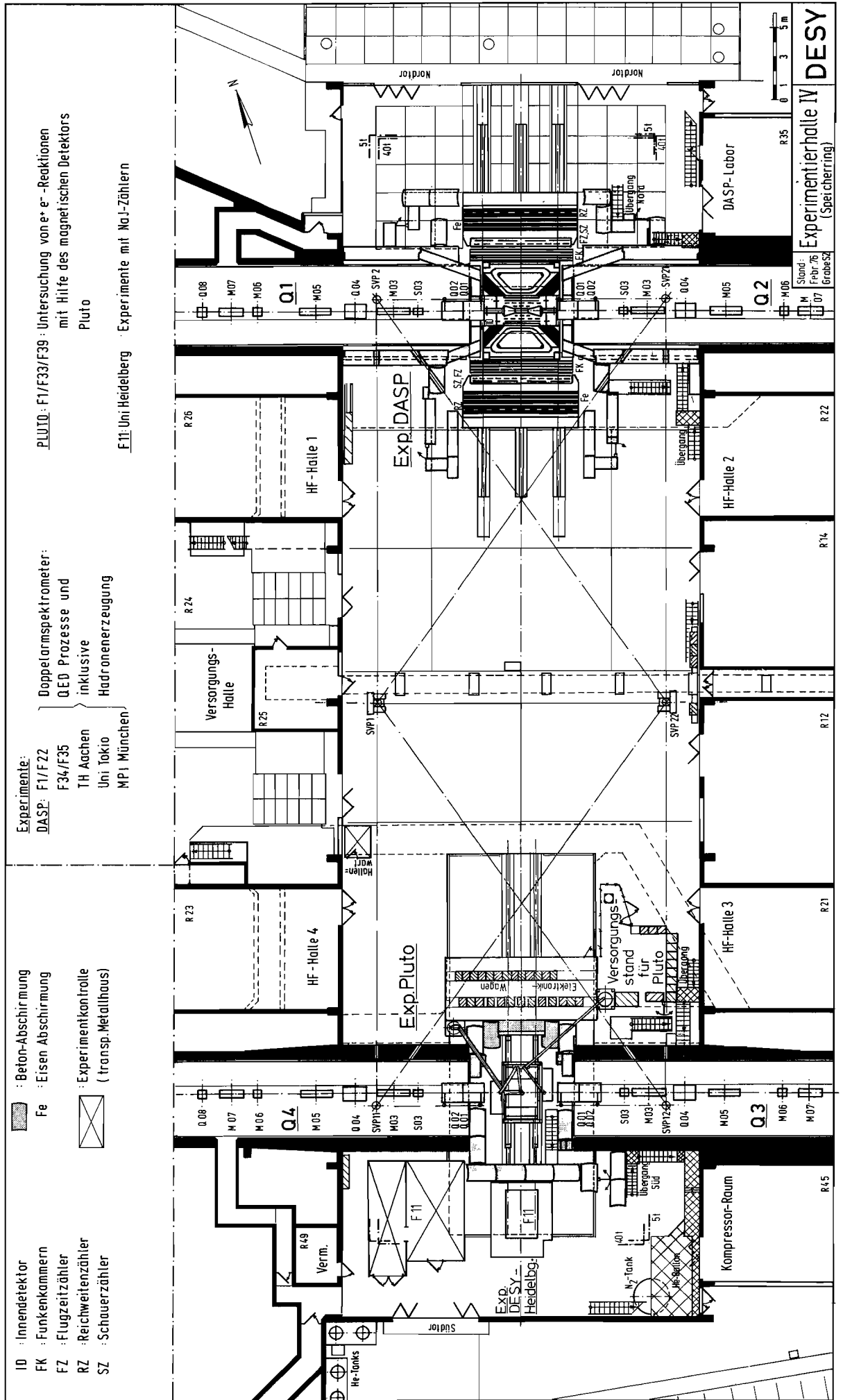
Experimentierhalle I  
DESY



- ☒ : Quadrupolmagnete QA, QB, QC, QD, QZ, QD, QL
- ☒ : defok. lok. in horizontaler Richtung
- ☒ : Ablenk- u. Reinigungs-magnete MA, MB, MC, MD, MR, MV, PA
- ☒ : Experimentkontrolle (transp. Metallhaus)
- ☒ : Korrekturspule
- ☒ : Abschirmung
- SEM : Sekundär-Emissions-Monitor
- CZ : Cerenkov-Zähler
- F : Faraday-Käfig
- FK : Funkenkammern
- K : Kollimatoren
- KM : Kältemaschine
- P : Permanenimagnet
- Du : Quantenmeter
- SB : Strahlbetrachter
- SM : Strahlmonitor
- SV : Strahlverschlüsse
- T : Targets
- T-Stg. : Target-Steuerung
- Z : Zähler

- Experimente:**
- F21 : inelastische Streuung mit Elektron-Proton-Koinzidenz
  - F22 : Elektroproduktion
  - F35 : Photoerzeugung von  $\pi^-$ -Mesonen, Polarisiertes Target
  - F21 : Elektroproduktion neutraler Pionen

Stand: Dez 76  
Grabsch: 28.1.82  
Experimentierhalle II  
mit Halle IIa  
DESY



## **Bereich Forschung**

## Vorbemerkung

Der Schwerpunkt der experimentellen Forschung lag bei den Experimenten am Speicherring DORIS. Hier wurde mit Hilfe der beiden magnetischen Detektoren DASP und PLUTO nicht nur die Untersuchung der in den Vorjahren gefundenen Teilchen mit verborgenem Charm  $J/\psi$ ,  $\psi'$ ,  $P_c$  und  $X$  systematisch fortgesetzt. Herausragendes Ergebnis war der erfolgreiche Nachweis von D-Mesonen, d.h. von Teilchen mit offenem Charm. Diese D-Mesonen manifestieren sich durch ihre semi-leptonischen Zerfälle, bei denen Leptonen und K-Mesonen unter den Endprodukten auftreten. Das starke Ansteigen der Teilchenproduktion bei Energien von etwa 4 GeV – so zeigten beide Experimente – ist zu einem merklichen Teil an Ereignisse gebunden, bei denen K-Mesonen oder gleichzeitig K-Mesonen und Leptonen unter den Zerfallsprodukten auftreten. Die D- und  $\bar{D}$ -Mesonen haben eine Masse von etwas weniger als 2 GeV und können daher nur bei Energien oberhalb 4 GeV mit beobachtbarer Stärke paarweise erzeugt werden.

*Experimente am  
Speicherring DORIS*

Das experimentelle Programm am Synchrotron umfaßte, wie in den Vorjahren, hauptsächlich vier Arbeitsrichtungen, nämlich

- a) Suche nach neuen Vektormesonen
- b) Photo- und Elektroproduktion von Vektormesonen
- c) Photo- und Elektroproduktion von pseudoskalaren Mesonen
- d) Abschattungseffekte in komplexen Kernen.

*Experimente am  
Synchrotron*

Besondere Aufmerksamkeit verdient das Experiment zur Paarerzeugung von  $e^+e^-$ -Paaren (F31, LNF), bei welchem Anzeichen für eine sehr schmale Resonanz bei 1100 MeV gefunden wurden, sowie Anzeichen für weitere Anomalien im Bereich höherer Massen.

Wichtige Information über die Eigenschaften der Pomeron-Trajektorie liefert ein Experiment zur Photoproduktion von  $\phi$ -Mesonen (F36).

Bemerkenswert sind die Resultate eines Experiments zur Elektroproduktion von  $\pi^+$ - und  $\pi^-$ -Mesonen bei hohen Impulsüberträgen (F22), die in guter Übereinstimmung mit dem Quark-Parton-Modell sind, sowie eines  $\pi^+$ -Elektroproduktionsexperiments bei kleinen Impulsüberträgen (F32), bei welchem der Beitrag longitudinaler Photonen bestimmt wurde.

Die Planung und Vorbereitung von PETRA-Experimenten hat das wissenschaftliche und technische Personal in zunehmendem Maße beschäftigt. Durch die Auswahl von 5 Experimentiervorschlägen, an denen rund 200 Physiker, davon etwa 100 Ausländer, beteiligt sind, ist die instrumentelle Ausstattung für die erste Experimentierperiode an PETRA festgelegt. Die Terminpläne sehen die Fertigstellung der Detektoren Ende 1978 vor.

*Experimente an  
PETRA*

Das Streamerkammer-Experiment am Cornellsynchrotron (F1/F52, Cornell) hat in zwei Produktionsruns rund 80 000 gute Ereignisse registriert.

Bemerkenswert sind auch die Vorbereitungsarbeiten für das Myon-Streuexperiment am SPS von CERN (F21, Europäische Myon-Kollaboration), zu denen DESY entscheidende Beiträge geliefert hat.

*Experimente an  
auswärtigen  
Beschleunigern*

Die Arbeiten der Gruppe Theorie hatten ihren Schwerpunkt bei der Interpretation von Teilchen mit verborgenem und offenem Charm. Wie in den Vorjahren wurde die Forschungsarbeit durch ein umfangreiches Besucherprogramm gefördert.

*Theorie*

Die Forschung auf allen Gebieten der Synchrotronstrahlungsphysik hat, begünstigt durch das Verfügbarwerden einer Reihe moderner Instrumente im DORIS-Labor, an Intensität zugenommen. Dabei ist eine deutliche Beteiligung ausländischer Wissenschaftler und Institute besonders bemerkenswert.

*Synchrotron-  
Strahlungs-  
experimente*



# Elementarteilchenphysik

## Experimente am Speicherring DORIS

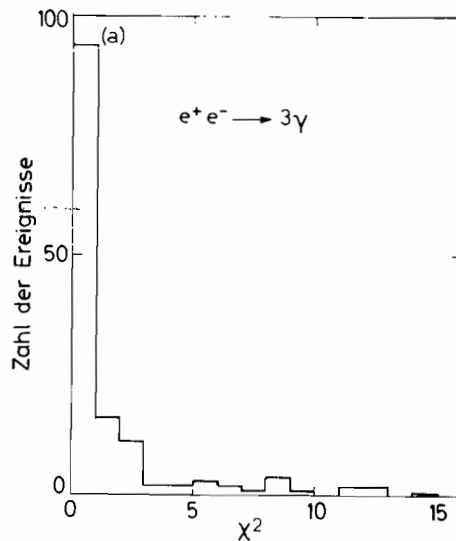
### DASP-Experiment

Magnetisches  
Doppelarmspektro-  
meter  
(Aachen, F1, F22,  
F34, F35,  
Hamburg,  
MPI München,  
Tokyo)

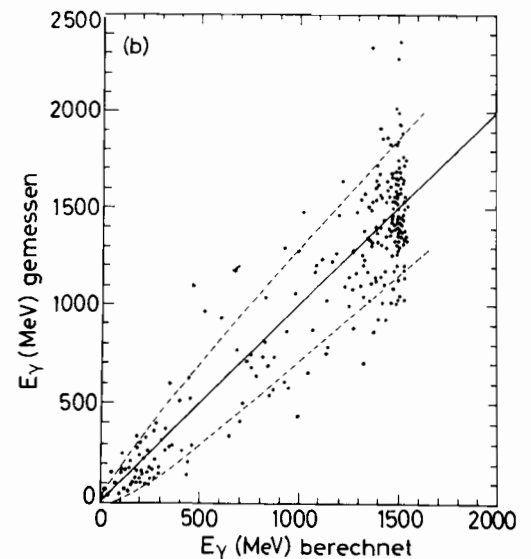
Im Jahr 1976 wurden Messungen bei der  $J/\psi$  (3.1)-Resonanz und im Energiebereich von 3.6–4.8 GeV durchgeführt. Die damit verfolgten Ziele werden im folgenden kurz erläutert.

Im Vorjahr waren von der DASP-Gruppe und der DESY-Heidelberg-Gruppe im  $3\gamma$ -Zerfall des  $J/\psi$ -Teilchens Ereignisse gefunden worden, die auf die Existenz eines Teilchens X mit einer Masse von 2.8 GeV hindeuten. Da dieses Teilchen im Charmonium-Modell der neuen Teilchen eine große Rolle spielt und es bisher in anderen Experimenten nicht gefunden wurde, wurden weitere Messungen bei 3.1 GeV durchgeführt, die die Gesamtdatenmenge mehr als verdoppeln. Außerdem wurde die Analyse der Daten wesentlich verfeinert und die Auflösung verbessert.

Die Interpretation der  $J/\psi$  (3.1)- und  $\psi'$  (3.7)-Teilchen als gebundene Systeme eines neuen Quarks c ("charm quark") und des zugehörigen Antiquarks  $\bar{c}$  legt es nahe, die Existenz von Mesonen zu erwarten, die nur ein Charm-Quark und ein herkömmliches Quark enthalten. Solche neuen Teilchen mit Charm-Quantenzahlen ungleich Null können nur durch schwache Wechselwirkung zerfallen. Bei schwachen Zerfällen treten häufig Elektronen zusammen mit Hadronen auf. Die Messungen im Energiebereich von 3.6–4.8 GeV wurden geplant, um nach der Paar-Erzeugung von Charm-Mesonen zu suchen und die neuen Teilchen über ihren semileptonischen Zerfall in Elektron, Neutrino plus Hadronen nachzuweisen. Schon vor der Entdeckung der Charm-Mesonen konnte man sagen, daß ihre Masse oberhalb von 1.85 GeV liegen muß, weil sonst die  $\psi'$  (3.7)-Resonanz durch starke Wechselwirkung in ein Paar von Charm-Mesonen zerfallen könnte und dann eine wesentlich kürzere Lebensdauer als beobachtet haben müßte.



**Abb. 1**  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma\gamma$  bei 3.1 GeV:  
 $\chi^2$ -Verteilung für die Anpassung einer Ebene an die drei Konversionspunkte und den Wechselwirkungspunkt (1C-fit).  
(25935)



**Abb. 2** Auftragung der in den Schauerzählern gemessenen Photonenenergien gegen die aus den Winkeln berechneten Energien. Gestrichelte Linien: Auflösung der Schauerzähler ( $\pm 2$  Standardabweichungen).  
(25935)

Der nicht-magnetische Innendetektor des Doppelarmspektrometers wurde benutzt, um rein neutrale Zerfälle des  $J/\psi$ -Teilchens zu untersuchen. Die Zweiphotonannihilation  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  ist bereits im Jahresbericht 1975 beschrieben. Auch bei der erheblich vergrößerten Datenmenge zeigt der Wirkungsquerschnitt als Funktion der Energie kein Resonanzmaximum bei 3.1 GeV, so daß man den Zerfall  $J/\psi \rightarrow \gamma\gamma$ , der für ein Teilchen mit Spin 1 verboten ist, ausschließen kann. Ereignisse mit  $3\gamma$ -Quanten wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt: Drei und nicht mehr als drei Spuren werden gefordert, die einen Schauer bilden; höchstens eines der  $\gamma$ -Photonen darf im Strahlrohr konvertieren.

Für echte Ereignisse der Form  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma\gamma$  müssen die Impulse der drei  $\gamma$ -Quanten in einer Ebene liegen. Die Richtungen der Quanten wurden ermittelt durch die Konversionspunkte in den Rohrkammern und den bekannten Wechselwirkungspunkt. Die  $\chi^2$ -Verteilung für die Anpassung einer Ebene durch diese 4 Punkte (s. Abb. 1) zeigt, daß die ausgewählten  $3\gamma$ -Kandidaten wenig Untergrund von Multihadronereignissen mit  $\pi^0$ -Mesonen und nicht nachgewiesenen geladenen Teilchen oder von Strahl-Gas-Wechselwirkungen enthalten; denn für solche Ereignisse wäre die Koplanaritätsforderung nicht erfüllt. Da die Gesamtenergie bekannt ist, kann man aus den gemessenen Richtungen der Photonen ihre Energien berechnen. Die berechneten Energien stimmen gut mit den in den Schauerzählern gemessenen überein (Abb. 2).

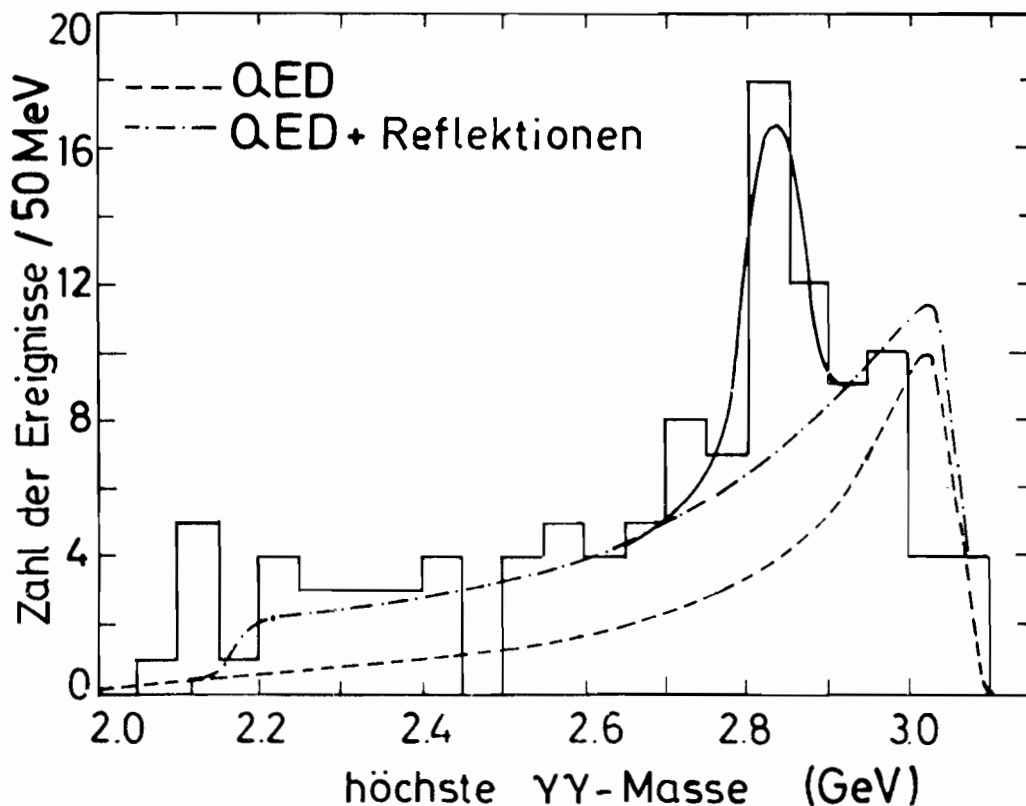


Abb. 3  $3\gamma$ -Ereignisse bei 3.1 GeV, aufgetragen gegen die niedrigste Zwei-Photon-Masse. Gestrichelte Linie: berechneter QED-Beitrag. Strichpunktierte Linie: QED-Beitrag plus Ereignisse mit hoher  $\gamma\gamma$ -Masse im Bereich des X (2.83). (25938)

Eine interessante Frage ist, ob es Strahlungszерfälle  $J/\psi \rightarrow H\gamma$  gibt, wobei H ein Hadron ist, das in  $\gamma\gamma$  zerfällt (Kandidaten sind  $H = \pi^0, \eta, \eta', X$ ). Ereignisse dieser Art führen zu Resonanzmaxima in den  $\gamma\gamma$ -Massenspektren. Da nicht bekannt ist, welches der drei  $\gamma$ -Quanten das primäre ist, muß man 3  $\gamma\gamma$ -Massen berechnen und die Verteilungen ansehen. Die Verteilung der niedrigsten Photon-Paar-Massen wird in Abb. 3 gezeigt. Man erkennt ein sehr ausgeprägtes Maximum bei der  $\eta$ -Masse (548.5 MeV) sowie eine Anhäufung von Ereignissen beim  $\eta'$  (958). Die Breite der Maxima ( $\sigma = 22$  MeV) entspricht genau der apparativen Massenauflösung, die durch das Winkelauflösungsvermögen der Rohrkammern des Innendetektors gegeben ist. Die Maxima befinden sich auf einem nichtresonanten Untergrund, der im wesentlichen von der QED-Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma\gamma$  stammt. Dieser Untergrund kann quantitativ berechnet werden (gestrichelte Kurve in Abb. 3) und reproduziert die Daten außerhalb der  $\eta$ - und  $\eta'$ -Massen. Die Breite für den Zerfall  $J/\psi \rightarrow \eta\gamma$  beträgt  $\Gamma_{\eta\gamma}$  ( $55 \pm 12$ ) eV. Dieser Wert ist kleiner als der im Vorjahr aus der Hälfte der Daten ermittelte Wert, innerhalb der Fehlergrenzen aber noch verträglich damit.

Wegen des kleinen Verzweigungsverhältnisses  $\eta' (958) \rightarrow \gamma\gamma$  (2%) ist die Breite für den Übergang  $J/\psi \rightarrow \eta'\gamma$ , die aus den  $3\gamma$ -Daten gewonnen wird, mit großen Fehlern behaftet

$$\Gamma_{\eta'\gamma} = 152 \pm 117 \text{ eV.}$$

Ein genauerer Wert für  $\Gamma_{\eta'\gamma}$  ergibt sich, wenn man das  $\eta'$  über seinen  $\rho^0\gamma$ -Zerfall identifiziert.

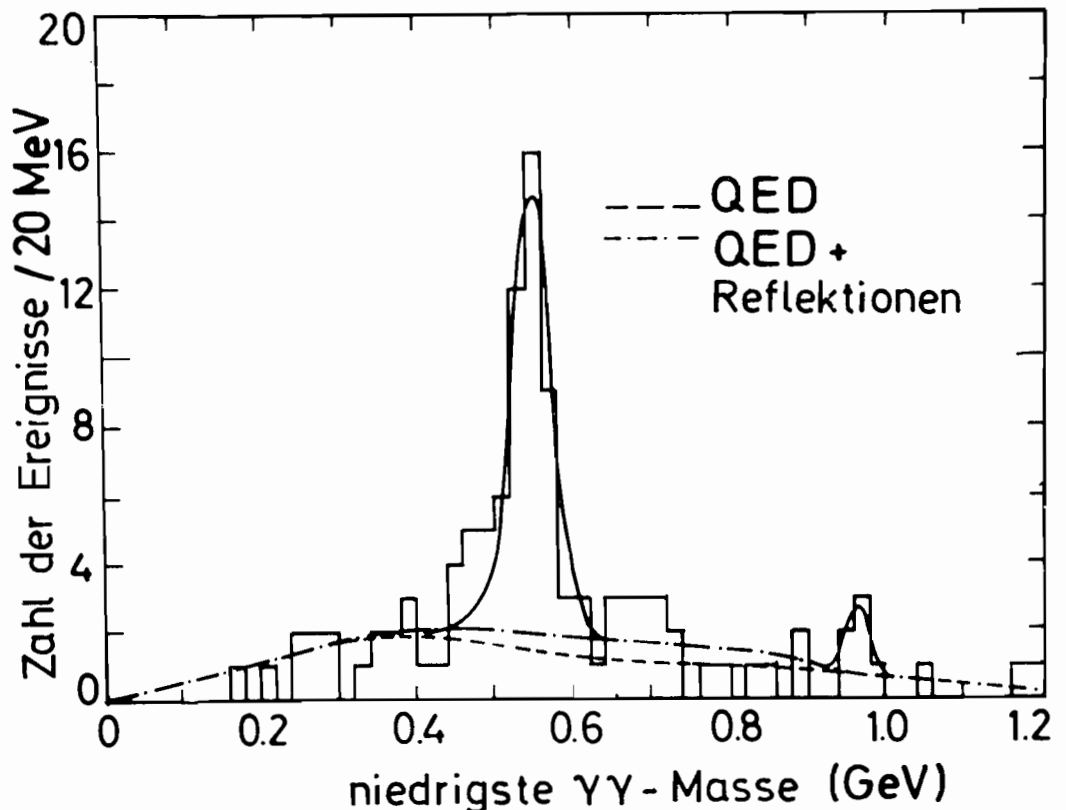


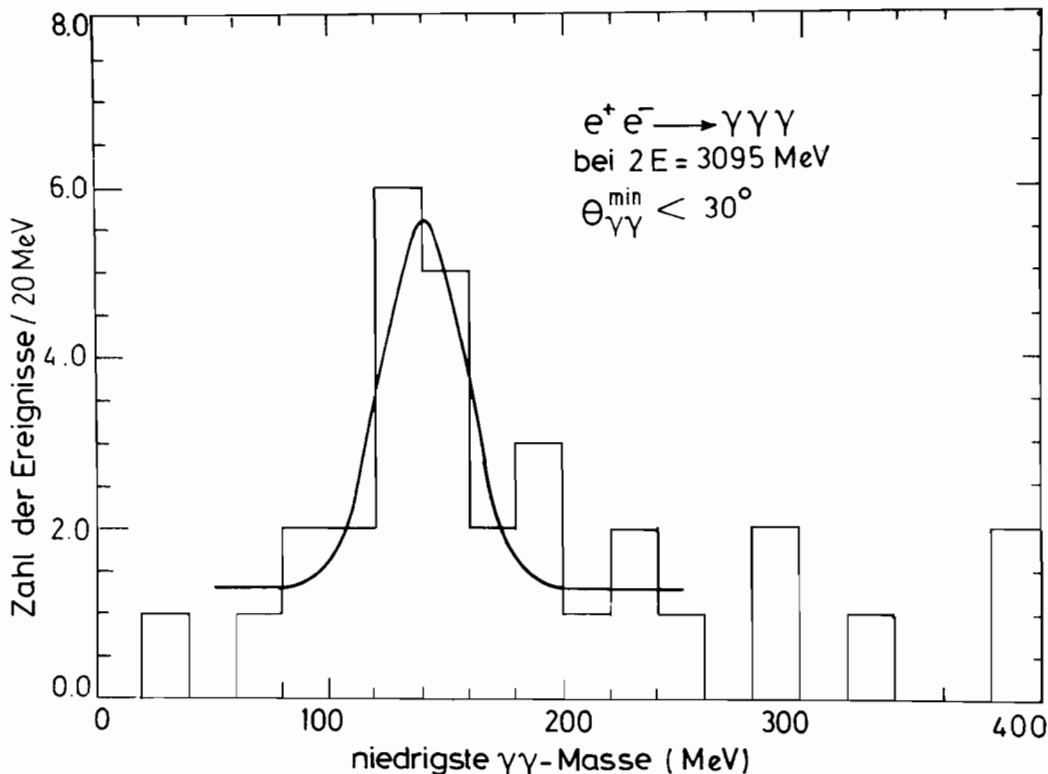
Abb. 4  $3\gamma$ -Ereignisse bei 3.1 GeV, aufgetragen gegen die höchste Zweiphoton-Masse. Gestrichelte Linie: berechneter QED-Beitrag (absolute Rechnung); strichpunktierte Linie: QED-Beitrag plus Ereignisse mit niedrigster  $\gamma\gamma$ -Masse im Bereich des  $\eta$ - und  $\eta'$ -Mesons. Durchgezogene Kurve: Anpassung einer Gaußfunktion mit der apparativen Massenauflösung. (25938)

Die Verteilung der höchsten  $\gamma\gamma$ -Massen wird in Abb. 4 gezeigt. Auf einem nach hohen Massen ansteigenden Untergrund kann man ein schmales Maximum zwischen 2.8 und 2.9 GeV beobachten, dessen Breite in Einklang mit der experimentellen Auflösung ist. Der Untergrund kann quantitativ erklärt werden durch den QED-Prozeß  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma\gamma$  und durch Ereignisse, deren niedrigste  $\gamma\gamma$ -Masse beim  $\eta$ -Meson liegt.

Die Drei-Photon-Vernichtung kann als Strahlungskorrektur der Zweiphoton-Vernichtung aufgefaßt werden, wobei eines der einlaufenden Elektronen ein relativ weiches Photon abstrahlt. Man erhält deshalb eine zu hohen Massen hin anwachsende Verteilung, die nahe 3.1 GeV abgeschnitten wird, weil das dritte Photon im Detektor nachgewiesen werden muß ( $E_\gamma \gtrsim 50$  MeV nötig).

Paßt man an das schmale Maximum eine Gaußfunktion an, so erhält man einen Effekt von vier Standardabweichungen für die Existenz eines Teilchens X mit einer Masse  $M_x = (2.83 \pm 0.03)$  GeV. Für das Verzweigungsverhältnis findet man  $BR(J/\psi \rightarrow X\gamma) \cdot BR(X \rightarrow \gamma\gamma) = (1.2 \pm 0.5) \cdot 10^{-4}$ .

Der Zweigamma-Zerfall zeigt, daß das Teilchen X positive Ladungskonjugation und Spin  $\neq 1$  hat. Im Charmonium-Modell erwartet man ein Teilchen  $\eta_c$  mit Spin-Parität  $0^-$  knapp unterhalb des  $1^-$ -Teilchens  $J/\psi$ . Die experimentellen Befunde sind jedoch keineswegs hinreichend, das Teilchen X mit dem  $\eta_c$  zu identifizieren.



**Abb. 5** Die  $3\gamma$ -Ereignisse bei 3.1 GeV, die speziell für die Untersuchung des Zerfalls  $J/\psi \rightarrow \pi^0\gamma$  ausgewertet wurden (andere Schnitte als bei den vorigen Abbildungen). Bei Auftragung gegen die niedrigste  $\gamma\gamma$ -Masse erhält man ein deutliches Maximum bei der  $\pi^0$ -Masse. (25939)

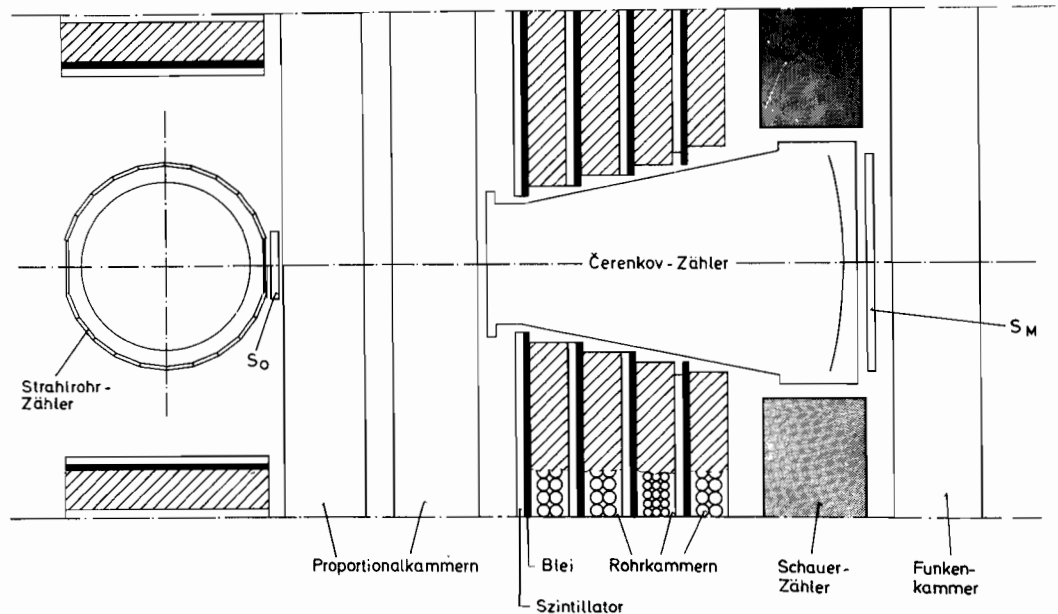
Semileptonische  
Zerfälle von  
Charm-Mesonen

Der Zerfall  $J/\psi \rightarrow \pi^0 \gamma$  wurde in einer getrennten Analyse untersucht. Da die Zerfallsquanten des  $\pi^0$  nur einen kleinen Öffnungswinkel haben, muß man einen Untergrund von Ereignissen des Typs  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  in Kauf nehmen, wobei der Schauer des einen  $\gamma$ -Quants sich weit ausbreitet und ein drittes  $\gamma$ -Quant vortäuscht. Das Spektrum der niedrigsten  $\gamma\gamma$ -Masse wird in Abb. 5 gezeigt. Man findet ein Maximum bei der  $\pi^0$ -Masse über einem Untergrund, der vermutlich von fehlinterpretierten  $\gamma\gamma$ -Ereignissen herrührt. Die Zerfallsbreite für  $J/\psi \rightarrow \pi^0 \gamma$  ist sehr klein,  $\Gamma_{\pi^0 \gamma} \approx 6$  eV. Das stimmt ungefähr mit dem Wert überein, den man nach dem Vektordominanzmodell aus der Breite  $J/\psi \rightarrow \pi^0 \rho^0$  berechnen würde. Im Vergleich zu dem  $\pi^0 \gamma$ -Zerfall haben die Strahlungszerfälle in  $\eta\gamma$  und  $\eta'\gamma$  erstaunlich hohe Breiten, und zwar von der gleichen Größenordnung wie rein hadronische Zerfälle ( $J/\psi \rightarrow \rho\pi$ ). Man kann das vernünftig erklären, wenn man die Annahme macht, daß im  $\eta$ - und  $\eta'$ -Meson eine  $c\bar{c}$ -Komponente enthalten ist, so daß der Übergang  $J/\psi \rightarrow \eta\gamma$  ( $\eta'\gamma$ ) ohne Verletzung der Zweig-Regel mit hoher Wahrscheinlichkeit ablaufen kann. Das  $\pi^0$ -Meson kann keinen  $c\bar{c}$ -Anteil haben, da sein Isospin 1 ist.

Man erwartet, daß die vom Vier-Quark-Modell vorhergesagten pseudoskalaren Mesonen  $D^0 = (c\bar{d})$  und  $D^+ = (c\bar{u})$  mit relativ großer Wahrscheinlichkeit semileptonisch zerfallen.

$$D^0 \rightarrow l^\pm + \nu_l + \text{Hadronen},$$

wobei die Leptonen  $l^\pm$  Elektronen oder Myonen sein können. Im DASP-Detektor ist es aus einer Reihe von Gründen günstiger, den Zerfall in Elektronen zu untersuchen. Damit ein  $\mu^\pm$  identifiziert werden kann, muß es einen 70 cm dicken Eisenabsorber durchdringen. Das ist nur für Impulse oberhalb 1 GeV/c möglich, so daß ein Großteil der Leptonen vom D-Zerfall nicht erfaßt wird, weil die Impulse zu niedrig sind. Ferner ist der  $\mu$ -Untergrund vom  $\pi$ - und K-Zerfall so groß, daß  $\mu$ -Hadron-Koinzidenzen aufgrund normaler Multihadronereignisse wesentlich zahlreicher sind als die vom Charm-Meson-Zerfall erwartete Rate. Für Elektronen ist die Situation wesentlich günstiger.



**Abb. 6** Schnitt durch den Innendetektor vor einer Magnetöffnung. Der Elektronen-Cerenkovzähler ist zwischen den am Magneten befestigten Teilabschnitten des Innendetektors eingebaut und überdeckt die Magnetakzeptanz. In den Szintillationszählern  $S_0$  und  $S_M$  wird die Pulshöhe gemessen, um zwischen einzelnen Elektronen und  $e^+e^-$ -Paaren von  $\gamma$ -Konversion oder  $\pi^0$ -Dalitz-Zerfall zu unterscheiden. (25940)



Einmal kann man Impulse bis hinab zu 200 MeV/c nachweisen. Außerdem wurde die Elektronenidentifikation durch den Einbau von 2 Gascerenkov-Zählern erheblich verbessert. Abb. 6 zeigt den Innendetektor mit einem der Gascerenkov-Zähler vor einer Magnetöffnung. Die Zähler sind mit je zwei elliptischen Spiegeln ausgestattet, deren einer Brennpunkt der Wechselwirkungspunkt und deren anderer Brennpunkt die Kathode des Photomultipliers ist. Die Photomultiplier befinden sich ohne Gasfenster direkt im Zählervolumen. Es sind Quantacon-Röhren vom Typ RCA 8854, die eine Bialkali-Kathode und eine Gallium-Phosphid-Dynode haben. Trotz eines sehr kurzen Teilchenweges im Gas (im Mittel ca. 45 cm) erreicht der Zähler ein Ansprechvermögen von besser als 98%. Verwendet wird Freon 114 bei Normaldruck ( $n = 1.0014$ ).

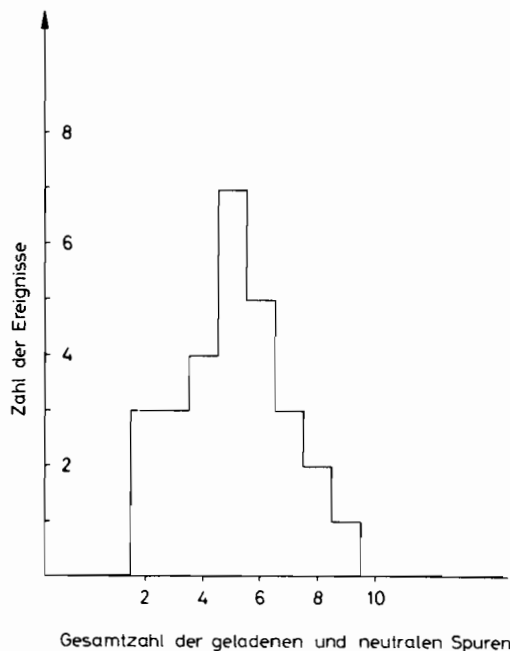
Es gibt immer noch eine Reihe von Quellen, die zu Elektron-Hadron-Endzuständen führen. Eine der wichtigsten ist der  $\pi^0$ -Dalitz-Zerfall  $\pi^0 \rightarrow e^+e^-\gamma$ . Hierbei entstehen zwei Leptonen, die in den meisten Fällen parallel zueinander fliegen. Vor und hinter dem Cerenkov-Zähler befinden sich zwei Szintillationszähler  $S_0$  und  $S_M$ . Durch Messung der Pulshöhe in diesen Zählern kann man unterscheiden, ob sie von einem oder zwei geladenen Teilchen durchquert worden sind. Auf diese Weise lassen sich die meisten  $\pi^0$ -Dalitz-Zerfälle eliminieren.

Alle Ereignisse wurden untersucht, bei denen ein einzelnes geladenes Teilchen in den Außendetektor gelangt und den richtigen Cerenkovzähler zum Ansprechen bringt. Ein Großteil sind Bhabhastreueereignisse  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ , die man sehr leicht erkennen und zur Eichung der Cerenkovzähler benutzen kann. Daneben gibt es viele Ereignisse mit nur einem einzigen Elektron oder Positron und keiner weiteren Spur. Es handelt sich dabei um  $e^+e^-$ -Bremsstrahlung  $e^+e^- \rightarrow e^\pm(e^\pm\gamma)$ , wobei eines der Leptonen ein hartes  $\gamma$  abstrahlt und unter großem Winkel in den Detektor gestreut wird, während das andere Lepton und das  $\gamma$  im Strahlrohr bleiben. Auch dieser Prozeß ist leicht zu erkennen, und man kann mit seiner Hilfe das Ansprechen des Gesamtdetektors auf niederenergetische Elektronen untersuchen.

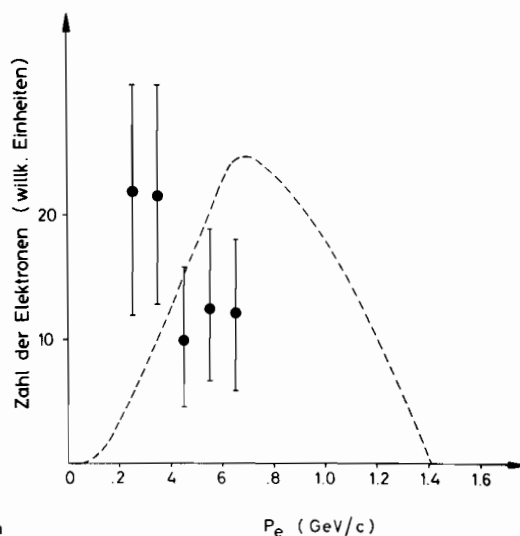
Um Ereignisse auszusortieren, bei denen zusätzlich zum Elektron Hadronen erzeugt wurden, wird verlangt, daß der Innendetektor mindestens eine geladene Spur zeigt, die keinen Schauer erzeugt, also kein Elektron ist. Die Unterscheidung zwischen schauernden und nichtschauernden Teilchen kann mit Hilfe der Rohrkammern des Innendetektors vorgenommen werden.

Die Zahl der Ereignisse wird durch Forderung einer zusätzlichen nichtschauernden Spur im Innendetektor erheblich reduziert. Insbesondere werden fast alle QED-Ereignisse ( $e^+e^-\gamma$  etc.) eliminiert. Durch eine sorgfältige Betrachtung aller Untergrundquellen für Elektron-Hadron-Ereignisse konnte sichergestellt werden, daß die meisten Ereignisse nicht durch normale Multihadron-, QED- oder Strahl-Gas-Ereignisse vorgetäuscht werden können. Wesentlich wichtiger ist jedoch der experimentelle Befund, daß bei einer Gesamtenergie von 3.6 GeV, also unterhalb der Schwelle für die Erzeugung von Charm-Mesonen nur sehr wenige Ereignisse gefunden wurden. Auch Messungen bei der  $\psi'(3.7)$ -Resonanz ergaben nur eine geringe Zahl. Man erhält dort in kurzer Zeit eine große Zahl von Multihadron-Ereignissen, mit deren Hilfe man studieren kann, wieviele Elektron-Hadron-Ereignisse durch  $\pi^0$ -Dalitz-Zerfälle, Konversion und  $\gamma$ -Quanten und  $K \rightarrow e\pi \nu$ -Zerfälle zu erwarten sind.

Die Tatsache, daß bei 3.6 und 3.7 GeV nur wenige Elektron-Hadron-Ereignisse gefunden werden, die man zudem durch die genannten Untergrundquellen erklären kann, daß aber oberhalb 4 GeV eine wesentlich größere Zahl beobachtet wird, beweist die Existenz einer Schwelle für einen neuartigen physikalischen Prozeß. Da Untergrundreaktionen nur einen geringen Bruchteil der Ereignisse erklären, können die Elektron-Hadron-Ereignisse nur aus dem schwachen Zerfall von Elementarteilchen mit einer neuen Quantenzahl stammen.



**Abb. 7** Multiplizitätsverteilung der Elektron-Hadronereignisse bei 4–4.2 GeV. Gezählt werden alle geladenen und neutralen Spuren einschließlich des Elektrons. (25936)



**Abb. 8** Impulsspektrum der Elektron-Hadron-Ereignisse bei 4–4.2 GeV. Aufgetragen sind alle Ereignisse mit mehr als 3 Spuren. Gestrichelte Kurve: berechnetes Impulsspektrum für den Zerfall eines schweren Leptons  $L \rightarrow e \nu_e \nu_L$  mit masselosem Neutrino  $\nu_L$ . (25934)

Diese Quantenzahl muß bei der Erzeugung durch  $e^+e^-$ -Vernichtung erhalten bleiben; die neuen Teilchen müssen somit paarweise erzeugt werden. Das beobachtete Schwellenverhalten schränkt dann die Masse auf den Bereich 1.8–2.0 GeV ein.

Die Mehrzahl der Ereignisse kann nicht durch die Erzeugung schwerer Leptonen erklärt werden. Die Multiplizitäten für  $e^+e^- \rightarrow L^+L^- \rightarrow e + \text{Hadronen} + \text{Neutrinos}$  sind nach theoretischen Vorhersagen niedrig, 80% der Ereignisse sollten nur 2 oder 3 Spuren einschließlich des Elektrons haben. Abb. 7 zeigt jedoch, daß die beobachteten Ereignisse mittlere Multiplizitäten von 5–6 haben und nur 6 Ereignisse mit niedriger Multiplizität vorliegen. Die Ereignisse mit höherer Multiplizität haben wesentlich niedrigere Impulse als man sie vom Zerfall schwerer Leptonen erwartet, vgl. Abb. 8.

Es liegt daher nahe, die Elektron-Hadron-Ereignisse durch die Erzeugung von Paaren von Hadronen mit einer neuen Quantenzahl wie Charm zu erklären. Da die Erzeugung von Charm-Mesonen gemäß  $e^+e^- \rightarrow D^0\bar{D}^{0*}, D^{0*}\bar{D}^0$  bei SPEAR nachgewiesen wurde, ist dies die wahrscheinlichste Interpretation. Die beobachtete Multiplizität und auch das Impulsspektrum sind in Übereinstimmung mit der Charm-Hypothese, vgl. Abb. 9.

Wenn die Elektronen aus dem semileptonischen Zerfall von Charm-Mesonen stammen, sollte man häufig K-Mesonen in Koinzidenz beobachten, da bei dem schwachen Zerfall

das c-Quark vorzugsweise in ein s-Quark übergeht. Im DASP-Detektor wurde nach K-Elektron-Koinzidenzen gesucht, indem  $K^\pm$ -Mesonen im Außendetektor definiert wurden und dann nach geladenen schauernden Spuren im Innendetektor gesehen wurde. Bei 4 GeV wurde in der Tat eine allerdings noch geringe Zahl solcher Ereignisse gefunden.

Die oben diskutierten Daten wurden in der Meßperiode bis August 1976 aufgenommen. Bei Jahresende lagen noch viele weitere Daten vor, deren Auswertung jedoch noch im Gange war.

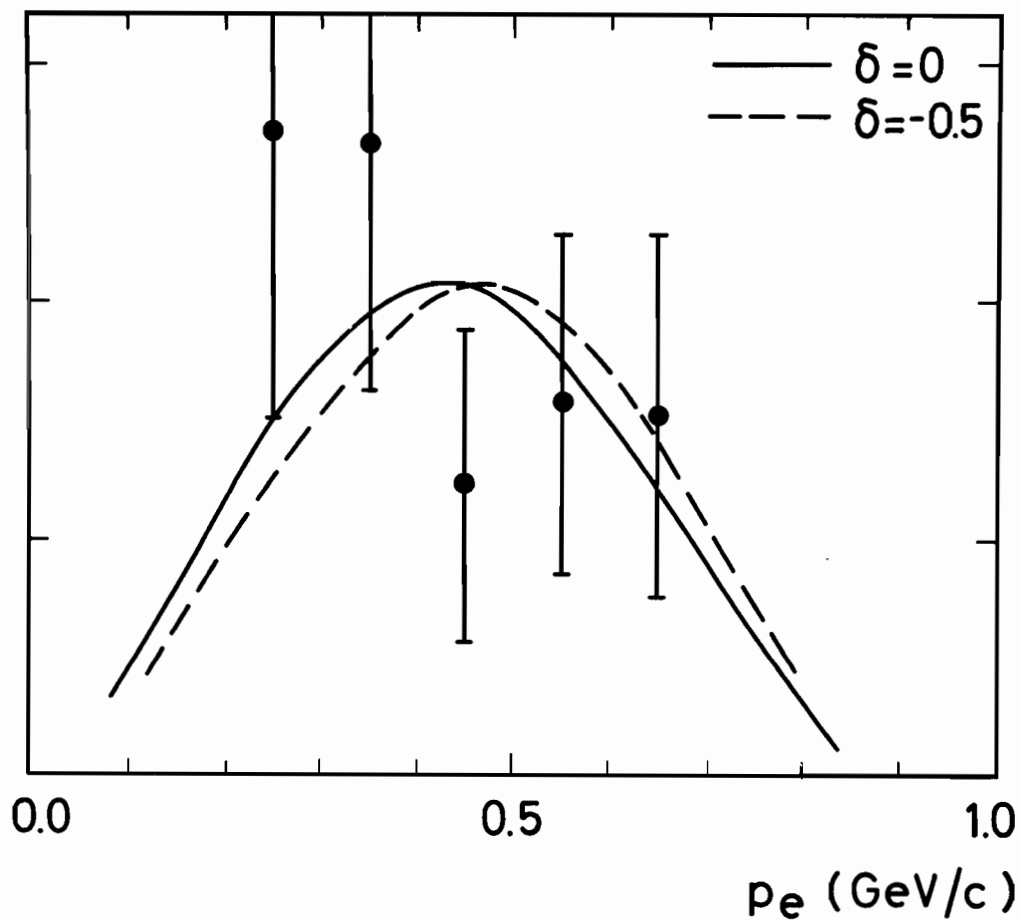


Abb. 9 Vergleich der experimentellen Daten mit dem Impulsspektrum der Elektronen aus dem D-Meson-Zerfall. (Berechnet von Ali und Yang, DESY-Bericht 76/39). (25411)

## PLUTO-Experiment

4 $\pi$ -Detektor  
(F1, F33, F39,  
Hamburg, Siegen,  
Wuppertal)

Der magnetische Detektor PLUTO wurde während des ganzen Berichtsjahres in der in Abb. 10 gezeigten Ausstattung am Speicherring DORIS betrieben. Die volle Bestückung mit 14 zylindrischen Proportionalkammern erlaubt eine sehr gute räumliche Rekonstruktion der Spurbahnen geladener Teilchen. In zwei Bleizylindern zwischen den Kammern werden außerdem Photonen und Elektronen „aufgeschauert“ und dadurch erkannt. Die äußere Umhüllung des Detektors mit Röhrenkammern wurde auf 0.5 von 4 $\pi$  ausgedehnt. In diesen Kammern werden  $\mu$ -Mesonen identifiziert, die das Eisenjoch durchdringen.

Die Betriebssicherheit des beschriebenen Systems war vor Januar 1976 bereits so weit verbessert worden, daß es im gesamten Berichtsjahr keine nennenswerten Pannen gab. Von der insgesamt 1976 von DORIS bereitgestellten Luminosität von 7811 nb<sup>-1</sup> konnten 83% in Form von Ereignissen auf Magnetband gespeichert werden. Die Verteilung der registrierten Luminosität auf die verschiedenen Energieintervalle ist in Abb. 11 dargestellt.

Die hohe Ansprechwahrscheinlichkeit für Strahl-Strahl-Wechselwirkungen ist die Haupteigenschaft des PLUTO-Detektors. Abgesehen von den als bekannt vorausgesetzten QED-Reaktionen ( $e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^-$ ,  $\mu^+ + \mu^-$ ,  $\gamma + \gamma$ ) ist der Wirkungsgrad (Akzeptanz) besser als 80%. Das ist der höchste bis jetzt an einem Speicherring erreichte Wert. Aus der Zahl der registrierten hadronischen Ereignisse und der gleichzeitig gemessenen Luminosität wird nach Wirkungsgrad- und Abstrahlungs-Korrektur der Wirkungsquerschnitt errechnet. Er ist in den Abbildungen 12 und 13 für die Resonanzen  $J/\psi$  und  $\psi'$  dargestellt. Die Breite der Resonanz ist durch die Energieverteilung der Speicherringstrahlen verfälscht. Ein im wesentlichen von den Strahleigenschaften unabhängiger Wert ist das Integral des Wirkungsquerschnittes über die Resonanz. Unsere z.Zt. besten Werte dafür sind:

$$\sigma_T dE_{CM} = \begin{matrix} (9700 \pm 1200) \text{ nb.MeV} & \text{für } J/\psi \\ (3300 \pm 360) \text{ nb.MeV} & \text{für } \psi' \end{matrix}$$

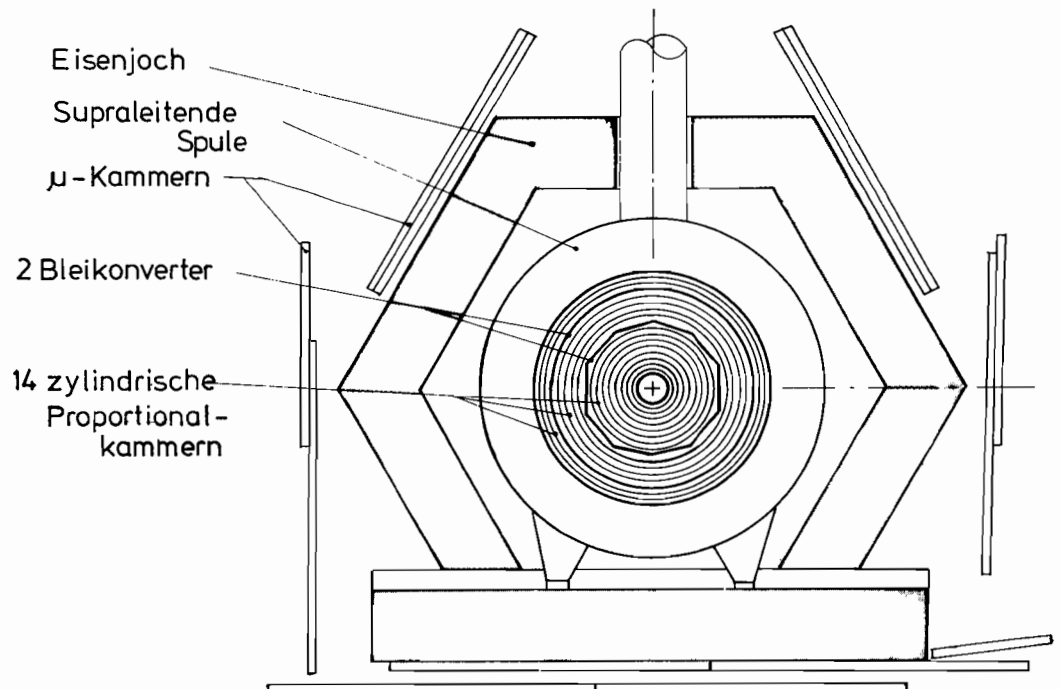


Abb. 10 PLUTO im Querschnitt, das Eisenjoch ist vorn und hinten geschlossen und dort auch von  $\mu$ -Kammern bedeckt. (25867)

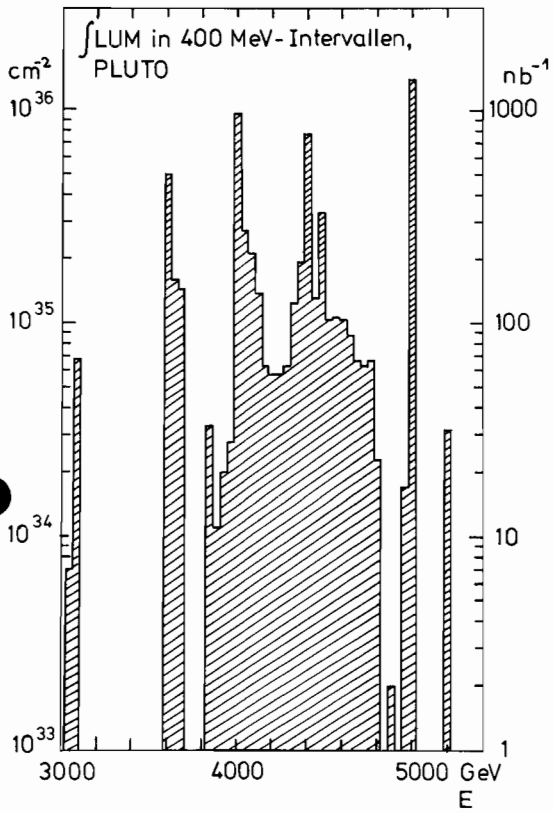


Abb. 11 Verteilung der über das Jahr 1976 registrierten Luminosität über die Energie E (im Schwerpunkt). (25846)

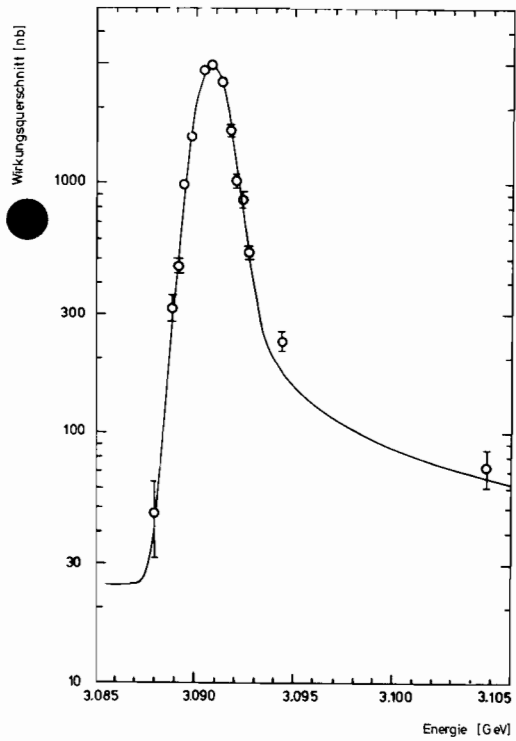


Abb. 12 Anregungskurve der Resonanz J/ψ (3.1). (25849)

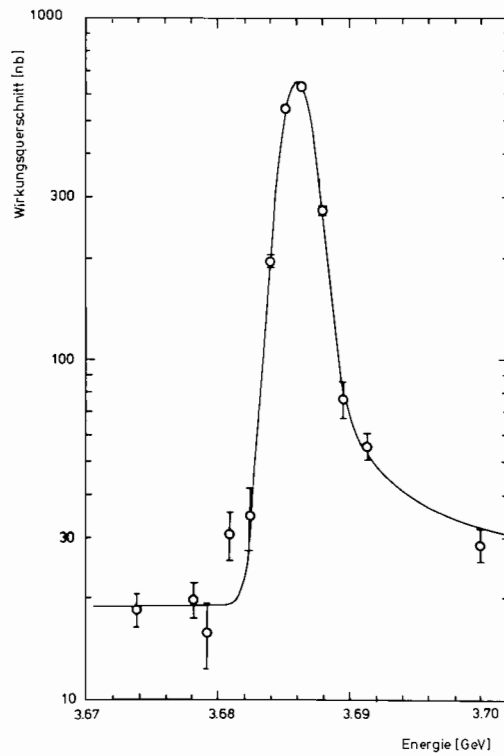


Abb. 13 Anregungskurve der Resonanz ψ' (3.7). (25848)

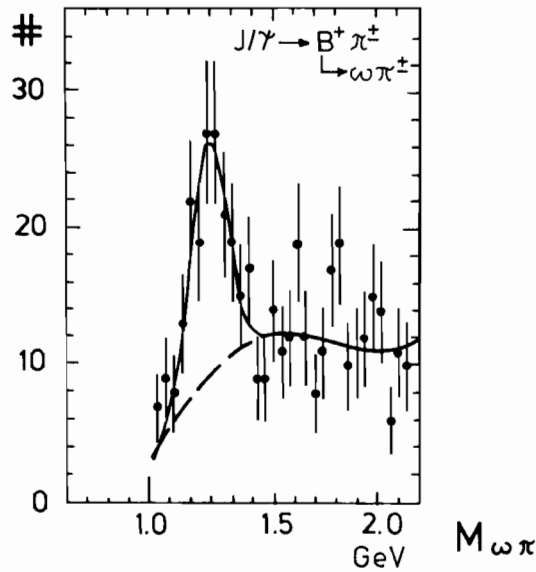


Abb. 14 Signal der B-Mesons aus dem Zerfall der Resonanz  
 $J/\psi' (3.1) \rightarrow B^\mp \pi^\pm \rightarrow \omega \pi^\mp \pi^\pm$ .  
 (25845)

Der Zerfall der 3.1 GeV Resonanz in 2 und 4 geladene Teilchen wurde untersucht. Der Proton-Antiproton Zerfall beträgt  $(3.2 \pm 0.5)\%$  des  $(\mu^+ + \mu^-)$ -Zerfalls. Für einige besondere Zerfallskanäle wurden folgende Häufigkeiten gefunden:

Zerfall	% des Gesamtzerfalls
$2\pi^+2\pi^-\pi^0$	$(3.5 \pm 0.5)\%$
$\omega\pi^+\pi^-$	$(0.90 \pm 0.09)\%$
$\omega f$	$(0.41 \pm 0.09)\%$
$B\pi$	$(0.39 \pm 0.06)\%$

Der Nachweis der letzten beiden Reaktionen wird in Abb. 14 und 15 veranschaulicht. Die Masse des B, bzw. f Teilchens wird in der  $\omega\pi$  bzw.  $\pi\pi$  Kombination wiedergefunden.

Abb. 16 zeigt die noch nicht im Detail verstandene Struktur des Wirkungsquerschnittes (geteilt durch den bekannten  $\mu\mu$ -Wirkungsquerschnitt) in der 4 GeV-Gegend. Der Wirkungsquerschnitt für 2-Spur-Ereignisse ist auch getrennt dargestellt. Ähnliche Beobachtungen wurden auch bei SLAC gemacht und müssen noch weiter verfeinert werden. Es wird vermutet, daß sich bei diesen Energien mehrere Resonanzen mit den Schwellen zur Produktion neuer Teilchen überlagern. Jede Aussage über die Art von Teilchen, die bei diesen Energien erzeugt werden, ist deshalb besonders interessant.



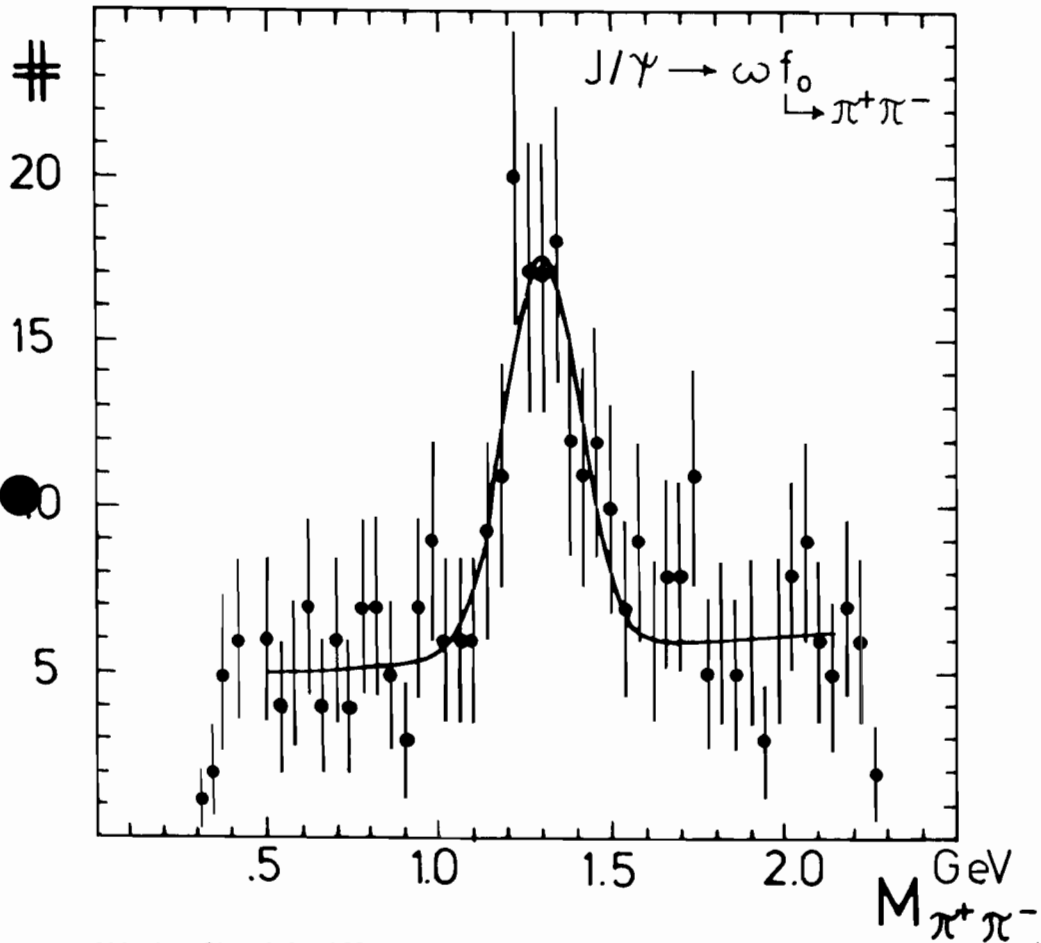


Abb. 15 Signal der f-Mesons aus dem Zerfall der Resonanz  $J/\psi$  ( $3.1$ )  $\rightarrow \omega f \rightarrow \omega \pi^+ \pi^-$  (25866)

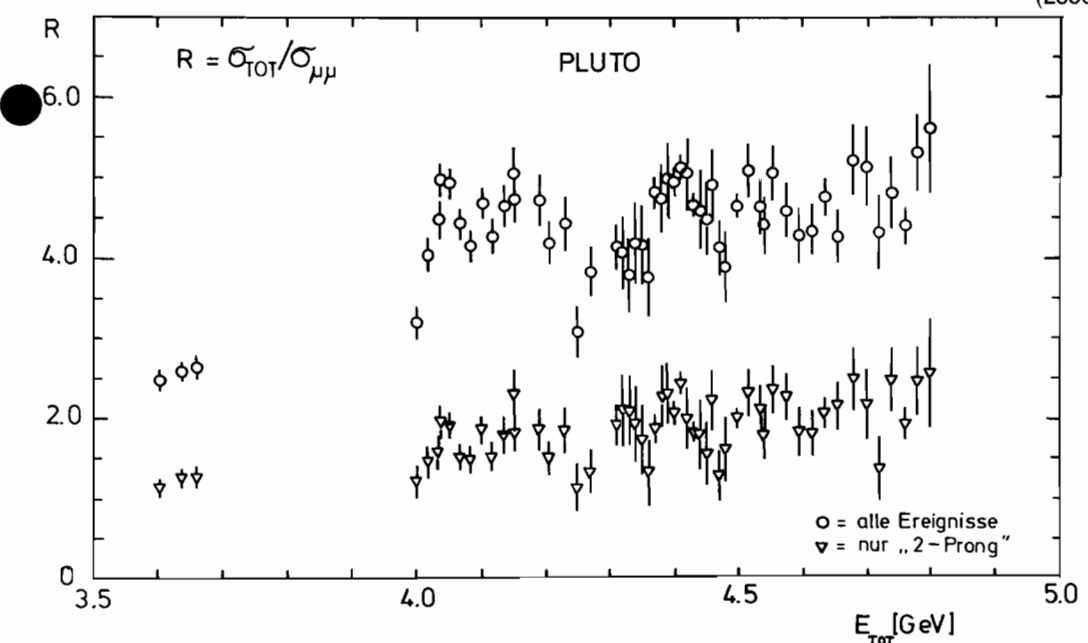


Abb. 16 Totaler Wirkungsquerschnitt, bezogen auf  $\sigma(e\bar{e} \rightarrow \mu\bar{\mu})$ , gezeigt für alle Ereignistypen und nur für 2-prongs. (25858)

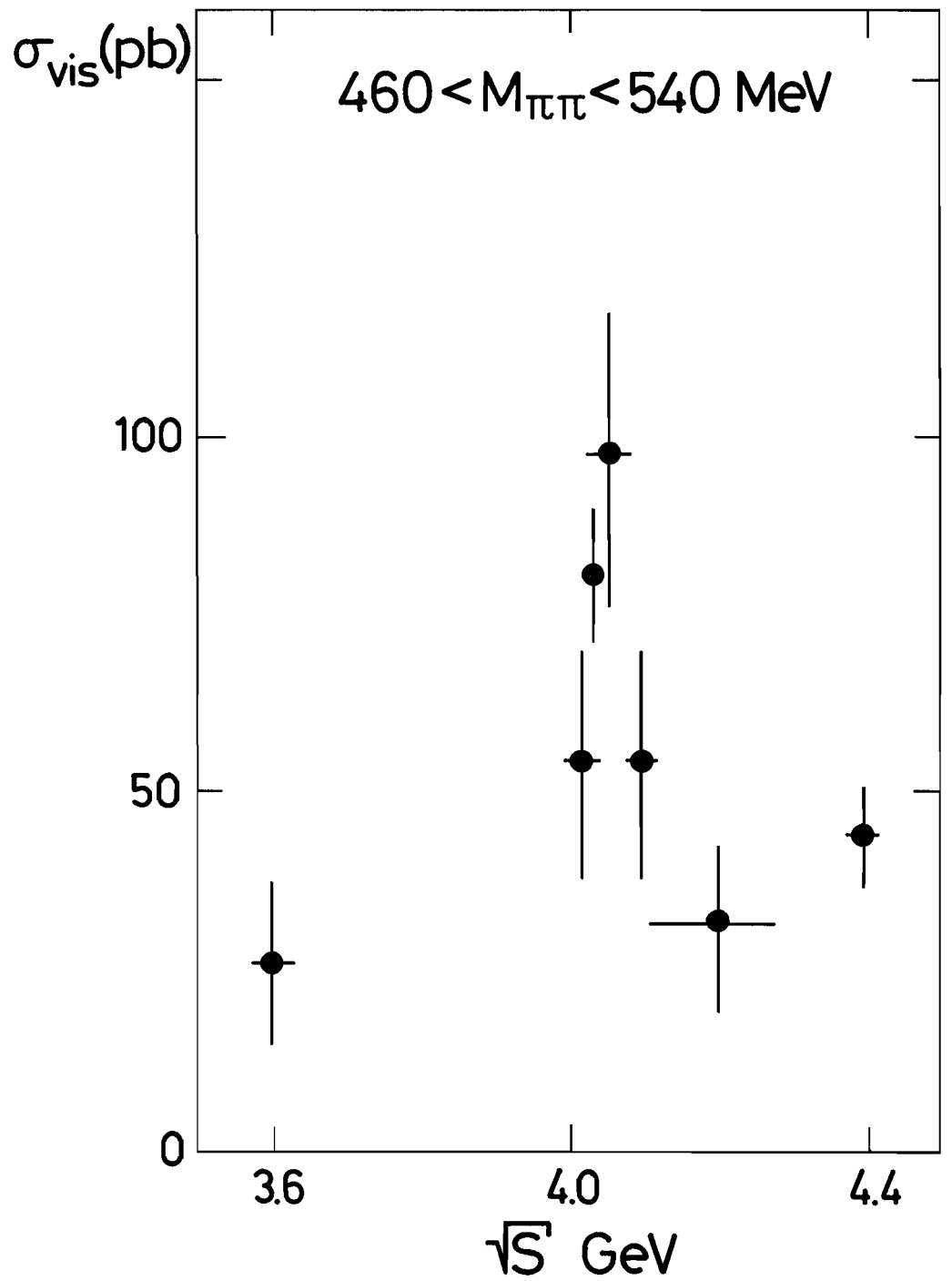


Abb. 17 Signal von assoziierten  $K_s^0$ -Mesonen mit Elektronen bei 4.03 GeV.

(25865)

Bis jetzt wurde mit PLUTO die Erzeugung von  $K^0$ -Mesonen, von Elektronen und von  $\mu$ -Mesonen untersucht. Die beiden letzten sollten bei „normalen“, vor 1975 bekannten hadronischen Reaktionen nicht vorkommen (lediglich als Untergrund durch Sekundäreffekte im Detektor). Etwas über 4 GeV wurde ein klar über dem Untergrund liegender Wert für die gleichzeitige Erzeugung eines  $K^0$ -Mesons mit einem Elektron (im gleichen „Ereignis“, zusammen mit weiteren Teilchen) gefunden (siehe Abb. 17). Diese Ereignisse sind besonders wichtig, da sie einerseits bei der Erzeugung von Teilchen mit der neuen Quantenzahl „Charm“ erwartet werden und andererseits, weil sie nur schwer auf andere Art zu erklären sind.

Die Tatsache, daß ab etwa 4 GeV Gesamtenergie neuartige Teilchen erzeugt werden, ist auch dadurch bekräftigt, daß gerade bei dieser Energie die Erzeugung von Elektronen in hadronischen Ereignissen einsetzt. Die Erzeugung von  $K_0$ -Mesonen wird sogar bei 4030 MeV dreimal so stark als bei niedrigeren Energien wie in Abb. 18 gezeigt wird.

Bei der gleichen Energie setzt auch ein bei SLAC beobachteter Prozeß ein, nämlich die gleichzeitige Erzeugung von einem  $\mu$ -Meson und einem Elektron. Für diese Ereignisse gibt es zwar „Charm“-Teilchen-Erklärungen, aber auch eine zweite, viel plausiblere, nämlich den Zerfall von Schweren Leptonen, nach denen schon lange gesucht wird. Solche Ereignisse wurden auch im PLUTO beobachtet. Die bis jetzt analysierten Daten sind mit der Erzeugung zweier Leptonen mit einer Masse von je  $(1950 \pm 100)$  MeV gut verträglich.

$$e^+e^- \rightarrow K_s^0 + \text{weitere Teilchen}$$

$$P_{K_s^0} > 0.2 \text{ GeV}/c$$

(vorläufiges Ergebnis)

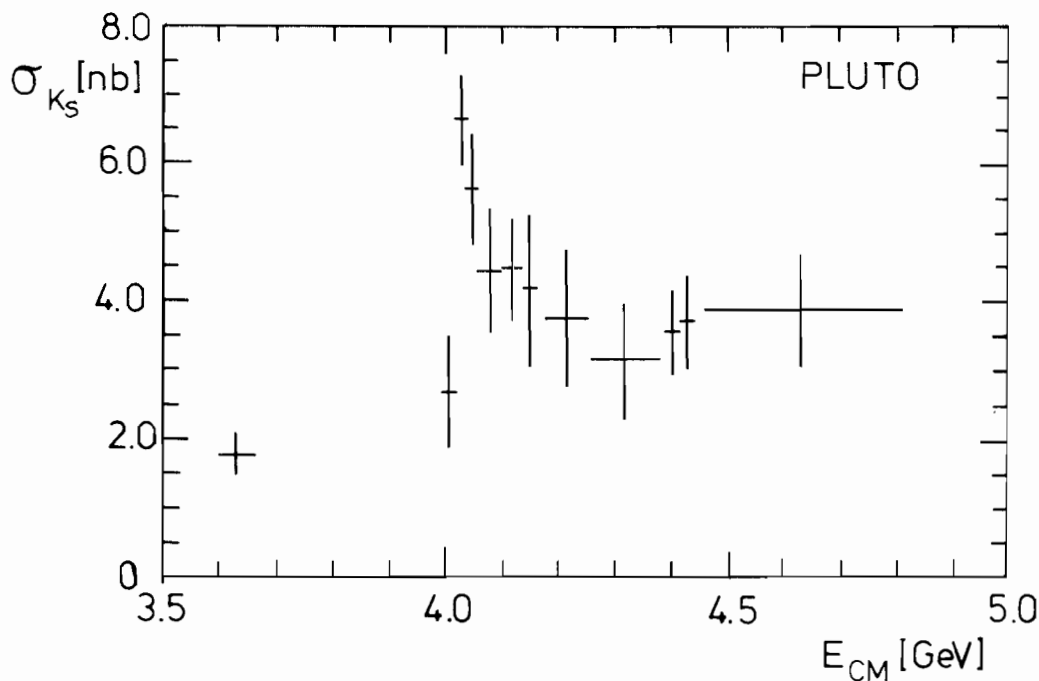


Abb. 18 Wirkungsquerschnitt für  $K_s^0$ -Erzeugung von 3.6 bis 4.8 GeV.

(25859)

Die Häufigkeit von Ereignissen (im PLUTO), bei denen ein  $\mu$ -Meson identifiziert wurde (ohne Elektron – jedoch mit weiteren geladenen Teilchen), zeigt bei höheren Energien einen Überschuß gegenüber dem erwarteten Untergrund. Die Wirkungsquerschnitte für das Energieintervall von 4.3 bis 4.8 GeV sind (beim jetzigen Stand der Analyse):

$$\begin{aligned}\sigma_{(\mu+1 \text{ geladenes Teilchen})} &= 149 \pm 25 \text{ pb} \\ \sigma_{(\mu+\geq 2 \text{ geladene Teilchen})} &= 79 \pm 29 \text{ pb.}\end{aligned}$$

Dagegen sind die gleichen Wirkungsquerschnitte bei 3.6 GeV mit Null verträglich wie auch schon bei SLAC beobachtet wurde.

Am Ende des Berichtsjahres wurde der PLUTO-Detektor ausgebaut, um den im wesentlichen schon fertigen Schauerzähler einzubauen. Die Elektronenerkennung und Energiebestimmung von Photonen wird dadurch erheblich verbessert.

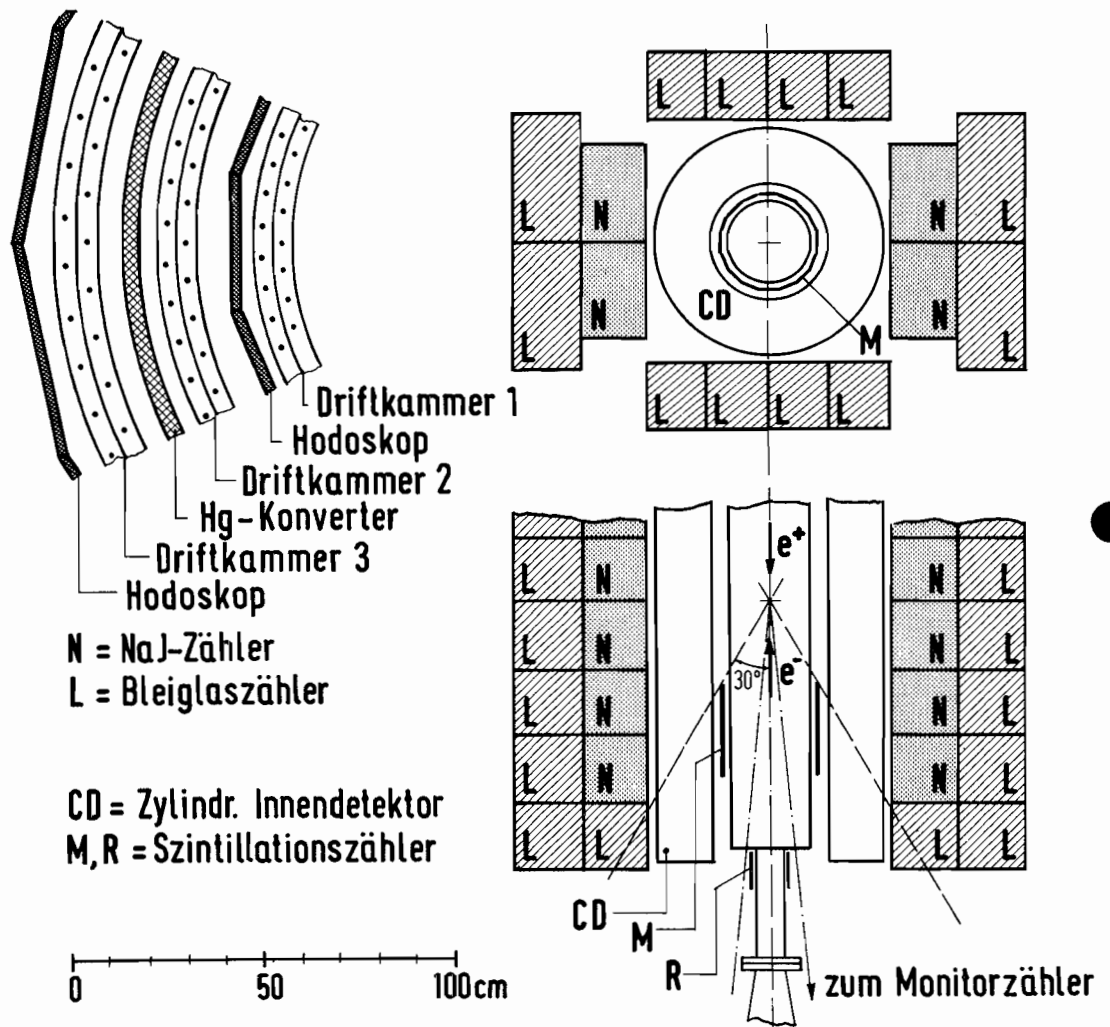


Abb. 19 Apparatur der DESY-Heidelberg-Gruppe

(23500)

## Natrium-Jodid-Zähler-Experiment

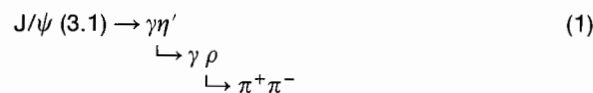
Zu Beginn des Jahres 1976 wurde der Detektor der Gruppe F11 aus der südlichen Wechselwirkungszone bei DORIS entfernt und durch den Pluto-Magneten ersetzt. Im Berichtsjahr wurden die Daten der Meßperiode 1975 ausgewertet, die Apparatur für die nächsten Messungen umgebaut und Vorbereitungen für ein PETRA-Experiment der ersten Generation getroffen.

*Energie- und Richtungsbestimmung neutraler und geladener Sekundärteilchen (F11, Heidelberg)*

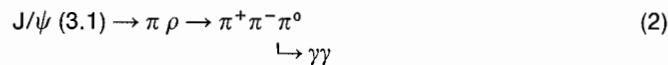
Mit dem neutralen Detektor der Gruppe F11 (Abb. 19) werden geladene Teilchen und konvertierte Photonen in einem Raumwinkel von  $\Delta\Omega/4\pi = 0.96$  nachgewiesen. Zur Energiemessung von Elektronen und Photonen dient eine NaJ-Bleiglas-Zähleranordnung, welche etwa 65% des vollen Raumwinkels überdeckt. Myonen werden hinter einem Eisenabsorber über einem Raumwinkel von  $\Delta\Omega_\mu/4\pi = 0.32$  identifiziert. In der Apparatur werden sowohl Ereignisse, welche geladene Spuren enthalten, registriert, als auch völlig neutrale Endzustände.

Während der Meßperiode 1975 sind Daten im Bereich der beiden Resonanzen  $J/\psi$  (3.1) und  $\psi'$  (3.7) aufgenommen worden, die im Berichtsjahr 1976 analysiert wurden. Strahlungszерfälle der  $J/\psi$ -Resonanzen in ein Photon und ein pseudoskalares Meson sind von Bedeutung, da man aus der relativen Häufigkeit dieser Übergänge auf die Quark-Zusammensetzung der neuen Teilchen zurückschließen kann und Aufschluß darüber erhält, wie die Photonen angekoppelt werden. Aufgrund des großen Raumwinkels für den  $\gamma$ -Nachweis ist die F11-Apparatur für derartige Untersuchungen besonders gut geeignet.

Der Zerfall



bildet einen Endzustand mit zwei geladenen Pionen und zwei Photonen. Aber auch die Reaktion



wird als  $\pi^+ \pi^- \gamma\gamma$ -Zustand nachgewiesen. Die Prozesse (1) und (2) sind nur durch eine kinematische Analyse zu unterscheiden.

Ereignisse, bei denen zwei geladene Spuren und zwei konvertierte Photonen aus dem Wechselwirkungspunkt beobachtet werden, können vollständig rekonstruiert werden, wenn man nur die gemessenen Teilchenrichtungen verwendet und annimmt, daß die geladenen Reaktionsprodukte Pionen sind. In der Verteilung der invarianten Massen  $m_{\gamma\gamma}$  der Abbildung 20a erkennt man ein deutliches  $\pi^0$ -Signal, während die Massenverteilung der beiden geladenen Teilchen eine Überhöhung im Bereich der  $\rho$ -Masse zeigt (Abb. 20b).

Das  $\rho^0$ -Signal, welches auf den Zerfallskanal (2) zurückzuführen ist, erhält man durch eine Beschränkung der Masse  $m_{\gamma\gamma}$  auf das  $\pi^0$ -Massenintervall. Die Erzeugung geladener  $\rho$ -Mesonen in der Reaktion (2) ist dem Histogramm (Abb. 20c) zu entnehmen.

Nach verschiedenen Korrekturen erhält man ein Verzweigungsverhältnis

$$\frac{\Gamma(J/\psi \rightarrow \pi\rho)}{\Gamma(J/\psi \rightarrow \text{alle})} = (1.0 \pm 0.2) \cdot 10^{-2}$$

in guter Übereinstimmung mit anderen Messungen.

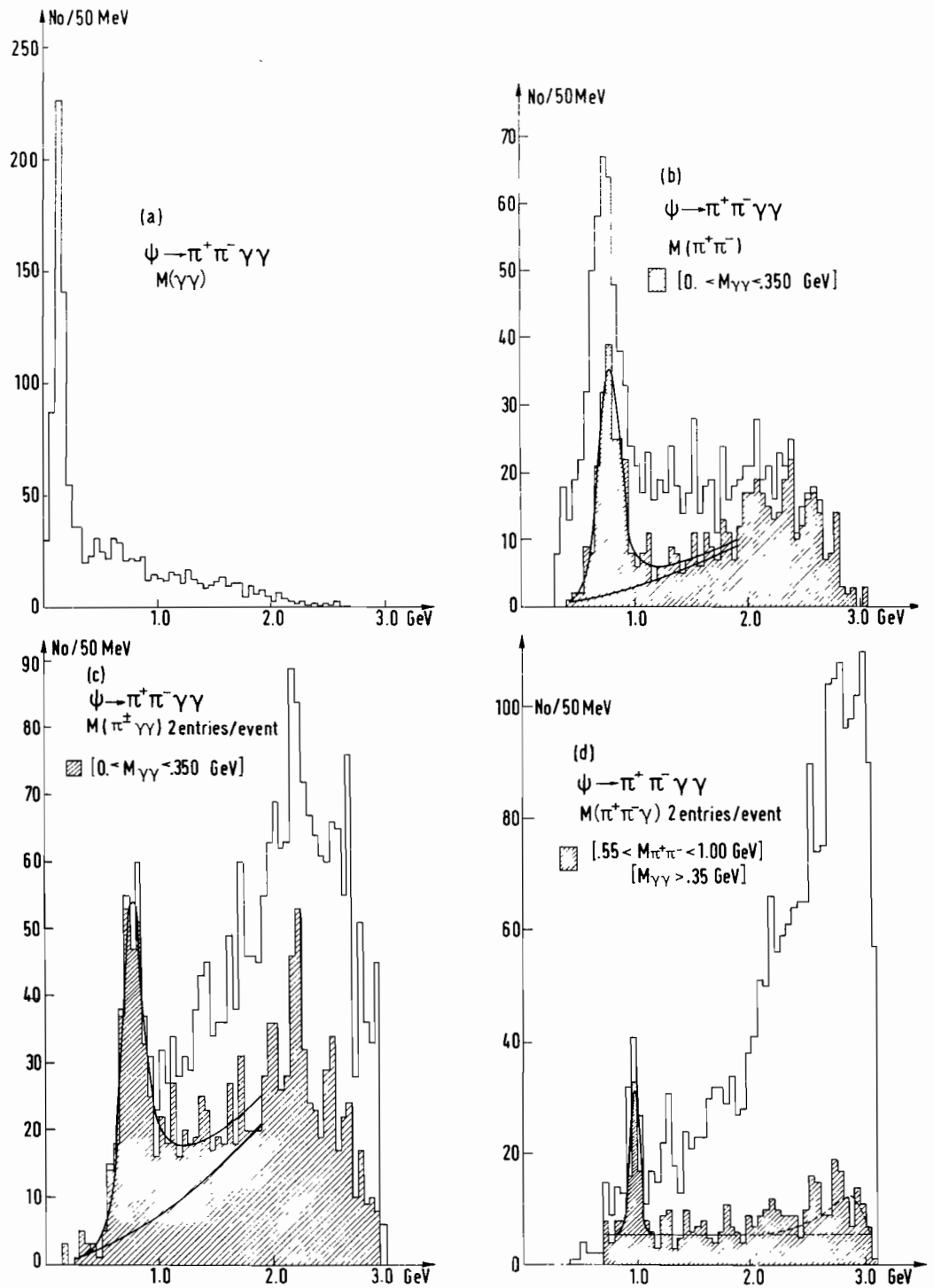


Abb. 20 Verteilungen invarianter Massen von 2- und 3-Teilchenkombinationen

- a)  $M_{\gamma \gamma}$
- b)  $M_{\pi^+ \pi^-}$ . Schraffiertes Histogramm mit Zusatzbedingung  $0 < M_{\gamma \gamma} < 0.35 \text{ GeV}$ .
- c)  $M_{\pi^\pm \gamma \gamma}$ . Zwei Eintragungen pro Ereignis.  
Schraffiertes Histogramm mit Zusatzbedingung  $0 < M_{\gamma \gamma} < 0.35 \text{ GeV}$
- d)  $M_{\pi^+ \pi^- \gamma}$ . Zwei Eintragungen pro Ereignis. Schraffiertes Histogramm mit Zusatzbedingungen  $M_{\gamma \gamma} \geq 0.35 \text{ GeV}$ ;  $0.55 < M_{\pi^+ \pi^-} < 1.00 \text{ GeV}$ .

(25107)

Das Verzweigungsverhältnis

$$\frac{\Gamma(J/\psi \rightarrow \gamma \eta')}{\Gamma(J/\psi \rightarrow \text{alle})} = (2.4 \pm 0.7) \cdot 10^{-3}$$

erhält man durch eine Auswertung des  $\eta'$ -Signals in Abb. 20d.

Die Zerfälle



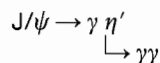
und



können im F11-Detektor als vollständig neutrale Endzustände nachgewiesen werden.

Zur Untersuchung der Reaktion (3) werden Endzustände mit genau drei konvertierten Photonen unter Benutzung der drei  $\gamma$ -Richtungsvektoren kinematisch rekonstruiert. Dabei werden nur solche Ereignisse in der Analyse berücksichtigt, die innerhalb der Wechselwirkungszone erzeugt wurden, und bei denen berechnete und gemessene  $\gamma$ -Energien übereinstimmen.

Aus den Vierervektoren für drei Photonen kann man drei verschiedene invariante Massen  $m_{\gamma\gamma}$  berechnen. Um Untergrundprobleme und eine Konfusion mit Zuständen höherer Masse zu vermeiden, wurden zur Bestimmung von Verzweigungsverhältnissen nur Ereignisse verwandt, für die alle Lösungen  $m_{\gamma\gamma} < 2.6 \text{ GeV}$  sind. Die kleinste invariante Masse  $m_{\perp}(\gamma\gamma)$  ist in der Abb. 21 dargestellt. Man erkennt über einem flachen Untergrund ein deutliches  $\eta$ -Signal und einige Ereignisse im Bereich der  $\eta'$ -Masse, welche aus dem Zerfall



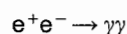
stammen.

Das Verzweigungsverhältnis

$$\frac{\Gamma(J/\psi \rightarrow \gamma \eta)}{\Gamma(J/\psi \rightarrow \text{alle})} = (1.3 \pm 0.4) \cdot 10^{-3}$$

erhält man nach der Berücksichtigung aller Korrekturen.

Die Zerfallsphotonen der  $\pi^0$ -Mesonen aus der Reaktion (4) können aufgrund ihres kleinen Öffnungswinkels im allgemeinen von unserem Detektor nicht aufgelöst werden, so daß die Endzustände sich nicht von dem QED-Prozeß

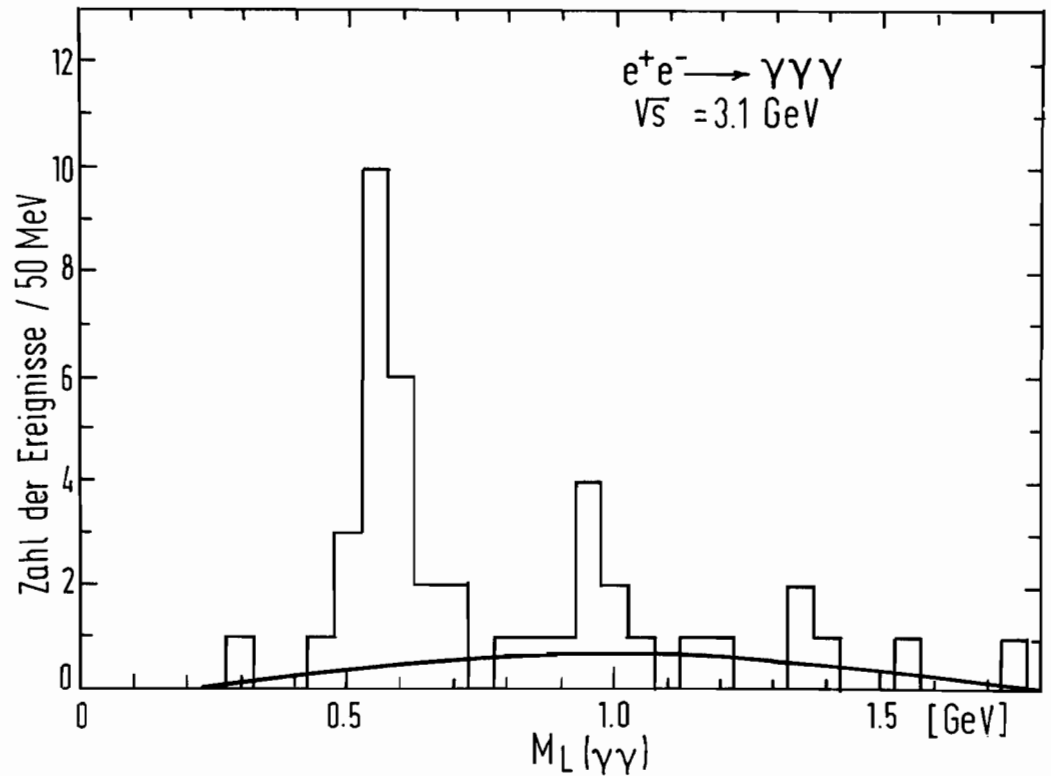


unterscheiden. Eine Untersuchung von Zwei-Photon-Endzuständen zeigt keine Abweichung von den QED-Berechnungen, und es wird eine obere Grenze

$$\frac{\Gamma(J/\psi \rightarrow \gamma \pi^0)}{\Gamma(J/\psi \rightarrow \text{alle})} \leq 5.5 \cdot 10^{-4}$$

bestimmt.





**Abb. 21** Verteilung der kleinsten invarianten Masse für  $e^+e^- \rightarrow 3\gamma$ -Ereignisse. Die durchgezogene Kurve entspricht dem erwarteten Untergrund. (25718)

Aus der relativen Häufigkeit der  $\gamma\eta$ - und  $\gamma\eta'$ -Zerfälle der  $J/\psi$ -Resonanz schließt man, daß das Photon im wesentlichen an das Quarksystem  $c\bar{c}$  angekoppelt ist. Das Verhältnis

$$\frac{\Gamma(J/\psi \rightarrow \gamma\eta')}{\Gamma(J/\psi \rightarrow \gamma\eta)} = 1.8 \pm 0.8$$

deutet darauf hin, daß der Gehalt von  $c\bar{c}$ -Quarks beim  $\eta$ - und  $\eta'$ -Meson von gleicher Größenordnung ist.

Die Zerfallsbreite der  $J/\psi$  (3.1)-Resonanz in vollständig neutrale Endzustände der Art

$$J/\psi \rightarrow \gamma + n\pi^0 + m\eta$$

ist klein und beträgt weniger als 0.7% der totalen Breite.

Exklusive Zerfälle der Art (1) bis (4) wurden bei der  $\psi'$ -Resonanz nicht beobachtet.

Durch eine Verbesserung der Analyse konnten  $\gamma$ -Winkelverteilungen relativ zur Strahlenebene für den Übergang

$$\psi' (3.1) \rightarrow \gamma_1 P_c (3.5) \begin{cases} \rightarrow \gamma_2 J/\psi (3.1) \\ \rightarrow \left\{ \begin{array}{l} e^+e^- \\ \mu^+\mu^- \end{array} \right\} \end{cases}$$

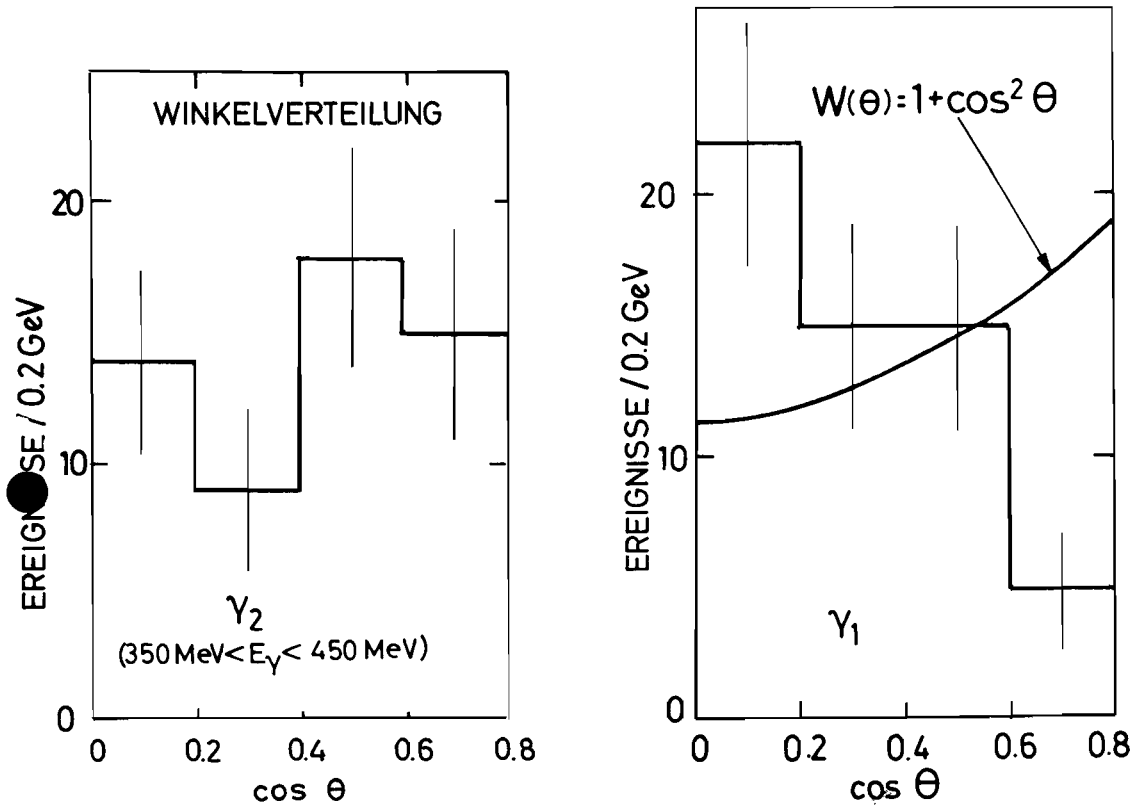


Abb. 22 Winkelverteilungen der beiden Photonen aus dem Zerfall  $\psi' (3.7) \rightarrow \gamma_1 P_c \rightarrow \gamma_1 \gamma_2 \psi$ . (25847)

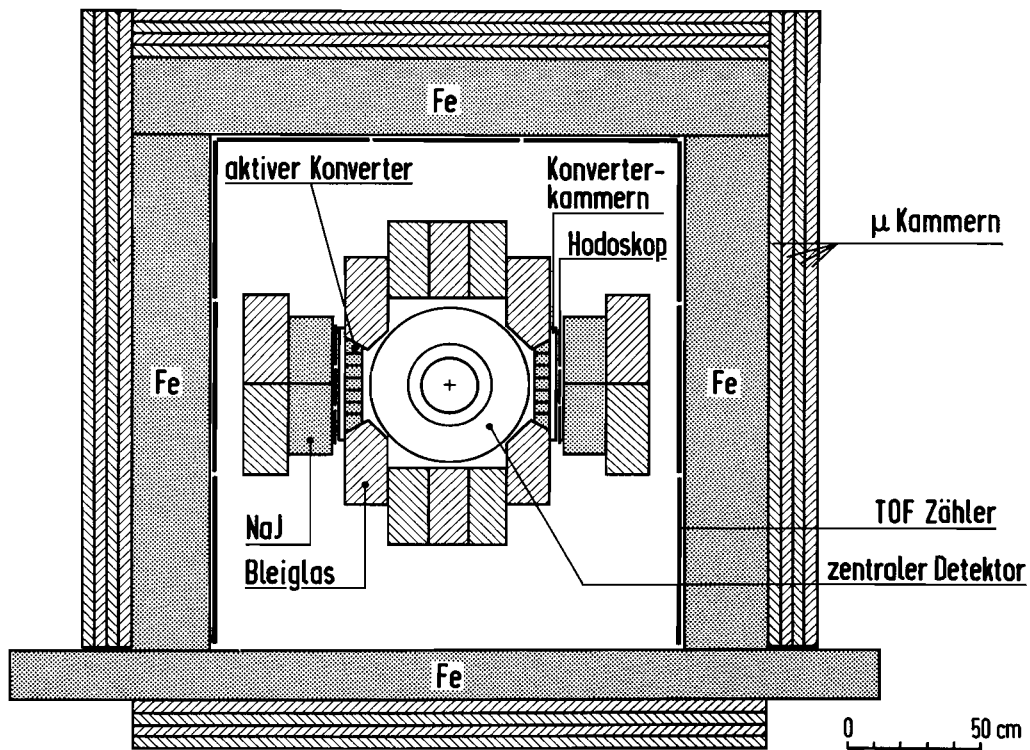


Abb. 23 Schnitt durch die modifizierte F11-Apparatur (Übersicht).

(25855)

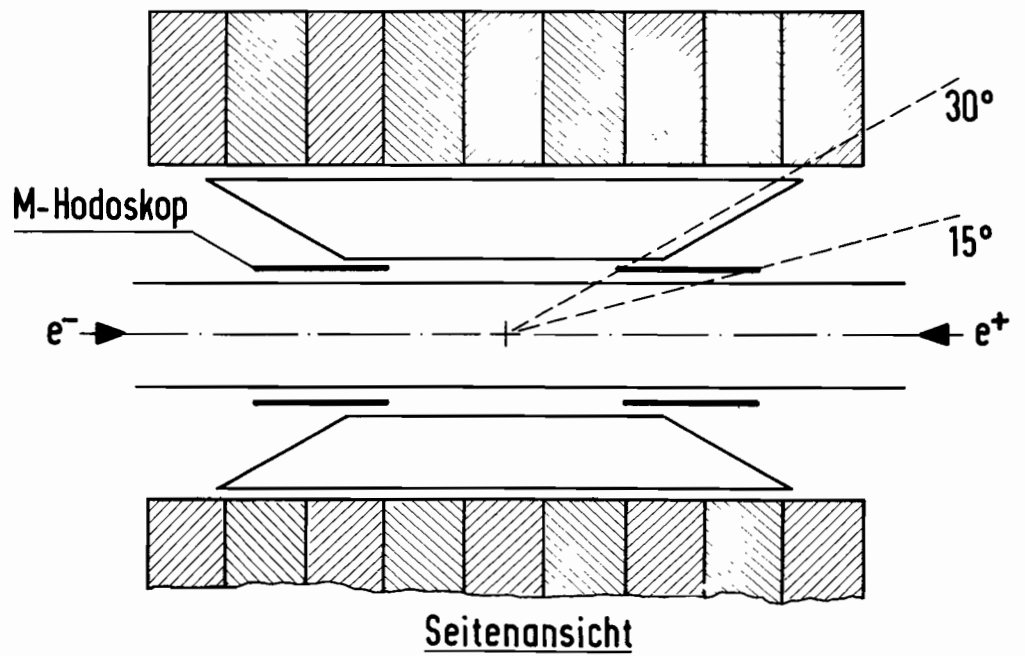
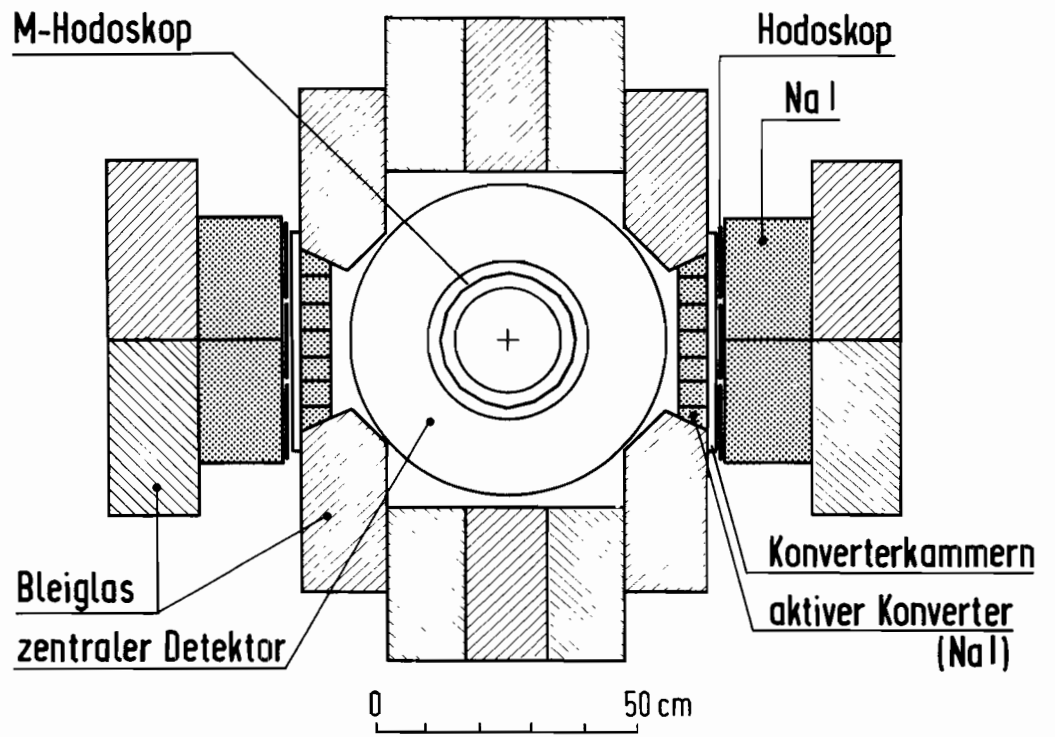


Abb. 24 Modifizierte F11-Apparatur.

(25851)

bestimmt werden, die in der Abb. 22 gezeigt sind. Die  $\gamma$ -Winkelverteilung läßt den Schluß zu, daß der Spin des  $P_c$ -Zwischenzustandes nicht 0 ist.

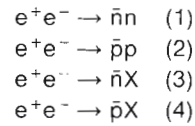
Für die nächste Meßperiode wurden technische Verbesserungen an der F11-Apparatur vorgenommen, die man den Abbildungen 23 und 24 entnimmt

1. Zur Verbesserung der Energieauflösung für Elektronen und Photonen wurde der Quecksilberkonverter vor den NaJ-Zählern der Seitenwände durch einen aktiven NaJ-Konverter ersetzt. In dahinterliegenden Driftkammern und Zählerhodoskopen werden Konversionselektronen nachgewiesen. Daraus kann die Richtung der Photonen bestimmt werden.
2. Die Lücken im  $\gamma$ -Detektor sind durch speziell geformte Bleiglaszähler geschlossen worden.
3. Die Energie- und Ortsauflösung im Boden und Deckel wurde durch eine feinere Segmentierung und größere Dicke der Bleiglaszähler verbessert. In einem Teststrahl wurden Auflösungen von  $\Delta E/E = 0.11$  (FWHM) bei 1 GeV gemessen.
4. Der Raumwinkel für die  $\mu$ -Identifizierung wurde durch den Einbau neuer Driftkammern auf etwa  $\Delta\Omega_\mu/4\pi = 0.6$  vergrößert.
5. Das System der Flugzeitähler wurde dem vergrößerten  $\mu$ -Raumwinkel angepaßt.

## BONANZA-Experiment

(Bonn, F12)

Der Detektor BONANZA wurde von Physikern des Physikalischen Institutes der Universität Bonn, des Institutes für Kernphysik der Universität Mainz und von DESY für Experimente zur Untersuchung der Vernichtungsreaktionen



entworfen. Eine schematische Ansicht der Apparatur zeigt Abb. 25. Die Wechselwirkungszone ist umgeben von dem rotationssymmetrischen Proportionalkammersystem MADKA, die aus 5 Zylinderkammern besteht, mit denen geladene Teilchen aus dem Wechselwirkungsbereich nachgewiesen werden. Die Kammern erlauben eine azimutale Auflösung von  $1.5^\circ$  und in Strahlrichtung eine Ortsauflösung von  $\pm 3$  cm. Eine spezielle Logik erlaubt es, innerhalb von ca.  $20 \mu$  sec. festzustellen, ob ein von der Strahlachse kommendes geladenes Teilchen innerhalb eines  $1.5^\circ$ -Sektors nachgewiesen wird. Zum Nachweis der Antinukleonen und Neutronen dient ein Ring aus 36 „Neutronenzählern“, der innen und außen von je einem Ring aus Szintillationszählern, genannt Vetozähler, umgeben ist.

Die Nachweiswahrscheinlichkeit für Neutronen beträgt 15%,  
diejenige für Antinukleonen 16%.

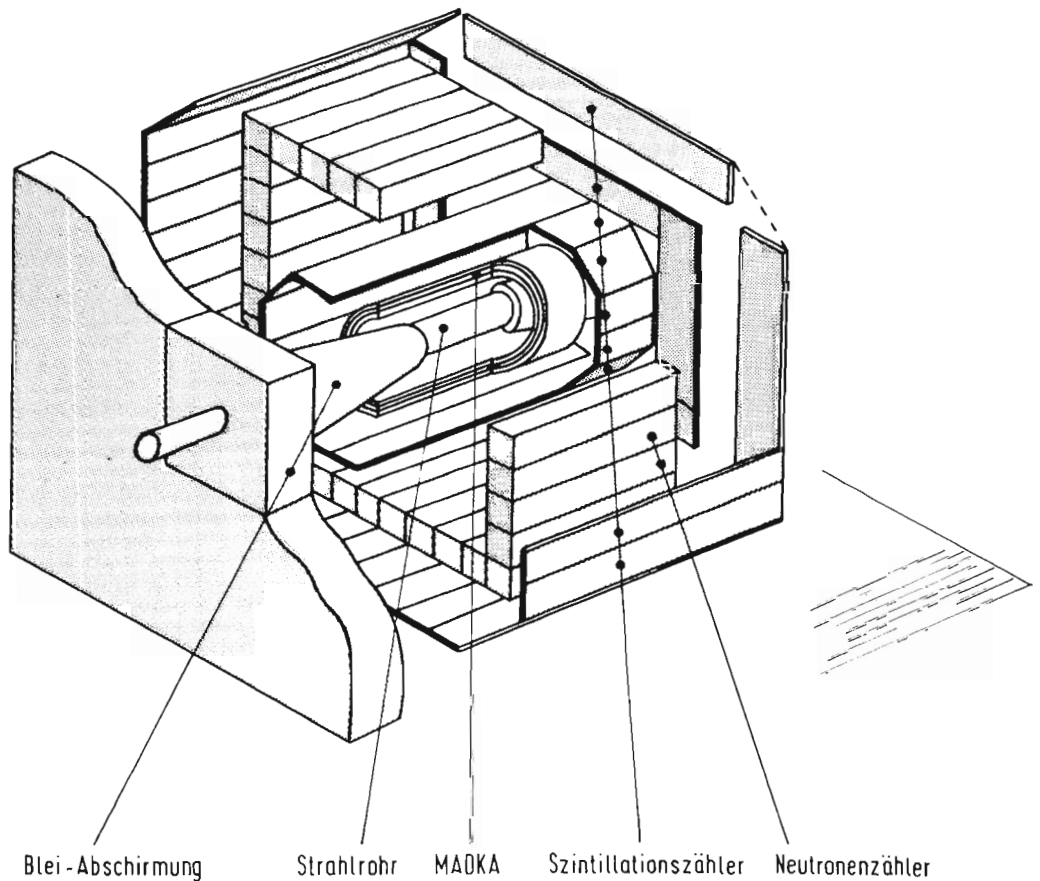
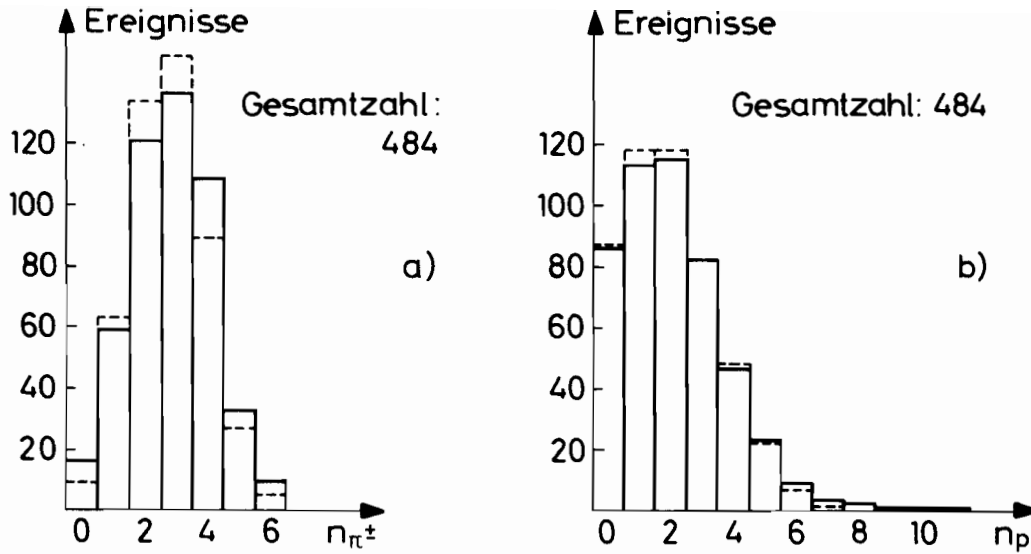


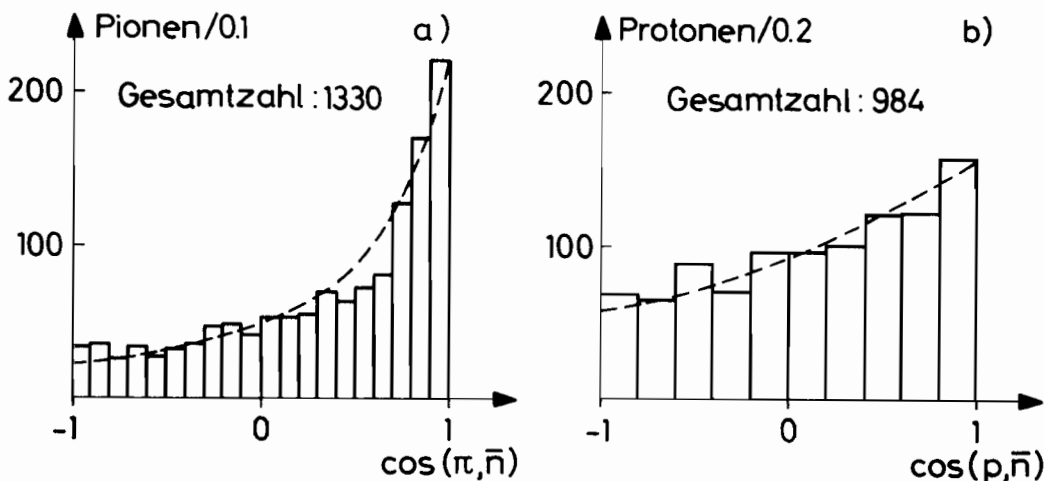
Abb. 25 Schematische Darstellung der Apparatur

(25900)



**Abb. 26** Multiplizitätsverteilungen a) Pionen, b) Protonen  
 Gestrichelte Linien: Resultate des Modells (26189)

Bis Mitte 1976 wurde das gesamte Detektorsystem einschließlich des Luminositätsmonitors und der Elektronik zusammengebaut und justiert. Gleichzeitig wurden zur Bestimmung der Antineutron-, Antiproton- und Neutronenansprechwahrscheinlichkeit umfangreiche Monte-Carlo-Rechnungen durchgeführt. Um zuverlässige Eingangsdaten für die Vernichtungsreaktionen zu erhalten, wurden Daten der Gargamelle Blasenkammer in CERN ausgewertet. In ihr entstanden Antineutronen mit Impulsen von 1.2 bis 1.5 GeV/c durch Ladungsaustauschstreueung von Antiprotonen mit 1.6 GeV/c Impuls an Protonen. Es wurden ca. 500  $\bar{n}C^{12}$ -Vernichtungsreaktionen in der Gargamelle vermessen. Die Anzahl der  $\bar{p}C^{12}$ -Vernichtungsreaktionen, die vermessen wurde, betrug ca. 550. Multiplizitätsverteilungen für Pionen und Protonen aus der Antineutronreaktion zeigen die Abbildungen 26a und 26b, Winkelverteilungen die Abbildungen 27a und 27b und schließlich zeigt Abb. 28 die Energie-



**Abb. 27** Winkelverteilungen a) Pionen, b) Protonen  
 Gestrichelte Linien: Resultate des Modells (26189)

verteilung der Pionen. Mit Hilfe dieser Daten wurde ein einfaches Modell entwickelt, das die Abhängigkeit der Reaktion von der Nukleonenzahl  $A$  der Targetkerne und von der Energie der einlaufenden Antinukleonen beschreibt.

Im Juli und August 1976 wurde ein Höhenstrahltest mit der gesamten Apparatur durchgeführt. In dieser Zeit betrug der integrierte Fluß durch die Neutronenzähler ca.  $9 \times 10^8$  Teilchen. Diese erzeugten  $1.3 \times 10^6$   $\bar{n}$ -Trigger, bei denen Daten in den Rechner eingelesen wurden. Abb. 29 und 30 zeigen typische Höhenstrahlereignisse. Diese Ereignisse, sowie die Ereignisse aus Monte-Carlo-Rechnungen wurden einer Off-line-Analyse unterzogen, die Bedingungen an die Multiplizität, die Laufzeiten, die Topologie und die deponierte Energie stellt. Danach blieben 2 Höhenstrahlereignisse übrig. In der diesen Ereignissen entsprechenden Meßzeit erwartet man 12 nachgewiesene  $\bar{n}$ -Ereignisse (Luminosität  $4 \times 10^{29} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ ; Wirkungsquerschnitt 5.4 nbarn).

Damit ist es gelungen, die Höhenstrahlung in völlig ausreichender Weise zu unterdrücken, ohne die Ansprechwahrscheinlichkeit für  $\bar{n}$ -Ereignisse gegenüber früheren Abschätzungen zu verringern.

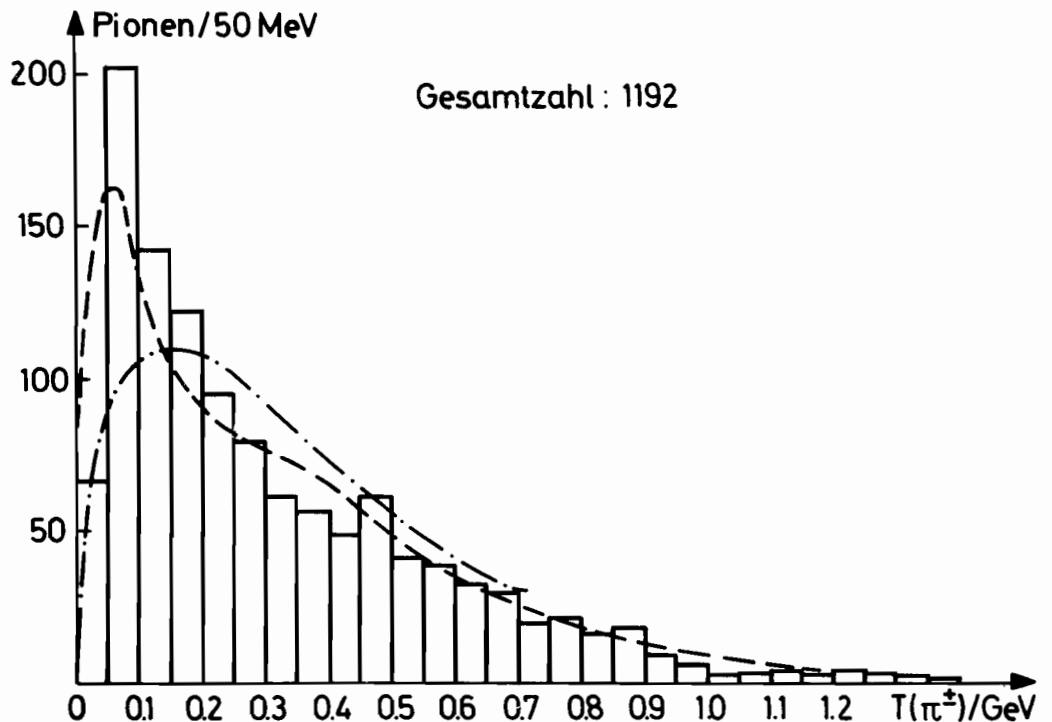


Abb. 28 Kinetische Energie der Pionen  
Gestrichelte Linien: Resultate des Modells

(26190)

RUN 8081  
EVENT 2

Bedeutung der Zahlen

-18 Zeitpunkt des Teilchen-  
durchtritts in  $\frac{1}{10}$  nsec  
43 Ort des Teilchenein-  
tritts in cm bezogen  
auf die Zählermitte

-4	Zeit in $\frac{1}{10}$ nsec
74	deponierte Energie in MeV
33	Ort in cm

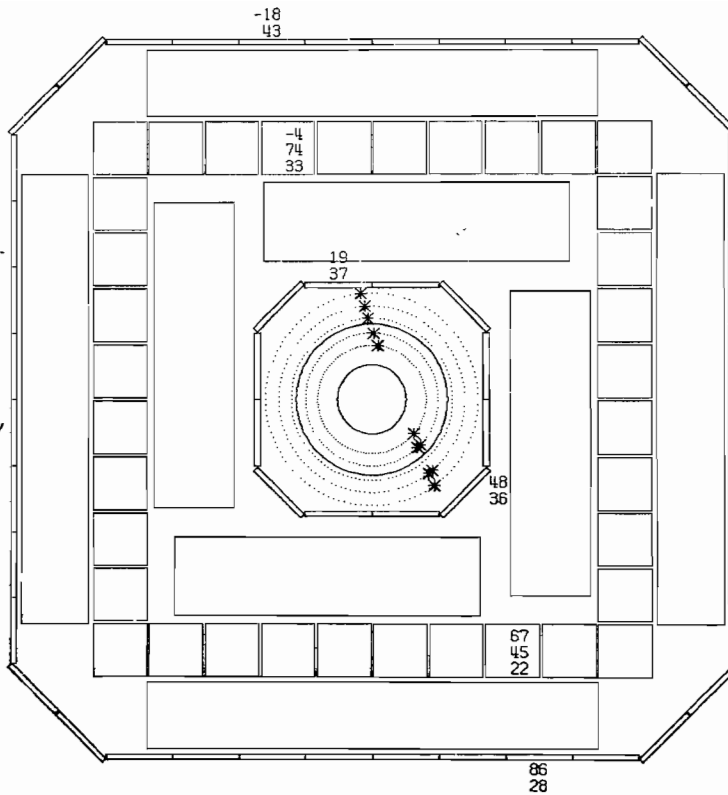


Abb. 29 Höhenstrahlereignisse in BONANZA

(25948)

RUN 1499  
EVENT 358

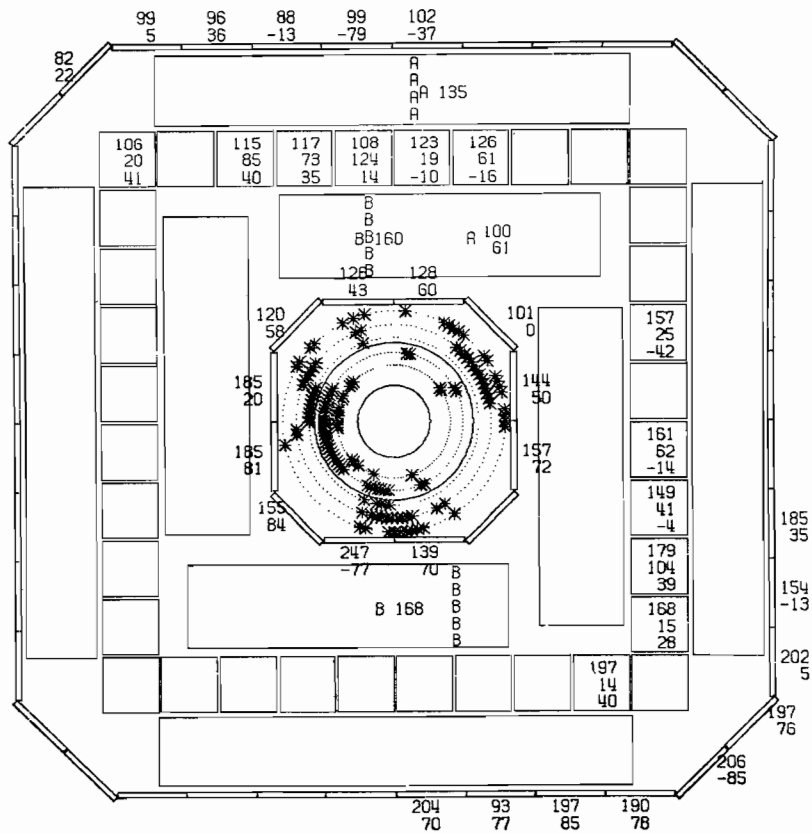


Abb. 30 Höhenstrahlereignisse in BONANZA

(25945)

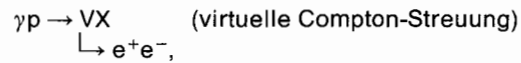


## Experimente am Synchrotron

### Suche nach neuen Vektormesonen

Resonanzsuche  
in der Photoproduktion  
von  $e^+e^-$ -Paaren  
im Massenbereich  
1–2 GeV/c<sup>2</sup>  
(F31, LNF)

Das Experiment wird durch theoretische und experimentelle Hinweise motiviert, daß es außer den altbekannten Vektormesonen  $\rho$ ,  $\omega$ ,  $\phi$  noch weitere Teilchen mit den Quantenzahlen des Photons gibt. Es beruht auf dem Nachweis von Elektronenpaaren in der Reaktion



deren Amplitude mit derjenigen für rein elektromagnetische Erzeugung



interferiert. Unter den üblichen Versuchsbedingungen ist die Comptonamplitude gegenüber der Bethe-Heitler-Amplitude vernachlässigbar, es sei denn, daß die Masse des virtuellen Photons, aus dem das  $e^+e^-$ -Paar entsteht, derjenigen eines Vektormesons entspricht. In diesem Falle ist es möglich, daß der Wirkungsquerschnitt für virtuelle Compton-Streuung zwar klein ist gegenüber dem Bethe-Heitler-Querschnitt, der Compton-Prozeß aber durch seine Interferenz mit dem Bethe-Heitler-Prozeß beobachtbar ist. Für eine symmetrische Experimentieranordnung endlicher Winkelakzeptanz erhält man den Interferenzterm durch Bildung der Differenz  $N_+ - N_-$ , wobei  $N_+$  ( $N_-$ ) die Zahl der Ereignisse ist, bei denen das Positron (Elektron) einen höheren Transversalimpuls hat als das Elektron (Positron).

Die benutzte Experimentieranordnung ist in Abb. 31 skizziert. Der durch Elektronen von 7.5 GeV erzeugte Photonen-Strahl trifft von links auf ein 1 m langes Flüssig-Wasserstoff-Target. Im Target erzeugte Elektronen und Positronen werden gleichzeitig in zwei magnetischen Spektrometerarmen registriert, die unabhängig voneinander um das Target schwenkbar sind. Die Unterscheidung der Elektronen von anderen geladenen Teilchen erfolgt durch Čerenkov-, Schauer- und Flugzeit-Zähler. Bei den bisherigen Messungen waren die Spektrometer auf Beobachtungswinkel von  $\pm 13^\circ$ ,  $\pm 15^\circ$ ,  $\pm 16^\circ$  und  $\pm 19^\circ$  und

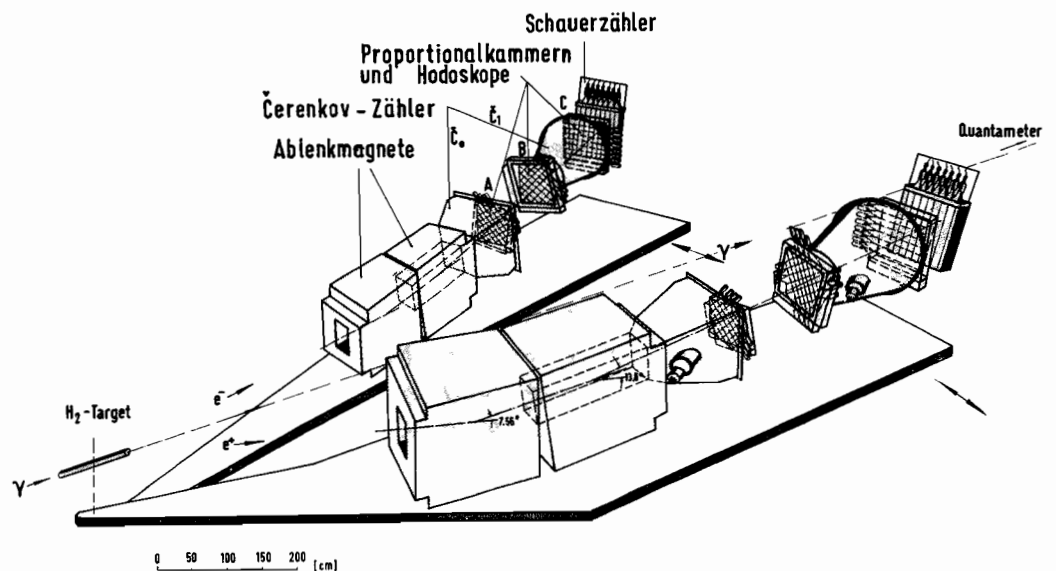


Abb. 31 Spektrometer für die Suche nach neuen Vektor-Mesonen.

(24854)

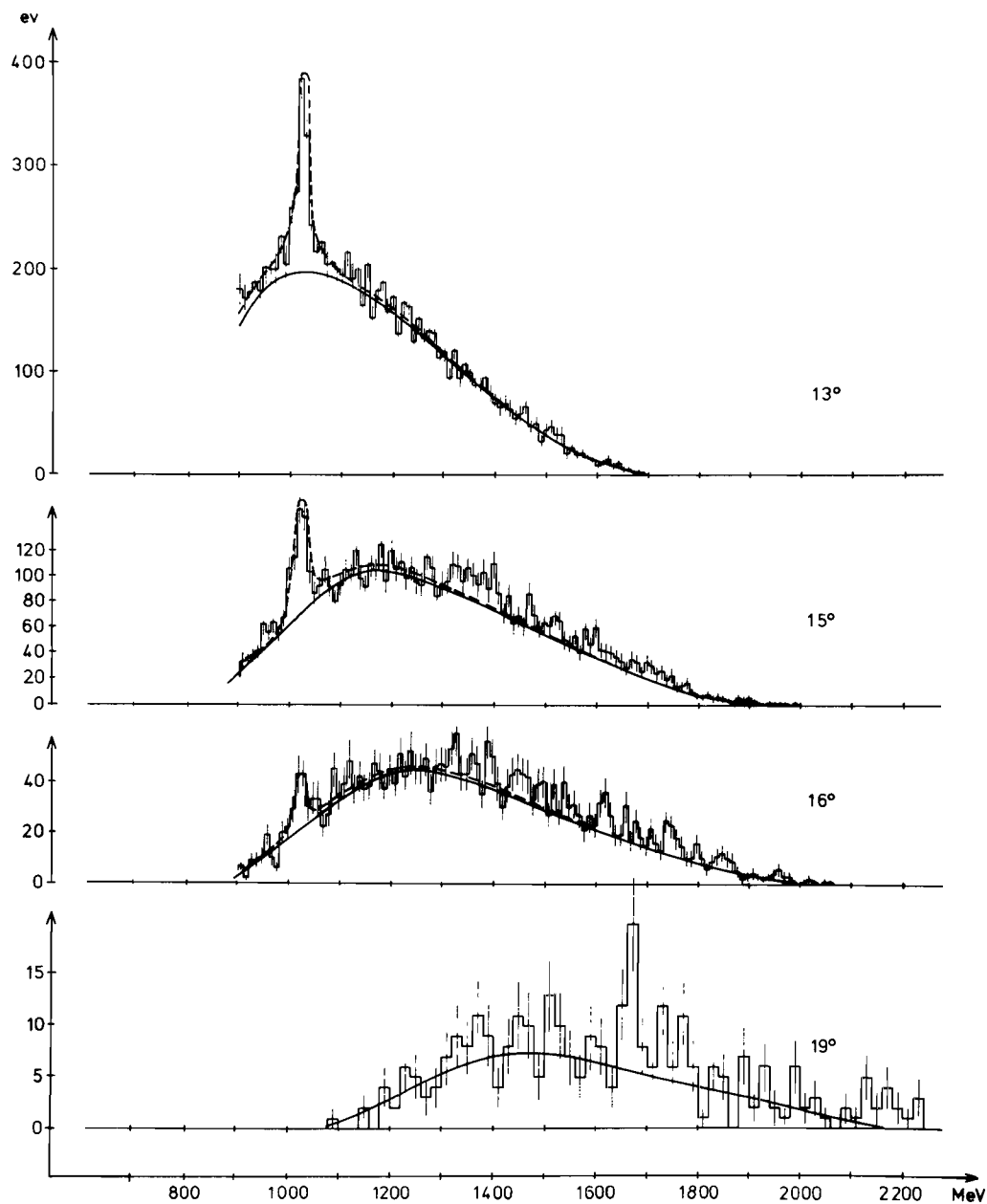


Abb. 32 (25748)

einen mittleren Impuls von 2.7 GeV zentriert. Die im ersten Halbjahr 1976 erzielten Resultate sind in Abb. 32 als Funktion der invarianten Masse dargestellt. Die ausgezogene Kurve stellt den Bethe-Heitler-Beitrag dar, die gestrichelte Kurve die erwarteten Beiträge der  $\rho$ -,  $\omega$ - und  $\phi$ -Mesonen. Um die Beiträge der Vektormesonen zu verdeutlichen, ist in Abb. 33 die Ausbeute, vermindert um die Bethe-Heitler-Beiträge, dargestellt. Außer dem  $\phi$ -Meson sieht man einen Überschuß von Ereignissen bei höheren Massen. Wegen der starken Winkelabhängigkeit des Bethe-Heitler-Querschnitts wächst bei gegebener Masse der relative Anteil der Compton-Produktion mit zunehmendem Winkel. Abb. 34 zeigt den Interferenzterm als Funktion der invarianten Masse. Neben dem  $\phi$ -Meson erkennt man Strukturen bei höheren Massen. Insbesondere sieht man bei allen Winkeln Anzeichen für

eine Anomalie bis 1100 MeV, die den negativen Ausläufern der  $\rho$ - und  $\phi$ -Amplituden überlagert ist. Die Ergebnisse der neueren Meßreihen bei  $13^\circ$ , die mit erhöhter Massenauf-  
 lösung durchgeführt wurden (Abb. 35), zeigen ebenfalls eine schmale Anomalie bei 1100 MeV. Unter der Annahme einer Resonanz bei 1100 MeV erhält man durch Anpassung  
 an die ursprünglichen Daten Resonanzparameter, die die gestrichelte Kurve in Abb. 35 er-  
 geben. Wenn man für die  $t$ -Abhängigkeit einen Steigungsparameter von  $b = 6 \text{ GeV}^{-2}$  an-  
 nimmt, dann ergeben sich die in Tabelle 1 angegebenen Parameter. Nimmt man an, daß  
 die Strukturen bei höheren Massen ( $\sim 1250\text{--}1800 \text{ MeV}$ ) auf 4 weitere Resonanzen hindeu-  
 ten, dann ergeben sich für diese die in Tabelle 1 angegebenen Parameter. Für das Pro-  
 dukt aus Verzweigungsverhältnis und Wirkungsquerschnitt findet man Werte, die mit den-  
 jenigen für das  $\rho'$  (1600) vergleichbar sind und rund 100mal kleiner als für das  $\rho$ . Zur Auf-  
 klärung der beobachteten Strukturen sind umfangreiche Messungen im Jahre 1977 ge-  
 plant.

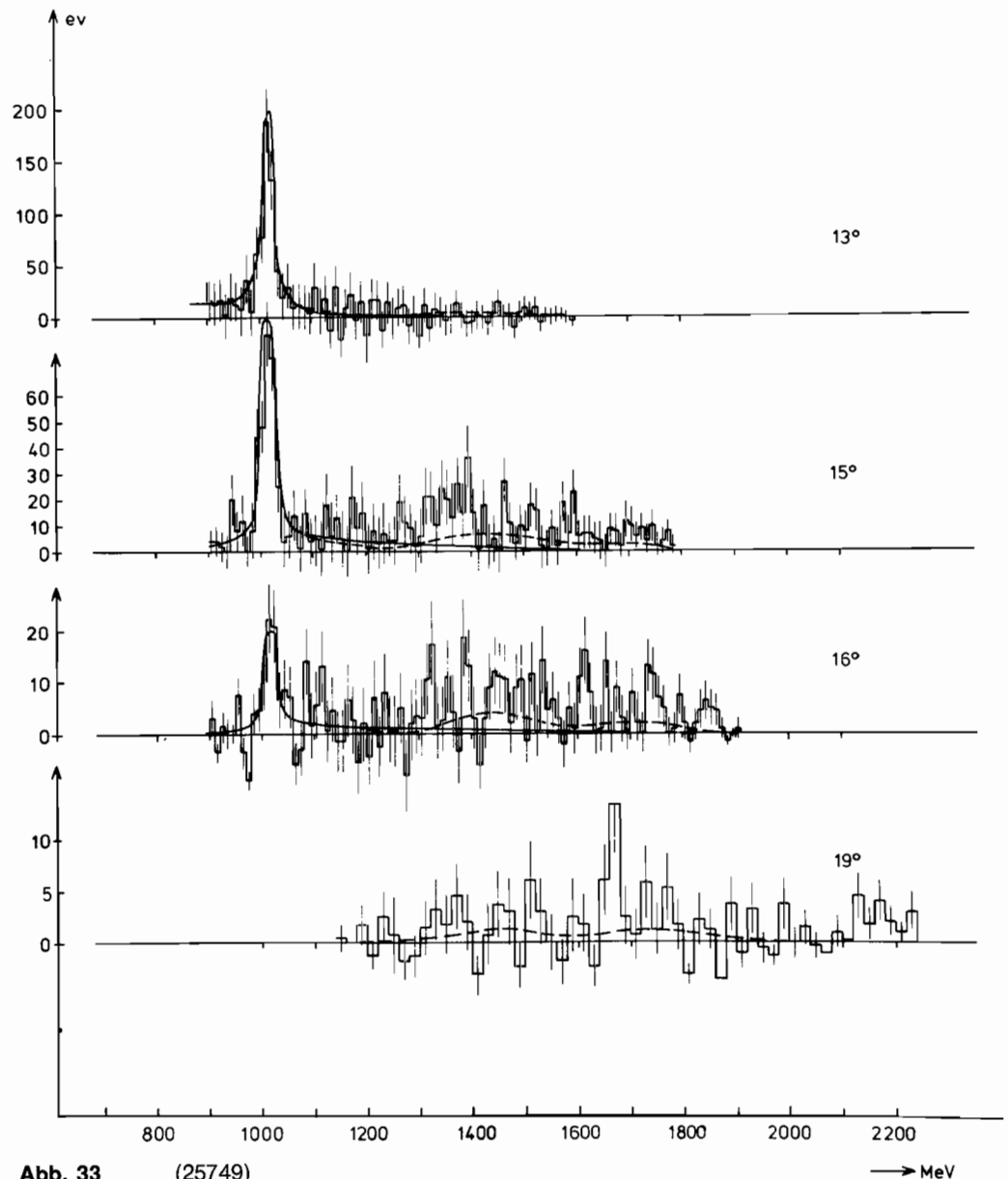


Abb. 33 (25749)

→ MeV

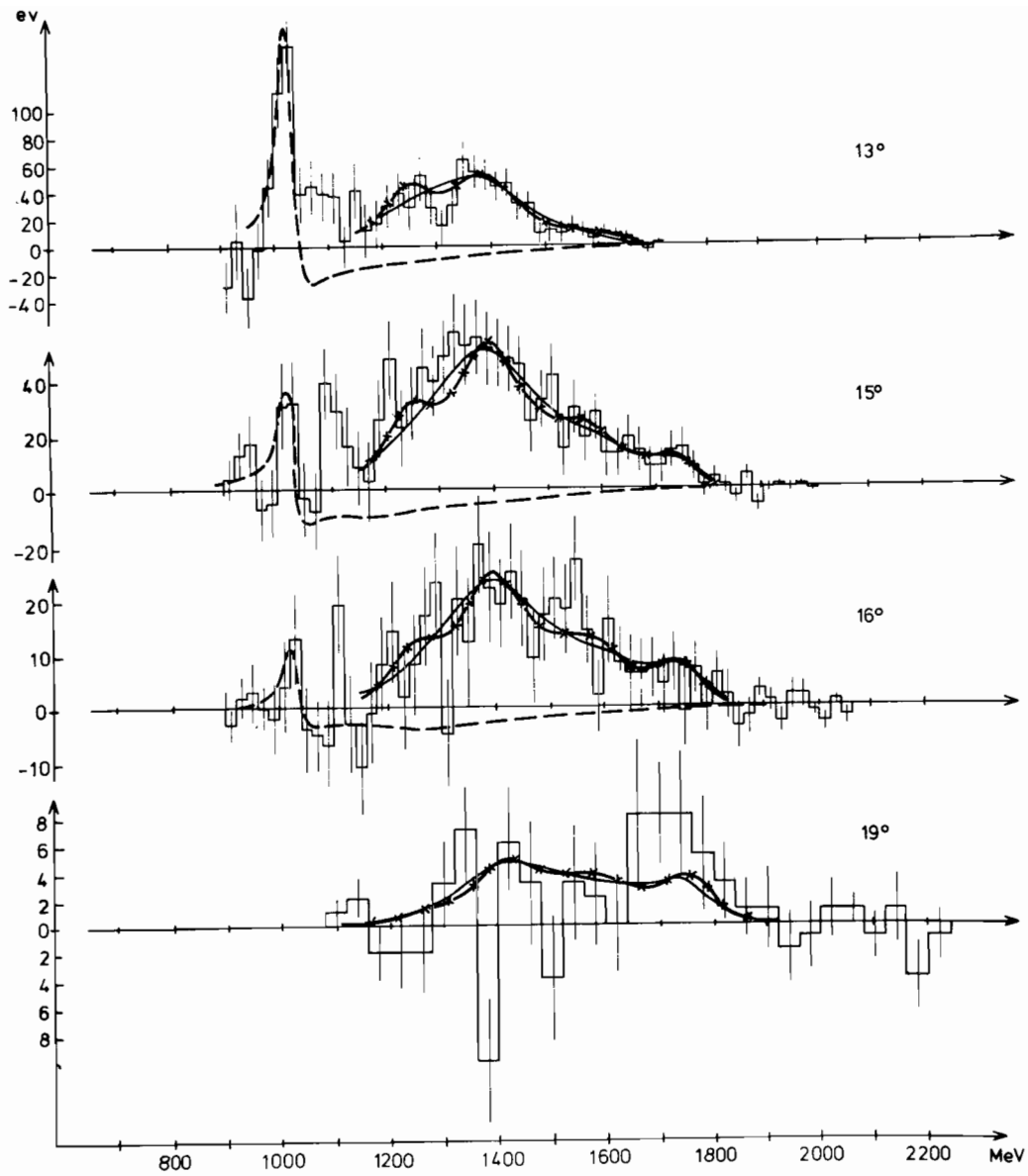


Abb. 34 (25946)

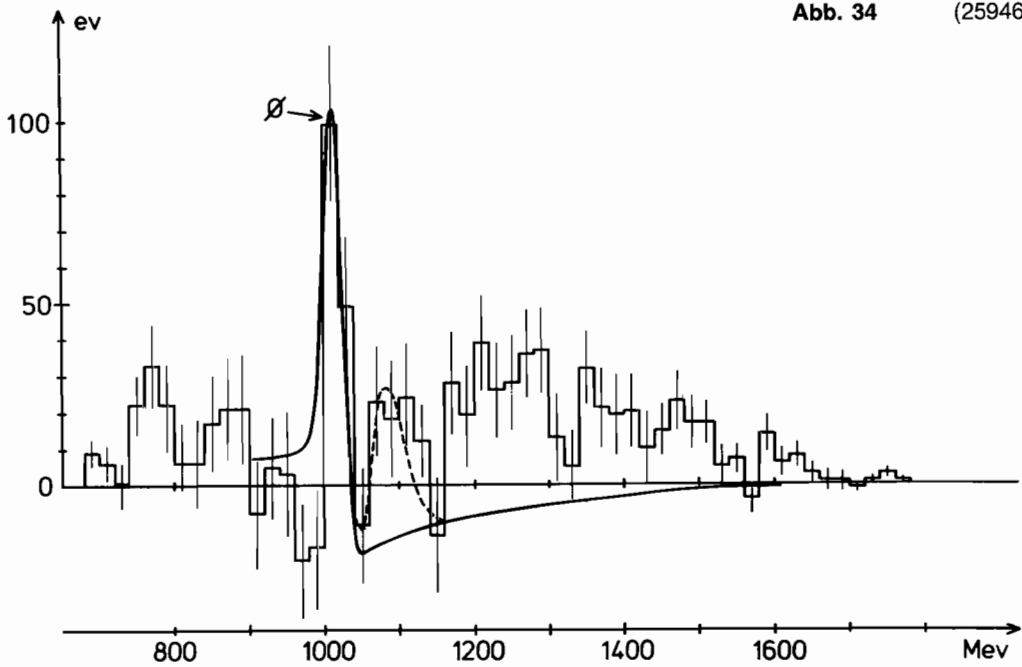


Abb. 35 (26014)

Tabelle 1: Parameter für Resonanzfits

	$M_V$ MeV	$\Gamma$ MeV	$\frac{d\sigma}{dt} \Big _{t=0}$ $\mu\text{b} \cdot \text{GeV}^{-2}$	$b$ $\text{GeV}^{-2}$	$\text{BR} \cdot \frac{d\sigma}{dt} \Big _{t=0}$ $\mu\text{b} \cdot \text{GeV}^{-2}$	$\phi$ Grad
$\rho$	770	150	120	7.8	$4.27 \cdot 10^{-3}$	11.8
$\omega$	783	10	12.5	7.2	$0.90 \cdot 10^{-3}$	52.8
$\phi$	1020	4.2	2.8	5.5	$1.07 \cdot 10^{-3}$	25
	1100	20		6	$3.7 \cdot 10^{-5}$	0
	$1253 \pm 6$	$120 \pm 38$		6	$(7.4 \pm 4.6) \cdot 10^{-6}$	6.8
$\rho'$	$1401 \pm 9$	$134 \pm 18$		6	$(4.6 \pm 0.9) \cdot 10^{-5}$	11.0
	$1549 \pm 26$	$230 \pm 21$		6	$(2.6 \pm 0.7) \cdot 10^{-5}$	1.2
	$1766 \pm 8$	$139 \pm 30$		6	$(3.4 \pm 0.8) \cdot 10^{-5}$	29.0

Bezeichnungen:

$M_V$ : Masse des Vektormesons

$\Gamma$ : Zerfallsbreite des Vektormesons

$\frac{d\sigma}{dt} \Big|_{t=0}$ : differentieller Wirkungsquerschnitt der Reaktion  $\gamma p \rightarrow V p$  bei  $t=0$

$b$ : Parameter der t-Abhängigkeit  $\frac{d\sigma}{dt} \sim e^{bt}$  des diff. WQ

BR: Verzweigungsverhältnis des Zerfalls  $\frac{V \rightarrow e^+e^-}{V \rightarrow \text{all}}$

$\phi$ : Phase der Streuung der Vektormesonen am Photon, relativ zu einer rein imaginären Streuamplitude.

## Photo- und Elektroproduktion von Vektormesonen

Die Reaktion  $\gamma p \rightarrow \phi p$  liefert schon bei relativ niedrigen Energien Information über die Eigenschaften der Pomeron-Trajektorie. Dies folgt unter Berücksichtigung der Quark-Struktur des  $\phi$ -Mesons, nämlich  $s\bar{s}$ , aus dem Vektor-Dominanz-Modell. Denn der t-Kanal-Austausch von Trajektorien normaler Teilchen ist für die Reaktion  $\phi p \rightarrow \phi p$  durch Exotizität im s- und u-Kanal unterdrückt.

*Photoproduktion von  $\phi$ -Mesonen (F36, Karlsruhe)*

Die Auswertung eines im Energiebereich 3–7 GeV durchgeführten Experiments, über das bereits in den Jahresberichten 1974 und 1975 Resultate enthalten sind, ist jetzt abgeschlossen.

Die Analyse der Daten für die elastische Produktion von  $\phi$ -Mesonen  $\gamma p \rightarrow \phi p$  zwischen 3 und 4.5 GeV wurde auch hinsichtlich der Normierung beendet, so daß zusammen mit den älteren Daten zwischen 4.5 und 6.7 GeV nunmehr differentielle Wirkungsquerschnitte  $d\sigma/dt$  für diesen gesamten Energiebereich zwischen  $t \approx 0$  und  $t = 0.4 \text{ (GeV/c)}^2$  zur Verfügung stehen. In Abb. 36 ist der aus Exponentialfits an die differentiellen Wirkungsquerschnitte gewonnene Vorwärtsquerschnitt  $(d\sigma/dt)_{t=0}$  als Funktion der  $\gamma$ -Energie aufgetragen. Zum Vergleich sind die veröffentlichten Werte anderer Autoren mit aufgeführt. Das Bild zeigt eine schöne Konsistenz aller Experimente. Bemerkenswert daran ist, daß der Vorwärtswirkungsquerschnitt trotz der Annahme eines reinen Pomeron-Austausches stark zu kleinen Energien hin abfällt.

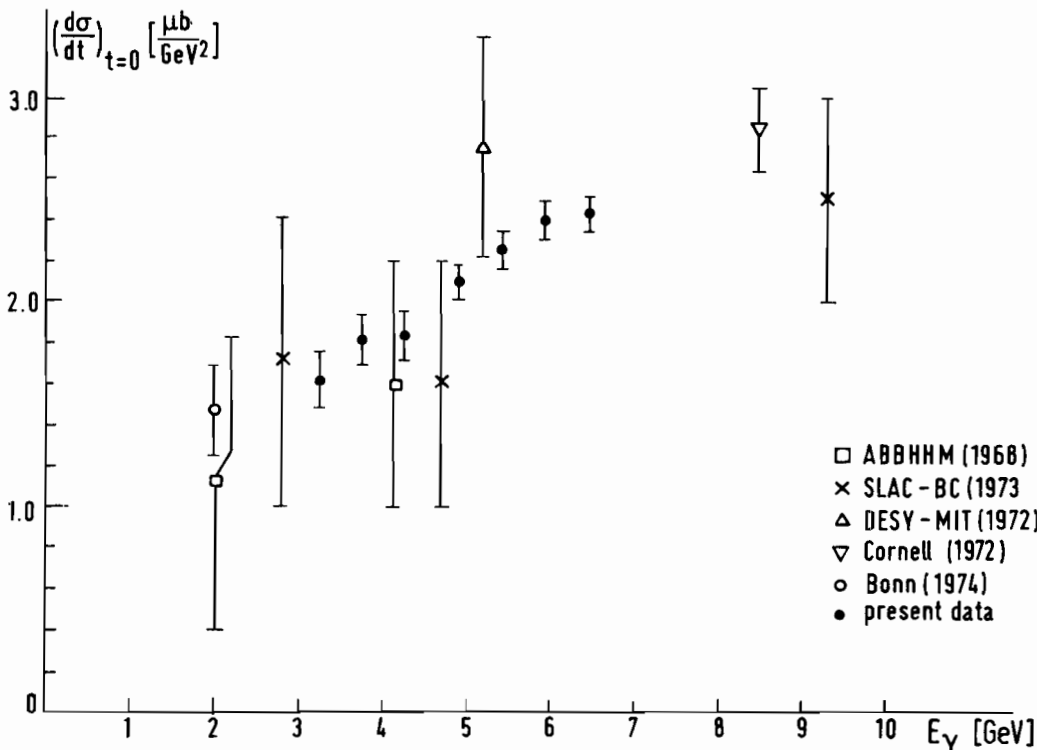


Abb. 36 Extrapolierter Vorwärtsquerschnitt für die elastische Photoproduktion von  $\Phi$ -Mesonen (25852)

Die Steigungen der Exponentialfunktionen als Fit an  $d\sigma/dt$  sind zusammen mit anderen Daten in Abb. 37 aufgetragen. Die Parametrisierung durch die Funktion

$$B = B_0 + 2 \cdot \alpha' (t=0) \cdot \ln(s)$$

ergibt als Steigung der Pomeron-Trajektorie  $\alpha' = 0.19 \pm 0.28$ . Um hier größere Genauigkeit zu erreichen, muß man zu sehr viel höheren Energien gehen (SPS, FNAL).

Erstmalig konnte in der abgeschlossenen Serie von Experimenten der inelastische Wirkungsquerschnitt  $\gamma p \rightarrow \phi X$  für  $M(X) < 2.15$  GeV untersucht werden. Diese Reaktion konnte mit Hilfe des Energiemarkierungssystems für die  $\gamma$ -Quanten sauber von der elastischen Reaktion abgetrennt werden. In Abb. 38 ist die Anregungskurve dargestellt, die einen relativ steilen Anstieg des Wirkungsquerschnitts zu größeren Massen  $M(X)$  zeigt. Im Rahmen unserer Statistik sehen wir keine Anregung spezifischer Nukleonresonanzen. In Abb. 39 ist der differentielle Wirkungsquerschnitt  $d\sigma/dt$  für 4 verschiedene Massenbe-

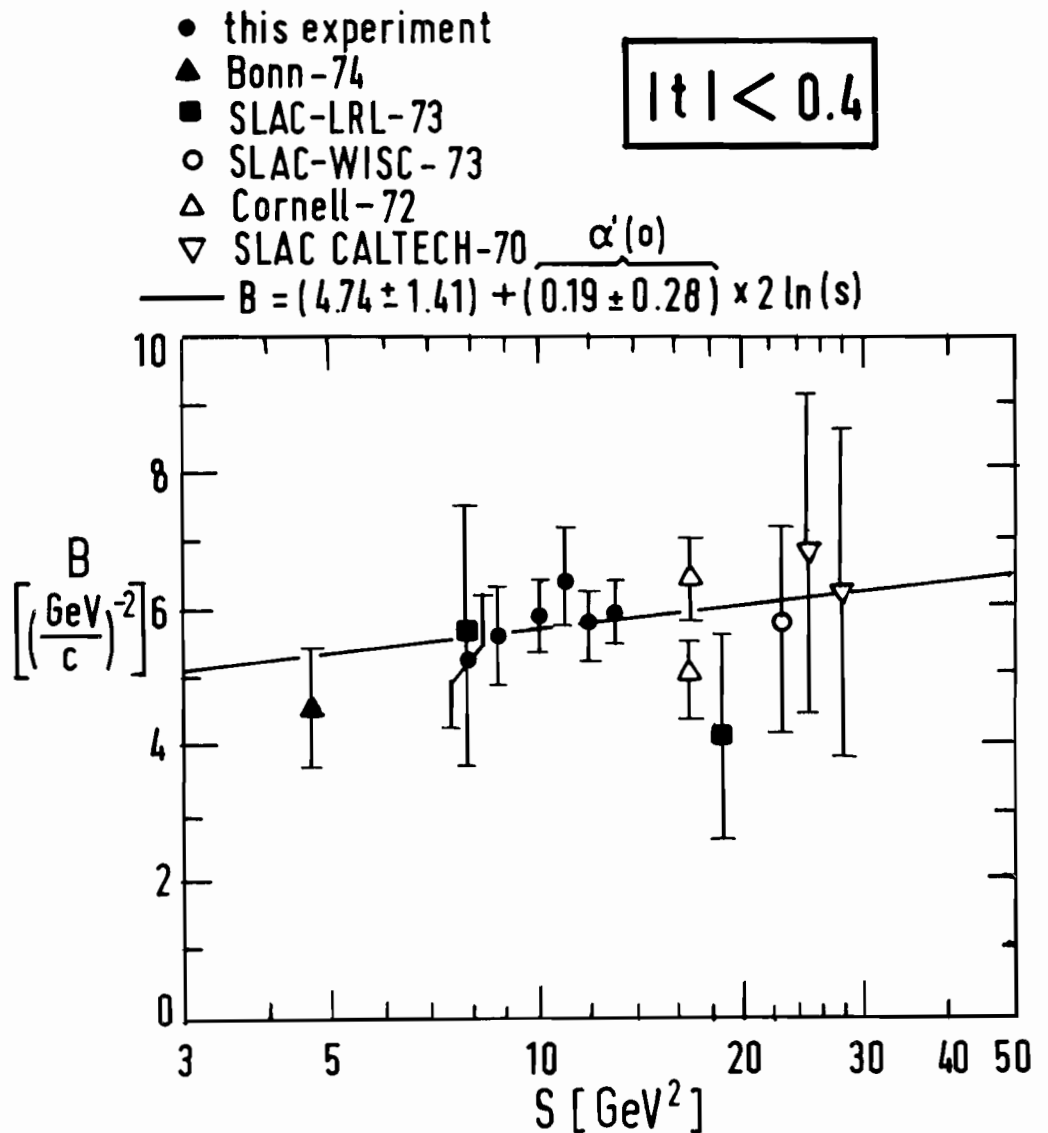


Abb. 37 Die Steigung der Exponentialfits als Funktion von s

(25853)

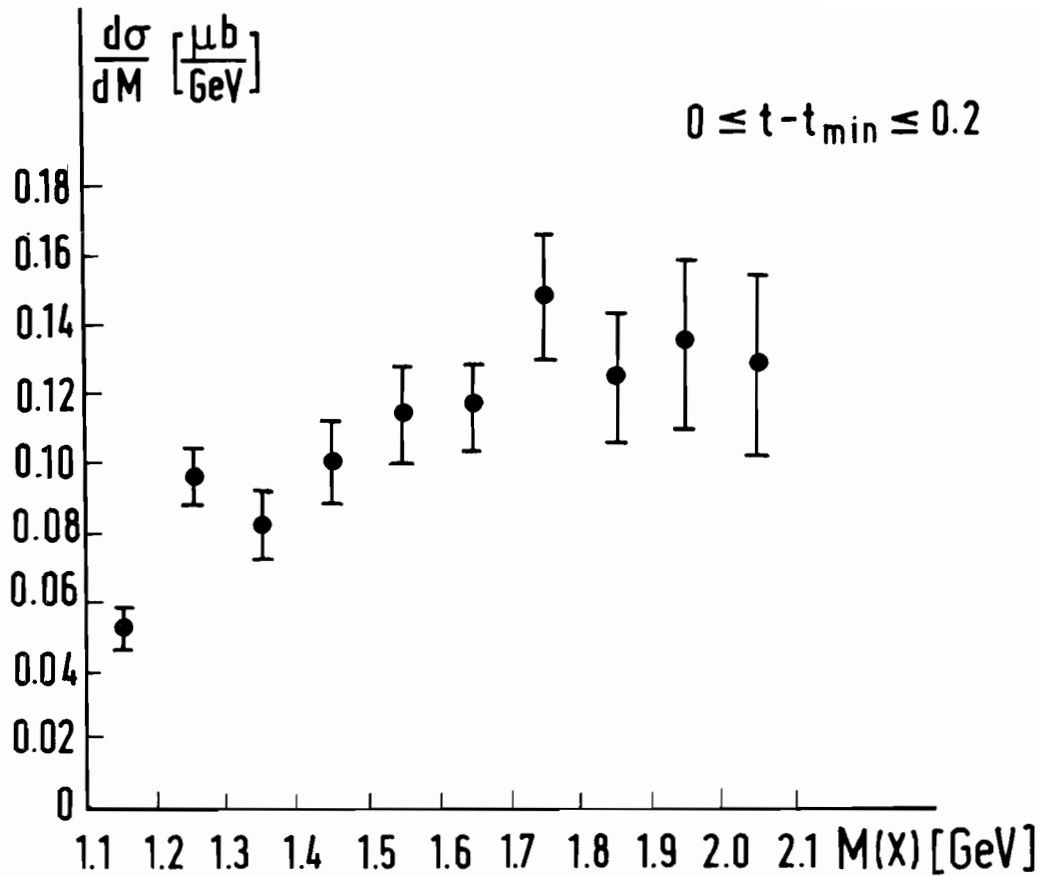


Abb. 38 Anregungskurve für die inelastische Reaktion  $\gamma p \rightarrow \Phi X$  (25861)

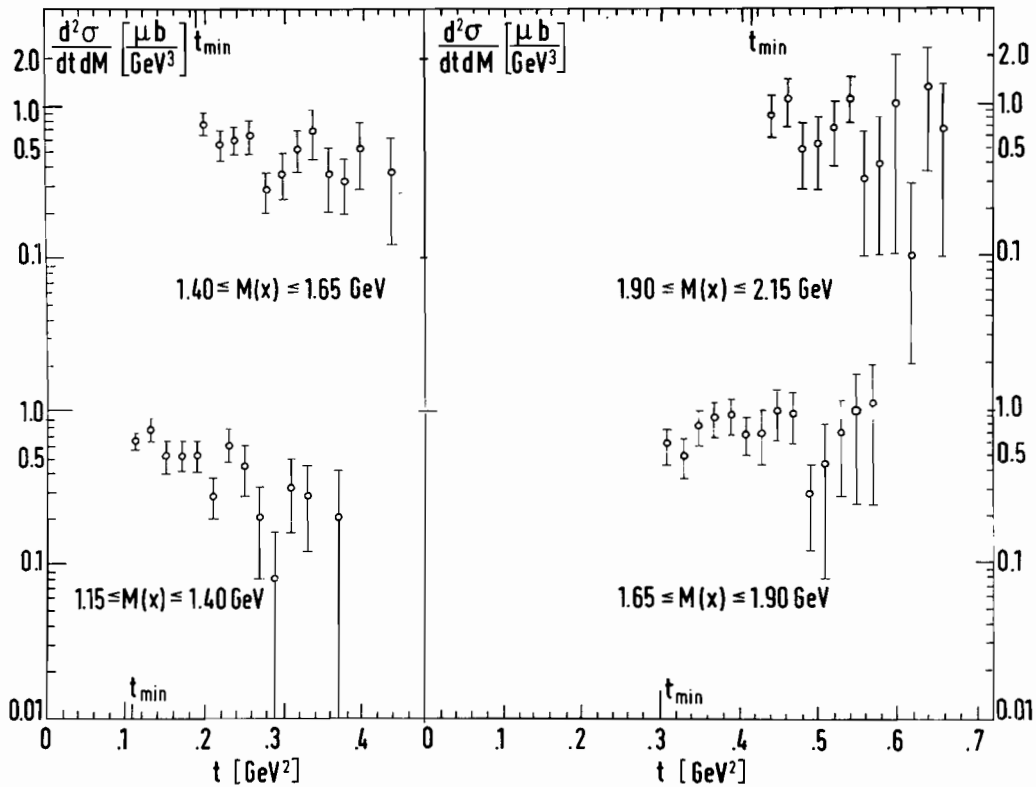


Abb. 39 Differentieller Wirkungsquerschnitt  $d\sigma/dt$  für verschiedene Massenbereiche (25798)



reiche dargestellt. Man sieht deutlich ein Abflachen der Steigung mit zunehmender Masse, wie es auch bei der  $K^+p$ - und  $pp$ -Streuung festgestellt wurde. Dabei ist der differentielle Wirkungsquerschnitt  $d\sigma^2/dtdM$  bei  $t = t_{min}$  über den ganzen Massenbereich etwa konstant ( $0,7 - 0,8 \mu\text{b}/\text{GeV}^3$ ). Da die  $t_{min}$ -Werte für die höheren Massen sehr groß sind, spiegelt sich in dieser Tatsache auch das starke Ansteigen des differentiellen Wirkungsquerschnitts bei gegebenem  $t$  mit der Masse wider. Für  $t \gtrsim 0,3 \text{ GeV}^2$  ist der elastische Wirkungsquerschnitt  $(d\sigma/dt)_{el}$  bereits niedriger als der inelastische Wirkungsquerschnitt  $(d\sigma/dt)_{inel}$  aufsummiert zwischen Schwelle und  $2,1 \text{ GeV}$ .

Schließlich konnten noch die Zerfallswinkelverteilungen im inelastischen Bereich studiert werden. Abb. 40 zeigt die Häufigkeitsverteilungen im Helizitätssystem aufgetragen über  $\cos \theta_H$ . Es zeigt sich eine  $\sin^2\theta_H$ -ähnliche Verteilung, wie sie bei diffraktiven Prozessen zu erwarten ist.

Von einer neuen, im November begonnenen Meßserie, mit modifizierter Experimentieranordnung, die im Hinblick auf die Photoproduktion von  $p\bar{p}$ -Paaren und von Vielteilchenendzuständen angelegt ist, liegen bisher noch keine Resultate vor.

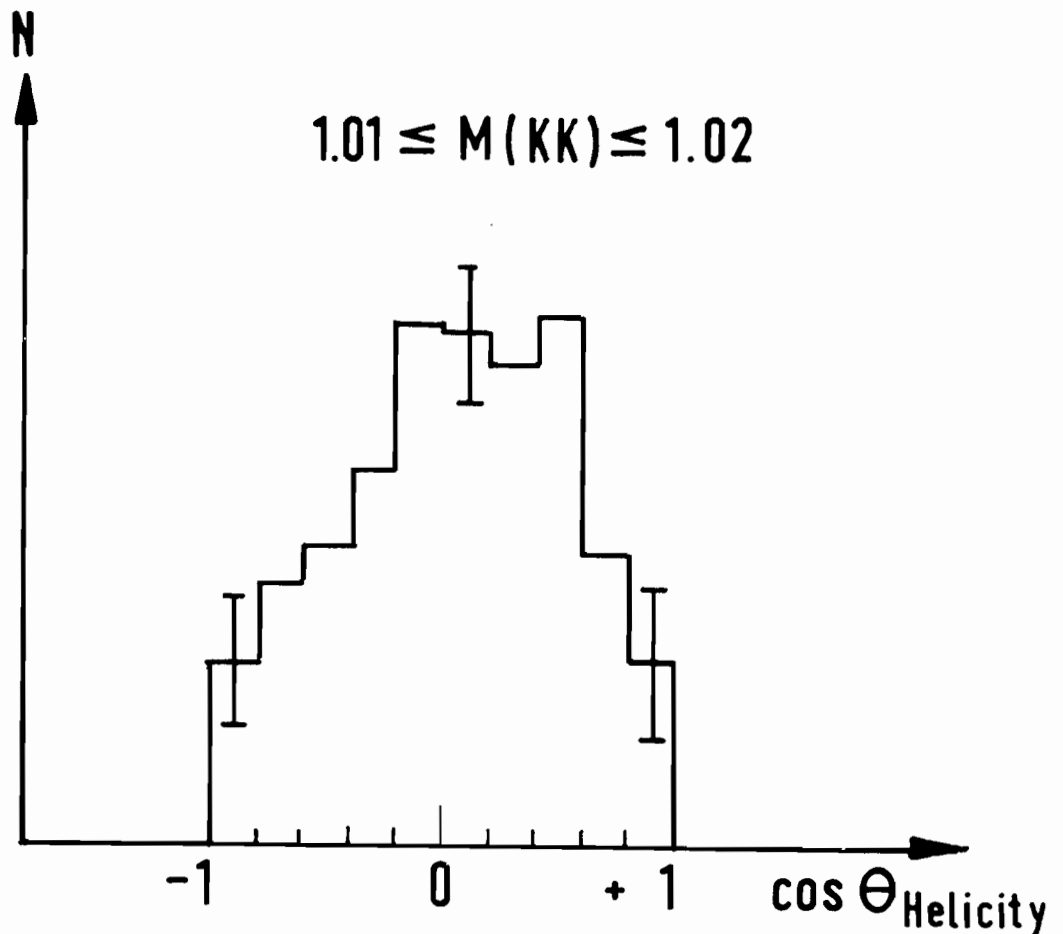


Abb. 40 Zerfalls-Winkelverteilung der inelastisch produzierten  $\Phi$ -Mesonen im Helizitätssystem (25850)

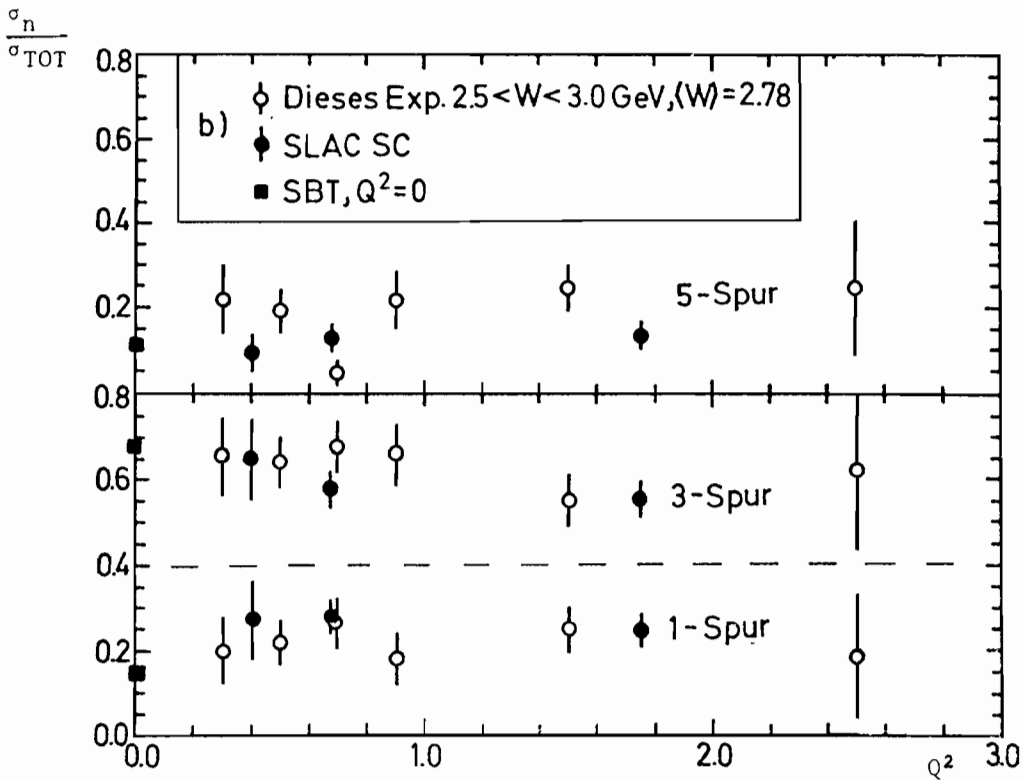
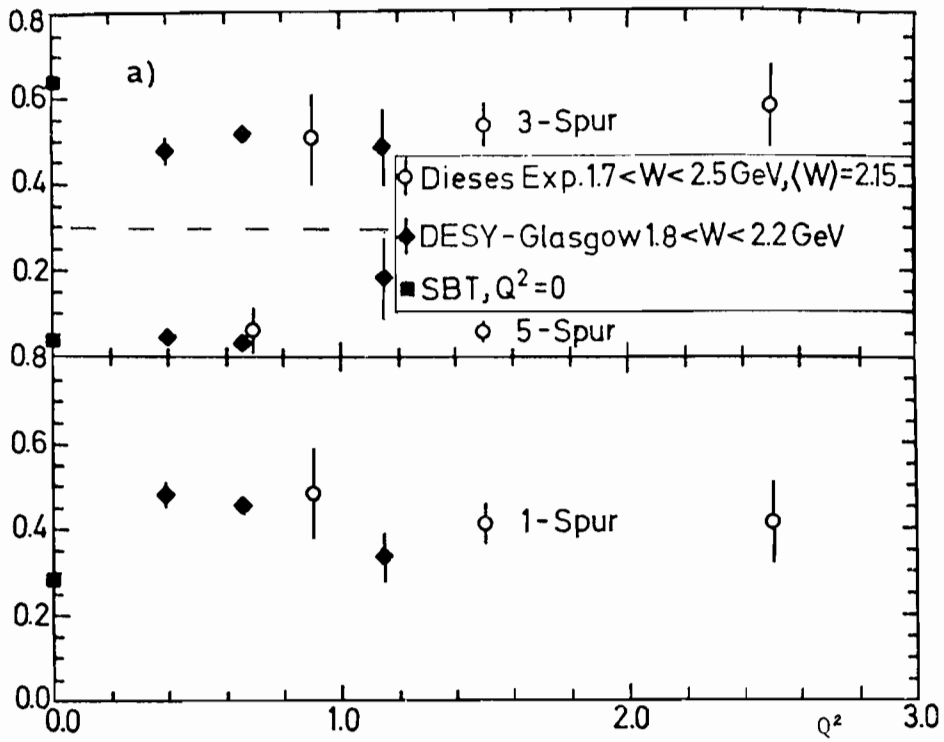


Abb. 41 Topologische Wirkungsquerschnitte  $\sigma_n/\sigma_{tot}$  als Funktion von  $Q^2$  zusammen mit den Werten der DESY-Glasgow-Kollaboration und der Stanford-Berkeley-Tufts-Kollaboration (25946)

Elektroproduktion  
von  $\rho^0$ -Mesonen  
und Mehrteilchen-  
endzuständen  
bei kleinem  $\varepsilon$   
(F1, Heidelberg)

Dieses Experiment nutzt die Möglichkeit aus, die Spuren geladener Teilchen in einer im Magnetfeld betriebenen Streamerkammer sichtbar zu machen und dadurch die Impulse und Richtungen vieler Sekundärteilchen gleichzeitig zu bestimmen. Die Kinematik der einfallenden und der gestreuten Elektronen war so gewählt, daß das Verhältnis von longitudinal (L) zu transversal (T) polarisierten Photonen, der Polarisationsgrad  $\langle \varepsilon \rangle \sim 0.4$  betrug. Gegenüber Messungen bei  $\varepsilon \sim 1$  ergaben sich dabei keine signifikanten Unterschiede. Insbesondere tritt die in der Elektroproduktion gegenüber der Photoproduktion beobachtete Zunahme der 1-Spur-Ereignisse auch bei kleinem  $\varepsilon$  auf (Abb. 41). Der Wirkungsquerschnitt der  $\rho^0$ -Erzeugung ist bei  $Q^2 = 0.5 \text{ GeV}^2$  um 25% kleiner als bei großem  $\varepsilon$ . Daraus ergibt sich für die  $\rho^0$ -Produktion ein  $R = \sigma_L/\sigma_T = 0.9 \pm 0.8$ . Aus der Zerfallswinkelverteilung ergibt sich unter der Annahme der s-Kanal-Helizitätserhaltung  $R = 0.33 \pm 0.36$  (Abb. 42).

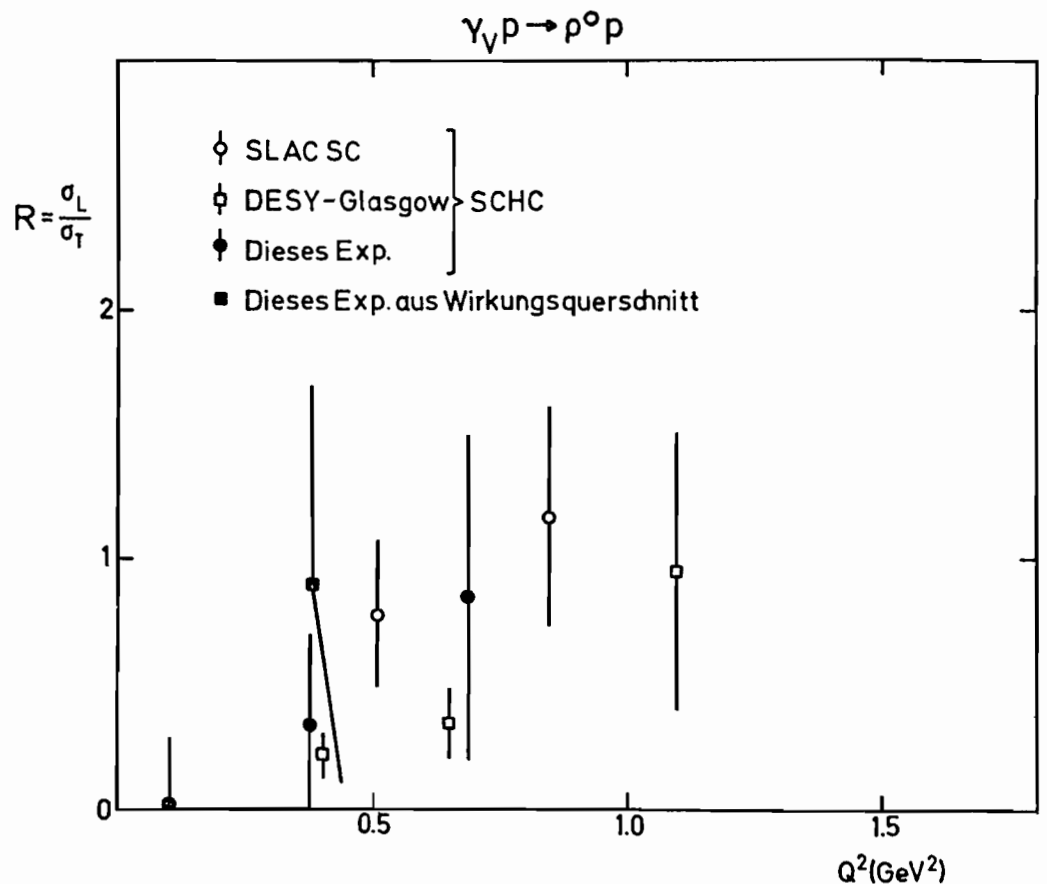


Abb. 42  $R = \sigma_L/\sigma_T$  als Funktion von  $Q^2$

(25942)

### Photo- und Elektroproduktion von pseudoskalaren Mesonen

Elektroproduktion  
von  $\pi^-$  und  $\eta^-$ -  
Mesonen im  
Resonanzgebiet  
(F21)

Das mehrjährige Programm zum Studium der Elektroerzeugung von  $\pi^0$ -,  $\pi^+$ - und  $\eta$ -Mesonen im Resonanzgebiet wurde fortgesetzt. Die beobachteten Mesonen sind Zerfallsprodukte von Baryonresonanzen, deren experimentelle Erzeugung Vergleiche mit Quarkmodellen erlaubt. Bei der Elektronstreuung wirkt auf das Proton ein virtuelles Lichtquant. Diese virtuellen Lichtquanten können im Gegensatz zu reellen Lichtquanten auch longitudinal

polarisiert sein. Ein Experiment zur Unterscheidung der  $\eta$ -Produktion bei longitudinaler und bei transversaler Polarisation wurde abgeschlossen. Die Auswertung ist noch in Gang.

Detaillierte Winkelverteilungen von  $\pi^0$ -,  $\pi^+$ - und  $\eta$ -Mesonen lagen bisher nur bis zu Impulsüberträgen von  $q^2 = 1 \text{ GeV}^2$  vor. Ziel eines weiteren Experiments war die Ausdehnung zu  $q^2 = 2$  und  $3 \text{ GeV}^2$ .

Der größte Teil der experimentellen Daten wurde 1976 schon genommen. Eine Verteilung der fehlenden Masse bei Nachweis des gestreuten Elektrons und des sekundären Protons zeigt Abb. 43.

SUMME = 1376 MITTEL = 30.8

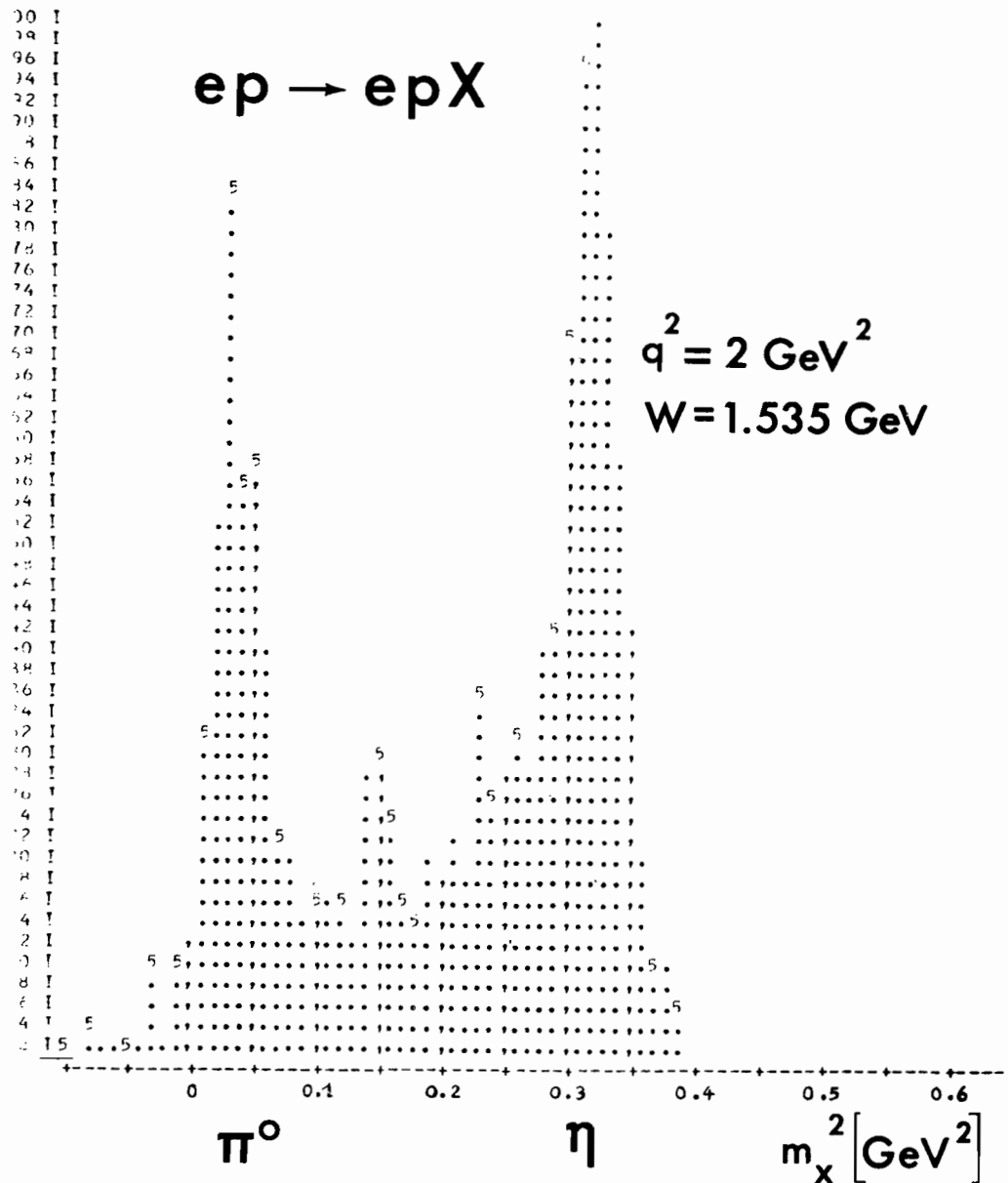


Abb. 43 Verteilung der fehlenden Masse  $m_x$  bei der Reaktion  $ep \rightarrow epX$  bei  $W = 1.535 \text{ GeV}$  und  $q^2 = 2 \text{ GeV}^2$ . (25869)

## Elektroproduktion von $\pi^-$ - und K-Mesonen

Elektroproduktion  
von  $\pi^-$ -Mesonen  
bei hohen  
Impulsüberträgen  
als Test des  
Quark-Parton-Modells  
(F22, Hamburg)

Die Auswertung der ersten Daten der Reaktion  $\gamma_v + p \rightarrow \pi^+ + n$ , die bei einer Schwerpunktsenergie  $W \sim 2.2$  GeV untersucht wurde, deutete bereits 1975 ein bemerkenswertes Ergebnis an: Der Wirkungsquerschnitt  $d\sigma/dt$  wird bei größeren Werten von  $t$  und  $Q^2$  nahezu unabhängig von  $Q^2$ . Im Jahre 1976 wurden die Messungen daraufhin bis  $Q^2 = 1.35$  GeV<sup>2</sup> hin ausgedehnt. Die Auswertung der Daten ist inzwischen abgeschlossen. Abb. 44 zeigt eine Zusammenstellung unserer Daten mit denen der Harvard-Cornell-Gruppe. Der Wirkungsquerschnitt ist neben  $t$  auch von  $\phi$ , dem Azimutalwinkel des  $\pi^-$ -Mesons bzgl. der Richtung des virtuellen Photons, abhängig. Bei großen  $|t|$ -Werten erfaßt das Hadronspektrometer nicht den vollen  $\phi$ -Bereich, darum wurden in Abb.44 nur die Daten im Bereich  $135^\circ \leq \phi \leq 225^\circ$  gezeigt. Die  $\phi$ -Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts ist gegeben durch

$$\frac{d\sigma}{dt d\phi} = \frac{d\sigma_u}{dt} + \varepsilon \frac{d\sigma_L}{dt} + \varepsilon \frac{d\sigma_p}{dt} \cos(2\phi) + \sqrt{2\varepsilon(\varepsilon+1)} \frac{d\sigma_i}{dt} \cos\phi$$

und ermöglicht eine Trennung der Terme  $\sigma_u + \varepsilon\sigma_L$ ,  $\sigma_p$  und  $\sigma_i$ . Der Term  $\sigma_u$  ist der Beitrag von transversal unpolarisierten Photonen, die durch  $\sigma_p$  gegebene  $\cos 2\phi$ -Abhängigkeit wird

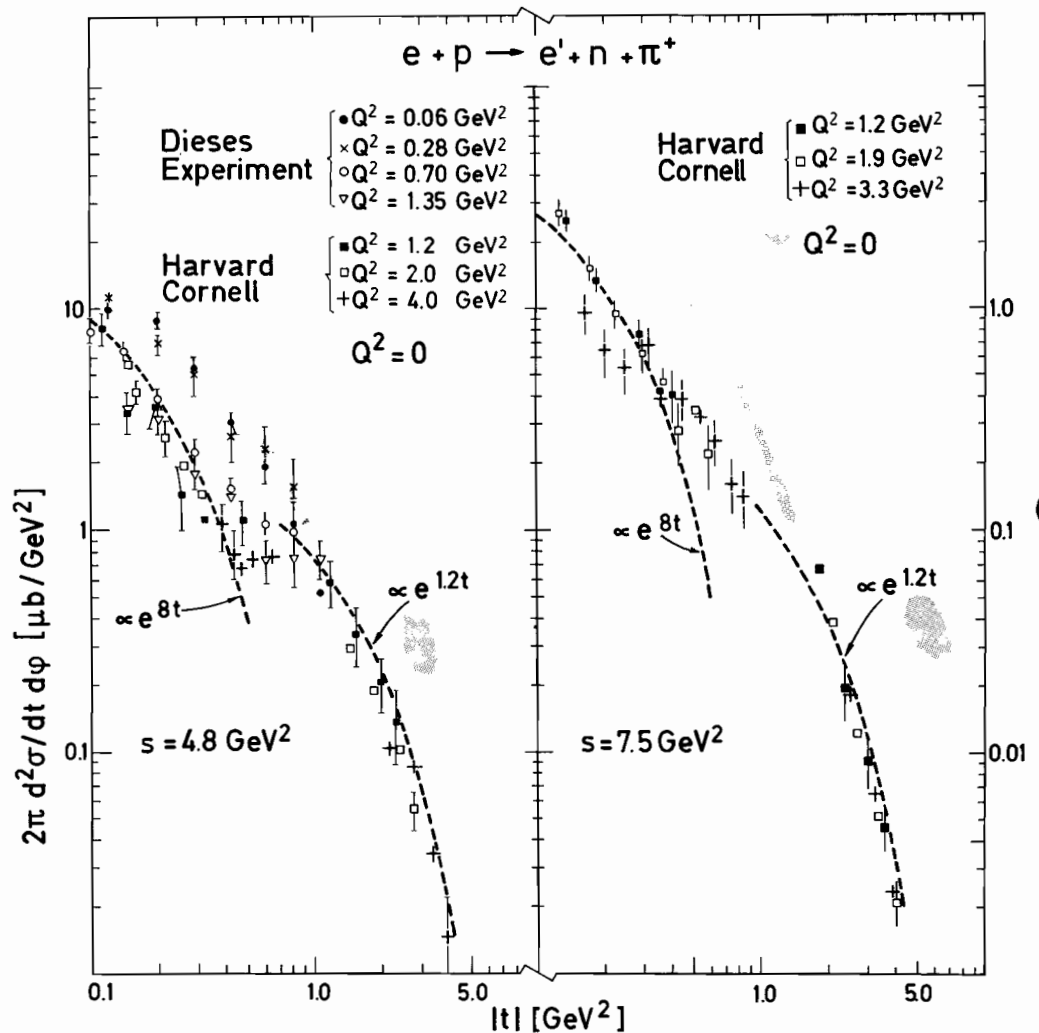


Abb. 44 Der Wirkungsquerschnitt  $2\pi \cdot d^2\sigma/dt d\phi$  der Reaktion  $\gamma_v + p \rightarrow n + \pi^+$  als Funktion (Kurve Modellvorhersage nach D. Schildknecht) (25856)

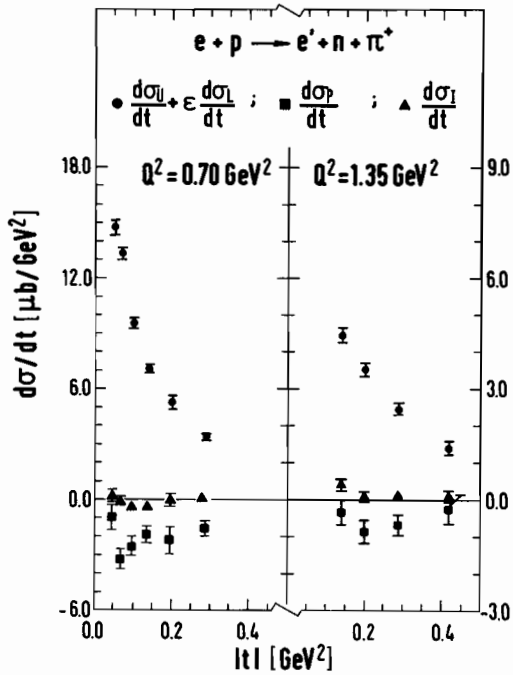


Abb. 45 Die t-Abhängigkeit der Wirkungsquerschnitte  $d\sigma_u/dt + \varepsilon d\sigma_l/dt$ ,  $d\sigma_l/dt$  und  $d\sigma_p/dt$  für den Prozeß  $\gamma_v + p \rightarrow n + \pi^+$ . (25341)

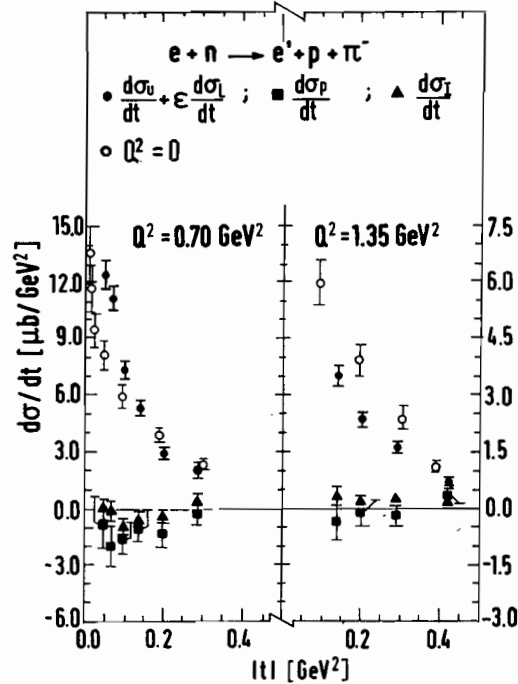


Abb. 47 Die t-Abhängigkeit der Wirkungsquerschnitte  $d\sigma_u/dt + \varepsilon d\sigma_l/dt$ ,  $d\sigma_l/dt$  und  $d\sigma_p/dt$  für den Prozeß  $\gamma_v + n \rightarrow \pi^- + p$ . (25340)

von transversal polarisierten Photonen bewirkt,  $\sigma_L$  gibt den Beitrag longitudinal polarisierter Photonen und  $\sigma_I$  die Interferenz longitudinal und transversal polarisierter Photonen an. Die Ergebnisse der Termtrennung sind in Abb. 45 gezeigt. Es dominiert  $\sigma_u + \varepsilon\sigma_L$ .

Eine weitere Messung bei einem anderen Wert des Polarisationsparameters  $\varepsilon$  ist notwendig, um auch noch die Terme  $\sigma_u$  und  $\sigma_L$  zu trennen. Derartige Messungen wurden 1976 für  $Q^2 = 0.7 \text{ GeV}^2$  durchgeführt. An der Auswertung der Daten wird zur Zeit noch gearbeitet.

Auch die Messungen am Deuterium zur Untersuchung der  $\pi^-$ -Elektroproduktion wurden 1976 fortgeführt und abgeschlossen. Es wurden die Prozesse  $\gamma_v + d \rightarrow \pi^- + p + n_s$  für  $Q^2 = 0.7$  und  $1.35 \text{ GeV}^2$  untersucht und daraus der Wirkungsquerschnitt für die Reaktion  $\gamma_v + n \rightarrow \pi^- + p$  nach der Verhältnismethode bestimmt:

$$\sigma(\gamma_v + n \rightarrow \pi^- + p) = \frac{\sigma(\gamma_v + d \rightarrow \pi^- + p + p_s)}{\sigma(\gamma_v + d \rightarrow \pi^+ + n + n_s)} \sigma(\gamma_v + p \rightarrow \pi^+ + n).$$

Das Verhältnis  $R = \sigma^{\pi^-} / \sigma^{\pi^+}$  ist in Abb. 46 gegenüber  $|t|$  aufgetragen. Für große  $|t|$  liegen die Elektroproduktionswerte unterhalb der Photoproduktion und erreichen innerhalb der experimentellen Fehler den Wert  $R = 0.25$  in guter Übereinstimmung mit dem Quark-Parton-Modell. Die Ergebnisse der Termtrennung für den  $(\pi^-p)$ -Kanal sind in Abb. 47 gezeigt. Die Werte  $\sigma_u + \varepsilon\sigma_L$  übertreffen im Bereich kleiner  $|t|$  teilweise die Photoproduktion und lassen darum große Beiträge von  $\sigma_L$  vermuten.

Zusammenfassend ist festzustellen, daß mit der  $\pi$ -Elektroproduktion ein exklusiver Prozeß gefunden wurde, der einige Vorhersagen des Quark-Parton-Modells recht gut wiedergibt: Der integrierte Wirkungsquerschnitt  $\sigma(\gamma_v + p \rightarrow \pi^+ + n)$  zeigt für größere Werte von  $Q^2$  bei festem  $W$  eine ähnliche  $Q^2$ -Abhängigkeit wie  $\sigma_{\text{tot}}(\gamma_v + p)$ , und das Verhältnis  $R = \sigma^{\pi^-} / \sigma^{\pi^+}$  kommt für große Werte von  $|t|$  der Modellvorhersage  $R = 0.25$  nahe.

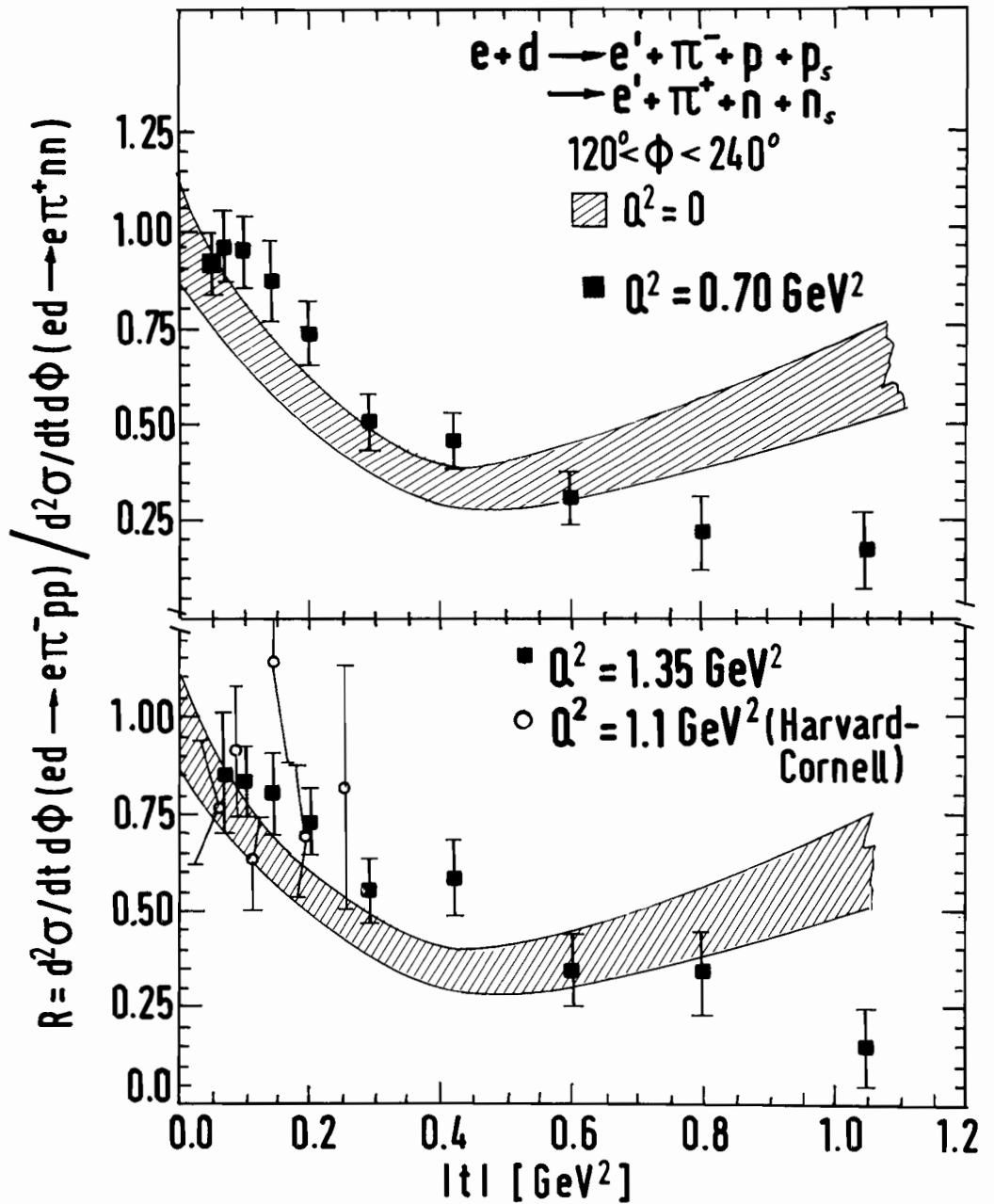


Abb. 46 Das Verhältnis  $R = \sigma^{\pi^-} / \sigma^{\pi^+}$  als Funktion von  $|t|$ . Die Photoproduktionsdaten liegen in dem eingezeichneten Bereich. (25331)

## Beitrag longitudinaler Photonen zur Elektroproduktion von $\pi^+$ -Mesonen

In diesem Experiment wurde die Reaktion  $\gamma_{\nu p} \rightarrow \pi^+ n$  bei kleinem Polarisationsparameter ( $\varepsilon < 0.45$ ) untersucht, im Hinblick auf eine Bestimmung von  $\sigma_L$ , des Beitrages longitudinaler Photonen zum Wirkungsquerschnitt. Abbildung 48 und 49 zeigen die Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts von  $Q^2$  und  $t$ , der über den Azimutwinkelbereich  $-60^\circ \leq \phi \leq 60^\circ$  gemittelt ist. Unter der Annahme, daß  $\sigma_p$  und  $\sigma_l$  vernachlässigbar klein sind (siehe z.B. Abb.45 des vorherigen Experiments), stellen diese Meßpunkte  $\sigma_u + \varepsilon\sigma_L$  dar. Der Wirkungsquerschnitt zeigt einen langsamen Abfall mit wachsendem  $Q^2$ , liegt jedoch deutlich über der gestrichelten Kurve, die die Extrapolation des Photoproduktionsquerschnitts mit Hilfe des

(F32, Marburg, Wuppertal)

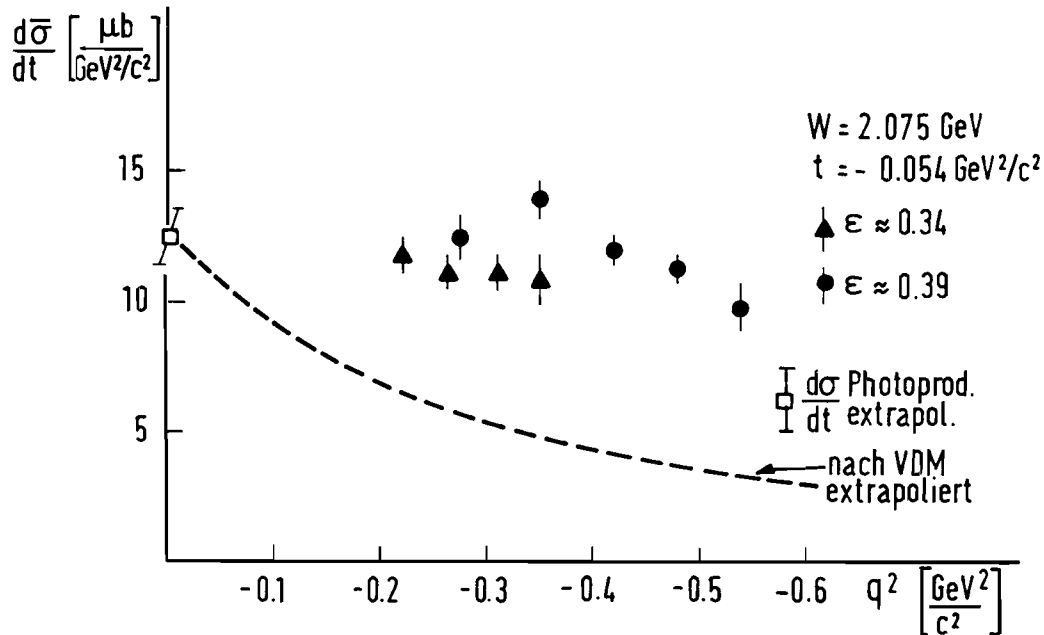


Abb. 48  $q^2$ -Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts  $\frac{d\sigma}{dt}$  (25863)

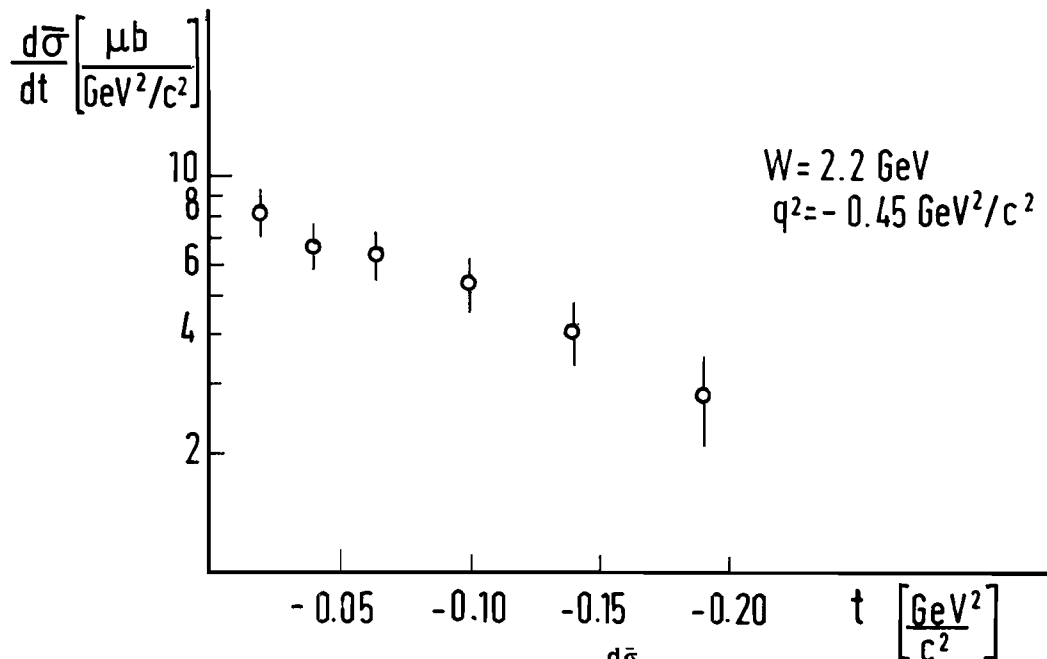


Abb. 49  $t$ -Abhängigkeit des Wirkungsquerschnitts  $\frac{d\sigma}{dt}$  (25857)



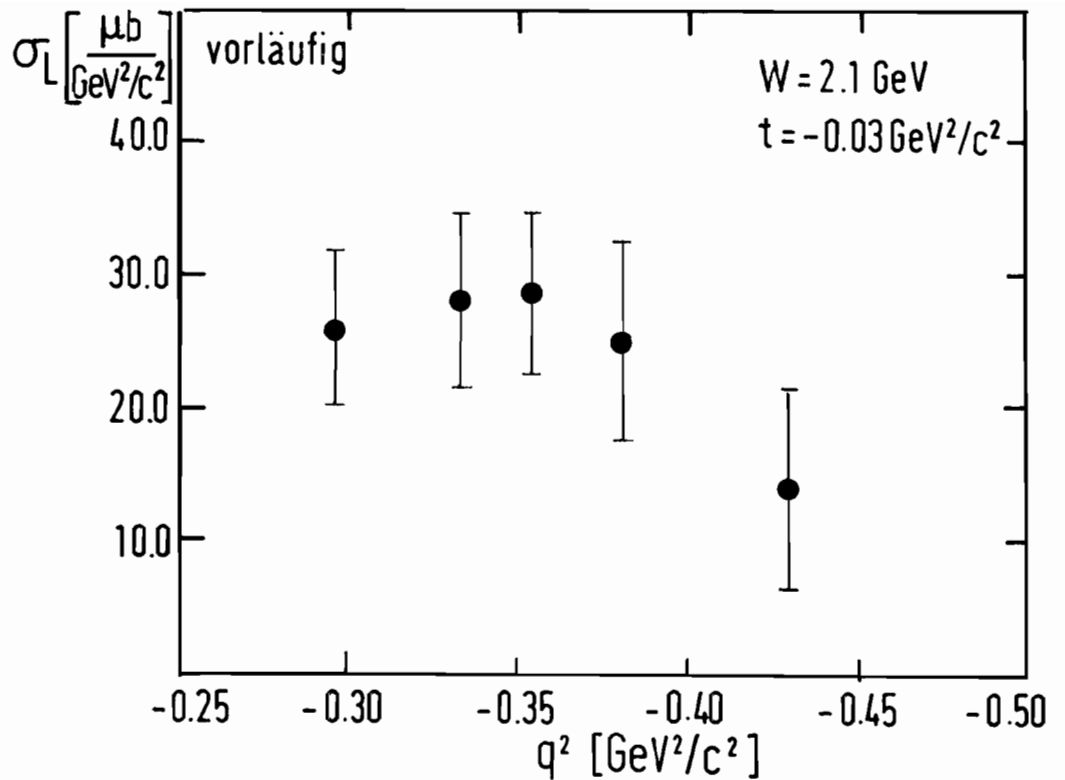


Abb. 50  $q^2$ -Abhängigkeit des longitudinalen Wirkungsquerschnitts.

(25862)

Vektordominanz-Modells darstellt, d.h. den nach diesem Modell erwarteten Verlauf von  $\sigma_u$ . Dieses Verhalten unterscheidet sich vom Fall  $\varepsilon \sim 1$ , wo für vergleichbare kleine  $t$ -Werte  $\sigma_u + \varepsilon\sigma_L$  stärker über dem Photoproduktionsquerschnitt liegt. Durch Kombination der Daten mit Messungen der gleichen Gruppe für größere  $\varepsilon$ -Werte ergeben sich Werte für  $\sigma_L$  als Funktion von  $Q^2$ . Vorläufige Resultate sind in Abb. 50 dargestellt. Sie deuten darauf hin, daß in dem überstrichenen Bereich von  $Q^2$  und  $t$  der Beitrag longitudinaler Photonen eine dominierende Rolle spielt.

## Elektroproduktion von neutralen Pionen

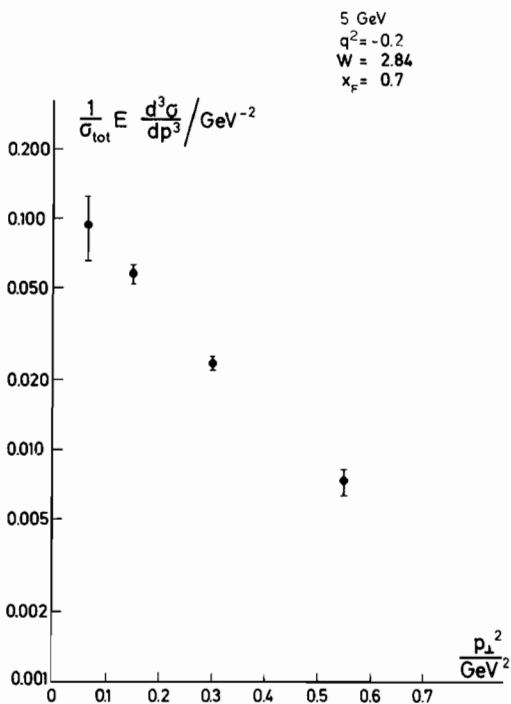
Die Prozesse:  $e^- + p \rightarrow e^- + \pi^0 + p$  (1),  $e^- + p \rightarrow e^- + \pi^0 + X^+$  (2) wurden für Schwerpunktennergien  $W$  oberhalb des Resonanzgebietes untersucht. Zum Nachweis der gestreuten Elektronen diente das magnetische Funkenkammerspektrometer von F32. Die  $\pi^0$ -Mesonen wurden über ihren  $2\gamma$ -Zerfall mit Hilfe einer Bleiglas-Cerenkovzähler-Matrix nachgewiesen.

(F32/34, Aachen, Wuppertal)

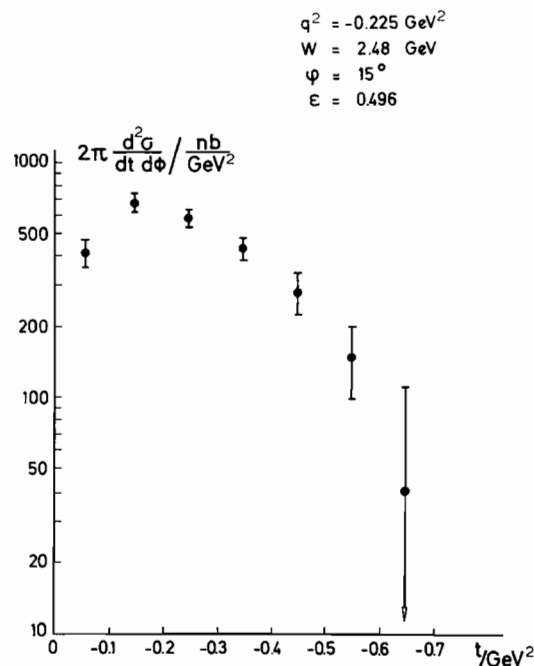
Die Auswertung konzentrierte sich zunächst auf die Abtrennung der Reaktion (1) vom inelastischen Untergrund.

Abb. 51 zeigt den Verlauf von  $2\pi \frac{d^2\sigma}{dt d\phi}$ . Für Werte  $|t| < 0.25$  ist der Akzeptanzbereich in  $\phi$  genügend groß, um die Beiträge von  $\sigma_{\perp}$  und  $\sigma_{\parallel}$  abzutrennen. Hierin steht  $\sigma_{\perp}$  für die Produktion von  $\pi^0$ -Mesonen durch virtuelle Photonen, deren Polarisationsvektor senkrecht zur Produktionsebene steht, während für  $\sigma_{\parallel}$  der Polarisationsvektor in der Produktionsebene liegt. Die Resultate sind kompatibel mit der in der Photoproduktion gefundenen Dominanz von  $\sigma_{\perp}$ . Für  $|t| > 0.25 \text{ GeV}^2$  kann eine solche Analyse durch Vergleich mit den Daten von F21/F35 durchgeführt werden. Diese Messungen wurden bei  $\phi = 90^\circ$  gemacht. Auch für  $|t| > 0.25 \text{ GeV}^2$  ergibt sich Dominanz von  $\sigma_{\perp}$ .

Die Hauptmenge der Daten liegt im Bereich der inelastischen Reaktionen (2). Eine Analyse ergibt hier  $\sigma_{\parallel} \sim \sigma_{\perp}$ , wie es in Quark-Parton-Modellen gefordert wird. Eine Auftragung des invarianten Querschnitts  $E \frac{d^3\sigma}{dp^3}$  gegen  $p_{\perp}^2$  (das Quadrat des Transversalimpulses der  $\pi^0$ -Mesonen) gibt die vertraute Abhängigkeit  $Ae^{-Bp_{\perp}^2}$ , mit  $B \sim 5/\text{GeV}^2$ . Eine typische Verteilung ist in Abb. 52 dargestellt. Die Analyse des Experiments wird in 1977 beendet werden.



**Abb. 51** Wirkungsquerschnitt  $2\pi \frac{d^2\sigma}{dt d\phi}$  gegen das Quadrat des Viererimpulsübertrages  $t$  für die Reaktion  $e^- + p \rightarrow e^- + p + \pi^0$ . (25919)

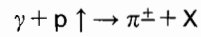


**Abb. 52** Invarianter Wirkungsquerschnitt  $\frac{1}{\sigma_{\text{tot}}} \cdot E \frac{d^3\sigma}{dp^3}$  als Funktion des Transversalimpulses für die Reaktion  $e^- + p \rightarrow e^- + \pi^0 + X^+$ . (25918)

## Inklusive Photoproduktion an einem polarisierten Protontarget

(F34, Aachen)

Die Targetasymmetrie der Wirkungsquerschnitte in der inklusiven Photoproduktion von Pionen



wurde bei 6 GeV Photonenenergie untersucht. Ziel des Experimentes war es, zu prüfen, ob oder wie weit Polarisierungen des Targetteilchens sich im Photonfragmentationsgebiet bemerkbar machen.

Im experimentellen Aufbau wurde ein Target aus dynamisch polarisiertem Butanol benutzt. Die Pionen wurden in einem abbildenden magnetischen Spektrometer nachgewiesen.

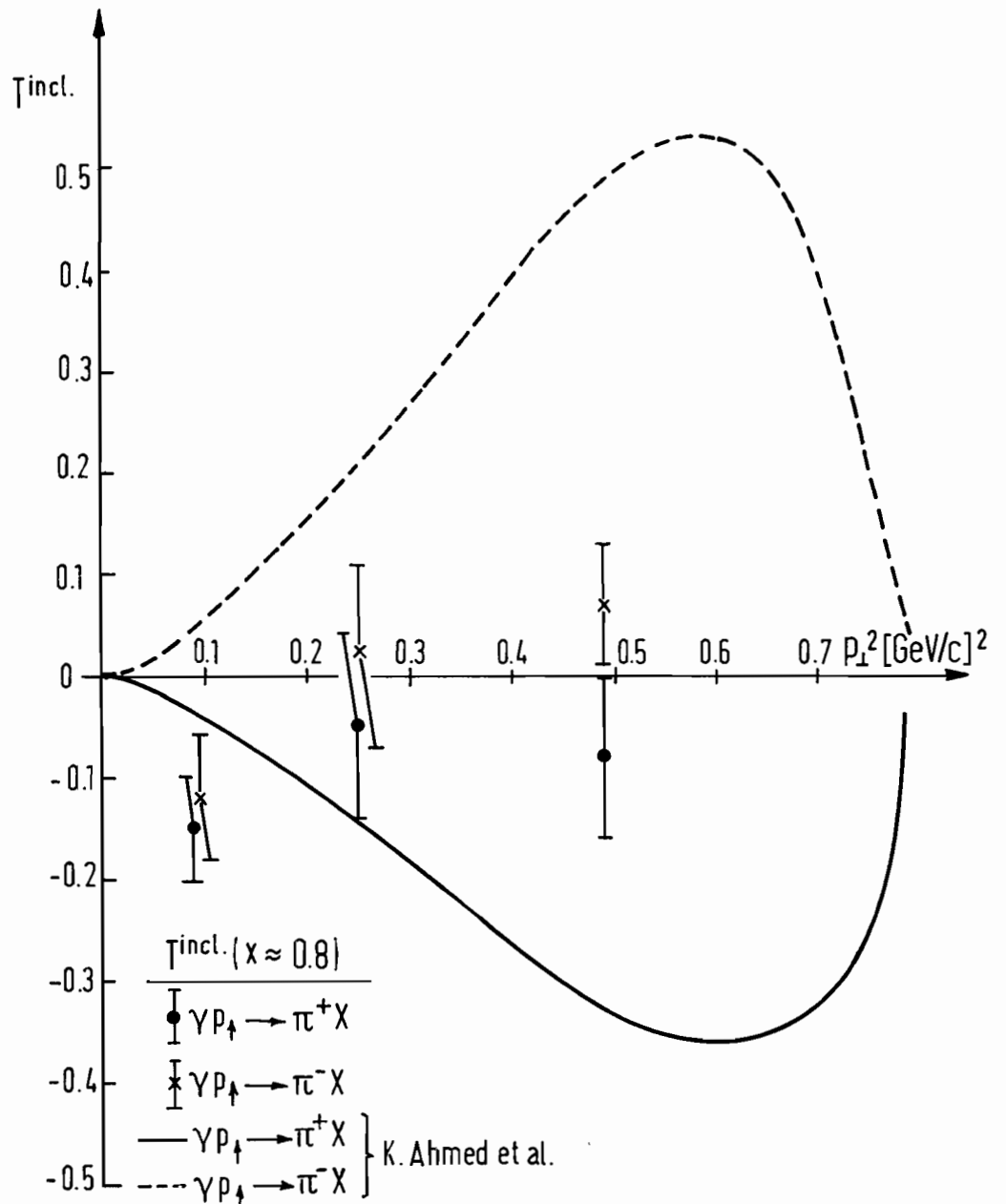


Abb. 53 Targetasymmetrien für die Reaktionen  $\gamma + p \rightarrow \pi^+ + X$  und  $\gamma + p \rightarrow \pi^- + X$ . Die Kurven sind Vorhersagen eines Mueller-Regge-Modells unter Berücksichtigung von Schnittbeiträgen. (25920)

Die Messungen überstreichen zwei kinematische Gebiete. Für kleine Transversalimpulse ( $p_{\perp} = 0.3 \text{ GeV}/c$ ) im Bereich der Photonfragmentation mit relativen Longitudinalimpulsen  $0.23 \leq x \leq 0.85$  sind die Ergebnisse mit Null verträglich. Im Triple-Regge-Gebiet wurden bei relativen Longitudinalimpulsen von  $x = 0.7$  und  $x = 0.8$  die Targetasymmetrien für jeweils 3 Transversalimpulse bestimmt. Als Beispiel zeigt Abb. 53, daß die Ergebnisse mit Null verträglich sind und nicht den Voraussagen eines Mueller-Regge-Modells unter Berücksichtigung von Regge-Schnitt-Beiträgen entsprechen.

## Abschattungseffekte bei der Absorption reeller und virtueller Photonen in komplexen Kernen

Wegen der Kleinheit der Feinstrukturkonstanten würde man – in Abwesenheit von Vektor-Dominanz – erwarten, daß die mittlere freie Weglänge hochenergetischer Photonen in Kernmaterie groß ist gegenüber dem Kernradius. Der totale Wirkungsquerschnitt  $\sigma(\gamma, A)$  für Photonen an Kernen wäre daher proportional zur Massenzahl  $A$  und der Vorwärtsquerschnitt für Comptonstreuung wäre proportional zu  $A^2$ . Wegen der Kopplung des Photons an die stark wechselwirkenden Vektormesonen, deren mittlere freie Weglänge kleiner ist als der Kernradius, treten Abschattungseffekte auf, die zu einem langsameren Anstieg von  $\sigma(\gamma, A)$  mit  $A$  führen. Die Auswertung des Experiments, in dem Abschattungseffekte in der Kleinwinkel-Compton-Streuung an Kernen von Be, C, Al, Ti, Cu, Ag und Au untersucht wurde, ist jetzt abgeschlossen. Abb. 54 zeigt die gefundenen totalen Wirkungsquerschnitte, zusammen mit den Resultaten anderer Experimente. Die gestrichelte Kurve stellt  $\sigma_{\text{TOT}}(\gamma, N) \cdot A$  dar, den in Abwesenheit von Vektor-Dominanz erwarteten Wirkungsquerschnitt. Alle Meßpunkte liegen deutlich unterhalb der gestrichelten Kurve, in qualitativer Übereinstimmung mit dem Vektor-Dominanz-Modell.

Für virtuelle Photonen wird bei vorgegebener Energie ein Schwächerwerden der Abschattung mit wachsendem  $Q^2$  erwartet. Messungen an  $^{12}\text{C}$  und  $^{27}\text{Al}$  zeigen, daß auch mit virtuellen Photonen Abschattungseffekte auftreten (Abb. 55). Eine quantitative Interpretation dieser Messungen setzt aber eine Kenntnis der Strahlungskorrekturen voraus, deren rechnerische Bestimmung mit relativ großen Unsicherheiten behaftet ist (Abb. 56). Ein geplantes Experiment sieht Messungen an Aluminium und Silizium vor, für deren Kerne gleichstarke Abschattungseffekte zu erwarten sind, aber unterschiedliche Strahlungskorrekturen. Es sollte daher möglich sein, die Güte der Strahlungskorrekturen und die Stärke der Abschattung zu bestimmen.

*Diffraktionsstreuung hochenergetischer Photonen an schweren Kernen (F33)*

*Abschattungseffekt virtueller Photonen (F23, Bonn, Freiburg, Hamburg)*

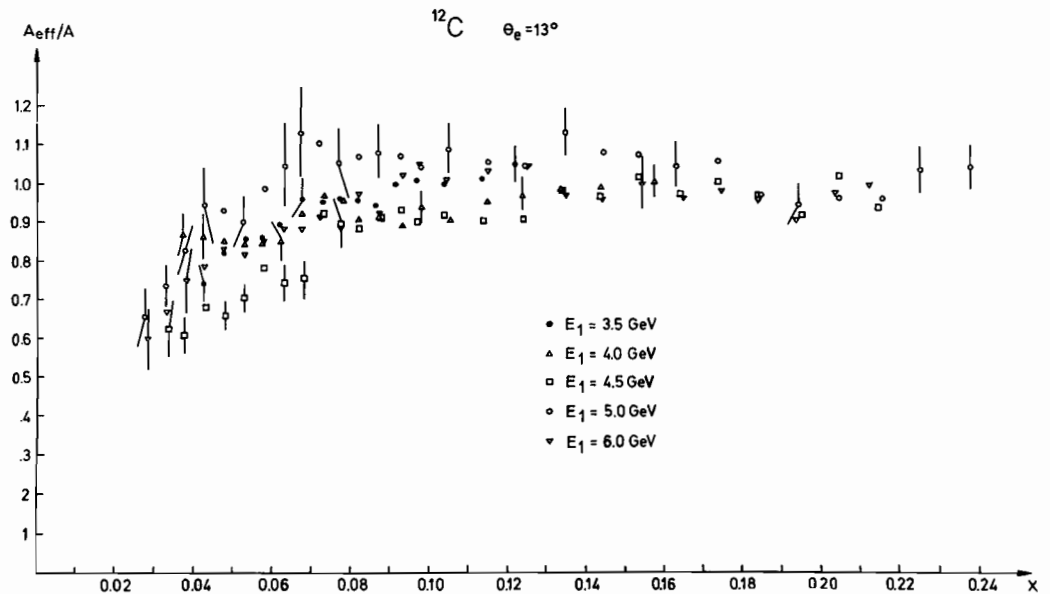
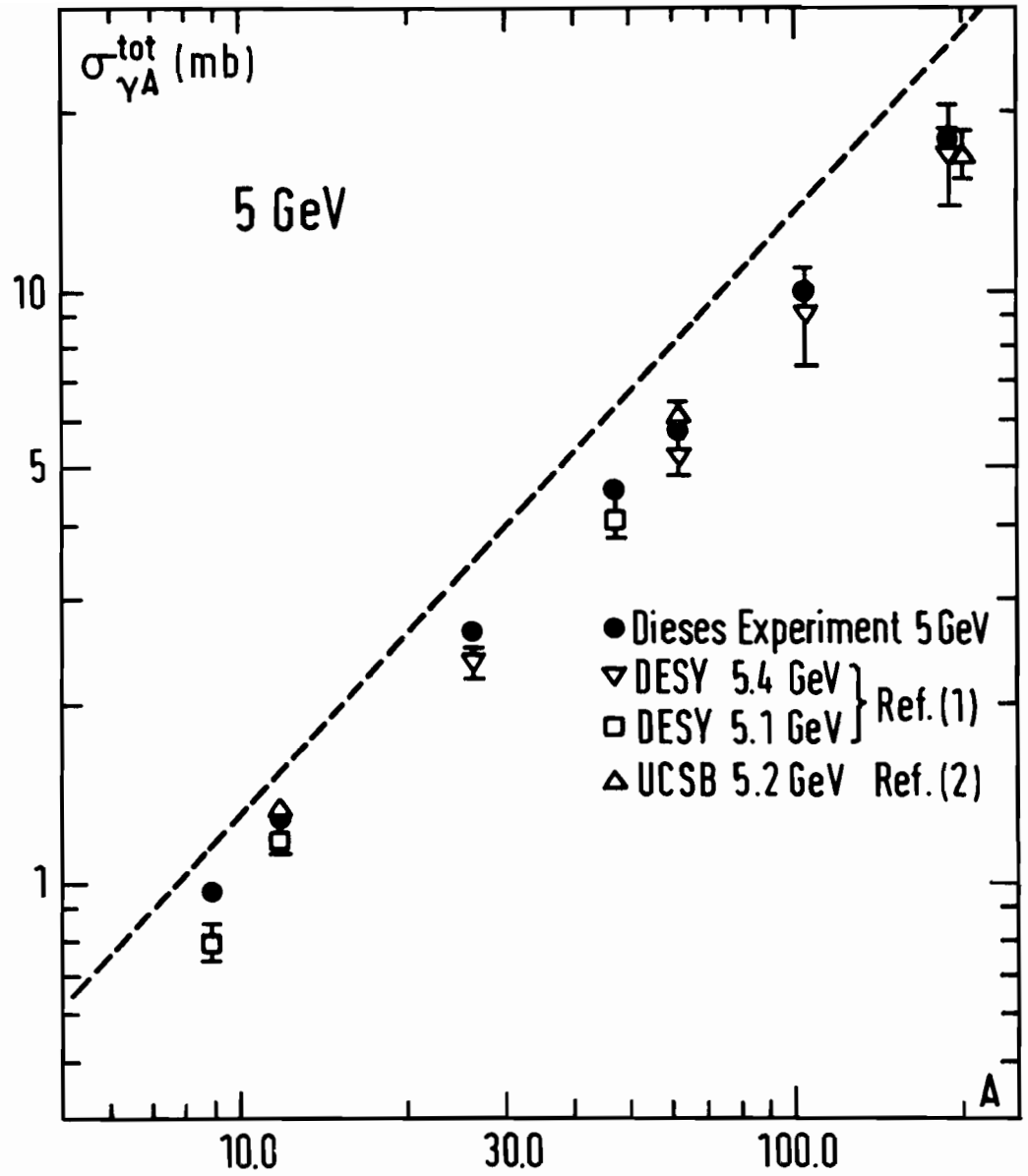
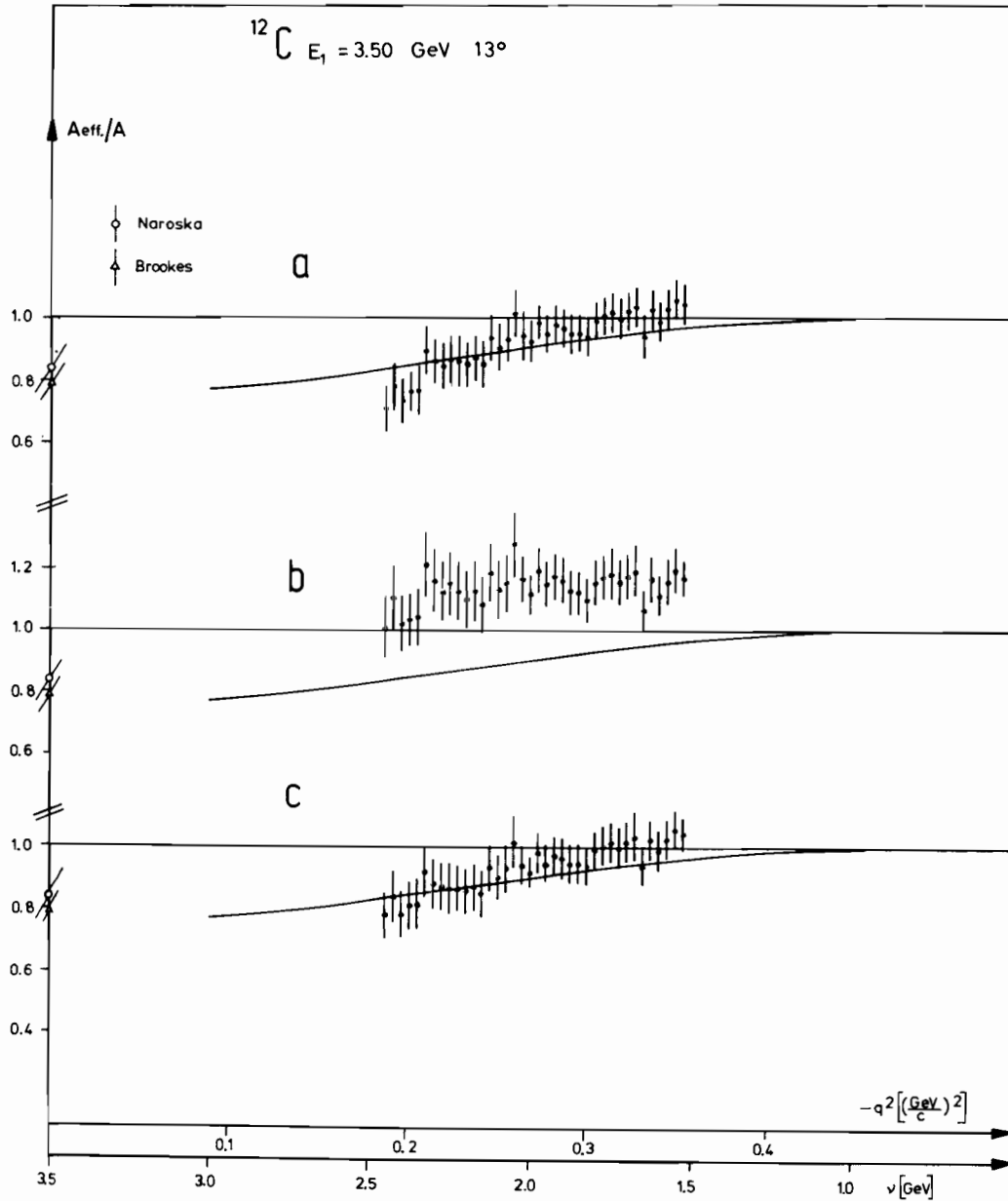


Abb. 55 Abschattungsfaktor für  $^{12}\text{C}$  (nur Strahlungsschwanz der elastischen Elektron-Kern-Streuung berücksichtigt) (24407)

← **Abb. 54** Totaler Wirkungsquerschnitt der Streuung von Photonen an Kernen als Funktion der Massenzahl  $A$ .  
 Die gestrichelte Linie zeigt den Wirkungsquerschnitt, der ohne Abschattung erwartet wird. (26463)



**Abb. 56** Abschattungsfaktor für  $^{12}\text{C}$   
 a) Strahlungsschwanz der elastischen Elektron-Kern-Streuung berücksichtigt  
 b) Strahlungsschwanz der elastischen Elektron-Kern- und der elastischen Elektron-Proton-Streuung abgezogen  
 c) wie b) und Formfaktor für ein gebundenes Nukleon berücksichtigt  
 (Kurve Modellvorhersage nach D. Schildknecht) (25856)

## Experimente am Speicherring PETRA

Die Planung und Vorbereitung von PETRA-Experimenten hat das wissenschaftliche und technische Personal in zunehmendem Maße in Anspruch genommen. Chronologisch gesehen war das Berichtsjahr gekennzeichnet durch 4 wichtige Ereignisse:

1. Eine internationale Diskussionstagung in Frascati (1. – 5. 3. 1976), auf der vor Interessenten aus aller Welt nicht nur über PETRA und PETRA-Physik, sondern auch über den Stand der Experimentiertechnik und erste Vorschläge für PETRA-Detektoren vorgetragen und diskutiert wurden. Ein entscheidendes Resultat dieses Treffens war die Bildung von Kollaborationen für PETRA-Experimente.
2. Das erste Treffen des PETRA-Research-Committee (PRC) am 1. 6. 1976, auf welchem die von den verschiedenen Kollaborationen eingereichten Absichtserklärungen diskutiert wurden. Das Einsetzen von Gutachtern und die Festlegung eines Termins für ausgearbeitete Experimentiervorschläge (31. 7. 1976) war das wesentliche Resultat dieser Sitzung.
3. Eine Arbeitswoche (30. 8. – 3. 9. 1976), auf der die Experimentiervorschläge öffentlich vorgetragen und verteidigt wurden. Gleichzeitig diente diese Woche dem Kontakt der Kollaborationen mit dem DESY-Direktorium und den DESY-Service-Gruppen.
4. Das vierte Treffen des PRC am 19. 10. 1976, auf welchem fünf Experimente zur Annahme empfohlen wurden.

Im folgenden werden die fünf Experimentieranordnungen und der Stand dieser Projekte Ende 1976 kurz dargestellt.

## CELLO

*(DESY, Karlsruhe,  
München, Orsay,  
Paris, Saclay)*

Nahezu über den gesamten Raumwinkel wird CELLO (Abb. 57) gleichzeitig Leptonen, Photonen und Hadronen identifizieren und messen. Die physikalischen Ziele sind zunächst:

- Bestimmung der fundamentalen Größen, die bei der Eröffnung eines neuen Energiebereichs gemessen werden können, wie totaler Wirkungsquerschnitt und typische Teilchenerzeugung.
- Nachweis von Leptonen und Photonen, um neue leptonische und hadronische Zustände, QED-Prozesse und Effekte der schwachen Ströme zu untersuchen.

Im wesentlichen besteht CELLO aus folgenden Komponenten:

- eine dünne supraleitende Spule mit hohem Magnetfeld
- Proportional- und Driftkammern zur Spurenerkennung mit guter Orts- und Impulslösung
- Elektromagnetische Schauerzähler aus Blei und Flüssig-Argon, um eine gute Energie- und Winkelauflösung zu erzielen bei gleichzeitiger Unterdrückung der Hadronen
- Hadronfilter und Myon-Zähler mit kleinem hadronischen Untergrund
- Kleinwinkeldetektoren in Vorwärtsrichtung zur Energiemessung der gestreuten Elektronen

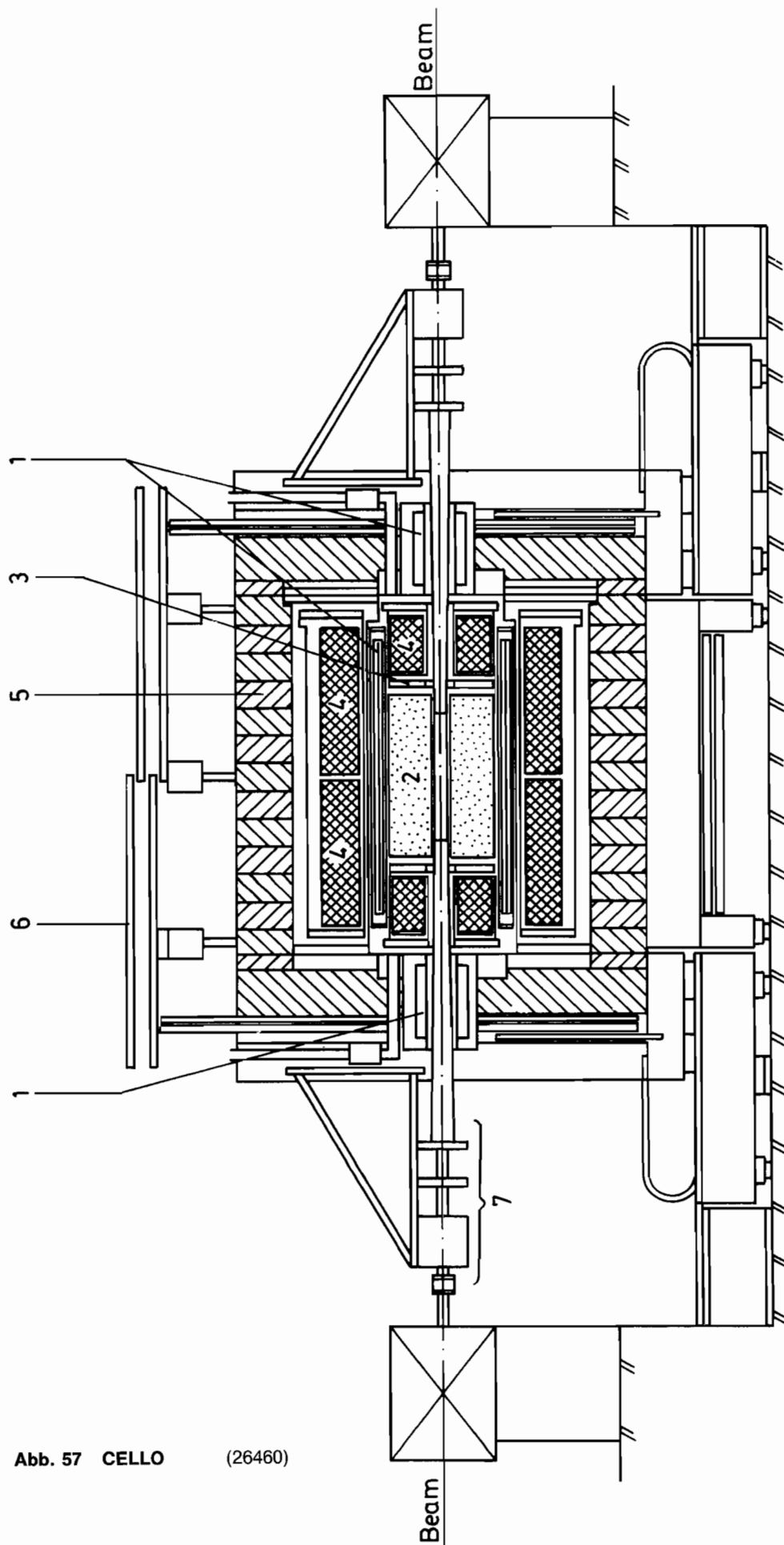


Abb. 57 CELLO (26460)

- 1 Magnets
- 2 Tracking Device
- 3 End Cap Chambers
- 4 L. Ar. Calorimeters
- 5 Hadron Filter
- 6  $\mu$ -Chambers
- 7 Forward Spectrometers



## JADE

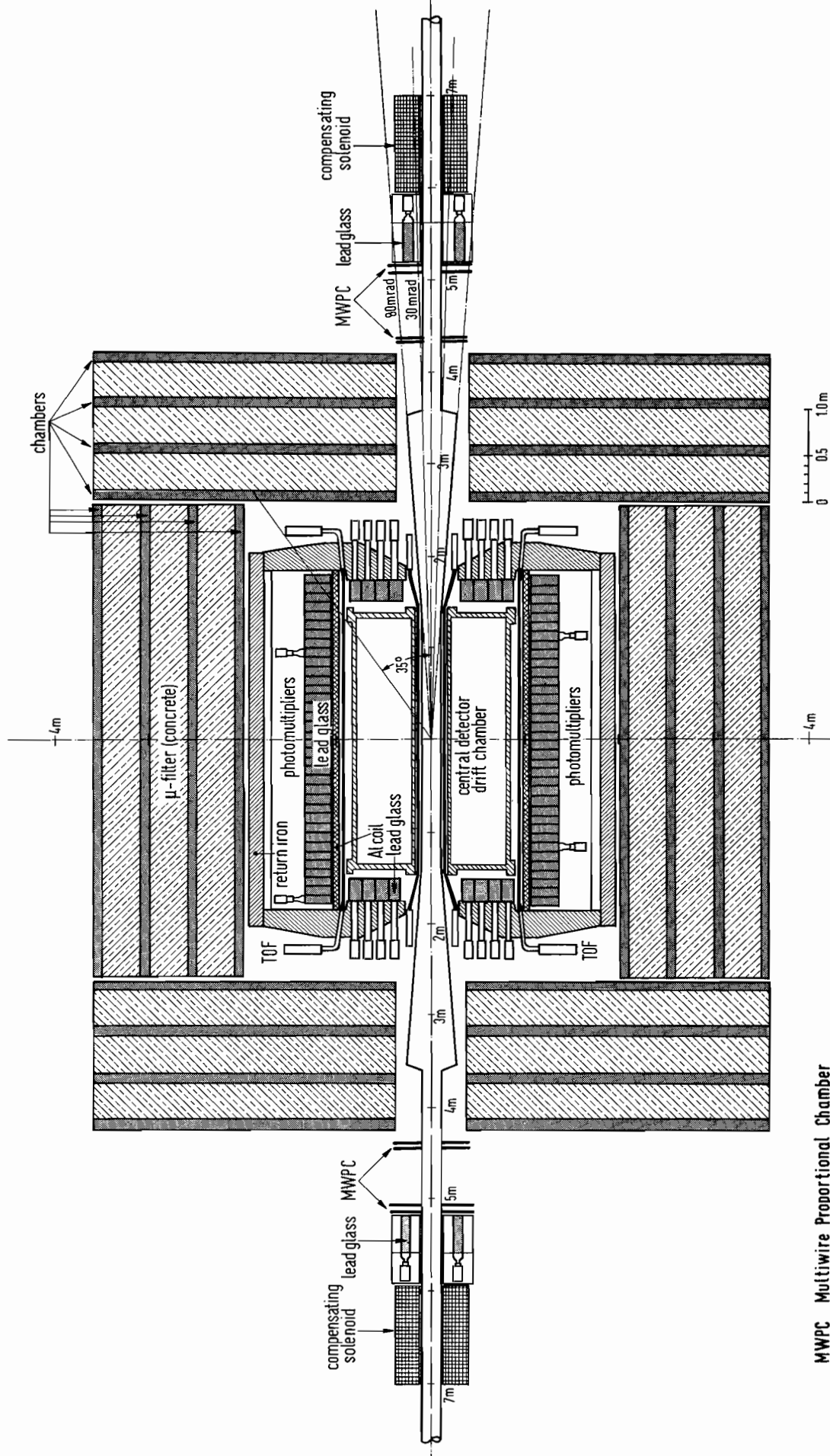
(Daresbury, DESY,  
Hamburg, Heidelberg,  
Lancaster,  
Manchester, Tokyo)

JADE (Abb. 58) ist ein magnetischer  $4\pi$ -Detektor mit hoher Nachweiswahrscheinlichkeit für Elektronen und Myonen. Die normalleitende Spule ist nur 0,7 Strahlungslängen dick und erzeugt bei 95 cm Radius ein Feld von 0,5 Tesla. Innerhalb der Spule gewährleisten zylindrische Driftkammern eine gute Raumauflösung und die Messung des Energieverlustes pro Weg ( $dE/dx$ ). 50 Punkte auf jeder Trajektorie vereinfachen die Spurenerkennung und ermöglichen eine Impulsauflösung von  $\Delta p/p = 1,0\% \cdot p$  (GeV). Hadronen mit niedrigen Impulsen werden durch Messung ihrer Flugzeit identifiziert. Außerhalb der Spule werden Photonenergien und Elektronen mit 3048 Bleiglaszählern nachgewiesen, die eine hohe Energieauflösung und eine gute Trennung von Pionen und Elektronen erlauben. Der Hauptteil des Myonfilters besteht aus Driftkammern zwischen Eisenbetonschichten und reduziert die Hadronen auf etwa  $3 \cdot 10^{-3}$ .

Der Vorwärtsdetektor überdeckt Polarwinkel zwischen 30 und 80 mr. Er dient gleichzeitig als Luminositätsmonitor und als Tagging-System für Zwei-Photon-Ereignisse. Er besteht aus Driftkammern, Triggerzählern und Bleiglasblöcken zur Energiemessung.

Die physikalischen Ziele sind in der Anfangsphase:

- Messung des totalen Wirkungsquerschnitts für Annihilation  $e^+e^- \rightarrow$  Hadronen
- Suche nach neuen Teilchen über deren Zerfall in Elektronen und/oder Myonen
- Überprüfung der QED-Prozesse ( $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ ,  $e^+e^-$ ,  $\mu^+\mu^-$ ) bei hohen Impulsüberträgen und Suche nach Einflüssen neutraler Ströme in den Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  und  $e^+e^- \rightarrow$  Hadronen
- Untersuchung hadronischer Endzustände
- Vermessung der Reaktionen, die von zwei Photonen ausgelöst sind
- Suche nach unerwarteten Phänomenen.



MWPC Multiwire Proportional Chamber  
TOF Time of Flight Counter

(Aachen, DESY,  
F.O.M, MIT,  
Minnesota, South-  
eastern Massachusetts  
University)

## MARK J

MARK J (Abb. 59) soll Asymmetrien in  $\phi$  und  $\theta$  bis auf 1% genau bei folgenden Reaktionen messen:

$e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  zum Nachweis von Interferenzen zwischen schwacher und elektromagnetischer Wechselwirkung

$e^+e^- \rightarrow \mu + N + X$ , die Myonen sollten Asymmetrien in  $\phi$  und  $\theta$  zeigen, wenn sie aus dem Zerfall eines schweren Leptons stammen

$e^+e^- \rightarrow \mu^\pm, e^\pm, X$ , hier würden Asymmetrien einen Hinweis auf die Herkunft der  $\mu e$ -Ereignisse geben

$e^+e^- \rightarrow$  Hadronen zur Entdeckung eventueller Paritätsverletzungen.

Mit MARK J kann eine Struktur in R vermessen werden. Ein mögliches J-ähnliches Teilchen mit hoher Masse könnte wesentliche Information über die Natur des neuen Teilchens geben, wenn in seinem Zerfall eine Asymmetrie nachgewiesen wird.

$e^+e^-$ - und  $\mu^+\mu^-$ -Paare sollen bis zu sehr kleinen Winkeln  $\theta \leq 5^\circ$  gemessen werden, um eine sorgfältige Untersuchung der verschiedenen QED-Prozesse zu ermöglichen.

Besondere Vorteile des Detektors:

Er ist unempfindlich gegen Synchrotronstrahlung.

Die Drehung um  $\theta$  und  $\phi$  ermöglicht eine Datennahme ohne systematische Fehler in allen Richtungen zwischen  $\theta$  und  $\pi-\theta$  und zwischen  $\phi$  und  $\pi/2-\phi$ . Dadurch wird das  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ -Experiment erst möglich, da hier nach Asymmetrien im Prozent-Bereich gesucht wird.

Alle Teilchen müssen unabhängig von  $\phi$  und  $\theta$  etwa 1 m Eisen durchdringen. Dadurch ist die Nachweiswahrscheinlichkeit bis zu  $\theta \leq 5^\circ$  überall gleich.

MARK J bietet eine einfache Methode, um Strukturen in R,  $\mu e$ ,  $\mu\nu$  etc. zu vermessen. Das Experiment läßt sich bei verschiedenen Luminositäten durchführen.

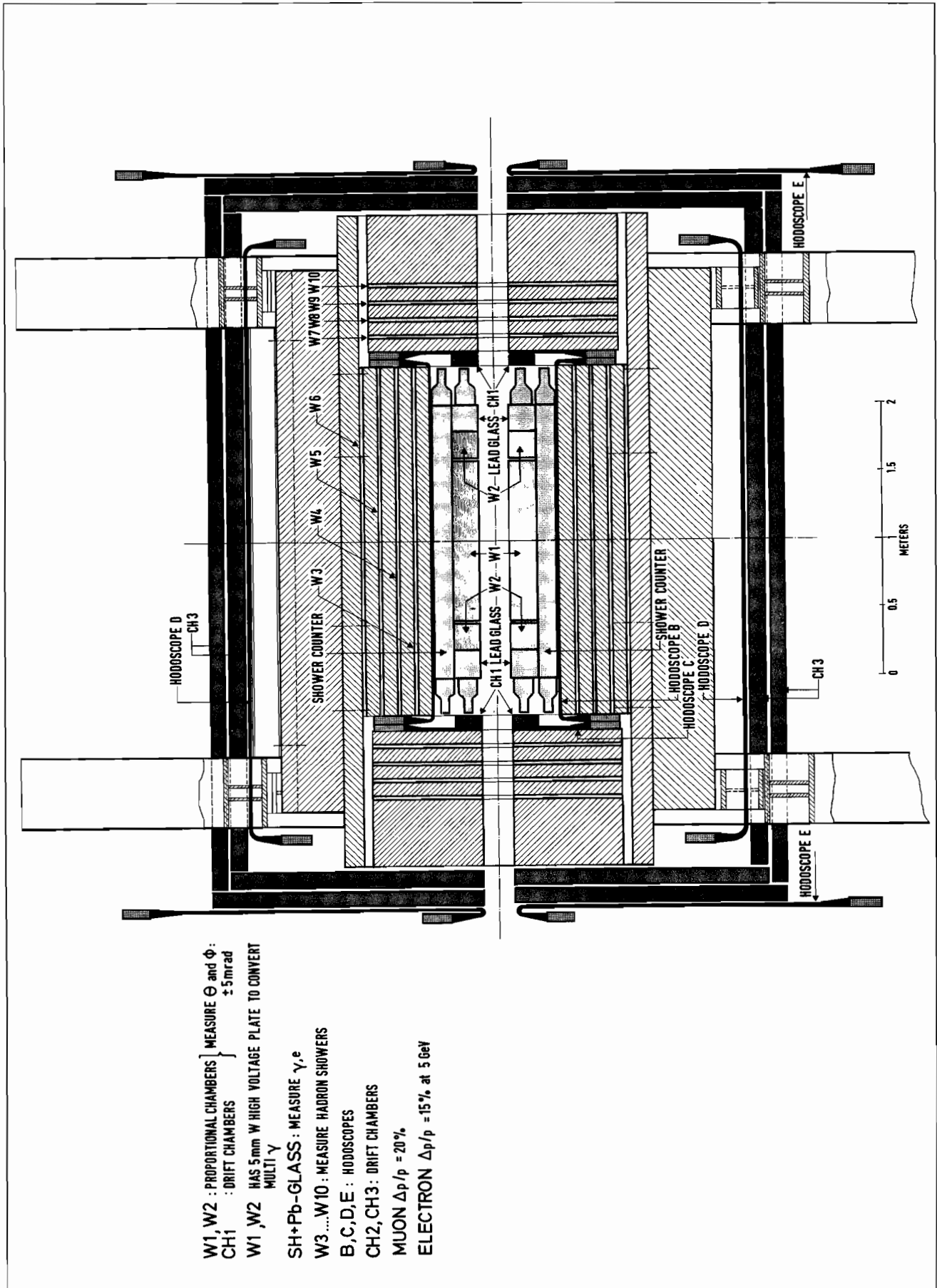


Abb. 59 MARK J

## PLUTO

(Aachen, DESY,  
Hamburg, Siegen,  
Wuppertal)

Der magnetische Detektor PLUTO (Abb. 60) wird gegenüber den DORIS-Experimenten in einigen Komponenten für PETRA-Experimente verändert. Der wichtigste Teil des Detektors bleibt die supraleitende Spule, die in einem Volumen von 105 cm Länge und 140 cm Durchmesser parallel zur Strahlachse ein Feld von 1,7 Tesla erzeugt.

In diesem Volumen besteht der Innendetektor aus zwölf Proportionalkammern mit Radien zwischen 142 und 562 mm, einer  $dE/dx$ -Ionisationskammer mit Flüssig-Argon und einem Blei-Szintillations-Schauerzähler von acht Strahlungslängen Dicke. Um eine gute Ortsauflösung zu erhalten, ist hinter den ersten vier Strahlungslängen eine Wendel-Rohr-Kammer installiert. Dieser Zähler überdeckt den Polarwinkelbereich von  $50^\circ \leq \theta \leq 130^\circ$ . Außerhalb werden die Bereiche bis  $15^\circ$  und bis  $165^\circ$  von Endkappenschauerzählern eines ähnlichen Typs von 12 Strahlungslängen Dicke abgedeckt.

Als innerer Teil des Hadronabsorbers dient das Eisenjoch des Magneten, das eine mittlere Dicke von 70 cm hat. Das Joch ist umgeben von Proportionalrohrkammern. Der äußere Teil besteht aus weiteren 30 cm Eisen, die wiederum von Driftkammern umgeben sind. Pionen mit 10 GeV/c werden diesen Absorber nur zu 2,5% durchdringen.

Auf beiden Seiten des PLUTO-Magneten sind in Strahlrichtung zwei Vorwärtsspektrometer installiert, die zwischen 250 und 50 mrad aus Bleiszintillations-Schauerzählern und zwischen 50 und 18 mrad aus Bleiglaszählern bestehen. Über die Kleinwinkel-Bhabhastreueung wird der letztere auch als Luminositätsmonitor dienen.

Mit PLUTO sollen vor allem folgende Untersuchungen gemacht werden:

- Ausweitung der Messung des totalen Wirkungsquerschnitts auf PETRA-Energien
- Suche nach neuen Teilchen wie nach schweren Leptonen, gebundenen Zuständen weiterer Quarks, freien Quarks, etc.
- Test der Grenzen der QED-Gültigkeit in den Prozessen  
 $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  und  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$
- Untersuchung der Zwei-Photon-Prozesse.

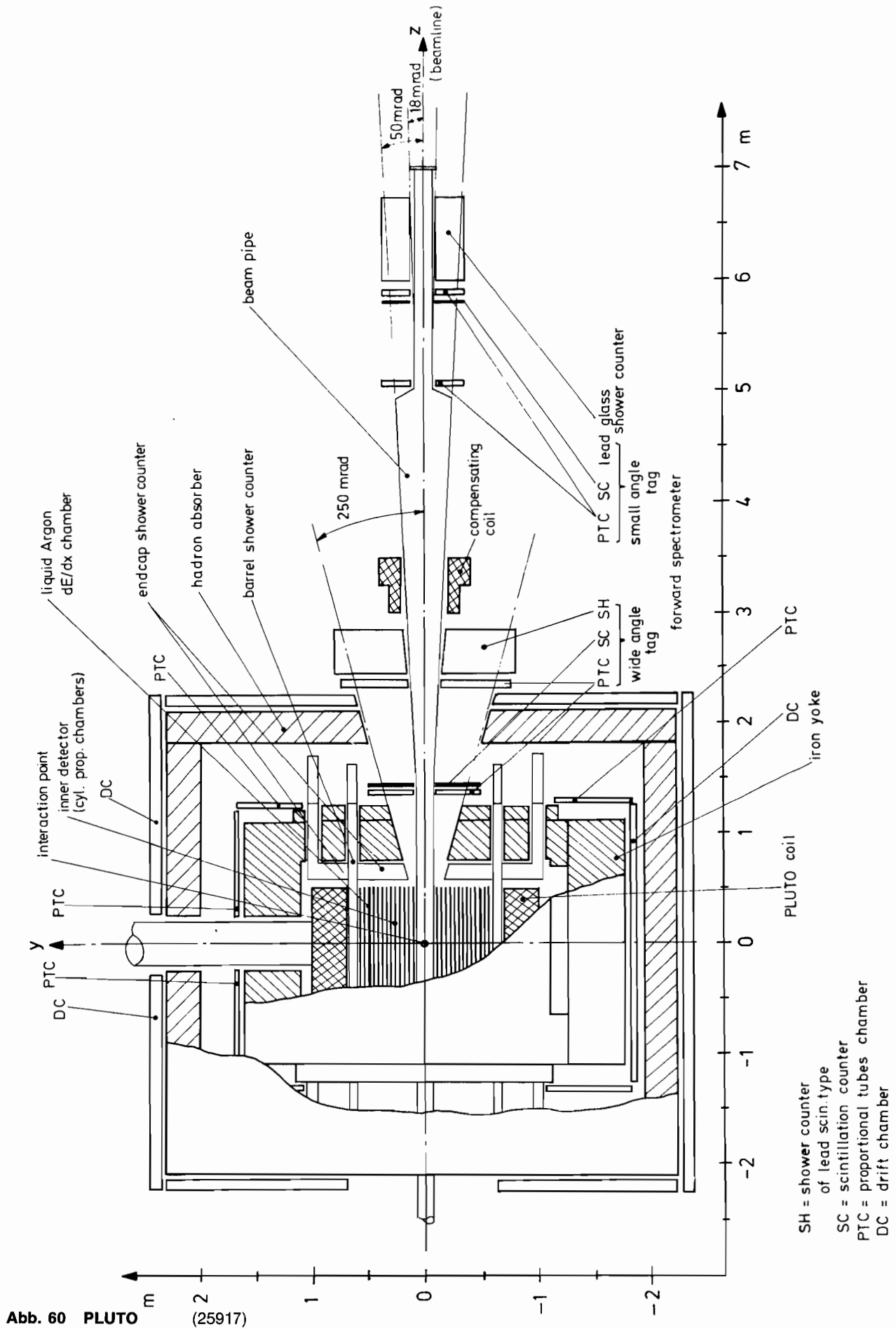


Abb. 60 PLUTO (25917)

## TASSO (Two Arm Spectrometer Solenoid)

(Aachen, Bonn,  
DESY, Hamburg,  
IC London,  
Oxford, Rutherford,  
Weizmann Inst.)

Auch TASSO (Abb. 61) ist ein magnetischer Detektor mit einem Raumwinkel von nahezu  $4\pi$ . Eine dünnwandige Spule mit 135 cm Radius und 440 cm Länge erzeugt ein Feld von 0,5 Tesla entlang der Strahlachse. Das Magnetjoch besteht aus zwei Eisenplatten an beiden Enden der Spule, die oben und unten durch Eisenträger zusammengehalten werden.

Richtung und Impuls geladener Teilchen werden von vier zylindrischen Proportionalkammern und einer großräumigen Driftkammer mit 17 Lagen Signaldrähten gemessen. Photonen und Elektronen werden in Flüssig-Argon-Schauerzählern identifiziert und gemessen, die die Spule an beiden Enden und auf zwei Dritteln ihres Umfangs umgeben. Die Flüssig-Argon-Zähler messen die Energie, die ein Schauer in schmalen Türmen von etwa 5 msr abgibt. Für eine genaue Ortsbestimmung sorgen 2 cm breite Streifenelektroden.

Zwei spezielle Flüssig-Argon-Zähler für die  $dE/dx$ -Bestimmung erlauben eine  $\pi/K/p$ -Trennung bis zu Impulsen von 0,7 GeV/c und eine Trennung der Pionen von K und p bis zu 1,3 GeV/c. Flugzeitähler an der inneren Wand und an den Enden der Spule ermöglichen eine zusätzliche Hadronen-Identifikation im unteren Energiebereich.

Eine genaue Untersuchung der Teilchen – und besonders der Jet-Erzeugung – ermöglichen zwei identische Hadron-Spektrometer außerhalb der Spule. Die geometrische Akzeptanz jedes Armes beträgt  $\pm 45^\circ$  für  $\theta$  und  $\pm 30^\circ$  für  $\phi$ . Jedes Spektrometer ist mit Cerenkov-, Flugzeit- und Schauerzählern ausgerüstet, hinter denen sich noch  $\sim 80$  cm Eisen und  $\mu$ -Detektoren befinden. Drei verschiedene Cerenkovzähler sind mit Aerogel und Gas bei Atmosphärendruck gefüllt; jeder Cerenkovzähler ist in 32 Zellen unterteilt. Die Kombination dreier verschiedener Brechungsindices (Aerogel  $n = 1,02$ ; Neopentan  $n = 1,00177$  und Frigen 13  $n = 1,00077$ ) erlaubt gemeinsam mit den Flugzeitählern die Identifizierung von Pionen im gesamten Impulsbereich bis zu 15 GeV/c und von Kaonen überall außer zwischen 5,5 und 8 GeV/c, wo sie mit Protonen überlappen.

Myonidentifizierung wird für die Hälfte des vollen Raumwinkels durch Proportionalrohrkammern hinter dem Eisenjoch in den Hadron-Armen gewährleistet.

Zur Ergänzung des Hauptdetektors weist ein Vorwärtsdetektor Elektronen und Photonen zwischen 18 und 60 mrad nach. Er besteht aus Proportionalkammern, Szintillations- und Bleiglas-Zählern.

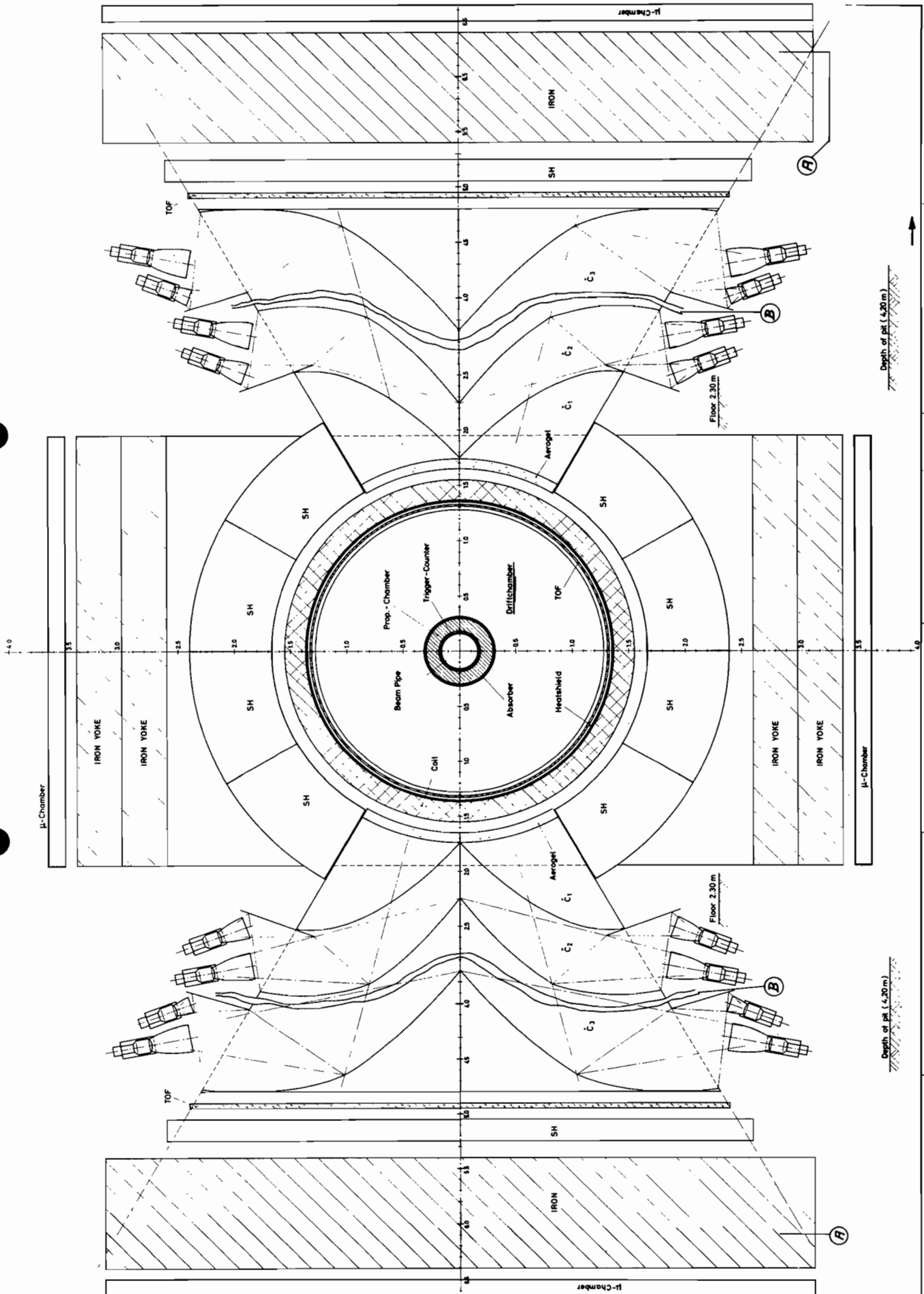


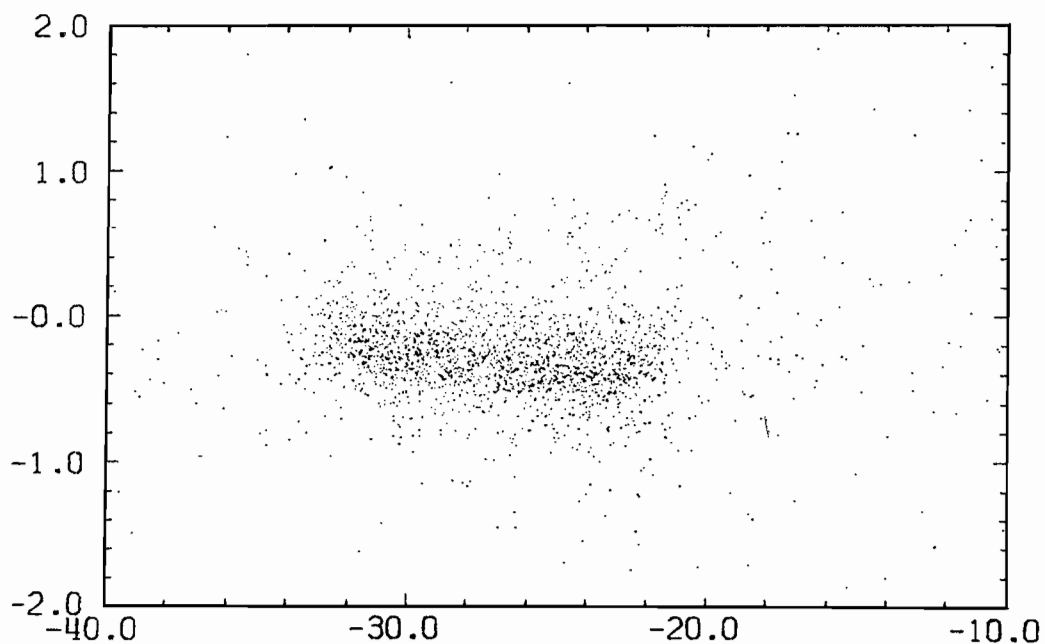
Abb. 61 TASSO



## Experimente an auswärtigen Beschleunigern

*Elektroproduktion  
bei großem  $\varepsilon$  und  $W$   
(F1/F51, Hamburg,  
Cornell)*

Dieses Experiment stellt die Ausdehnung früherer Streamer-Kammer-Experimente zu sehr hohen Energien dar. Es hat wie seine Vorgänger eine detaillierte Untersuchung hadronischer Endzustände bei der inelastischen Elektronenstreuung zum Ziel. Es benutzt einfallende Elektronen von 11.6 GeV Energie des Cornell-Synchrotrons und eine DESY-Streamer-Kammer mit eingebautem Flüssigwasserstoff-Target. Bis Jahresende wurden in zwei Meßperioden insgesamt 800 000 Bilder gewonnen, die etwa 80 000 gute Ereignisse enthalten. Die Aufnahmen werden, wie diejenigen früherer Streamer-Kammer-Experimente, automatisch auf einem HPD ausgewertet. Die Bestimmung des Impulses und des Streuwinkels des gestreuten Elektrons wird gegenüber der Bestimmung aus der Vermessung der Streamer-Kammeraufnahmen durch Proportionaldrahtkammern verbessert. Abb. 62 zeigt die Vertexkonstruktion in dem Bereich des Targets.



VERTEX Y VS X

**Abb. 62** Verteilung der Vertexpunkte in der xy-Ebene

(25947)

## Myon-Nukleon-Streuung bei Impulsüberträgen $> 200$ GeV

Die Vorbereitung eines Experiments zur tiefinelastischen Streuung von Myonen bis zu dreihundert GeV Energie an Nukleonen wurde fortgesetzt. Bei dem Experiment soll die Struktur der Nukleonen bis zu sehr kleinen Abständen studiert werden und die eventuelle Erzeugung neuer Teilchen untersucht werden.

Die Apparatur wird in Zusammenarbeit mit englischen, französischen, italienischen und anderen deutschen Instituten aufgebaut. Bei DESY wurde an mehreren Komponenten der Apparatur gearbeitet.

Der Bau von Driftkammern mit einer empfindlichen Fläche von  $250 \times 510$  cm<sup>2</sup> und 2 cm großen Drifträumen hat begonnen. Vorausgegangen waren umfangreiche Testmessungen an einem Prototypen voller Größe (Abb. 63). Die längsten Signaldrähte sind 510 cm lang.

*Experiment am SPS  
von CERN  
(F21, Europäische  
Myon-Kollaboration)*

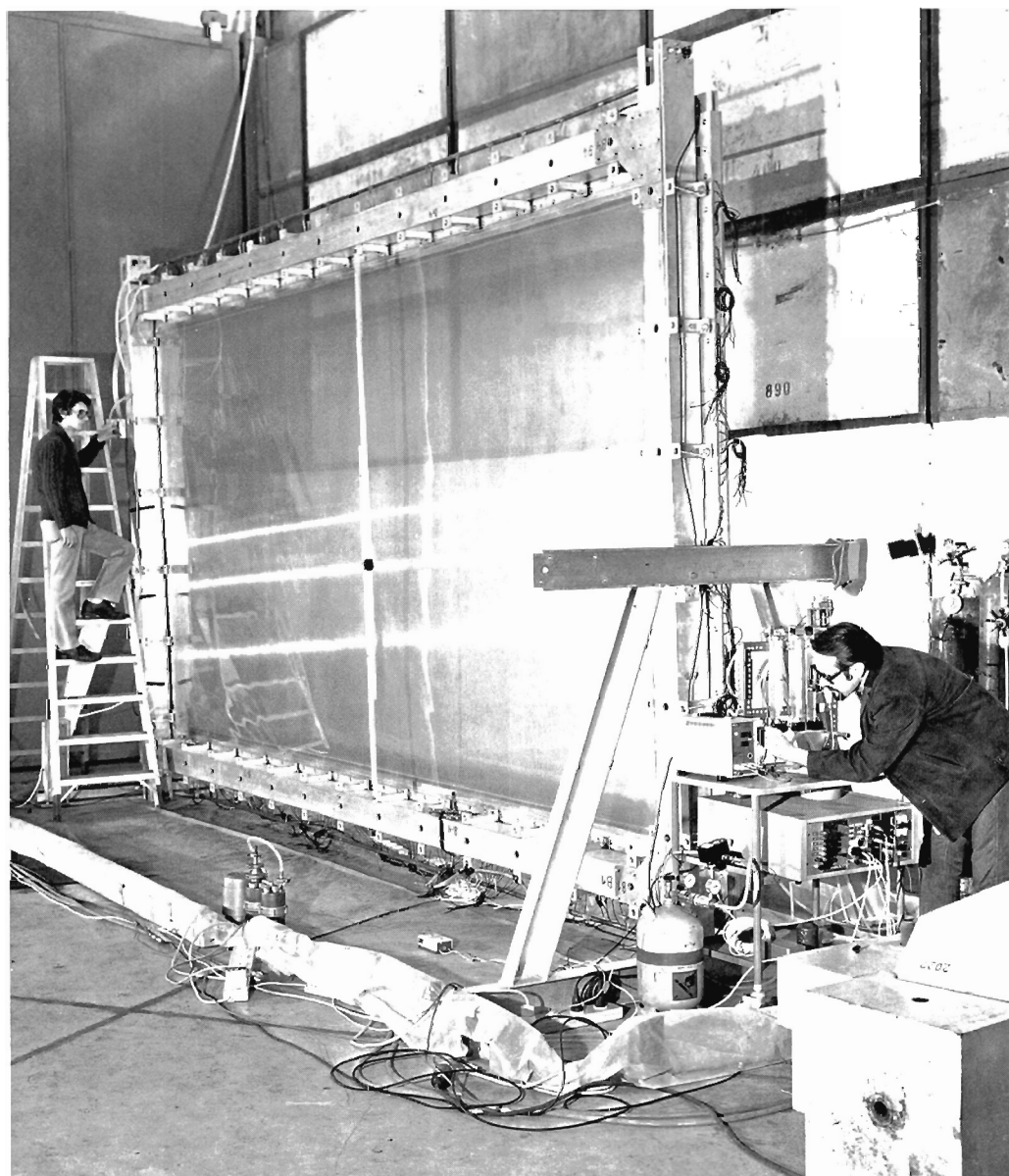


Abb. 63 Testmessungen an einem Prototyp der Driftkammern für das Myon-Streuxperiment am SPS von CERN.

Eine Ansprechwahrscheinlichkeit von mehr als 98% wurde gemessen. Die über den ganzen Driftraum gemittelte Auflösung beträgt 0,4 mm (FWHM).

Ein Target-STAC (Sandwich Total Absorption Counter), also ein Hadronen total absorbierender Schauerzähler, der gleichzeitig als Target für die  $\mu$ -Streuung dienen kann, wurde weitgehend fertiggestellt.

Ferner wurde ein Prototyp für eine Triggerlogik in Form einer Matrix gebaut mit 25 x 36 Koinzidenzen, durch die im Experiment aus den Signalen zweier Szintillatorrhodoskope verschiedene Trigger definiert werden können. Sechs solche Matrizen sollen 1977 gebaut werden.

DESY hat für das Experiment einen von vier PDP-11/70-Rechnern bereitgestellt. Die Datennahme wurde vorbereitet, diverse Tests mit der für das Experiment vorgesehenen Elektronik wurden durchgeführt.

Vorarbeiten wurden für einen Cerenkovzähler geleistet, der unterhalb von 20-GeV-Impuls Pionen von Kaonen unterscheiden soll.

Die Datennahme des  $\mu$ -Streuexperiments soll 1978 beginnen.

## Theoretische Physik

Das Forschungsprogramm der Gruppe T wurde im Jahre 1976 wesentlich von drei Faktoren beeinflusst: (a) Den experimentellen Entdeckungen, die in unserem Laboratorium gemacht wurden, (b) Der Diskussion eines Experimentierprogramms für PETRA, (c) Den wichtigen theoretischen Fortschritten der letzten Jahre in der Feldtheorie der starken bzw. der vereinigten schwachen und elektromagnetischen Wechselwirkungen.

(a) Die experimentellen Untersuchungen der schmalen Resonanzen stimulierten theoretische Analysen zur Einordnung dieser Zustände in das Charmonium-Schema (8, 11, 25). Ihre typischen Eigenschaften sollten durch theoretische Analysen ihrer Zerfallskanäle (16, 17), als auch durch Vergleich mit der Dynamik der „alten“ Teilchen (2, 26, 28) erhellt werden. In diesem Zusammenhang wurde u. a. in einem Mehrkanal-Modell gezeigt, wie starke Wechselwirkung zur Ausbildung schmaler Resonanzen führen kann (6, 29), um so eine Alternative zur Zweiregel zu liefern.

Die wichtigsten physikalischen Probleme, die 1976 einer Lösung nähergebracht wurden, waren die Fragen nach der Existenz eines Teilchens mit Charm-Ladung sowie die der Existenz des schweren Leptons  $L^-$ . Die experimentelle Entdeckung des leptonischen Zerfalls von Teilchen mit Charm bei DESY wurde begleitet durch theoretische Erwartungen und Analysen (13, 24, 42). Entsprechend wurden mit Nachdruck die Eigenschaften des schweren Leptons (23) sowie die Signatur von  $L^-L^-$ -Produktion in  $e^+e^-$ -Stößen theoretisch untersucht (3, 4, 20). Daneben wurde die Interpretation der Experimente durch umfangreiche Rechnungen der e.m.-Korrekturen zu inklusiven  $\mu$ -Prozessen unterstützt.

Natürlich wurden aber auch ältere Probleme weiterbearbeitet. Neben Untersuchungen der diffraktiven Hadron-Hadronstöße (12, 22, 38), der Photo- und Elektroproduktion (1, 9, 46) wurde ein klassischer Gegenstand der DESY-Physik, nämlich die Nukleonübergangsfaktoren in seinen Konsequenzen weiterverfolgt. So wurde eine theoretische Interpretation (10) der Analyse von R.C. Devenish und D.C. Lyth benutzt, um Abschätzungen für die Produktion von Baryonpaaren bei  $e^+e^-$ -Stößen (31) als auch die von „gecharmten“ Baryonen durch Neutrinos (35, 41) zu gewinnen.

(b) Von den geplanten PETRA-Experimenten erwartet man Aufschluß über die spezifischen Züge der Hadronerzeugung bei hochenergetischen  $e^+e^-$ -Stößen (63): Gibt es neue Quarkfreiheitsgrade, die sich jetzt schon ankündigen? (36, 39). Wie sehen die Hadron-Jets aus, welche man bei hohen Energien erwartet? (15). Der andere Fragenbereich betrifft die Struktur des schwachen Stroms (14), welche man durch Interferenzen von elektromagnetischer und schwacher Wechselwirkung aufzuklären hofft (21).

(c) Die Renaissance der Feldtheorie als Grundlage der Hadrondynamik („Quantenchromodynamics“) und der vereinheitlichten Theorie schwacher und elektromagnetischer Wechselwirkung („Salam-Weinberg-Modell“) wird den Untersuchungen der Gruppe T auf diesem Gebiet immer mehr Bedeutung verleihen. Zu den aktuellen Themen, zu denen 1976 Beiträge geleistet wurden, gehören: Quark confinement (32, 55, 40), Spontane Symmetriebrechung (53), Weyl'sche Eichinvarianz (27, 54), Solitonen (40), Behandlung der Divergenzen in der Feldtheorie (50, 59, 64, 65).

Ein Bericht über die hiesige theoretische Forschung auf dem Gebiet der Elementarteilchentheorie wäre unvollständig, ohne einen Hinweis auf die enge Zusammenarbeit der Gruppe T mit dem II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg. Deshalb ist eine Liste von Arbeiten aus diesem Institut beigefügt, an welchen Mitglieder der Gruppe T nicht direkt beteiligt waren. In diesem Sinne illustriert auch das Verzeichnis der über siebzig gemeinsam veranstalteten Seminare die ganze Spannweite unserer theoretischen Forschung sowie den weltweiten Informationsaustausch, der auch 1976 zum Erfolg unserer Arbeit beitrug.

## Experimente mit Synchrotronstrahlung

Die Synchrotronstrahlung, die bei der Beschleunigung von Elektronen im Synchrotron DESY und bei der Speicherung von Elektronen und Positronen in den Speicherringen DORIS entsteht, wurde von mehr als zwanzig Arbeitsgruppen für spektroskopische Untersuchungen genutzt. Den Schwerpunkt bildeten elektronische Anregungen im Vakuum-Ultraviolett und weichen Röntgengebiet an Atomen, Molekülen, Festkörpern und Festkörperoberflächen, wobei die Untersuchung von Sekundärprozessen, wie z. B. Photoemission und Lumineszenz, im Vordergrund stand. Außerdem wurde Röntgenstrahlung von DESY für Strukturuntersuchungen ausgenutzt. Das gesamte wissenschaftliche Programm wurde am 21. Oktober im Rahmen des jährlichen Symposiums für Benutzer und Interessenten an der Synchrotronstrahlung erstmalig in einer „Poster Session“ vorgestellt. Diese Form der Darstellung fand lebhaften Anklang und führte zu angeregten Diskussionen und einem regen Gedankenaustausch. Im Anschluß an eine Diskussionssitzung, die sich mit der Zukunft der Synchrotronstrahlungsexperimente beschäftigte, setzte der Gutachterausschuß eine Studiengruppe ein, die sich aus dem Kreis der Benutzer zusammensetzt und Vorschläge zum Bau von Speicherringen in Deutschland, die ausschließlich als Strahlungsquelle dienen sollen, erarbeiten soll.

Die Tabelle gibt einen Überblick über die an den Experimenten beteiligten Institute und die Hauptarbeitsrichtungen. Die am Anfang der Tabelle angeführten Institute sind mit umfangreichen Untersuchungsprogrammen vertreten. Am Ende der Tabelle sind Kurzexperimente erwähnt, die eine begrenzte Fragestellung mit vorhandenen oder kurzfristig mitgebrachten Apparaturen oft in Kollaboration mit einer größeren Arbeitsgruppe in einigen Meßschichten bearbeiten. Ein guter wissenschaftlicher Kontakt besteht außerdem mit der Außenstelle des European Molecular Biology Laboratory (EMBL). Dort wird in einem Labor am Synchrotron und einem am Speicherring die Struktur biologisch interessanter Objekte untersucht.

Experiment	Arbeitsgruppe (verantwortlicher Wissenschaftler)
1. Lumineszenz und Ionisation von kleinen Molekülen	Fachbereich Physik, Uni Kaiserslautern (H. Schmoranzner)
2. Photoionisation und Photodissoziation kleiner organischer Moleküle	Inst. Phys. Chemie, Uni Freiburg (H. Baumgärtel)
3. Photoionisationsresonanzspektroskopie an kleinen Molekülen	Techn. Uni München (E. W. Schlag)
4. Absorption von Metall- und Alkalihalogenid-dämpfen	II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg (B. Sonntag)
5. Absorption an festen und gasförmigen Phosphinen, Silanen und Tellurverbindungen	II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg (B. Sonntag) Inst. Exp. Phys., Uni Kiel (P. Rabe)
6. Hochauflösende Festkörper- und Molekülspektroskopie im Bereich 5–40 eV	Sektion Physik, Uni München (W. Steinmann) DESY (E. E. Koch) Inst. Exp. Phys., Uni Kiel (M. Skibowski)
7. Untersuchung der Relaxations-, Energietransfer- und Zerfallsprozesse in reinen und dotierten gasförmigen Edelgasen (Auswertung)	II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg (G. Zimmerer) Inst. Exp. Phys., Uni Kiel (R. Haensel)
8. Zeitaufgelöste Lumineszenzspektroskopie an festen Edelgasen	Inst. Exp. Phys., Uni Kiel (R. Haensel) II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg (G. Zimmerer)

- |  |   |
|--|---|
| 9. Winkelabhängige Photoemission an Einkristallflächen und an epitaktischen Edelgas-schichten  | Sektion Physik, Uni München<br>(W. Steinmann)   |
| 10. Photoemission an Edelgasmatrizen und Molekülkristallen   | DESY (E. E. Koch)<br>Sektion Physik, Uni München<br>(F.-J. Himpsel)                       |
| 11. Emissionsspektroskopie im Bereich der ultraweichen Röntgenstrahlen mit Anregung durch Synchrotronstrahlung am Speicherring DORIS | Sektion Physik, Uni München<br>(G. Wiech, A. Faessler)                                    |
| 12. Exzitonen und Oberflächenanregungen in Festkörpern   | Inst. Exp. Phys., Uni Kiel<br>(M. Skibowski)<br>Sektion Physik, Uni München<br>(V. Saile) |
| 13. Untersuchung von Rumpfexzitonen in NaCl  | DESY (C. Kunz)  |
| 14. Photoelektrische Emission an Festkörperoberflächen im weichen Röntgengebiet  | DESY (C. Kunz)  |
| 15. Absorptions- und Ausbeutespektroskopie im Röntgengebiet (EXAFS)  | Inst. Exp. Phys., Uni Kiel<br>(R. Haensel)  |
| 16. Röntgeninterferometer zur Messung der Dispersion für Röntgenstrahlung (Umbau für Speicherringlabor)                              | Lehrstuhl Exp. Phys. I, Uni Dortmund<br>(U. Bonse)  |
| 17. Mössbauerspektroskopie mit Synchrotronstrahlung (im Aufbau)  | II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg<br>(E. Gerdau)  |
| 18. Entwicklung von Strahldichte-Standards im VUV-Spektralbereich  | PTB Berlin (B. Wende)   |
| 19. Untersuchung von abbildenden und dispergierenden Systemen im Gebiet der weichen Röntgenstrahlung und im VUV                      | Universitäts-Sternwarte Göttingen<br>(G. Schmahl, D. Rudolph)                             |
| 20. Entwicklung und Test holographischer Gitter (Auswertung)   | Universitäts-Sternwarte Göttingen<br>(G. Schmahl, D. Rudolph)<br>DESY (C. Kunz)           |
| 21. Hochaufgelöste Spektroskopie am Speicherring DORIS im extremen VUV (im Aufbau)   | II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg<br>(B. Sonntag)   |
| 22. Aufbau eines Monochromators mit festem Austrittsspalt für Photoemission (Flipper)  | DESY (C. Kunz)  |

### Kurzexperimente

- |   |  |
|---|--|
| 23. Röntgentopographie mit Synchrotronstrahlung   | Technical Res. Center of Finland<br>Helsinki (T. Tuomi)                                    |
| 24. Reflexionstopographie an Nb-H-Legierungen zur Untersuchung der Phasentrennung $\gamma-\gamma$ am kritischen Punkt (Tests) | KfA Jülich, Inst. f. Festkörperforsch.<br>(H. J. Fenzl)                                    |
| 25. X-ray-standing-wave measurements for impurity lattice location  | Inst. Phys. Uni Dänemark, Aarhus<br>(J. A. Golovchenko)                                    |
| 26. Study of structural changes in crystals and amorphous substances using the x-ray energy dispersive method                 | Univ. Kopenhagen<br>(B. Buras, J. Staun Olsen)<br>Technical Univ. Dänemark<br>(L. Gerward) |
| 27. Röntgenbeugung unter Druck mit Synchrotronstrahlung   | Uni Bonn (G. Will) in Kollaboration mit Uni Kopenhagen (B. Buras)                          |
| 28. Use of synchrotron radiation for x-ray lithography and x-ray microscopy   | IBM Yorktown Heights<br>(E. Spiller)<br>DESY (W. Gudat)                                    |

- |   |  |
|---|--|
| 29. X-ray lithography for the study of biological material in Vitro   | Univ. Western Ontario,<br>(G. Wm. McGowan) in Kollaboration mit IBM, Yorktown Heights und DESY                 |
| 30. Nullenergieelektronenmessung an $D_2$ , $N_2$ , $H_2O$ und $D_2O$ | Vanderbilt University, Nashville<br>(W.B. Peatman) in Kollaboration mit München und DESY                       |
| 31. Modulationsspektroskopie an Halbleitern                           | MPI für Festkörperforschung,<br>Stuttgart<br>(D. Aspnes, M. Cardona) in Kollaboration mit München und Kiel     |
| 32. Photoemission an hochdotierten Halbleitern                        | MPI für Festkörperforschung,<br>Stuttgart<br>(D. Aspnes, M. Cardona)<br>in Kollaboration mit DESY              |
| 33. Topographie von magnetischen Bereichen                            | Technical Research Center of Finland, Helsinki (T. Tuomi)<br>Fritz-Haber-Institut, Berlin<br>(J.D. Stephenson) |

Außerdem waren weitere Gastwissenschaftler aus den USA und Japan an den Untersuchungen beteiligt.

Die technischen Arbeiten an den Experimentiereinrichtungen konzentrierten sich auf den Aufbau und die Inbetriebnahme eines Monochromators mit festem Austrittsspalt für den Bereich 20–300 eV (FLIPPER) (22). Dieses Gerät erreicht in der Auflösung und seinen sonstigen Daten hervorragende Werte. Nach Abschluß der Tests stand es in den letzten drei Monaten des Jahres bereits für Experimente zur Verfügung. Außerdem wurde am Aufbau eines hochauflösenden Rowland-Monochromators für Photonenenergien bis 500 eV gearbeitet (21), der 1977 in Betrieb genommen werden soll. Ferner wurde ein verbesserter Aufbau des Röntgeninterferometers (16) im Speicherringlabor vorbereitet sowie der Aufbau des EXAFS-Experiments am Synchrotron weitergeführt (15).

## Atom- und Molekülphysik

Die Analyse der photoelektrisch mit einer Auflösung von  $0.03 \text{ \AA}$  im Bereich  $1300 \text{ \AA}$  bis  $400 \text{ \AA}$  gemessenen Absorptionsspektren von  $\text{N}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{D}_2\text{O}$  und  $\text{CO}_2$  lieferte viele neue Informationen über hochangeregte Zustände sowie verbesserte Zuordnungen. So wurde beispielsweise beim Stickstoff (Abb. 64) die Störung der Valenzanregung durch Rydbergzustände gleicher Symmetrie ausführlich untersucht. Sie äußert sich in energetischer Abstoßung

*Hochauflösende Absorptionsspektroskopie an Molekülen (6)*

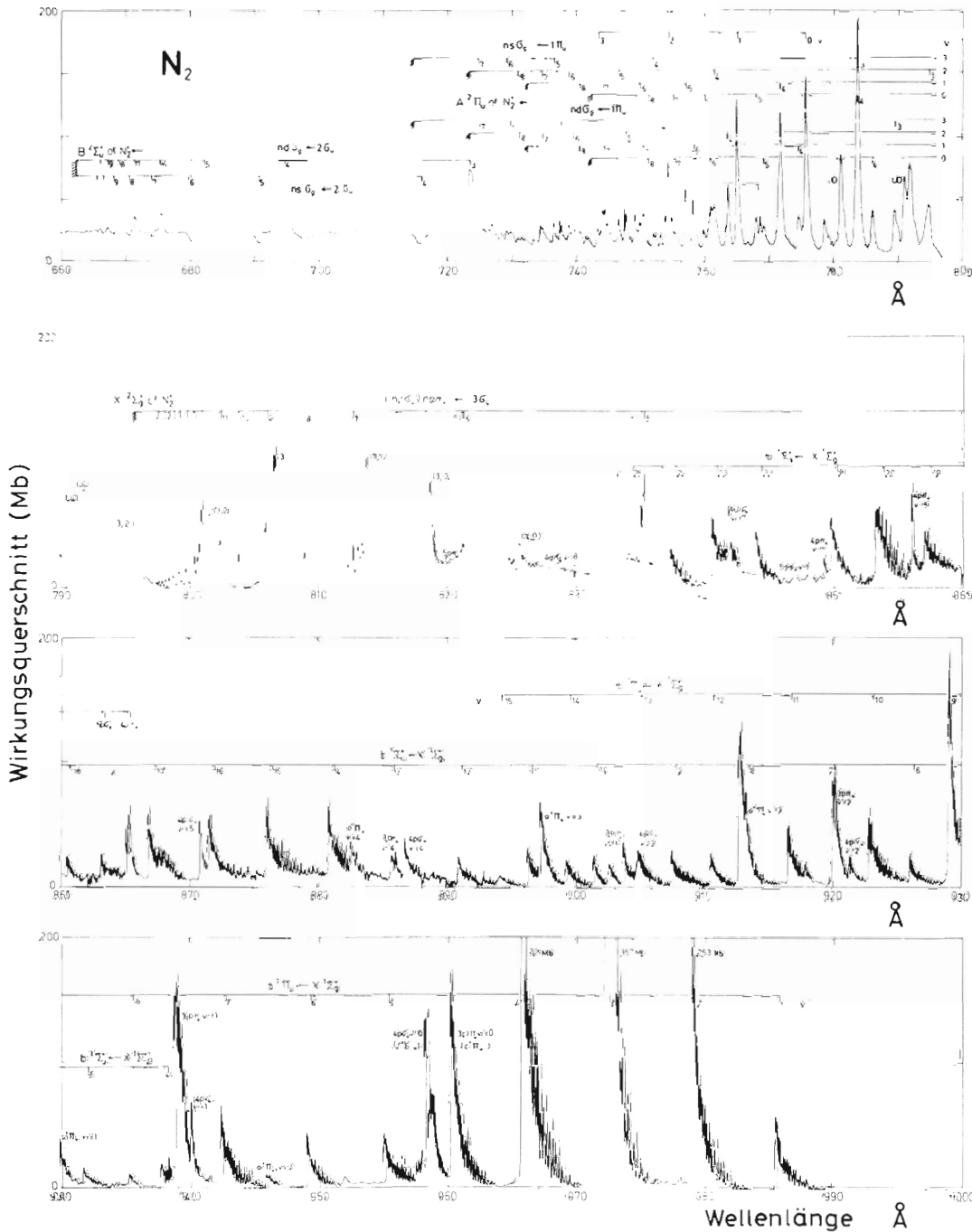


Abb. 64 Hochaufgelöstes Absorptionsspektrum von Stickstoff. Die beobachteten Strukturen sind Rotations- und Schwingungsbanden des elektronisch angeregten Moleküls. (25376)



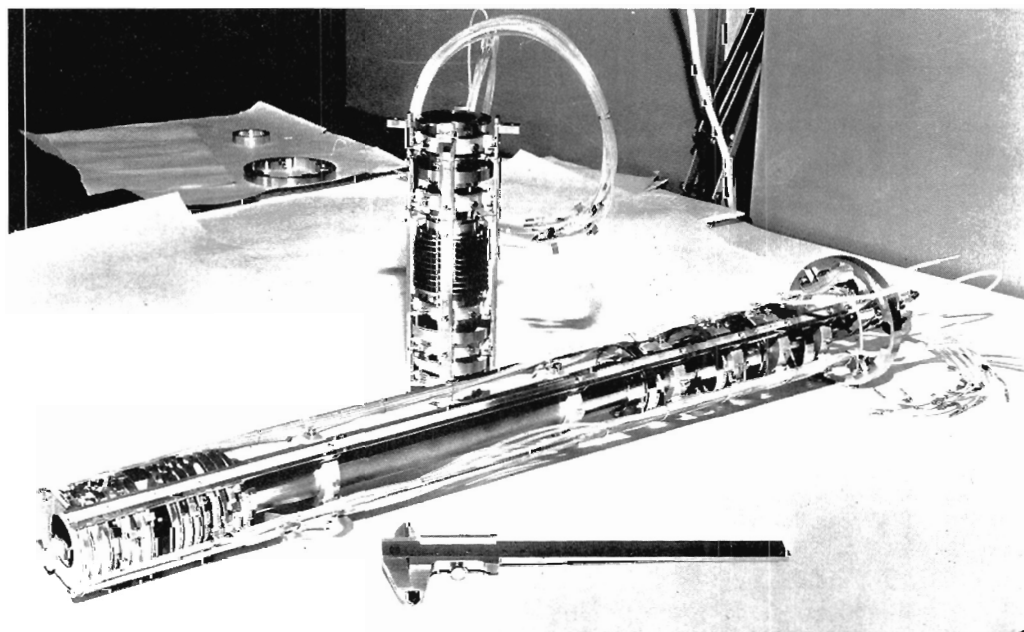
und im Austausch von Oszillatorstärke. Die Rydbergserien zu den ersten drei Zuständen des  $N_2$ -Ions wurden zugeordnet und auf Grund der Analyse der Quantendefekte die Symmetrien der Serien eindeutig festgestellt. Die Genauigkeit der Daten erlaubte ferner eine Anpassung der Fano-Profile für Autoionisationslinien sowie einen Vergleich der Rotationsstruktur einzelner Banden mit Modellrechnungen. Ferner wird das Nullelektronen-Spektrum, das in Kollaboration mit W. B. Peatman (30) gemessen wurde, zur Interpretation hinzugezogen.

Bei der Interpretation des Wasser-Spektrums war der Isotopieeffekt sowie die Auflösung der Rotationsstruktur einzelner Banden besonders hilfreich. So ließen sich die 3d-Rydberganregungen von Elektronen aus dem  $1b_1$ -Orbital auf Grund der Rotationsstruktur eindeutig zuordnen. Für  $h\nu \approx 12,5$  eV bis 15,5 eV konnten die Anregungen erstmals zu p-ähnlichen Rydbergzuständen mit langen  $\nu_2$ -Schwingungsprogressionen zusammengefaßt werden, wobei die  $\nu_2$ -Knickschwingung eine Renner-Teller-Aufspaltung zeigt. Auch zu dem dritten Ionisationspotential konnten Rydbergzustände, die s-ähnlichen Charakter haben, zugeordnet werden.

Die Absorptionsmessungen an einfachen Kohlenwasserstoffen (fluorierte Benzole) wurden vervollständigt und werden zur Zeit ausgewertet.

*Photoionisation  
kleiner organischer  
Moleküle (2)*

Die Photoionisationsmessungen an kleinen organischen Molekülen in der Gasphase sind mit der Untersuchung von intramolekularen Austauschprozessen in Propylen fortgesetzt worden. Daneben wurden die Absorptions-, Resonanzphotoelektronen- und Photoionenspektren von cis- und trans-1,2-Difluoräthylen untersucht und mit eigenen früheren Arbeiten an den Fluoräthylenen verglichen. Absolute Photoabsorptionsquerschnitte verschiedener Fluor-Chlor-Äthane wurden für den Bereich 1100–2000 Å bestimmt. Mit der Vorbereitung von Photoionisationsexperimenten am Speicherringlabor wurde begonnen.



**Abb. 65** Elektronen- und Ionenanalysator für die Untersuchung angeregter Molekülzustände. In der Mitte des Systems wird das Gas mit monochromatischer Strahlung angeregt. Ionen werden nach links abgesaugt und analysiert, Elektronen der kinetischen Energie Null werden mit hoher Ausbeute im rechten Teil nachgewiesen. (25840)

Mit Hilfe eines Elektronenspektrometers, in dem Nullenergie-Elektronen nach dem „Steradiancy“-Prinzip mit hoher Energieauflösung und unter weitgehender Unterdrückung des Untergrundes an höherenergetischen Elektronen erfaßt werden (Abb. 65), können unter Variation der eingestrahlten UV-Lichtenergie eng beieinander liegende Zustände im Ionisationskontinuum von Molekülen gemessen werden, wie z.B. geringe Schwingungs- oder Spin-Bahn-Aufspaltungen von Molekülionen. Ergebnisse an einigen dreiatomigen Molekülen, wie z.B. CO<sub>2</sub>, CS<sub>2</sub>, COS, liegen vor (3). Des weiteren kann mit der vorliegenden Apparatur der Zerfall von Photoionen, die in genau definierten Zuständen erzeugt werden, sowohl in energetischer als auch in zeitlicher Hinsicht untersucht werden, indem die entstehenden Ionen in einem Quadrupol-Massenfilter nach Massen selektiert und in Koizidenz mit den dazugehörigen Nullenergie-Elektronen nachgewiesen werden.

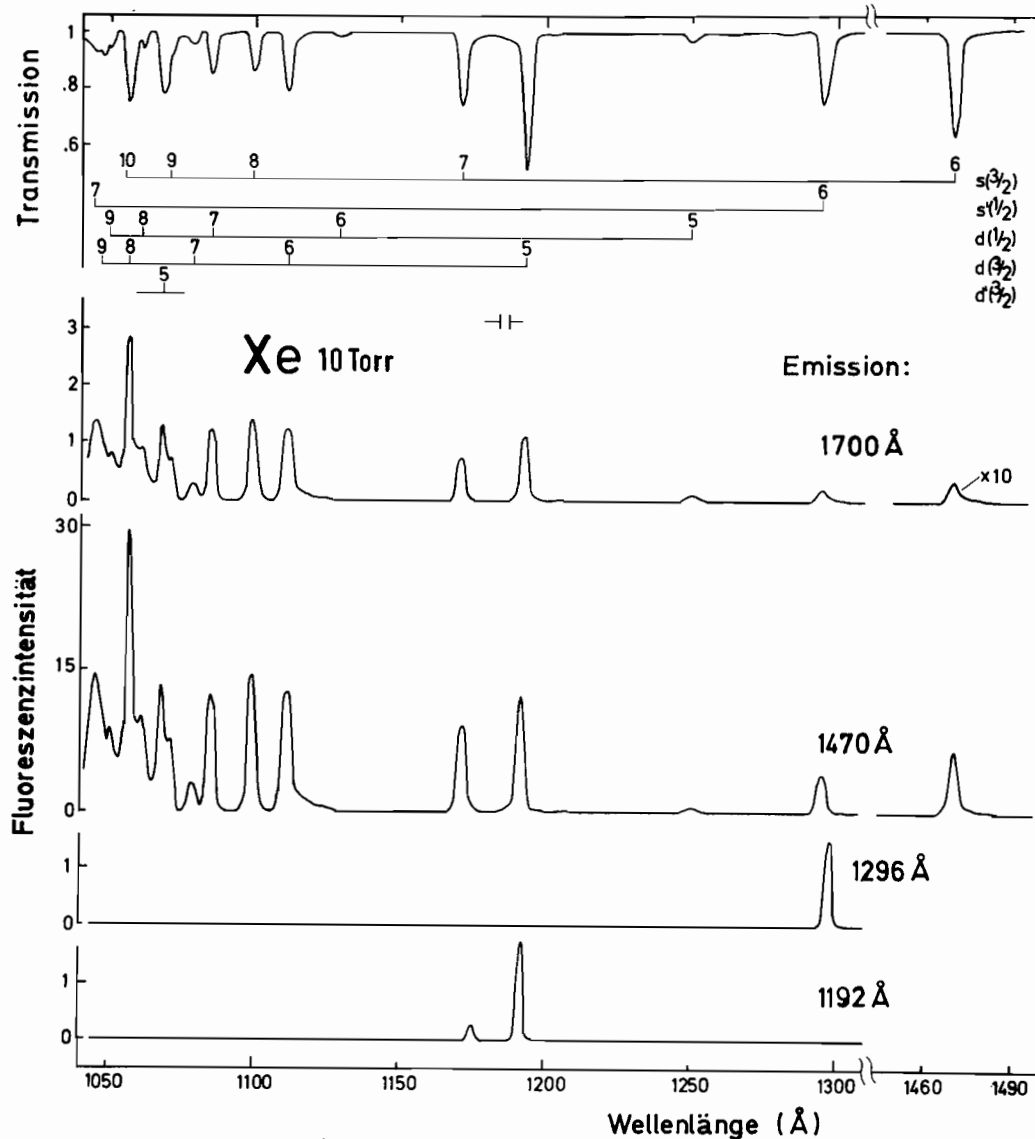


Abb. 66 Anregungsspektren der vier beobachtbaren Xe-Fluoreszenzbanden bei einem Gasdruck von 10 Torr. Diese Spektren geben das Verzweigungsverhältnis für die verschiedenen strahlenden Zerfallskanäle wieder, wenn man das Gas mit monochromatischem Licht anregt. Zur Orientierung über die Anregungszustände ist im obersten Teil der Abbildung eine Transmissionskurve mit den Literaturwerten für die verschiedenen Rydbergzustände eingezeichnet. (25578)

Mit einem anderen experimentellen Aufbau (30) wurden die Spektren von gekühltem  $N_2$  und  $D_2$  aufgenommen. Die Rotationsstruktur der insgesamt zwölf beobachteten Schwingungsbanden des  $X^2 \Sigma_g^+$ -Zustands in  $D_2^+$  sowie die Schwingungs- und teilweise Rotationsstruktur der  $X^2 \Sigma_g^+$ -,  $A^2 \Pi_u$ - und  $B^2 \Sigma_u^+$ -Zustände in  $N_2^+$  konnten aufgelöst werden. Mit den Daten lassen sich die Molekülkonstanten berechnen sowie Aussagen über die Rolle entarteter Autoionisationsprozesse (Autoionisationsprozesse aus denen Nullenergieelektronen entstehen) gewinnen.

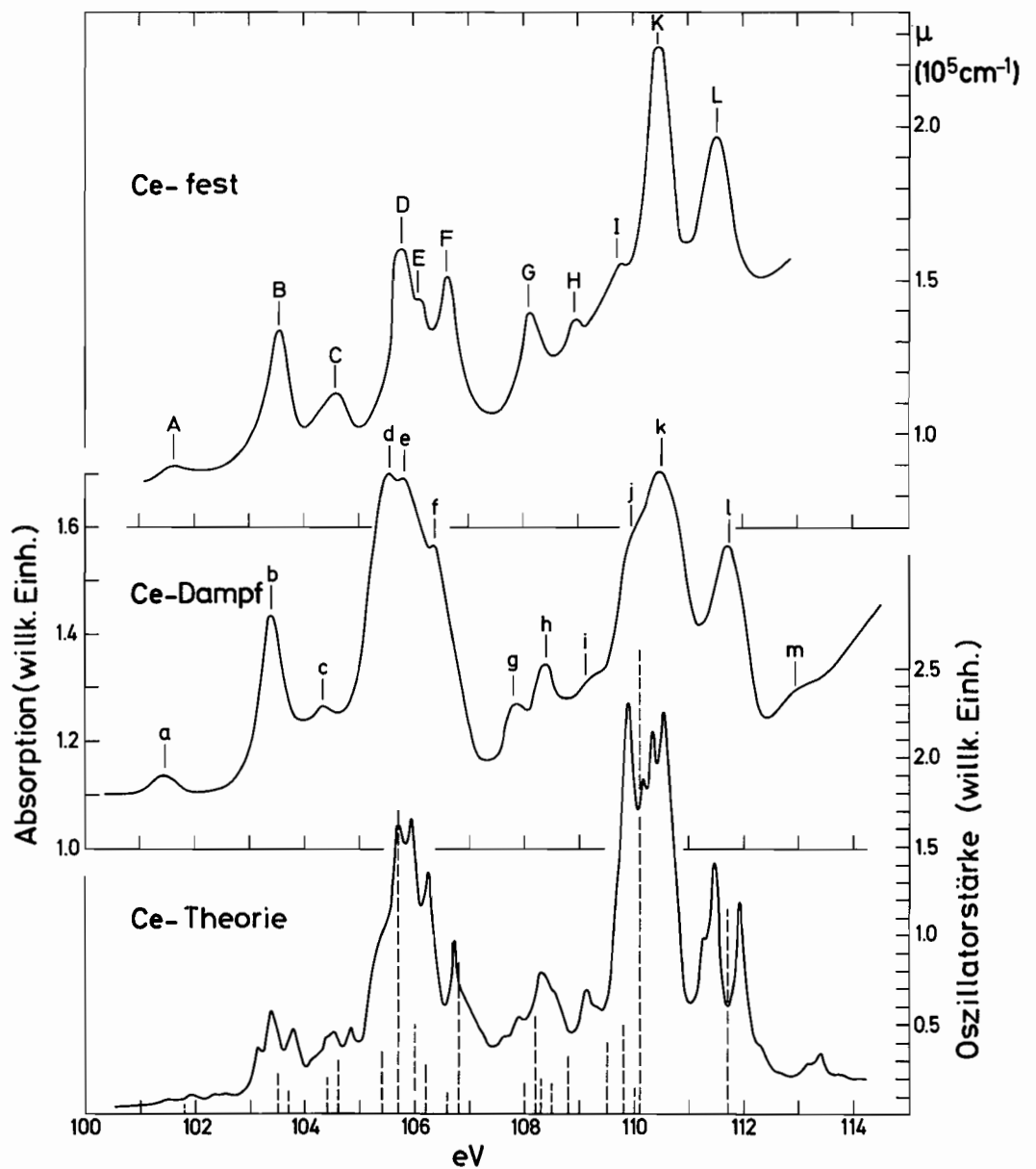


Abb. 67 Feinstrukturmessungen an mehr als 2000°C heißem Ce-Dampf, die zusammen mit atomaren Rechnungen zur Aufklärung der Feinstruktur am Einsatz der 4d-4f-Übergänge beitragen. (25189)

Mit der Synchrotronstrahlung des Speicherrings DORIS wurde Fluoreszenzstrahlung des NO über einen Primärmonochromator angeregt und mit einem zweiten VUV-Monochromator zerlegt. Die mit dieser Anordnung im Wellenlängenbereich von 110–185 nm mit  $\Delta\lambda \approx 1,2$  nm aufgenommenen Fluoreszenzspektren zeigen, daß die  $A^1 \Pi \rightarrow X^1 \Sigma^+$ -Banden des  $\text{NO}^+$ -Ions sowie die Multipletts von dissoziierten N- bzw. O-Atomen zur Fluoreszenzstrahlung beitragen. Für die Aufnahme von Anregungsspektren wird der Sekundärmonochromator fest auf die Wellenlänge der Fluoreszenzstrahlung der Dissoziations- bzw. Ionisationsprodukte eingestellt und über den Primärmonochromator selektiv ( $\Delta\lambda \approx 0,2$  nm) eingestrahlt. Eine erste Auswertung ergibt, daß die angeregten  $\text{NO}^+$ -Ionen durch direkte Ionisation, aber auch durch Präionisation von Rydbergzuständen, die gegen den Ionenzustand bei 21,72 eV konvergieren, gebildet werden.

*Lumineszenzanalyse  
der Dissoziation  
und Ionisation kleiner  
Moleküle (1)*

Die dissoziative Anregung von N- und O-Atomen geschieht größtenteils über gebundene Zustände des NO, weniger durch direkte Dissoziation.

Bei niedrigem Gasdruck wurden die Anregungsspektren der verschiedenen Fluoreszenzbanden des Xe selektiv gemessen (Abb. 66). Bei gezielter Anregung von definierten Ausgangszuständen mit monochromatischem Licht im Spektralbereich 1500 Å bis 1050 Å wurde außerdem die Druckabhängigkeit der Intensität verschiedener Fluoreszenzbanden gemessen. Kinetische Modelle für die Besetzung der strahlenden Niveaus wurden entwickelt und die Stoßraten für Zweierstöße und Dreierstöße abgeschätzt. Diese Daten und Modelle sind wichtig zum Verständnis des Lasermechanismus in Vakuum-Ultraviolett-Edelgas-Hochleistungslasern.

*Fluoreszenz  
von Edelgasen im  
Druckbereich  
1–500 Torr (7)*

Die Vakuumultraviolett-spektren von Festkörpern lassen sich vielfach besser im Rahmen atomarer Modelle als mit Hilfe des Bändermodells verstehen. Nach Fertigstellung eines Hochvakuum-Hochtemperaturofens, der es erlaubt, atomare bzw. molekulare Dämpfe bei Temperaturen bis zu 2500°C zu erzeugen, konnte die oben angeführte These durch die Bestimmung des 4d-Spektrums von atomarem Ce eindrucksvoll unter Beweis gestellt werden. Die Feinstruktur am Einsatz der Ce-4d-Übergänge (Abb. 67) wie die ausgeprägte Resonanz 20 eV oberhalb des Einsatzes sind in den Spektren von atomarem und metallischem Ce nahezu identisch. Die Spektren werden fast ausschließlich durch die atomare Wechselwirkung zwischen den 4d- und 4f-Elektronen sowie durch atomare Korrelationseffekte bestimmt. Mit einer atomtheoretischen Berechnung konnte diese Deutung untermauert werden.

*Atomare Effekte  
in Vakuum-  
ultraviolett-spektren  
von Festkörpern (4)*

## Festkörperphysik

Zeitaufgelöste  
Fluoreszenz  
von festen  
Edelgasen (8)

Die Synchrotronstrahlung des Speicherrings DORIS besteht aus „Lichtblitzen“ von ca. 0,15 ns Dauer, die beim derzeitigen Betriebsmodus in Abständen von 8 ns aufeinanderfolgen. Regt man mit Synchrotronstrahlung die Lumineszenz einer Probe an, so ist man auf Grund der Zeitstruktur in der Lage, das zeitliche Abklingen der Lumineszenz zu untersuchen. Bedingung dabei ist: die Abklingzeit muß kleiner sein als die Wiederholzeit der „Anregungsblitze“.

An den festen Edelgasen Ar und Kr sowie an dotierten Ar-Proben wurden erstmals solche Untersuchungen mit monochromatischer Anregung bei gleichzeitiger Zerlegung des Lumineszenzlichts durchgeführt. Die Lumineszenz dieser Systeme enthält sowohl Anteile

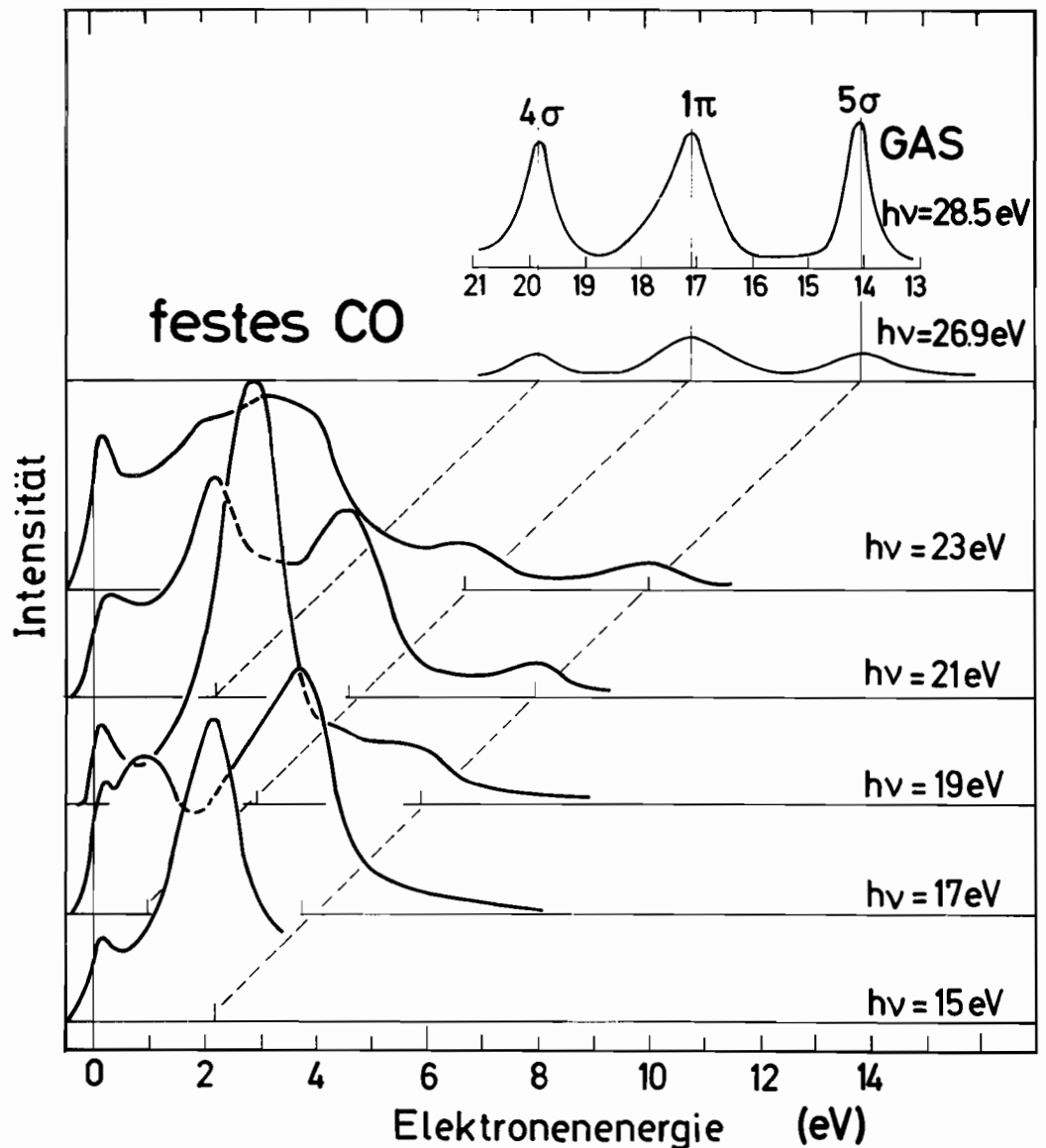


Abb. 68 Vergleich der Energieverteilungsspektren an festem CO mit Messungen an gasförmigem CO von Gustafsson et al. Diese Messungen zeigen deutlich den Einsatz der Elektron-Elektron-Streuprozesse. Sie helfen bei der Aufklärung der für die Oberflächen- und Katalysatorforschung wichtigen Adsorptionsvorgänge von CO an Metallen. (25832)

mit kurzer Abklingdauer (wenige ns) als auch Anteile mit großen Abklingdauern (bis ca. 1  $\mu$ s). Die langen Abklingdauern können mit der derzeitigen Zeitstruktur an DORIS nicht gemessen werden. In einem ergänzenden Experiment wurden daher die Proben mit einem gepulsten Elektronenstrahl mit einer Wiederholzeit  $> 1 \mu$ s angeregt.

Beim Studium der Energieniveaus und der Energieübertragungsprozesse von den Wirtsauf die Gastatome an verdünnten Xe-Ar- und Xe-Ne-Matrizen ließen sich dynamische Vorgänge beobachten, die mit einer um eine Größenordnung kürzeren Zeitskala ablaufen als solche Prozesse, die man üblicherweise in Lumineszenz-Experimenten untersuchen kann. Zwischen der Ar- und der Ne-Matrix wurde ein auffälliger Unterschied beobachtet: in der Ne-Matrix findet ein schneller Relaxationsprozeß vom  $n=2$ - zum  $n=1$ -Exzitonenzustand statt und lediglich die Energie des  $n=1$ -Exzitons wird übertragen, selbst wenn höhere Zustände angeregt wurden. Im Gegensatz dazu wird bei Ar bei Anregung des  $n=2$ -Zustands auch eine größere Energie übertragen. Die Auswertung dieser Messungen erlaubte es, Zeithierarchien für die konkurrierenden Energieübertragungs- und Relaxationsprozesse festzulegen.

Außerdem konnte die Valenzbandbildung aus den atomaren Xe  $5p\ 1/2$ - und  $5p\ 3/2$ -Zuständen experimentell mit zunehmender Konzentration (0–100%) an Xe-Ar-Mischungen untersucht werden. Analog bilden sich mit zunehmender Ar-Konzentration die Ar-Valenzbänder aus den atomaren Ar  $3p$ -Niveaus. Diese Bandbildung wurde mit Hilfe eines einfachen konzentrationsabhängigen LCAO-tight-binding Bandmodells analysiert.

Die Photoelektronenspektren von festem  $N_2$ , CO (Abb. 68) und  $CO_2$  lieferten neben der Festlegung der Bindungsenergien der einzelnen Bänder und einem Vergleich zwischen gasförmiger und fester Phase auch wichtige Aussagen über Elektronenstreuprozesse.

Die Linienformen der Absorption von Oberflächen- und Volumenexzitonen in Xe ( $\sim 8$  eV) und Ar ( $\sim 12$  eV) wurden untersucht. Es stellte sich heraus, daß sowohl Oberflächen- als auch Volumenexzitonen mit Lorentzprofilen angepaßt werden können. Die Halbwertsbreiten der Absorptionslinien betragen ca. 30 meV bzw. ca. 80 meV. Dies ermöglichte eine um eine Größenordnung genauere Bestimmung der energetischen Lage und weiterer abgeleiteter Festkörperparameter als es bisher möglich war. Führt man die Linienformen nach Y. Toyozawa auf die Exziton-Phonon-Wechselwirkung zurück, so ergeben sich Phononenstreuzeiten von ca.  $10^{-14}$  s.

Mit Rechnungen von H.W. Wolff konnte eine theoretische Interpretation der Oberflächenexzitonen in Ar und Kr gefunden werden. Aus Symmetrieüberlegungen folgt, daß – wie beobachtet – aus den zwei Volumenexzitonen an der Oberfläche der Kristalle drei dipol-erlaubte Übergänge werden. Die Rechnungen geben die relativen Energielagen und Oszillatorstärken gut wieder.

Es wurden am HONORMI Experimente mit dem Ziel vorbereitet, Einkristalle von Halbleitern und Isolatoren bei tiefen Temperaturen im Ultrahochvakuum zu spalten und an ihnen Exzitonen und Oberflächenanregungen mit hoher Auflösung zu untersuchen. Mit einer neuen Spaltanlage gelangen erste Reflexionsmessungen an KJ und NaCl. Sie ergaben für die Anregungen des  $K^+3p$ - und  $Na^+2p$ -Niveaus Information über die natürlichen Linienbreiten der Exzitonen und über die Gültigkeit des Ligandenfeldmodells.

Die Photoemission aus  $\langle 100 \rangle$ -Oberflächen in situ gespaltener NaCl- und LiF-Einkristalle wurde für Photonenenergien zwischen 14 eV und 30 eV untersucht. Dabei wurden sowohl die Energie- als auch die Winkelverteilung der Photoelektronen in Abhängigkeit von der Photonenenergie gemessen. Auf diese Weise konnten die energetischen Lagen der kritischen Punkte entlang der  $\Gamma\Delta X$ -Achse in der Brillouin-Zone festgelegt und damit vorhandene Bandstrukturrechnungen getestet werden. Mit empirischen Pseudopotentialen

*Photoelektronenspektroskopie an Edelgasmatrizen und kondensierten Gasen (10)*

*Oberflächen- und Volumenexzitonen in den festen Edelgasen (6)*

*Exzitonen an Alkalihalogeniden mit hoher Auflösung (12)*

*Energie- und Winkelverteilung der Photoelektronen aus Alkali-halogeniden (9)*

konnten diese Winkelverteilungen auch theoretisch berechnet werden. Bei LiF konnten aus den Energieverteilungskurven der Photoelektronen, die die Oberfläche senkrecht verlassen, ein Wert von 14,1 eV für den Einsatz der Photoemission gewonnen werden. Da für LiF eine negative Elektronenaffinität erwartet wird, entspricht dieser Einsatz der Bandlücke zwischen Valenz- und Leitungsbändern, die aus optischen Messungen nur sehr schlecht zu bestimmen sind.

Die polarisationsabhängige photoelektrische Ausbeutespektroskopie wurde dazu benutzt, um den Einsatz der Na<sup>+</sup>2p-Übergänge an im Ultrahochvakuum gespaltenen NaCl-Kristallen genauer zu untersuchen. Da mit dieser Methode die Oberflächenempfindlichkeit variiert werden kann, konnten zwei Strukturen unterhalb des Einsatzes der Na<sup>+</sup>2p-Volumenexzitonen eindeutig als Oberflächenanregung nachgewiesen werden. Diese Strukturen zeigen eine sehr deutliche Abhängigkeit von der Polarisation der Strahlung. Sie verschwinden bei Gasadsorption an der Oberfläche. Ergänzend wurden Messungen an sehr dünnen NaCl-Aufdampfschichten durchgeführt, die ebenfalls Strukturen in diesem Bereich zeigen. Ansätze zu einer Interpretation als lokale Anregung im gegenüber dem Volumen geänderten Potential an der Oberfläche sind erfolgversprechend.

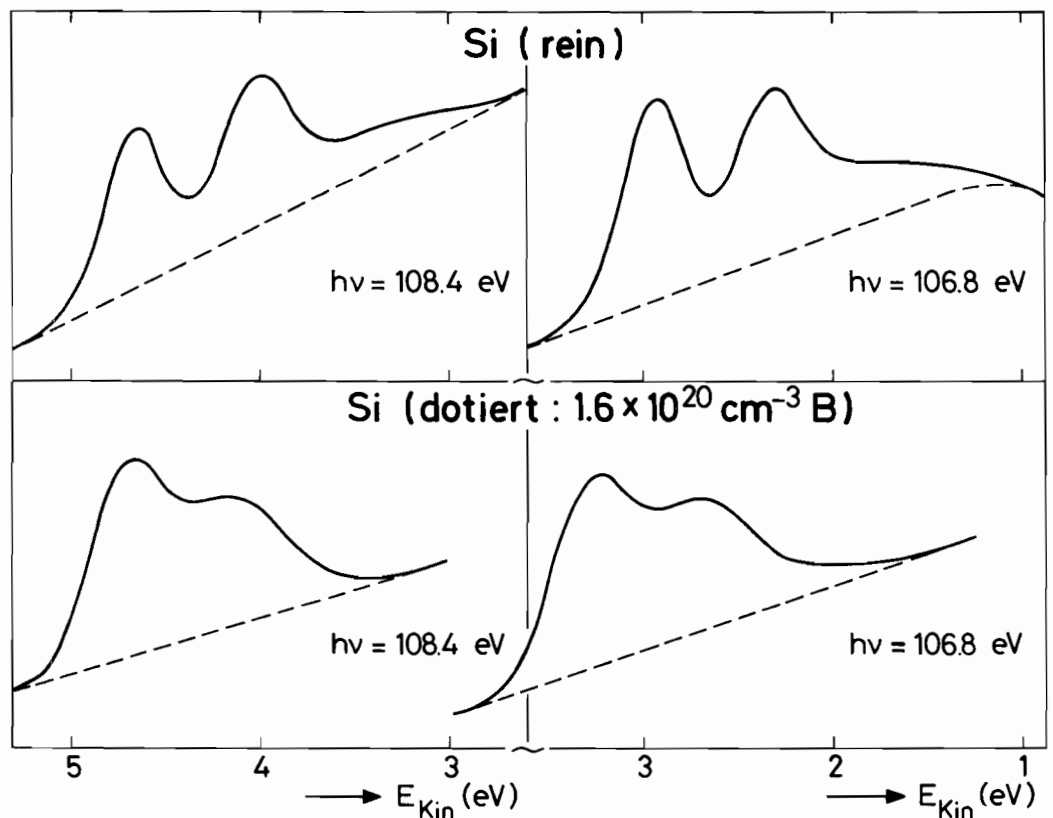


Abb. 69 Die Bandverbiegung an der Oberfläche von hochdotiertem Silizium kann hier direkt durch die Verschiebung und Verbreiterung der Si 2p-Anregungen im Vergleich zu reinem Si untersucht werden. Variation der Photonenenergie erlaubt die energetische Lage der Zustände in verschiedener Tiefe unterhalb der Oberfläche zu untersuchen. Bei  $h\nu = 106,8$  eV werden tiefere Schichten als bei  $h\nu = 108,4$  eV untersucht, was sich in einer deutlichen Verschiebung der Zustände zeigt. (25834)

Durch die Inbetriebnahme des Monochromators Flipper wurde der Energiebereich oberhalb 30 eV bis zu ca. 300 eV für Messungen im Speicherringlabor erschlossen. Das Gerät ist mit einer Probenkammer ausgestattet, die einen Doppelzylinder-Elektronenenergieanalysator und Präparationseinrichtungen für Einkristalle und Aufdampfschichten enthält. Außerdem sind Messungen an inerten Gasen möglich. In ersten orientierenden Untersuchungen wurden Autoionisation und Augeremission an Edelgasen im Vergleich zum Festkörper untersucht, Rumpfelektronenanregungen an Gold, Aluminium, Alkalihalogeniden, Silizium wurden mit hoher Auflösung gemessen und mehrere Oberflächenuntersuchungen durchgeführt. Insbesondere wurde die Veränderung der elektronischen Zustände von Aluminium bei der Adsorption von O<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O und bei der Oxidation beobachtet. Weiterhin wurden submonoatomare Schichten von Au auf frische Spaltflächen von Alkalihalogeniden und Si aufgebracht. Deutliche Veränderungen im Bereich der Au d-Band-Zustände wurden gemessen. An hoch-dotierten Proben von Si wurde die Bandverbiegung an der Oberfläche beobachtet (Abb. 69). Der Einfluß der Dotierung auf die Si 2p-Absorptionskante wurde untersucht mit dem Ziel, eine Aussage über den Einfluß der Elektron-Loch-Wechselwirkung zu bekommen. Die Daten sind erst zum Teil ausgewertet, da sie zum größten Teil am Jahresende gewonnen wurden. Ein erster Überblick zeigt jedoch, daß sich eine Fülle von Möglichkeiten mit diesem Monochromator eröffnet.

Es gelang die Veränderung der durch die Leitungsbandzustände bestimmten Ga-3d-Übergänge bei Anwendung von uniaxialem Druck in GaP zu beobachten. Da die Signale sehr klein sind, handelt es sich dabei um ein äußerst schwieriges Experiment, das jedoch eindeutige Aussagen für die Zuordnung einiger Übergänge ermöglicht. Im Verlaufe des Experiments bestätigte sich erneut, daß wegen der hohen Stabilität der Strahlung von DORIS hochgenaue Reflexionsmessungen, die sehr schwache Strukturen erkennen lassen, möglich sind. Die Daten müssen noch genauer analysiert werden.

*Erste Volumen- und Oberflächenuntersuchungen mit FLIPPER (14, 12, 32)*

*Elektro-Modulationsexperimente bei uniaxialem Druck an GaP (31)*



## Experimente mit weicher Röntgenstrahlung

Röntgen-emissionsspektren von chemischen Verbindungen (11)

Die Untersuchung der Röntgenemissionsspektren von Oxoanionen wurde fortgesetzt. In den O K-Röntgenemissionsspektren dieser Substanzen konnten erstmals im Bereich von 500–515 eV schwache Strukturen nachgewiesen werden, die auf Beimengungen von O-2p-Elektronen zu Orbitalen, die hauptsächlich O-1s-Anteile enthalten, zurückzuführen sind. Zu den Anionen  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  und  $\text{NO}_2^-$  wurde zusätzlich das K-Röntgenemissionsspektrum des Zentralatoms gemessen, so daß nun auch bei diesen Anionen alle Röntgenemissionsspektren vorliegen und weitgehende Aussagen über die Orbitalzusammensetzung möglich sind (Abb. 70).

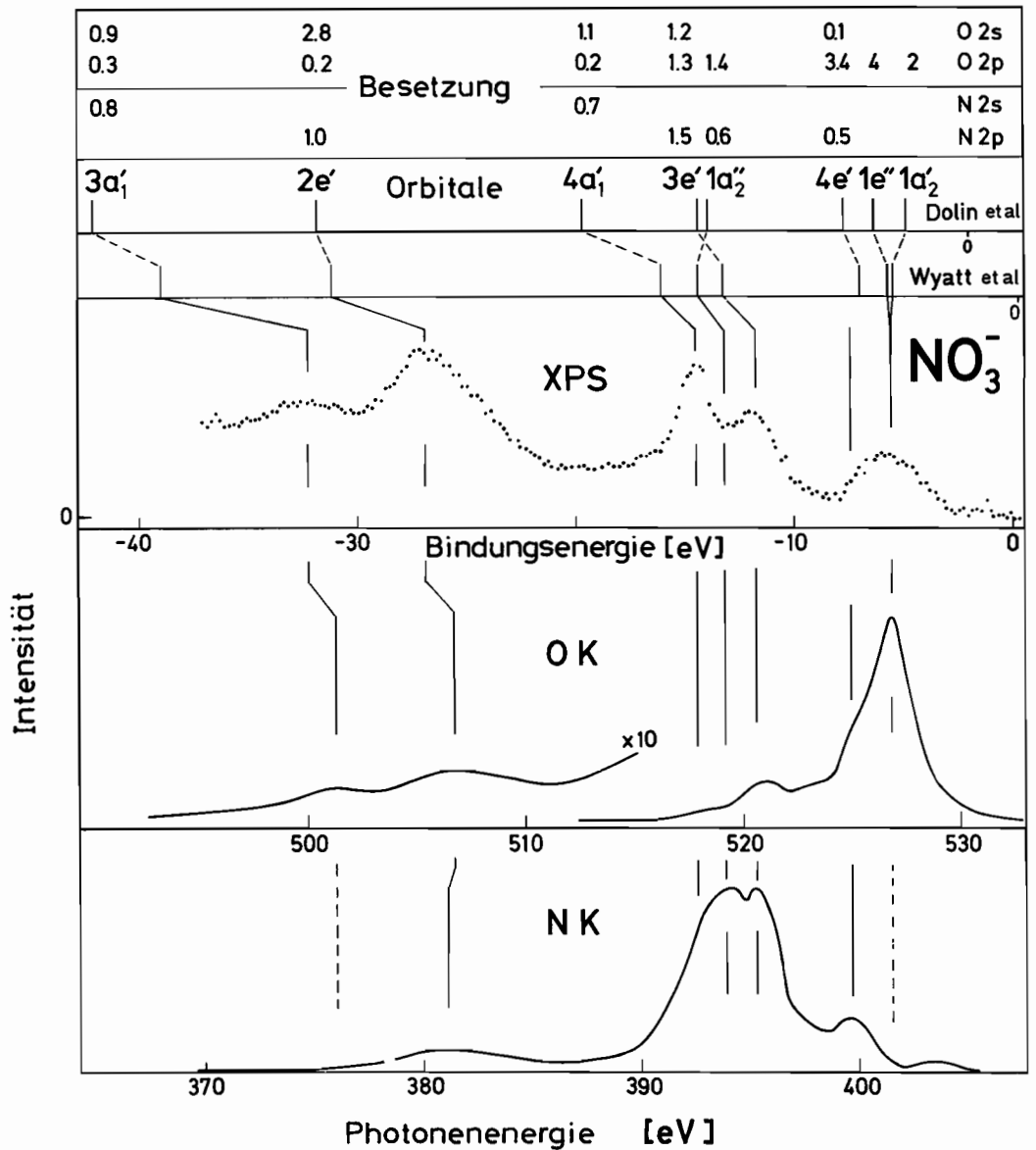
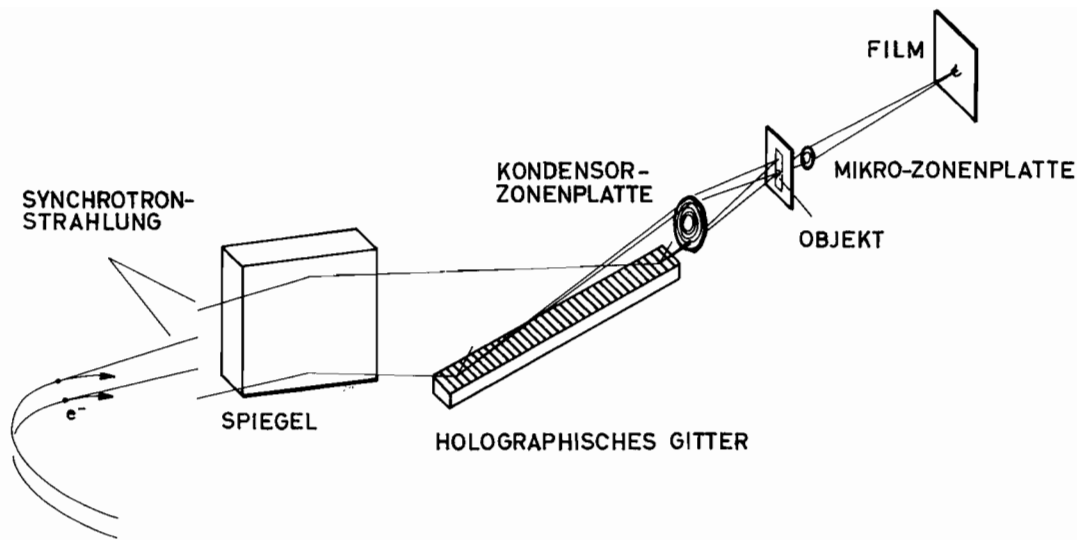


Abb. 70 Bestimmung der Energielage und Verteilung der Wellenfunktionen besetzter Molekülorbitale im  $\text{NO}_3^-$ -Ion aus den K-Röntgenemissionsspektren von Sauerstoff und Stickstoff. Zum Vergleich sind XPS-Messungen und die Ergebnisse von Molekülrechnungen gezeigt. (25694)



**Abb. 71** Mikroskop für biologische Untersuchungen im weichen Röntgengebiet mit holographisch hergestellten Fresnel'schen Zonenplatten als Linsen. (24843)

An orientiertem hexagonalem Bornitrid sowie  $\text{CaCO}_3$ -Einkristallen wurden Röntgenemissionsspektren für verschiedene Kristallrichtungen aufgenommen, wobei eine starke Anisotropie der Emission festgestellt wurde. Diese Erscheinung ist darauf zurückzuführen, daß die bevorzugte Richtung der emittierten Röntgenquanten von der Symmetrie des Ausgangszustandes für den entsprechenden Elektronenübergang abhängt. Durch winkelabhängige Messungen wird daher die Zuordnung der Ausgangszustände zu den Meßkurven wesentlich erleichtert sowie eine Trennung von eng benachbarten Orbitalen in vielen Fällen erst möglich.

Erstmals wurden Messungen der C K-Emission von Kohlenwasserstoffen mit guter Auflösung (0,6 eV) durchgeführt. Die Spektren zeigen eine reiche Struktur und lassen wertvolle Beiträge zum Verständnis der elektronischen Struktur dieser Substanzen erwarten.

Zu Beginn des Jahres wurde die im Jahre 1975 aufgebaute Apparatur für röntgenmikroskopische Experimente in Betrieb genommen (Abb. 71). Die ersten Testphotos zeigten, daß die Zonenplattenoptiken, d.h. Monochromator bestehend aus Beugungsgitter und Kondensorzonenplatte sowie Mikrozonensplatte, bezüglich Lichtstärke und Auflösung die erwarteten Werte aufweisen. Nach diesen Testaufnahmen wurden verschiedene anorganische und organische Objekte mikroskopiert. Genannt seien Baumwollfäden, Algen, 3T3-Mäusezellen und – in lebendem Zustand – HeLa-Zellen (menschliche Tumorzellen).

Erste Arbeiten zur Kontaktmikroskopie mit Synchrotronstrahlung an Kieselalgen hatten gezeigt, daß noch Strukturfeinheiten mit Abmessungen kleiner als 1000 Å ohne Schwierigkeiten gesehen werden. In weiteren Experimenten wurden in Kollaboration mit E. Spiller vom IBM-Forschungszentrum, Yorktown Heights, und J. Wn. McGowan von der Universität London, Western Ontario, biologisch interessante Proben untersucht, wie z.B. Viren, Chromosomen der Fruchtfliege, Retinagewebe von Frosch und Affen, L-Zellen von Mäusen etc. Die rasterelektronenmikroskopische Auswertung der VUV-Kontaktaufnahmen der Retinaschnitte vom Frosch zeigen noch Einzelheiten mit Abmessungen von ca. 100 Å. Solch extreme Auflösung, die schon nahe der theoretisch erwarteten Grenze liegt, wurde zuvor noch nicht mit Licht erreicht. Damit bietet sich Mikroskopie mit Synchrotronstrahlung im weichen Röntgengebiet als aussichtsreiche Untersuchungsmethode biologischer Substanzen an, die zu den elektronenmikroskopischen Techniken zusätzliche Information liefern kann.

*Mikroskopie mit Zonenplattenobjektiven (19)*

*Kontaktmikroskopie (Röntgenlithographie) (28, 29)*

## Röntgenphysik

### Röntgen- absorptions- feinstruktur (EXAFS)

Aus der Analyse des modulierten Absorptionskoeffizienten oberhalb der K-Kanten kann man die Abstände zu Nachbaratomen von wohldefinierten Atomen in Molekülen oder Kristallen ermitteln. Dieses Experiment hat zum Ziel, die Anordnung von Oberflächenatomen zu ermitteln. Dazu wurde im Labor am Synchrotron ein Röntgenmonochromator mit einem Ge-Doppelkristall aufgebaut. Der Nachweis der Photonen erfolgt über zwei Ionisationskammern. Die großen Schwankungen der Primärintensität konnten mit dem gewählten Nachweissystem wirksam (1:500) unterdrückt werden. Die Auflösung des Gesamtsystems beträgt etwa 1 eV. Erste Messungen wurden an Cu, CuO, MnF<sub>4</sub> und KMnO<sub>4</sub> durchgeführt. Abb. 72 zeigt das K-Absorptionsspektrum von Mn. Aus der Fouriertransformierten solcher Spektren können die Ortsabstände dann ermittelt werden.

### Mössbauereffekt mit Synchrotronstrahlung (17)

Die Vorbereitungen für dieses äußerst schwierige Experiment, bei dem aus dem kontinuierlichen Spektrum der Synchrotronstrahlung ein Spektralintervall von weniger als 10<sup>-8</sup> eV Bandbreite herausgefiltert werden muß, sind weiter vorangetrieben worden. Aus einer Reihe von möglichen Kernen wurde Fe<sup>57</sup> ausgewählt. Für den Primärmonochromator wurde wegen der hohen thermischen Belastung ein Paar von pyrolytischen Graphitkristallen bestellt. Um die Bragg-Streuung an den Kernen von der an den Elektronen zu trennen, wird die Tatsache ausgenutzt, daß der Kernübergang ein M<sub>1</sub>-Übergang ist. Unter Ausnutzung der Polarisation der Synchrotronstrahlung soll der Strahl von zwei Kristallen einer geeigneten Fe<sup>57</sup>-Verbindung zweimal um 90° in der Synchrotronebene reflektiert werden. Die Konstruktion der benötigten Einheiten ist weitgehend abgeschlossen.

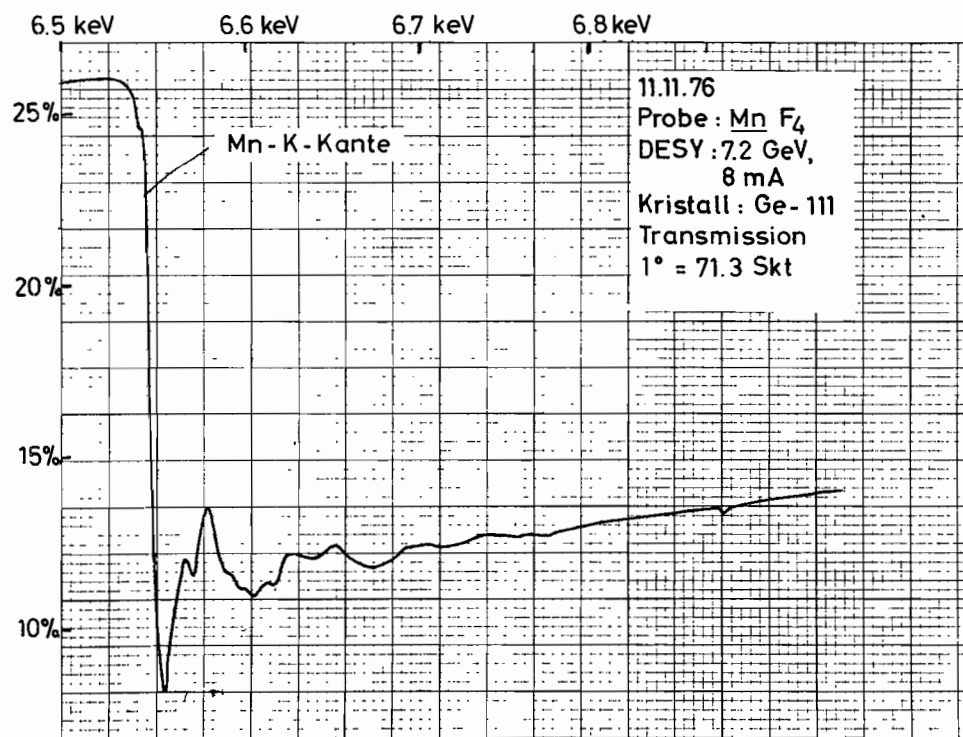
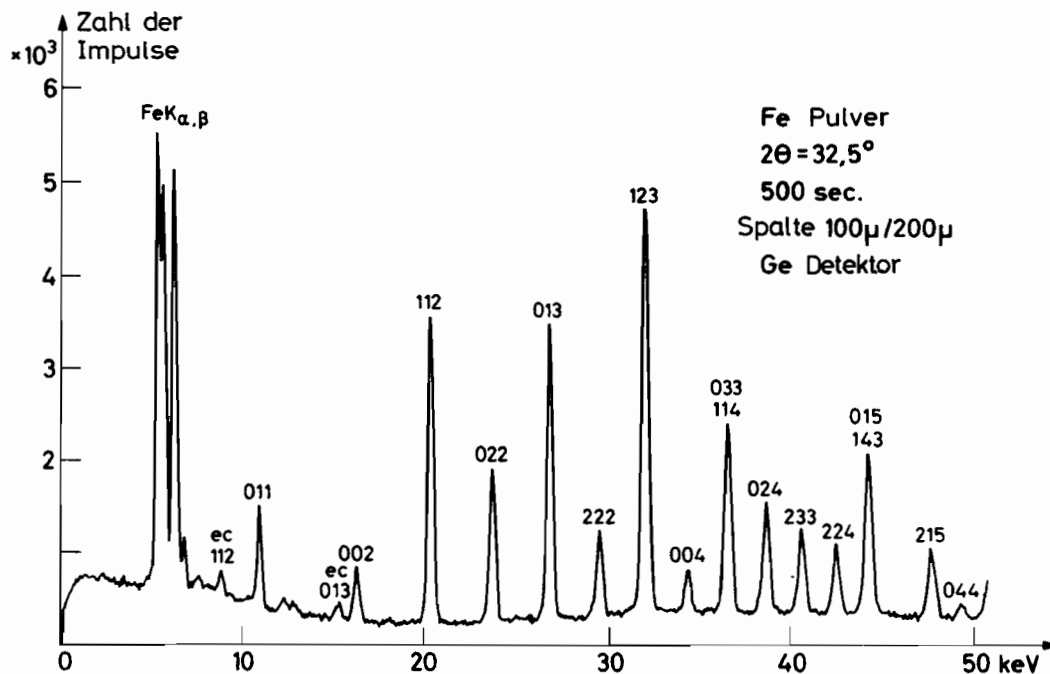
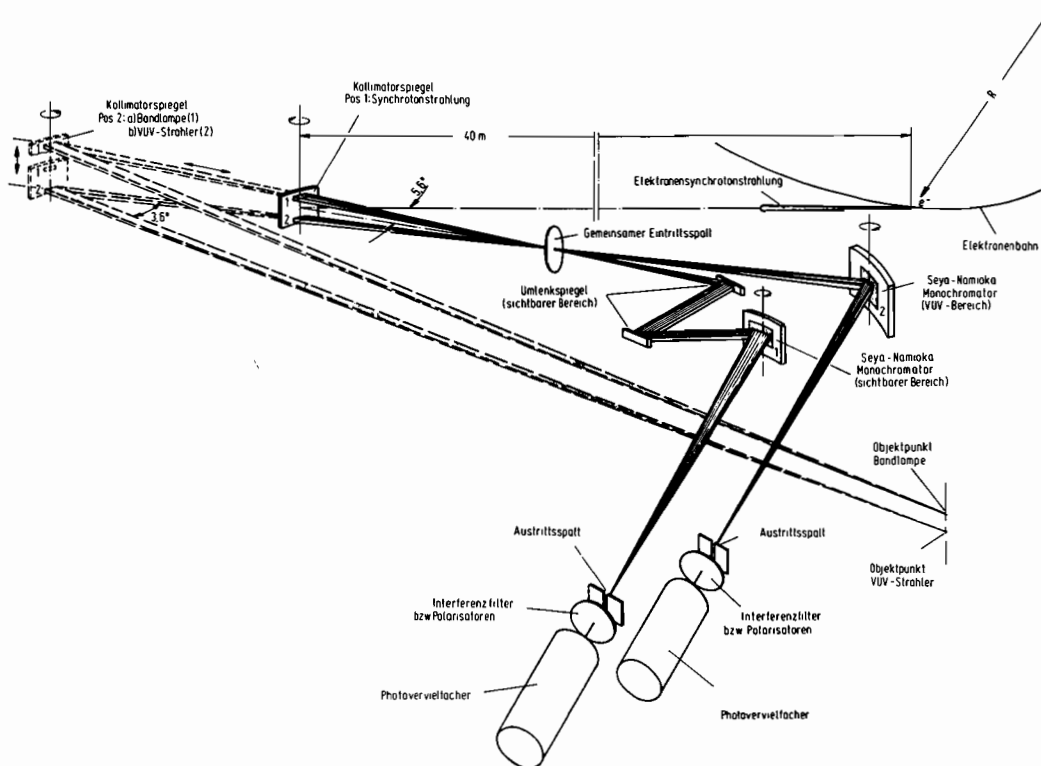


Abb. 72 Eines der ersten Spektren des neuen Spektrometers, das zur Untersuchung der Feinstruktur oberhalb der K-Absorptionskanten dient. (25760)



**Abb. 73** Energiedispersiv aufgenommenes Beugungsbild von Eisenpulver bis zu sehr hohen Beugungsordnungen. Diese Methode erlaubt, Strukturänderungen bei hohen Temperaturen und hohem Druck zu studieren. (24848)



**Abb. 74** Meßanordnung zur Eichung sekundärer Transferstandards (VUV-Strahler). Diese geeigneten Lampen werden u.a. für quantitative Untersuchungen an Verunreinigungen in Fusionsplasmen benötigt. (25835)

*Energiedispersive  
Röntgenbeugung  
(26, 27)*

Diese Beugungsanordnung nutzt den kontinuierlichen Charakter der Synchrotronstrahlung und die gute Kollimation auf nahezu ideale Weise aus. Bei Pulverproben wird der Braggwinkel festgehalten und die in diesen Winkel gebeugte Strahlung wird mit einem energiedispersiven Detektor analysiert.

Die ersten Ergebnisse zeigen, daß eine Strukturanalyse sehr einfach durchzuführen ist (Abb. 73). Insbesondere können Strukturveränderungen untersucht werden. Es konnte ferner gezeigt werden, daß die Methode auch für Messungen mit Hochdruckzellen, die mit Diamantstempeln arbeiten, geeignet ist. Phasenumwandlungen an AgJ wurden bei Drucken bis 100 kbar untersucht.

*Röntgentopographie  
(23, 24, 33)*

Diese Methode zeichnet sich durch einen sehr einfachen Aufbau aus. Eine Reihe von Problemen wurde untersucht, so z.B. magnetische Strukturen in Fe (3% Si)-Kristallen und Nb-Kristallen. Diese Messungen werden an Nb/H-Legierungen fortgesetzt, deren Phasenumwandlung am kritischen Punkt studiert werden soll.

*Kalibrierung  
von Standards  
spektraler  
Strahldichte (18)*

Als Normale zur Kalibrierung von Standards der spektralen Strahldichte im UV- und VUV-Spektralbereich werden sowohl Synchrotronstrahlung als auch die von einem Hochtemperatur-Wasserstoff-Kaskadenbogen emittierte Kontinuumsstrahlung benutzt (Abb. 74). Die relative Unsicherheit bei der spektralen Strahldichte-Kalibrierung von Transfer-Standards mit der Synchrotronstrahlung beträgt  $\pm 0,02$ , mit der Kontinuumsstrahlung des Wasserstoffbogens  $\pm 0,05$ . Durch Bestimmung der spektralen Strahldichte einer Deuteriumlampe mit den genannten Normalstrahlern wurden diese miteinander verglichen. Im Spektralbereich von 175 nm bis 340 nm ergab sich eine Abweichung zwischen den ermittelten spektralen Strahldichten von weniger als  $\pm 5\%$ .

## Weiterentwicklung der Nachweistechniken

Die Aktivitäten der Gruppen „Entwicklung experimenteller Methoden“ sind im Berichtsjahr zunehmend in die Aufgaben der Forschungsgruppen integriert worden. Die rechtzeitige Fertigstellung der PETRA-Experimente hat diese – teilweise sehr enge – Kooperation gefördert.

Einen besonders breiten Raum nahmen 1976 Versuche zur Erzeugung von Radiator-material aus Aerogel ein. Dieses Material ermöglicht in Cerenkovzählern eine Trennung von Pionen und Kaonen mit Impulsen zwischen ca. 0,5 GeV und 4 GeV. Im Vergleich zu konventionellen Cerenkovzählern kann man mit Hilfe von Aerogel sehr raumsparende Zähler bauen, ferner die mit großen Druckkesseln verbundenen Sicherheitsfragen umgehen. Zunächst sind technische Fragen wie Reproduzierbarkeit, Homogenität, Lichtausbeute sowie Lichtsammlung an verschiedenen Proben eindeutig studiert worden.

Besonders im Hinblick auf den TASSO-Detektor an PETRA sind Untersuchungen des Verhaltens von geladenen Teilchen in flüssigem Argon weitergeführt worden. Die Messung der beim Durchgang von Teilchen durch flüssiges Argon erhaltenen Ionisation hat gegenüber anderen Nachweismethoden den Vorteil, daß wegen der großen Anzahl erzeugter Elektronen- und Ionenpaare die Statistik verbessert und der Aufbau großer Anordnungen erleichtert wird.

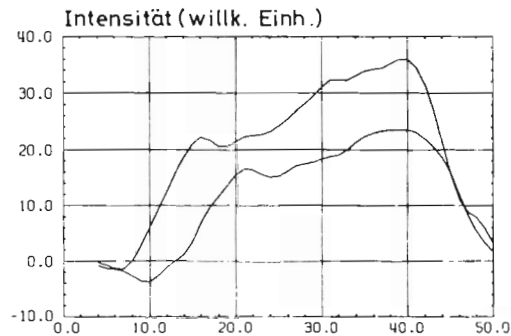
Die Zusammenarbeit mit dem Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf konzentrierte sich im Jahre 1976 auf ein Projekt, das die quantitative Auswertung von Röntgenbildserien zum Ziel hat.

*Datenverarbeitung  
in der Medizin*

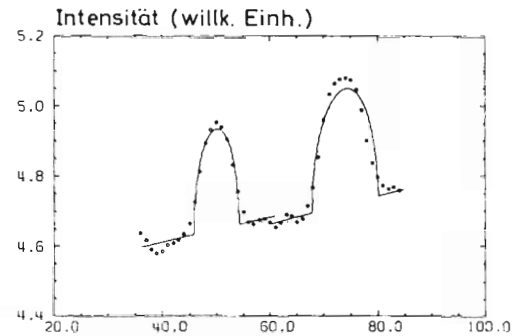


Abb. 75 Ausschnitt aus einem Nierenangiogramm  
(Aufnahme- und Digitisierungszeit 1/50 s)

(25509)



**Abb. 76** Zeitlicher Verlauf des Kontrastmittels in zwei benachbarten Gefäßabschnitten (25937)



**Abb. 77** Örtlicher Verlauf der Intensität über zwei Blutgefäßen (Punkte) und die zur Berechnung des Gefäßdurchflusses nach der Methode der kleinsten Quadrate angepaßte Kurve (25937)

In der klassischen Röntgendiagnostik stellt der Arzt seine Diagnose auf Grund der Form, der Größe und der Struktur des zu untersuchenden Organs auf dem Röntgenbild. Diese morphologische Diagnostik läßt sich erweitern durch die funktionale Diagnostik, bei der zeitliche Abläufe auf Röntgenbildserien beurteilt werden. Hierzu spritzt man dem Patienten ein Kontrastmittel etwa in die Nierenarterie und nimmt dann diesen Vorgang auf Film oder Videoband auf. Es zeigt sich, daß die rein qualitative Beurteilung dieser Bildserien (Angiogramme) nicht genügt, um alle in ihnen enthaltenen Informationen dem Arzt zugänglich zu machen. Beispielsweise kann er Geschwindigkeit, Menge des Kontrastmittels und ihre zeitlichen Änderungen mit dem Auge kaum erfassen. Um ihm die Möglichkeit zu geben, diese und ähnliche Parameter quantitativ zu bestimmen, wurde ein computergestütztes System konzipiert und zum größten Teil implementiert. Ein wesentlicher Teil des Systems ist die Digitisierungseinheit, die es erlaubt, die Bildserien in Echtzeit (50 Bilder, bestehend aus je 256 x 256-Bildpunkten) zu digitisieren und dem Rechner zur Verfügung zu stellen. Dieses Gerät wurde fertiggestellt und in Betrieb genommen. Abb. 75 zeigt einen Ausschnitt aus einem digitisierten Nierenbild.

Gleichzeitig wurde damit begonnen, Algorithmen für die Auswertung der Bildserien zu erstellen. Einen großen Raum nahmen hierbei die Messungen der Gerätefehler und der Entwurf entsprechender Korrekturprogramme ein. Mit der Bestimmung des Kontrastmittelflusses aus dem zeitlichen Verlauf der Helligkeit (Abb. 76) und den Gefäßkonturen (Abb. 77) wurde begonnen.

## **Bereich Maschine**



## Vorbemerkung

Im Maschinenbereich war das Jahr 1976 durch die Arbeiten am Bau des neuen 19-GeV-Speicherringes PETRA bestimmt. Da für dieses Projekt keine zusätzlichen Stellen zur Verfügung stehen, müssen alle Arbeiten von Projektgruppen durchgeführt werden, die ihrerseits aus den bestehenden DESY-Gruppen gebildet worden sind. Die zusätzliche Belastung dieser DESY-Gruppen ist daher außerordentlich groß und schränkt die normalen Entwicklungsarbeiten außerhalb des PETRA-Projektes stark ein. Dennoch ist es 1976 gelungen, den normalen Synchrotronbetrieb und den Betrieb des Speicherringes DORIS ohne Beeinträchtigung weiterzuführen. Auch die normalen Routinearbeiten in den Gruppen Energieversorgung und Hallendienst wurden zufriedenstellend durchgeführt. Größere neue Projekte konnten dagegen neben PETRA nicht in Angriff genommen werden.

Für die Weiterentwicklung von DORIS wurden weiterhin etwa 30% aller Betriebsspeicherringsschichten in Anspruch genommen. Dadurch gelang es, die mittleren Luminositäten während der Experimentierschichten im Laufe des Jahres um einen Faktor drei zu steigern.

Trotz der sehr angespannten Personalsituation konnten die Arbeiten an PETRA termingemäß weitergeführt werden. 1976 war gekennzeichnet durch die umfangreichen Bauarbeiten an PETRA-Tunnel und -Hallen (ca. 90% konnten fertiggestellt werden) und durch die Arbeiten an Komponentenprototypen und die Auftragsvergaben für die Serienfertigung. Für viele der PETRA-Komponenten konnten einfache und kostensparende Lösungen entwickelt werden, so daß für keine der Komponenten bisher die ursprünglichen Kostensätze überschritten zu werden brauchten.

## Synchrotron (S 1)

*Betriebsergebnis:  
Bisheriger Rekord um  
1 Std. übertroffen!*

Die für November/Dezember 1976 geplante Umbauperiode wurde mit Rücksicht auf das DESY-Forschungsprogramm auf Jan./Feb. 1977 verschoben. Dadurch stieg die für Experimente nutzbare Zeit wieder auf den bereits 1974 unter ähnlichen Randbedingungen erreichten bisherigen Höchstwert.

	Gesamt- betriebszeit	für Experimente geplant	für Experimente erhalten	Maschinen- studien	Wartung
1964	—	1009 h	767 h	821 h	—
1965	5075 h	3464 h	2592 h	1208 h	400 h
1966	5855 h	4228 h	3460 h	1119 h	508 h
1967	6816 h	4833 h	4367 h	1105 h	878 h
1968	6968 h	5745 h	5137 h	527 h	696 h
1969	7160 h	5848 h	5574 h	552 h	760 h
1970	6456 h	5037 h	4854 h	766 h	653 h
1971	6384 h	5026 h	4431 h	696 h	662 h
1972	6876 h	5574 h	4967 h	571 h	731 h
1973	7792 h	6326 h	5641 h	558 h	908 h
1974	7760 h	6468 h	5906 h	456 h	836 h
1975	7400 h	6272 h	5772 h	336 h	792 h
1976	8303 h	6480 h	5907 h	390 h	1433 h

Die Ausfallrate betrug, bezogen auf die vorgesehene Hauptbenutzerzeit, 8,8%, oder, bezogen auf die Gesamtbetriebszeit 6,9% und blieb damit praktisch unverändert gegenüber früheren Jahren. Dies ist insofern bemerkenswert, als die ununterbrochenen Betriebsperioden zwischen den Wartungsschichten im Jahre 1976 bis auf maximal 10 Wochen gesteigert wurden. Allerdings mußte nach der 10 Wochen-Periode im Nov./Dez. 1976 für den Monat Dezember eine höhere Ausfallrate hingenommen werden.

DORIS beanspruchte 1976 noch 638 Hauptbenutzerstunden des Synchrotrons (1975 waren es 880 Stunden, 1974 2070 Stunden).

*Entwicklungs-  
programm: bestimmt  
durch Priorität für  
PETRA*

Eine große Anzahl von Mitarbeitern der Synchrotrongruppe einschl. der Vakuumbetriebsgruppe ist an Entwicklungs-, Bau- und Prüfarbeiten für Teile der PETRA-Anlagen beteiligt (Injektion, Hochfrequenz, Kontrollen, Vakuum). Hierüber wird an anderer Stelle berichtet.

Weiterentwicklung und Verbesserung der DESY-Anlagen mußten wegen der Priorität für PETRA eingeschränkt werden.

*Verbesserte Daten  
von L I und L II für den  
Routinebetrieb*

Die im Vorjahre durchgeführten Veränderungen sowie weitere Maßnahmen im Berichtsjahr (z.B. Übergang auf einen Chopper im Transportweg L I – Synchrotron statt im Injektionsteil des Linacs) machten sich im Jahre 1976 auch im Routinebetrieb als Verbesserungen bzw. Erleichterungen bemerkbar. Die Energieerhöhung für L I von 40 auf 55 MeV ermöglicht im Routinebetrieb mittlere umlaufende Ströme bis zu 14 mA (etwa 50% Verbesserung).

Für Positronen von L II sind bei voller 500 MHz-Bunchzahl 1 bis 1,3 mA analysierter Strom kennzeichnend für den Normalbetrieb.

Von den weiteren Einzelmaßnahmen am L II seien genannt:

- eine neue Bombarderregelung für die Elektronenkanone
- Interfaceelektronik für Prozeßrechnersteuerung im Linac wie auch im Stahltransport

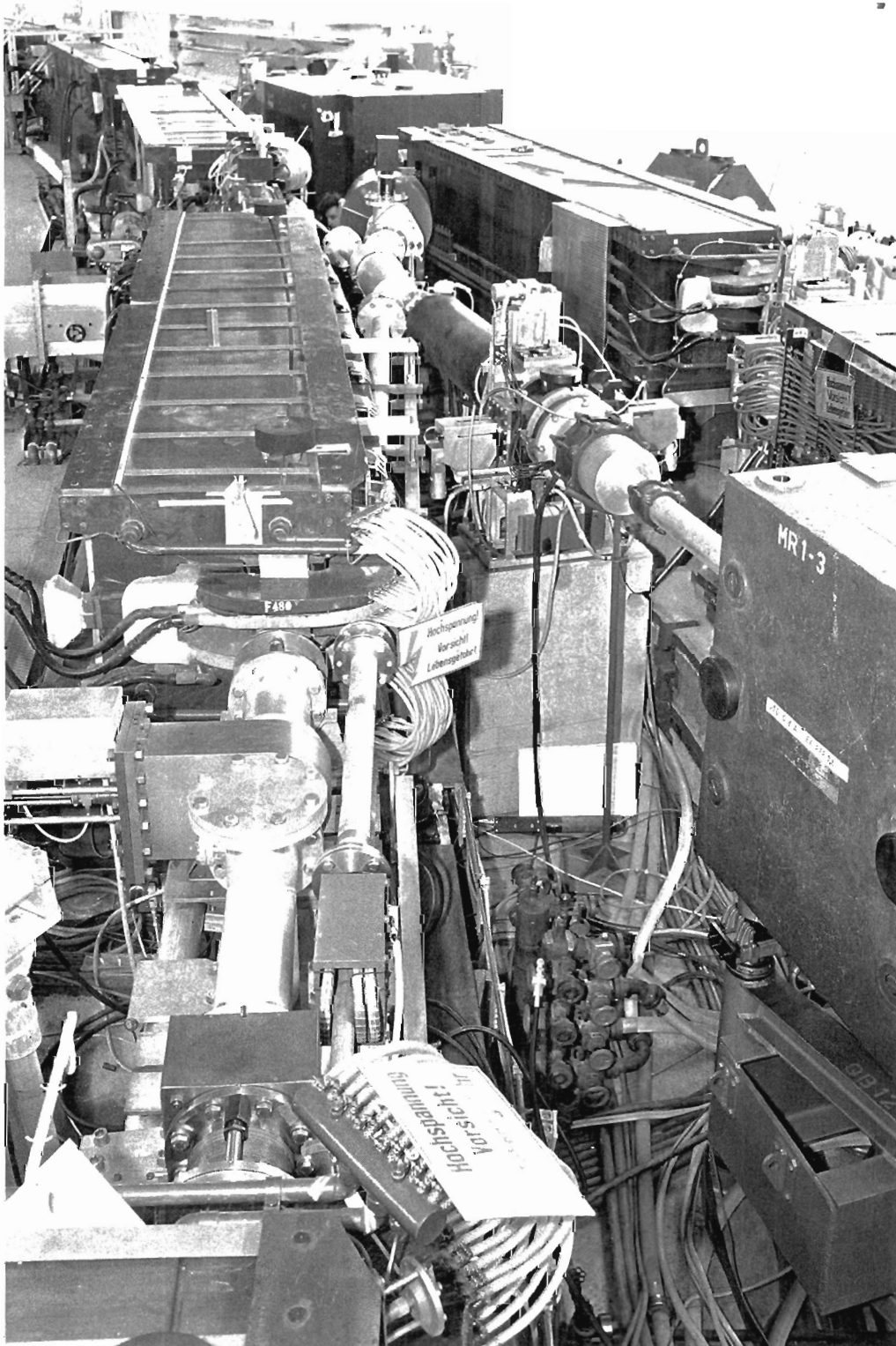


Abb. 78 zeigt in Blickrichtung entgegen dem normalen Elektronenumlaufsinn einen Ausschnitt der Targetzone I des Synchrotrons mit dem von vorn im Bild nach hinten laufenden Strahltransport für Positronen zu PETRA. Dieser Strahl kreuzt den  $\gamma$ -Strahl 10 und den Elektronenstrahl 8. (25842/21)

- automatische Umstellung auf eine 3 Hz-Folgerate des Linacs in den Füllpausen von DORIS zwecks Einsparung von Thyratrons und Klystrons
- Einbau schneller Strahlmonitore für Einzelbunchbetrieb
- Änderung der Luftführung in den Tunneln aus Feuerschutzgründen

### Verbundbetrieb

In Abhängigkeit von der Energie verschieben sich bei DORIS die Ursachen für die Begrenzung der Intensität und damit auch der Luminosität von Spitzenstromeffekten stärker zu solchen Effekten, die von dem mittleren Strom abhängen. Man erzielt u.U. höhere Luminosität, wenn nicht alle 480 möglichen bezüglich der Hochfrequenz stabilen „Plätze“ auf dem Umfang der Maschine mit Teilchenpaketen besetzt sind, dafür aber der Bunchspitzenstrom möglichst hochgetrieben wird. Die „Paketierung“ erfolgt in den Einschubbeschleunigern des Synchrotrons. Beide Linacs wurden deshalb nach Vorversuchen im Vorjahr jetzt auch für den Routinebetrieb mit Einrichtungen für die Bunchbesetzungszahl 4 (d. h. jeder 4. mögliche Platz auf dem Umfang von DORIS besetzt) versehen. Für Positronen im BBZ 4-Modus konnte der in DORIS eingeschossene Pulsstrom auf  $600 \mu\text{A}$  erhöht werden. (Bei BBZ 1, d. h. Füllung aller möglichen Plätze mit Positronenpaketen, beträgt der Pulsstrom jetzt  $1,2 \text{ mA}$ .)

Ferner wurden an beiden Linacs die Arbeiten für den Betrieb mit BBZ 16 und Einzelbunchen (BBZ 480) fortgeführt. Der Einzelbunchbetrieb gemeinsam mit DORIS wurde sowohl für Positronen vom L II wie auch mit Elektronen vom L I bis Ende September 1976 erfolgreich erprobt. Wie bei „Normalbetrieb“, d. h. der vollen 500 MHz-Teilchenpaketzahl, ist auch der Betrieb mit anderen Bunchbesetzungszahlen für DORIS durch Programmierung im 50 Hz-Raster voll kompatibel mit dem Synchrotronbetrieb für Halle I und Halle II (d. h. in den von DORIS nicht beanspruchten Beschleunigungszyklen des Synchrotrons stehen die Strahlen mit voller Bunchzahl für die Hallen und die Synchrotronstrahlenexperimente zur Verfügung). Am Hochfrequenzsender und an den Einschubkorrekturen für das Magnetfeld des Synchrotrons wurden Zusatzeinrichtungen geschaffen, die im Rahmen des im 50 Hz-Raster alternierenden Verbundbetriebes der Beschleuniger individuelle Einstellungen für Elektronen und Positronen erlauben.

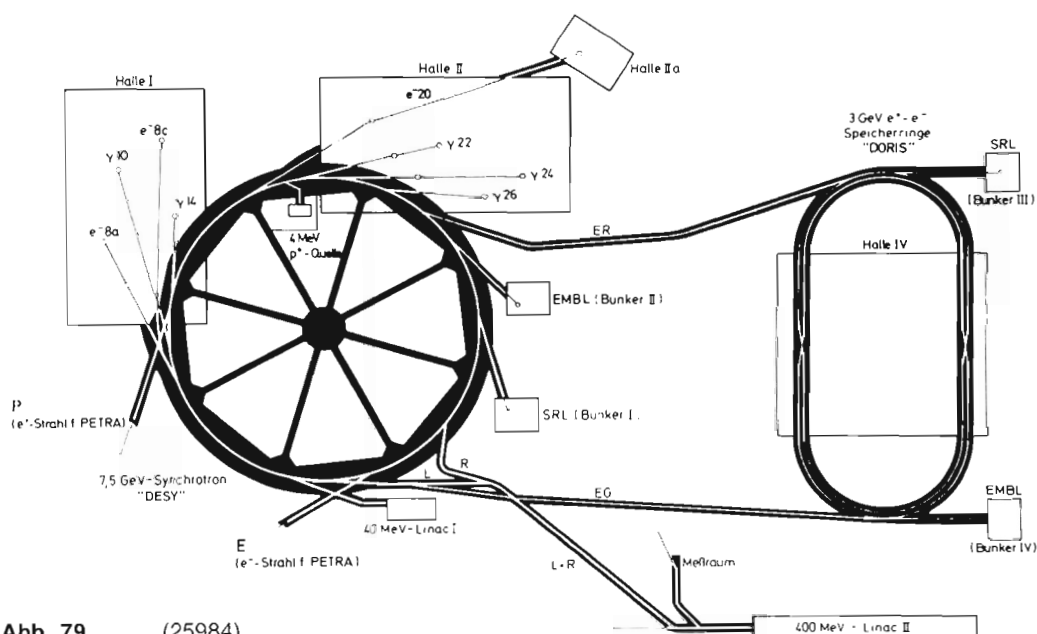
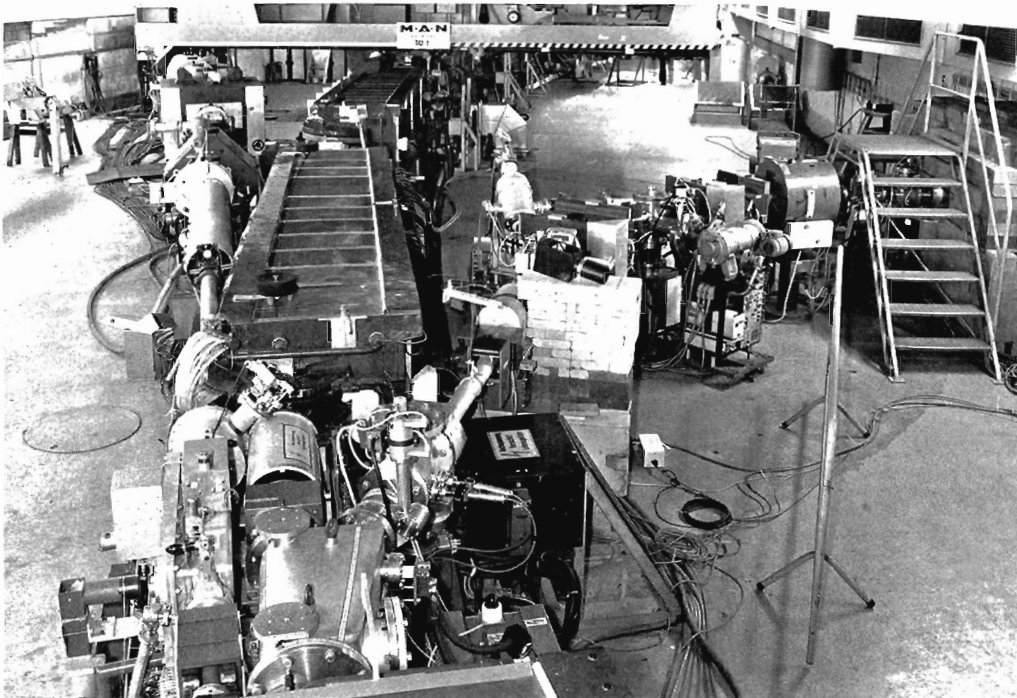


Abb. 79 (25984)



**Abb. 80** zeigt das gerade Stück 21 des Synchrotrons, in welches (von rechts hinten kommend) die Protonen entgegen der normalen Elektronenumlaufrichtung eingeschossen werden. Nach links zweigt der hochenergetische Elektronenstrahl 20 ab. Vgl. auch Abbildung 79. (25842/30)

Anfang des Jahres wurde Anschluß des Protoneninjektionsweges an das Synchrotron hergestellt und die Drifftube-Cavity-Beschleunigungsstrecke in DESY eingebaut. Im Frühjahr 1976 gelang es dann zum erstmalig, Protonen mit einer kinetischen Energie von 4 MeV in das Magnetgleichfeld des Synchrotrons einzuschießen und den Strahl über viele Umläufe zu verfolgen. Die Intensität, die unmittelbar nach Einschub noch etwa 0,5 mA entsprechend  $3 \cdot 10^{10}$  Protonen betrug, nahm kontinuierlich mit der Zeit ab, bis sie etwa mit 100  $\mu$ A nach 500 Umläufen im Untergrund verschwand. In den wenigen Meßschichten im ersten Halbjahr ließen sich die Protonen nicht beschleunigen. Die Ursache lag darin, daß das Vakuum in DESY für die Teilchen mit kleiner Einschubenergie bei kleinem Feldanstieg zu schlecht war. Der kleine Feldanstieg wiederum war ursprünglich angestrebt worden, um möglichst viele Teilchen einzufangen. Da das Vakuum im Synchrotron wegen der zugunsten von PETRA gesetzten Prioritäten 1976 nicht zu verbessern war blieb als einziger Ausweg, den Feldanstieg um einen Faktor 3 auf 1,3 kV/sec zu vergrößern. Dadurch gelang es, im Herbst 1976  $5 \cdot 10^9$  Protonen auf 122 MeV/c zu beschleunigen. Mit diesem Zwischenergebnis mußten die Versuche wegen des schon erwähnten Vorranges der für PETRA laufenden Projekte vorläufig eingestellt werden.

*Protonen*

Die im Synchrotronkontrollraum unterzubringende Kontrollhardware für die PETRA-Strahlen einschl. Ejektionseinrichtungen wurde fertiggestellt. Über Rechnerverbund wird der Betrieb der Strahlführungen DESY-PETRA wahlweise von beiden Kontrollräumen aus möglich sein. Der Prozeßrechner des Synchrotrons wurde durch die CAMAC-Implementierung in seinen Anschlußmöglichkeiten erweitert. Die Software sowohl für das Betriebssystem wie auch für Anwenderprogramme wurde ausgebaut. U.a. wurde der Rechner in die Maßnahmen zum Feuerschutz einbezogen. Durch Direktverbindungen mit den Rauchmelde-

*Kontrolleinrichtungen*

anlagen von ganz DESY liefert der Bildschirm unmittelbar Übersichtspläne der Gebiete, in welchen Rauchmelder angesprochen haben. Damit ist eine wesentlich schnellere Übersicht möglich für alle Feuealarne (es sei denn, der HKR samt seiner Sonderstromversorgung ist selbst „feuergeschädigt“).

Auch der Prozeßrechner im L II wurde in der Software ausgebaut, sei es für das Betriebssystem, sei es für Anwendungen, sei es auch für „Notbetrieb“ infolge Ausfall von Teilanlagen. Bei den Strahlmonitoren wurden einige Neuentwicklungen in Betrieb genommen (schnelle Monitore vom „Widerstandstyp“ für Einzelbunchbetrieb, hochempfindliche aber schmalbandige Lagemonitore für niedrige Strahlintensität).

Die Erfassung und Verteilung von Betriebsdaten des Beschleunigers für die Benutzer wurde verbessert und erweitert („SYNDA“-System), neue Elektronik für die Überwachung der Maschinensynchronisation wurde entwickelt.

#### *Vakuumbetrieb*

Neben Betrieb und Wartung der Vakuumanlagen aller Maschinen wurden neue Anlagen teils gebaut, sowie gereinigt, geprüft und eingebaut (Separationsplatten, Absorber für Einringbetrieb, Aluminiumbeschleunigungsstrecken für DORIS, Bonanza-Kammer, Tanks und Vakuumkammern für Ejektionseinrichtungen in DESY und DORIS für PETRA).

Das Glimmen als Reinigungsverfahren sowie das Aufbringen dünner Metallschichten nach dem „Sputter“-Verfahren wurde erprobt. Zahlreiche Desorptionmessungen und Restgasanalysen mit Massenspektrometern wurden durchgeführt.

Am Protoneninjektor mußten Arbeiten am SF<sub>6</sub>-Überdrucksystem durchgeführt werden. Endlich wurden neue Doppel-Folienmonitore entwickelt.

In der Vakuumelektronik wurden zahlreiche druckabhängige automatische Schutzeinrichtungen für empfindliche Anlagenteile in Betrieb genommen; desgleichen eine neue Schotensteuerung unter Einbezug der neuen Strahlwege in Verbindung mit PETRA.

## Speicherring DORIS (H)

Bei DORIS stand das Jahr 1976 im Zeichen steigender Luminosität und Zuverlässigkeit. Die Zahl der Betriebsstunden lag bei 6500. Davon waren 4800 h oder 74% für Hochenergiephysik-Experimente und 1700 h oder 26% für Verbesserungen und Messungen an der Maschine vorgesehen. Abb. 81 zeigt die genauere Aufteilung dieser Zeiten.

Betriebsstatistik

Die pro Woche erzeugte Luminosität konnte im Laufe des Jahres verdreifacht werden, wie Abb. 82 zeigt. Luminositäten von  $1 \cdot 10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$  pro Wechselwirkungspunkt wurden zuverlässig überschritten (Abb. 83), Spitzenwerte von mehr als  $200 \text{ nb}^{-1}$  pro Tag mehrfach erreicht.

1 Jahr = 135,1	Feiertage, Shut down etc		8,9	
	Wartung		26,2	
	Betriebszeit von DORIS = 100	Maschinen- studien = 26,1	Zeit für Maschinenver- besserungen und Lu- minositätvorbereitung	20,7
		Exp Zeit = 73,9	technische Ausfälle	17,9
	Injektions- und Einstellzeit		16,5	
Während dieser Zeit wurde Luminosität an Experimente geliefert	44,9			

Zahlenangaben in  
% der Betriebszeit (6504<sup>h</sup>)

Abb. 81 Aufschlüsselung der Betriebszeit von DORIS im Jahr 1976 (25991)

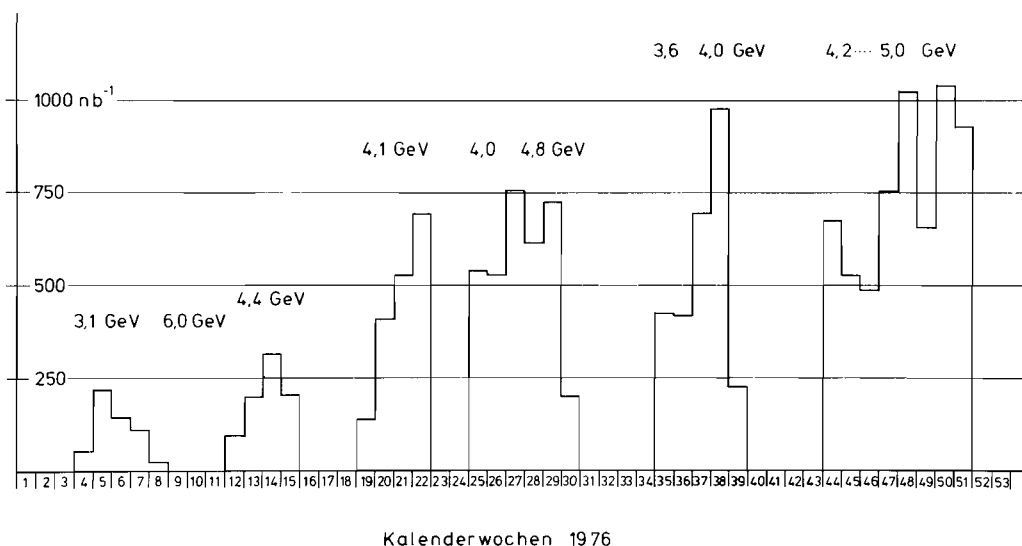


Abb. 82 1976 von DORIS pro Woche erzeugte Luminosität (25989)

Die benutzten Energien lagen zwischen 3,1 und 5 GeV, in einigen Meßschichten über 6 GeV.

Durch technische Ausfälle konnte DORIS während 18% der Betriebszeit nicht gefüllt werden. Von dieser Zeit hat der Speicherring aber nur etwa 1/3 zu vertreten, der Rest wurde durch Fehler bei den Linacs, dem Synchrotron oder den Experimenten verursacht (Abb. 84). Wir können daher sagen, daß Strom- und Wasserversorgung, Hochfrequenz, Rechner und Vakuum etc. mit einer Zuverlässigkeit von über 93% im Jahre 1976 gelaufen sind.

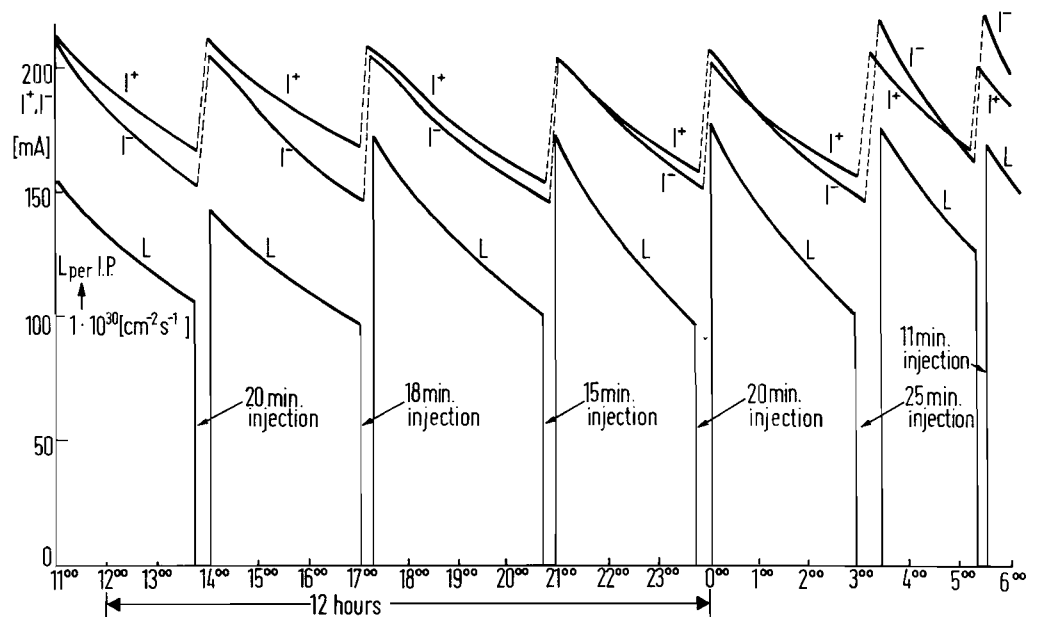
*Weiterentwicklung*

Wie gelang die Erhöhung der Luminosität?

1975 war die Luminosität begrenzt durch die gerade noch speicherbare maximale Stromstärke des Einzelstrahls. Rückwirkungen des einen Strahls auf den anderen spielten noch keine Rolle. Eine Erhöhung der spezifischen Luminosität war der geeignete Weg, die Grenze nach oben zu verschieben. Der erste Versuch schlug fehl. Eine verkürzte Ringfüllung (z. B. 120 Bunche anstelle von 480 auf 1/4 Umfang konzentriert) ließ sich zwar technisch einfach herstellen, erhöhte auch die spezifische Luminosität um den erwarteten Faktor, wurde aber bei erheblich kleineren Strömen instabil, die Gesamtluminosität blieb konstant. Erst der Übergang zu einer gleichmäßigen Verteilung der 120 Bunche auf den Umfang, genau jedes vierte Bucket wird mit Teilchen gefüllt, brachte 4-fach höhere spezifische Luminosität bei guter Strahlstabilität. Mit der höheren Ladungsmenge pro Bunch wurden Strahl-Strahlwechselwirkungs- und Vakuumprobleme aufgeworfen. Diese standen dann im Mittelpunkt der Untersuchungen während der Maschinenschichten.

*Raumladungseffekt*

Die Begrenzung der Luminosität durch den Raumladungseffekt unterhalb von 2.2 GeV ist untersucht und weitgehend geklärt worden. Umfangreiche Rechnersimulationen, analytische Untersuchungen und Messungen an DORIS zeigten, daß die Begrenzung durch Satellitenresonanzen verursacht wird, die bei der Strahl-Strahlwechselwirkung mit Kreu-



**Abb. 83** Typischer zeitlicher Verlauf von Strom und Luminosität pro Wechselwirkungspunkt in DORIS im Herbst 1976. (25795)



Aufschlüsselung der technischen Ausfälle bei DORIS 1976

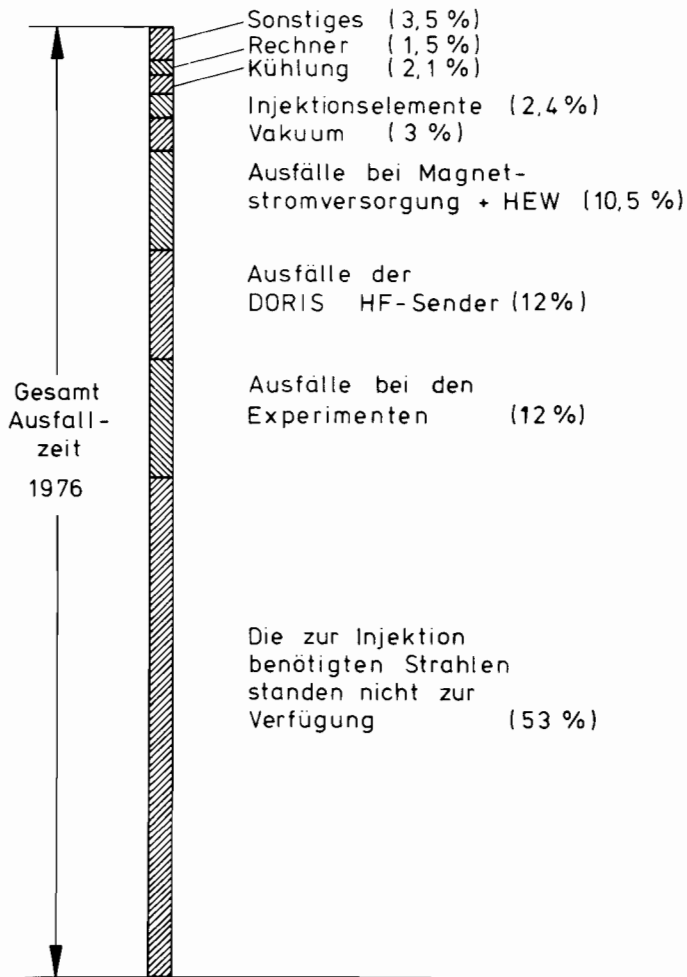


Abb. 84 Aufschlüsselung der technischen Ausfälle bei DORIS 1976 (25987)

zungswinkel auftreten. Die Satellitenresonanzen sind durch die Beziehung  $Q_\beta = (p + rQ_s)/q$  bestimmt, wobei  $p$ ,  $r$ ,  $q$  beliebige ganze Zahlen und  $Q_\beta$  und  $Q_s$  die vertikale Betatronfrequenz und die Synchrotronfrequenz sind. Insgesamt konnten 25 Resonanzen beobachtet und identifiziert werden.

Der Effekt entsteht dadurch, daß Teilchen, die sich infolge der Synchrotronschwingung vorn oder hinten im Bunch befinden, nicht durch die Mitte des entgegenkommenden Bunches gehen und daher eine vertikale Verschiebung des closed orbit erfahren. Diese Verschiebung ist kleiner als 1/10 der Strahlhöhe und außerhalb einer Resonanz vernachlässigbar. Im Falle einer Resonanz zwischen Betatron- und Synchrotronschwingung kann die Betatronamplitude jedoch soweit anwachsen, daß die Teilchen verloren gehen.

Obwohl die Breite der Resonanzen im Vergleich zu ihrem Abstand sehr klein ist, lassen sich in der Nähe des derzeitigen Arbeitspunktes diese Resonanzen nicht vermeiden. Die Ursache dafür sind die Entkopplungssender, die zur Unterdrückung von Instabilitäten die Synchrotronfrequenzen der einzelnen Bunche über einen weiten Bereich auffächern, so daß immer einige Bunche auf einer Resonanz sind. Zur Zeit läßt sich daher kein größeres  $\Delta Q$  als 0.009 pro Wechselwirkung erreichen.

Die Untersuchungen haben weiter gezeigt, daß die Satellitenresonanzen für Q-Werte in der Nähe einer ganzen Zahl schwächer werden. Eine Verschiebung des vertikalen  $Q_\beta$  an die ganze Zahl (6,10 statt 6,18) sollte daher zu größeren Grenzströmen und zu einer Steigerung der Luminosität führen.

#### *„Kanteneffekt“*

Der sogenannte „Kanteneffekt“, der zu einer Verkürzung der Lebensdauer oder zum Strahlverlust führt, wenn sich die Bunche nicht zentral treffen, wurde ebenfalls untersucht. Es konnte gezeigt werden, daß zusätzliche Satellitenresonanzen angeregt werden und daß sich die Chromatizität hierbei um maximal  $\pm 2$  ändern kann. Eine endgültige Klärung dieses Effektes steht noch aus.

#### *Instabilitäten*

Die Untersuchungen von Instabilitäten hatten das Ziel, die durch das HF-System verursachten Instabilitäten zu verstehen und zu beseitigen. Man fand heraus, daß die für den stabilen Betrieb notwendige „Robinson-Dämpfung“ infolge Kopplungen der Cavities über die Hohlleiter beeinträchtigt wird. Der Effekt konnte durch starke Verstimmung der Cavities bezüglich der Senderfrequenz beseitigt werden. Dieser spezielle Betriebsmode des HF-Systems wird seitdem routinemäßig verwendet. Zum Verständnis höherer Modes von Phaseninstabilitäten wurden theoretische und experimentelle Untersuchungen von longitudinalen Quadrupolinstabilitäten durchgeführt.

#### *Elektronen-einzelbuncheffekte*

Großes Interesse galt den Untersuchungen von Elektroneneinzelbuncheffekten. Diese Untersuchungen hatten das Ziel, die Ursachen für die Begrenzung des speicherbaren Stromes im Hinblick auf den Einzelringbetrieb von DORIS zu verstehen, als auch für den Betrieb von PETRA wichtige Kenntnisse über die Dichteverteilung im Bunch zu gewinnen.

#### *Messung der Bunchlänge*

Voraussetzung für diese Untersuchungen war eine genaue Messung der Bunchlänge. Sie erfolgte unter Ausnutzung der Synchrotronstrahlung: Das Synchrotronlicht des umlaufenden Strahls wird hinter einem Ablenkmagneten aus der Vakuumkammer ausgekoppelt, über ein Spiegel/Linsen-System in das Beobachtungslabor V geleitet und dort auf eine ultraschnelle Hochvakuum-Fotozelle fokussiert. Das elektrische Ausgangssignal dieser koaxial aufgebauten Fotozelle wird mit einem Sampling-Oszilloskop dargestellt und nach Siebung durch einen Tiefpaß-Filter auf einem x-y-Papiersreiber aufgezeichnet (Abb. 85). Die Synchronisierung (Triggerung) erfolgt durch eine bei -H2- entwickelte „Bunchuhr“ die als Zeitbezug die Speicherring-Sendefrequenz (500 MHz) benutzt. Die Anstiegszeit der gesamten Anordnung ist kleiner als 100 ps, die zeitliche Stabilität (1h) besser als  $\pm 10$  ps.

#### *Akzeptanz*

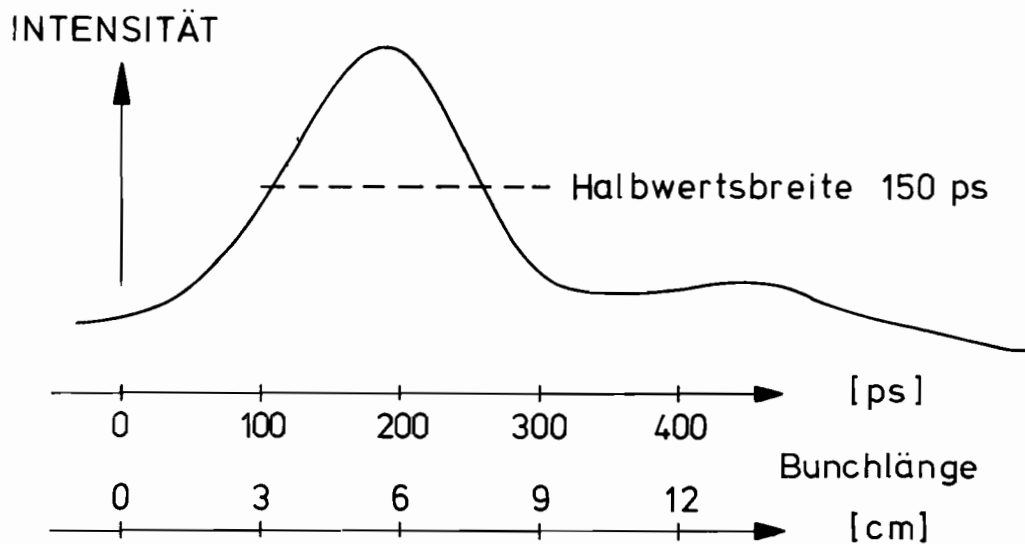
Als sehr wichtig für stabile Betriebsbedingungen hat sich die Vergrößerung der Akzeptanz erwiesen. Bei kleinen Strahlströmen ( $\leq 10$  mA) und bei sorgfältiger Wahl des Arbeitspunktes (Vermeiden von optischen Resonanzen) entsprechen die Strahldimensionen den theoretisch berechneten. Im routinemäßigen Experimentierbetrieb werden jedoch große Strahlströme (150–220 mA) zur Kollision gebracht. Da einerseits diese Strahlströme oberhalb von Instabilitätsschwellen liegen und andererseits die Strahl-Strahlwechselwirkung zusätzlich optische Resonanzen erregt, müssen die Aperturen des Ringes sehr viel größer sein, als es der theoretischen Strahldimension entspricht. 1976 wurden deswegen die Akzeptanzen der beiden Ringe unter Zuhilfenahme des Closed orbit-Korrektur-Systems teilweise bis auf den vierfachen Wert vergrößert. Da selbst diese Werte noch unterhalb der prinzipiell möglichen Apertur liegen, werden diese Arbeiten fortgesetzt.

Das erwähnte Lagemeß- und Korrektursystem wurde erheblich verbessert. Die elektrischen Nullpunkte der Meßköpfe konnten festgelegt und die Monitore dadurch geeicht werden. Ein Programmsystem gestattet es, die Ablagen auszulesen, die zur Korrektur der Ablagen nötigen Spulenströme zu berechnen und diese einzustellen. Bei linearer Optik konnten auf diese Weise die Ablagen erheblich verringert werden.

*Lagemeß- und  
Korrektursystem*

Zur Vorbereitung des Einringbetriebes dienen die technischen Vorhaben Nr. 3/3270, Nr. 3/3272 und Nr. 3/3273. Nach dem Beschluß des Forschungskollegiums, den Einringbetrieb nicht im Wintershutdown 76/77, sondern erst im Herbst 77 zu verwirklichen, wurden die Arbeiten an diesem Projekt in den Werkstätten nur noch mit geringerer Priorität vorangetrieben. Etwa 2/3 der notwendigen Einbauteile sind fertig, der Rest wird voraussichtlich bis April 77 bereitstehen. In der gewonnenen Zeit wurden die Konstruktionsunterlagen einer sorgfältigen Überprüfung unterzogen und einige schwache Stellen bei den Absorbern für die Synchrotronstrahlung beseitigt.

*Technische  
Vorhaben*



**Abb. 85** Typisches Bunchbild bei 1,2 mA/Bunch

(25990)

## Speicherring PETRA

Die Arbeiten der vielen DESY-Gruppen an PETRA wurden 1976 intensiv fortgesetzt und waren gekennzeichnet durch den Übergang von der Entwurfs- in die Fertigungsphase. So wurden z. B. bis auf einen geringen Rest alle Bauten für PETRA erstellt und die Installationsarbeiten im Tunnel begonnen. Die meisten in großen Stückzahlen zu bauenden Komponenten wurden bis zur Serienreife entwickelt, in der Industrie oder eigenen Werkstätten in Auftrag gegeben und zum Teil bereits geliefert. Dank des Einsatzes und des guten Zusammenspiels aller Gruppen ist es gelungen, unkomplizierte und elegante Lösungen zu finden und die angestrebten Termine und Finanzpläne weitgehend einzuhalten.

Sowohl aktuelle maschinenphysikalische als auch technische Probleme aus allen PETRA-spezifischen Bereichen wurden intensiv mit in- und ausländischen Fachkollegen diskutiert. Im Januar 1976 wurde ein einwöchiges PETRA Design Review Meeting mit Kollegen aus Aachen, Bonn, CERN, Frascati, Orsay, Rutherford und SLAC durchgeführt. Bald darauf konstituierte sich das PETRA Machine Advisory Committee, dem 12 Mitglieder aus den o. a. europäischen Institutionen angehören und das im August erstmals für 2 Tage gemeinsam mit der PETRA-Gruppe tagte. Die Mitarbeit von Kollegen aus CERN und FNAL war für die PETRA-Mannschaft eine wertvolle Hilfe.

Die Arbeiten der Gruppen an PETRA gestalteten sich wie folgt:

*Theorie, Optik,  
Magnetaufstellung*

Das elektromagnetische Feld des gespeicherten Elektronenstrahls kann in den HF-Beschleunigungseinheiten und den Vakuumkammern parasitäre elektromagnetische Schwingungen (higher order modes) anregen. Diese parasitären Schwingungen entziehen dem Strahl Energie und führen zu einer Vergrößerung der Bunchlänge und der im Strahl vorhandenen Energieabweichung, was u. a. Schwierigkeiten bei der Injektion zur Folge haben könnte. Neuerlich durchgeführte theoretische Untersuchungen zur Bunchverlängerung ergaben – im Gegensatz zu früheren Theorien und in Übereinstimmung mit neueren Arbeiten an anderen Instituten –, daß die „Schwänze“ der Teilchenverteilung im Bunch wesentlich schwächer verlängert werden als der „Kern“, so daß auch bei der Injektionsenergie keine Schwierigkeiten durch diesen Effekt zu erwarten sind.

Die Wirkung der im Strahl vorhandenen Energieabweichung auf die Strahlfokussierung bei verschiedenen Sextupol-Korrekturanordnungen wurde weiterhin untersucht. Da die Sextupole nichtlineare Fokussierungselemente sind, muß dabei eine Anzahl von Teilchenbahnen über sehr viele Umläufe verfolgt und auf diese Weise die effektive Maschinenapertur für stabile Teilchenbewegung ermittelt werden. Dafür wurde ein weiteres „Tracking“-Programm entwickelt, das das bisher vorhandene in sofern ergänzt, als darin auch die Synchrotronschwingung, d. h. die periodische Variation der Teilchenenergie, berücksichtigt ist. Mit diesem Programm konnten Satellitenresonanzen, d. h. Koppelresonanzen zwischen Betatron- und Synchrotronschwingung, sichtbar gemacht werden, die von einer energieabhängigen Variation der Strahlage oder der Amplitudenfunktion am Orte der HF-Beschleunigungseinheiten herrühren. Das Ergebnis dieser Arbeiten ist eine korrigierte Standard-Optik, deren effektive Apertur gleich der Maschinenapertur ist und die im gesamten PETRA-Energiebereich verwendet werden kann. Weitere Optiken mit anderem Arbeitspunkt oder engerer Strahltaile am Wechselwirkungspunkt sind noch zu optimieren. Die Bemühungen, einen systematischen Weg zu einer optimalen Sextupolkorrektur zu finden, sind bisher in keinem Labor sehr erfolgreich gewesen und müssen fortgesetzt werden.

Mit der Größe eines Speicherrings wächst seine Anfälligkeit gegen Erregungs- und Aufstellungsfehler der Magnete. Horizontale und vertikale Verschiebungen der Quadrupole, zum Beispiel, verursachen horizontale und vertikale Strahlverschiebungen; der Strahl durchläuft dann ein verändertes Magnetfeld, die Strahlungseffekte verändern sich, und damit auch das Dämpfungsverhalten und die vertikale Strahlausdehnung. Dies kann dann dazu führen, daß die natürliche Strahlhöhe die Höhe der Vakuumkammer überschreitet

oder daß eine der drei Fokussierungsschwingungen nicht mehr gedämpft ist, so daß der Strahl verloren geht. Um die Strahlhöhe und Dämpfung in der gestörten, realen Maschine zu berechnen, und damit die maximal zulässige Strahlablage, wurde ein neues PETRA-Optik-Simulationsprogramm PETROS entwickelt, das eine Zufallsverteilung von Aufstellungs- und Erregungsfehlern an allen Magneten einführt und für die so gestörte Maschine die Strahlage und den Strahlquerschnitt in Abhängigkeit von der Strahlenergie ermittelt. Das Programm berücksichtigt dabei die Sextupolmagnete und die von ihnen verursachte Kopplung von horizontalen und vertikalen Betatronschwingungen. Mit den für PETRA vorgesehenen Magnettoleranzen ergab sich, daß von 50 Maschinen mit verschiedener statischer Fehlerverteilung 80% einen stabilen Strahl hatten, aber mit teilweise großen Strahlablagen. Das für PETRA vorgesehene System von je 112 Strahlage-Monitoren, horizontalen und vertikalen Korrekturmagneten (horizontal vorwiegend Zusatzwindungen in den Ablenkmagneten) ist also zum Fädeln des ersten Umlaufes und nachher zur Strahlagekorrektur erforderlich. Die Anwendung dieses Korrektursystems wurde mit dem PETROS-Programm simuliert, mit sehr positivem Ergebnis: Die mittlere Abweichung der Strahlage geht auf ca. 1 mm zurück, und die Strahlhöhe auf ca. 12% der Strahlbreite.

Der Bau von PETRA begann Anfang des Jahres mit der Einrichtung der Baustelle und einer offiziellen Grundsteinlegung am 27. Januar 76. Infolge der ungünstigen Winterwitterung mit verhältnismäßig starken Frösten war ein kontinuierlicher Bauablauf jedoch erst ab April möglich.

*Bau*

Die Ringtunnelstrecke mit einer Länge von 2184 m wurde dabei mittels 3 Schalwagen erstellt, mit denen Tunnelblocklängen von je 24 m betoniert werden konnten. Mit einer mittleren Arbeitstaktgeschwindigkeit von 2,5 Blöcken/Woche wurden somit rd. 60 m/Woche hergestellt. Parallel zu diesen Arbeiten wurden die Fundamente der sechs Experimentierhallen und die von drei HF-Hallen betoniert. In weiteren Parallelarbeiten in Fertigteilfabriken wurden die für die Hallen erforderlichen Beton- und Stahlskelette sowie Wand- und Dachplatten gefertigt, so daß nach Beendigung der Fundamentierungsarbeiten der Hallenaufbau sofort beginnen konnte. Infolge der Teilung der Arbeiten in nahezu voneinander unabhängige Baugewerke war es möglich, bis Ende des Jahres rd. 90% der Gesamtbauleistung trotz der winterbedingten Zeitverluste termingerecht zu erbringen. Das Richtfest konnte am 2. Dezember gefeiert werden.

In den von DESY übernommenen Tunnelstrecken und Hallen werden seit September Maschineninstallationen durchgeführt. Die hierfür erforderlichen Magnet- und Quadrupolgestelle einschließlich Justiervorrichtungen wurden im Berichtsjahr beschafft.

Mit Hilfe des elektrooptischen Streckenmeßgerätes Mekometer ME 3000 konnten 1976 die Strecken im PETRA-Vermessungssystem mit einer Standardabweichung von  $\pm 0,5$  mm ermittelt werden. Dadurch erhält man die Punktlagen mit einer Genauigkeit von  $\pm 0,7$  mm, die für alle Folgemessungen ausreicht.

*Vermessungsarbeiten*

Infolge der regen Bautätigkeit wurden allerdings deutliche Lageänderungen der Meßpfeiler festgestellt, die bis zu 3 mm betragen. Ähnliche Effekte traten auch in vertikaler Richtung auf. Deshalb wurden Neuvermessungen des Pfeilersystems in regelmäßigen Abständen erforderlich, wobei die Höhenänderungen durch Feinnivellements in einem das Gesamtgebiet überspannenden Höhennetz erhalten wurden. Die maximale Standardabweichung einer Pfeilerhöhe über NN betrug hier  $\pm 0,4$  mm.

Ausgehend von diesem Vermessungssystem erfolgt die Absteckung der Tunnelachse für PETRA auf dem Unterbeton, wobei für jeden Tunnelblock, also alle 24 m, ein Achspunkt angegeben wurde.

Beim Betonieren der Tunnelsohle wurden in jedem Block Meßpunkte (Messingbolzen) eingebracht, die noch vor dem Aufbau der Schalwagen für den eigentlichen Tunnel von

uns lagemäßig von den Pfeilern aus eingemessen wurden. Nach Fertigstellung des Rohbaues eines Oktanten erfolgt die Überprüfung dieser Bolzen durch Messung eines Polygonzuges (Winkel und Strecken zwischen den Bolzen), der über eine Helmertrtransformation an die Anfangskordinaten angepaßt wurde. Die verbleibenden Punktabstände betragen dann in der Regel im quadratischen Mittel  $\pm 3$  mm.

Die so erhaltenen Koordinaten dienten als Grundlage für die folgende Kontrollmessung der Tunnelwände. Überprüft wurden im Jahre 1976 die Oktanten 2 bis 8.

Die radialen Abweichungen der Tunnelwände blieben überwiegend in den verlangten Toleranzen. Wo sie überschritten wurden (max. 6 cm), geschah dies in einer Richtung, in der der Arbeitsraum im Tunnel nicht beengt wurde.

Die Messingbolzen im Fußboden wurden gleichzeitig als Höhenpunkte benutzt und über Feinnivellements an das Höhennetz angeschlossen. Zusätzlich wurden Kontrollnivellements für den Tunnelfußboden (noch vor der Erdbdeckung) durchgeführt, wobei sich herausstellte, daß die Sohlen durchweg 3 cm tiefer als verlangt ausgeführt waren. Um den Zwischenraum zwischen Beton und Magnetgestell zu verringern, wurde deshalb eine neue Strahlhöhe im PETRA-Tunnel von 35,77 m über NN festgelegt.

In der Folgezeit wurden die Kontrollpolygonzüge in den Oktanten mehrmals wiederholt. Dabei ergab sich, daß beim Verfüllen der Baugruben im Westbereich Verformungen des Tunnels in radialer Richtung bis zu 7 mm auftraten. Die Höhenkontrollen in den Oktanten 5 und 6 lieferten Absenkungsbeträge infolge der Erdarbeiten bis 11 mm.

Im September begannen wir mit der Markierung der Magnetgestelle auf dem Tunnelfußboden. Ende des Jahres waren die Oktanten 5, 6 und 7 fertiggestellt. Abgesetzt wurden jeweils die Sollmaße von den benachbarten Messingbolzen, wobei die unmittelbar von der Absteckung ermittelten Koordinaten Verwendung fanden. Da über Größe und Richtung der zu erwartenden Längenausdehnung des Tunnels im Augenblick keine Aussage möglich ist, wurde auf rechnerische Korrekturen der Absteckmaße wegen der zum Teil sehr niedrigen Temperaturen bei der Absteckung verzichtet. Die dadurch zu erwartenden späteren Längenfehler müssen durch die Magnetlagerung aufgefangen werden.

## *Magnete*

Das Magnetsystem von PETRA stand in seiner Auslegung zu Beginn des Berichtjahres in den Grundzügen fest. Es umfaßt einerseits die Elemente des eigentlichen Ringes, nämlich Ablenkdiopole, Quadrupole verschiedener Typen, Sextupole und Korrekturmagnete sowie andererseits die Bestückung der Injektionskanäle mit Ablenkdiopolen DMN und Quadrupolen QMN. Im Laufe des Jahres wurden viele Einzelprobleme gelöst, Prototypen erstellt und getestet, Fertigungsmethoden untersucht und die meisten Aufträge an die Industrie vergeben. Die intensive technische Betreuung und die Kontrolle der Magnetfertigung war eine der wesentlichen Tätigkeiten in der zweiten Jahreshälfte.

Die Arbeiten an den einzelnen Komponenten im Laufe des Berichtjahres gestalteten sich wie folgt:

Dipole: Mit einer bei DESY entwickelten Stapel- und Schweißvorrichtung wurden 3 lamellierte Versuchsjoche aus verschiedenen Stahlsorten und mit unterschiedlichen Versteifungsprofilen gebaut (Abb. 86). Das Ziel dieser Versuche war, zum einen den Einfluß der verschiedenen Stahlsorten auf Qualität des Dipolfeldes zu studieren und zum anderen das günstigste Fertigungsverfahren herauszufinden und festzulegen. Die Serienfertigung der insgesamt 232 Dipoljoche mit unseren Vorrichtungen und Erfahrungen sowie das Stanzen der Lamellen wurde an Firmen in Norddeutschland vergeben. Im Dezember wurden die beiden ersten Serienjoche geliefert. Der Hersteller der Spulen in den USA konnte ebenfalls 2 Satz Spulen im Dezember liefern. Die Endmontage der Magnete geschieht bei DESY.

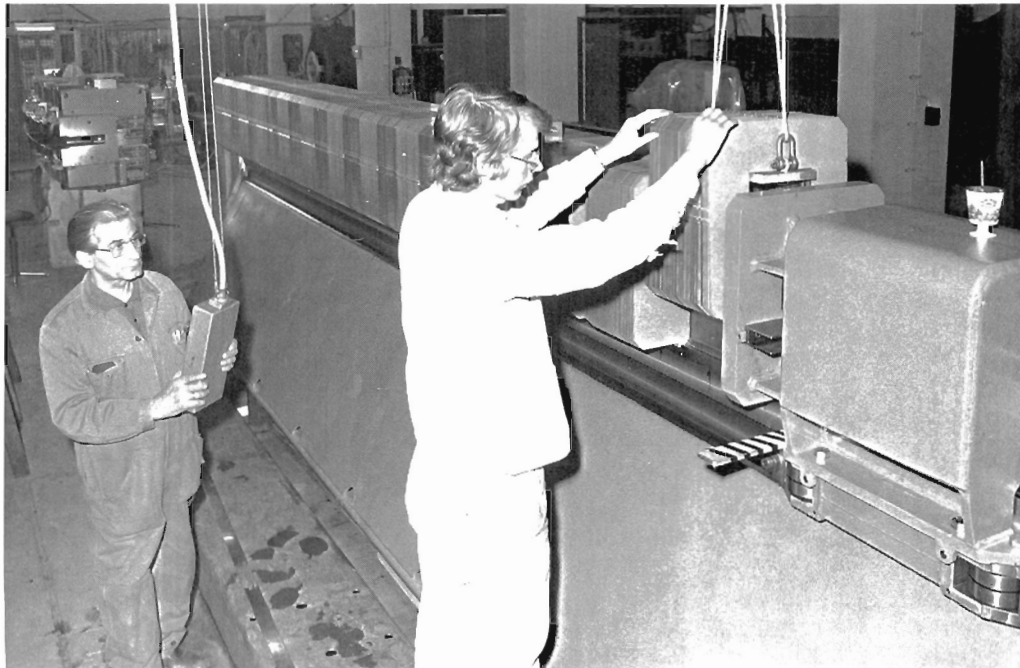


Abb. 86 Stapeln eines Dipoljoches

(24611/123)

**Quadrupole:** Für die in den PETRA-Bögen benötigten Quadrupole vom Typ A und A, wurde bis Juni 76 je ein Prototyp erstellt und vermessen. Die Auftragserteilung über die Serienfertigung von insgesamt 304 Stück erfolgte im August. Bis Jahresende waren nahezu alle Werkzeuge und Vorrichtungen für die Serienfertigung hergestellt. Die Auftragsvergabe der großen Quadrupole vom Typ B für die Wechselwirkungszone erfolgte im Juni.

**Sextupole:** Es wurde eine Reihe von Alternativentwürfen für die Ausführung des in 170 Exemplaren zu bauenden Sextupolmagneten durchkonstruiert und mit der Industrie in Bezug auf Fertigungsmöglichkeit und Kostenoptimierung diskutiert. Die Entscheidung fiel auf einen verklebten, lamellierten Jochkörper, der aus 2 identischen Hälften zusammengesetzt wird.

Die Auftragsvergabe erfolgte im Juli. Bis Ende des Jahres waren alle Vorrichtungen und Werkzeuge zur Herstellung dieser Magnete erstellt.

**Injektionsdipole:** Die 11 Injektionsdipole Typ DMN sind im Januar 1976 getrennt nach Spulen und Jochen bei der Industrie in Auftrag gegeben worden. Die Montage erfolgt bei DESY. Bis Ende des Jahres waren 3 Magnete komplett montiert und erfolgreich getestet (Abb. 87 und 88).

**Injektionsquadrupole:** Die Berechnung und Konstruktion der Quadrupole für den Injektionsweg wurden abgeschlossen und der Auftrag vergeben. Die Hälfte der Serie (4 Stück) war Ende des Jahres versandbereit.

**Injektionssepta:** Als letzter stationärer Ablenkmagnet vor dem gepulsten Einlenkmagneten in den PETRA-Ring wurden zwei Injektionsseptummagnete mit hoher Stromdichte berechnet, konstruiert und in Auftrag gegeben. Sie waren Ende des Jahres in Arbeit.



Abb. 87/88 Montage der Injektionsdipole

(25686/32 + 34)



Korrekturmagnete: Zur vertikalen individuellen Korrektur der Strahlage werden ca. 120 kleinere Magnete benötigt, welche über eine Länge von 0,30 m eine magnetische Induktion von maximal 0,055 T erzeugen. Die Konstruktion dieser Magnete konnte nach erfolgreicher Erprobung von in eigener Werkstatt hergestellten Prototypmodellen abgeschlossen und der Auftrag an die Industrie vergeben werden.

Stahlbeschaffung: Wie bereits beschrieben, werden die Joche der Ringmagnete (Dipole, Quadrupole und Sextupole) aus 1,5 mm dicken Blechen angefertigt. Insgesamt werden 3124 t benötigt. Um eine möglichst kleine Streuung der Eigenschaften der Magnete zu erreichen, dürfen schon die Magnetbleche selbst nur wenig in ihren Daten schwanken. Es wurden daher Modelle aus Blechen verschiedener Hersteller gefertigt und verglichen. Zur Sicherheit wurde dann die gesamte Stahlmenge frühzeitig durch DESY bestellt, um möglichst bald alle notwendigen Informationen über die Streuung der Blecheigenschaften zu erhalten. Bis zum Ende des Jahres waren 2230 t geliefert. Aufgrund der Meßstatistik konnte entschieden werden, daß mit Ausnahme von ca. 200 t für die Quadrupole QB auf ein Mischen der Bleche verzichtet werden kann.

Es wurden im wesentlichen Prototypmagnete getestet und magnetisch vermessen. Aus den Ergebnissen folgten zum Teil Korrekturen für die für PETRA zu fertigenden Serienmagnete. Im einzelnen wurden folgende Magnettypen vermessen:

*Magnetmessungen*

Dipole: Es wurden 4 Prototypdipole getestet und mit Hall-Sonden und integrierenden Flußspulen ausgemessen. Es ergab sich dabei die Notwendigkeit einer leichten Korrektur am Polprofil der Magnetlamellen. Eine zufriedenstellende Polform wurde gefunden. Das Endfeld der Dipole wurde durch Anfräsen der Endplatten ebenfalls korrigiert, so daß sich für das Feldintegral über den gesamten Magneten eine Variation von  $\pm 3 \cdot 10^{-4}$  über eine Breite von 12 cm ergibt.

Gemessen wurde auch der Effekt von Korrekturspulen an einem dieser Dipolprototypen.

Von insgesamt 11 Injektionsdipolmagneten (DMN) wurden 3 getestet und ausgemessen. Ebenfalls gemessen wurde der Prototyp eines Korrekturmagneten mit horizontaler Feldrichtung sowie 2 weitere Dipole für den Injektionsweg (DMV).

Quadrupole: Es wurden 2 Prototypen vom Typ QA und QA1 getestet und mit Hilfe der vorhandenen Multipolmeßmaschine (Prinzip: lange, rotierende Spule) ausgemessen. Dabei wurde festgestellt, daß die Polform der Lamellen zufriedenstellende Felder liefert. Die Endfelder der Magneten wurde durch Anfräsen so korrigiert, daß der störende 12-Polanteil im Feldintegral am Rande der Apertur auf weniger als  $5 \cdot 10^{-4}$  vom 4-Polanteil reduziert wurde.

Für den Injektionsweg DESY-PETRA wurden 10 kleinere Quadrupole (QL) getestet und vermessen.

Sextupole: Ein Prototyp wurde getestet und ausgemessen. Dabei wurde gezeigt, daß die kreisförmige Polkontur eine zufriedenstellende Feldform liefert. Endfeldkorrekturen waren nicht erforderlich.

Gemessen wurde auch der Einfluß von dicht nebeneinanderstehenden Magneten aufeinander, z.B. Sextupol neben Quadrupol, Quadrupol neben Dipol und Sextupol neben Korrekturmagnet. In allen Fällen wurde die Größe der Beeinflussung als tragbar klein gefunden.

Die Apparatur zur Messung der Quadrupole und Sextupole wurde im Hinblick auf die zu erwartenden großen Serien von Magneten verbessert. Neue Spulenträger wurden kon-

struiert und gebaut. Die automatische Steuerung der Multipolmeßmaschinen durch eine PDP 8 wurde fertiggestellt. Die „on line“ Auswertung der Meßwerte über die IBM wurde eingerichtet und in Betrieb genommen.

#### *Hochfrequenz*

Für das PETRA-Hochfrequenzsystem wurden die Arbeiten durch detaillierte Rechnungen, Entwicklungen von Komponenten und deren Konstruktion sowie z.T. durch Ausschreibung und Vergabe von Komponenten weitergeführt.

Nachdem die Abmessungen der fünfzelligen Beschleunigungsstruktur an einem nicht-evakuierbaren Modell studiert und festgelegt wurde, sind Prototypen aus Aluminium im Elektronenstrahlschweißverfahren hergestellt und mit hoher Verlustleistung geprüft worden. Motorgetriebene Abstimmkolben zur Frequenzkorrektur der Beschleunigungsstruktur und Hochleistungseinkoppelfenster, die den Platzverhältnissen im PETRA-Ringtunnel Rechnung tragen, wurden entwickelt. Das Prototyp-Cavity mit Einkoppelfenster und zwei Abstimmkolben wurde mit einer Verlustleistung bis zu 130 kW geprüft, ohne daß es zu thermischen Instabilitäten kam, die aufgrund der Verwendung von nur zwei Abstimmkolben in der fünfzelligen Struktur erwartet wurden. Mit der Anwendung einer etwas aufwendigeren Cavity-Frequenzregelung konnte sogar eine Verlustleistung von über 200 kW erreicht werden.

Firmenangebote zur Ausschreibung für die Beschaffung der ersten 32 Beschleunigungsresonatoren zeigten, daß der Preisunterschied zwischen innen verkupferten Aluminiumstrukturen und Kupferstrukturen vernachlässigbar gering ist. Es wurde daher beschlossen, Kupferstrukturen zu verwenden, da diese gegenüber Aluminium den Vorteil höherer elektrischer Leitfähigkeit, doppelter thermischer Leitfähigkeit und geringerer technologischer Fertigungsprobleme haben. Der Auftrag wurde vergeben, die erste Struktur wird Anfang 1977 erwartet.

Für das Hohlleitersystem, mit dem die Hochfrequenzleistung auf die Beschleunigungsresonatoren verteilt wird, wurden zwei alternative Lösungen untersucht, mit denen eine unterschiedliche Entkopplung der Resonatoren bei der Fundamentalfrequenz erzielt wird. Beide Alternativen wurden ausgeschrieben und die Lösung mit der Entkopplung der Resonatoren über Mag. T's bestellt. Ebenfalls bestellt wurden die vier Hochleistungszyklulatoren, mit denen die Klystronsender von den Beschleunigungsstrecken entkoppelt werden.

Für den Frequenzabgleich der Beschleunigungsresonatoren ist eine Vielzahl von Niederleistungshochfrequenzkomponenten erforderlich, die aus Kosten- und Platzgründen in Streifenleitertechnik hergestellt werden müssen. Die Entwicklungsarbeiten an den meisten Komponenten konnte abgeschlossen werden. Ein Teil der erforderlichen Geräte befindet sich bereits in der Fertigung.

Messungen zur Analyse höherer Resonanzen in der Beschleunigungsstruktur wurden begonnen und Programme zur Berechnung der Impedanzen dieser Modes erstellt. Außerdem wurde mit ersten Messungen zur Untersuchung von Dämpfungsmöglichkeiten für höhere Resonanzen begonnen.

#### *HF-Sender*

Der Auftrag für 8 Stück 500 MHz-Hochleistungsklystrons für je 500 bis 600 kW Ausgangsleistung bei 60% Wirkungsgrad, sowie für das unmittelbare Zubehör (Magnetgestelle), wurde Ende Mai 1976 vergeben. Die Vorführung eines Prototyps durch den Hersteller ist für August 1977, die Lieferung der ersten Serienröhre für Dezember 1977 vorgesehen. Zum Ende des Berichtjahres waren beim Hersteller die Berechnungen abgeschlossen, Konstruktionsunterlagen für zwei verschiedene Lösungswege erstellt und Einzelteile für Proberöhrenkörper beschafft und teilweise bearbeitet. Räume zur Aufnahme der größeren Fer-

tigungseinrichtungen (Ausheizstand) und des Prüfplatzes waren vorbereitet; die ersten Teile für die zur Prüfung der Klystrons erforderlichen Großgleichrichteranlage waren vom Unterlieferanten her eingetroffen.

Die mit diesen Klystrons zu bestückenden 4 Doppelsender werden bei DESY gebaut. Der erste Doppelsender, der im Februar 1977 geprüft und ab April 1977 in der PETRA HF-Halle Süd montiert werden soll, war am Ende des Berichtjahres innerhalb des Terminplanes im fortgeschrittenen Baustadium, d.h. die in Labors und Werkstätten gefertigten Einzelgeräte waren z.T. bereits in die aus mehreren Elektronikgestellen bestehende Anlage eingebaut. An einigen Anlageteilen (Ansteuerung, Frequenzaufbereitung, Phasenregelung, Signalübertragung auf hohes Gleichspannungspotential) wurden noch ausstehende Restentwicklungsarbeiten abgeschlossen.

Die im letzten Jahresbericht sowie in DESY S1-76/01, PET-76/02 beschriebene Meßanordnung wurde durch Differenzbildung auf der Hochfrequenzseite und Einführung einer Zeitmarke entscheidend verbessert. Dies wurde durch einen im eigenen Labor entwickelten Pulsgenerator für 100 psec-Pulse mit einer Amplitude von 4,5 V ermöglicht. Abb. 89 zeigt das Prinzip der verbesserten Meßanordnung.

Messung von „High Order Mode Losses“

Gemessen wurden im Berichtsjahr u.a. folgende für PETRA in Entwicklung bzw. im Bau befindliche Anlagenteile:

1. Cavity-Strukturen

- a) PETRA-Cavity (5 Zellen, eine Zelle)
- b) stapelbares Cavitymodell
- c) konische Übergänge (16° und 47°)
- d) Mode-Verluste in Abhängigkeit von der Bunchlänge

Ergebnis: Geringe Verluste bei konischen Übergängen; gute Übereinstimmung zwischen Theorie und Messung, die beim Cavity verglichen werden können.

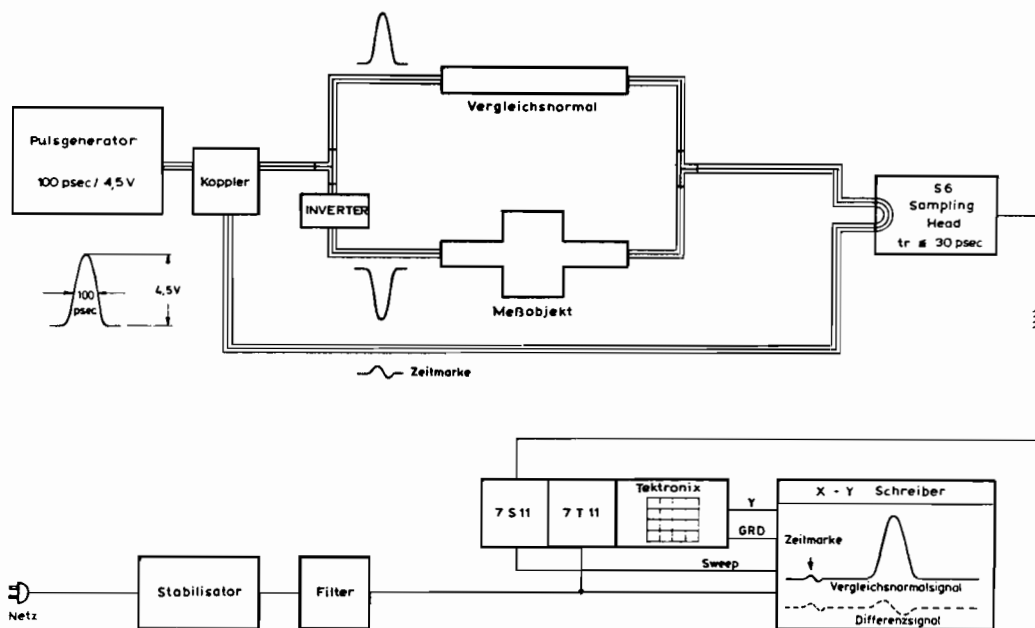


Abb. 89 Meßanordnung mit HF-Differenzbildung und Zeitmarke zur Messung kleiner Störungen der Vakuumkammerstruktur (26299)

## 2. Vakuumkammer-Verbindungen

### A) mit Gleitkontakt

Messung an 5 verschiedenen Modellen

### B) ohne Gleitkontakt

Messungen an Bellows, Metallgewebeverbindungen und geschlitzten Vakuumkammern.

Ergebnis: Ungeschützte Bellows sind wegen zu hoher Verluste nicht geeignet. Es ist möglich, sowohl Gleitkontaktverbindungen als auch Metallgewebeverbindungen mit niedrigen Verlusten zu konstruieren. Letztere haben den Nachteil geringer Wärmeleitfähigkeit.

## 3. Metallisierte Keramik-Vakuumkammer

Metallisierungsdicke zwischen 30 Å und 500 Å verändert

Ergebnis: Ab 100 Å keine Verluste mehr meßbar. Gute Übereinstimmung zwischen den Messungen und den von A. Piwinski durchgeführten Rechnungen.

## 4. Separator Modell

Untersuchung des Einflusses von Querschlitzen und Längsschlitzen sowie der Schirmwirkung des Raums hinter den Platten.

## 5. Kollimatoren, Schirm-Monitor, 3 Feedback-Anordnungen, Spiegel

Ergebnis: Insbesondere beim Schirmmonitor war eine Optimierung möglich.

In Zusammenarbeit mit Mitarbeitern der PETRA-Vakuum-Arbeitsgemeinschaft wurde ein HF-Resonator entwickelt, als dessen Bestandteil ein PETRA-Vakuum-Übergang mit mehr als 1 kA HF-Spitzenstrom geprüft werden konnte (gleichzeitig mit einem Vielfachen des effektiven in PETRA möglichen HF-Stroms über den Vakuumkammer-Übergang).

## Vakuum

Das Konzept des PETRA-Vakuumsystems wurde 1976 festgelegt. Es besteht insgesamt aus 30 Vakuumabschnitten, die in drei verschiedene Kategorien aufgeteilt werden können: Die Standardstruktur der Bögen, die Hochfrequenzstrecken in den langen geraden Stücken und die Experimentierstrecken der kurzen geraden Stücke im Bereich der Wechselwirkungspunkte. Im Gegensatz zu den existierenden Speicherringen wurden bei PETRA die Vakuumkammern und deren Verbindungsstellen möglichst „glatt“ gestaltet, um die Strahlenergieverluste durch Anregung von parasitären HF-Modes und damit zusätzliche Strahlinstabilitäten zu vermeiden.

Standard-Vakuumkammer: Die Bögen von PETRA werden aus den 7,2 m langen Standard-Vakuumkammern aus stranggepreßtem Aluminiumprofil aufgebaut. Die Konstruktion dieser Kammern wurde abgeschlossen; die stranggepreßten Aluminiumprofile sind bei DESY eingetroffen und werden weiterverarbeitet. Die Fertigung dieser Kammern wird in einer neuen und bereits eingerichteten Halle im DESY-Gelände durchgeführt. Die Aufträge für die mechanische Bearbeitung der Profile wurden erteilt und die Entwicklung der erforderlichen Techniken (Funkerosion zur Lochung der Kammerwand zwischen Pumpen- und Strahlraum, Kammerbiegung, Versilberung bzw. Vernickelung der Kammerenden usw.) abgeschlossen. Der erste Kammerprototyp wurde ebenfalls gefertigt (Abb. 90). Der „glatte“ HF-Übergang zweier Standard-Vakuumkammern wird über Federkontakte zwischen den gleitenden Kammerenden erreicht. Prototypen dieser Übergänge wurden im Labor mit Hochfrequenz bis zu einem Spitzenstrom von 2000 A erfolgreich getestet.

Das Vakuum in den Standard-Vakuumkammern wird mit Hilfe von integrierten Ionenzerstäuberpumpen, die das Magnetfeld der Ablenkmagneten nutzen, erzeugt. Sie erreichen

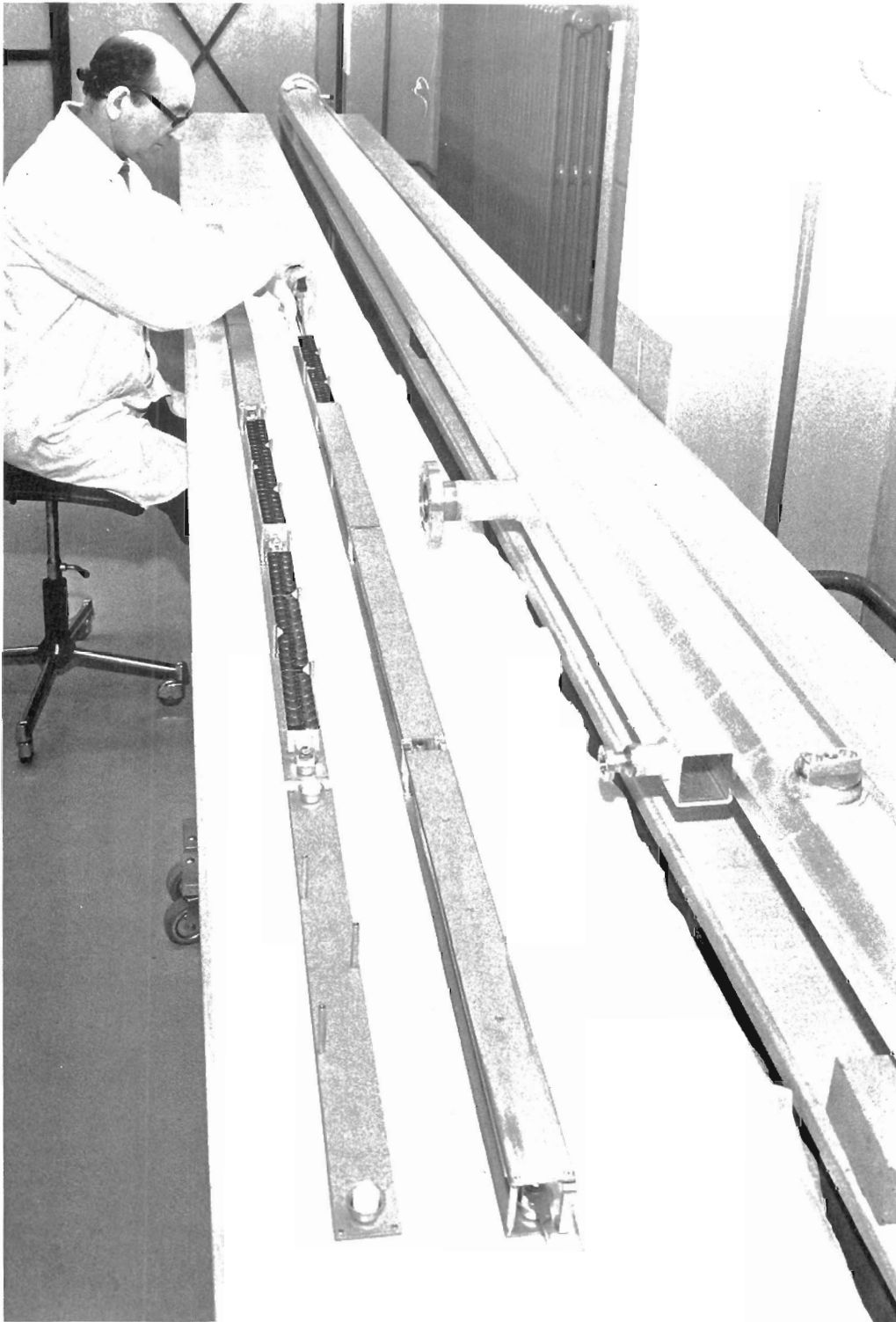


Abb. 90 Prototyp Vakuumkammer und Pumpenmontage

(25886/16a)

ein Saugvermögen von bis zu 650 l/s pro Kammer und sie wurden in Zusammenarbeit mit der RWTH-Aachen (I. Physikalisches Institut) entwickelt und erprobt. Ein großer Teil dieser Pumpen wurde bereits von der RWTH-Aachen geliefert.

Ein neues Reinigungsverfahren für die Standard-Vakuumkammern wurde in Zusammenarbeit mit CERN entwickelt. Mit Hilfe einer Argon-Glimmentladung, die zwischen den Anoden der integrierten Pumpen und den Kammerwänden brennt und die durch die funkenrodierten Löcher in den Strahlraum eindringt, können die Kammern im Ring gereinigt werden.

Dieses Verfahren, das an einer Testkammer erfolgreich erprobt wurde, wird die bisher erforderliche Maschinenzeit zur Kammerreinigung mit Synchrotronlicht erheblich verkürzen. Es ist beabsichtigt, auch die Kammern in den geraden Stücken nach diesem Verfahren zu reinigen. Hierzu werden Glimmelektroden aus Kupfer in Abständen von ca. 2 m in die betreffenden Kammern eingebaut.

Gerade Stücke: In den geraden Stücken von PETRA hat der Strahl einen größeren Aperturbedarf als in den Bögen. Im Bereich der großen Quadrupole in den Wechselwirkungszonen ist der Strahlquerschnitt besonders groß. Hier wurden die Kammerdimensionen so gewählt, daß nicht nur für die Standard-Optik, sondern auch für weiterentwickelte Optiken mit  $\beta$ -Werten bis zu 800 m genügend Apertur vorhanden ist.

Bestandteil der Kammern sind auch die Tanks der elektrostatischen Separatoren, mit denen die Strahlen in PETRA während der Injektion vertikal separiert werden. Der Übergang zwischen benachbarten Kammern mit unterschiedlichen Profilen wird so gestaltet, daß abrupte Sprünge vermieden und damit die HF-Verluste gering gehalten werden. Entwürfe für die aus Edelstahl bestehenden Kammertypen in den kurzen geraden Stücken wurden erstellt und die Konstruktionsarbeiten begonnen.

Die Konstruktion der Kammern für die langen geraden Stücke wurde bereits abgeschlossen und Fertigungstechniken erprobt. An den Stellen, die nicht mit HF-Beschleunigungsresonatoren bestückt sind, werden Edelstahlrohre eingesetzt. Die Kammern zwischen den Resonatoren und in den Quadrupolen werden aus Kupfer gefertigt. Diese Kammern haben Anschlüsse für Ionengetterzerstäuberpumpen und enthalten Absorber zum Schutz der Resonatoren gegen Synchrotronstrahlung.

Synchrotronstrahlung im Experimentiergebiet: Besondere Maßnahmen sind erforderlich, um die Synchrotronstrahlung in den kurzen geraden Stücken in der Nachbarschaft der Experimentiergebiete zu absorbieren. Die beleuchteten Stellen der Kammerwände werden durch spezielle Absorber aus einer Kupfer-Wolfram-Kombination abgedeckt. Durch Formgebung und Materialwahl für die Absorber wird erreicht, daß der Pegel der durch Compton-Effekt und Fluoreszenz gestreuten Strahlung möglichst klein gehalten wird, und daß die Streustrahlung nicht direkt in die Experimentierzone gelangen kann. Gleichzeitig wurde beim Entwurf der Absorber beachtet, daß die „Glattheit“ der Kammern nicht wesentlich gestört wird.

Ventile: Die 30 Vakuumabschnitte werden durch Viton-gedichtete Schieberventile abgeschottet. Herkömmliche Ventile sind für PETRA nicht geeignet, da diese im offenen Zustand die Glattheit der Kammern stören würden. Deshalb wurde ein Ventil entwickelt, das die angrenzenden Kammerenden im geöffneten Zustand durch eine Blende hochfrequenzdicht überbrückt. Da das Blendenprofil identisch mit dem Kammerprofil ist, wird das Ventil von den in PETRA gespeicherten Bunchen nicht bemerkt. Ein Auftrag für zwei Prototypen dieses Ventils wurde erteilt.

Pumpen und Meßgeräte: Zur Erzielung des Hochvakuums in den geraden Stücken sind 250 und 40 Ionengetterzerstäuberpumpen mit Saugleistungen von 400 l/sec bzw. 100 l/sec

erforderlich. Außerdem werden in den Bögen 260 wassergekühlte Haltepumpen mit hohem Gasdurchsatz und einem Saugvermögen von 30 l/sec eingesetzt. Diese Pumpen dienen zum Starten der integrierten Pumpen und zur Aufrechterhaltung des Vakuums bei abgeschalteten PETRA-Dipolmagneten. Außerdem werden sie an solchen Stellen, die nicht mit integrierten Pumpen bestückt werden können, eingesetzt. Alle Ionengetterpumpen werden von insgesamt 610 rechnergesteuerten Hochspannungsnetzgeräten gespeist. Ein Prototyp dieser Netzgeräte, die es erlauben, Drucke bis herab zu  $5 \cdot 10^{-10}$  Torr zu messen, wurde entwickelt und erfolgreich erprobt. Der Auftrag für die Serienfertigung wurde erteilt.

Zum Anpumpen dienen 34 mobile Turbomolekularpumpstände, die über handbetätigte Eckventile angeschlossen werden. Das Konzept für die Pumpstände wurde festgelegt. Alle Turbo- und Vorpumpen wurden bereits geliefert.

Die Meßausrüstung für das Vakuumsystem besteht aus 44 Pirani-Vorvakuummanometern, 10 Extraktor-Ionisationsmanometern und 34 Quadrupol-Massenspektrometern, die bestellt und teilweise ausgeliefert wurden.

Das Choppersystem am Linac II zur Erzielung des 32 ns Bunchrasters für die Positronen-zwischenspeicherung in DORIS wurde eingebaut und zusammen mit DORIS erfolgreich getestet. Pro Bunch wurden  $2,5 \cdot 10^7$  Positronen gemessen. Diese Zahl führt rechnerisch auf weniger als 2 min Füllzeit in PETRA für 80 mA mittleren umlaufenden Positronenstrom. Damit steht genügend Zeitreserve zur Verfügung für nicht 100%ige Transferwirkungsgrade bei der Zwischenspeicherung in DORIS, der Nachbeschleunigung in DESY und der Akkumulation in PETRA. Messungen der maximalen Intensität von in DESY beschleunigten Elektronen-Einzelbunchen ergaben  $5 \cdot 10^9$  Teilchen von Linac II und  $8 \cdot 10^8$  Teilchen von Linac I. Bei der Direktinjektion in PETRA folgt hieraus die Elektronenfüllzeit von 1,5 Minuten im Falle des L II resp. 10 Minuten für den L I.

*Injektion*

Damit erübrigt sich also die Zwischenspeicherung von Elektronen in DORIS, wie sie noch im Proposal vorgesehen war. Maßnahmen zum schnellen Umschalten des L II von  $e^+$ -Betrieb auf  $e^-$ -Betrieb wurden eingeleitet. Parallel hierzu wurde ein Entwicklungsprogramm zur Erhöhung des Einzelbunchstroms aus L I eingeleitet, um später PETRA simultan mit  $e^-$  aus L I und  $e^+$  aus L II zu füllen.

Die Konstruktion aller für die PETRA-Injektion benötigten Komponenten wurde abgeschlossen; die externe Beschaffung und die interne Fertigung eingeleitet. Alle Teile, die für die Zwischenspeicherung in DORIS, die 7 GeV-Ejektion aus DESY und die Transportwege innerhalb des DESY-Ringtunnels benötigt werden, wurden beschafft oder gefertigt, im Labor getestet und sind bereit für den Einbau in der Montagezeit im Januar 1977 (s. Abb. 91).

Die Dipol- und Quadrupolmagnete für die 7 GeV-Transferkanäle DESY  $\rightarrow$  PETRA wurden in Auftrag gegeben und sind bis zum Jahresende größtenteils ausgeliefert worden.

Die Fertigung der Pulssepta und Beambumpkicker für die PETRA-Injektion wurde begonnen.

Ausführliche Untersuchungen an Probeteilen metallisierter Keramikammern zur Bestimmung des Schirmungseffekts auf das simulierte Feld des umlaufenden Strahlstroms und der Rückwirkung auf das äußere Feld des simulierten Kickermagneten wurden unternommen. Die Rechnungen und Messungen stimmen gut überein, so daß die Keramikammern spezifiziert und in Auftrag gegeben werden konnten. Außer für die 8 PETRA-Kicker werden sie an weiteren Stellen im PETRA-Ring benötigt für Strahldiagnose, Feedbacksysteme u. ä.

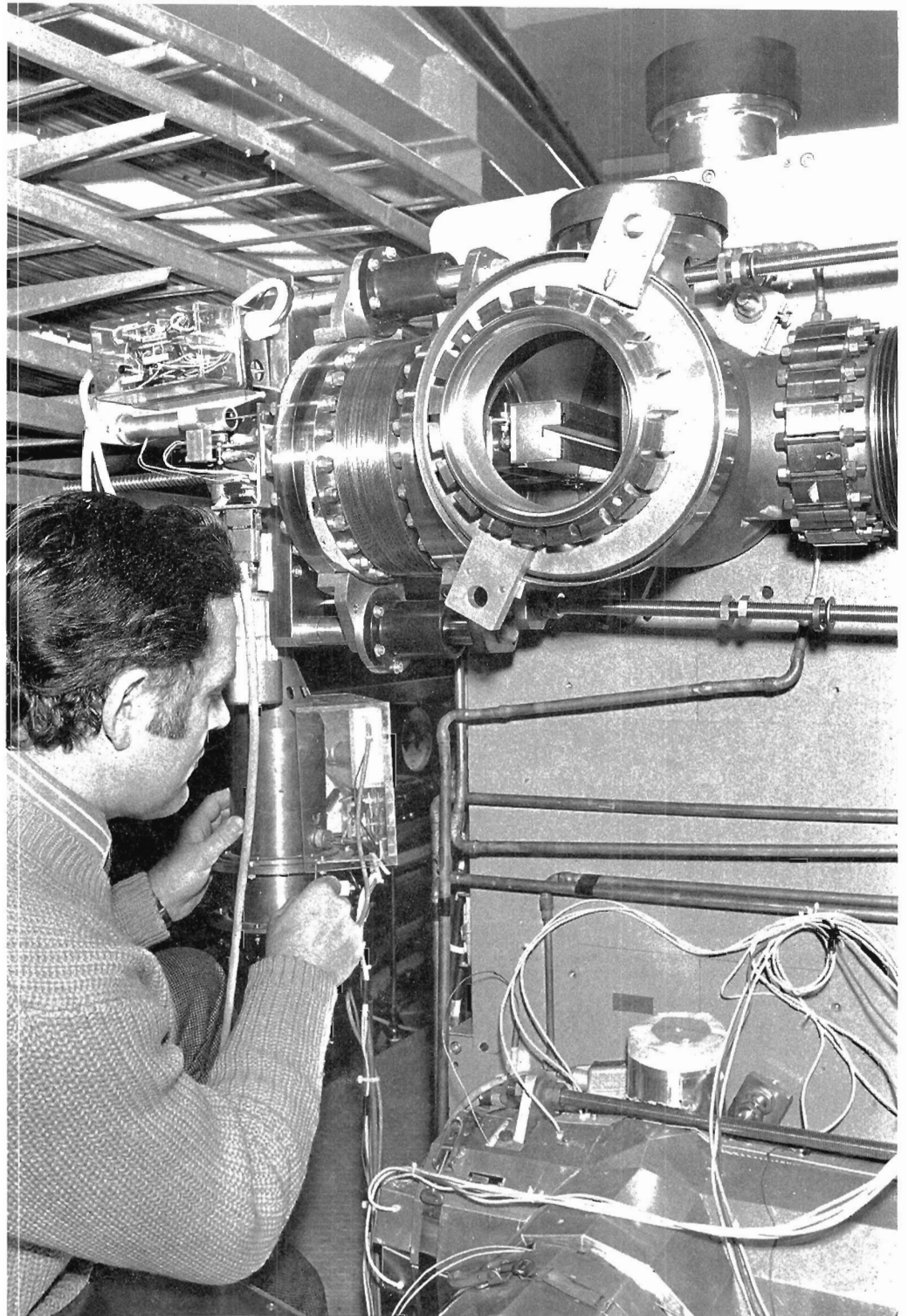


Abb. 91 Schneller Ejektionskicker (in DORIS eingebaut)

(25821/22a)



Rechner und Datenübertragung: Alle drei für das PETRA-Kontrollsystem bestimmten Rechner sowie ein großer Teil der peripheren Geräte wurden im Berichtsjahr geliefert, in Betrieb genommen und es wurde mit der Programmentwicklung begonnen.

Die Verbindung zwischen den Bedienungselementen im Kontrollraum und den Rechnern wird mit dem modular aufgebauten PADAC-System (Parallel Data Acquisition and Control) hergestellt. Mit der Entwicklung der Elektronik für dieses System wurde begonnen und einzelne Labormuster der PADAC Moduln sind schon gebaut und getestet.

Die im Speicherring anfallenden Daten werden mit Hilfe des SEDAC-Systems (Serial Data Acquisition and Control) in den zentralen Kontrollraum übertragen.

Die SEDAC-Elektronik befindet sich in den Unterkontrollstationen der Experimentier- und HF-Hallen. Die Planungs- und Vorbereitungsarbeiten für die Verkabelung zwischen diesen Stationen und den im Ringtunnel befindlichen Meßstellen (Monitore etc.) wurden weitgehend abgeschlossen, so daß mit der Verkabelung begonnen werden kann.

10 von insgesamt 20 Modultypen der SEDAC-Elektronik wurden gebaut und getestet. Mit der Serienproduktion der insgesamt ca. 800 benötigten Moduln wurde begonnen.

Monitore: Die Entwicklung der Strahlagemonitore und der Elektronik, die die sehr kurzen Monitorimpulse aufbereitet, wurde abgeschlossen, mit der Serienproduktion wurde begonnen. Ein Prototyp des Lagemonitors wurde in den  $e^-$ -Injektionsweg DESY-DORIS eingebaut. Die von den vorbeifliegenden  $e^-$ -Bunchen in den Monitorplatten induzierten (nur ca. 200 psec langen) Signale wurden beobachtet und die Strahlage bei mehreren bewußt herbeigeführten Lageänderungen gemessen.

Insgesamt werden 120 Monitore in die PETRA Vakuumkammern eingebaut. Die Einbaupositionen der Monitore wurden so festgelegt, daß der Phasenvorschub zwischen benachbarten Monitoren immer ca.  $90^\circ$  beträgt. Hierdurch wird ein hohes Maß an Information über die Strahlage in PETRA gewährleistet.

Mit weiteren Monitoren sollen transversale und longitudinale Strahlschwingungen, das Strahlprofil, der Strahlstrom und die Lebensdauer gemessen werden. Diese Monitore wurden entworfen und teilweise gebaut.

Interlock: Das PETRA-Interlocksystem umfaßt das Maschineninterlock, das Personeninterlock und die Strahlungsüberwachung. Das Interlocksystem wurde entworfen und ein Teil der notwendigen Geräte wurde bereits gebaut.

Die PETRA-Magnete werden über Stromschienen aus Aluminium mit Strom versorgt. Anfang 1976 wurde das Schienenkonzept festgelegt, und alle erforderlichen Konstruktionsarbeiten durchgeführt.

Die Stromschienen bestehen aus Aluminiumflachprofil von hoher Reinheit (99,5%). Sie sind an der Tunnelwand in 4 Ebenen zu 7 Lagen nebeneinander angeordnet (Abb. 92). Für verschiedene Magnetströme wurden 3 Profilquerschnitte ausgewählt. Die untere Ebene aus  $120 \times 12 \text{ mm}^2$  Querschnitt für alle Bogenquadrupole, die 2. Ebene aus  $80 \times 12 \text{ mm}^2$  für alle Sextupole und die oberen Ebenen für die restlichen Quadrupole aus  $100 \times 12 \text{ mm}^2$ . Dadurch konnte ein Minimum von Strom- und Aluminiumkosten erzielt werden.

In allen geraden Tunnelstücken werden für die Verbindung der Ablenkmagnete zusätzlich 2 Schienen  $100 \times 12 \text{ mm}^2$  auf die beiden unteren Ebenen gelegt.

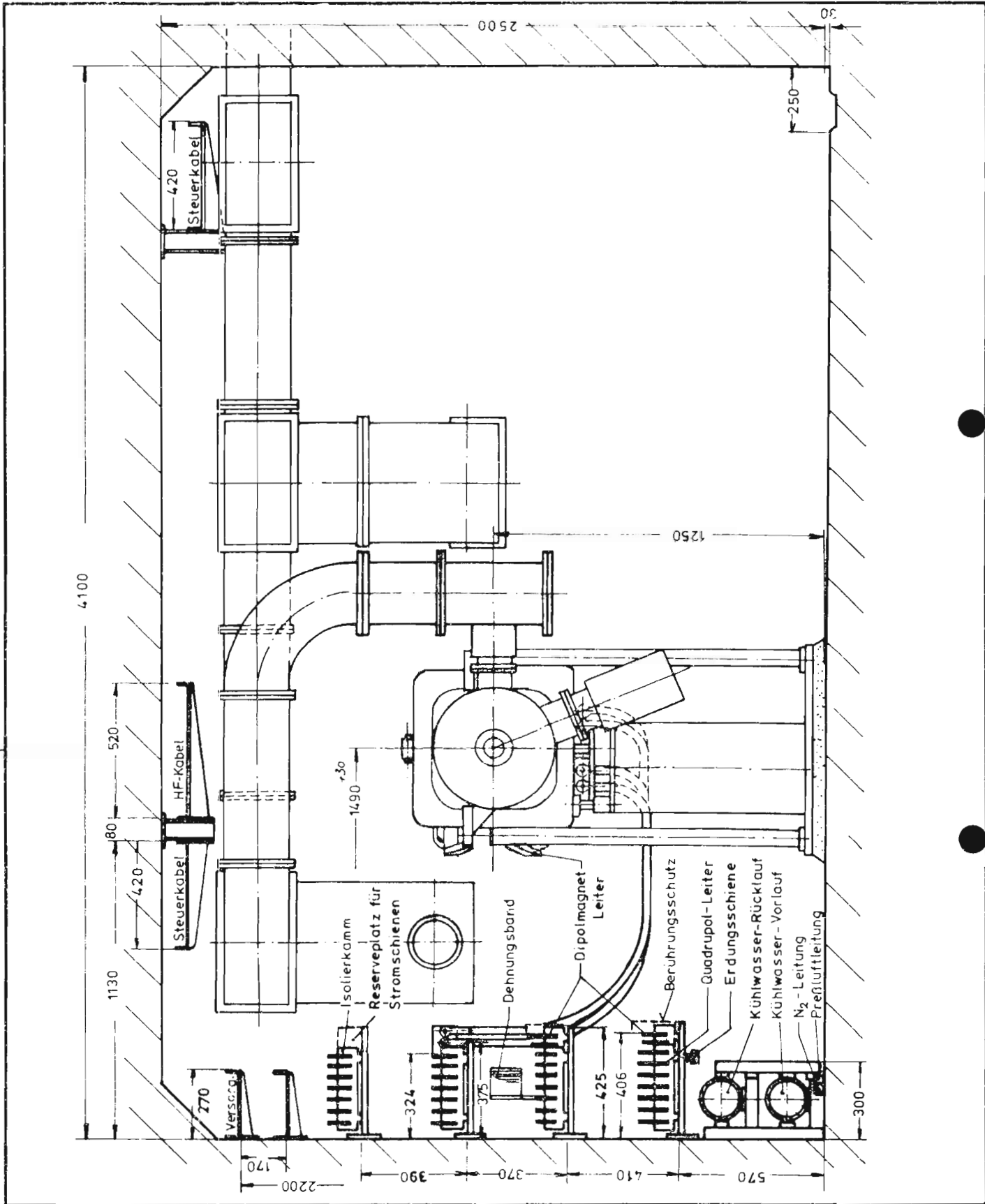


Abb. 92 PETRA-Tunnelquerschnitt (an der linken Tunnelwand sind die Stromschienen erkennbar)

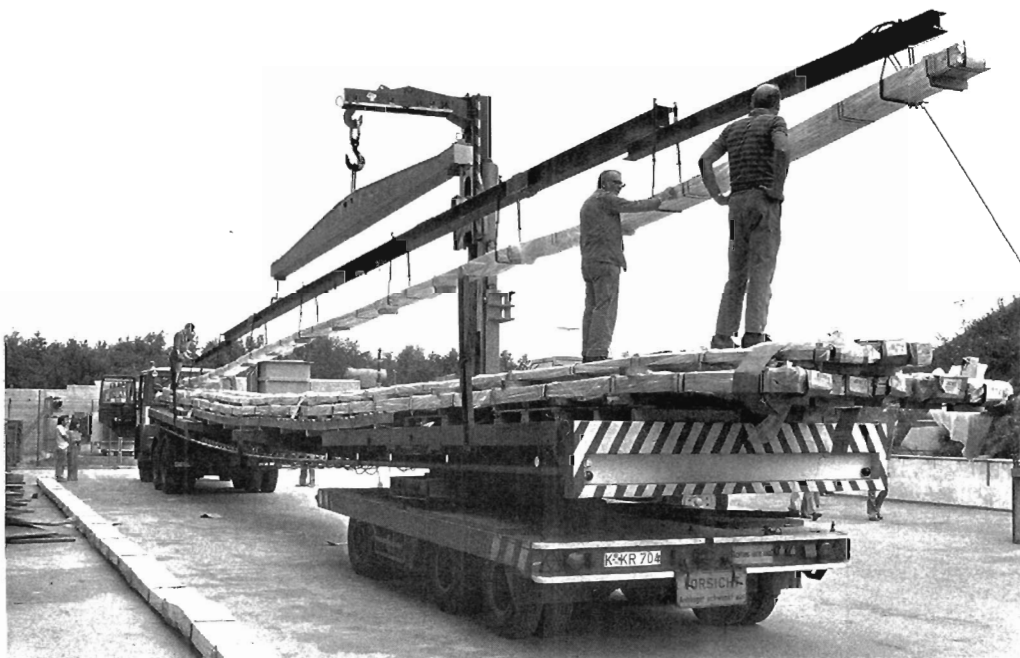


Abb. 93 Lieferung von Stromschiene

(26255/33a)

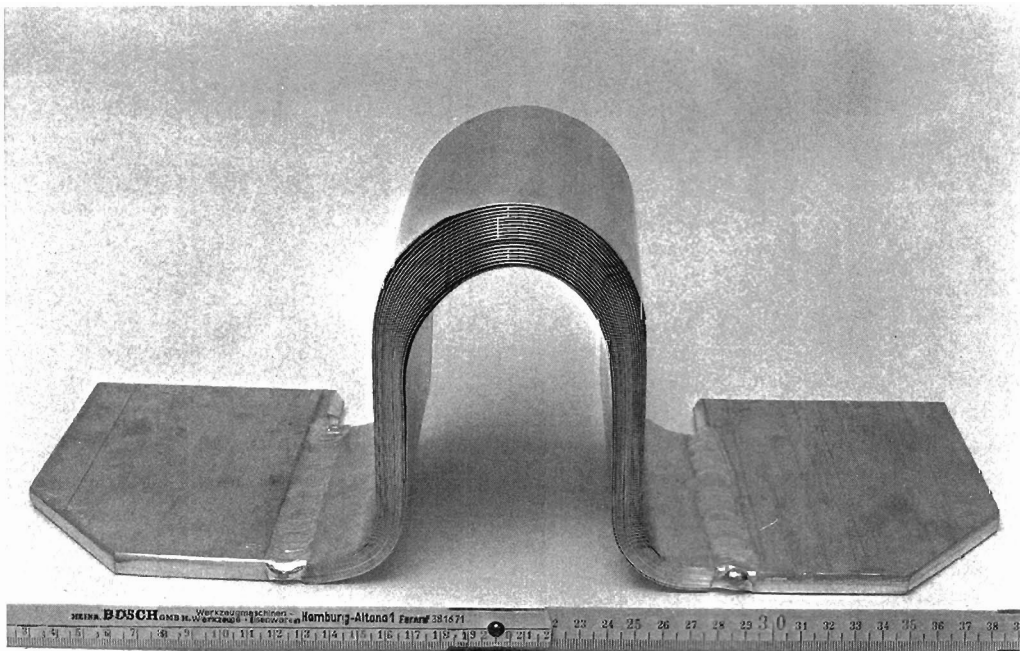


Abb. 94 Dehnungsband

(25821/3)

Bis Ende 1976 waren alle 70 km Flachaluminiumschienen mit einem Gesamtgewicht von 240 t bestellt und in 14 m- und 24 m-Längen geliefert (Abb. 93).

Die Einzelschienen werden zur Aufnahme der Wärmedehnung (35 mm) am Ende mit einem Dehnungsband aus  $20 \times 0,5$  mm dicken Reinaluminiumblechen verschweißt (Abb. 94). Für



Abb. 95 Stromschienenmontage

(25821/8)

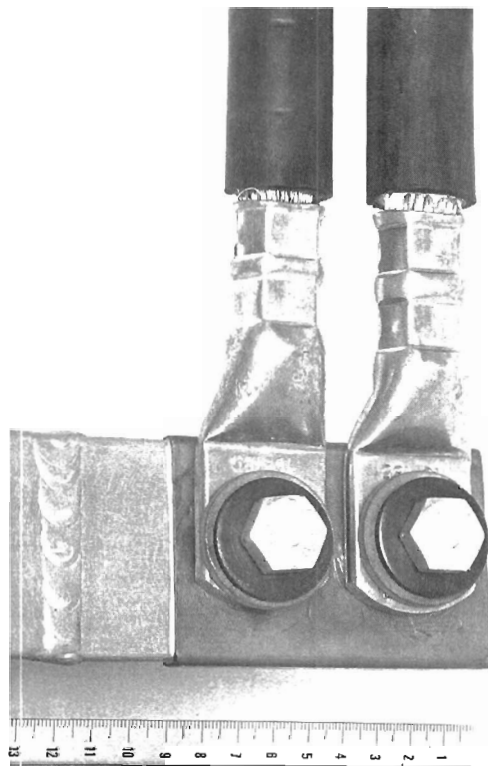


Abb. 96 Kabelanschluß

(25821/2)

den gesamten Ring werden 2400 dieser Dehnungsbänder benötigt, von denen bis Ende 1976 in der DESY-Werkstatt mit Unterstützung vom Hallendienst 1000 Tafeln Aluminiumblech in Streifen geschnitten, 400 Dehnungsbänder komplett und weitere 1600 Stück teilweise fertig werden konnten.

Die Biegefestigkeit der Schweißnähte wurde auf einem Versuchsstand geprüft und nach 8000 Hüben – entspricht 20 Jahre Betriebszeit – erfolgreich abgeschlossen. Jede Schiene erhält auf halber Länge einen Festpunkt. Die Schienen liegen elektrisch isoliert in Kämmen aus glasfaserverstärktem Nylonpolyamid und werden mit normalen Auslegern an der Tunnelwand befestigt (Abb. 95).

Ende 1976 waren alle 7000 Isolierkäme und Ausleger geliefert.

Der Anschluß an die Quadrupole und Sextupole erfolgt über angeschweißte Aluminiumabgänge mit kupferplattierten Anschlußstücken und angeschraubten flexiblen Kupferkabeln (Abb. 96).

Es wurden zusätzlich Stromabgänge für mehrere Einschuboptiken vorgesehen.

Nach erfolgter Bauübergabe des 1. Halbkreises NOR an DESY, im September 1976, begann die Ringmontage. Seitdem wurden bis Ende 1976 3 Oktanten mit Kabelpritschen (1800 m), Auslegern, Isolierkämmen (2000 Stück) und ca. 1200 m Ringkühlleitungen aus Aluminium bestückt (Abb. 97).

*Ringmontage*

Für die Befestigung der Magnetgestelle am Tunnelboden wurden ca. 1000 Löcher von 32 mm Durchmesser nach einem DESY-Verfahren mit Diamantkronen gebohrt (Abb. 98).

Außerdem konnten bis Ende 1976 ca. 170 t 24 m-Aluminiumschienen zur Zwischenlagerung in den Tunnel transportiert werden. Die hierfür erforderlichen Traversen und Transportwagen wurden vom Hallendienst beschafft oder gefertigt (Abb. 99/100).

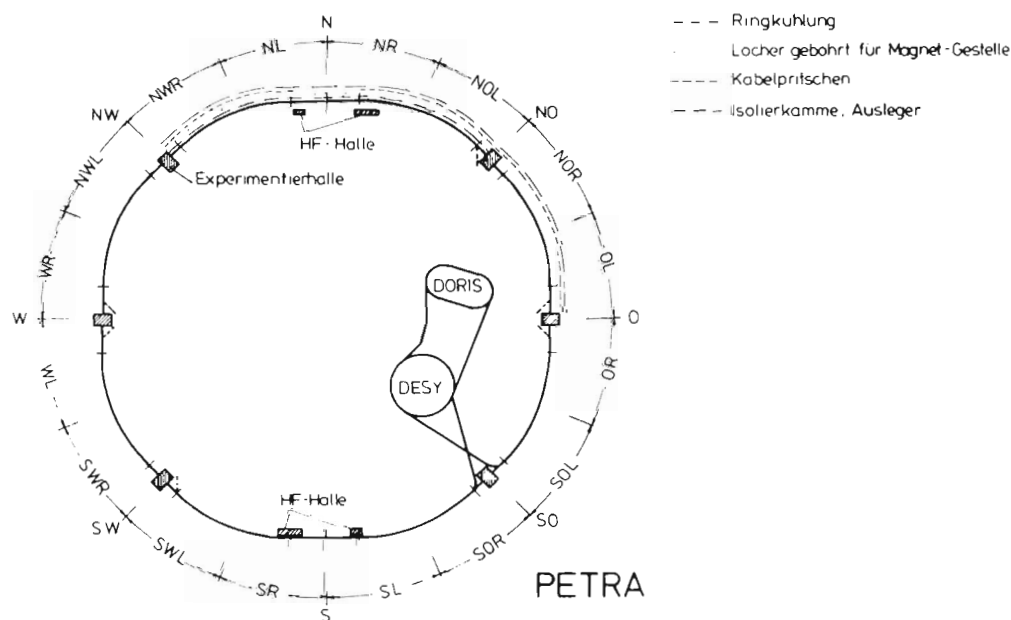


Abb. 97 PETRA-Ringmontage (Stand 31. 12. 1976)

(25983)



**Abb. 98 Bohren der Löcher für die Magnetgestelle**  
(25372/25)

Für die Einzelteilefertigung der Stromschienenkomponenten wurden weiter diverse Rohr-  
Biege- und Schweißvorrichtungen vom Hallendienst gefertigt.

Die Aufstellung aller Montagearbeiten und ihre Terminüberwachung wird mit dem IBM-  
Rechner mittels PROJACS vorgenommen und überwacht.

#### *Energieversorgung*

Die Primärenergieversorgung mit Drehstrom erfolgt für PETRA von den beiden bei DESY  
und DORIS vorhandenen 10 kV-Netzen aus. Die dafür erforderlichen Kabelverbindungen  
wurden zum Teil verlegt, und Aufträge auf 4 Transformatorstationen und auf den Ausbau  
von vorhandenen Schaltanlagen zum Anschluß der neuen Verbraucher wurden erteilt. Ein  
Teil der 380 V-Verteilungsanlagen wird in der eigenen Werkstatt erstellt.

Für alle Teile der Senderstromversorgung wurden detaillierte Projektierungsarbeiten  
durchgeführt.

In Abstimmung mit den Erfordernissen des Senderbetriebes konnten gegenüber den  
bisher eingesetzten Anlagen wesentliche Vereinfachungen dadurch erzielt werden, daß  
die Ausgangsgleichspannung ungergelt und weniger geglättet zur Verfügung gestellt  
werden kann. Zur Vermeidung von Ausgleichsvorgängen nach dem Einschalten und zum  
individuellen Einstellen der Spannung für jeweils einen Sender mit 2 Klystrons werden  
Stufentransformatoren mit unter Last schaltbaren Wicklungsanzapfungen und für einen  
Stellbereich von 50% verwendet. Eine Analyse der Verhältnisse im Betrieb und der

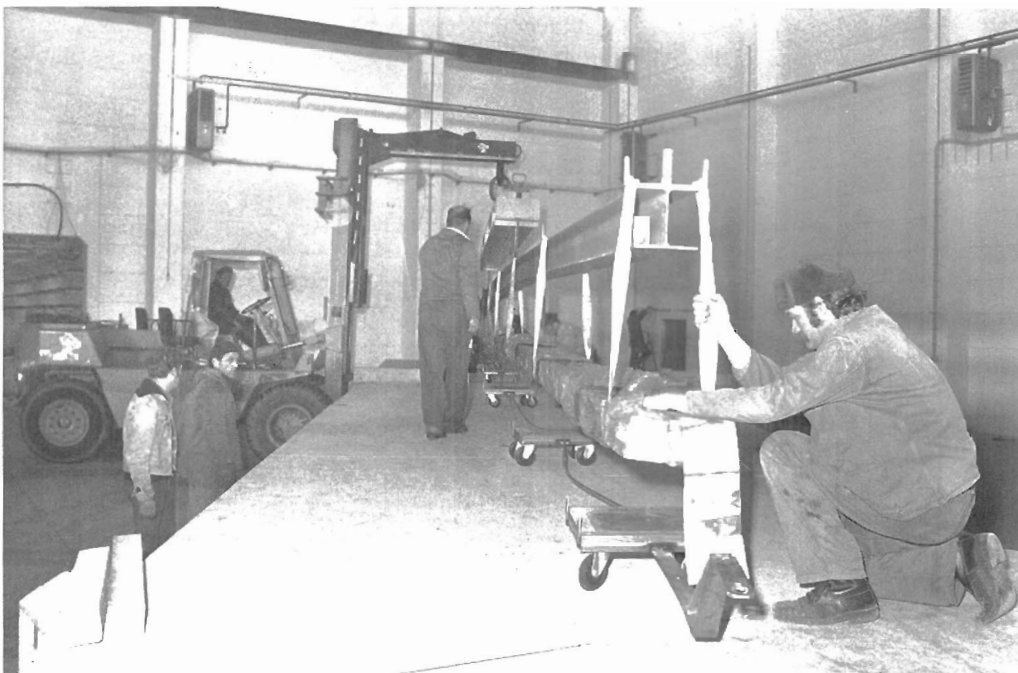


Abb. 99/100 Transport der Stromschienen

(25708/16 - 21)

Gestehungskosten zeigte, daß Aggregate mit je einem Stell- und Gleichrichtertransformator am günstigsten sind. Die anderen Baugruppen sind Hochspannungs-Diodengleichrichter mit zwölfpulsiger Ausführung mit Glättungsdrosselspule; Schutzeinrichtungen zur Entlastung der Klystrons bei inneren Kurzschlüssen und Schaltanlagen mit Leistungsschaltern, die Auslöse- und Steuerfunktion haben. Zur Einsparung von umbautem Raum werden die meisten Elemente im Freien aufgestellt. Insgesamt wird den HF-Sendern eine

Wirkleistung von 8,8 MW zugeführt, die auf 4 Stromversorgungseinrichtungen aufgeteilt zur Verfügung gestellt wird. Die Anodenspannung an den Senderröhren kann bis zu 58 kV betragen, und die Eingangs-Scheinleistung aller Anlagen beträgt 10 MVA. Außer den genannten 3 Baugruppen, die von der Industrie geliefert werden, müssen die Anlagen später mit Glättungskondensatoren, Widerständen, einer Relaissteuerung und Überwachungseinrichtungen komplettiert werden. Alle Anlagen für die HF-Sender wurden in Auftrag gegeben, die Steuerungen dafür werden bei DESY entwickelt und gefertigt.

Für die Wasserkühlung aller Verbraucher im Ringtunnel und in den Injektionskanälen wurde die Leitungsführung konstruiert, und die Aufträge auf Material und Verlegung erteilt. Ein Teil der Aluminium-Sammelleitungen des Ringtunnels wurde montiert. Die Kühlanlage wird ein Anschluß an den vorhandenen DESY-Kühlturm erhalten. Die dafür erforderlichen Leitungen sind verlegt worden. Die Konstruktionsarbeiten für die Wasserkühlung aller HF-Komponenten haben begonnen.

Alle Anlagen zur Lüftung des Ringtunnels, der Hochfrequenz- und Experimentierhallen wurden projektiert; ein Teil der lufttechnischen Ausrüstung konnte bereits ausgeliefert werden. Mit der Entwicklung eines 500 W-Netzgerätes für die Strahlkorrekturen wurde begonnen. Der dafür gewählte Typ zeichnet sich durch niedrige Verlustleistung aus.



## Aufbau der Experimente (S2)

Im Berichtszeitraum erweiterte sich der Umfang der für das PETRA-Projekt geleisteten Arbeiten erheblich, insbesondere auf den Gebieten der Vermessung, der Planung und Durchführung der Montage, der Entwicklung und Erprobung von Komponenten für Monitore und Kontrollen. Darüber wird an entsprechender Stelle im Zusammenhang berichtet.

Die starken Stürme in den ersten Tagen des Jahres haben auch beim DESY ihre Spuren hinterlassen. Gemeinsam mit G1 mußten im Noteinsatz über längere Zeit Schäden beseitigt und der Inhalt der zerstörten Tragflughalle geborgen werden.

In der Halle I wurde am  $e^-$ -Strahl 8c das Experiment der Gruppe F36 ( $\gamma + p = \text{PPP}$ ) wieder neu aufgebaut und in Betrieb genommen.

Beim Strahl 8a sind im vorderen Bereich Testmöglichkeiten für Zähler und Kammern und auch zum Eichen von Quantametern bzw. SEM's geschaffen worden. Dazu wurden u.a. Einrichtungen zum ferngesteuerten Verfahren von großräumigen Cerenkovzählern gebaut.

Im hinteren Bereich des Gebietes von Strahl 8a wurde durch Einbau des „Fliegenauges“ das gemeinsame Experiment F32/34 (Elektroproduktion von  $\pi^0$ -Mesonen) vervollständigt.

Das Gebiet des Teststrahl 14 ist erheblich erweitert worden.

Für die Gruppe F31 (Mesonen) wurde das Zweiarmspektrometer in verschiedenen Winkelpositionen ( $13^\circ$ ,  $15^\circ$ ) aufgestellt.

In der Halle II wurden an allen Experimenten und Teststrahlen Auf- und Umbauarbeiten vorgenommen, wobei auswärtige Benutzer an den Teststrahlen in größerem Rahmen betreut wurden.

In Halle IV am Speicherring wurde der PLUTO-Detektor wieder in die südliche Wechselwirkungszone gefahren und aufgebaut im Austausch gegen das Experiment der Gruppe F12/Heidelberg.

Das Experiment BONANZA von F12/Bonn/Mainz ist für Testmessungen außerhalb der großen Grube vervollständigt und für den später vorgesehenen Einbau in die südliche Wechselwirkungszone vorbereitet worden.

In der Halle II wurden für die Serienfertigung von großen Driftkammern ( $5,7 \times 3,2 \text{ m}^2$ ) der Gruppe F21 ein entsprechender Arbeitsplatz mit staubfreiem Raum eingerichtet.

Da die PETRA  $e^+$ -Ejektion den  $e^-$  Strahl 8 innerhalb eines Ablenkmagneten kreuzt, mußten für die Strahlführung neue Komponenten gebaut werden. So wurden u. a. die Kreuzkammer von uns konstruiert, bei W41 gebaut und dann in einen entsprechend umgebauten Magneten eingesetzt.

Weitere Vakuumkomponenten wurden teils von uns, teils von HSV bereitgestellt.

Neben der üblichen Betreuung von Cerenkov-Zählern wurde im Berichtszeitraum der große Zähler der Gruppe F36 komplett umgebaut. Einige Cerenkov-Zähler mußten wieder einer Sicherheitsprüfung durch den TÜV unterzogen werden, da sie unter die Druckbehälter-Bestimmungen fallen.

## Energieversorgung (K)

Im Jahre 1976 wurden folgende Vorhaben abgeschlossen:

### *Stromversorgung DORIS 5 GeV*

Im Rahmen dieses Vorhabens wurden weitere 8 Stromquellen des Universaltyps 700 V, 1250 A erfolgreich in Betrieb genommen. Mit den dazu erforderlichen Erweiterungen der Schutz-, Überwachungs- und Fernbedienungseinrichtungen sowie den Änderungen in den Anschlußverkabelungen konnte dieses Vorhaben abgeschlossen werden.

### *Kompensations- und Filteranlagen für das DORIS-Drehstrom- netz*

Die Montage dieser Anlage, die im wesentlichen aus Drosselspulen und Kondensatoren besteht, begann im Juni, und Anfang August konnte ein Teil in Betrieb gehen. Nach der Fertigmontage und nach der Inbetriebnahme von 3 Leistungsschaltern fanden im November die Abnahmeprüfungen statt. Danach werden die von uns gestellten Forderungen für den Filtergrad der einzelnen Oberwellenströme eingehalten, und die Auswirkungen der Einschaltströme sind so gering, daß sie den Betrieb empfindlicher Verbraucher nicht beeinflussen. Die bei 50 Hz erzeugte induktive Blindleistung ist ausreichend, um sowohl das 10 kV-Drehstromnetz DORIS als auch das von DESY zu kompensieren, was sich in einer Reduzierung der Stromkosten bemerkbar macht.

### *Soll-Ist-Vergleich für Stromquellen zur Magneterregung*

Fokkussierungs-, Ablenk- und Spektrometermagneten von Experimentierstrahlen werden von geregelten Gleichstromquellen erregt. Durch Störungen im Regelsystem bedingte Abweichungen der Ströme vom eingestellten Sollwert werden nicht ohne weiteres bemerkt und können deshalb bewirken, daß ganze Meßserien für Experimente wiederholt werden müssen. Es war deshalb erforderlich, eine Multiplex-Einrichtung zu entwickeln, die es gestattet, sämtliche im Betrieb befindlichen Gleichstromquellen für die Experimente am DESY abzufragen und dabei den jeweils digital vorgegebenen Sollwert mit dem dazugehörigen digitalisierten Istwert zu vergleichen. Steuerung und Auswertung erfolgen mit einem Tischrechner, der es gestattet, in der Vorgabe für die Auswertung flexibel zu sein. Das Gerät wurde im Teilbetrieb längere Zeit mit Erfolg getestet und am Ende des Berichtszeitraumes komplettiert. Sein Einsatz hat sich als so vorteilhaft erwiesen, daß erwogen wird, eine solche Überwachung auch für andere Stromkreise einzusetzen.

### *Erweiterung der Grundwasser- Filteranlage*

Die Filteranlage für unser selbstgefördertes Brunnenwasser mußte der im Laufe der Zeit vergrößerten Förderkapazität durch Addition eines 3. Entsäuerungsfilters angepaßt werden. Zusätzlich wurden ein Silo mit Fördereinrichtung zum Beschicken von Dolomit-Filtermaterial und ein Wasser-Vorratsbecken errichtet. Der Wasservorrat dient zum Rückspülen der Filter, wozu in periodischen Abständen kurzzeitig große Wassermengen gebraucht werden, die bei direkter Entnahme aus dem Wassernetz nicht erlauben würden, das geförderte Wasser voll zur Kühlung zur Verfügung zu stellen.

Die Maßnahmen zur Brandvorsorge wurden fortgeführt. Insbesondere erfolgten im Berichtszeitraum die Installation des größten Teiles der stationären Wasserlöschanlagen im DESY-DORIS-Bereich und die Verlegung der dazu erforderlichen Wasserzuleitungen von unserem Kühlwassernetz. Eine zusätzliche Schutzeinrichtung, welche die Impedanz der angeschlossenen Last unserer Gleichstromquellen mißt und beim Unterschreiten eines eingestellten Wertes deren Abschaltung auslöst, wurde entwickelt.

## Strahlenschutz (D3)

Entsprechend der neuen Strahlenschutzverordnung, die 1977 in Kraft treten wird, muß nachgewiesen werden, daß an der Geländegrenze die von DESY herrührende Strahlungsdosis nicht größer als 150 mrem pro Jahr ist. Da diese Dosis etwa so hoch ist wie die natürliche Strahlenbelastung, müssen an die Empfindlichkeit der ortsfesten Meßgeräte besondere Anforderungen gestellt werden. Wir verwenden zur Messung der Neutronen- und  $\gamma$ -Dosis Thermolumineszenz-Dosimeter. Die Empfindlichkeit und Genauigkeit dieser Geräte wurde dadurch gesteigert, daß wir eine störende Lumineszenz (Chemielumineszenz) durch eine geeignete Vorbehandlung ausschalten konnten. Ferner wurde die Eichkonstante der Geräte speziell für das bei DESY vorkommende Neutronenspektrum bestimmt.

Alle Strahlenschutzmessungen zeigen, daß nicht nur die Ortsdosen, sondern auch die Personendosen, Aktivitätskonzentrationen in Luft und Wasser und staubförmige Kontaminationen sicher unterhalb der zulässigen Grenzwerte lagen.

Besonders zusammengestellt wurden die Messungen, die am Speicherring DORIS durchgeführt wurden. Sie dienen u. a. auch dazu, Voraussagen über die Strahlenbelastung durch den Speicherring PETRA, insbesondere über eine mögliche Aktivitätskonzentration in der Luft, zu machen. Aus dem gleichen Grunde haben wir ausführliche Messungen der radioaktiven Aerosole in der Luft unserer Beschleuniger angestellt. Wir können zeigen, daß diese an Elektronenbeschleunigern zu vernachlässigen sind. Eine Dokumentation der gesamten Strahlenmeßanlagen wurde abgeschlossen, die Erweiterung dieser Anlagen für PETRA in enger Zusammenarbeit mit der Gruppe F51 geht termingemäß voran.

Das im Vorjahr durchgeführte Abschirmexperiment wurde fertiggestellt. Die gewonnenen Daten gestatten es, Abschirmberechnungen für hochenergetische Elektronenbeschleuniger besonders einfach durchzuführen. Es wurden die Dosisleistungen der Elektron-Photon-Komponente gemessen, die entstehen, wenn ein Elektronenstrahl unter verschiedenen typischen Geometrien auf ausgedehnte Eisentargets fällt, ferner die Abschirmwirkung der wichtigsten Abschirmmaterialien bezüglich dieser Streustrahlung. Bei einem ausführlichen Vergleich der Meßergebnisse mit Monte-Carlo-Rechnungen ergab sich sehr gute Übereinstimmung.

Auf dem Gebiet der hochenergetischen Kernphysik wurden zwei Arbeiten in Zusammenarbeit mit der Universität Lund und dem Department of Physics der Pennsylvania State University abgeschlossen. Wir bestimmten die Wirkungsquerschnitte für spallation-Reaktionen an  $^{27}\text{Al}$  und  $^{51}\text{V}$ , die durch Elektronen und Photonen im Energiebereich 130–580 MeV hervorgerufen werden. Ferner wurden für diese Kerne im gleichen Energiebereich die totalen Wirkungsquerschnitte für Pion-Einzelerzeugung durch Elektronen und durch Photonen gemessen; sie wurden verglichen mit Rechnungen auf Grund des Schalenmodells unter Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Pion und Kern im Endzustand.

**Bereich Zentrale Datenverarbeitung,  
Entwicklung und Betrieb**

## Vorbemerkung

Der Bau des Speicherrings PETRA hat im Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb besonders die technischen Dienste in Anspruch genommen, in den anderen Gruppen den Umfang der Neuentwicklungen verringert. Die bisherigen Dienstleistungen konnten jedoch gehalten und teilweise auch ausgebaut werden.

Die Belastung des Rechenzentrums hat sich weiter verstärkt, konnte aber durch verbesserte Diagnosen und durch apparative Ergänzungen aufgefangen werden. So brachte eine Umrüstung der Bändeinheiten auf höhere Schreibdichte gleichzeitig eine Erhöhung der Übertragungsgeschwindigkeit und verhinderte das weitere Anwachsen des Bandarchivs. Das Angebot an Datensichtgeräten konnte erweitert und die Programmunterstützung weiter verbessert werden.

Der Aufbau des HPD II wurde planmäßig soweit abgeschlossen, daß mit der Inbetriebnahme aller vier Filmtransporte Anfang 1977 eine Meßanlage zur Verfügung steht, die sofortige parallele Verarbeitung zusammengehöriger Ereignisansichten gestattet.

Das „Online-link“ hat die Entwicklung eines programmierbaren Interfaces eingeleitet, das einen flexiblen Zugang zur Rechanlage ermöglichen und universell einsetzbar sein soll.

Der supraleitende Detektormagnet PLUTO stand während des ganzen Jahres für Experimente in einer Wechselwirkungszone von DORIS zur Verfügung und hat dabei hohe Zuverlässigkeit bewiesen.

Bei den technischen Diensten waren Konstruktionen, Fertigung und Fertigungshilfen für die PETRA-Komponenten wichtige Punkte der zur Verfügung gestellten Leistungen: besonders zu erwähnen sind Komponenten für die Einschußwege, das Vakuumsystem und die Ablenkmagnete. Daneben begannen die Arbeiten für die PETRA-Experimente.

Zur Unterbringung der im Rahmen der PETRA-Experimente zeitweise bei DESY befindlichen zahlreichen auswärtigen Wissenschaftler konnte der erste Bauabschnitt eines 2. Wissenschaftler-Wohnheims fertiggestellt werden.

## Datenverarbeitung

Rechenzentrum -R1-

Die Belastung der Rechenmaschine ist im Berichtszeitraum weiter angestiegen. So wurden 302000 Jobs bearbeitet, das sind 12% mehr als im Vorjahr. Auch die mittlere CPU-Zeit pro Job erhöhte sich von 97 sec (1975) auf 103 sec. Erfreulich ist dabei die Entwicklung der Verweilzeit. Die gesamte Verweilzeit aller Batch-Jobs zusammen ist im Berichtsjahr trotz größerer Jobzahl und höherer CPU-Aktivität 22% niedriger als 1975.

Die Rechenanlagen sind etwa seit Mitte des Berichtsjahres über längere Zeiten gesättigt. Daß dennoch eine ständige Steigerung des Durchsatzes erreicht werden konnte, hat folgende Ursachen:

### a) Tuning und Modifikation des Betriebssystems

Durch verstärkten Einsatz von Software-Monitoren konnten Engpässe im System besser diagnostiziert und entweder durch Anpassung der Parameter oder durch Änderung von Betriebssystem-Komponenten beseitigt werden (z.B. Reduzierung der Pagingrate durch gezielten Einsatz des LSTOR-Parameters im ASP, Modifikation von Linkeditor und TSO zur Vermeidung überflüssiger Enqueues).

### b) Umrüstung der Bandeinheiten

10 Bandeinheiten im Rechenzentrum sind Mitte 76 auf die höhere Aufzeichnungsdichte von 6250 bpi umgestellt worden. Gleichzeitig erhöhte sich bei dieser Umstellung die Transfer-Rate zwischen Bandeinheiten und CPU auf 1.25 MB/sec, wodurch die Verweilzeit von Bandjobs reduziert wurde.

Ein erwünschter Nebeneffekt ist die größere Kapazität der Bandrollen. Man hofft, durch Kondensierung der Datenbestände zunächst bei dem Bandbestand von 11000 Bändern bleiben zu können.

Im November 76 sind die Hauptspeicher beider Systeme auf 3 Megabyte erweitert worden. Die dadurch drastisch reduzierte Paging-Rate sollte sich sowohl auf die Antwortzeiten im TSO als auch auf die generelle CPU-Nutzung der Maschinen positiv auswirken. Wegen der starken Schwankungen im Rechenzentrumsbetrieb lassen sich solche Wirkungen jedoch erst bei Mittelung über große Zeiträume nachweisen.

Das Time-Sharing-System TSO wurde im Berichtsjahr auf 19 Bildschirm-Terminals ausgedehnt. Außerdem wurde fast der gesamte Umfang von TSO den Benutzern zur Verfügung gestellt, so daß jetzt Programme in mehreren Programmiersprachen interaktiv kompiliert und ausgeführt werden können. Die Benutzung von TSO hat während des Berichtsjahres sowohl in der absoluten Teilnehmerzahl wie auch in der Zahl der gleichzeitig aktiven Teilnehmer ständig zugenommen.

Im September wurde eine Datenstation (bestehend aus Karten-Leser und -Drucker) im II. Institut an das DESY-Rechenzentrum angeschlossen.

Die Konfiguration der Rechenanlage mit den bevorstehenden Änderungen zeigt Abb. 101.

Die Informationsreihe für die Rechenzentrumsbenutzer DESY-R-Info wurde wesentlich erweitert; der Schwerpunkt lag auf Testhilfen, die auch wenig erfahrenen Benutzern die Fehlersuche erleichtern.

Die vom CERN bekannten Systeme TIDY („Entschlackung“ von FORTRAN-Programmen) und FLODIA (Sichtbarmachung des logischen Programmflusses in FORTRAN-Programm-Listen) wurden bei DESY implementiert, ebenso die neue PATCHY-Version 4. Die durch PATCHY bewirkte Austauschbarkeit von FORTRAN-Programmen zwischen verschiedenen Rechenzentren ist besonders gesichert auf der Basis der Konventionen von HYDRA, einem bei DESY verfügbaren CERN-Programm.

# DESY - RECHENZENTRUM

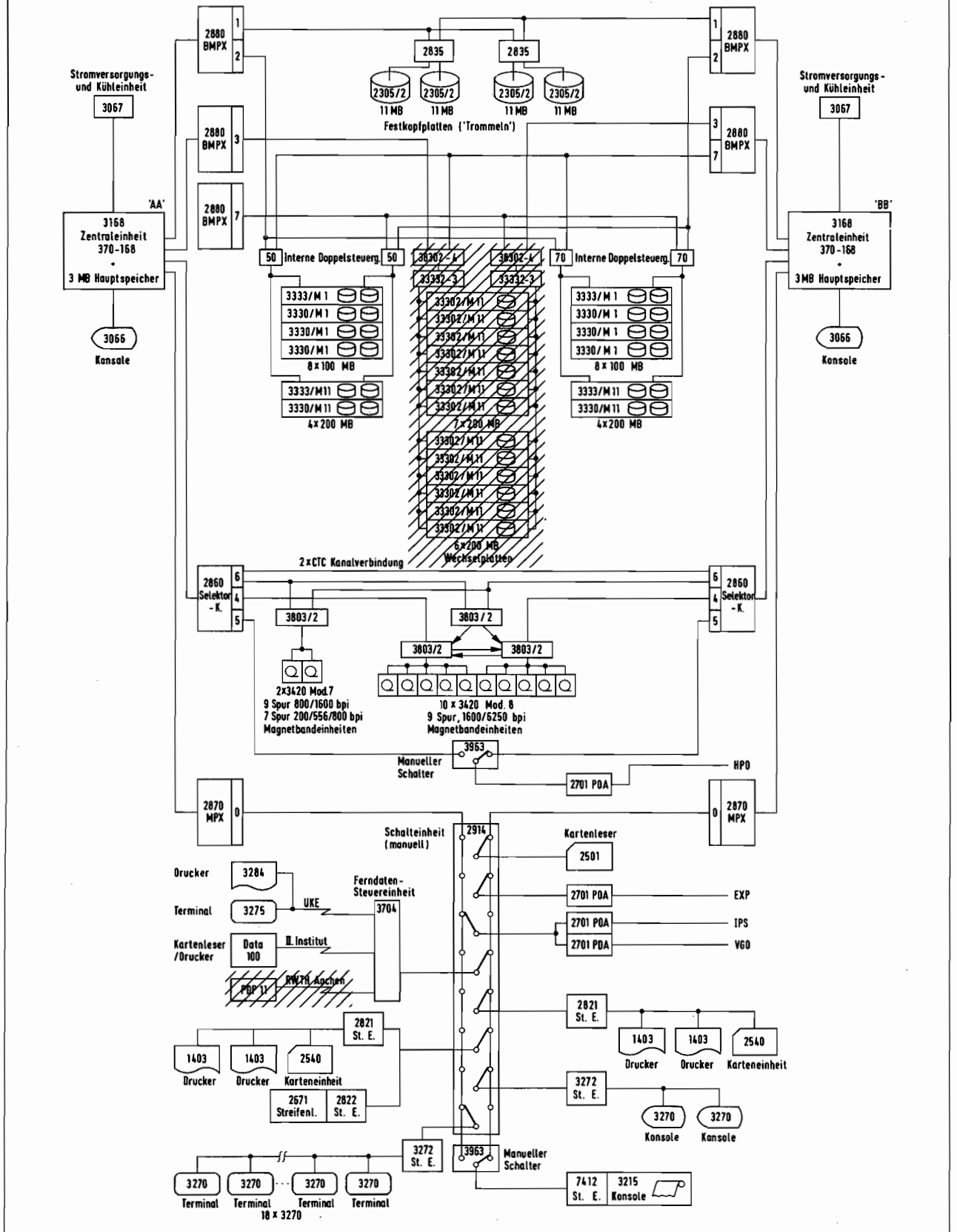


Abb. 101 Konfiguration Ende 1976. Schraffierte Bereiche: Im Aufbau begriffen bzw. bestellt. (25843)

Für das NEWLIB-System wurden neue I/O-Routinen in Assemblersprache geschrieben, die den Zugriff zu Bibliotheken um einen Faktor 10 schneller machen. Als weitere Sprache wird jetzt auch MORTRAN vom SLAC unterstützt.

NEWLIB wurde für den interaktiven Betrieb unter TSO verfügbar gemacht. Zur schnellen Initialisierung wurde ein eigener Command-Processor entwickelt. Weiterhin gelang die Lösung des Problems, NEWLIB für den Attention Interrupt sensibel zu machen, so daß die vollständige Ausführung von irrtümlich gegebenen Kommandos vorzeitig abgebrochen werden kann.

Die mit der hybriden Rechenanlage bearbeiteten Projekte stammen überwiegend aus den Gebieten: Regelungstechnik, Hochenergie-Optik und Technische Mechanik. So wurden Resonanzkreise für das 10 kV-Drehstromnetz von DORIS berechnet und fehlende Parameter dimensioniert, der 200 Hz-Wechselrichtersimulator für das Flat-top-System des Synchrotrons weiter ausgebaut, neue Optik für PETRA-Einschußwege und Speicherringstrukturen entworfen und ein interaktives Statikprogramm zur exakten Berechnung von Momenten- und Biegelinienverlauf bei beliebigen Auflagern, Strecken- und Punktlasten, Momenten und variablen Trägheitsmomenten fertiggestellt.

*Hybridrechner*

Eine wichtige Aktivität auf dem Gebiet der Systementwicklung war die Fertigstellung der online-Bandsimulationssoftware. Dadurch konnten insbesondere die Forderungen der Optik-Kunden nach großen Datenbibliotheken mit schnellem Zugriff erfüllt werden. Darüber hinaus wurde im Strahltransportprogramm HYTRAN die Rechengenauigkeit erhöht und der Digitalteil um Matrizen- und Phasenwinkelberechnungen erweitert.

An den halbautomatischen Meßtischen vom Typ VANGUARD wurden 1976 31873 Ereignisse gemessen, und zwar von Experimenten mit der DESY-Streamerammer und mit der DESY-CORNELL-Streamerammer.

*Automatische Film-  
auswertung -R2-*

Das vollautomatische Meßsystem HPD I untersuchte 1976 110856 Ereignisse. Davon gehörten 41254 Ereignisse zum 24 GeV/c pp-Experiment und 5397 Ereignisse zum 16 GeV/c  $\pi$ p-Experiment an der CERN 2m-Blasenammer; die restlichen 64205 Ereignisse wurden an der DESY-CORNELL-Streamerammer aufgenommen.

Der Aufbau des HPD II ist mit Ablauf des Jahres 1976 programmgemäß im wesentlichen abgeschlossen. Dazu waren sowohl auf der Großrechnerseite als auch beim Prozeßrechner und der hardware Anstrengungen nötig.

Die IBM-Programme für die Kommunikation zwischen HPD II und der IBM über das IPS-Netz liegen fast vollständig vor.

Als Meßprogramme am HPD II wurden fertiggestellt und in einen testreifen Zustand gebracht: das Kalibrierungsprogramm EICHEN und das Meßprogramm FUGOS, das drei Vor-meßpunkte benutzt. Gegenüber dem HPD I-FUGOS-Programm besitzt das HPD II-FUGOS-Programm den Vorteil, daß die Geometrierechnung bereits nach jedem ausgemessenen Ereignis erfolgt.

Für die Meßprogramme mit weniger Vor-meßinformation und für den Nachmeßmodus ist die Umstellung von HPD I zum HPD II im Gang.

Am HPD II wurden im Berichtsjahr folgende Komponenten fertiggestellt, ausgetestet und in Betrieb genommen:



#### Hardware-Komponenten

- Laserkühlaggregat, das aus DESY-Brunnenwasser gespeist wird; einschließlich Kontroll- und Interlock-Elektronik.
- Betriebsmittelversorgung und Steuerung des pneumatisch bewegten Indexschlittens
- Koplelektronik zwischen PDP-15 und IBM über Dataline
- Brennermarken-Detektoren
- eine von vier Filmtransportkontrollenheiten
- Hardware-Prozessor ‚CHKDIG‘ zum ‚on-line‘-Prüfen der HPD-Digitisierungen auf formale Fehler.

#### Software-Komponenten

- Dataline-Handler als Verbindungsglied zwischen dem Kontrollprogramm MOPS in der PDP-15 und der IBM und externen Ein-/Ausgabe-Geräten
- PDP-15 Programmpaket ‚GRAPH‘, das graphische und alphanumerische Files für Sichtgeräte zusammenstellt
- ‚Multitasking Online Processing System‘ (MOPS), das Kontrollprogramm des HPD II
- diverse Testprogramme für Justierung und Fehlersuche.

Ende 1976 konnten erstmalig am HPD II Eichkonstanten ermittelt und an die Auswertprogramme weitergegeben werden. Mit der Inbetriebnahme aller vier Filmtransporte wird Anfang 1977 eine Meßanlage zur Verfügung stehen, die die sofortige parallele Verarbeitung zusammengehöriger Ereignisansichten gestattet.

Das „Interactive Plotting System“ zur Manipulation und grafischen Darstellung von Daten erfreute sich auch im Berichtszeitraum steigender Beliebtheit. Die Zahl der registrierten IPS-Benutzer wuchs auf 141 aus 33 DESY- und Institutsgruppen.

Ende des Jahres waren täglich durchschnittlich 22 Benutzer aus 13 Gruppen am IPS aktiv.

Diese Tendenz bestätigt weiterhin den Bedarf für grafische Möglichkeiten bei DESY. Es wurden kontinuierlich Planungen und Entwicklungen zur Verbesserung und zum Ausbau des vorhandenen Systems vorangetrieben. Dazu gehörte die Implementierung des vollautomatischen Ladens der Kontrollrechner über das IPS-Netz, sowie die Einführung eines logging-Verfahrens zur Systemüberwachung. Zur Verbesserung der Qualität der Hardcopy-Ausgabe wurde ein neuer, technisch wesentlich verbesserter elektrostatischer Plotter mit sehr gutem Kontrast und erhöhter Auflösung angeschafft.

Im Rahmen des technischen Vorhabens ‚ONLINE-LINK‘ wurde Ende des Berichtsjahres ein programmierbares Interface beschafft, das die veralteten Ferndatensteuereinheiten IBM2701 ersetzen soll, um einen flexibleren Zugang zu den Großrechnern vom IPS-Netz aus zu ermöglichen, eine Entkopplung der IPS-Benutzer auf der IBM-Seite zu bewirken und den Zugang zum TSO auch von IPS-Terminals zu gestatten. Ferner soll versucht werden, diesen Anschluß als Standard-Anschluß für alle on-line Benutzer der IBM zu entwickeln. Die in '77 geplante Inbetriebnahme des Interface zusammen mit dem Einsatz der im Berichtsjahr entwickelten universellen mikroprogrammierbaren Kontrolleinheit ist ein wichtiger Schritt in Richtung auf das geplante Datenübertragungssystem DESYNET; dieses soll Computerleistung „per Steckdose“ an Benutzer auf dem DESY-Gelände herantragen, um den zu erwartenden steigenden Bedarf, insbesondere durch den Betrieb und die Experimente von PETRA, befriedigen zu können.

## Neue Technologien

Die Aktivitäten der Gruppe verteilten sich im Berichtsjahr einerseits auf Betrieb, Wartung und Weiterentwicklung des supraleitenden Magnetsystems PLUTO nebst dazugehöriger Helium-Kälteanlage, andererseits auf Entwicklung, Konstruktion, Fertigung, Prüfung und Vermessung von Magneten des PETRA-Magnetsystems. Darüber hinaus wurden Planungs- und Vorbereitungsarbeiten sowohl für die Verwendung des Detektors PLUTO als auch für neu zu erstellende andere Detektormagnete für die Experimente an PETRA geleistet.

*PLUTO-Betrieb*

Der supraleitende Detektormagnet PLUTO wurde am 7. 1. 1976 in den südlichen Wechselwirkungspunkt von DORIS eingefahren und verblieb dort bis zum Jahresende. In diesem Zeitraum von 8653,5 Stunden war der Magnet während 4793,4 Stunden erregt, was einer Jahreseinschaltquote von 55,5% entspricht. Die Kälteanlage lief bei einer Einschaltquote von 82,5% über einen Zeitraum von 7115 Stunden. Die Betriebspausen waren zwangsläufig durch den Wartungsrythmus von DORIS bedingt. In diesen Pausen lief entweder die Kälteanlage weiter oder der Magnet wurde mittels flüssigen Stickstoffs auf einer Temperatur von ca. 120 K gehalten. Nur einmal während des Jahres wurde aus technischen Gründen auf Raumtemperatur aufgeheizt. Eine detaillierte Betriebsstatistik läßt erkennen, daß PLUTO mit einem nur technisch bedingten Einschaltwirkungsgrad von 91,8% betrieben wurde, der in der zweiten Jahreshälfte auf im Mittel 97,5% gesteigert werden konnte. Dies ist das Ergebnis ständiger Detailverbesserungen, welche unter Verwertung der beim Betrieb gewonnenen Erfahrungen vorgenommen wurden.

Zum Vergleich sei noch bemerkt, daß ein konventioneller Magnet, der im gleichen Volumen das gleiche Magnetfeld erzeugen würde, bei einem Leistungsbedarf von ca. 3,4 Megawatt im gleichen Zeitraum Stromkosten in Höhe von ca.  $1,6 \times 10^6$  DM verursacht hätte. Die Betriebskosten des PLUTO dagegen betragen einschließlich der Personalkosten nur ca.  $0,5 \times 10^6$  DM.

Für den späteren Einsatz von PLUTO bei PETRA waren Konstruktionsarbeiten für umfangreiche Änderungen am Magnetjoch erforderlich. Diese Planungsarbeiten waren Ende 1976 abgeschlossen, so daß die Umbauten 1977 durchgeführt werden können.

*Sonstige Aktivitäten*

Konstruktion und Fertigung des mechanischen und kryogenischen Teils einer mit flüssigem Argon gefüllten zylindrischen  $dE/dx$  Kammer, ebenfalls für den späteren Einbau in PLUTO bestimmt, wurden gemäß den Anforderungen der PLUTO Kollaboration in Angriff genommen. Unter weitgehender Verwendung von Komponenten der nicht mehr in Betrieb befindlichen DESY-Wasserstoffblasenkammer wurde ein kombiniertes Füll- sowie Temperatur- und Druckregelsystem entworfen und mit dem Bau begonnen.

Für den neuen Detektor TASSO wurde eine Studie für eine dünnwandige supraleitende Spule von 2,6 m freiem Durchmesser, 4,3 m Länge und einer Induktion von 1,5 Tesla bei einer Strahlungslänge in radialer Richtung von ca.  $0,6 X_0$  angefertigt (Ref. 1). Beim Entwurf einer normalleitenden Ersatzspule aus Aluminium wurde der TASSO Kollaboration technische Assistenz geleistet.

Im Hinblick auf die spätere technische Betreuung der Kälteanlage des supraleitenden Detektormagneten CELLO durch die Gruppe B 1 wirkt dieselbe beratend bei der Ausarbeitung der Spezifikation des Refrigerators mit.

Bedingt durch den Einsatz eines Teils der Gruppe beim Bau von PETRA wurden die Neuentwicklungen im Apparatebau stark eingeschränkt, um die laufende Versorgung mit Gasen und Flüssiggasen sowie die Überwachung der bestehenden Anlagen nicht zu gefährden.

*Kältetechnik -B 2-*

Immerhin konnten durch Neuaufbau oder Umbau der zentralen Sammelvorrichtung für Flüssig-Stickstoff sowie der Transfer- und Abfülleinrichtungen, die Verdampfungs- und Umfüllverluste bei Flüssig-Stickstoff um einen Faktor 4 reduziert werden.

Umbauten an der Gasversorgungsanlage der DASP-Kammern führten zu einer Steigerung der Rückgewinnungsrate für Neon-Helium von 45% auf über 80% im Verlaufe des Jahres. Die Gasversorgungsanlage der PLUTO-Funkenkammern wurde dahingehend erweitert, daß dem Argon-Propan-Gemisch jetzt auch noch Methylal beigemischt werden kann. Diese Anlage, die auch über längere Betriebsperioden eine Genauigkeit in der Konzentration von  $10^{-3}$  gewährleistet, hat sich in der Zwischenzeit gut bewährt.

*Beschleuniger-  
Technologie -B3-*

Mitarbeiter der Gruppe beteiligten sich an Untersuchungen über die Voraussetzungen zum Erreichen höherer Energien im Speicherring PETRA in einer späteren Ausbaustufe.

In diesem Rahmen wurde die Zusammenarbeit mit einer Gruppe im IEKP – Karlsruhe aufgenommen, die die notwendigen Vorarbeiten zur Entwicklung geeigneter supraleitender Beschleunigungsstrecken begonnen hat.

## Werkstätten und Service

Im Jahre 1976 wurden einige Gebäudeerweiterungen bzw. -ergänzungen fertiggestellt: Die Erweiterung des Gebäudes für die Enteisungsanlage, die Aufstockung des Gebäudes für die Stromversorgung von DORIS, und die Verbindungsbrücke zwischen dem Linac II und dem Speicherringgebäude. Darüber hinaus wurde eine Halle für das Arbeiten mit chemischen Lösungsmitteln erstellt, die allerdings zunächst für die Fertigung der PETRA-Vakuumkammern genutzt wird. Zur Unterbringung der im Rahmen der PETRA-Experimente zeitweise bei DESY befindlichen zahlreichen auswärtigen Wissenschaftler konnte der erste Bauabschnitt eines 2. Gästehauses fertiggestellt werden. Unter vielen kleineren Arbeiten sind besonders bauliche Maßnahmen im Rahmen der Brandvorsorge zu erwähnen.

Der größte Anteil der Arbeiten entfiel auf Konstruktionen für den Bau von PETRA, wobei die Schwerpunkte bei Komponenten für den Strahltransfer DESY/PETRA, sowie Magneten für Strahlführung und Strahloptik lagen.

*Bauten*  
— G 1 —

*Konstruktion*  
— W 1 —

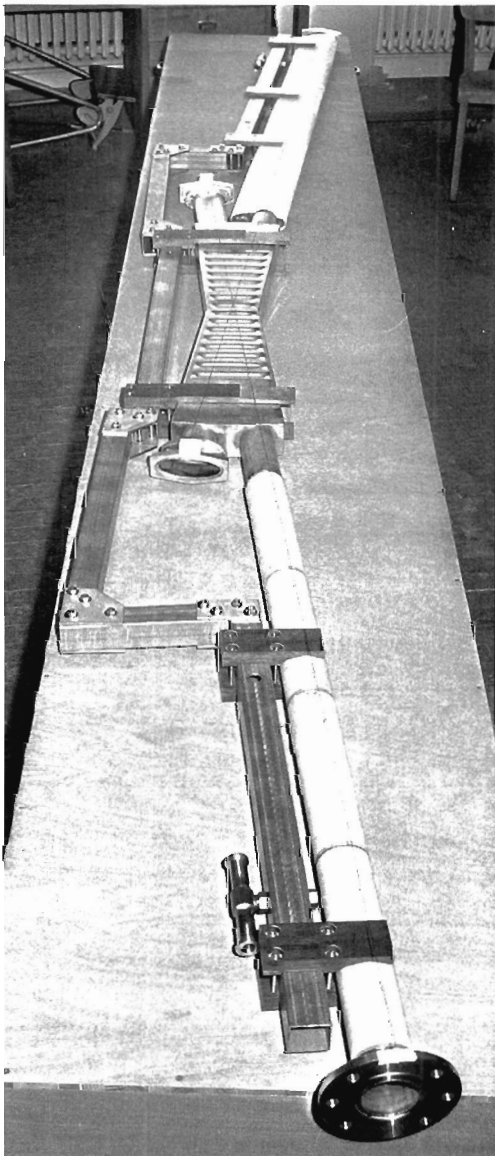


Abb. 102 Kreuzkammer in Stahl-Keramik-Bauweise (25616/16a)

Es wurden z. B. Septum- und Kicker-Magnete für den Einbau in DESY und PETRA konstruiert, sowie das Vakuumsystem für den Transfer DESY/PETRA einschließlich spezieller Kreuzkammern in Stahl-Keramik-Bauweise (Abb. 102). Bei den Magneten wurde die Bearbeitung der 2 Typen von Quadrupolen, des Sextupols sowie des Ablenkmagneten abgeschlossen, und die Arbeiten an Fertigungsvorrichtungen für die Ablenkmagneten fortgeführt.

Außerdem wurden Konstruktionsarbeiten für das Vakuumsystem für PETRA ausgeführt, wobei die Schwerpunkte bei den sogenannten Standardkammern und den Vakuumkomponenten in der HF-Strecke lagen.

Für den F-Bereich wurde ein neues Strahlrohr konstruiert für den WWP 2 (PLUTO-Zone) bei DORIS im Zusammenhang mit dem geplanten Single-Bunch-Betrieb.

Ferner wurden im letzten Quartal die ersten Konstruktionen im Hinblick auf PETRA-Experimente begonnen. So wurde gearbeitet an der Spule und am Behälter für Argonschauerzähler für TASSO, sowie am Druckbehälter für JADE.

#### *Mechanische Fertigung – W 4 –*

Im Berichtsjahr stand die gesamte mechanische Fertigung im wesentlichen im Zeichen der Aktivität für PETRA. Hierfür gab es zwei Schwerpunkte:

- a) Komponenten für die Einschüßwege DESY-PETRA, z. B. Kicker, Septa, Kreuz- und Ausenkammern, diverse Rohrkomponenten.
- b) Versuchsteile und Muster für die PETRA-Vakuumkammer, z. B. Kammerkupplungen, Formteile für HF-Tests, Vorrichtungen für Perforierungen.

In der zweiten Jahreshälfte belasteten die Vorbereitungen zur Vergabe größerer PETRA-Aufträge an die Industrie zusätzlich die Arbeitsvorbereitung. Einer der größten Aufträge für mechanische Komponenten betraf das Stanzen der Lamellen für das Eisenjoch der PETRA-Ablenkmagnete. Aber auch für die Forschungsgruppen wurden größere Aufträge an die Industrie gegeben, z. B. die Fertigung von Rahmen für große Proportionalkammern. Insgesamt fertigten über 60 verschiedene Firmen mechanische Bauteile und Apparate für DESY.

#### *Elektronik- Fertigung – W 5 –*

Auch hier lag der Schwerpunkt der Tätigkeiten während des letzten Jahres bei der Vorbereitung und dem Bau verschiedener elektronischer Geräte für PETRA. Darunter findet sich die Ausrüstung der Steuerungsschränke für die Klystron-Doppelsender mit verschiedenen Geräten, Pulsgeräte für die Injektion und Komponenten für die Cavity-Regelung und Cavity-Kontrolle. Da der vorliegende Auftragsumfang die Kapazität der Werkstatt überstieg, wurde wiederum ein Teil von Serienaufträgen an fremde Firmen vergeben.

#### *Tischlerei – W 7 –*

Aus der laufenden Arbeit, die auch den Bau von Transportvorrichtungen für Vakuumkammern und Lichtleiter umfaßt, sind besonders die Arbeiten an einem Demonstrations- und Funktionsmodell für PETRA und seine Einschüßbeschleuniger hervorzuheben.

#### *Fernmeldetechnik – W 8 –*

Durch den Baustellenbetrieb auf dem DESY-Gelände waren umfangreiche Leitungsumlegungen im Fernmeldenetz notwendig. Sie konnten jedoch ohne Betriebsunterbrechungen während der normalen Dienstzeit abgewickelt werden. Für PETRAS Ring und Hallen wurden die notwendigen Fernmeldeeinrichtungen geplant. Darüber hinaus waren Planung und Vorarbeiten für die Fernsteuerung und die Kontrolle in den Hochfrequenzhallen und die Kabelarbeiten an den Transportwegen zu PETRA zu leisten.

# Bibliothek und Dokumentation

## Bibliothek

Die beiden nachfolgenden Tabellen zeigen die zahlenmäßige Entwicklung der Bibliothek:

Bibliotheksbestand	Zugang		Bestand	
	1975	1976	Ende 1975	Ende 1976
Monographien	605	359	8608	8901
gebundene Zeitschriftenbände	594	595	7394	7989
laufend gehaltene Zeitschriften	13	12	324	336
Berichte und Preprints	4538	4362	ca. 18000	ca. 20000*

\*) Die veröffentlichten Preprints werden aus dem Bestand fortlaufend aussortiert.

Bibliotheksbenutzung	1975	1976
Leserzahl	ca. 900	ca. 950
Entleihvorgänge	ca. 450/Woche	ca. 500/Woche
Entleihvorgänge im auswärtigen Leihverkehr	241	184

Die Beschränkung der finanziellen Mittel erfordert einen strengen Maßstab bei der Auswahl der Monographien (Zugang 1976: 359 Monographien gegenüber 605 im Vorjahr).

## Dokumentation

12143 (im Vorjahr: 11038) Arbeiten aller Art (Preprints, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge u. a.) aus den Gebieten Elementarteilchen- bzw. Hochenergiephysik, Quantenfeldtheorie und Beschleunigertechnologie wurden dokumentarisch erfaßt, klassifiziert und mit Schlagwörtern versehen. Die so aufbereiteten Daten wurden auf Magnetbänder aufgenommen und fortlaufend kumuliert.

Von der Dokumentation 1976 erfaßte Veröffentlichungen	experimentell			instrumentell	theoretisch	gesamt
	Reports und Preprints	753	585	3024	4362 (36%)	
andere Veröffentlichungen (in Zeitschriften und Konferenzen; Bücher)	1435	998	5348	7781 (64%)		
<b>Gesamt</b>	<b>2188 (18%)</b>	<b>1583 (13%)</b>	<b>8372 (69%)</b>	<b>12143</b>		

Der zeitliche Abstand zwischen Dokumentation einer Arbeit als Preprint und ihrem Erscheinen als Publikation in einer wissenschaftlichen Zeitschrift beträgt durchschnittlich etwa 6–7 Monate. Wegen der schnellen Entwicklung in der Hochenergiephysik haben Preprints deshalb eine besondere Bedeutung erhalten. Eingehende Preprints werden innerhalb einer Woche in der DESY-Dokumentation erfaßt und den Benutzer zur Verfügung gestellt.

Die ständig wachsende Zahl der wissenschaftlichen Literatur in Elementarteilchen- bzw. Hochenergiephysik, der Quantenfeldtheorie und der Beschleunigertechnologie zwang uns zur Begrenzung der Titelaufnahme aus Randgebieten. Hieraus erklärt sich auch der kleine absolute und prozentuelle Rückgang referierter Preprints (im Vorjahr 4538).

Etwa 10% der dokumentierten Arbeiten erscheinen in russischer Sprache und werden bei uns im Original erfaßt. Somit werden sie etwa 10 Monate vor ihrem Erscheinen in englischer Übersetzung von der DESY-Dokumentation referiert. Die große Anzahl der HEP (HIGH ENERGY PHYSICS INDEX, s.u.) Bezieher aus osteuropäischen Ländern bestätigt u.a. die Wichtigkeit der schnellen Literaturerfassung aus allen Sprachgebieten.

Der maschinenlesbare Datenbestand der DESY-Dokumentation wurde in vier Formen dem Benutzer angeboten:

- a) als vierzehntägig erscheinende Zeitschrift HIGH ENERGY PHYSICS INDEX mit jährlich kumulierten Indices (Verleger: ZAED, Karlsruhe).
- b) als vierzehntägig herausgegebener SDI-Dienst (SDI = Selective Dissemination of Information). Die 240 Teilnehmer (davon 52% aus der Bundesrepublik und 48% aus dem Ausland) erhalten regelmäßig Maschinenausdrucke relevanter nach Schlagwortkombinationen ausgesuchter, neu eingegangener Titel.
- c) als Retrieval-Ausdruck (Retrieval = einmalige retrospektive Literatursuche). Dafür steht eine Datenbank mit einem Bestand von etwa 64000 Publikationen zur Verfügung. – Insgesamt wurden im Berichtsjahr ca. 350 Retrievalanfragen beantwortet.
- d) als Magnetbanddienst. Im Jahre 1976 wurden die folgenden Institute regelmäßig mit den Datenbändern des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX beliefert bzw. mit der Belieferung begonnen:

CERN, Genf  
SLAC/LBL, Stanford/Berkeley  
KEK, Tsukuba (Japan)  
Rutherford Lab., Chilton (bezieht unsere  
Bänder über SLAC)  
Ecole Polytechnique, Paris  
Institut für Theoretische Kernphysik der  
Universität Karlsruhe  
Institut für Hochenergiephysik der  
Universität Heidelberg

Die genannten Institute benutzen die DESY-Datenbänder in ihren eigenen Informationssystemen für Retrieval oder SDI.

Zum ständigen Service der Bibliothek bzw. Dokumentation gehörten auch 1976 die wöchentlichen Bibliotheksmitteilungen, die fortlaufend kumulierte Anti-Preprintliste (Liste der zur Veröffentlichung gelangten Preprints), sowie die 14tägig kumulierte Fassung des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX.

## Literaturverzeichnis



## Theoretische Physik (T)

1. C. AVILEZ VALDEZ  
Photo-Nucleus collisions and the relative phase between the  $\gamma + p \rightarrow \pi^0 + p$  and  $\rho^0 + p \rightarrow \pi^0 + p$  amplitudes  
Nucl. Physics B **108** (1976) 355
2. J. DABOUL, M. KRAMMER  
Electromagnetic Mass Differences of the old and the charmed Mesons  
Physics Letters **64B** (1976) 341
3. K. FUJIKAWA, N. KAWAMOTO  
Study of heavy-lepton production in  $e^+e^-$  annihilation  
Phys. Rev. **14**, 59 (1976)
4. K. FUJIKAWA, N. KAWAMOTO  
Collinearity angle distribution in  $e-\mu$  events  
Phys. Rev. **13**, 2534 (1976)
5. K. FUJIKAWA  
Test of vectorlike weak lepton currents in  $e^+e^-$  annihilation  
Phys. Lett. **62B**, 176 (1976)
6. F. GUTBROD, W. KERLER  
Narrow Resonances by Strong Coupling  
Lettere al Nuovo Cimento **17**, (1976) 431
7. M. KRAMMER, P. LEAL FERREIRA  
Bound State Models and Duality in  $e^+e^-$  Annihilation  
Revista Brasileira de Fisica **6**, (1976) 7
8. M. KRAMMER, H. KRAEMANN  
Are the  $\psi$ 's really pure S-wave States?  
Nuov. Cim. **32A** (1976) 394
9. J. KÖRNER, K. AHMED, N. S. CRAIGIE, G. KRAMER  
Target Asymmetry in Inclusive Photoproduction of Pions  
Nucl. Phys. B **106** (1976) 275
10. R. C. E. DEVENISH, T. S. EISENSCHITZ, J. G. KÖRNER  
Electromagnetic N-N\* Transition Form Factors  
Phys. Rev. D **14**, 3063 (1976)
11. T. KOBAYASHI  
Does  $x(2.8)$  favour charm or color?  
Nuov. Cim. Lett. **16** (1976) 273
12. Z. REK, E. A. BARTNIK, J. M. NAYMSTOWSKI, A. M. DIN  
PP-Scattering in the Range (20–1500) GeV/c  
Lett. al Nuov. Cim. **15** (1976) 387
13. T. C. YANG, A. ALI  
Inclusive electron spectrum in  $e^+e^-$  annihilation near charm threshold  
Physics Letters **65B** (1976) 275
14. T. C. YANG  
Neutral current constraints in the  $SU(2) \times U(1)$  model  
Physics Letters **65B** (1976) 358
15. T. F. WALSH, M. GRONAU, Y. ZARMI, W. S. LAM  
Jets in inclusive  $e^+e^-$  and Lepton production  
Nucl. Physics B **104** (1976) 307
16. T. F. WALSH, K. KOLLER  
Multihadron decays of new mesons  
Phys. Rev. **D13** (1976) 3010
17. T. F. WALSH, H. KOWALSKI  
Interference effects in  $J(\psi)$  decay  
Phys. Rev. **D14** (1976) 852
18. K. FUJIKAWA, NOBORU KAWAMOTO  
A Study of Heavy Lepton Production in  $e^+e^-$  Annihilation  
DESY 76/01
19. H. KOWALSKI, T. F. WALSH  
Interference Effects in  $J/\psi$  Decay  
DESY 76/02
20. T. C. YANG  
Are Neutral Heavy Leptons Being Produced?  
DESY 76/03
21. K. FUJIKAWA  
Test of Vectorlike Weak Lepton Currents in  $e^+e^-$  Annihilation  
DESY 76/04
22. E. A. BARTNIK, J. M. NAMYSLOWSKI, A. M. DIN, Z. REK  
Scaling and Impact Parameter Structure in  $pp$  Scattering  
DESY 76/06
23. A. ALI, T. C. YANG  
Testing the Lepton Number of Charged Heavy Leptons  
DESY 76/10
24. T. C. YANG, A. ALI  
Charm Search and Lepton-Kaon Correlation in  $e^+e^-$  Annihilation  
DESY 76/12
- 25a T. F. WALSH  
A Short Psion Tour  
DESY 76/13
- 25b M. BÖHM, M. KRAMMER  
Electron-Positron-Scaling in Bound State Models  
DESY 76/20
26. K. FUJIKAWA, M. KURODA  
Possible Existence of the  $\omega'$  Meson around 1.2 GeV and Radiative Decays of Vector Mesons  
DESY 76/23
27. G. DOMOKOS  
Broken Weyl Symmetry  
DESY 76/24
28. H. KRAEMANN  
Mass Breaking in a Relativistic Quark Model for Mesons  
DESY 76/25
29. F. GUTBROD, W. KERLER  
Narrow Resonances by Strong Coupling  
DESY 76/26
30. T. C. YANG  
Neutral Current Constraints in the  $SU(2) \times U(1)$  Models  
DESY 76/32
31. J. G. KÖRNER, M. KURODA  
 $e^+e^-$ -Annihilation into Baryon-Antibaryon Pairs  
DESY 76/34
32. H. JOOS  
Quark Confinement  
DESY 76/36
33. J. DABOUL, M. KRAMMER  
Electromagnetic Mass Differences of the Old and the Charmed Mesons  
DESY 76/38
34. A. ALI, T. C. YANG  
Inclusive Electron Spectrum in  $e^+e^-$  Annihilation Near Charm Threshold  
DESY 76/39

35. C. AVILEZ, T. KOBAYASHI,  
J. G. KÖRNER  
Weak Production of Charmed  
Baryon Resonances  
DESY 76/45
36. Y. ACHIMAN, T. F. WALSH  
V + A Currents Coupling  
Old Quarks to New  
DESY 76/46
37. T. F. WALSH  
Hadron Production in  $e^+e^-$   
Annihilation at High Energies  
DESY 76/47
38. J. DABOUL, Z. J. REK  
Hadron Scattering in an Additive  
Eikonal Quark Model  
DESY 76/55
39. Y. ACHIMAN, T. F. WALSH  
Flavor Changing Neutral Currents  
and Multileptons in  $e^+e^-$   
and  $\nu_\mu N, \bar{\nu}_\mu N$   
DESY 76/56
40. P. HALFAR  
Solitons in Classical  $O_3$ -Invariant  
Field Theory in One Space Dimension  
DESY 76/57
41. C. AVILEZ, T. KOBAYASHI,  
J. G. KÖRNER  
Quark Model Calculation of Charmed  
Baryon Production by Neutrinos  
DESY 76/61
42. M. GRONAU, C. H. LLEWELLYN  
SMITH, T. F. WALSH, T. C. YANG,  
S. WOLFRAM  
Lepton Energy Spectra in  $e^+e^-$   
Annihilation and Other Processes  
DESY 76/62
43. A. SLAVNOV  
Who is Afraid of Anomalies?  
DESY 76/63
44. BIN-LIN YOUNG, VAN CHANG,  
T. F. WONG  
Phenomenological Study of  
Inclusive  $\Delta$ -Polarization  
Reprint Rutgers University Ru-76-06
45. JÖRN STEHR  
Chirale Symmetrie und Pion-  
Nukleon-Streuung bei kleiner  
Energie  
DESY T-76/01
46. RUDOLPH TEGEN  
Inklusive Photo- und Electro-  
production von Protonen  
im Triple-Reggebereich  
DESY T-76/02
47. KLAUS FREDENHAGEN  
Die Quantenelektrodynamik mit  
einem Freiheitsgrad für das  
Photonfeld  
DESY T-76/03
48. G. J. MUNDZECK  
Eine Anwendung des Mackey'schen  
Untergruppensatzes auf die  
euklidischen Kristallgruppen  
DESY T-76/04
49. K. POHLMAYER  
Klassische und Quanten-  
theoretische Aspekte von Solitonen  
DESY T-76/05
50. K. SYMANZIK  
Regularized Quantum Field Theory  
DESY T-76/06
51. G. MACK  
Conformal Invariant Quantum  
Field Theory  
DESY T-76/07
52. J. ECHEVERRY  
Numerische Lösungsmethoden  
der Bethe-Salpetergleichung  
Diplomarbeit Hamburg 1976
53. G. RUSCHENPLATT  
Spontane Symmetriebrechung  
in der Quantenfeldtheorie am Beispiel  
des Modells von Gürsey  
Dissertation Hamburg 1976
54. G. DOMOKOS  
Broken Weyl Symmetry  
Proceedings of the Trieste  
Conference on Spontaneous  
Symmetry Breaking,  
April 1976 (Ed. R. Jengo)
55. H. JOOS  
Quark Confinement  
Lecture Notes in Physics 56  
„Current Induced Reactions“,  
(Springer-Verlag 1976) p. 428
56. H. JOOS  
Field Theoretic Models of Quark  
Confinement  
Neutrino Conference Aachen 1976
57. M. KRAMMER  
Bound State Modelle  
und Skalenverhalten in der  $e^+e^-$ -  
Vernichtung  
DPG-Frühjahrstagung Teilchen-  
physik, Karlsruhe 1976
58. M. KRAMMER  
Theorie der Hadronerzeugung  
bei  $e^+e^-$ -Stößen  
Vorlesung, Herbstschule für  
Hochenergiephysik, Maria Laach  
1976
59. K. SYMANZIK  
Regularized Quantum field theory  
Proceedings of the Cargese  
summer institute 1976
60. J. KÖRNER  
 $Q^2$ -Dependence of Transition  
Formfactors  
Adriatic Meeting on Particle  
Physics 1976, Dubrovnik
61. J. KÖRNER  
Exclusive Charm Production  
by Leptons  
Konferenz „Hadron Structure 76“  
Smolenice Castle
62. T. WALSH  
A Short Psion Tour  
XI Rencontre de Moriond, Flaine 1976
63. T. WALSH  
Hadron Production in  $e^+e^-$   
Annihilation at High Energies  
Discussion Meeting on PETRA  
Experiments Frascati 1976
64. K. SYMANZIK  
Regularized Quantum field Theory  
Seminar beim „1977 Minerva  
Meeting“ Kleinwalsertal
65. K. SYMANZIK  
Selected topics from quantum  
field theory  
Winterterm 1977 UCLA, Los Angeles,  
California
- F. ELVEKJAER, F. STEINER  
Central Particle Production via  
Independent Cluster Emission  
in Hadron-Hadron, Photon-Hadron  
and  $e^+e^-$  Processes  
DESY 76/15
- A. KAZI, G. KRAMER, D. H. SCHILLER  
SU(4) Breaking of Meson Coupling  
Constants and Decays of the  $J/\psi$   
DESY 76/18

D. BUCHHOLZ

Collision Theory for Massless Bosons  
DESY 76/22

G. KRAMER, D. H. SCHILLER

Broken SU(8) Symmetry and the  
New Particles  
DESY 76/27

K. POHLMAYER

Integrable Hamiltonian System  
and Interactions through Quadratic  
Constraints  
DESY 76/28

H. LEHMANN, J. STEHR

The Bose Field Structure Associated  
with a Free Massive Dirac Field  
in One Space Dimension  
DESY 76/29

G. MACK

Convergence of Operator Product  
Expansions on the Vacuum in Conformal  
Invariant Quantum Field Theory  
DESY 76/30

M. LÜSCHER

Dynamical Charges in the Quantized,  
Renormalized Massive Thirring Model  
DESY 76/31

D. BUCHHOLZ, K. FREDENHAGEN

Dilations and Interaction  
DESY 76/35

G. LEIBBRANDT

Exact Solutions of the Elliptic Sine  
Equation in Two Space Dimensions with  
Application to the Josephson Effect  
DESY 76/41

J. BARTELS, G. KRAMER

Magnitude of Regge Cut Contributions  
in the Triple-Regge Region  
DESY 76/48

M. LÜSCHER

Construction of a Selfadjoint, Strictly  
Positive Transfer Matrix  
DESY 76/54

J. HERTEL

On Currents Associated with  
Topological Charges  
DESY 76/59

A. IZERGIN, J. STEHR

A Bäcklund Transformation for the  
Classical Anticommuting Massive  
Thirring Model in One Space Dimension  
DESY 76/60

## DASP-Kollaboration

W. BRAUNSCHWEIG, H.-U. MARTYN,  
H. G. SANDER, D. SCHMITZ,  
W. STURM, W. WALLRAFF

(I. Physikalisches Institut der  
RWTH, Aachen)

K. BERKELMAN, D. CORDS, R. FELST,  
E. GADERMANN, B. GITTELMAN,  
H. HULTSCHIG, P. JOOS, W. KOCH,  
U. KÖTZ, H. KREHBIEL, D. KREINICK,  
W. A. McNEELY, K. C. MOFFEIT,  
A. PETERSEN, B. H. WIIK, G. WOLF

(Deutsches Elektronen-Synchrotron  
DESY)

G. GRINDHAMMER, J. LUDWIG,  
K. H. MESS, G. POELZ, J. RINGEL,  
K. SAUERBERG, P. SCHMÜSER

(II. Inst. für Experimentalphysik der  
Universität Hamburg)

W. DeBOER, G. BUSCHHORN,  
B. GUNDERSON, R. KOTTHAUS,  
U. E. KRUSE, H. LIERL, H. OBERLACK,  
K. PRETZL, M. SCHLIWA

(Max-Planck-Institut für Physik und  
Astrophysik, München)

S. ORITO, T. SUDA, Y. TOTSUKA,  
S. YAMADA

(University of Tokyo)  
Momentum Spectra of Charged Hadrons  
from the Decays of  $J/\psi$  and  $\psi'$   
Physics Letters 63B, 115 (1976)

DASP-Kollaboration

$J/\psi$  and  $\psi'$  Decays into two Hadrons  
Physics Letters 63B, 487 (1976)

DASP-Kollaboration

Evidence for Weakly Decaying New  
Hadrons in  $e^+e^-$  Collisions above  
4 GeV cms  
Physics Letters 63B, 471 (1976)

DASP-Kollaboration

Momentum Spectra of Charged Hadrons  
from the Decays of  $J/\psi$  and  $\psi'$   
DESY 76/21

DASP-Kollaboration

$J/\psi$  and  $\psi'$  Decays into Two Hadrons  
DESY 76/28

DASP-Kollaboration

Evidence for Weakly Decaying New  
Hadrons in  $e^+e^-$  Collisions above 4 GeV  
cms  
DESY 76/37

B. H. WIIK

New Particle Production in  $e^+e^-$   
Colliding Beams  
DESY 76/52

OSWALD RÖMER

Entwurf und Bau von Gas-Schwellen-  
Cerenkovzählern mit sehr großer  
Winkelakzeptanz für das Doppel-  
armspektrometer DASP der  
DESY-Speicherringe DORIS  
DESY F35-76/01

OSWALD RÖMER

Entwurf und Bau von Gas-Schwellen-  
Cerenkovzählern mit sehr großer  
Winkelakzeptanz für das Doppel-  
armspektrometer DASP der  
DESY-Speicherringe DORIS  
Diplomarbeit – April 1976

G. BUSCHHORN

Decay properties of new particles  
(Results from the DASP-Collaboration)  
The Royal Society Discussion Meeting  
on „New Particles and New Quantum  
Numbers“, London 11. 3. 1976

G. BUSCHHORN

Recent Results from the DORIS-  
Storage Rings (DESY)  
Topical Meeting on Lepton Interactions  
and New Particles, International Centre  
for Theoretical Physics,  
Miramare/Triest, 6.-9. 7. 1976

U. KÖTZ

Double Arm Spectrometer DASP  
Discussion Meeting on PETRA-  
Experiments Frascati, 1-5 März 1976

R. KOTTHAUS

Review of Experiments at DORIS  
VII International Colloquium on  
Multiparticle Reactions,  
Tutzing, 21.-25. 6. 1976

H. OBERLACK

New Results on  $J/\psi$  and  $\psi'$  decay from  
DASP  
„Orbis Scientiae“ Conference, Coral  
Gables, Fla., USA, 19.-22. 1. 1976

K. PRETZL

Results from DORIS, DASP  
AIP Conference, Vanderbilt Univ.,  
Nashville USA, 3. 3. 1976

M. J. SCHACHTER

Inclusive Pion-Photoproduktion an einem polarisierten Protonentarget  
DPG-Tagung, Karlsruhe, März 1976

P. SCHMÜSER

New Particle Production from  
DASP at DORIS  
Invited Talk, Stanford Topical Conference on Particle Physics,  
SLAC – 11.–13. Aug. 1976

B. H. WIJK

New Particles and New Quantum  
number  
Royal Society Discussion-Meeting  
März 1976

B. H. WIJK

Lecture Series on New Particles  
1976 CERN-School of Physics  
Wépion, Belgien – 6.–19. Juni 1976

B. H. WIJK

New Particle Production in  $e^+e^-$   
Colliding Beams  
Rapporteur-Talk – XVIII International  
Conference on High Energy Physics,  
Tbilisi – 15.–21. Juli 1976

B. H. WIJK (zusammen mit G. WOLF)

Electron-Positron Interactions  
LES HOUCHES Summer School  
2.–13. August 1976

B. H. WIJK

Recent Results from DORIS  
MINERVA-Meeting, Kleinwalsertal,  
12.–17. Sept. 1976

B. H. WIJK

New Particle production in  $e^+e^-$   
Annihilation  
Invited Paper at the Dutch Physical  
Society Meeting on Colliding  
Beam Physics  
Leiden, Oktober 1976

B. H. WIJK

The Physics with Electron-Proton  
Colliding Beams  
International School of Particle  
Accelerators  
Erice, 10.–22. November 1976

B. H. WIJK

Results from  $e^+e^-$  Colliding Rings  
Scandinavian High Energy Physics  
Conference, Spåtind, Norwegen,  
5. Jan.–9. Jan. 1976

B. GUNDERSON

Recent Results from DASP  
Third Cracow-Munich High Energy  
Physics Seminar, München  
27.–29. 4. 1976

D. L. KREINICK

Recent Results from DASP  
Vortrag Princeton Univ.,  
Princeton, N. J., USA, Januar 1976

D. L. KREINICK

Recent Results from DASP  
Vortrag, Univ. of Pennsylvania,  
Philadelphia, PA, USA, Februar 1976

H. OBERLACK

Radiative decays of the new particles  
Seminarvortrag, München 16. 1. 1976

G. POELZ

Neue Experimente an den DESY-  
Speicherringen  
Koll. Vortrag, Frankfurt (Phys. Inst.)  
26. Mai 1976

K. PRETZL

New Results from the  $e^+e^-$  Storage  
Rings DORIS  
Vortrag, Fermi National Acc. Lab. USA,  
10. März 1976

K. PRETZL

New Results from the  $e^+e^-$  Storage  
Rings DORIS  
Vortrag, University of Michigan,  
Ann Arbor, USA – 12. März 1976

P. SCHMÜSER

Die neuen Elementarteilchen und ihre  
experimentelle Untersuchung  
Koll. Vortrag, FU Berlin  
5. Februar 1976

P. SCHMÜSER

New Particle  
Production from DASP and PLUTO  
Seminarvortrag  
FERMILAB, USA, 20. August 1976

B. H. WIJK

Recent Results from DORIS  
Seminarvortrag LPNHE, Paris,  
24. Februar 1976

B. H. WIJK

New Particles  
Lectures at Trondheim University,  
Trondheim, 9. Nov. 1976

## PLUTO (F 1, F 33, F 39)

J. BURMESTER, L. CRIEGEE,  
H. C. DEHNE, K. DERIKUM, R. DEVENISH,  
J. D. FOX, G. FRANKE, G. FLÜGGE,  
CH. GERKE, G. HORLITZ, TH. KAHL,  
G. KNIES, M. RÖSSLER, S. WOLFF,  
R. SCHMITZ, T. N. RANGA SWAMY,  
U. TIMM, H. WAHL, P. WALOSCHEK,  
G. G. WINTER, W. ZIMMERMANN,  
V. BLOBEL, H. JENSING, B. KOPPITZ,  
E. LOHRMANN, A. BÄCKER, J. BÜRGER,  
C. GRUPEN, M. ROST, H. MEYER,  
K. WACKER

Observation of Associated  $K_0^0$ -Electron  
Production in  $e^+e^-$  Annihilations  
Phys. Lett. **64B**, 369 (1976)

J. BURMESTER, L. CRIEGEE,  
H. C. DEHNE, K. DERIKUM,  
R. DEVENISH, J. D. FOX, G. FRANKE,  
G. FLÜGGE, CH. GERKE, G. HORLITZ,  
TH. KAHL, G. KNIES, M. RÖSSLER,<sup>1)</sup>  
S. WOLFF, R. SCHMITZ, T. N. RANGA  
SWAMY, U. TIMM, H. WAHL,  
P. WALOSCHEK, G. G. WINTER,  
W. ZIMMERMANN, V. BLOBEL,  
H. JENSING, B. KOPPITZ, E. LOHRMANN,  
A. BÄCKER, J. BÜRGER, C. GRUPEN,  
M. ROST, H. MEYER, K. WACKER

The total hadronic cross section for  
 $e^+e^-$  annihilation between 3.1 and  
4.8 GeV center of mass energy  
Phys. Lett., to be published

J. BURMESTER, L. CRIEGEE,  
H. C. DEHNE, K. DERIKUM, R. DEVENISH,  
J. D. FOX, G. FRANKE, G. FLÜGGE,  
CH. GERKE, G. HORLITZ, TH. KAHL,  
G. KNIES, M. RÖSSLER, S. WOLFF,  
R. SCHMITZ, T. N. RANGA SWAMY,  
U. TIMM, H. WAHL, P. WALOSCHEK,  
G. G. WINTER, W. ZIMMERMANN,  
V. BLOBEL, H. JENSING, B. KOPPITZ,  
E. LOHRMANN, A. BÄCKER, J. BÜRGER,  
C. GRUPEN, M. ROST, H. MEYER,  
K. WACKER

Observation of Associated  $K_0^0$ -Electron  
Production in  $e^+e^-$  Annihilations  
DESY 76/50

J. BURMESTER, L. CRIEGEE,  
H. C. DEHNE, K. DERIKUM, R. DEVENISH,  
J. D. FOX, G. FRANKE, G. FLÜGGE,  
CH. GERKE, G. HORLITZ, TH. KAHL,  
G. KNIES, M. RÖSSLER, S. WOLFF,  
R. SCHMITZ, P. WALOSCHEK,  
G. G. WINTER, W. ZIMMERMANN,  
V. BLOBEL, H. JENSING, B. KOPPITZ,  
E. LOHRMANN, A. BÄCKER, J. BÜRGER,  
C. GRUPEN, M. ROST, H. MEYER,  
K. WACKER

The Total Hadronic Cross Section for  $e^+e^-$  Annihilation between 3.1 and 4.8 GeV Center of Mass Energy  
DESY 76/53

G. FRANKE, R. SCHMITZ

On-Line Data Acquisition and Reduction at the Magnetic Detector PLUTO  
DESY 76/64

H. ACKERMANN, T. AZEMOON, L. CRIEGEE, H. C. DEHNE, K. DERIKUM, R. DEVENISH, G. FRANKE, G. FLÜGGE, G. HORLITZ, TH. KAHL, G. KNIES, M. RÖSSLER, R. SCHMITZ, G. SPECHT, U. TIMM, P. WALOSCHEK, G. G. WINTER, S. WOLFF, W. ZIMMERMANN, A. BÄCKER, S. BRANDT, J. BÜRGER, C. GRUPEN, M. ROST, G. ZECH, W. GABRIEL, F. JANATA, H. D. MERTIENS, H. MEYER, H. D. REICH, D. SCHMIDT, K. WACKER, V. BLOBEL, B. KOPPITZ, E. LOHRMANN, H. SPITZER, CH. BERGER, R. BÜHRING, H. GENZEL, R. GRIGULL, W. WAGNER, S. BARTALUCCI, S. BERTOLUCCI, V. CHIARELLA, F. CONSTANTINI, M. FIORI, P. GIROMINI, S. GUIDUCCI, A. SERMONETA, L. TRASATTI

Proposal for experiments at PETRA with PLUTO  
PETRA 76/19

G. FLÜGGE, H. JENSING, A. MARXEN, M. RÖSSLER, H. SCHULTZ, A. STÜBEN, W. ZIMMERMANN, H. MEYER

The Helix Tube Chamber  
DESY F1/F33/F39 – 76/05

TH. KAHL

Compton-Streuung an Wasserstoff, Deuterium und komplexen Kernen bei 3 und 5 GeV Photoenergie unter sehr kleinen Streuwinkeln  
DESY F33 – 76/01

TH. KAHL

Compton-Streuung an Wasserstoff, Deuterium und komplexen Kernen bei 3 und 5 GeV Photonenergie unter sehr kleinen Streuwinkeln  
Dissertation UNI Hamburg Januar 1976

K. DERIKUM

Die Hochspannungsauslese einer zylindrischen Proportionalkammer  
Dipl.-Arbeit UNI Hamburg Februar 1976

R. PACKMOHR

Strahlprofilmessungen mit Hilfe von Proportionalkammern  
Dipl.-Arbeit UNI Hamburg

J. FOX (PLUTO-Collab.)

Results from Magnetic Detector PLUTO  
GORDON Conference, Telton N. H.  
16. 8. 76

T. N. RANGA SWAMY

$e^+e^-$  Colliding Beam Experiments  
III High Energy Physics Symposium,  
Bhubhaneswar, India

R. DEVENISH (PLUTO-Collab.)

Data on  $e^+e^-$  Collisions taken with the Magnetic Detector PLUTO  
XVIII Int. Conf. on High Energy Physics  
Tbilisi USSR, 17. 7. 76

G.-G. WINTER (PLUTO-Collab.)

Bericht des DESY-PLUTO-Experiments  
Frühjahrstagung der DPG, Teilchenphysik Karlsruhe, 10.–12. März 1976

H. MEYER

Recent Results from DORIS  
Multiparticle Conference at Tutzing

H. MEYER (PLUTO-Collab.)

Recent PLUTO Results from DORIS  
Triest-Meeting, Juni 1976

H. MEYER (PLUTO-Collab.)

Recent PLUTO Results from DORIS  
Stanford Summer Institute for Particle Physics

L. CRIEGEE (PLUTO-Collab.)

Recent Results from PLUTO  
APS-Meeting, Stanford 22. 12. 76

L. CRIEGEE, G. FRANKE, A. GIESE, TH. KAHL, G. POELZ, U. TIMM, H. WERNER, W. ZIMMERMANN

Small-Angle Compton Scattering on Hydrogen and Deuterium  
XVIII Int. Conf. on High Energy Physics  
Tbilisi USSR, 15.–21. Juli 1976

H. MEYER

Experimente mit dem Detektor PLUTO bei DORIS  
Kolloquium Univ. Aachen, Mai 1976

H. MEYER

Die Entdeckung von Teilchen mit Charm  
Kolloquium Univ. Heidelberg, Nov. 1976

R. DEVENISH

The Total  $e^+e^-$  Annihilation Cross Section in the Energy Interval 3.1 to 4.8 GeV  
DESY Dienstag-Seminar, 2. 11. 76

G. FLÜGGE

Ergebnisse vom Magnetischen Detektor PLUTO bei DORIS  
Kolloquium Univ. Bonn, 2. Dez. 1976

J. FOX

Superconducting Magnetic Detector PLUTO  
Seminar, Brookhaven Nat. Lab.  
Upton N. Y. 2. Sept. 1976

E. LOHRMANN

New Results with  $e^+e^-$  Storage Ring DORIS  
Seminarvortrag Univ. Amsterdam  
17. Juni 76

U. TIMM

Experimente mit dem magnetischen Detektor PLUTO  
Seminar Univ. Aachen, 15. 11. 76

R. DEVENISH, J. FOX

Status Report from PLUTO  
DESY Forschungsseminar, 2. 7. 76

## F1/F52 (s. a. PLUTO)

P. SÖDING

Review of electromagnetic interactions of hadrons: „Weak and Electromagnetic Interactions at High Energies“  
Cargese 1975, Part B (ed; M. Levy)  
s. 351–413; Plenum Press New York 1976

P. JOOS

Hochenergiephysik  
Thiemig Verlag

G. WOLF

Radiative Decays and a Review of Two Body Hadronic Decays and Inclusive Decay Spectra of  $J/\psi$  and  $\psi'$   
Storage Ring Physics, International Colloqu. of Ed. Tran Thant Van

G. WOLF

Elektron-Positron-Wechselwirkung  
Phys. Bl. 32 (1976) 692

P. JOOS, A. LADAGE, H. MEYER,  
P. STEIN, G. WOLF, S. YELLIN,  
C. K. CHEN, J. KNOWLES, D. MARTIN,  
J. M. SCARR, I. O. SKILLICORN,  
K. SMITH, C. BENZ, G. DREWS,  
D. HOFFMANN, J. KNOBLOCH,  
W. KRAUS, H. NAGEL, E. RABE,  
C. SANDER, W.-D. SCHLATTER,  
H. SPITZER, K. WACKER  
Rho Photoproduction by Virtual Photons  
Nucl. Phys. **B113** (1976) 53

P. BENZ, O. BRAUN, C. KIESLING,  
U. IDSCHOK, G. KNIES, D. LÜKE,  
H. SCHNACKERS, V. SCHULZ,  
P. SÖDING, H. SPITZER, J. STIEWE  
and F. STORIM  
Multipion and Strange Particle  
Photoproduction of Neutron  
Nucl. Phys. **B115** (1976) 385

W. STRUCZINSKI, P. DITTMANN,  
V. ECKARDT, P. JOOS, A. LADAGE,  
H. MEYER, D. NOTZ, G. HENTSCHEL,  
J. KNOBLOCH, E. RABE, H. TAUREG,  
M. GRIMM, E. DERADO,  
P. SCHACHT, R. MEINKE  
Study of Photoproduction on Hydrogen  
in a Streamer Chamber with Tagged  
Photons for  $1.6 \text{ GeV} < E_\gamma < 6.3 \text{ GeV}$   
Topological and reaction cross section  
Nucl. Phys. **B109** (1976) 45

Bonn-Hamburg-München (MPI)  
Collaborat.  
K. v. HOLT, U. IDSCHOK, V. BLOBEL,  
D. GALL, H. FESEFELDT, P. FREUND,  
D. LÜERS, W. SCHRANKEL,  
B. M. SCHWARZSCHILD  
Higher Moments of the Pion Multiplicity  
Distribution in Proton-Proton  
Interactions at 12 and 24 GeV  
Nucl. Phys. **B103** (1976) 221

Bonn-Hamburg-München (MPI)  
Collab.  
V. BLOBEL, H. FESEFELDT, C. GEICH-  
GIMBEL, W. M. GEIST, H. G. HEILMANN,  
U. IDSCHOK, R. RÖDEL  
Resonance Production in Exclusive  
High Multiplicity Proton-Proton  
Reactions at 12 and 24 GeV/c  
Nucl. Phys. **B111** (1976) 397-412

Bonn-Hamburg-München (MPI)  
Collaborat.  
V. BLOBEL, H. FESEFELDT,  
W. M. GEIST, U. IDSCHOK, D. LÜERS  
Transverse Momentum Dependence  
on pp Interactions at 24 GeV/c  
submitted to Phys. Letters

Bonn-Hamburg-München (MPI)  
Collaborat.  
V. BLOBEL, H. FESEFELDT,  
W. M. GEIST, U. IDSCHOK, D. LÜERS  
Transverse Momentum Dependence  
on pp Interactions at 24 GeV/c  
submitted to Phys. Letters

Bonn-Hamburg-München (MPI)  
Collaborat.  
V. BLOBEL, H. FESEFELDT,  
W. M. GEIST, U. IDSCHOK, D. LÜERS  
Transverse Momentum Dependence  
on pp Interactions at 24 GeV/c  
submitted to Phys. Letters

Bonn-Hamburg-München (MPI)  
Collab.  
V. BLOBEL, H. FESEFELDT, C. GEICH-  
GIMBEL, W. M. GEIST, H. G. HEILMANN,  
U. IDSCHOK, R. RÖDEL  
Resonance Production in Exclusive  
High Multiplicity Proton-Proton  
Reactions at 12 and 24 GeV/c  
Nucl. Phys. **B111** (1976) 397-412

Bonn-Hamburg-München (MPI)  
Collaborat.  
V. BLOBEL, H. FESEFELDT,  
W. M. GEIST, U. IDSCHOK, D. LÜERS  
Transverse Momentum Dependence  
on pp Interactions at 24 GeV/c  
submitted to Phys. Letters

Bonn-Hamburg-München (MPI)  
Collaborat.  
V. BLOBEL, H. FESEFELDT,  
W. M. GEIST, U. IDSCHOK, D. LÜERS  
Transverse Momentum Dependence  
on pp Interactions at 24 GeV/c  
submitted to Phys. Letters

S. FLATTE, A. A. GRILLO, C. A. HEUSCH,  
B. LIEBERMANN, H. MEYER, L. MOSS,  
R. MOZLEY, A. ODIAN, T. SCHALK,  
A. SEIDEN, F. VILLA, L. C. WANG  
A Search for Charmed Hadrons Using  
a Direct Muon Trigger  
Phys. Rev. Lett. **37** (1976) 85

C. DEL PAPA, D. DORFAN, S. M. FLATTE,  
C. A. HEUSCH, B. LIEBERMANN,  
G. LUXTON, H. MEYER, L. MOSS,  
T. SCHALK, A. SEIDEN, K. BUNNELL,  
M. DUONG-VAN, R. MOZLEY, A. ODIAN,  
F. VILLA, L. C. WANG  
Inelastic Muon-Proton Scattering:  
Multiplicity Distribution and Prong  
Cross Sections  
Phys. Rev. **D13** (1976) 2934

C. DEL PAPA, D. DORFAN, S. M. FLATTE,  
C. A. HEUSCH, B. LIEBERMANN,  
G. LUXTON, H. MEYER, L. MOSS,  
T. SCHALK, A. SEIDEN, K. BUNNELL,  
M. DUONG-VAN, R. MOZLEY, A. ODIAN,  
F. VILLA, L. C. WANG  
Hadron Multiplicity and Structure  
Functions-Comparison of Muon-  
Production with Photon Production and  
 $e^+e^-$  Annihilation  
Phys. Rev. Letters **36** (1976) 772

C. DEL PAPA, D. DORFAN, S. M. FLATTE,  
C. A. HEUSCH, B. LIEBERMANN,  
G. LUXTON, H. MEYER, L. MOSS,  
T. SCHALK, A. SEIDEN, K. BUNNELL,  
M. DUONG-VAN, R. MOZLEY,  
A. ODIAN, F. VILLA, L. C. WANG  
Hadron Multiplicity and Structure  
Functions-Comparison of Muon-  
Production with Photon Production and  
 $e^+e^-$  Annihilation  
Phys. Rev. Letters **36** (1976) 772

Bonn-Hamburg-München (MPI)  
Collaborat.  
J. HOFMANN, U. IDSCHOK,  
B. SCHRÖDER, V. BLOBEL,  
H. FESEFELDT, J. SEYERLEIN  
Diffraction Dissociation in the Reaction  
 $pp \rightarrow p\Delta K^+$  at 12 and 24 GeV/c  
submitted to Phys. Lett.

H. MEYER  
Progress in Streamer Chambers  
Proc. High Energy Instrumentation  
Conf. Frascati 1973

P. JOOS, A. LADAGE, H. MEYER,  
P. STEIN, G. WOLF, S. YELLIN,  
C. K.-CHEN, J. KNOWLES, D. MARTIN,  
J. M. SCARR, I. O. SKILLICORN,  
K. SMITH, C. BENZ, G. DREWS,  
D. HOFFMANN, J. KNOBLOCH,  
W. KRAUS, H. NAGEL, E. RABE,  
C. SANDER, W.-D. SCHLATTER,  
H. SPITZER, K. WACKER  
Rho Production by Virtual Photons  
DESY 76/17

H. NEUMANN  
pp-Wechselwirkungen bei 12 und  
24 GeV/c Strahlimpuls: Inklusive  
Rho-Erzeugung und Untersuchung  
von Austauschprozessen  
DESY F1-76/01

H. NEUMANN  
pp-Wechselwirkungen bei 12 und  
24 GeV/c Strahlimpuls: Inklusive  
Rho-Erzeugung und Untersuchung  
von Austauschprozessen  
DESY F1-76/01

H. NEUMANN  
pp-Wechselwirkungen bei 12 und  
24 GeV/c Strahlimpuls: Inklusive  
Rho-Erzeugung und Untersuchung  
von Austauschprozessen  
DESY F1-76/01

H. NEUMANN  
pp-Wechselwirkungen bei 12 und  
24 GeV/c Strahlimpuls: Inklusive  
Rho-Erzeugung und Untersuchung  
von Austauschprozessen  
DESY F1-76/01

P.-D. GALL  
Inklusive Teilchenerzeugung in  
 $\bar{p}p$ -Wechselwirkungen bei 12 GeV/c  
Strahlimpuls  
DESY F1-76/02

J. KNOBLOCH  
Elektroproduktion bei kleinem  $\varepsilon$  in einer  
Streamerammer  
DESY F1-76/03

K. WACKER  
Elektroerzeugung der Endzustände  
 $\pi^-\Delta^{++}$ ,  $\pi^+\Delta^0$  und  $p\pi^+\pi^-$   
DESY F1-76/04

G. FLÜGGE, H. JENSING, A. MARXEN,  
M. RÖSSLER, H. SCHULTZ, A. STÜBEN,  
W. ZIMMERMANN, H. MEYER  
The Helix Tube Chamber  
DESY F1/F33/F39-76/05

G. KNIES, M. KOBBELT  
The Effects of Cross Talk and Strong  
Magnetic Fields in Liquid  
Argon Counters  
DESY F1-76/06

H. NEUMANN  
pp-Wechselwirkungen bei 12 und  
24 GeV/c Strahlimpuls: Inklusive  
Rho-Erzeugung und Untersuchung  
von Austauschprozessen  
Doktorarbeit

H. NEUMANN  
pp-Wechselwirkungen bei 12 und  
24 GeV/c Strahlimpuls: Inklusive  
Rho-Erzeugung und Untersuchung  
von Austauschprozessen  
Doktorarbeit

P.-D. GALL  
Inklusive Teilchenerzeugung in  $\bar{p}p$ -  
Wechselwirkungen bei 12 GeV/c  
Strahlimpuls  
Doktorarbeit

J. KNOBLOCH  
Elektroproduktion bei kleinem  $\varepsilon$  in einer  
Streamerammer  
Doktorarbeit

K. WACKER  
Elektroerzeugung der Endzustände  
 $\pi^-\Delta^{++}$ ,  $\pi^+\Delta^0$  und  $p\pi^+\pi^-$   
Doktorarbeit

W. KRAUS  
Bestimmung der Wirkungsquerschnitte  
für die Reaktionen  $ep \rightarrow e'p'\pi^0$ ,  
 $ep \rightarrow e'n\pi$  und  $ep \rightarrow e'p'(\pi^+) +$  zwei  
oder mehr neutrale Teilchen im Bereich  
 $W < 3.2 \text{ GeV}$  und  $0.3 \text{ GeV}^2 \leq Q^2 \leq 1.4$   
 $\text{GeV}^2$  mit einer Streamerammer  
Diplomarbeit

R. RÜSCH

Experimenteller Aufbau für die Elektroerzeugung von Vielteilchen-Endzuständen bei kleinem  $\varepsilon$   
Diplomarbeit

W. HAMANN

Test und Aufbau von Bleiglaszählern für ein Elektroproduktionsexperiment  
Diplomarbeit

C. BENZ

Elektroerzeugung von drei und mehr Pion-Endzuständen im  $Q^2$ -W-Bereich von 1  
 $1.5 < W < 2.8 \text{ GeV}$ ;  $0.3 < Q^2 < 1.4 \text{ GeV}^2$   
Diplomarbeit

G. WOLF

A Large Magnetic Detector for PETRA Experiments  
Discussion Meeting, Frascati 1.-5.3.76

G. WOLF

$e^+e^-$  Interactions  
MINERVA-Meeting, Kleinwalsertal, 12.-17. Sept. 1976

G. WOLF

Electron-Positron-Wechselwirkungen  
Plenarvortrag auf der 40. Physiker-tagung der DPG, Bonn 17.9. 1976

B. H. WIJK, G. WOLF

Electron-Positron Interactions  
Les Houches Sommerschule  
2.-13. August 1976

G. KNIES

Experiments with PLUTO at PETRA  
Discussion Meeting on PETRA Proposals, DESY, Hamburg, 31.8.-1.9.1976

G. WOLF

A Solenoid Detector for PETRA  
Discussion Meeting on PETRA Proposals, DESY, Hamburg, 31.8.-1.9.1976

G. KNIES

Small Angle Liquid Argon Calorimeters  
Discussion Meeting, Frascati  
1.-5.3.1976

G. KNIES

Die KMOR-Multipolanalyse der Reaktion  $\gamma N \rightarrow \pi N$   
Bonn, Kolloquiumsvortrag, Mai 1976

## F11

W. BARTEL, P. DUINKER, J. OLSSON, P. STEFFEN, J. HEINTZE, G. HEINZELMANN, R. D. HEUER, R. MUNDHENKE, H. RIESEBERG, B. SCHÜRLEIN, A. WAGNER, A. H. WALENTA

Measurement of the Branching Ratios for the Decays  $J/\psi \rightarrow \rho\pi$  and  $J/\psi \rightarrow \gamma\eta'$   
Phys. Lett. 64B (1976) 483 und DESY 76/40 (1976)

W. BARTEL, P. DUINKER, J. OLSSON, D. PANDOULAS, P. STEFFEN, J. HEINTZE, G. HEINZELMANN, R. D. HEUER, R. MUNDHENKE, H. RIESEBERG, A. WAGNER, A. H. WALENTA

Neutral Decays of the  $J/\psi$  Particle  
DESY 76/65, Dec. 1976 – zur Veröffentlichung in Phys. Lett.

W. BARTEL

Neutral and Radiative Decay Modes of the New Resonances  
Discussion Meeting on New Particles and New Quantum Numbers, London (März 1976)

W. BARTEL

Electron-Hadron Calorimeter for PETRA  
Discussion Meeting on PETRA Experiments Frascati (März 1976)

W. BARTEL

Experiments at PETRA  
Tagung der Hochenergiesektion der 'Nederlandse Natuurkundige Vereniging', Leiden (Oktober 1976)

J. HEINTZE

Proposal how to Use the DESY-Heidelberg Equipment for PETRA  
Discussion meeting on PETRA experiments Frascati (März 1976)

R. MUNDHENKE

Bericht der DESY-Heidelberg Kollaboration über Untersuchungen der  $J/\psi$  und  $\psi'$  Resonanzen am  $e^+e^-$  Speicherring DORIS  
Frühjahrstagung der DPG in Karlsruhe (März 1976)

H. RIESEBERG

Results from DORIS: Neutral Detector  
2nd International Conference at Vanderbilt University on New Results in High Energy Physics, Nashville (März 1976)

A. WAGNER

Nal-lead Glass Detector  
Discussion Meeting on PETRA experiments Frascati (März 1976)

A. WAGNER

Analysis of  $J/\psi$  and  $\psi'$  Decays with a Nal/Lead Glass Detector  
18th International Conference on High Energy Physics, Tbilisi (July 1976)

P. DUINKER

Voorlopige resultaten van het DESY-Heidelberg experiment  
Zeeman Laboratorium, Amsterdam (Februar 1976)

P. DUINKER

Experementele resultaten van de  $e^+e^-$  op vul ringen  
Inst. Theoretische Natuurkunde, Amsterdam (Oktober 1976)

G. HEINZELMANN

Ergebnisse des DESY-Heidelberg-Experimentes am  $e^+e^-$ -Speicherring DORIS  
Colloquium, Heidelberg (Mai 1976)

L. H. O'NEILL

Recent QED-Tests and selected  $J/\psi$  and  $\psi'$  results from SPEAR  
DESY Seminar (Oktober 1976)

A. WAGNER

Ergebnisse des DESY-Heidelberg Experimentes am  $e^+e^-$ -Speicherring DORIS  
Seminar, Bonn (Januar 1976)

## F21

J.-C. ALDER, F. W. BRASSE, W. FEHRENBACH, J. GAYLER, S. P. GOEL, R. HAIDAN, V. KORBEL, J. MAY, M. MERKWITZ, A. NURIMBA

Electroproduction of Neutral Pions in the Resonance Region  
Nucl. Phys. B 105 (1976) 253

F. W. BRASSE, W. FLAUGER, J. GAYLER,  
S. P. GOEL, R. HAIDAN, M. MERKWITZ,  
H. WRIEDT

Parametrization of the  $q^2$  dependance  
of  $\gamma, p$  total cross sections in the  
resonance region  
Nucl. Phys. B 110 (1976) 413

F. W. BRASSE, W. FLAUGER, J. GAYLER,  
S. P. GOEL, R. HAIDAN, M. MERKWITZ,  
H. WRIEDT

Parametrization of the  $q^2$  dependance  
of  $\gamma, p$  total cross sections in the  
resonance region  
DESY 76/11

J. GAYLER

Electroproduction of baryon resonances  
DESY 76/42

MICHAEL MERKWITZ

Electroproduktion neutraler Pionen  
im Resonanzgebiet  
DESY F21 - 76/01

F. W. BRASSE, G. FALLEY, K. THIELE,  
P. WARNECKE

Construction of a large drift chamber  
and test measurements  
DESY F21 - 76/02

M. MERKWITZ

Electroproduktion neutraler Pionen im  
Resonanzgebiet  
Dissertation, Universität Hamburg 1976

A. NURIMBA

Untersuchung der Mehrfach-  
Pionproduktion bei  $ep$ -Streuung im  
Resonanzgebiet bei Nachweis des  
gestreuten Elektrons und Protons  
Diplomarbeit, Universität Hamburg 1976

J. GAYLER

Electroproduction of baryon resonances  
Proceedings of the topical conference  
on baryon resonances, Oxford 1976,  
Rutherford Lab.

J. GAYLER

Electroproduktion von  $\pi^0, \pi^+$  und  $\eta$   
Mesonen  
DPG-Frühjahrstagung, März 1976,  
Karlsruhe

VOLKER KORBEL

Proton-Proton-Streuexperimente am  
CERN-Splitfieldmagneten  
DESY-Seminar, Mai 1976

## F22 (s. a. DASP)

P. BRAUEL, TH. CANZLER, D. CORDS,  
R. FELST, G. GRINDHAMMER,  
W.-D. KOLLMANN, H. KREHBIEL,  
M. SCHÄDLICH

Search for Narrow Resonances in the  
Reaction  $\gamma + Be \rightarrow e^+e^- + X$  at  
 $1.8 \leq M_{e^+e^-} \leq 2.6$  GeV  
Phys. Letters **61B**, (1976), 110

P. BRAUEL, T. CANZLER, D. CORDS,  
R. FELST, G. GRINDHAMMER, M. HELM,  
W.-D. KOLLMANN, H. KREHBIEL,  
M. SCHÄDLICH

$\pi^+$ -Electroproduction above the  
Resonance Region  
Phys. Letters **65B**, (1976), 181 und  
DESY 76/33

P. BRAUEL, T. CANZLER, D. CORDS,  
R. FELST, G. GRINDHAMMER, M. HELM,  
W.-D. KOLLMANN, H. KREHBIEL,  
M. SCHÄDLICH

$\pi^-$ -Electroproduction of Deuterium  
above the Resonance Region  
Phys. Letters **65B**, (1976), 184

W.-D. KOLLMANN

Suche nach schmalen Resonanzen in der  
Reaktion  $\gamma + Be \rightarrow e^+e^- + X$  im  
Massenbereich  $1.8 \text{ GeV} < M_{e^+e^-} < 2.6 \text{ GeV}$   
DESY F22 - 76/01

M. SCHÄDLICH

Electroproduktion negativer  
 $\pi$ -Mesonen oberhalb der Resonanzen  
Dissertation, November 1976 und  
DESY F22 - 76/02

G. GUZIELSKI

Berechnung der Akzeptanz eines  
Zweiarmspektrometers zur Messung  
der Elektroproduktion von  $\pi$ -Mesonen  
Diplomarbeit, Juni 1976

P. BRAUEL

Electroproduktion von K-Mesonen  
Kurzvortrag auf der DPG-Frühjahr-  
tagung Karlsruhe 1976

TH. CANZLER

$\pi^+$ -Electroproduktion oberhalb des  
Resonanzbereiches  
Kurzvortrag auf der DPG-Frühjahr-  
tagung Karlsruhe 1976

D. CORDS

Bericht des DESY-DASP-Experimentes  
Plenarvortrag auf der DPG-Frühjahr-  
tagung Karlsruhe 1976

W.-D. KOLLMANN

Suche nach Resonanzen bei der  
Reaktion  $\gamma + Be \rightarrow e^+e^- + X$  im Massen-  
bereich  $1.8 \text{ GeV} \leq M_{e^+e^-} \leq 2.6 \text{ GeV}$   
Kurzvortrag auf der DPG-Frühjahr-  
tagung Karlsruhe 1976

M. SCHÄDLICH

Elektroproduktion geladener  $\pi$ -Mesonen  
am Deuteron  
Kurzvortrag auf der DPG-Frühjahr-  
tagung Karlsruhe 1976

D. CORDS

Recent Experimental Results from  
DESY  
Ecole Internationale de la Physique  
des Particules Elementaires,  
Basko Polje, Makarska, Jugoslawien,  
September 1976

R. FELST

$e^+e^-$ -Collisions and PETRA  
Seminarvortrag am „Collège de  
France“, Paris, Mai 1976

## F23

S. HARTWIG, F. H. HEIMLICH, G. HUBER,  
F. RÖSSLE, M. KÖBBERLING,  
J. MORITZ, K. H. SCHMIDT, D. WEGENER,  
D. ZELLER, J. BLECKWENN

Validity of the One-Photon Exchange  
Approximation in Inelastic Scattering  
of Electrons and Positrons on Protons  
Lett. Nuovo Cimento 15 (1976) 429

F. H. HEIMLICH, G. HUBER, E. RÖSSLE,  
P. DAVID, H. MOMMSEN, D. WEGENER

Production of Negativ Pions from  
Hydrogen, Deuterium and Carbon by  
High-Energy Electrons  
Nucl. Phys. A267 (1976) 493

F. H. HEIMLICH, G. HUBER, E. RÖSSLE,  
P. DAVID, H. MOMMSEN, D. WEGENER

Production of Negativ Pions from  
Hydrogen, Deuterium and Carbon  
DESY 76/14 (1976)



J. BLOMQUIST, P. DAVID, J. FRANZ,  
G. HIBER, B. JOHNSON,  
G. G. JONSSON, H. MOMMSEN,  
R. PETERSSON, E. RÖSSLE,  
U. STROHBUSCH

Inelastische Elektronenstreuung an  
 ${}^9\text{Be}$  und  ${}^{28}\text{Si}$  bei kleinen  $q^2$   
DESY Proposal 141

J. BLOMQUIST, B. JOHNSON,  
G. G. JONSSON, R. PETERSSON

Statusrapport över Kärnfotogrupperns  
i Lund Forskningsverksamhet vid DESY  
(dnr F0495-010)  
LUNFD6/(NFFR-3002)/1-3/(1976)  
LUTFD2/(TFKF-3001)/1-3/(1976)

S. HARTWIG, F. H. HEIMLICH,  
G. HUBER, E. RÖSSLE, M. KÖBBERLING,  
J. MORITZ, K. H. SCHMIDT, D. WEGENER,  
D. ZELLER, J. BLECKWENN

Schatteneffekt bei der totalen  
Absorption virtueller Photonen  
DPG-Tagung, Karlsruhe, Mai 1976

S. HARTWIG, F. H. HEIMLICH, G. HUBER,  
E. RÖSSLE, M. KÖBBERLING,  
J. MORITZ, K. H. SCHMIDT, D. WEGENER,  
D. ZELLER, P. DAVID, H. MOMMSEN,  
J. BLECKWENN

Shadowing Effect in Inelastic Electron  
Scattering on  ${}^{12}\text{C}$  and  ${}^{27}\text{Al}$  Nuclei at  
Small Four Momentum Transfer  
18th International Conference on  
High Energy Physics,  
TBILISI Juli 1976

G. HUBER

Inelastische Elektronenstreuung an  
 ${}^9\text{Be}$  und  ${}^{28}\text{Si}$  bei kleinen  $q^2$   
DESY-Forschungsseminar

G. G. JONSSON, B. JOHNSON,  
R. PETERSSON

Vad gör egentligen Kärnfotogruppern  
i Hamburg?  
Seminarvortrag Lund

## F31

S. BARTALUCCI, S. BERTOLUCCI,  
C. BRADASCHIA, M. FIORI, D. FONG,  
P. GIROMINI, S. GUIDUCCI,  
T. MCCORRISTON, L. TRASATTI

A Search for New Vector Mesons in the  
Mass Range Between 0.9 and 2.2 GeV  
Nuovo Cim. submitted to

Autoren wie oben

A Search for New Vector Meson States in  
the Mass Range Between 1 and 2 GeV/c<sup>2</sup>  
DESY 76/43, August 1976

Autoren wie oben

A Search for New Vektor Mesons in the  
Mass Range Between 0.9 and 2.2 GeV  
LNF - 77/1

Autoren wie oben

A Search for New Vector Meson States  
in the Mass Range Between 1 and 2 GeV/c<sup>2</sup>  
Int. Conf. High Energy Physics, Tbilisi

M. FIORI

Titel wie oben  
Italian Physical Society Conference,  
Trento, 25. Sept. 1976, Nuovo Cim,  
to appear

CERN-Omega-Groups

Charm Search in 19 GeV/c  
 $\pi^-p$  Exclusive Reactions  
Nucl. Phys. **B111** (1976) 189  
CERN/EP/PHYS 76-12

CERN-Omega-Groups

Test of the Zweig Rule in  
 $\pi^-p$  Interactions at 19 GeV/c  
Phys. Lett. **65B** (1976) 89  
CERN/EP/PHYS 76-53

J. K. BIENLEIN

Suche nach Charm-Teilchen in  
19 GeV/c  $\pi^-p$  exklusiven Reaktionen  
Frühjahrstagung Teilchenphysik der  
DPG Karlsruhe, 10.-12. März 1976

J. K. BIENLEIN

Charm Search in 19 GeV/c  $\pi^-p$   
exclusive reactions  
Neutrino Conference,  
Aachen, June 8-12, 1976

J. K. BIENLEIN

Suche nach Charm-Teilchen – ein  
Experiment am Omega-Spektrometer  
bei CERN  
Gesamthochschule Siegen,  
30. Juni 1976

J. K. BIENLEIN

Ein Physiker betrachtet das  
Energieproblem  
Herbstschule für Hochenergiephysik,  
Maria Laach, 14. Sept. 1976

J. K. BIENLEIN

Suche nach Charm-Teilchen – ein  
Experiment am Omega-Spektrometer  
bei CERN  
Universität Marburg, 21. Okt. 1976

J. K. BIENLEIN

Die neuen Elementarteilchen  
Universität Marburg, 22. Okt. 1976

J. K. BIENLEIN

Die neuen Elementarteilchen  
Technische Universität Braunschweig,  
30. 11. 76

## F32

H. ACKERMANN, T. AZEMOON,  
W. GABRIEL, D. LÜKE, G. SPECHT,  
E. GANSSAUGE, F. JANATA,  
H. D. MERTIENS, H. D. REICH,  
D. SCHMIDT

Virtual Photoproduction of Protons on  
Hydrogen  
DESY 74/44

H. ACKERMANN

Inklusive Elektroproduktion von  
Protonen und  $K^+$ -Mesonen an  
Wasserstoff  
Dissertation Marburg/Lahn

L. HECK

Messung von Strahlprofilen – speziell  
mit einer Vieldrahtkammer  
Diplomarbeit Marburg/Lahn

W. SCHULTZ

Eine elektronische Überwachung für  
optische Funkenkammern mittels  
Fernsehkamera  
Diplomarbeit Marburg/Lahn

## F34 (s. a. DASP)

D. TRINES

Steuerpulven für die Orbitkorrektur  
PETRA-Kurzmitteilung 82 (1976)

D. TRINES

The Influence of Solenoid Fields at PETRA  
PETRA-Kurzmitteilung 92 (1976)

A. G. RUGGIERO, D. TRINES

What are the Conditions for Maximum  
Luminosity for any Coupling?  
PETRA-Kurzmitteilung 93 (1976)

D. TRINES

What Happens to the Luminosity, when  
the actual Coupling Differs from the  
Expected Coupling?  
PETRA-Kurzmitteilung 95 (1976)

DR. TRINES

Einfluß der Feldstreuungen in den  
Dipolmagneten  
PETRA-Kurzmitteilung 104 (1976)

D. TRINES

Aufstellungsgenauigkeit der Sextupole  
PETRA-Kurzmitteilung 105 (1976)

TASSO-Kollaboration  
Aachen-Bonn-DESY-Hamburg-London-  
Oxford-Revohot

Proposal for a Large  $4\pi$  Magnetic  
Detector for PETRA  
PETRA 76/14 (1976)

PLUTO-Kollaboration  
Aachen-DESY-Hamburg-Siegen-  
Wuppertal

Proposal for Experiments at PETRA  
with PLUTO  
PETRA 76/19 (1976)

F. W. BRASSE et. al.

Electroproduction of Neutral Pions  
at Energies above the Resonance  
Region  
P. L. **58 B**, 467 (1975)

K. AHMED et al.

Targetasymmetry in Inclusive  
Photoproduction of Pions  
N. P. **B 108**, 275 (1976)

H. LADENER

Nachweis und Test einer Funken-  
kammerapparatur  
HEP - 76/02

L. BOESTEN

Bau und Test von Proportional-  
drahtkammern für ein Paarspektrometer  
HEP - 76/05

A. KURTZ

Aufbau einer Szintillationsmatrix  
für Protonen in einem  
Kaon-Photoproduktionsexperiment  
HEP - 76/09

W. MOTZ

Bau einer computergesteuerten  
Spannungsquelle  
HEP - 76/01

F. DICKMANN

Digitale Auslese der Koordinaten eines  
Kreuzschlittens zum Test einer  
Proportionalkammer  
HEP - 76/03

M. HALVERSCHEID

Aufbau eines Praktikumsversuches:  
Messung der Magnetisierungskurve  
ferromagnetischer Stoffe  
HEP - 76/04

K. GATHER

Ereignisdarstellung von Vielkörper-  
prozessen in einem Großdetektor  
mit Hilfe eines Prozeßrechners  
HEP - 76/08

W. BRAUNSCHWEIG

Die neuen Resonanzen in der  
Elektron-Positron-Vernichtung  
HEP - 76/07

W. WALLRAFF

Results from the DASP-Experiment  
at the DESY  $e^+e^-$  Storage Ring DORIS  
Paris, Jan. 76

D. TRINES

Das PETRA-Projekt  
Flaine, Febr. 76

D. SCHMITZ

Neue Ergebnisse des DASP-Experi-  
mentes am Speicherring DORIS  
Würzburg, Febr. 76

L. PAUL

Targetasymmetrie der  $\pi^-$ -Produktion an  
polarisierten Neutronen  
Karlsruhe, März 76

D. SCHMITZ

New Results from the DASP-Detector  
at DORIS  
Pisa, März 76

W. BRAUNSCHWEIG

New Results on  $J/\psi$  and  $\psi'$  Decays from  
DASP. Madison-Wisconsin, USA,  
April 76, HEP - 76/06 and Conference  
Proceedings

K. LÜBELSMEYER

Das PETRA-Projekt  
Freiburg, Juni 76

D. SCHMITZ

New Results from DORIS  
Aachen, Juni 76  
Conference Proceedings

H. GENZEL

Polarisationsexperimente zur Photo-  
produktion von Mesonen  
Aachen, Juni 76

H. U. MARTYN

New Results from DASP  
Tiflis, Juli 76  
Conference Proceedings

H. GENZEL

Pion Photoproduction on Polarized  
Nucleons above 3 GeV  
Argonne-Illinois, USA, August 76

K. LÜBELSMEYER

The PETRA-Project  
Mittelberg, Österreich, September 76

CH. BERGER

Elektroproduktion von  $\pi^0$ -Mesonen  
Siegen, Dezember 76

## F36

P. HEINE

Untersuchung des diffraktiven  
Charakters der  $\phi p$ -Streuung in der  
Reaktion  $\gamma p \rightarrow \phi p$  im Energiebereich  
4,65–6,71 GeV  
FKF 2284, Karlsruhe

J. BODENKAMP

Programm zur Spurenrekonstruktion und Bestimmung des 2-Spur-Wirkungsgrads beim  $\phi$ -Experiment der Gruppe F36  
Diplomarbeit Hamburg 1976

H.-J. BEHREND, J. BODENKAMP, W. P. HESSE, W. A. McNEELY, T. MIYACHI, D. C. FRIES, P. HEINE, H. HIRSCHMANN, A. MARKOU, E. SEITZ

Elastic and Inelastic Photoproduction of  $\phi$ -Mesons  
Beitrag zur Elementarteilchenkonferenz 1976 in Tbilisi

H.-J. BEHREND, J. BODENKAMP, W. P. HESSE, W. A. McNEELY, T. MIYACHI, D. C. FRIES, P. HEINE, H. HIRSCHMANN, A. MARKOU, E. SEITZ

Steigung der Pomerontrajektorie  $\alpha'$  und Spin-Dichtematrixelemente des  $\phi$ -Mesons aus der  $\phi$ -Photoproduktion  
Beitrag zur Frühjahrstagung 1976 (Teilchenphysik) in Karlsruhe

## F41

U. Nielsén, W. H. E. SCHWARZ

VUV-Spectra of the Xenon Fluorides  
Chem. Phys. **13**, 195 (1976)

E. E. KOCH

Experimental Aspects of VUV Spectroscopy with Synchrotron Radiation

in: Problems of Elementary Particle Physics, Proc. of the 8th All Union School of High Energy Particle Physics, 1975, Yerevan, 1976, p. 502

CH. ACKERMANN, R. BRODMANN, R. HAENSEL, U. HAHN, G. TOLKIEHN, G. ZIMMERER

Photoluminescence and Excitation Spectroscopy of Rare Gases  
Proc. Int. Conf. Luminescence, Tokyo (1975) J. Luminesc. **12/13**, 315 (1976) (DESY SR-75/11)

C. KUNZ

Experimente mit der Synchrotronstrahlung  
Phys. Blätter **32**, 9–21 und 55–70 (1976)

C. KUNZ

Soft X-Ray Excitation of Core Electrons in Metals and Alloys  
in: Optical Properties of Solids, New Developments, ed by B. O. Seraphin, North-Holland Publishing Company, Amsterdam 1976 (Int. Ber. DESY F41-75/3)

D. PUDEWILL, F.-J. HIMPSEL, V. SAILE, N. SCHWENTNER, M. SKIBOWSKI, E. E. KOCH

Excitons in Pure and Doped Solid Neon  
phys. stat. sol. (b) **74**, 485 (1976) (DESY SR-75/12)

CH. ACKERMANN, R. BRODMANN, U. HAHN, A. SUZUKI, G. ZIMMERER

Photoluminescence Excitation Spectra of Solid Krypton  
phys. stat. sol. (b) **74**, 579 (1976) (DESY SR-75/13)

U. BONSE, G. MATERLIK, W. SCHRÖDER

Perfect Crystal Monochromators for Synchrotron X-Radiation  
J. Appl. Cryst. **9**, (1976) (DESY SR-75/14)

H.-J. HAGEMANN, W. GUDAT, C. KUNZ

Photoabsorption Coefficient of Alloys of Al with Transition Metals V, Fe, Ni and with Cu and Pr from 30 to 150 eV  
Photon Energy  
phys. stat. sol. (b) **74**, 507 (1976) (DESY SR-75/15)

K. RADLER, B. SONNTAG, T. C. CHANG, W. H. E. SCHWARZ

Experimental and Theoretical Investigation of the Li 1s Spectra of Molecular Lithium Halides  
Chem. Phys. **13**, 363 (1976) (DESY SR-75/16)

D. PUDEWILL, F.-J. HIMPSEL, V. SAILE, N. SCHWENTNER, M. SKIBOWSKI, E. E. KOCH, J. JORTNER

Exciton Dynamics in Solid Neon  
J. Chem. Phys. (1976) (DESY SR-75/17)

H. W. JOCHIMS, W. LOHR, H. BAUMGÄRTEL

Photoreactions of Small Organic Molecules V Absorptions-, Photoion- and Resonance-Photoelectron-Spectra of  $\text{CF}_3\text{Cl}$ ,  $\text{CF}_2\text{Cl}_2$ ,  $\text{CFCl}_3$  in the Energy Range 10–25 eV  
Ber. Bunsenges. physik. Chemie **80**, 130 (1976) (DESY SR-75/18)

R. BRODMANN, G. TOLKIEHN, G. ZIMMERER

Luminescence Originating from Free and Self Trapped Excitons in Solid Xenon  
phys. stat. sol. (b) **73**, K99 (1976) (DESY SR-75/19)

K. RADLER, B. SONNTAG

Close Correspondence between the Cs 4d Spectra of Molecular and Crystalline CsCl  
Chem. Phys. Letters **39**, 371 (1976) (DESY SR-75/20)

R. G. HAYES

Orientalional Effects on Atomic Photoelectric Cross Sections and their Relevance to Photoelectron Spectra from Single Crystals  
Chem. Phys. Letters **38**, 463 (1976)

E. E. KOCH, C. KUNZ, E. W. WEINER

The new Synchrotron Radiation Laboratory at the DESY Storage Ring DORIS  
Optik **45**, 395 (1976) (DESY SR-75/02)

E. SPILLER, R. FEDER, J. TOPALIAN, W. GUDAT, D. EASTMAN

X-ray Lithography with Synchrotron Radiation  
IBM Report 25123 Jan. 1976

R. BRODMANN, U. HAHN, G. ZIMMERER

Investigation of the Vacuum Ultraviolet Fluorescence of Gaseous Xenon under Optical Excitation in an Extended Wavelength Region  
Chem. Phys. Letters **41**, 160 (1976) (DESY SR-76/03)

W. EBERHARDT, R.-P. HAELBICH, M. IWAN, E. E. KOCH, C. KUNZ

Fine Structure at the Carbon 1s K Edge in Vapours of Simple Hydrocarbons  
Chem. Phys. Letters **40**, 180 (1976) (DESY SR-76/04)

V. SAILE, M. SKIBOWSKI, W. STEINMANN, P. GÜRTLER, E. E. KOCH, A. KOZEVNIKOV

High Resolution Monochromator for the Vacuum Ultraviolet Radiation from the DORIS Storage Ring  
Applied Optics **15**, 2559 (1976) (DESY SR-76/05)

E. SPILLER, R. FEDER, J. TOPALIAN, D. EASTMAN, W. GUDAT, D. SAYRE

X-ray Microscopy of Biological Objects with Carbon  $K\alpha$  and with Synchrotron Radiation  
Science **191**, 1172 (1976)

J. D. WILEY, W. J. BUCKEL, W. BRAUN,  
G. W. FEHRENBACH, F.-J. HIMPSEL,  
E. E. KOCH

Reflectivity of Single-Crystal GeS  
from 0.1–30 eV  
Phys. Rev. **B14**, 697 (1976)  
(DESY SR-76/06)

U. BONSE, G. MATERLIK

Precise Interferometric Measurement of  
the Ni K-edge Forward Scattering  
Amplitude with Synchrotron X-Rays  
Z. f. Physik **B24**, 189 (1976)  
(DESY SR-76/09)

R.-P. HAELBICH, C. KUNZ

Multilayer Interference Mirrors for the  
XUV Range around 100 eV Photon  
Energy  
Optics Comm. **17**, 287 (1976)  
(DESY SR-76/07)

V. SAILE, M. SKIBOWSKI, W. STEIN-  
MANN, P. GÜRTLER, E. E. KOCH,  
A. KOZEVNIKOV

Observation of Surface Excitons  
in Rare Gas Solids  
Phys. Rev. Letters **37**, 305 (1976)  
(DESY SR-76/08)

B. BURAS, J. STAUN OLSEN,  
L. GERWARD

X-Ray Energy-Dispersive Powder  
Diffractometry using Synchrotron  
Radiation  
Nucl. Instr. and Methods **135**, 193 (1976)  
(DESY SR-76/10)

E. SPILLER, D. E. EASTMAN, R. FEDER,  
W. D. GROBMAN, W. GUDAT,  
J. TOPALIAN

The Application of Synchrotron  
Radiation to X-Ray Lithography  
Applied Physics **47**, 5450 (1976)  
(DESY SR-76/11)

H. MÖLLER, R. BRODMAN, U. HAHN,  
G. ZIMMERER

Influence of Electron-Electron  
Scattering on the Luminescence  
Quantum Efficiency in Solid Argon  
Solid State Comm. **20**, 401 (1976)  
(DESY SR-76/12)

N. SCHWENTNER, E. E. KOCH

Competition between Electronic  
Energy Transfer and Relaxation in Xe  
doped Ar and Ne Matrices Studied by  
Photoelectron Spectroscopy  
Phys. Rev. **B14**, 4687 (1976)  
(DESY SR-76/1)

N. SCHWENTNER

Mean Free Path of Electrons in Rare  
Gas Solids  
Phys. Rev. B Dezember 1976  
(DESY SR-76/13)

B. NIEMANN, D. RUDOLPH, G. SCHMAHL

X-Ray Microscopy with Synchrotron  
Radiation  
Applied Optics **15**, 1883 (1976)

H. W. WOLFF, R. BRUHN, K. RADLER,  
B. SONNTAG

Atomic Character of the 4d Absorption  
of Ce metal: An Experimental Proof  
Physics Letters **59A**, 67 (1976)  
(DESY SR-76/14)

E. E. KOCH

Operation of Synchrotron Radiation  
Facilities for Users  
Proceedings of the Quebec Summer  
Workshop on Synchrotron Radiation  
Facilities, ed. by J. Wm. McGowan  
and E. M. Rowe, University of Western  
Ontario, Aug. 1976, p. 11-3

W. BRAUN, M. IWAN, C. KUNZ,  
H. PETERSEN

Giant Dependence of the 4d  
Photoionization Cross Sections  
upon Final State Energy  
Proceedings of the 8th Int. Conf. on the  
Physics of Semiconductors, Rom 1976  
North Holland, im Druck

D. EINFELD, D. STUCK

Measurements of the Operating-Time  
Variation of the Spectral Radiance  
of Deuterium Lamps  
Opt. Communications **19**, 297 (1976)

D. EINFELD, D. STUCK, K. BEHRINGER,  
P. THOMA

Comparison of Synchrotron Radiation  
and Hydrogen Continuum Radiation  
in the Near VUV by Means of the  
Deuterium Transfer Standard  
Z. Naturforsch. **31a**, 1131 (1976)

D. RUDOLPH, G. SCHMAHL, B. NIEMANN

Applications of Holographic Structures  
as optical Elements – X-ray Microscopy  
Proceedings of the Int. Conf. on  
Application of Holography and Optical  
Data Processing, Jerusalem,  
August 1976 im Druck

E. E. KOCH

Synchrotron Radiation Sources: Their  
Properties and Applications for VUV  
and X-Ray Spectroscopy  
Chap. 19 in „Interaction of radiation  
with condensed matter“, L. A. Self,  
editor, publication of the Trieste Center  
for Theoretical Physics, International  
Atomic Energy Agency, Wien 1976  
(im Druck) (Int. Ber. DESY F41-76/08)

G. ZIMMERER

Optical Excitation and Decay Processes  
in Rare Gas Solids  
Proceedings of the Internat. Summer  
School on Synchrotron Radiation  
Research (Alghero 1976), vol. 5 of the  
I. C. A. P. Series, E. S. Quercia, editor  
Catania, 1976 im Druck  
(Int. Ber. DESY F41-76/10)

R. HAENSEL, G. ZIMMERER

Basic Properties of Synchrotron  
Radiation  
Proceedings of the Internat. Summer  
School on Synchrotron Radiation  
Research (Alghero 1976), vol. 5 of the  
I. C. A. P. Series, E. S. Quercia, editor  
Catania, 1976 im Druck  
(Int. Ber. DESY F41-76/11)

F.-J. HIMPSEL, W. STEINMANN

Angle and Energy Dependence  
of Photoemission from Alkali  
Halide (100) Faces  
Proceedings of the Conference on  
Photoemission from Surfaces,  
Noordwijk, ESA-Publication 1976  
im Druck

M. IWAN, C. KUNZ

Lattice Relaxation and Final State  
Electron-Hole-Interaction Effects  
on the UPS Line Shape of Na<sup>+</sup>2p in NaCl  
Proceedings of the Conference on  
Photoemission from Surfaces,  
Noordwijk, ESA-Publication 1976  
im Druck

R. FREY, B. GOTCHEV, O. F. KALMAN,  
W. B. PEATMAN, H. POLLAK,  
E. W. SCHLAG

Photoionization Resonance Study of  
the X̄, Ā, B̄ und C̄ States of CO<sub>2</sub><sup>+</sup> and the  
Threshold Electron-Ion-Coincidence  
Measurement of the Fragmentation of  
CO<sub>2</sub><sup>+</sup>  
Chem. Physics (1976) im Druck  
(DESY SR-76/16)

N. KOSUCH, E. TEGELER, G. WIECH,  
A. FAESSLER

The Oxygen X-ray Emission Spectrum  
of some Oxyanions  
Proc. of the International Conference  
on the Physics of X-ray Spectra,  
Washington 1976

C. KUNZ, H. PETERSEN, B. SONNTAG

Photoabsorption and Photoyield  
Measurements of the Li K-edge  
Proc. of the International Conference  
on the Physics of X-ray Spectra,  
Washington 1976

K. RADLER, B. SONNTAG, H. W. WOLFF

Soft X-ray Absorption of Molecular  
Alkali Halides  
Proc. of the International Conference  
on the Physics of X-ray Spectra,  
Washington 1976

V. KELHÄ, K. NAUKKARINEN,  
M. TILLI, T. TUOMI, J. DI PERSIO

X-Ray Topographic Experiments with  
Si, Ge,  $\alpha$ S, HMT and PtCo Crystals  
and with Integrated Circuits Using  
Synchrotron Radiation  
Publication 2 of the Technical Research  
Centre of Finland, Helsinki (1976)

C. KUNZ

Far VUV Spectroscopy by Use of Syn-  
chrotron Radiation  
Taomina Res. Conf. „Optical Spectros-  
copy of Solids“ 1976, Nuovo Cimento,  
im Druck

B. SONNTAG

Dielectric and Optical Properties of  
Rare Gas Solids  
Chapter 18 in Rare Gas Solids II, ed.  
by M. K. Klein and J. A. Venables,  
Academic Press, New York (1977)  
im Druck (Int. Ber. DESY F41-76/06)

U. HAHN, N. SCHWENTNER,  
G. ZIMMERER

Decay Times of the Intrinsic  
Luminescence Band of Solid Xe  
Zur Veröffentlichung eingereicht  
(DESY SR-76/15)

C. KUNZ

Synchrotron Radiation as a Source for  
Surface Photoemission  
in Photoemission from Surfaces, ed  
by B. Feuerbacher, B. Fitton and  
R. F. Willis, John Wiley, London,  
Chap. 17, im Druck  
(Int. Ber. DESY F41-76/12)

E. E. KOCH, C. KUNZ, B. SONNTAG

Electronic States in Solids  
Investigated by Means of Synchrotron  
Radiation  
Physics Report **29c**, 153 (1977)  
(Int. Ber. DESY F41-76/03)

N. KOSUCH, E. TEGELER, G. WIECH,  
A. FAESSLER

X-Ray Spectroscopic Studies of the  
Electronic Structure of the  
Oxyanion  $PO_4^{3-}$   
Chem. Phys. Letters (1977) im Druck  
(DESY SR-76/17)

H. PETERSEN

Photoemissionsexperimente an  
flüssigen und festen Metallen: Li, Na,  
Al, Cs bei Anregung im extremen  
Vakuum-Ultraviolett  
Dissertation Universität Hamburg 1976  
(Int. Ber. DESY F41-76/01)

GÉRARD SPRÜSSEL

Optische Anregung der  $Cs^{+5p}$   
Elektronen in molekularem CsCl  
Diplomarbeit Universität Hamburg 1976  
(Int. Ber. DESY F41-76/02)

G. TOLKIEHN

Untersuchung der Lumineszenz von  
festem Xenon mit Hilfe von Emissions-  
und Anregungsspektroskopie im  
Temperaturbereich von 5 K bis 75 K  
Diplomarbeit Universität Hamburg 1976

CH. ACKERMANN

Energieübertrag in Benzol-dotierten  
festen Edelgasen: Untersuchung mit  
Hilfe der Lumineszenz-Spektroskopie  
Dissertation Universität Hamburg 1976  
(Int. Ber. DESY F41-76/04)

E. PITT

Optische Untersuchungen an  
Wolframat- und Molybdat-Kristallen  
mit Synchrotronstrahlung  
Dissertation Universität Gießen 1976

R.-P. HAELBICH

Untersuchung der Ausbeute von  
Gittern und Mehrschichteninter-  
ferenzspiegeln im Bereich des  
extremen Vakuum-Ultravioletts  
Diplomarbeit Universität Hamburg 1976  
(Int. Ber. DESY F41-76/05)

H.-W. JOCHIMS

Absorptions-, Photoionen- und  
Resonanzphotoelektronenspektren  
von Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffen  
im Vakuum-UV-Bereich  
Dissertation Universität Freiburg 1976  
(Int. Ber. DESY F41-76/07)

V. SAILE

Optische Anregungen der Valenz-  
elektronen von Argon, Krypton und  
Xenon in festem und gasförmigem Zu-  
stand zwischen 6 eV und 20 eV  
Dissertation Universität München 1976

M. IWAN

Photoemissionsuntersuchungen der  
 $Na^{+2p}$ -Anregungen in festem NaCl  
Diplomarbeit Universität Hamburg 1976  
(Int. Ber. DESY F41-76/09)

H. FRIEDRICH

Vergleich der optischen Anregung  
der L-Schale in molekularem und  
kristallinem  $SiH_4$ ,  $SiF_4$  und  $PH_3$   
Diplomarbeit Universität Hamburg 1976

P. GÜRTLER

Hochaufgelöste Absorptions-  
spektroskopie an den Molekülen  $N_2$ ,  
 $CO_2$ ,  $H_2O$ ,  $D_2O$  im Vakuum Ultraviolett  
Diplomarbeit Universität Hamburg 1976  
(Int. Ber. DESY F41-76/13)

H. MÖLLER

Einfluß der Elektron-Elektron-  
Streuung auf die Photolumineszenz  
von reinem und Xenondotiertem  
festem Argon  
Diplomarbeit Universität Hamburg 1976  
(Int. Ber. DESY F41-76/14)

R. BRODMANN

Untersuchung der Vakuum-Ultraviolett-  
Fluoreszenz von gasförmigen  
Edelgasen bei monochromatischer  
Anregung mit Synchrotronstrahlung  
Dissertation Universität Hamburg 1976

H. D. NAGEL

Untersuchung des Absorptions-  
verhaltens von Natrium in Xenon-  
Matrizen im Sichtbaren mit einer  
eigens für die Durchführung von  
Matrixspektroskopie-Experimenten  
erstellten Apparatur und Entwicklung  
eines neuen Meßverfahrens zur  
Bestimmung der Na-Konzentration  
Diplomarbeit Universität Hamburg 1976

F.-J. HIMPSEL

Photoemission aus Alkalihalogenid-  
Einkristallen  
Dissertation Universität München 1976

H. SCHENK

Untersuchung von Ionisations- und  
Anregungsprozessen an Bromwasser-  
stoff mit Synchrotronstrahlung  
Diplomarbeit Universität Hamburg 1976

- H. HERTZ, W. SROKA, R. ZIETZ, H. SCHENK  
Massenspektrometrische Untersuchung der Photofragmentierung von  $O_2$   
Verhandl. DPG (VI) 11, 79 (1976)
- P. GÜRTLER, E. E. KOCH, A. KOZEVNIKOV, V. SAILE  
Untersuchung der Beutler-Fano-Resonanzen in Edelgasen mit hoher Auflösung und statischem elektrischem Feld  
Verhandl. DPG (VI) 11, 85 (1976)
- H. HERTZ  
Ein Fluoreszenzexperiment zur Untersuchung der 5s Photoionisation des Xenon  
Verhandl. DPG (VI) 11, 91 (1976)
- N. BÖSE, H. HERTZ, W. SROKA, R. ZIETZ, J. HARMS, H. OERTEL, H. SCHENK  
Dissoziative Anregung von  $H_2O$  mit Elektronen und Photonen  
Verhandl. DPG (VI) 11, 170 (1976)
- N. SCHWENTNER, E. E. KOCH  
Vergleich der Zeitkonstanten für Relaxation bzw. Energieübertrag von Exzitonen auf Xe Gastatome in festen Ar- und Ne-Matrizen  
Verhandl. DPG (VI) 11, 172 (1976)
- P. GÜRTLER, E. E. KOCH, A. KOZEVNIKOV, V. SAILE  
Hochaufgelöste Absorptionsspektren von  $N_2$ ,  $H_2O$ ,  $D_2O$ ,  $CO_2$  und einigen einfachen organischen Molekülen im VUV  
Verhandl. DPG (VI) 11, 174 (1976)
- H. FRIEDRICH, B. SONNTAG, P. RABE, W. H. E. SCHWARZ  
L-Anregungen in festem und molekularem  $PH_3$ ,  $SiH_4$ ,  $SiF_4$   
Verhandl. DPG (VI) 11, 175 (1976)
- W. EBERHARDT, R.-P. HAELBICH, M. IWAN, E. E. KOCH, C. KUNZ  
Feinstruktur im Bereich der Kohlenstoff K 1s Kante in einfachen Kohlenwasserstoffen  
Verhandl. DPG (VI) 11, 175 (1976)
- N. KOSUCH, E. TEGELER, G. WIECH, A. FAESSLER  
Das Röntgenemissionsspektrum des Sauerstoffs in  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$  und anderen Anionen des Typs  $XO_4^{n-}$   
Verhandl. DPG (VI) 11, 178 (1976)
- N. KOSUCH, E. TEGELER, G. WIECH, A. FAESSLER  
Das Röntgenemissionsspektrum des Sauerstoffs in den Anionen des Typs  $XO_2^-$ ,  $XO_3^-$  und  $XO_3^{2-}$   
Verhandl. DPG (VI) 11, 179 (1976)
- R. GRASSER, E. PITT, A. SCHARMANN, G. ZIMMERER  
Reflexion von Wolframatkristallen bei Anregung mit Synchrotronstrahlung  
Verhandl. DPG (VI) 11, 460 (1976)
- J. D. WILEY, W. J. BUCKEL, W. BRAUN, G. W. FEHRENBACH, F.-J. HIMPSEL, E. E. KOCH  
Optische Eigenschaften von ein-kristallinem GeS von 0,1 bis 30 eV  
Verhandl. DPG (VI) 11, 480 (1976)
- M. IWAN, C. KUNZ  
Photoemissionsuntersuchung der  $Na^{+2p}$  Anregung in NaCl  
Verhandl. DPG (VI) 11, 483 (1976)
- G. TOLKIEHN, R. BRODMANN, U. HAHN, G. ZIMMERER  
Einfluß der Exzitonendynamik auf die Lumineszenzeigenschaften von festem Xe  
Verhandl. DPG (VI) 11, 499 (1976)
- R. BRODMANN, U. HAHN, G. ZIMMERER  
Untersuchung der VUV-Fluoreszenz von Xe bei diskreter Anregung verschiedener Energieniveaus  
Verhandl. DPG (VI) 11, 91 (1976)
- H. MÖLLER, R. BRODMANN, U. HAHN, G. ZIMMERER  
Einfluß der inelastischen Streuung von Photoelektronen auf die Lumineszenz von festem Argon  
Verhandl. DPG (VI) 11, 500 (1976)
- H. PETERSEN, C. KUNZ  
K-Anregung von flüssigem und festem Li – neue Interpretation des Absorptionseinsatzes  
Verhandl. DPG (VI) 11, 611 (1976)
- V. SAILE, P. GÜRTLER, E. E. KOCH, M. SKIBOWSKI, W. STEINMANN  
Oberflächenexzitonen in festen Edelgasen  
Verhandl. DPG (VI) 11, 998 (1976)
- D. RUDOLPH  
Applications of Holographic Structures as Optical Elements – X-Ray Microscope  
Int. Conf. on Applications of Holography and Data Processing, Jerusalem 1976
- B. GOTCHEV  
Hochaufgelöste Photoionisationsresonanzspektren von einigen kleinen Molekülen  
Bunsentagung Saarbrücken, 29. 5. 1976
- H. W. WOLFF, B. SONNTAG  
Absorption fine structure at the  $Cs^+$  4d threshold in molecular Cs-halides  
2<sup>nd</sup> Int. Conf. on Inner Shell Ionization Phenomena, Freiburg, 29. 3.–2. 4. 1976
- B. SONNTAG  
Soft X-ray absorption edge spectroscopy  
Midwinter Solid State Research Conference Laguna Beach, Calif., USA, 12.–16. 1. 1976
- V. SAILE, M. SKIBOWSKI, W. STEINMANN, P. GÜRTLER, E. E. KOCH, A. KOZEVNIKOV  
Observation of surface excitons in rare gas solids  
Taomina Research Conference on the Structure of Matter, Recent Developments in Optical Spectroscopy of Solids, Taomina, 6.–9. Sept. 1976
- R. HAENSEL  
The new synchrotron radiation facilities at the electron storage ring DORIS  
Hauptvortrag American Physical Society Washington, D.C., 29. 4. 1976
- R. HAENSEL  
Solid state and surface physics using synchrotron radiation  
Hauptvortrag Jahrestagung Nederlandse Natuurkundige Vereniging, Amsterdam, 26. 4. 1976
- H. PETERSEN  
The singularity at the Li K absorption edge  
Invited paper American Physical Society Meeting Atlanta 1. 4. 1976
- E. E. KOCH  
Progress in vacuum ultraviolet Spectroscopy on atoms, molecules and molecular crystals using synchrotron radiation  
Invited Lectures at the Nato Advanced Study Institute on „High-Energy Chemical Spectroscopy and Photochemistry“, Breukelen, Niederlande, 19./20. 8. 1976

G. ZIMMERER

Basic properties of synchrotron radiation

Rare gas solids

Part I: Excitation processes

Part II: Decay processes

Synchrotron radiation facilities at DESY

VUV monochromators at DESY

Vorlesungen, International Summer

School on Synchrotron Radiation

Research, Alghero (Sardinien)

12.-24.9.1976

W. GUDAT

Photoelektronenspektroskopie von

Oberflächenzuständen an III-V

Halbleitern

Sonderforschungsbereich 128 der

Universität München, 1.6.1976

R. HAENSEL

Festkörperspektroskopie im extremen

ultravioletten Spektralbereich

Tagung des Vereins zur Förderung des

mathematischen und naturwissenschaftlichen

Unterrichts (MNU), Kiel,

30.9.1976

R. HAENSEL

Optische Untersuchungen an Fest-

körpern und Gasen mit Hilfe der

Synchrotronstrahlung

Phys. Kolloquium, Universität

Regensburg, 8.11.1976

R. HAENSEL

Synchrotron radiation spectroscopy:

Recent developments at DESY

Seminarvortrag Physics Department

University of Southern California,

3.5.1976

R. HAENSEL

Synchrotronstrahlung: ein Beispiel

interdisziplinärer Zusammenarbeit

Vorlesung im Rahmen des German

Semester 1976 der University

of Southern California, 3.-5. Mai 1976

R. HAENSEL

Synchrotron radiation and its application in atomic, molecular and solid state physics

Kolloquium Georgetown University,

Washington, D.C. 30.4.1976

R. HAENSEL

Recent developments of synchrotron

radiation spectroscopy at DESY

Seminarvorträge im Rahmen eines

Forschungsaufenthaltes (22.2.-24.3.

1976) in Japan auf Einladung

der Japanese Society for the

Promotion of Science

R. HAENSEL

Synchrotron and its applications

in spectroscopy and structure analysis

Seminarvortrag, Department of Physics

Tribuvan University, Kathmandu/Nepal

1.4.1976

E. E. KOCH

Eigenschaften der Synchrotronstrahlung

und ihre Anwendungen in der Fest-

körperphysik und angewandten

Forschung

Gesellschaft für Kernforschung,

Karlsruhe, 8.12.1976

E. E. KOCH

Photoemissionsuntersuchungen

an Molekülkristallen

Kolloquium, Fritz-Haber-Institut,

Berlin, 24.11.1976

E. E. KOCH

Vakuum-Ultraviolet-Spektroskopie

an Molekülen und Molekülkristallen mit

Synchrotronstrahlung

Physikalisches Kolloquium,

Universität Bayreuth, 16.11.1976

E. E. KOCH

Experimente mit Synchrotronstrahlung

Physikalisches Kolloquium,

Universität Ulm, 15.11.1976

E. E. KOCH

Optical spectra and photoemission from

rare gas solids

Centre for Chemical Physics University

of Western Ontario, 10.8.1976

E. E. KOCH

Photoemission from molecular crystals

IBM Thomas J. Watson Research Lab.

Physical Science Seminar, 6.8.1976,

Notre Dame University, Radiation

Laboratory, 9.8.1976

C. KUNZ

Investigation of optical and electronic

transitions in solids and liquid metals

using synchrotron radiation

Seminarvortrag Antwerpen, 13.1.1976

C. KUNZ

Neue Experimente mit der Synchrotron-

strahlung

Kolloquiumsvortrag, Erlangen, 2.2.1976

C. KUNZ

New Experiments with synchrotron

radiation

Kolloquiumsvortrag, Aarhus, 8.3.1976

C. KUNZ

Core level excitations in solids with

synchrotron radiation

Seminarvortrag, Nordita, Kopenhagen,

9.3.1976

C. KUNZ

Vacuum ultraviolet spectroscopy

3 Vorlesungen Curso de „Física del

Estrado Sólido“ Universidad Inter-

nacional Menendez y Pelayo,

Santander (Spanien), 19.-23.7.1976

V. SAILE

Erste Messungen mit dem hochauf-

lösenden 3m-Monochromator am

Speicherring DORIS

Kolloquiumsvortrag Universität Kiel,

24.6.1976

G. SCHMAHL

Mikroskopie mit weicher

Röntgenstrahlung

Seminarvortrag, EMBL Heidelberg,

Oktober 1976

M. SKIBOWSKI

Photoemission und elektronische

Struktur von Festkörpern

Kolloquiumsvortrag, Universität Kiel,

27.1.1976

B. SONNTAG

Untersuchung atomarer Effekte in den

Vakuumultraviolet-Spektren von

Festkörpern mit Hilfe der

Synchrotronstrahlung

Kolloquiumsvortrag, Gesamthoch-

schule Siegen, 4.11.1976

B. SONNTAG

Molecular effects in the VUV-spectra

of solids

Seminarvortrag, Oak Ridge National

Laboratory, Oak Ridge, USA, 26.8.1976

B. SONNTAG

Recent experiments with synchrotron

radiation at DESY

Seminarvortrag, University of Illinois,

Urbana, Illinois, USA, 9.1.1976

G. ZIMMERER

Decay of excitonic and conduction band

states in solid rare gases investigated

by photoluminescence excitation

spectroscopy

International Centre for Theoretical

Solid State Physics, Antwerpen,

11.3.1976

G. ZIMMERER

Experiments with synchrotron radiation at DESY and DORIS in Hamburg  
Universität Leningrad, Dept. of the Electronic Structure of Solids, 22.3.1976

G. ZIMMERER

Optische Anregung und Zerfallsprozesse in festen Edelgasen  
Seminarvortrag Universität Regensburg, 9.12.1976

## F51

F. HÜBLER, A. KROLZIG

Ein Mikroprozessor in CAMAC-Ausführung als vielseitiges Hilfsmittel bei Hochenergieexperimenten  
Vortrag auf der Herbsttagung 1976 der Studiengruppe Nukleare Elektronik in Köln

H.-J. STUCKENBERG

Einsatz von Mikroprozessoren bei der Auslese kernphysikalischer Experimente  
2. Februar 1976, Gesamthochschule Siegen, Kolloquiumsvortrag

## F58

G. PFEIFFER

SIMPL11, eine einfache Implementierungssprache für PDP11-Rechner  
DESY DV 76/2, Hamburg 1976

W. WÖLLMER

Untersuchung der Spektren von Radioisotopen mit der Gamma-Kamera für die Anwendung in der Doppelnuklid-Szintigraphie der Bauchspeicheldrüse  
Diplomarbeit Hamburg 1976

G. PFEIFFER, K. DAHLMANN, W.-R. DIX, K. H. HÖHNE

Anpassung der Kommunikation mit einem Informationssystem an die Anforderungen eines Universitätskrankenhauses  
Jahrestagung der GMDS, Hannover 1976

D. L. RAIMONDI, H. M. GLADNEY, R. W. MARTIN, L. L. SPENCER  
(IBM, San Jose)  
G. HOCHWELLER

LABS/7 – A Distributed Realtime Operating System  
IBM Syst. Journ. 15, 1 (1976)

H. M. GLADNEY  
(IBM, San Jose)  
G. HOCHWELLER

Multiprogramming for Real-Time Applications  
Proc. 3rd Annual Symp. IEEE/ACM on Computer Architecture (1976)

## Synchrotron (S1)

J. PETERS

Wire Measurements with Short Pulses in Cylindric Structures and Vacuum Chambers  
DESY S1-76/01, DESY PET-76/02

A. FEBEL, G. STANGE

Neues Injektionssystem für Linac II  
DESY S1-76/02, DESY PET-76/04

R. KÜPPERSHAUS, H. MÜNSTER

Durchbiegung einer PETRA-Magnetkammer (ältere Form) unter Vakuum während des Ausheizens  
PETRA-Kurzmitteilung Nr. 83

G. HARTTIG, H. MÜNSTER

Prüfmuster von Heizern und Klebebänder auf Strahlungsbeständigkeit  
PETRA-Kurzmitteilung Nr. 84

J. KATHRINER, R. KÜPPERSHAUS, H. MÜNSTER, H. SCHILL

GP-NG (Getterpumpen-Netzgeräte)  
PETRA-Kurzmitteilung Nr. 85

R. WECK, W. EBELING

Schnelle Strahlprofilmessung mit elektronischer Abtastung  
Technische Notiz DESY S 1-76/1

JENS PETERS

Hohlleiterverzweigungsnetzwerke für PETRA  
DESY S1-76/03

## Speicherring DORIS (H)

K. WILLE

Betriebserfahrung mit dem Elektron-Positron-Doppelspeicherring DORIS  
Kerntechnik (1/76)

J. BURMESTER, L. CRIEGEE, H. C. DEHNE, K. DERIKUM, etc.

Observation of Associated  $K^0_s$ -Electron Production in  $e^+e^-$ -Annihilation  
Physics Letters  
Volume 64B, Number 3, Sept. 76

R. ROSSMANITH

Acceleration of electrons in the focus of a laser-beam  
DESY 76/58

A. PIWINSKI, A. WRULICH

Excitation of Betatron-Synchrotron Resonances by a Dispersion in the Cavities  
DESY 76/07

J. BURMESTER, L. CRIEGEE, H. C. DEHNE, K. DERIKUM, R. DEVENISH, etc.:

The Total Hadronic Cross Section for  $e^+e^-$  Annihilation between 3.1 and 4.8 GeV  
Center of Mass Energy  
DESY 76/53

R. D. KOHAUPT

Parametric excitation of longitudinal quadrupole instabilities for short particles bunches  
DESY H2-76/1

N. LEHNART

Stabilität an einem Hochfrequenz-Beschleunigungssystem in Elektronenspeicherringen  
DESY H2-76/2

R. PACKMOHR

Der Einsatz von Proportionalkammern als Strahlprofil-Hodoskope  
Universität Hamburg, 1976

G. HILLE

Behandlung von Speicherringinstabilitäten mit Hilfe von analogen und digitalen Rechenverfahren  
Universität Hamburg, Juni 1976

R. ROSSMANITH

Acceleration of Charged Particles in the Focus of a Laser Beam  
IX. Intern. Quantum Electronics Conf., Amsterdam, Juni 1976



D. DEGÈLE

Untersuchungen und Verbesserungen am Speicherring DORIS  
Kurzfassung und Bildsammlung eines Vortrages bei DESY, Juni 1976

R. D. KOHAUPT

Higher mode instabilities in DORIS SLAC, Stanford, April 1976

G. MÜLHAUPT

Probleme beim Bau großer  $e^+e^-$ -Speicherringe  
Inst. f. Kernphysik, Mainz, 9. 1. 76

R. ROSSMANITH

Neue Ideen für Teilchenbeschleuniger durch Laserlicht  
Universität Hamburg, 30. 4. 1076

R. ROSSMANITH

Utrakurzzeitphysik mit Laser  
Gesamthochschule Wuppertal, April 1976

R. D. KOHAUPT

Lifetime of electron beams for combined limitation of betatron- and synchrotron phase space (life time with scraper)  
DESY H2-76/10

H. GERKE, G. MÜLHAUPT

Umbau- und Erweiterungsmöglichkeiten des DORIS HF-Systems für den „Einzelringbetrieb“  
DESY H3-30/76

H. D. BREMER, H. C. DEHNE, A. GRELL, H. C. LEWIN

Der  $O_\gamma$  Monitor und schnelle Luminositätsoptimierung mit Hilfe von Einzelbunchstrahlung  
DESY H1-76/9

## PETRA

J. KOUPTSIDIS

Compton scattering of the synchrotron radiation in the vacuum chamber of PETRA  
(PET-76/1)

J. PETERS

Wire-Measurements with Short Pulses in Cylindrical-Structures and Vacuumchambers  
(PET-76/2)

H. GERKE, N. LEHNART

Ein transversales Rückkopplungssystem für PETRA  
(PET-76/3)

A. FEBEL, G. STANGE

Neues Injektionssystem für Linac II  
(PET-76/4)

A. G. RUGGIERO

Transverse and Longitudinal Stability of the Bunched Beam in PETRA  
(PET-76/5)

A. G. RUGGIERO

Longitudinal Impedance, Transverse Impedance and Other Considerations  
(PET-76/6)

K. STEFFEN

Beam depolarization in PETRA due to vertical betatron motion  
(PET-76/7)

A. G. RUGGIERO

Self-Bunching as a Mechanism for Lengthening and Widening of Electron Bunches  
(PET-76/8)

K. STEFFEN, J. KEWISCH

Study of Integer Difference Resonances in Distorted PETRA Optics  
(PET-76/9)

### PETRA-Kurzmitteilungen

GERKE

Änderung der Hochfrequenzparameter durch die Forderung nach konstanter Synchrotronfrequenz beim Energiefahren in PETRA  
(Nr. 78)

A. PIWINSKI

Durch Störungen verursachte vertikale Dispersion  
(Nr. 79)

A. WRULICH

Ejektion aus DORIS  
(Nr. 80)

R. GIESENBERG

Vakuumkammerprofil in der Normalzelle  
(Nr. 81)

D. TRINES

Steuerspulen für die Orbitkorrektur  
(Nr. 82)

R. KÜPPERSHAUS, H. MÜNSTER

Durchbiegung einer PETRA-Magnetkammer (ältere Form) unter Vakuum während des Ausheizens  
(Nr. 83)

G. HARTTIG, H. MÜNSTER

Prüfmuster von Heizern und Klebebänder auf Strahl-Strahlungsbeständigkeit  
(Nr. 84)

J. KATHRINER, R. KÜPPERSHAUS, H. MÜNSTER, H. SCHILL

GN-NG (Getterpumpen-Netzgeräte)  
(Nr. 85)

PAPAKONSTANTINOU

Fertigungsuntersuchung der PETRA-Vakuumkammer  
(Nr. 86)

W. VAGT

Vorschlag eines Pflichtenheftes für die Entwicklung von Netzgeräten kleiner Leistung für PETRA  
(Nr. 87)

H. PINGEL

Nomenklatur und Lagekoordinaten für PETRA  
(Nr. 88)

NARCISS

Aufbauvorschlag für Experimente-Gleichrichtergeräte unter Zuhilfenahme von bei DESY vorhandenen Geräten  
(Nr. 89)

H. PINGEL

Freier Platz und Einbau in den Bogenmitten  
(Nr. 90)

H. PINGEL

Einbauelemente in PETRA, Belegung der Vakuumzwischenstücke, Turbopumpstände, Haltepumpen  
(Nr. 91)

D. TRINES

The influence of solenoid fields at PETRA  
(Nr. 92)

A. G. RUGGIERO, D. TRINES

What are the conditions for maximum luminosity for any coupling?  
(Nr. 93)

PAMPERIN

Tunnel-Installationen (Nr. 94)

D. TRINES

What happens to the luminosity, when the actual coupling differs from the expected coupling?  
(Nr. 95)

G. MEYER

Zusammenfassung der Magnetabstände im Normalmodul  
(Nr. 96)

LÖFFLER

Festlegungen des Vermessungssicht-  
raumes im Tunnel  
(Nr. 97)

H. NEUMANN

Stromversorgung im Ringtunnel  
(Nr. 98)

O. GRÖBNER, R. D. TSCHUCHNER

Erste Experimente zur Entwicklung  
eines Haltpumpen-Prototyps  
für PETRA  
(Nr. 99)

H. HARTWIG

Integrierte Ionenzerstäuberpumpe  
für die Standardvakuumkammern  
für PETRA  
(Nr. 100)

D. DEGÈLE, G. HEMMIE, H. KUMPFERT

Zur Festlegung der HF-Frequenz  
von PETRA  
(Nr. 102)

R. KOSE

Verteilung der PETRA-Quadrupole  
und Sextupole auf die Aluminium-  
Stromschienen  
(Nr. 103)

D. TRINES

Einfluß der Feldstreuungen in den  
Dipolmagneten  
(Nr. 104)

D. TRINES

Aufstellungsgenauigkeit  
der Sextupole  
(Nr. 105)

J. KEWISCH, K. STEFFEN

Effect of magnet alignment errors  
in PETRA, part I  
(Nr. 106)

G. MEYER

Zubehör für Halfeneisen  
(Nr. 107)

A. PIWINSKI

Ohmsche Verluste des Strahls in einer  
Vakuumkammer aus Keramik mit  
metallischer Beschichtung  
(Nr. 108)

J. KEWISCH, K. STEFFEN

Effect of magnet errors in PETRA,  
part II  
(Nr. 109)

LÖFFLER

Festlegung der Strahlhöhe  
im PETRA-Tunnel  
(Nr. 110)

#### Technische Notizen PETRA

E. DASSKOWSKI

On soil behaviour under the PETRA  
ring tunnel  
(PET-76/12)

K. STEFFEN

Equilibrium orbit for nonuniformly  
distributed rf in PETRA  
(PET-76/13)

M. KLUGE, G. STEINBRINK

Vorschlag für PETRA Strahlenschutz-  
maßnahme  
(PET-76/14)

D. SCHÖN

Meßanordnung um schnelle Feldän-  
derungen in den Transportwegmagneten  
DESY-DORIS und DESY-PETRA zu  
messen und somit Fehlerquellen kurz-  
fristig zu beheben  
(PET-76/15)

W. BOTHE

Drehstrom- und Wasserleitungen  
für die PETRA-Außenanlagen  
(PET-76/16)

A. PIWINSKI, A. WRULICH

Betatron-Synchrotron Resonances  
in PETRA for various operating  
conditions  
(PET-76/17)

E. DASSKOWSKI

On dimensions of experimental pits  
in the PETRA experimental halls and  
on soil pressure  
(PET-76/18)

R. D. KOHAUPT

Tolerable cross section steps in the  
PETRA vacuum chamber  
(PET-76/19)

A. WRULICH

Satellite Resonances due to quadratic  
variation of tune with momentum  
(PET-76/20)

## Aufbau der Experimente (S2)

FRANZ LÖFFLER

Vermessungsarbeiten beim Bau  
des Speicherringes PETRA  
VII Internationaler Kurs für Ingenieur-  
messungen für hohe Präzision,  
29. Sept.–8. Okt. 76, Band I,  
TH Darmstadt, Institut für Geodäsie

## Energieversorgung (K)

PILLAT und SAJONS

Methoden zur Synchronisierung  
von selbstgeführten Umrichtern  
zur Magnetstromversorgung des  
Synchrotrons  
DESY K1 76-01

GODE

Automatische Überwachungsanlage  
der Regeltoleranzen für die Strom-  
versorgungsgeräte der DESY-  
Experimentier-Magnete  
DESY K1 76-02

LEVY und BORCHARDT

Endstufen-Simulation der Quadrupol-  
Stromversorgung für langsame  
Ejektion  
DESY K1 76-03

## Strahlenschutz (D3)

H. DINTER, K. TESCH

Moderated rem meters in pulsed  
neutron fields  
Nucl. Instr. Meth. 136 (1976) 389

I. BLOMQUIST, P. JANACEK,  
G. G. JONSSON, R. PETERSSON,  
H. DINTER, K. TESCH  
Electro- and photoinduced spallation  
reactions on  $^{27}\text{Al}$  and  $^{51}\text{V}$  at intermediate  
energies  
Z. Phys. A 278 (1976) 83

I. BLOMQUIST, P. JANACEK,  
G. G. JONSSON, H. DINTER, K. TESCH,  
N. FREED, P. OSTRANDER  
Electro- and photoproduction of  
charged pions on  $^{27}\text{Al}$  and  $^{51}\text{V}$  at  
intermediate energies  
Phys. Rev. (accepted for publication)

H. DINTER, K. TESCH  
Moderated rem meters in pulsed  
neutron fields  
DESY 76/08

I. BLOMQUIST, P. JANACEK,  
G. G. JONSSON, H. PETERSSON,  
H. DINTER, K. TESCH  
Electro- and photoinduced spallation  
reactions on  $^{27}\text{Al}$  and  $^{51}\text{V}$  at intermediate  
energies  
DESY 76/16

I. BLOMQUIST, P. JANACEK,  
G. G. JONSSON, H. DINTER,  
K. TESCH, N. FREED, P. OSTRANDER  
Electro- and photoproduction of  
charged pions on  $^{27}\text{Al}$  and  $^{51}\text{V}$  at  
intermediate energies  
DESY 76/51

H. DINTER, K. TESCH  
Measurements of dose and shielding  
parameters of electron-photon stray  
radiation from a high-energy  
electron beam  
DESY 76/19

H.-G. EBELING, K. P. KLIMEK  
Verschiedene Ortsdosismessungen  
und Luftmessungen am Speicherring  
DORIS  
DESY D 3/23

K. AMSINCK  
Messung radioaktiver Aerosole an den  
Beschleunigern des DESY  
DESY D 3/24

K. AMSINCK  
Orts- und Personendosen 1976  
DESY D 3/25

E. PETERS  
Messung kleiner Strahlendosen mit  
LiF-TL-Dosimetern: Reduktion der  
Chemielumineszenz  
D 3-Laborbericht

E. PETERS  
Eichkonstanten für das zur Messung  
der Neutronenortsdosis verwendete  
 $^6\text{LiF}/^7\text{LiF}$ -Moderatordosimeter  
D 3-Laborbericht

K. TESCH  
Strahlenschutzaufgaben am DESY  
Vortrag für Ausschuß „Strahlenschutz-  
technik“ der Strahlenschutzkommission  
des BMI, Bonn

## Datenverarbeitung (R2)

H. BUTENSCHÖN  
NEWLIB, ein Programm zur Verwaltung  
von Programmen und Programm-  
systemen auf IBM-Rechenanlagen  
(Neufassung)  
DESY R2-76/01, Oktober 1976

P. K. SCHILLING  
IPS User's Guide  
DESY R2-75/01, Neufassung Juli 1976

## Neue Technologien (B1)

G. HORLITZ  
A Large Thin Walled Superconducting  
Coil for a  $4\pi$ -Detector at PETRA  
Technical Note, DESY-B1, No. 2/76

## Beschleunigertechnik (B3)

E. FREYTAG  
The Detection of High Energy  
Radiation – Flux Density and Spectra  
IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-23, 1976,  
p. 1362

E. FREYTAG  
Fluence-to-Dose Equivalent  
Conversion Factors in Mixed  
Radiation Fields  
IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-23, 1976, 1411

G. BATHOW, E. FREYTAG  
Das DESY-Mikrotron  
DESY B3/5





# WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT **DESY** 1976

