

WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT
1978

DESY



DORIS

DESY

PETRA

10102

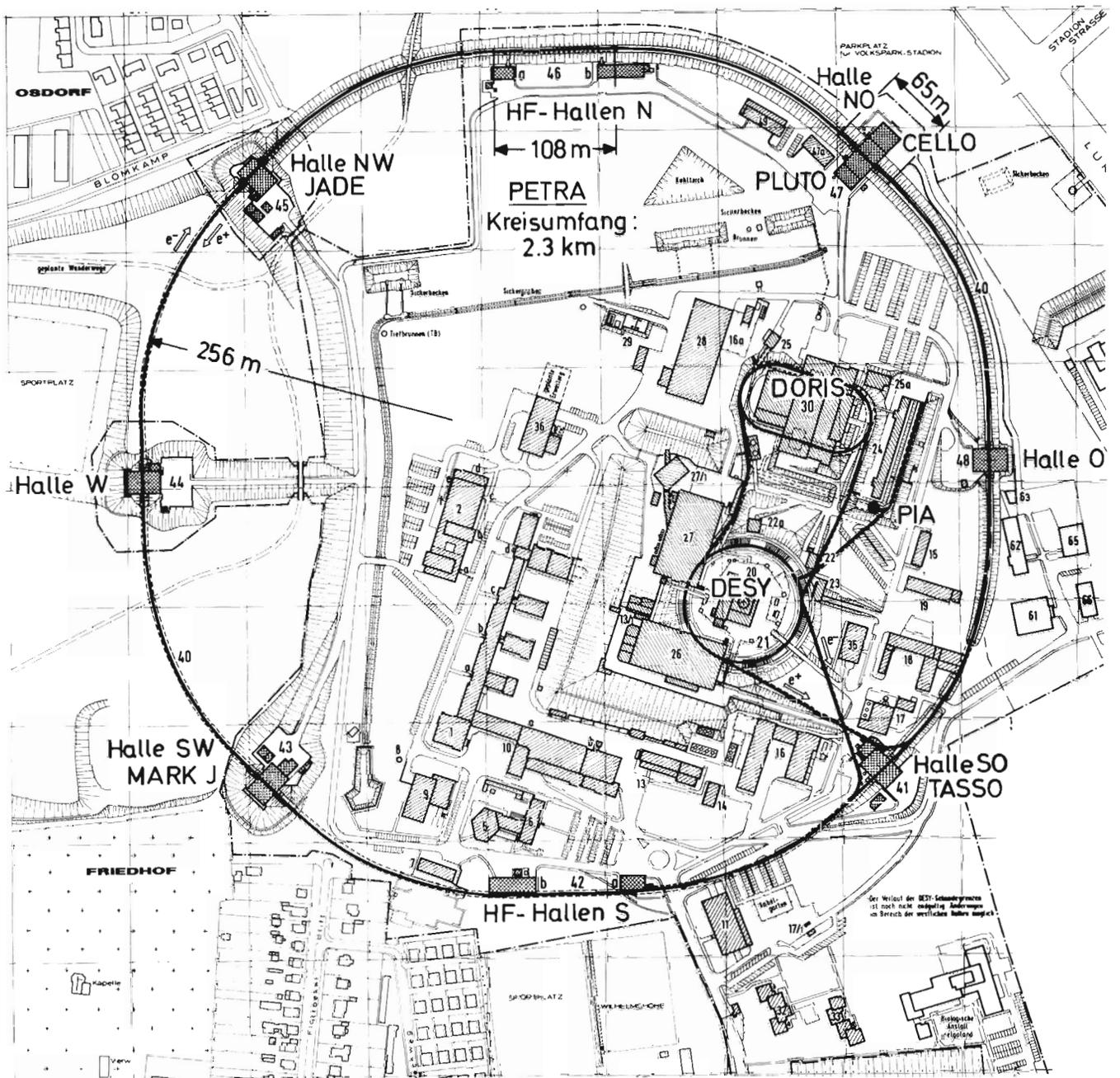
100 m



**Wissenschaftlicher Jahresbericht 1978
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**

INHALT

| | Seite |
|---|-------|
| Einführung | 3 |
| Übersicht | 7 |
| Experimente bei DESY | 8 |
| Organe der Stiftung | 14 |
| Bereich Forschung | 17 |
| Bereich Maschine | 143 |
| Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb | 171 |
| Veröffentlichungen und Vorträge | 191 |



| | | | |
|----|---------------------|---------|---------------------------|
| 1 | Laborgebäude I | 19 | Tischlerei |
| 2 | Laborgebäude II | 20/21 | Synchrotron |
| 3 | Vorbereitungshalle | 22, 22a | Synchr.-Strahlungs-Labors |
| 5 | DESY-Hörsaal | 23 | Linac I |
| 6 | Verwaltungsgebäude | 24 | Linac II |
| 7 | Gästehaus I | 25, 25a | Synchr.-Strahlungs-Labors |
| 9 | Kantine | 26 | Experimentierhalle I |
| 10 | Werkstattgebäude | 27 | Experimentierhalle II |
| 11 | Warenwirtschaft | 28 | Experimentierhalle III |
| 13 | Verflüssigergebäude | 30 | Speicherring DORIS |
| 14 | Chemiehalle | 32 | Gästehaus II |
| 15 | Gästehaus III | 33 | Gästehaus IV |
| 16 | Kraftstation | 40 | Speicherring PETRA |
| 17 | Heizzentrale | 47, 48 | PETRA-Experimentierhallen |
| 18 | Betriebshof | 42/46 | PETRA-HF-Hallen |

Einführung

Das Wissenschaftszentrum DESY in Hamburg-Bahrenfeld ist eine der zwölf Großforschungseinrichtungen der Bundesrepublik Deutschland. Seinen Namen verdankt DESY dem ersten, auf seinem Gelände errichteten Beschleuniger, dem „Deutschen Elektronen-Synchrotron“. Der Schwerpunkt der Forschung bei DESY liegt auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik, d. h., der Untersuchung der Eigenschaften der kleinsten z. Zt. bekannten Bestandteile der Materie und der zwischen ihnen wirkenden Kräfte.

Die Untersuchungen bei DESY werden mit Hilfe von energiereichen Elektronen- und Positronenstrahlen durchgeführt. In drei großen Beschleunigeranlagen, den Elektron-Positron Speicherringen PETRA und DORIS sowie dem Synchrotron DESY, werden die hierfür gebrauchten Strahlen erzeugt.

Die Ergebnisse der durchgeführten Grundlagenforschung werden uneingeschränkt veröffentlicht. Die Forschungseinrichtung steht allen deutschen Hochschulen und wissenschaftlichen Institutionen sowie auch ausländischen Wissenschaftlern offen. An den Experimenten sind Institute aus vielen Ländern beteiligt.

Für den Bau und den Betrieb sowohl der Beschleuniger wie auch der Experimente werden höchste Anforderungen an die Technik gestellt. Dabei ergeben sich fruchtbare Entwicklungsanstöße, die nicht selten von großer praktischer Bedeutung sind.

In den letzten Jahren hat sich an den Elektronen-Ringbeschleunigern ein sehr interessantes Nebengebiet entwickelt: Das auf ihren Kreisbahnen von den Elektronen abgestrahlte kurzwellige Licht besitzt einzigartige Eigenschaften und kann für Untersuchungen verschiedenster Art angewendet werden. Die sog. „Synchrotronstrahlung“ wird von der Festkörperphysik bis zur Molekularbiologie – und sogar für Studien zur Herstellung von Miniaturschaltkreisen – eingesetzt. Bei DORIS konnte im letzten Jahr eine zunehmende Aktivität auf diesem Gebiet verzeichnet werden.

Finanzierung

Der zum Betrieb von DESY erforderliche Mittelaufwand wird im Verhältnis 9 : 1 von der Bundesregierung und von der Freien und Hansestadt Hamburg aufgebracht. Der Zuwendungsbedarf für Betriebsmittel und Investitionen belief sich im Jahre 1978 auf 129,5 Mio DM. Ausländische Institute tragen z. Zt. etwa die Hälfte der für die Experimente anfallenden Kosten. Dies entspricht internationalen Absprachen, durch die eine optimale Nutzung der Anlagen gewährleistet wird.

Die Problemstellung der Elementarteilchenphysik

In den letzten Jahren konnten auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik wesentliche Fortschritte erzielt werden. Die als Bausteine der Atomkerne angesehenen Neutronen und Protonen wurden als zusammengesetzte Gebilde erkannt. Sie bestehen aus den sog. Quarks, die selbst bis jetzt keinerlei Struktur erkennen lassen und die deshalb als „elementar“ betrachtet werden. Dieser Vorstoß zu Dimensionen, die wesentlich kleiner als der Atomkern sind, wurde durch den Einsatz von Teilchenstrahlen mit immer höherer Energie möglich. Alle bis heute in der Natur gefundenen „Elementarteilchen“ (das sind einige Hundert), bestehen aus entweder zwei oder drei dieser Quarks. Neben den Quarks existiert noch eine zweite Familie von strukturlosen Teilchen, die Leptonen, deren bekanntester Vertreter das Elektron ist.

Diese Vorstellung der Struktur der Materie, die sich erst seit 1974 voll durchzusetzen beginnt, wird heute als „neue Physik“ bezeichnet und muß noch in vielen Punkten bestätigt und vervollständig werden. Die Kräfte, die zwischen den Urbausteinen (Quarks und Leptonen) wirken, müssen noch genauer untersucht werden. Während die Elektromagnetischen Kräfte schon gut bekannt sind – sie werden durch „Photonen“ (Lichtquanten) übertragen – sind die für die starken (quarkeigenen) Kräfte verantwortlichen „Gluonen“ und die den sog. schwachen Kräften zugeordneten „Zwischenbosonen“ noch wenig erforscht.

Gerade in dieser Richtung haben sich Elektron-Positron Speicherringe als besonders wertvolle Forschungsinstrumente erwiesen. Bei der Vernichtung eines Elektrons mit seinem Antiteilchen, dem Positron, bildet sich im allgemeinen ein Quar-Antiquark oder ein Lepton-Antilepton-Paar. Durch Einstellung der geeigneten Speicherring-Energie kann man die Erzeugung dieser Paare gewissermaßen „steuern“ und die Vorgänge (bei denen auch Photonen und Gluonen entstehen) im Detail untersuchen.

Elementarteilchenphysik bei DESY

An den grundlegenden Experimenten zur „neuen Physik“ war DESY von Anfang an aktiv beteiligt. So wurden beim Beschuß von Protonen (Wasserstoffkernen) mit Elektronen des Synchrotrons, Beweise für die jetzt allgemein anerkannte Struktur des Protons erbracht. Ähnliche Experimente mit Schwerwasser-Kernen (Deuterium) haben solche Struktur auch für das Neutron bewiesen. Der Nachweis der inneren Struktur der Protonen und Neutronen brachte gleichzeitig den Schlüssel für die Zusammensetzung der weiteren bekannten Teilchen, die entweder aus drei oder aus zwei Quarks bestehen. (Sie werden Barionen, bzw. Mesonen genannt). Dieses sehr elegante Schema bekam aber erst mit der Entdeckung der schwereren Quark-Antiquark Verbindungen seine endgültige Bestätigung.

Der Speicherring DORIS wurde gerade rechtzeitig fertig, um 1974 an den wichtigen Untersuchungen des J/ψ -Teilchens, der Verbindung eines „c“-Quarks mit seinem Antiquark, teilzunehmen. Dieses Zweiquarksystem zeigt (genau wie das aus einem Proton und einem Elektron zusammengesetzte Wasserstoffatom) angeregte Zustände, die Aufschlüsse über die zwischen den Quarks wirkenden Kräfte geben und die vor allem eindeutig beweisen, daß es sich um Zweikörpersysteme handelt. Die Entdeckung einer weiteren, ähnlich aufgebauten Verbindung, des Ypsilon-Teilchens, zusammen mit seinem angeregten Zustand, brachte 1978 einen zusätzlichen Erfolg für das Quark-Modell. Die für die Erzeugung dieser Teilchen benötigte Energie, (die laut Masse-Energie-Äquivalenz etwa der zehnfachen Masse des Protons entspricht), konnte bei DORIS durch den Einbau zusätzlicher Beschleunigungsstrukturen erreicht werden. So wie beim J/ψ handelt es sich beim Ypsilon um eine Quark-Antiquark-Verbindung, wobei den beteiligten Quarks der Name „b“ (beauty oder bottom) zugeordnet wurde. Auch hier ist die Beobachtung des angeregten Zustandes der beste Beweis für die zwei-Quark-Struktur des Ypsilons.

Eine Voraussage des Quarkmodells, das jetzt schon die Form einer Theorie, der Quanten-Chromo-Dynamik QCD, angenommen hat, bezieht sich auf die Erzeugung von stark-wechselwirkenden Teilchen. Sie besagt, daß letztere (bei Elektron-Positron Vernichtungen) über einen Zwischenzustand erfolgt, der genau zwei Quarks enthält. Normalerweise fliegen diese Quarks mit hoher Geschwindigkeit auseinander, wobei die besonders starken Quark-Kräfte „zerreißen“ und dabei einen Prozeß einleiten, bei dem durch zusätzliche Quarks-Bildung eine größere Zahl von Quarkverbindungen (Barionen und Mesonen) entsteht. Der Prozeß wird Fragmentation genannt und die gebündelt austretenden Sekundärteilchen „Jets“. Das Auftreten dieser Jets bei genügend hoher Energie ist für die weitere Entwicklung der Theorie besonders wichtig und

wurde erst bei DORIS und dann bei PETRA weitgehend untersucht. Die Winkelverteilung der Jets entspricht der von der Theorie erwarteten. Dabei werden auch Annahmen über den Eigendrehimpuls (Spin) der Quarks bestätigt.

Wenn das Quark-Antiquark-Paar jedoch in gebundenem Zustand als J/ψ oder Ypsilon-Teilchen gebildet wurde, (weil der Speicherring genau auf der dafür erforderlichen Energie läuft), dann reicht die Energie nicht zum Auseinanderfliegen aus und ein anderer Zerfallsmechanismus tritt ein. Laut QCD ist dann der einfachste Zerfall der in drei Gluonen, wobei diese auch wieder „fragmentieren“ und „Jets“ bilden. Dieser Vorgang erlaubte es bei DORIS zum erstenmal einen für Gluonen vorausgesagten Effekt klar zu beobachten und zwar am Zerfall des Ypsilon-Teilchens. Weitere Untersuchungen, bei denen Effekte der Gluonenerzeugung beobachtet werden konnten, werden bei PETRA durchgeführt. In diesem Fall werden die Gluonen „abgestrahlt“ (wie Licht) beim normalen Quarkerzeugungsprozeß. Auch diese Versuche ergaben ein positives Ergebnis, so daß man der QCD-Theorie immer größeres Vertrauen schenken kann.

Ein nicht weniger interessantes Forschungsgebiet betrifft die Familie der Leptonen. Bei DORIS konnte der endgültige Nachweis für ein drittes geladenes Lepton erbracht werden. Es handelt sich um das „Tau“, das etwa 3500 mal schwerer als das Elektron ist. Seine Masse wurde bei DORIS besonders genau gemessen. Es konnte auch gezeigt werden, daß dieses Lepton genauso wie das Elektron und das Myon, einen neutralen masselosen Partner besitzt, das „Tau-Neutrino“. Da die Leptonenfamilie gewisse Ähnlichkeiten mit der Quarkfamilie zeigt, (z. B. bei der jeweiligen Paarerzeugung am Speicherring), erwartet man aufgrund der sechs beobachteten Leptonen auch sechs Quarks. Das sechste wird am Speicherring PETRA gesucht.

Die Erzeugung von Lepton-Antilepton-Paaren bei PETRA, bietet die beste Möglichkeit für die Überprüfung der vereinigten Theorie der elektromagnetischen und schwachen Kräfte, die den Physikern Weinberg, Salam und Glashow den Nobelpreis für das Jahr 1979 eingebracht hat. Die Wichtigkeit dieser Theorie ist unbestritten und der bei PETRA erwartete Effekt soll ihre genaue Gültigkeit beweisen. Bei genügend hohen Energien tritt zusammen mit dem Photon als Träger der elektromagnetischen Kräfte auch das sog. Z_0 für die schwache Wechselwirkung auf. Diese beiden Kräfte verursachen Interferenzeffekte, die in der Myon-Erzeugung beobachtet werden können.

Das breite Spektrum der hier angeführten Forschungsgebiete und die lückenlose Überdeckung aller dafür nötigen Erzeugungsenergien von 2 bis 38 GeV (von DORIS bis PETRA), versetzten DESY in eine bevorzugte Lage auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik.

Forschung auf benachbarten Gebieten

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 Strahlenquellen 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.

Es sind außerdem eine Reihe von anwendungsnahen Projekten möglich, wie z. B. Mikroskopie im weichen Röntgengebiet mit elementspezifischem Kontrast, Röntgentopographie, Röntgenbeugung und Röntgenabsorption für Strukturuntersuchungen auch technisch interessanter Materialien. Röntgenlithographie kann eines Tages als Produktionstechnik für die Herstellung subminiaturisierter elektronischer Schaltkreise eine große Bedeutung erlangen. So hat die Fraunhofer-Gesellschaft zusammen mit deutschen Industrieunternehmen ein neues Strahlrohr am DORIS-Speicherring für Voruntersuchungen auf diesem Gebiet aufgebaut. Bei den Anwendungen seien auch die Eichungen von Sekundärlichtquellen durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt für quantitative Untersuchungen von Fusionsplasmen erwähnt. Es wurden schließlich Vorarbeiten für ein stark erweitertes Synchrotronstrahlungslabor an DORIS durchgeführt und an einer Studie des BMFT für die Einrichtung eines eigenen Synchrotronstrahlungs-Speicherrings in Berlin mitgearbeitet.

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 gewonnenen Erfahrungen bei der rationellen Verarbeitung komplexer Daten wird in immer mehr Teilbereichen der Medizin für die Gesundheit des Menschen eingesetzt. Gemeinsam mit Angehörigen des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf arbeiten Mitarbeiter von DESY an der Verbesserung der Aussagekraft klinisch-chemischer, nuklearmedizinischer und röntgendiagnostischer Daten. Hierbei werden modernste Methoden der Hardwaretechnologie, der Computersprachen und der Bildverarbeitung angewandt.

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
- die Entwicklung von Senderöhren besonders hoher Leistung zur Strahlbeschleunigung.

Besonders die elektronische Datenverarbeitung spielt angesichts der 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 Kleinrechner und Mikroprozessoren für eine kontinuierliche Überwachung und Steuerung der komplizierten Apparaturen.

Übersicht 1978

Am 26. Dezember 1978 ist Professor Dr. Martin W. Teucher verstorben. In seiner langjährigen Mitgliedschaft im Direktorium hat sich Herr Teucher außerordentlich um das Deutsche Elektronen-Synchrotron verdient gemacht.

Am 15. Juli 1978 um 22.30 Uhr konnte der erste Elektronenstrahl in PETRA gespeichert werden. Damit wurde der Terminplan aus den Bauunterlagen um etwa neun Monate unterschritten. Die ursprünglich angesetzten Kosten von 98,5 Mio. DM wurden eingehalten, wobei auch Preissteigerungen aufgefangen werden konnten.

Mit dem planmäßigen Einfahren des neuen Speicherrings wurden die drei ersten Experimente PLUTO, MARK-J und TASSO in ihre Wechselwirkungszonen von PETRA eingebaut. Die ersten experimentellen Daten wurden bei Energien der Elektron- und Positronenstrahlen von jeweils 6,5 GeV genommen. Im Januar 1979 wurden $2 \times 8,5$ GeV erreicht.

Die ersten bei PETRA erhaltenen Ergebnisse betreffen folgende Gebiete:

a) Leptonenphysik

Sowohl die elastische e^+e^- - Streuung wie auch die Erzeugung von Myonen und Taus entspricht, auch bei den höchsten Energien, den Berechnung der Quantenelektrodynamik für punktförmige Ladungsträger. Die Annahme, daß das Elektron keinerlei Struktur besitzt, ist damit bis zu Radien von etwa 10^{-16} cm bestätigt, ganz anders als z. B. beim Proton, welches schon bei 10^{-13} cm eine klare Struktur (Ladungs- und Masseverteilung) aufweist.

b) Hadronenphysik

Die Annahme, daß Hadronen über Zwei-Quark Zwischenzustände erzeugt werden, wird experimentell bestätigt. Der Wirkungsquerschnitt entspricht dem für strukturlose Quarks berechneten und zwar unter der Voraussetzung, daß bei diesen Energien die fünf bekannten Quarks (und ihre Antiquarks mit ihren jeweiligen drei „Farb“-Quanten-Zahlen) erzeugt werden. Die Verteilung der Hadronen zeigt eine Bündelung in zwei entgegengesetzte „Jets“, die der erwarteten Fragmentation der Quarks entspricht und mit steigender Energie zunimmt. Die beiden Jets haben eine Winkelverteilung (bezogen auf die erzeugenden e^+ und e^- - Strahlen), die für Spin 1/2 Teilchen charakteristisch ist, wie man es auch für Quarks erwartet.

Nach der erfolgreichen Erhöhung der Energie des Speicherrings DORIS auf fast 2×5 GeV und der Messung des Ypsilon-Teilchens im Mai 1978 durch die Gruppen DASP und PLUTO, gelang nach einer erneuten Energie-Erhöhung bei DORIS auf etwas über 2×5 GeV im August 1978 der Nachweis des Y' -Zustandes mit einer Masse von 10,02 GeV. Die DESY-Heidelberg-Gruppe benutzte dazu ihren nicht-magnetischen Detektor mit NaJ-Zählern und Bleiglas, der anstelle von PLUTO eingebaut wurde. Mit diesem Detektor ist ebenfalls das Ypsilon-Teilchen in bester Übereinstimmung mit den Ergebnissen der beiden anderen Experimente bestätigt worden.

Die Experimente mit der Synchrotronstrahlung des Hamburger Synchrotronstrahlungslabors und des Europäischen Molekularbiologielabors wurden fortgeführt. Meßschichten als Hauptbenutzer konnten nur bis zur Verwendung von DORIS im Injektionsschema für PETRA zur Verfügung gestellt werden. Dies hat sich erst nach Fertigstellung des eigenständigen Zwischenspeicherrings PIA, durch den PETRA unabhängig von DORIS mit Positronen gefüllt werden kann, im Sommer 1979 geändert.

Die Beratungen über ein Ausbauprojekt zur Elektron-Proton-Physik wurden fortgeführt.

Nationale und Internationale Zusammenarbeit

Besonders erfreulich an der Elementarteilchen-Physik ist ihre sehr enge nationale und internationale Verflechtung, an der auch DESY intensiv beteiligt ist. Die Forschungsarbeiten bei DESY werden mit entsprechenden Einrichtungen in anderen Ländern koordiniert. Auf europäischer Ebene ist das DESY-Programm mit den wissenschaftlichen Untersuchungen des Kernforschungszentrum CERN in Genf eng verbunden. Neben den 180 von DESY angestellten wissenschaftlichen Mitarbeitern (insgesamt hat DESY rund 1100 Mitarbeiter), sind über 300 auswärtige Wissenschaftler 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. Zwanzig ausländische Institute beteiligen sich mit eigenen Mitteln an den Experimenten. Die Institute verteilen sich auf die Länder England, Frankreich, Holland, Israel, Italien, Japan, Norwegen, Schweden, UdSSR, USA, V. R. China.

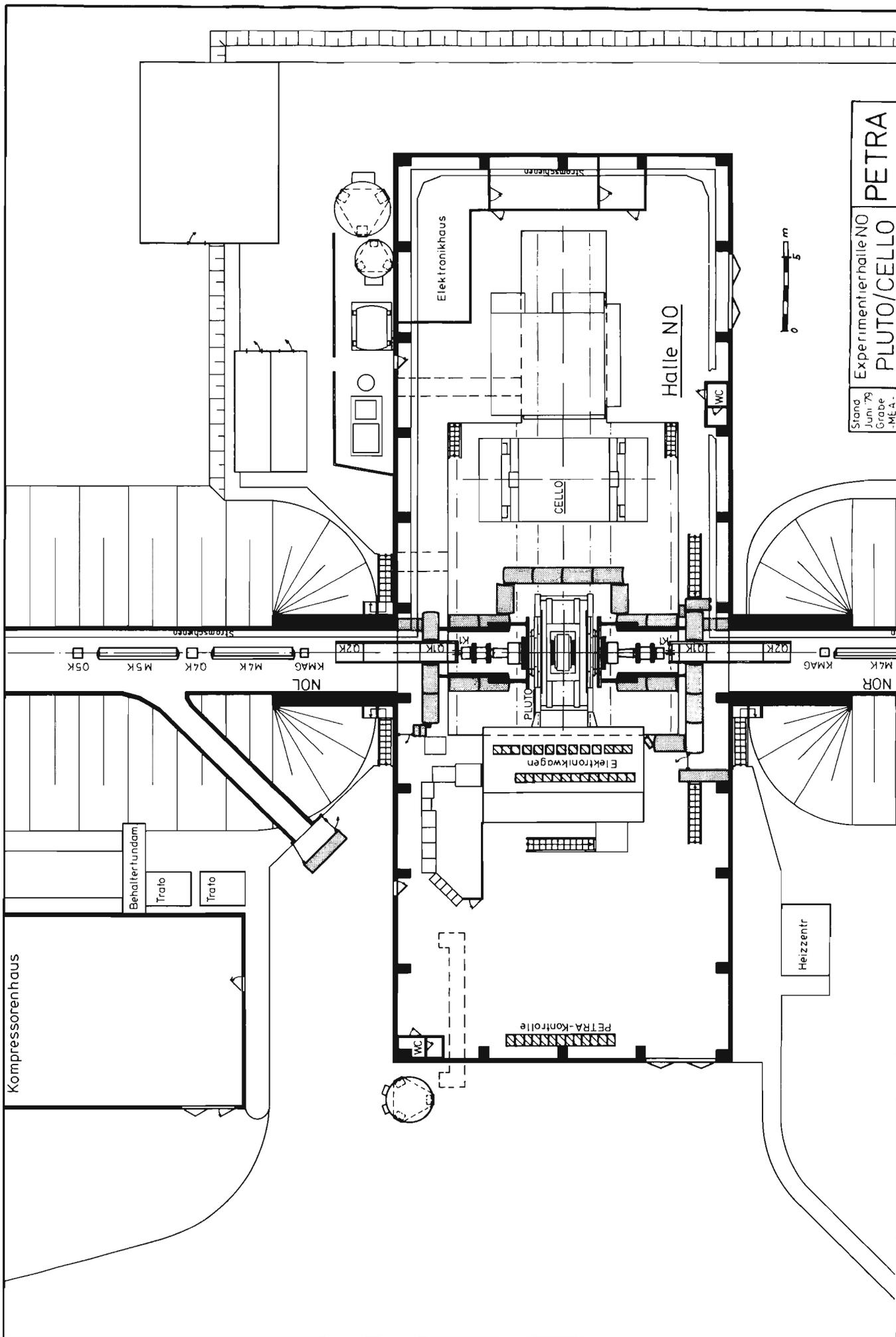
Experimente bei DESY

Am Speicherring DORIS

| | |
|-------------------------------|--|
| DASP-2 | DESY-HAMBURG Inst. für Physik, Univ. DORTMUND Inst. für Hochenergiephysik, Univ. HEIDELBERG Inst. of Physics, Univ. of LUND (S) |
| Na-J-Bleiglas-Detektor | DESY-HAMBURG I. Inst. für Experimentalphysik, HAMBURG Phys. Inst. der Univ. HEIDELBERG M.P.I. für Physik, MÜNCHEN |

Am Speicherring PETRA

| | |
|---------------|--|
| CELLO | DESY-HAMBURG Univ. und Kernforschungsz. KARLSRUHE M.P.I. – MÜNCHEN Lab. de l'Accélérateur Linéaire ORSAY (F) Université VI de PARIS Centre d'Etudes Nucléaires SACLAY (F). |
| JADE | DESY-HAMBURG II. Inst. für Experimentalphysik HAMBURG Physikalisches Inst. der Univ. HEIDELBERG Univ. of LANCASTER (GB) Univ. of MANCHESTER (GB) Rutherford Laboratory, DIDCOT (GB) University of TOKYO (Japan) |
| MARK-J | III. Phys. Inst. Univ. AACHEN NIKHEF-Nationaal Instituut AMSTERDAM (NL) DESY-HAMBURG M.I.T. BOSTON (U.S.A.) Inst. High Energy Physics PEKING (VR China) |
| PLUTO | I. Phys. Institut der RWTH AACHEN University of BERGEN (N) DESY-HAMBURG II. Inst. für Experimentalphysik HAMBURG University of MARYLAND (U.S.A.) Gesamthochschule SIEGEN Gesamthochschule WUPPERTAL |
| TASSO | I. Phys. Institut der RWTH AACHEN Phys. Inst. der Univ. BONN DESY-HAMBURG II. Inst. für Experimentalphysik HAMBURG Imperial College LONDON (GB) OXFORD University (GB) Rutherford Laboratory DIDCOT (GB) Weizmann Institute, REHOVOT (Israel) University of WISCONSIN (U.S.A.) |



Stand Juni '79
 Graber MEA.
 Experimentierhalle NO
 PLUTO/CELLO
 PETRA

Kompressorenhaus

Behälterfundam.
 Trato
 Trato

NOL

Stromschienen

Elektronikhaus

Elektronikwagen

PETRA-Kontrolle

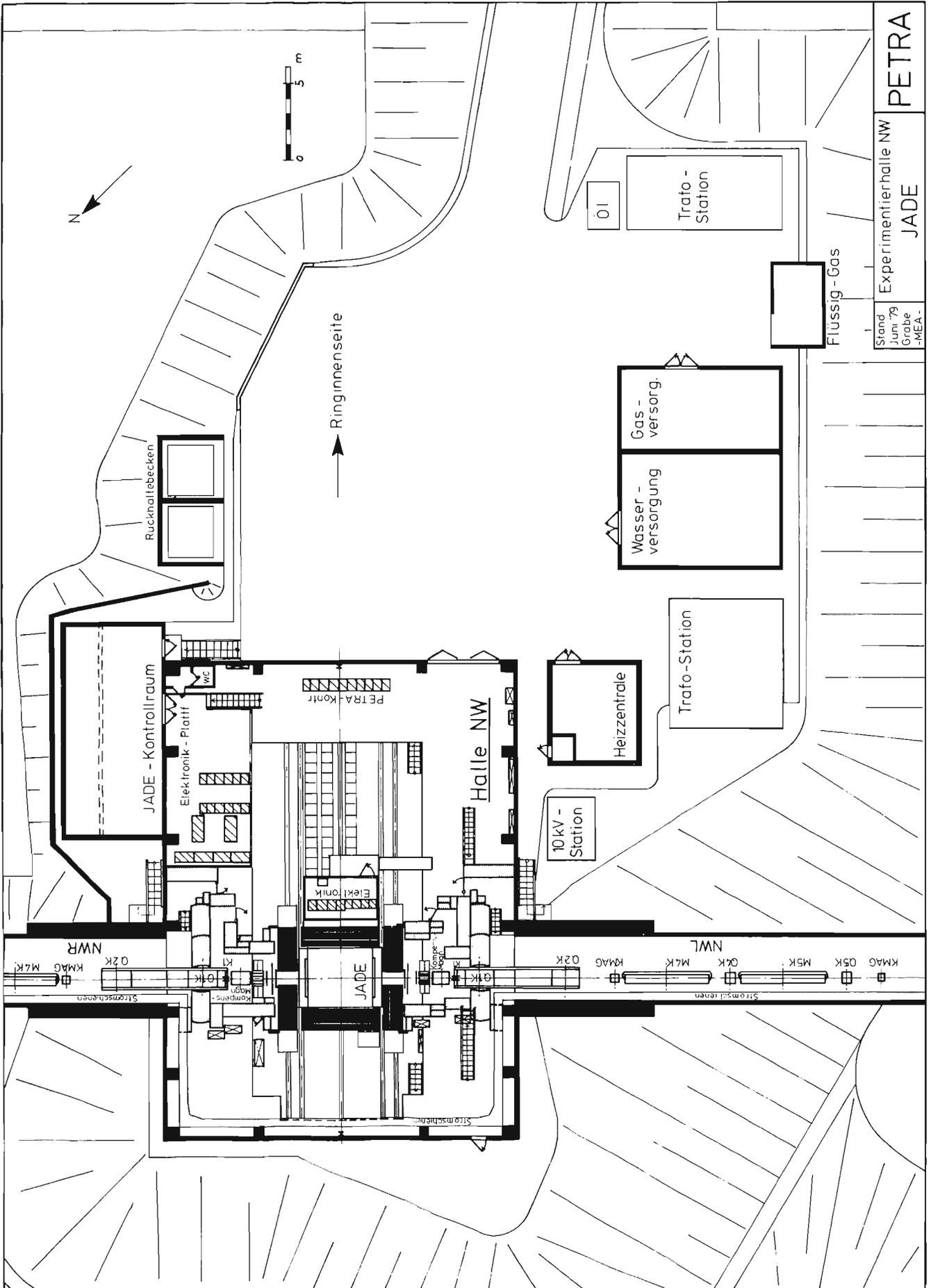
PLUTO

CELLO

Halle NO

Heizentr

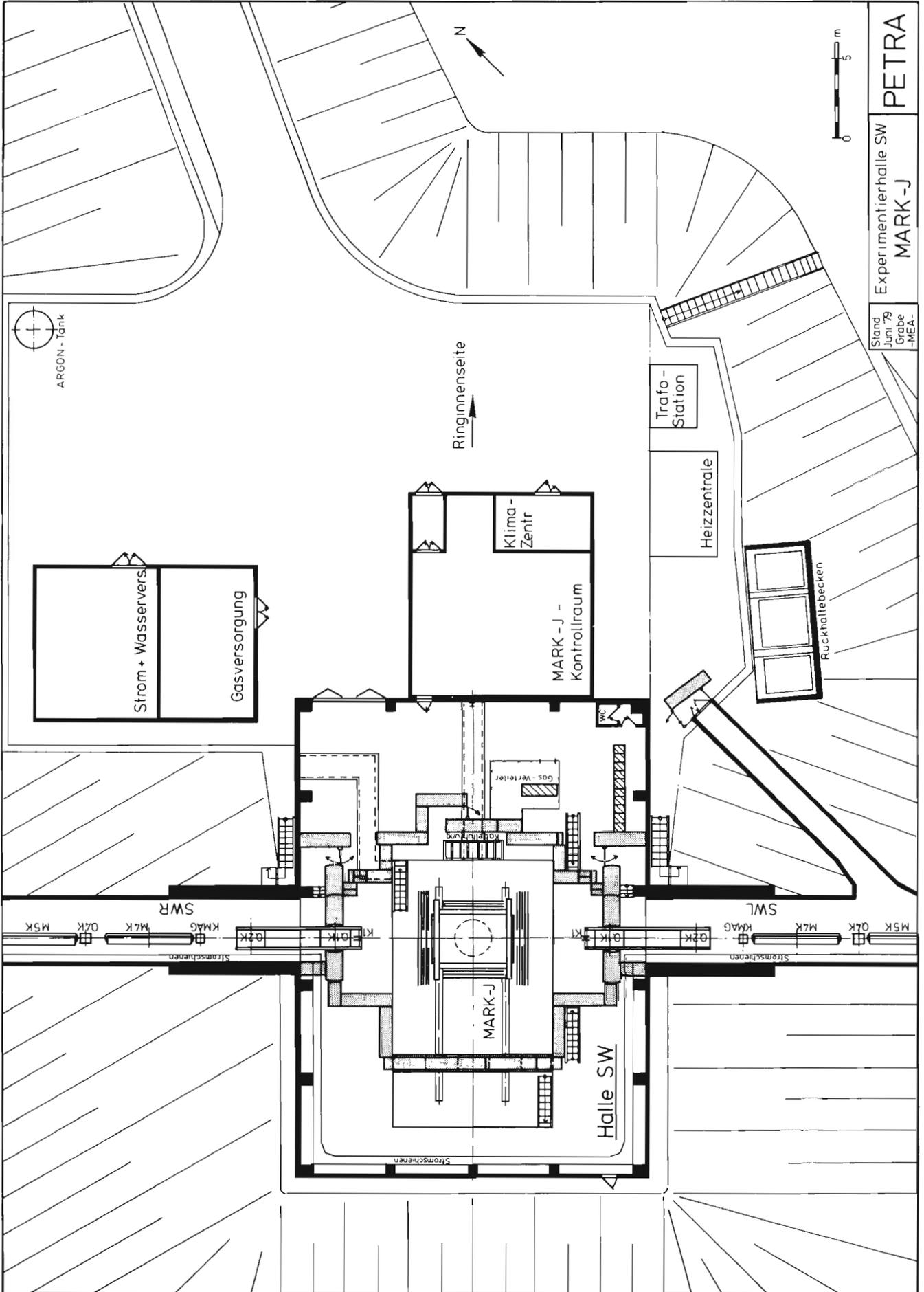
0 5 m

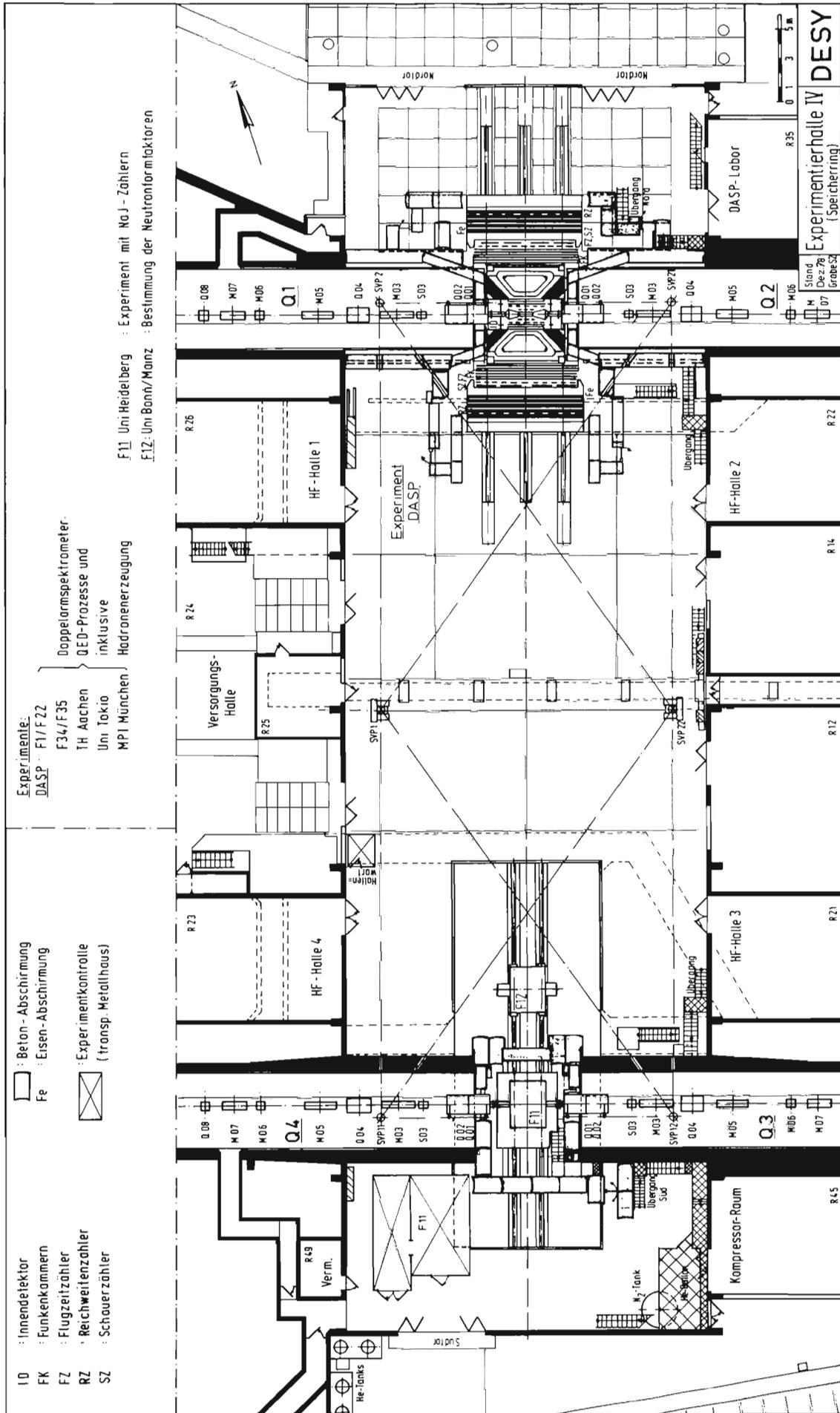


Stand Juni '79
Grube - MEA -

Experimentierhalle NW
JADE

PETRA





Organe der Stiftung und weitere Gremien

Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland

Min. Dir. Dr. G. Lehr – (Vorsitzender)

Stellvertreter: Min. Dirig. Dr. J. Rembser

Min. Rat. W. Haßmann – Stellvertreter: F.-W. Drechsler

(Bundesministerium für Forschung und Technologie)

Min. Rat W. Hofbauer – Stellvertreter: ORR Dr. H. Behr

(Bundesministerium der Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg

Senatsdirektor Dr. H. Freudenthal (stellvertr. Vorsitzender)

Stellvertreter: Ltd. Reg. Dir. Dr. H. Braun

(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

Senatsdirektor Dr. K. Nordbruch

Stellvertreter: Reg. Dir. H.-P. Boldebuck

(Finanzbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg)

Wissenschaftler 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. G. Althoff Physikalisches Institut der Universität Bonn |
| Als weitere Mitglieder: | Prof. Dr. W. Paul Physikalisches Institut der Universität Bonn |
| | Prof. Dr. H. Satz Universität Bielefeld Theoretische Physik |
| Prof. Dr. U. Bonse Universität Dortmund | Prof. Dr. N. Schmitz Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik München |
| Prof. Dr. J. Drees Gesamthochschule Wuppertal | Dr. W. Schnell European Organization for Nuclear Research CERN, Genf |
| Prof. Dr. H. Faissner III. Physikalisches Institut der TH Aachen | Prof. Dr. P. Stähelin II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg |
| Prof. Dr. G. Kramer II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg | Prof. Dr. H.-E. Stier Fakultät für Physik und Astrophysik München |
| Dr. H. Wahl European Organization for Nuclear Research CERN Genf | Prof. Dr. K. Tittel Institut für Hochenergiephysik der Universität Heidelberg |

Direktorium

| | |
|---------------------------|---------------------------|
| Prof. Dr. H. Schopper | (Vorsitzender) |
| Prof. Dr. M. W. Teucher † | (stellv. Vorsitzender) |
| Senatsdir. R. Laude | (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. Leitende Wissenschaftler von DESY

| | |
|------------------------|-------|
| Prof. Dr. K. Bielein | (F31) |
| Dr. D. Degèle | (MPE) |
| Prof. Dr. H. Joos | (T) |
| Dr. W. Koch | (F1) |
| Prof. Dr. P. Söding | (F1) |
| Prof. Dr. K. Symanzik | (T) |
| Prof. Dr. P. Waloschek | (F14) |
| Dr. B. H. Wiik | (F35) |
| Dr. G. Wolf | (F1) |

2. Gewählte Vertreter der DESY-Gruppen

| | |
|------------------|-------|
| Dr. G. Bathow | (B3) |
| Dr. A. Febel | (MIN) |
| H.-E. Goedecke | (T) |
| Dr. F. Gutbrod | (T) |
| G. Hemmie | (MDE) |
| Dr. G. Horlitz | (B1) |
| G. Kessler | (B2) |
| Dr. G. Knies | (F32) |
| Dr. A. Ladage | (F52) |
| Dr. R. Rosmanith | (MPY) |

3. Gewählte Vertreter der bei DESY arbeitenden Gastgruppen

| | |
|------------------------|--------------------------------------|
| Dr. A. Bäcker | (Siegen) |
| Dr. N. Kosuch | (Kiel, Berlin, München, Dortmund) |
| Dr. H.-U. Martyn | (Aachen) |
| M. Roessler | (Wuppertal) |
| Dr. P. Schacht | (München) |
| Prof. Dr. H. Spitzer | (Hamburg) |
| Dr. A. Wagner | (Heidelberg) |
| Prof. Dr. R. Wedemeyer | (Bonn) |

Das Forschungskollegium berät das
Direktorium bei der Gestaltung des
Forschungsprogramms

Ihm gehören an:

| |
|--------------------------|
| Dr. G. Heinzelmann |
| Dr. J. Körner |
| Dr. H. Kowalski |
| Prof. Dr. G. Kramer |
| Dr. H.-U. Martyn |
| Dr. W. Schmidt-Parzefall |
| Dr. F. Schwickert |
| Prof. Dr. P. Söding |
| Dr. U. Timm |
| Dr. T. Walsh |
| Prof. Dr. G. Weber |

PETRA Research Committee

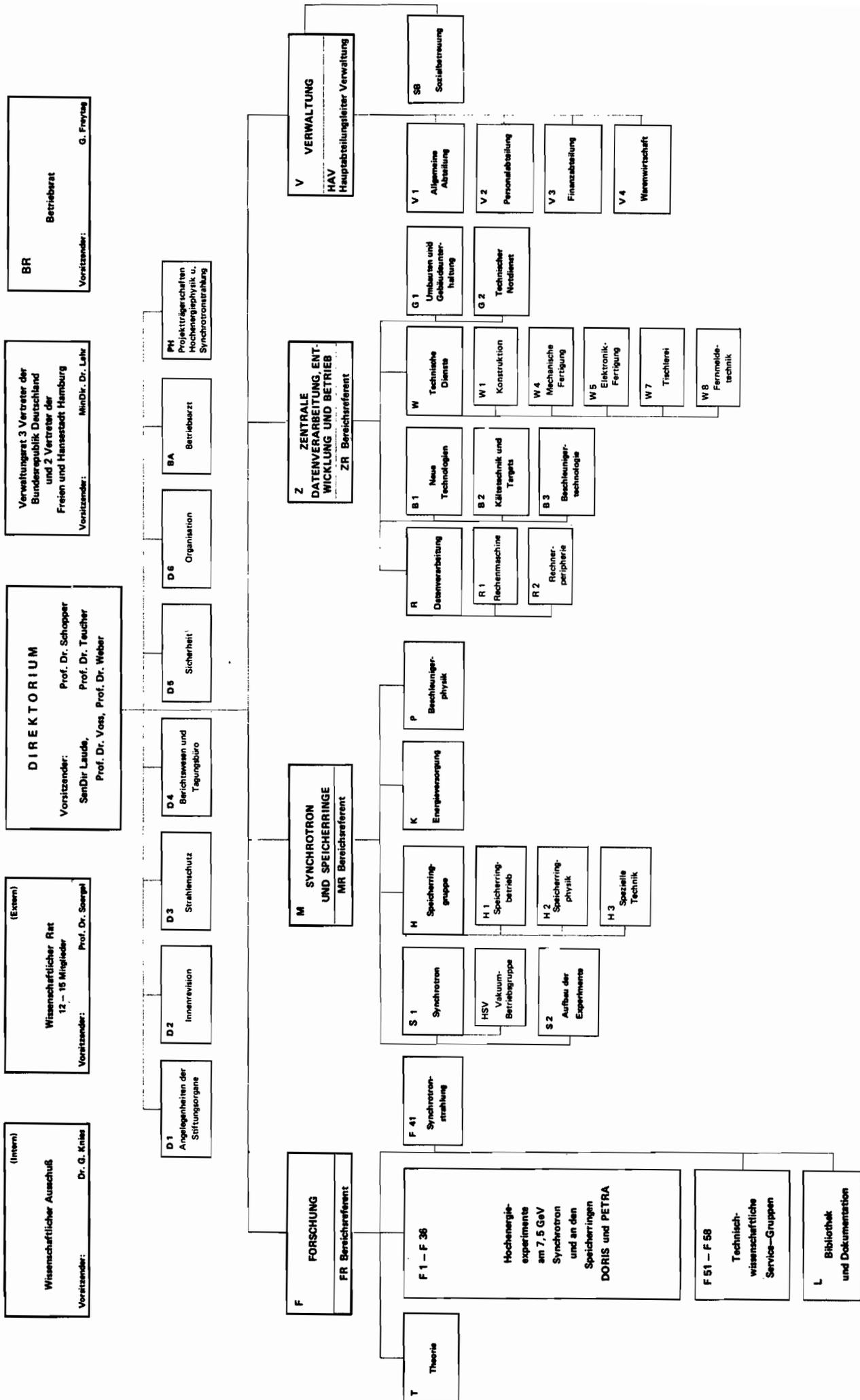
| | |
|-------------------------|----------------------|
| Dr. U. Amaldi | (ERN) |
| Dr. J. E. Augustin | (Orsay) |
| Dr. M. Banner | (Saclay) |
| Dr. G. Barbiellini | (Frascati) |
| Dr. W. Bartel | (DESY) |
| Prof. Dr. C. Berger | (Aachen) |
| Dr. F. Brasse | (DESY) |
| Prof. Dr. A. N. Diddens | (Amsterdam) |
| Dr. F. Foster | (Lancaster) |
| Dr. H. Fritzsche | (Bern) |
| Dr. W. Koch | (DESY) |
| Prof. Dr. G. Kramer | (Hamburg) |
| Prof. Dr. H. Schopper | (DESY, Vorsitzender) |
| Dr. Ch. Llewellyn Smith | (Oxford) |
| Prof. Dr. P. Söding | (DESY) |
| Dr. U. Timm | (DESY) |
| Prof. D. K. Tittel | (Heidelberg) |
| Prof. Dr. G.-A. Voss | (DESY) |
| Prof. Dr. G. Weber | (Hamburg) |
| Prof. Dr. S. Yamada | (Tokio) |

Forschungskollegium für Synchrotronstrahlung

| |
|-------------------------|
| Prof. Dr. H. Baumgärtel |
| Prof. Dr. U. Bonse |
| Prof. Dr. M. Cardona |
| Dr. E. E. Koch |
| Prof. Dr. C. Kunz |
| Prof. Dr. O. Madelung |
| Prof. Dr. W. Steinmann |
| Prof. Dr. G. Weber |

DEUTSCHES ELEKTRONEN - SYNCHROTRON DESY

Organigramm für das Geschäftsjahr 1978
Stand: 9. März 1978



Bereich Forschung



Bereich Forschung

INHALT

| | Seite |
|---|-------|
| Elementarteilchenphysik | |
| Experimente am Speicherring DORIS | |
| PLUTO-Kollaboration | 21 |
| DASP-Experiment | 25 |
| Natrium-Jodid-(DESY-Heidelberg)-Detektor | 38 |
| F 15 (DASP-2 und ARGUS)-Experimente | 43 |
| BONANZA-Experiment | 48 |
| Experimente am Speicherring PETRA | |
| CELLO-Kollaboration | 51 |
| JADE-Kollaboration | 55 |
| MARK-J-Experiment | 59 |
| PLUTO-Kollaboration | 66 |
| TASSO-Kollaboration | 71 |
| Experimente am Synchrotron | |
| Elektroproduktion von π^- - und η -Mesonen im Resonanzgebiet | 89 |
| Elektroproduktion von π^- - und K-Mesonen | 91 |
| Elektrostreuung an Kernen | 94 |
| Elektroproduktion von π^0 -Mesonen | 96 |
| Photoproduktion pseudoskalarer Mesonen | 96 |
| Elektroproduktionsexperimente am Proton | 97 |
| Photoproduktion von $p\bar{p}$ -Paaren | 99 |
| Experimente an auswärtigen Beschleunigern | |
| Myon-Nukleon-Streuung bei hohen Energien und Impulsüberträger | 102 |
| Elektroproduktion in einer Streamerkammer | 104 |
| Theoretische Physik | 106 |
| Experimente mit Synchrotronstrahlung | 108 |
| Atom- und Molekularphysik | 112 |
| Festkörper- und Oberflächenphysik | 117 |
| Angewandte Forschung | 122 |
| Röntgenphysik | 124 |
| Weiterentwicklung der Nachweistechniken | 130 |
| Elektronik Service | 132 |
| Digitale Datenerfassung | 133 |
| Datenverarbeitung in der Medizin | 137 |
| Bibliothek und Dokumentation | 139 |

Elementarteilchenphysik

Experimente am Speicherring DORIS

PLUTO-Kollaboration

F14, F33, F34P, Aachen, Hamburg, Siegen, Wuppertal

An den Experimenten des PLUTO-Detektors bei DORIS waren die Gruppen F14, F33, F34P und die Universitäten Aachen, Hamburg, Siegen, Wuppertal beteiligt. Für den Betrieb der supraleitenden Spulen des Detektors sorgte die DESY-Gruppe B1.

*Der Magnet-Detektor
PLUTO bei DORIS*

Im Januar 1978 hat der Detektor durch den Einbau neuer Komponenten wesentliche Veränderungen erfahren, die für die Experimente in dem höheren Energiebereich von PETRA erforderlich waren. Eine dieser Komponenten, der Endkappen-Schauerzähler, wurde im Januar eingebaut. Er bedeckt die beiden inneren Stirnflächen des umgebenden Eisenjochs, wie in Abb. 1 angedeutet, und ist in je 30 Winkelsektoren aufgeteilt. Dieser Schauerzähler erhöht den Raumwinkel für den Nachweis von Photonen im PLUTO auf 96 %.

Der Detektor war von Anfang des Jahres an bis Mitte Mai in der Wechselwirkungszone II bei DORIS. In dieser Zeit wurden 58 Meßtage bereitgestellt mit Schwerpunkts-Energien bei 7,7 GeV und im Bereich zwischen 9,30 bis 9,48 GeV.

Für den obersten Energiebereich mußte der Speicherring umgebaut werden mit dem Ziel, die erwartete Υ -Resonanz bei DESY nachzuweisen. Dabei handelt es sich um ein Meson, daß aus einem Paar neuer Quarks mit der Bezeichnung b (für ‚bottom‘ oder ‚beauty‘) zusammengesetzt ist, $\Upsilon = b\bar{b}$. Es gelang, diese Resonanz zu messen und die Ladung des neuen Quarks (1/3) zu bestimmen. Abb. 2 zeigt den gemessenen Wirkungsquerschnitt zwischen 9,40 und 9,48 GeV. Besonders interessant ist die Analyse der Zerfallsereignisse beim Υ im Vergleich mit den Ereignissen außerhalb der Resonanz.

Das Υ -Meson

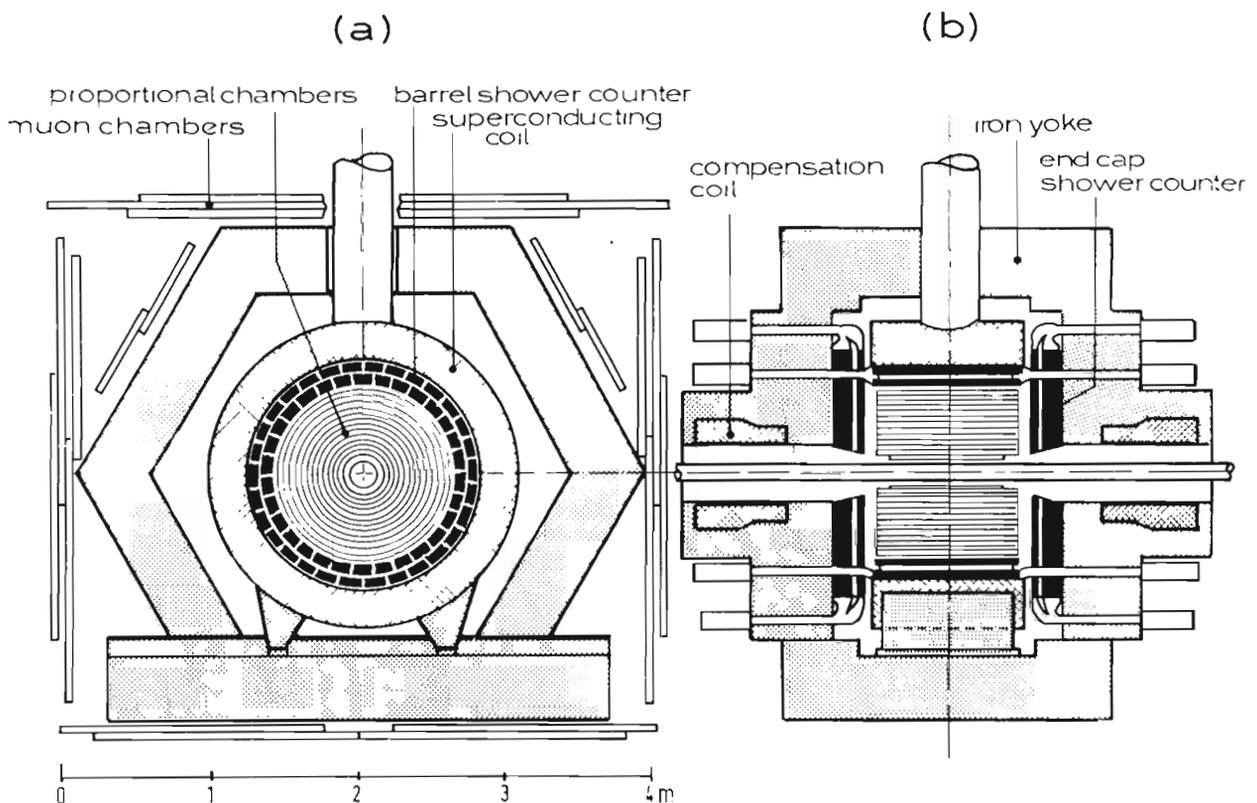


Abb. 1

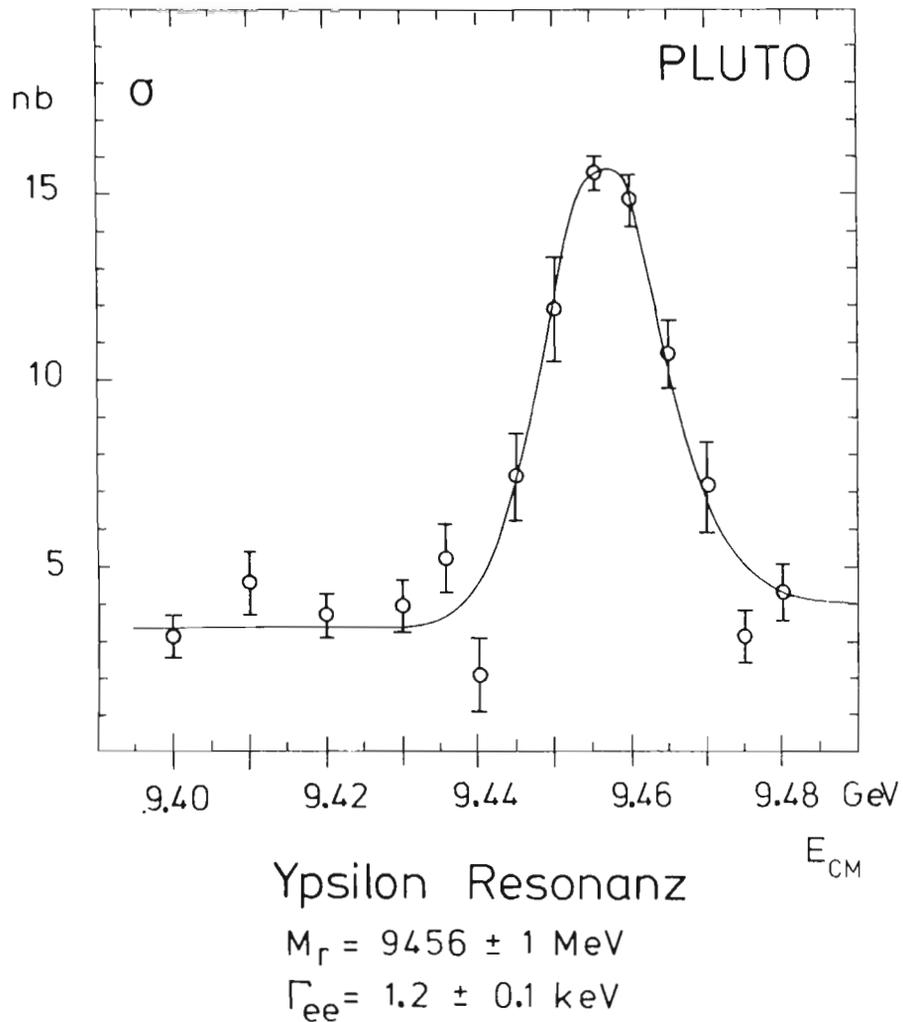


Abb. 2

*Beobachtung von
Jet-Strukturen*

Eine Untersuchung der Struktur der Ereignisse wurde zwischen 3,1 und 9,4 GeV durchgeführt. Dabei ist die „Sphärizität“ S ein Maß für den Grad der kugelsymmetrischen Verteilung. Es konnte gezeigt werden, daß diese Symmetrie mit wachsender Energie abnimmt, d.h. S wird kleiner, wie man in Abb. 3 deutlich erkennt. Die anfängliche Gleichverteilung der Spuren im Raum wird abgelöst durch eine zunehmende Jet-Struktur, zwei Bündel von Hadronen fliegen in entgegengesetzten engen Kegeln auseinander. Abb. 4 zeigt ein Beispiel einer solchen Reaktion. Darin wird offenbar direkt sichtbar, daß beim Zusammenprall von Elektron und Positron im Wechselwirkungspunkt zwei Quarks $q\bar{q}$ gebildet werden. Die Jet-Struktur und ihre Verteilung zur Strahlachse wurde in allen Einzelheiten geprüft. Das Ergebnis bestätigt die theoretischen Vorhersagen.

*Drei Gluonen-Zerfall
des Υ -Meons*

Auf der Resonanz ist der Zerfallsmechanismus deutlich hiervon verschieden. Die Sphärizität macht einen Sprung nach oben, und die Analyse der Ereignisse ist nun in Übereinstimmung mit einer drei-Jet-Struktur. Diese Beobachtung bestätigt die theoretischen Erwartungen, wonach der Zerfall des Υ hauptsächlich in drei Gluonen erfolgen sollte. Die Arbeiten liefern einen ersten direkten Hinweis auf die Existenz dieser neuen Teilchen.

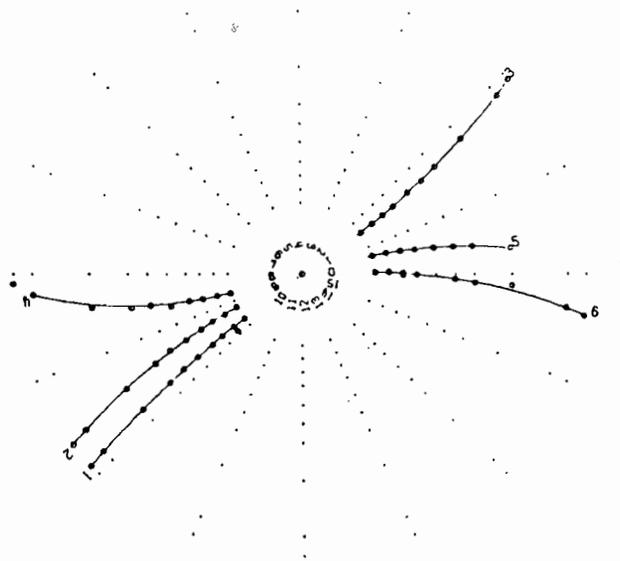
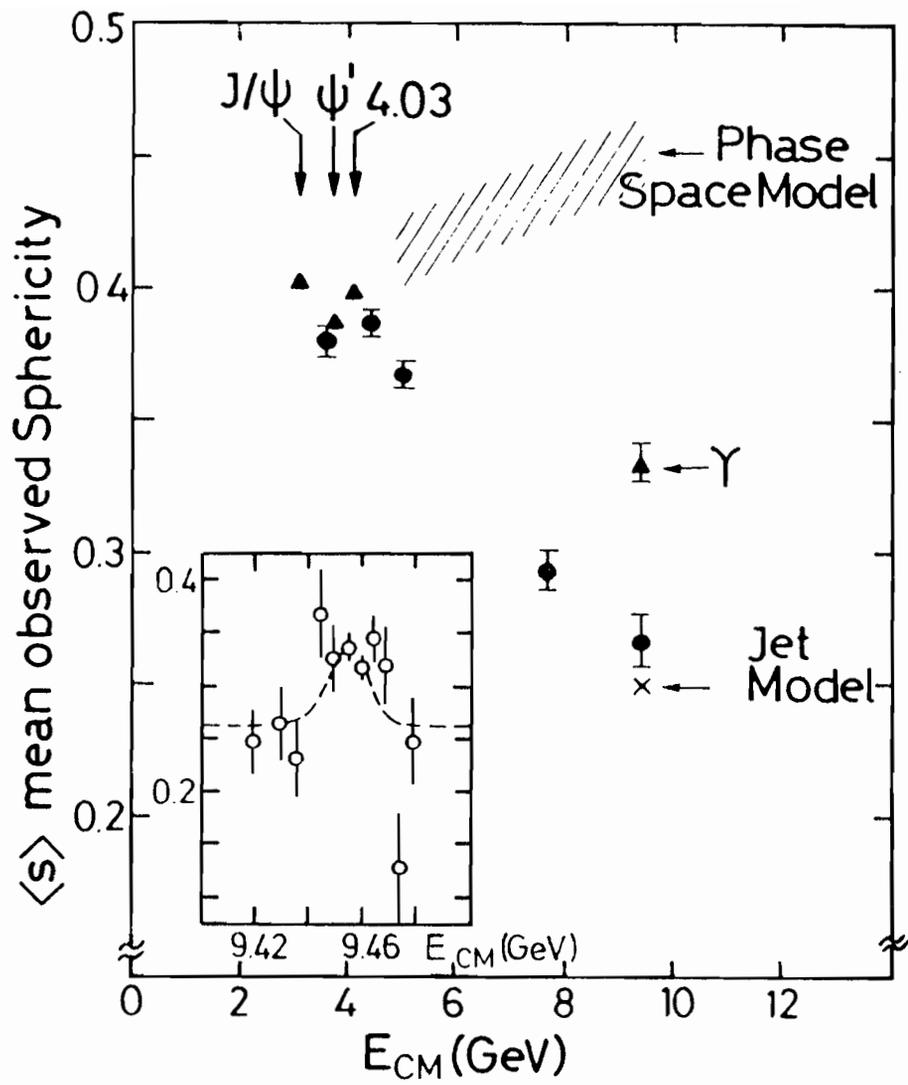


Abb. 3 + 4

Wichtige Eigenschaften des Υ -Mesons sind auch seine Zerfallsbreiten. Aus der Fläche unter der Resonanzkurve (Abb. 2) erhält man $\Gamma_{ee} = 1,33 \pm 0,14$ keV für den Zerfall in e^+e^- . Diese geringe Breite legt den Wert $1/3$ für die elektrische Ladung des b-Quarks nahe. Die Analyse von Myon-Paaren, $\mu^+\mu^-$, lieferte das Verzweigungsverhältnis $B_{\mu\mu} = \Gamma_{\mu\mu} / \Gamma_{\text{tot}} = (2,2 \pm 2,0) \times 10^{-2}$ worin Γ_{tot} die Zerfallsbreite in alle Kanäle ist. Aus dem gemessenen Wert für $B_{\mu\mu}$ wurde abgeschätzt, daß $\Gamma_{\text{tot}} > 23$ keV sein muß, ein Wert, der mit der Lebensdauer des Υ -Mesons zusammenhängt.

Der Isospin des J/ψ -Mesons

Weitere Ergebnisse betreffen den Zerfall des J/ψ -Mesons mit der Masse $M_J = 3,1$ GeV. Die Analyse des Übergangs $J/\psi \rightarrow \rho\pi$ ergibt $\Gamma_{\rho\pi} = (1,1 \pm 0,3)$ keV. Das Verhältnis der Zerfälle neutraler zu geladenen ρ -Mesonen wurde zu $\Gamma_{\rho^0\pi^0} / \Gamma_{\rho^+\pi^-} = 0,53 \pm 0,15$ bestimmt, wobei man einen Wert $0,5$ erwartet, wenn man dem J/ψ den Isospin $I = 0$ zuordnet. Ferner konnte der Strahlungszerfall $J/\psi \rightarrow f^{\circ}(1270)\gamma$ beobachtet werden mit der Zerfallsbreite $\Gamma_{f^{\circ}\gamma} = 0,14 \pm 0,05$ keV. Der gefundene Wert ist von der gleichen Größenordnung wie bei dem schon früher im PLUTO beobachteten Zerfall $J/\psi \rightarrow f^{\circ}\omega$, und auch vergleichbar mit den Zerfällen $\eta\gamma$ und $\eta'\gamma$. Diese Beobachtung läßt darauf schließen, daß die $c\bar{c}$ -Beimischung in den isoskalaren $C = +1$ Mesonen nicht so sehr von ihrer Zusammensetzung aus leichten Quarks (u, d) abhängt. In einer weiteren Arbeit wurde die Polarisation des $f^{\circ}(1270)$ -Mesons im Zerfall $J/\psi \rightarrow f^{\circ}\gamma$ bestimmt. Sie ist in Übereinstimmung mit den Erwartungen eines QCD-Modells.

Das neue schwere Lepton τ

Die Untersuchung von Zerfällen des schweren Leptons τ wurde weitergeführt. Dabei konnte zum ersten Mal in zwei Kanälen die Existenz des hadronischen Axialvektorstroms im τ -Zerfall eindeutig sichergestellt werden. Im Zerfall $\tau^{\pm} \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^{\pm}$ werden die Daten am besten durch den sogenannten A_1 -Zerfall beschrieben, $\tau \rightarrow \nu A_1$, aber wegen der geringen Anzahl der zur Verfügung stehenden Ereignisse sind auch diese Daten noch kein endgültiger Beweis für die Existenz des so lange gesuchten A_1 -Mesons. Ein zweiter Beweis für den Axialvektor Anteil im τ -Zerfall wurde durch den Nachweis des Übergangs $\tau \rightarrow \nu\pi$ erbracht. Das gemessene Verhältnis der Zerfallsbreiten $\Gamma_{\pi\nu} / \Gamma_{e\nu\nu} = 0,54 \pm 0,17$ steht in guter Übereinstimmung mit dem theoretischen Wert von $0,57$. Schließlich konnte aus einer Untersuchung der Vertexverteilung von Myonenspuren des Zerfalls $\tau \rightarrow \mu\nu\nu$ eine obere Grenze für die Lebensdauer, mit $t(\tau) < 9 \times 10^{-12}$ sec ermittelt werden. Alle diese Ergebnisse sind eine starke Stütze für die Erwartung, daß das τ ein echtes drittes Lepton ist.

DASP-Experiment

DESY F1, F22, F34, F35,

Aachen, Hamburg, MPI, München, Tokyo

Die mit dem Doppelarmspektrometer aufgenommenen Daten bei der J/ψ -Resonanz und im Energiebereich von 3,6 bis 5,2 GeV wurden weiter ausgewertet. Sehr ausführlich wurde die inklusive Erzeugung von Hadronen untersucht. Die Analyse der inklusiven Erzeugung von η -Mesonen wurde erweitert und verbessert. Weitere Auswertungen, die zum Teil im Rahmen von Dissertationen vorgenommen wurden, betreffen folgende Themen: Kaskadenzerfälle der ψ' -Resonanz; hadronische und leptonische Breiten der Resonanzen; Prüfung der QED in e^+e^- - und $\mu^+\mu^-$ -Endzuständen; Zweikörperzerfälle der J/ψ - und ψ' -Resonanzen und der P_c/χ -Zustände; Strahlungszzerfälle des J/ψ -Teilchens in $\pi\pi\gamma$ und $KK\gamma$; inklusive μ -Erzeugung und myonische Zerfälle des schweren Leptons. Über einige der Ergebnisse soll im folgenden berichtet werden.

*Doppelarmspektrometer
DASP*

Die gute Teilchentrennung in den Spektrometerarmen von DASP wurde ausgenutzt, um die inklusive Erzeugung von Pionen, Kaonen und Protonen zu untersuchen. Die Flugzeitauflösung erlaubt eine einwandfreie Pion-Kaon-Trennung bis zu einem Impuls von 1,2 GeV/c. Im Intervall von 1,2 bis 1,5 GeV/c wurde ein Schnitt angebracht, der sicherstellt, daß die Pion-Kontamination des Kaon-Signals und die Kaon-Kontamination des Pion-Signals beide unter 5 % liegen; durch diesen Schnitt gehen 20 % der Kaonen verloren.

*Inklusive Erzeugung
geladener Hadronen*

Ein interessantes Ergebnis der Auswertung ist, daß bei niedrigen Impulsen eine hohe Myon-Rate beobachtet wird, die durch den Zweiphotonprozeß $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \mu^+\mu^-$ erklärt werden kann. Abb. 5a zeigt für Teilchen unterhalb 220 MeV/c die aus Impuls und Flugzeit berechnete Masse, aufgetragen gegen die Vertexposition z entlang des Strahls. Im Bereich der Pion-Masse findet man eine gleichmäßige Verteilung längs der z -Achse (s. Abb. 5b), während die Myonen ein Maximum bei $z = 0$ zeigen (Abb. 5c). Man kann daraus schließen, daß die Pionen aus Strahl-Gas-Wechselwirkungen stammen, während die Myonen zum größten Teil durch Strahl-Strahl-Wechselwirkung erzeugt werden. Der Wirkungsquerschnitt für inklusive μ -Erzeugung ist in Abb. 6 als Funktion des Impulses aufgetragen. Die gemessenen Werte stimmen quantitativ mit der aus dem Zweiphotographen berechneten Kurve überein. Die hohe Myon-Rate bei niedrigen Impulsen würde zu einer deutlichen Verfälschen der inklusiven Pion-Spektren führen, falls keine Pion-Myon-Trennung vorgenommen wird.

In Abb. 7a,b sind die Wirkungsquerschnitte $\frac{d\sigma}{dp}$ gegen den Impuls und die invarianten Querschnitte $\frac{E^2}{4\pi p} \frac{d\sigma}{dp}$ gegen die Energie aufgetragen. Die Wirkungsquerschnitte sind für die Summe von π^+ - und π^- -Erzeugung, K^+ - und K^- -Erzeugung und die zweifache Antiprotonausbeute berechnet (Protonen haben zuviel Untergrund von Strahl-Gas-Wechselwirkungen). Bei 0,5 GeV/c stehen die $(\pi^+ + \pi^-) : (K^+ + K^-) : (2\bar{p})$ -Raten ungefähr im Verhältnis 100 : 10 : 1; mit zunehmendem Impuls wird der Unterschied kleiner. Interessant ist, daß bei Auftragung der invarianten Wirkungsquerschnitte gegen die totale Energie des Teilchens die drei Teilchensorten nahezu auf einer Kurve liegen, die exponentiell mit einer Steigung von etwa 5 GeV^{-1} abfällt.

Die inklusiven Wirkungsquerschnitte enthalten die Beiträge von der τ -Paarproduktion, jedoch wird nur die Pion-Rate davon merklich beeinflusst. Die durchgezogene Kurve zeigt die aufgrund einer Monte-Carlo-Rechnung erwartete Pionausbeute. Die τ -Erzeugung erklärt etwa 4 % der Pionen bei 0,6 GeV/c und ~ 25 % bei 1,5 GeV/c.

Bei Aufteilung auf einzelne Energieintervalle kann man die Daten benutzen, um Skaleninvarianz zu prüfen. Wenn Skaleninvarianz erfüllt ist, hängen die Strukturfunktionen \bar{W}_1 und \bar{W}_2 nur von $x = 2E_{\text{hadron}}/\sqrt{s}$ ab und der Wirkungsquerschnitt $\frac{s}{\beta} \frac{d\sigma}{dx}$ ist nahezu unabhängig von s .

Diese Wirkungsquerschnitte sind in Abb. 8 für 8 Energieintervalle als Funktion von x aufgetragen. Die Kurvenform ändert sich nicht, wenn man sich auf oder neben den Resonanzen im totalen Wirkungsquerschnitt befindet. Die Daten bei 3,6 und 5 GeV liegen oberhalb von $x = 0,3$ auf einer gemeinsamen, exponentiell abfallenden Kurve. Interessant ist ferner, daß innerhalb von 30 – 50 % auch alle drei Teilchensorten auf einer Kurve liegen.

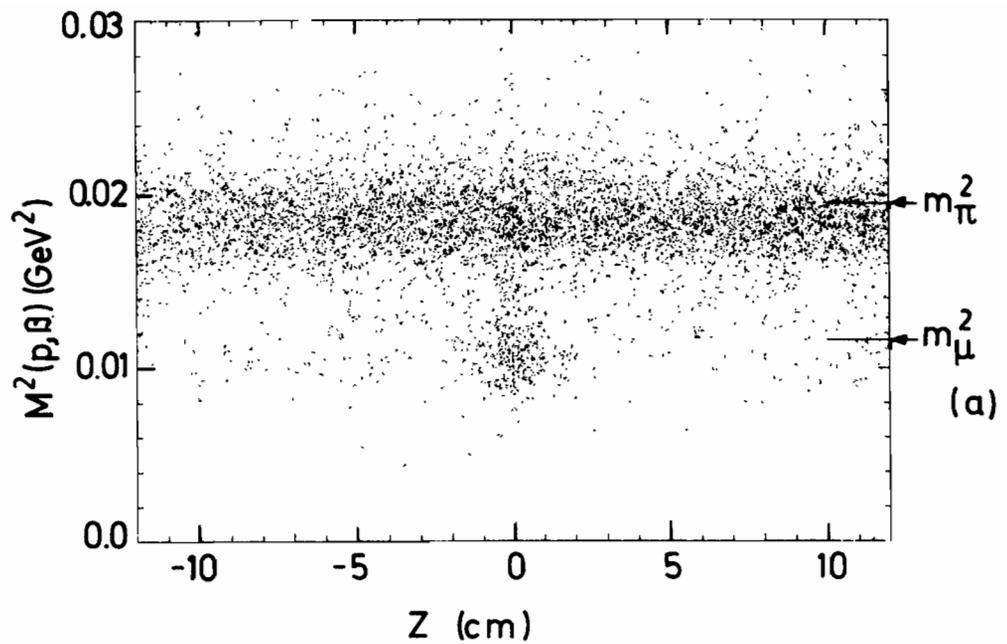


Abb. 5a Zweidimensionale Auftragung des Massenquadrats $M^2(p/\beta)$, das aus Impuls und Flugzeit berechnet wurde, gegen die Koordinate z entlang des Strahls. Der Wechselwirkungspunkt liegt bei $z = 0$.

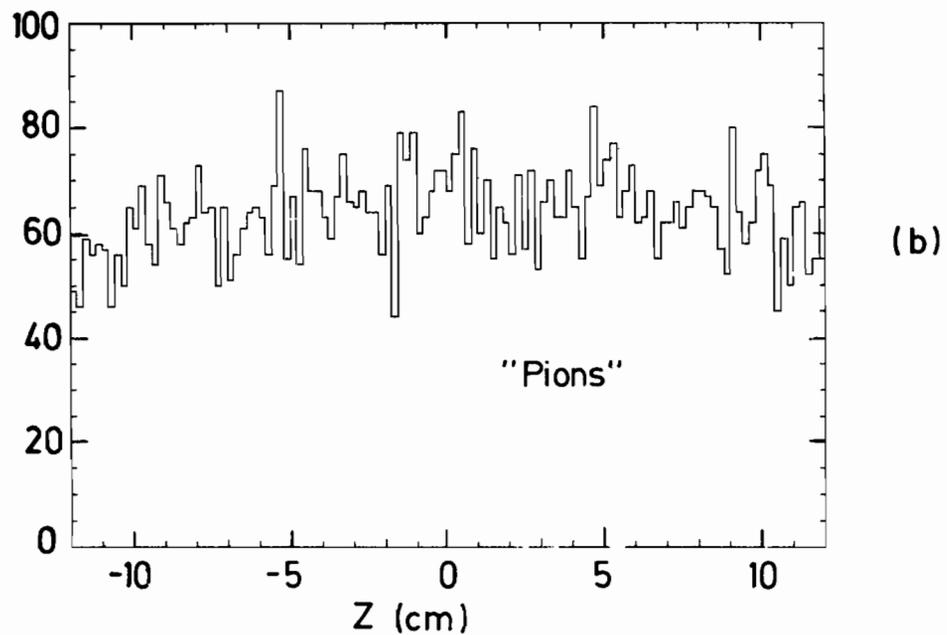


Abb. 5b Produktion des Pion-Massenbereichs auf die z -Achse.

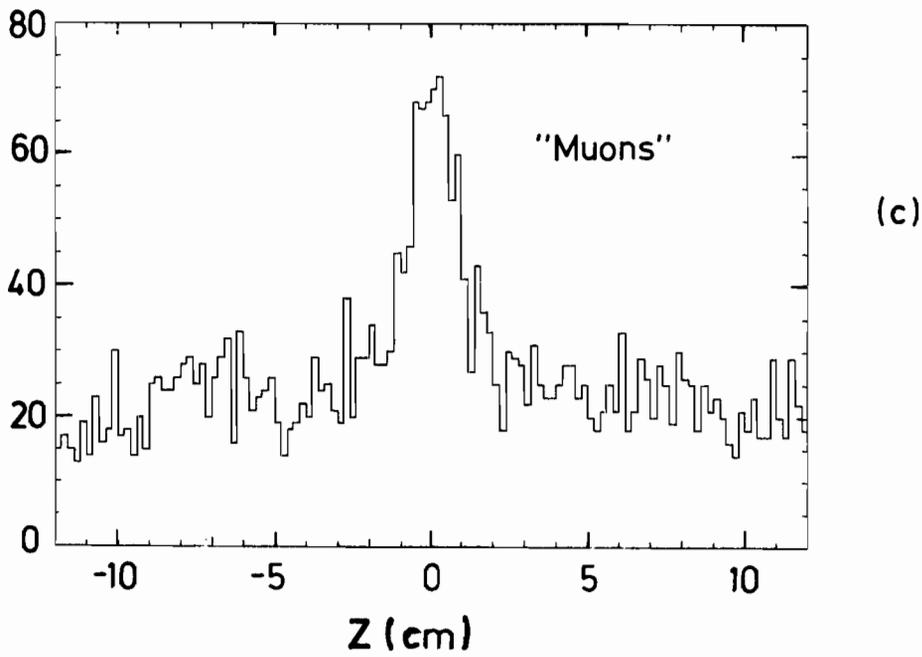


Abb. 5c Projektion des Myon-Massenbereichs auf die z-Achse.

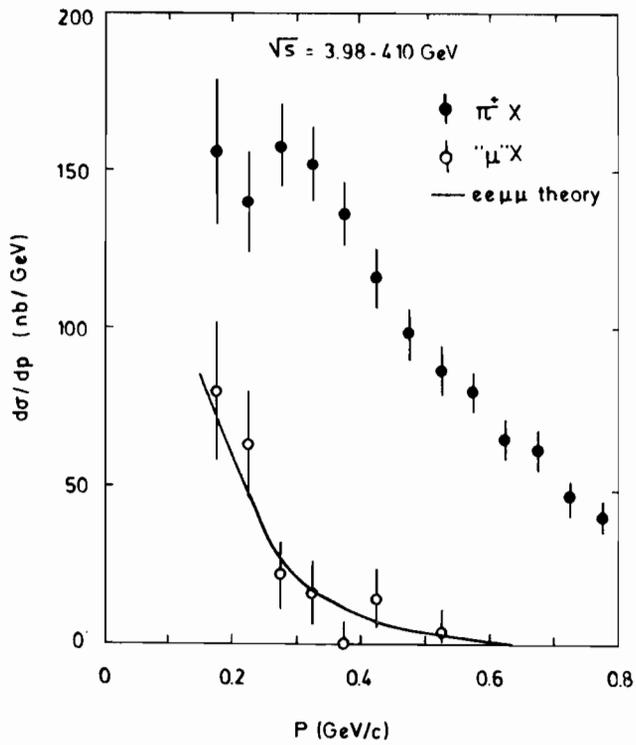


Abb. 6 Differentielle Wirkungsquerschnitte für inklusive Myon- und Pion-Erzeugung.

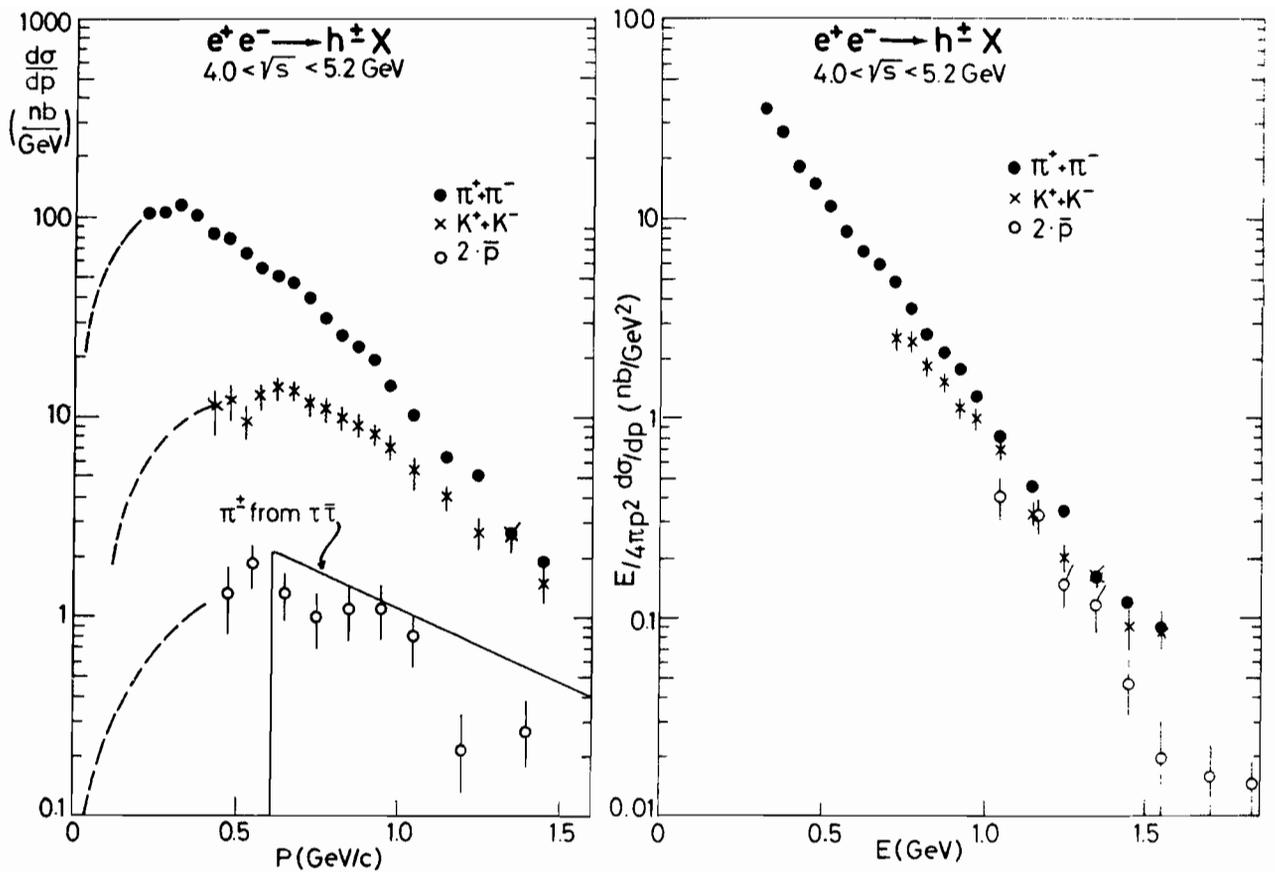


Abb. 7 Die Wirkungsquerschnitte für die Summe von π^+ - und π^- , K^+ - und K^- -Erzeugung und der doppelte Antiproton-Wirkungsquerschnitt.
 a) $d\sigma/dp$ aufgetragen gegen p
 b) $E/4\pi p^2 d\sigma/dp$ aufgetragen gegen E .

Der Beitrag der Charm-Mesonen zur Pion- und Kaonrate wurde ermittelt, indem von den Wirkungsquerschnitten oberhalb der Charm-Schwelle der Wirkungsquerschnitt unterhalb der Schwelle subtrahiert wurde

$$\sigma_{\text{charm}} = \sigma(5 \text{ GeV}) - \sigma(3,6 \text{ GeV})$$

Abb. 9 zeigt, daß der Charm-Beitrag zur π^\pm -Erzeugung nur bei kleinen x -Werten, d.h. niedrigen Pion-Impulsen, von Bedeutung ist. Ähnliche Ergebnisse erhält man für die K^\pm -Erzeugung.

Die mittlere Teilchenmultiplizität ist in Abb. 10 als Funktion der Energie aufgetragen. Bei den Pionen beobachtet man eine Struktur, die annähernd mit der des totalen Wirkungsquerschnitts übereinstimmt. Durch Subtraktion der 3,6 GeV-Daten von den 5 GeV-Daten kann man die mittlere Multiplizität für Charm-Ereignisse bestimmen. Innerhalb der Fehler erhält man für π^\pm und p, \bar{p} die gleichen Werte wie für Nicht-Charm-Ereignisse (3,6 GeV-Daten); dagegen ist die Zahl der K^\pm doppelt so hoch

$$\langle n_{K^\pm} \rangle_{\text{Charm}} \approx 0,8$$

$$\langle n_{K^\pm} \rangle_{3,6 \text{ GeV}} \approx 0,34$$

Dies ist verständlich, weil das c -Quark vorzugsweise in das s -Quark zerfällt.

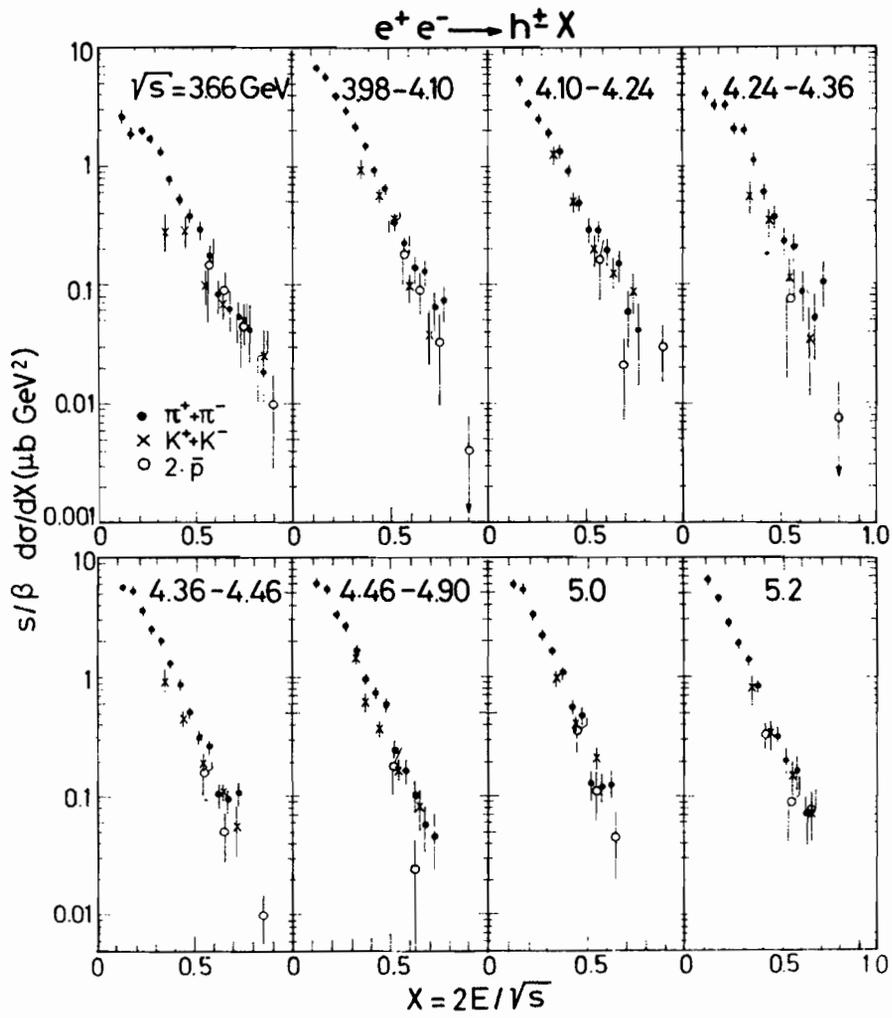


Abb. 8 Die Wirkungsquerschnitte $s/\beta \frac{d\sigma}{dx}$ für die Summe von π^+ - und π^- , K^+ - und K^- -Erzeugung und der doppelte Antiprotonwirkungsquerschnitt, aufgetragen gegen x .

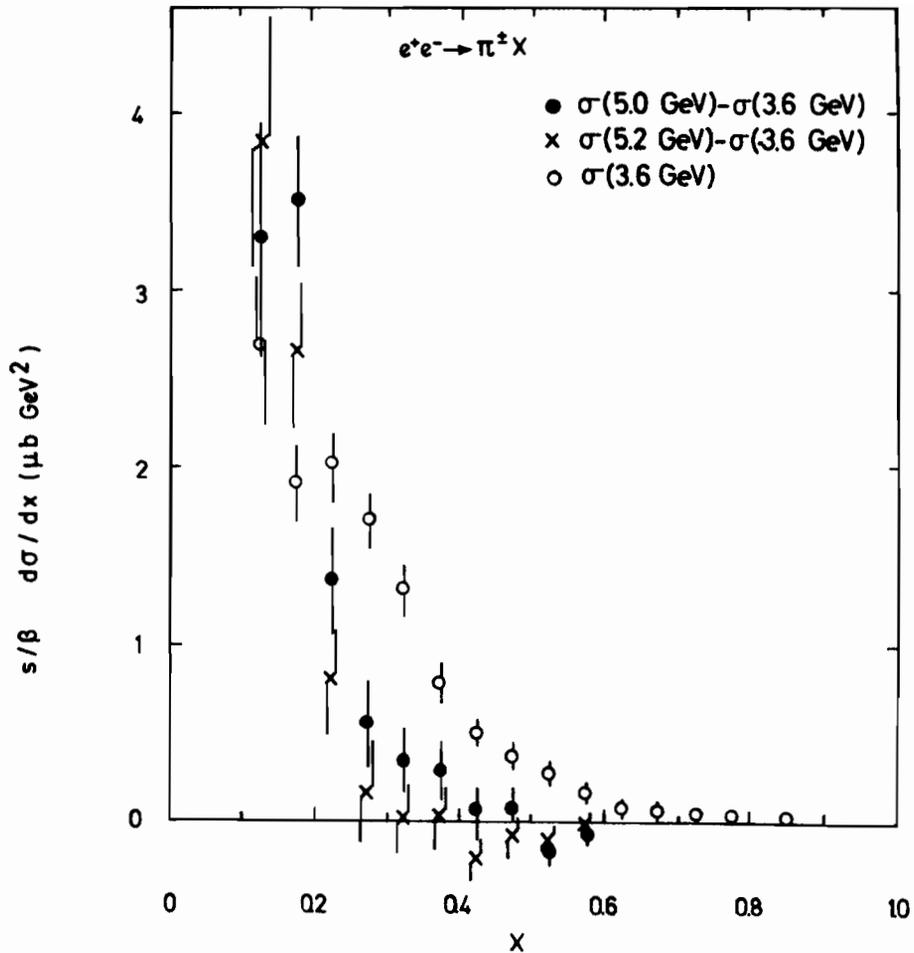


Abb. 9 Der Charm-Beitrag zur π^\pm -Erzeugung als Funktion von x .

Die inklusive Antiprotonenerzeugung

$$e^+e^- \rightarrow \bar{p}X$$

und die inelastische Elektronenstreuung

$$e^-p \rightarrow e^-X$$

sind durch die Crossing-Symmetrie miteinander verknüpft. Von Gribov und Lipatov wurden Relationen über die Strukturfunktionen hergeleitet, die es erlauben, aus den Daten der inelastischen Elektronenstreuung eine Vorhersage für die inklusive Antiprotonenerzeugung zu machen. In Abb. 11 werden die Daten mit der Vorhersage verglichen. Die gemessenen Werte liegen deutlich oberhalb der Kurve, was zu einem großen Teil auf Reaktionen der Art

$$e^+e^- \rightarrow \bar{\Lambda}, \bar{\Sigma}X, \bar{N}^*X \text{ etc.}$$

$$\quad \quad \quad \downarrow$$

$$\quad \quad \quad \rightarrow \bar{p}\pi^+$$

zurückgeführt werden kann.

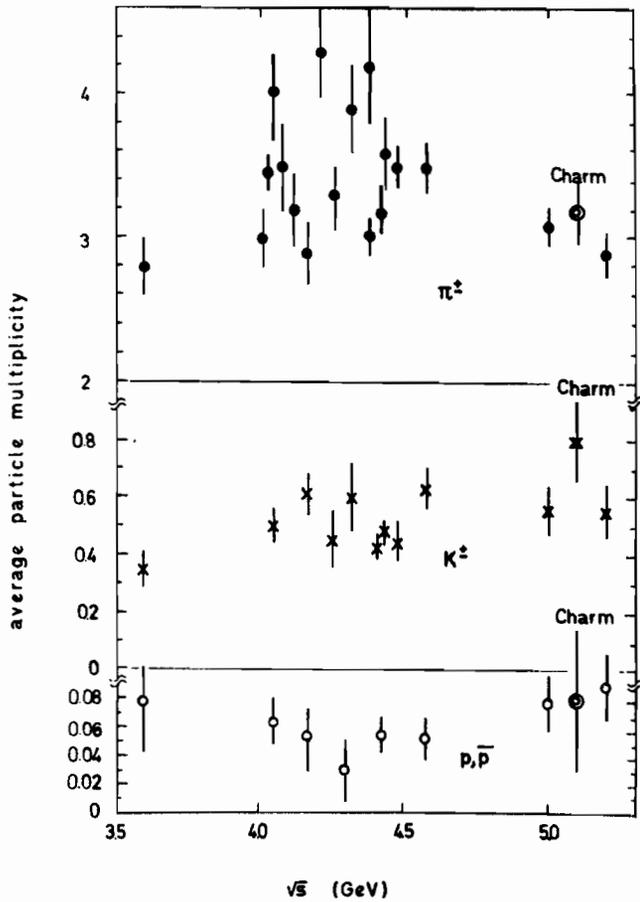


Abb. 10 Die mittlere Multiplizität geladener Pionen, Kaonen und Nukleonen. Die mit „charm“ bezeichneten Punkte geben die Multiplizitäten für Charm-Ereignisse an.

Die schon im Jahresbericht 1977 beschriebene Analyse wurde in zwei wesentlichen Punkten verbessert: es wurden weitere Daten analysiert, und die gefundenen Ereignisse wurden von Physikern durchgemustert, um die Photon-Identifikation zu überprüfen und um die γ -Energieauflösung bei überlappenden Spuren zu verbessern. Das Resultat ist eine ganz erhebliche Verbesserung der Auflösung in den $\gamma\gamma$ -Massenspektren.

*Inklusive
 η -Erzeugung*

Abb. 12 zeigt die $\gamma\gamma$ -Massenverteilungen für Ereignisse mit zwei Photonen und mindestens zwei weiteren geladenen Teilchen. Bei allen Energien wird ein π^0 -Peak beobachtet. Ein sehr klares η -Signal erkennt man bei 4,17 und 4,42 GeV und Andeutungen bei 4,60 GeV.

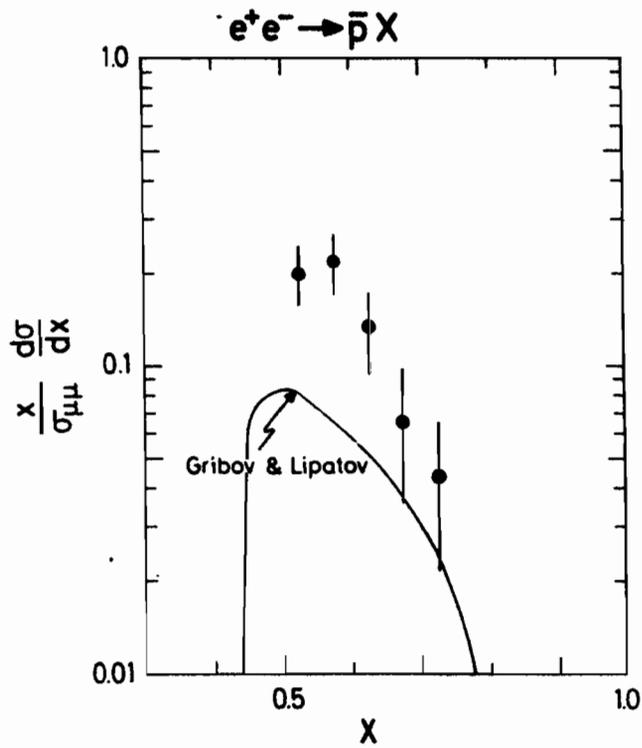


Abb. 11 Vergleich der inklusiven Antiprotonerzeugung mit der Gribov-Lipatov-Vorhersage.

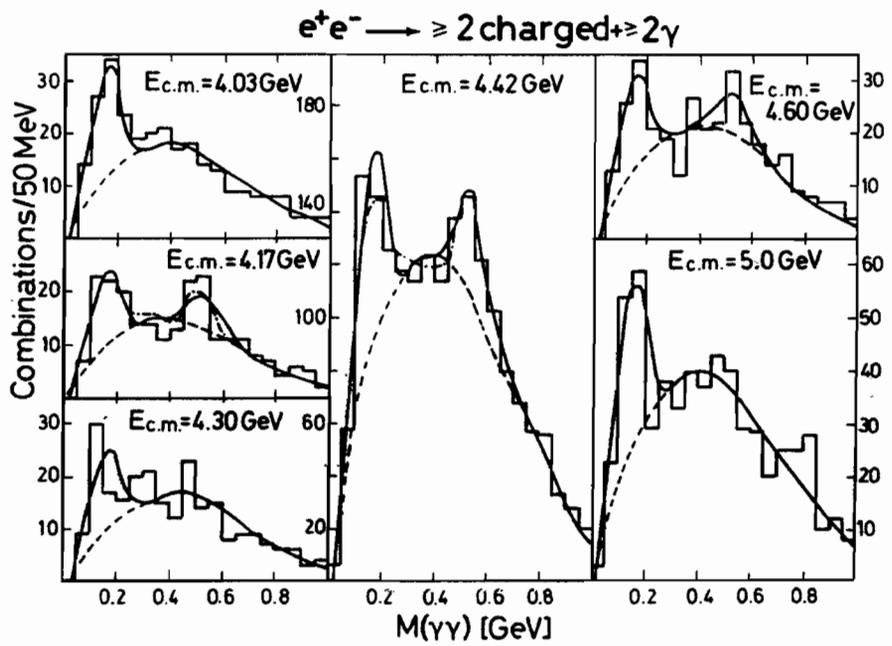
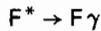


Abb. 12 $\gamma\gamma$ -Massenverteilungen für verschiedene Schwerpunktsenergien.

Verlangt man zusätzlich ein niederenergetisches Photon ($E_\gamma \leq 140 \text{ MeV}$), so erhält man die $\gamma\gamma$ -Massenspektren in Abb. 13. Hier wird nur bei 4,4 GeV ein η -Signal beobachtet, nicht dagegen bei 4,17 GeV. Diese Resultate lassen sich wie folgt deuten:

bei 4,17 GeV werden F-Mesonen erzeugt über die Reaktion $e^+e^- \rightarrow F^+F^-$; beobachtet werden sie über den Zerfall $F \rightarrow \eta X$, z.B. $F^+ \rightarrow \eta\pi^+$;

bei 4,42 GeV findet vorzugsweise $F\bar{F}^*$ oder $F^*\bar{F}$ -Erzeugung statt, und das angeregte F-Meson zerfällt durch Emission eines niederenergetischen Photons in das F-Meson



Die Situation ist ähnlich wie bei den D-Mesonen, wo bei der ψ'' (3,77)-Resonanz die $D\bar{D}$ -Erzeugung und bei 4,03 GeV die $D\bar{D}^*$ - und $D^*\bar{D}$ -Erzeugung beobachtet wird.

Die Beobachtung von gemischten Endzuständen, die η -Mesonen zusammen mit Elektronen enthalten, ist ein klarer Hinweis darauf, daß die η -Mesonen aus dem schwachen Zerfall eines neuen Teilchens kommen.

In Abb. 14 sind die $\gamma\gamma$ -Mesonen für Ereignisse aufgetragen, die ein zusätzliches Elektron im DASP-Innendetektor haben. Man beobachtet sehr klare Maxima bei der π^0 - und η -Masse, die sich deutlich vom Untergrund abheben. (Dieser Untergrund stammt von Multihadron-Ereignissen, bei denen durch Hadronen oder konvertierende Photonen ein Elektron im Innendetektor vorgetäuscht wird). Die π^0 -Mesonen können aus dem Zerfall der D- und F-Mesonen und des schweren Leptons τ kommen. Da aber bei 4,03 GeV kein η -Signal beobachtet wird (vgl. Abb. 12, 13), können die η -Mesonen nicht aus D- und τ -Zerfällen stammen. Somit bleibt das F-Meson als natürlichste Erklärung.

Das F-Meson

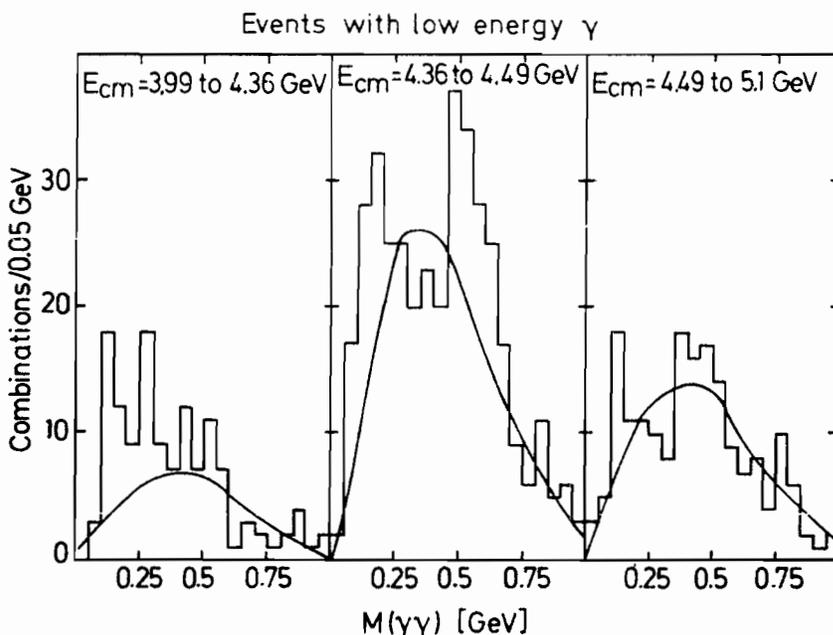


Abb. 13 Die $\gamma\gamma$ -Massenverteilungen für Ereignisse mit einem zusätzlichen niederenergetischen Photon.

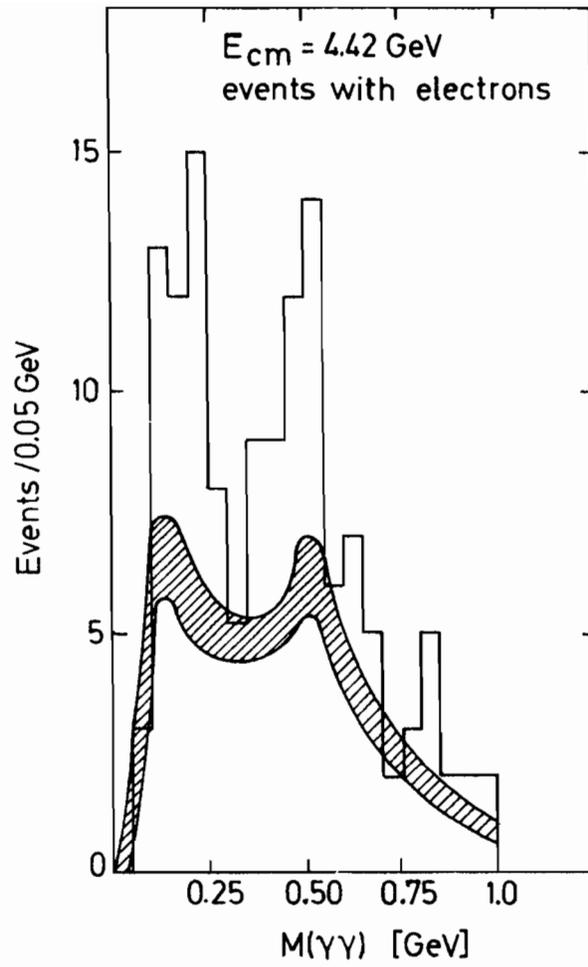


Abb. 14 $\gamma\gamma$ -Massenverteilungen für Ereignisse, die zusätzlich ein Elektron enthalten. Gestricheltes Band: Untergrund durch Multihadron-Ereignisse.

Die Bestimmung der F-Masse über den Zerfall $F^\pm \rightarrow \pi^\pm \eta$ wurde schon im vorigen Jahresbericht beschrieben. Ein weiteres Ereignis dieser Art wurde gefunden. Bei 4,5 GeV wurde außerdem ein Ereignis mit zwei Kaonen in einem Spektrometerarm gefunden, die aus dem Zerfall eines Φ -Mesons kommen. Dieses Ereignis ist kompatibel mit $F\bar{F}^*$ -Erzeugung und dem nachfolgenden Zerfall $F \rightarrow \pi\Phi$. Mit der Hypothese der $F\bar{F}^*$ -Erzeugung erhält man eine F-Masse von $2,03 \pm 0,02$ GeV.

Mit Hilfe der Spektrometerarme wurden Zweikörperzerfälle J/ψ (ψ') $\rightarrow \pi^+\pi^-$, K^+K^- und $p\bar{p}$ untersucht. Es gibt 7 Ereignisse des G-Paritätsverletzenden Zerfalls $J/\psi \rightarrow \pi^+\pi^-$, die über den Ein-Photon-Zwischenzustand $J/\psi \rightarrow \gamma \rightarrow \pi^+\pi^-$ erklärt werden können; ebenfalls wurden 7 K^+K^- -Ereignisse gefunden. Man kann daraus Formfaktoren berechnen

Zweikörper- und Quasizweikörperzerfälle der Resonanzen

$$|F_\pi(3,1)|^2 = (5,8 + 3) \cdot 10^{-3}$$

$$|F_K(3,3)|^2 = (15 \pm 6) \cdot 10^{-3}$$

Der $p\bar{p}$ -Zerfall wird als direkter Zerfall beobachtet.

Abb. 15a zeigt die $p\bar{p}$ -Massenverteilung der Reaktion $J/\psi \rightarrow p\bar{p}X$, Abb. 15b das entsprechende für die ψ' -Resonanz. Für die Verzweigungsverhältnisse folgt

$$B(J/\psi \rightarrow p\bar{p}) = (2,5 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$$

$$B(\psi' \rightarrow p\bar{p}) = (1,4 \pm 0,8) \cdot 10^{-3}$$

Die Verteilung der fehlenden Masse in der Reaktion $J/\psi \rightarrow p\bar{p}X$ ist in Abb. 16 aufgetragen. Man beobachtet ein deutliches η -Signal und ein kleineres π^0 -Signal. Daraus folgt $B(J/\psi \rightarrow p\bar{p}\eta) = (2,5 \pm 1,2) \cdot 10^{-3}$, $B(J/\psi \rightarrow p\bar{p}\pi^0) = (1,4 \pm 0,4) \cdot 10^{-3}$.

Zweikörperzerfälle der P_C/χ -Zustände wurden untersucht, indem Ereignisse der Art $\psi' \rightarrow h^+h^-\gamma$ analysiert wurden.

Abb. 17 zeigt die Verteilung der Hadron-Paar-Massen. Bei dem $\chi_0(3,41)$ -Zustand beobachtet man 11 $\pi^+\pi^-$ - und 6 K^+K^- -Ereignisse.

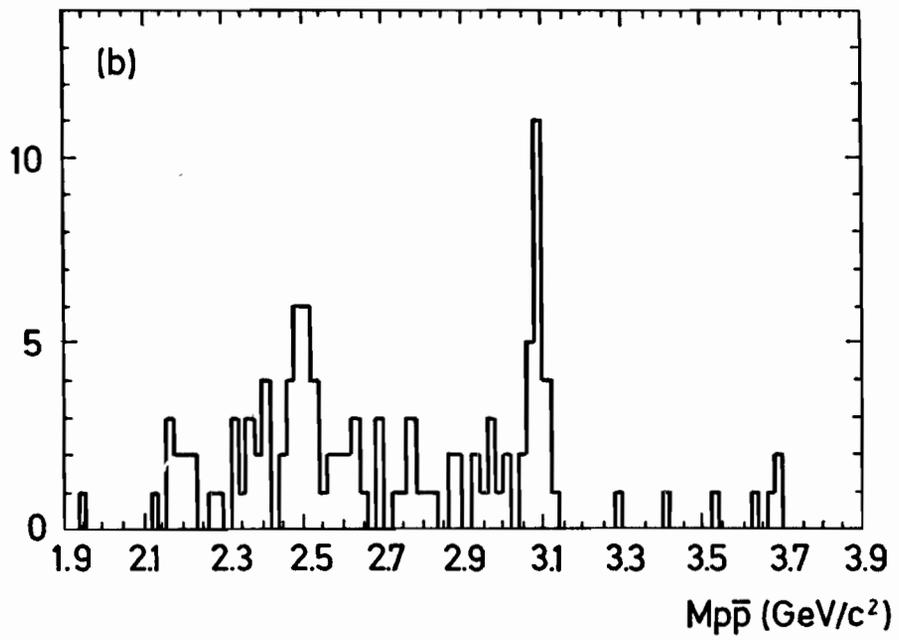
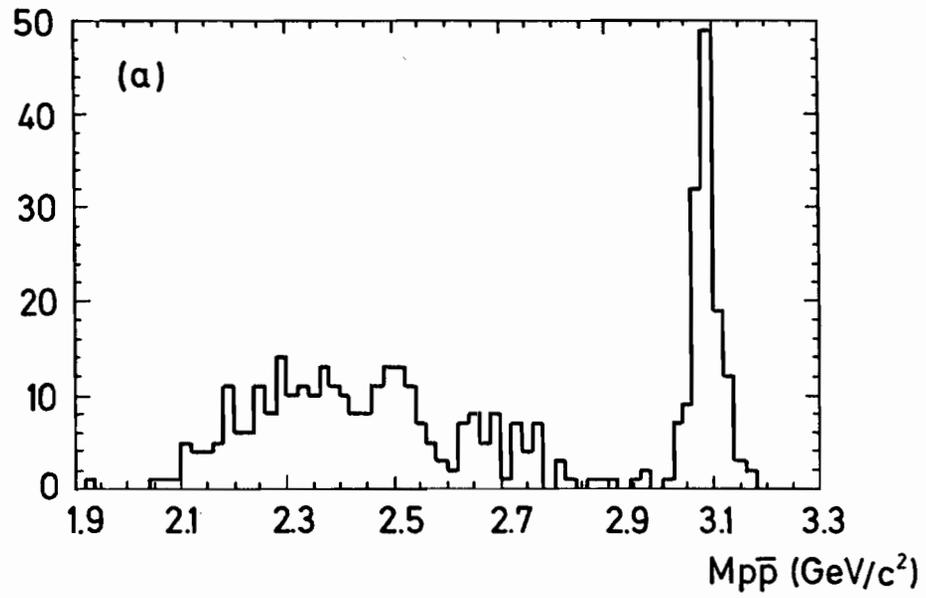


Abb. 15 Effektive Massenverteilung der Ereignisse $J/\psi \rightarrow p\bar{p}X$ und $\psi' \rightarrow p\bar{p}X$.

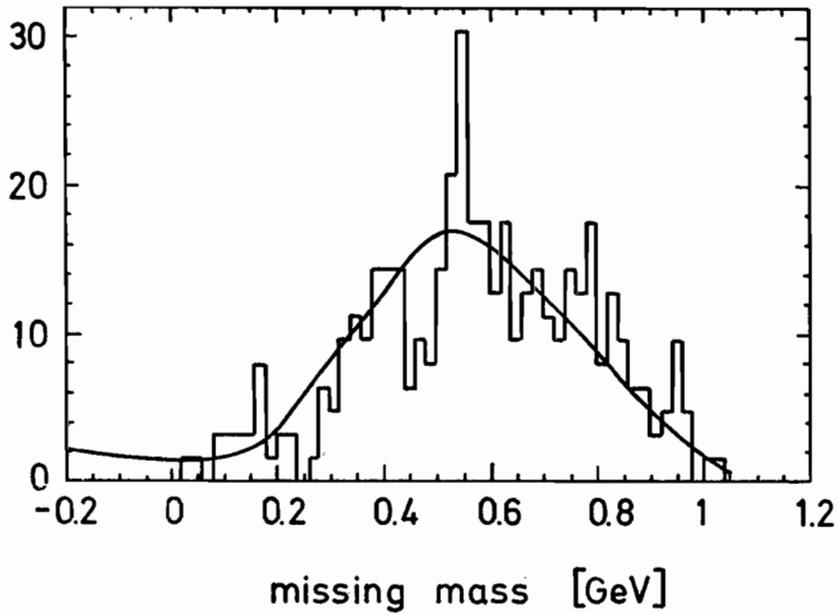


Abb. 16 Verteilung der fehlenden Masse M_X in der Reaktion $J/\psi \rightarrow p\bar{p}X$. Die glatte Kurve wurde ermittelt, indem p und \bar{p} von verschiedenen Ereignissen kombiniert wurden, wobei der Zweikörperzerfall $J/\psi \rightarrow p\bar{p}$ ausgeschlossen wurde.

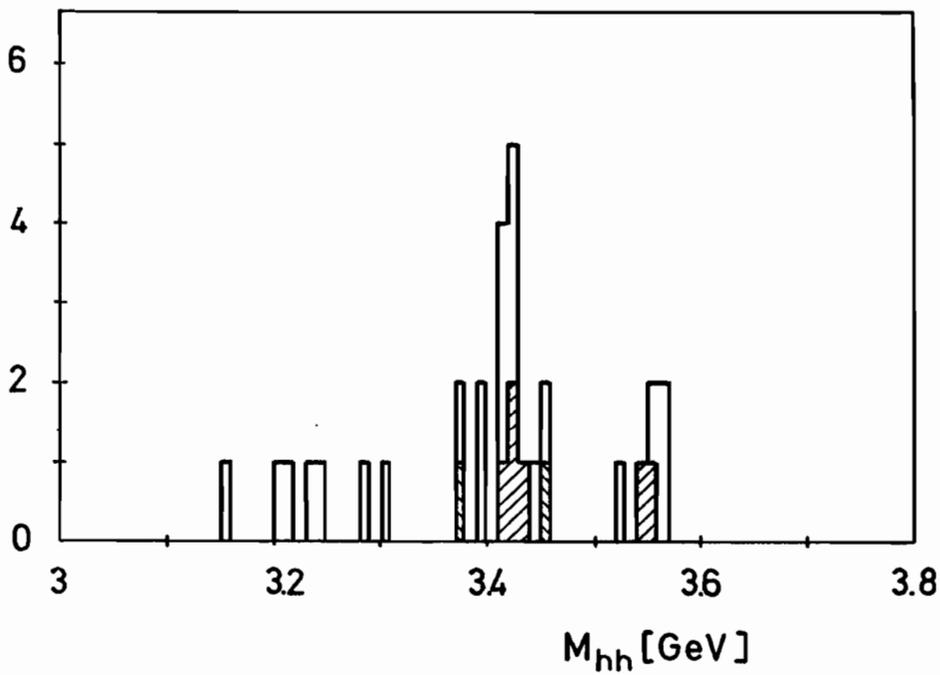


Abb. 17 Hadron-Paarmassenverteilung für den Zerfall $\psi' \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ und $\psi' \rightarrow K^+K^-\gamma$. K-Paare sind schraffiert.

Natrium – Jodid – (DESY-Heidelberg) – Detektor
F11, F31, Hamburg, Heidelberg, MPI München

Natrium-Jodid
Detektor

Die Gruppe F11 – Heidelberg bestimmte einen genauen Wert für die Masse des schweren Leptons. Dieser Auswertung lagen Daten zugrunde, die 1977 am Speicherring DORIS gesammelt wurden.

Eine neue Kollaboration (F31, I. Physikalisches Institut Hamburg, Physikalisches Institut Heidelberg und MPI – München) konnte mit dem NaJ-Detektor im Juni 1978 die Υ (9,46) Resonanz und im August '78 erstmals die Υ' (10,02) Resonanz in der e^+e^- -Vernichtung beobachten. Genaue Massenwerte und die leptonenischen Zerfallsbreiten wurden bestimmt. Die gemessenen leptonenischen Zerfallsbreiten sprechen dafür, daß die Υ -Resonanzen aus einem Quarkpaar mit der Ladung $1/3 e$ aufgebaut sind. Bei der Untersuchung der hadronischen Endzustände konnte eine starke Änderung der Topologie beim Übergang vom Kontinuum zu den Υ -Resonanzen beobachtet werden.

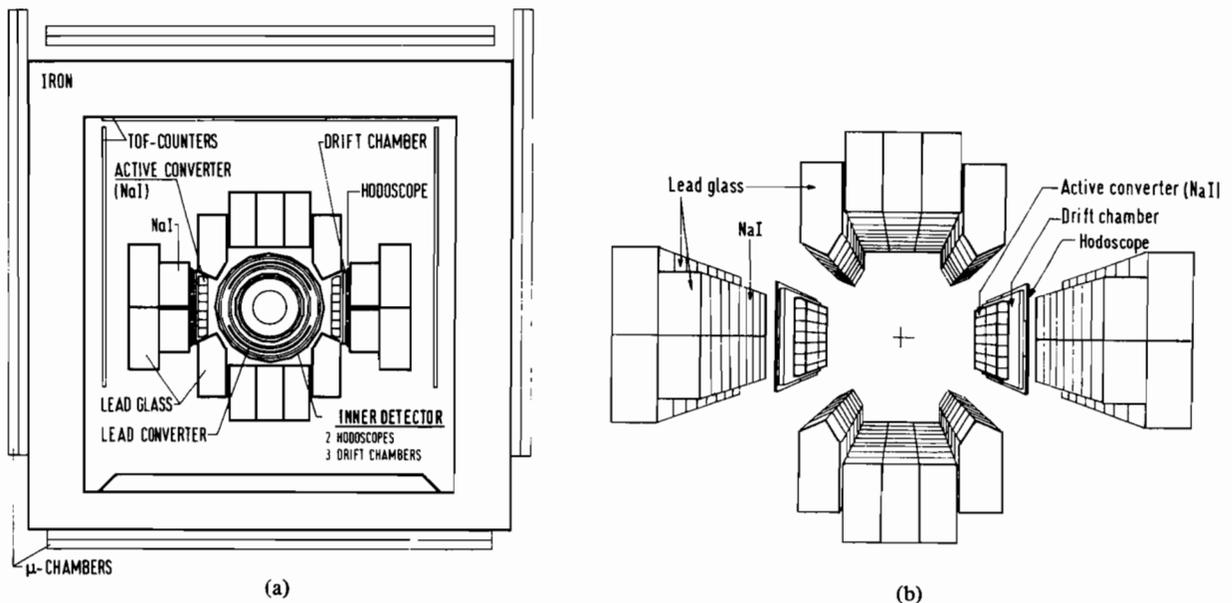


Abb. 18 a) Schnitt senkrecht zum e^+e^- -Strahl b) Energiedetektor vergrößert

Masse des schweren
Leptons τ

Die Erzeugung schwerer Leptonenpaare in der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ wurde als Funktion der Schwerpunktsenergie im Energiebereich von 3,6 GeV bis 4,4 GeV untersucht. Die schweren Leptonen wurden dabei durch die schwachen Zerfälle $\tau \rightarrow e\nu\nu$, $\tau \rightarrow \mu\nu\nu$, $\tau \rightarrow \pi\nu$, $\tau \rightarrow K\nu$ nachgewiesen, also in Endzuständen mit nur zwei geladenen Teilchen, wovon mindestens eines als Elektron oder Muon identifiziert sein mußte. Besonders vorteilhaft erwies sich der große Detektor-Raumwinkel, (96 % von 4π), der es ermöglichte, Untergrundereignisse mit γ -Quanten auszuschließen. Es wurden 299 Ereignisse beobachtet, davon 7 bei 3,6 GeV und 117 bei 3,68 GeV, also unterhalb der Energie, bei der die Erzeugung von Charm-Mesonen einsetzt. Somit ist nachgewiesen, daß die beobachteten Ereignisse nicht durch Zerfälle der Charm-Mesonen verursacht sind. Aus der Energieabhängigkeit des beobachteten Wirkungsquerschnitts ($e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow \begin{pmatrix} e^\pm \\ \mu^\pm \end{pmatrix} + 1 \text{ geladene Spur}$) konnte dann die τ -Masse zu $m_\tau = 1,787 \pm 0,010 - 0,018$ GeV sehr genau bestimmt werden.

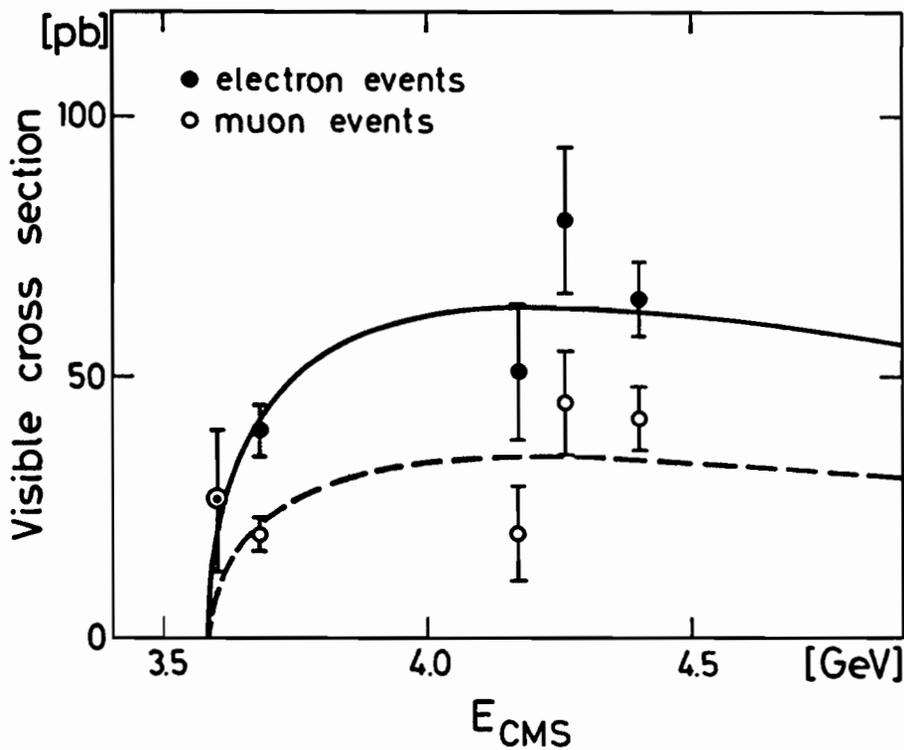


Abb. 19 Sichtbarer Wirkungsquerschnitt für Elektron- und Muonereignisse. Die Kurven zeigen den Wirkungsquerschnitt für die τ -Paar Erzeugung nach der Anpassung an die Daten.

Die $\gamma\gamma$ -Kaskadenzerfälle der ψ' -Resonanz über die Zwischenzustände P_c/χ in die J/ψ -Resonanz wurden untersucht. Die J/ψ -Resonanz wurde dabei durch den Zerfall $J/\psi \rightarrow \mu\mu$ identifiziert.

Kaskadenzerfälle der ψ' -Resonanz

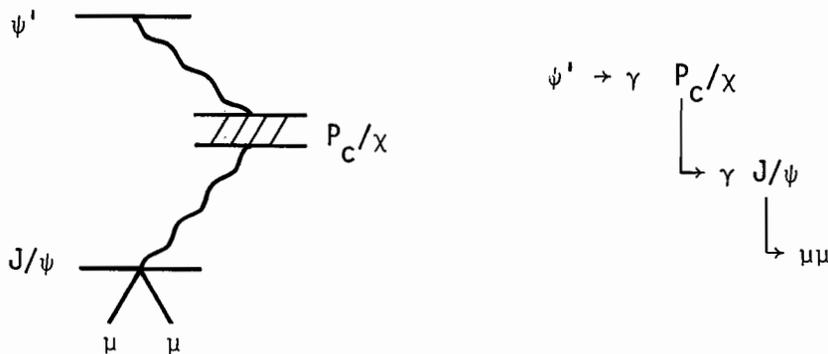


Abb. 20 Der $\gamma\gamma$ -Kaskadenzerfall der ψ' -Resonanz.

Die Zerfallskette endet also in einem Zustand mit 2 Photonen und 2 Muonen. Ein Endzustand mit 4 identifizierten Teilchen lässt sich im nichtmagnetischen Detektor allein unter Verwendung der Richtungen kinematisch rekonstruieren. Damit lässt sich die invariante Masse ($\gamma J/\psi$), die Masse des Zwischenzustands, berechnen.

In Abb. 21 ist die höhere der beiden ($\gamma J/\psi$)-invarianten Massen aufgetragen. Man erkennt, daß die Zerfälle über die bekannten Zwischenzustände $P_c(3,5)$, $\chi(3,55)$ mit relativ hoher Rate stattfinden, während der Zerfall über $\chi(3,41)$ nur mit geringer Rate zu beobachten ist. Nicht beobachtet wird dagegen der Zerfall über den Zwischenzustand $\chi(3,45)$.

Tabelle 1

Verzweigungsverhältnisse für die Kaskadenzerfälle:

$$BR(\psi'(3700) \rightarrow \gamma\chi/P_c) \cdot BR(\chi/P_c \rightarrow \gamma J/\psi)$$

| Zustand (Masse in GeV) | Verzweigungsverhältnis (%) |
|---------------------------|-------------------------------|
| 3.42 ± 0.1 | $.14 \pm .09$ |
| 3.45 | $< .25$ (90 % C.L.) |
| $3.505 \pm .003$ | $2.5 \pm .4$ |
| $3.551 \pm .004$ | $1.0 \pm .2$ |
| $3.591 \pm .007$ | $.18 \pm .06$ |
| 3.60 – 3.63 | $< .1$ (90 % C.L.) |

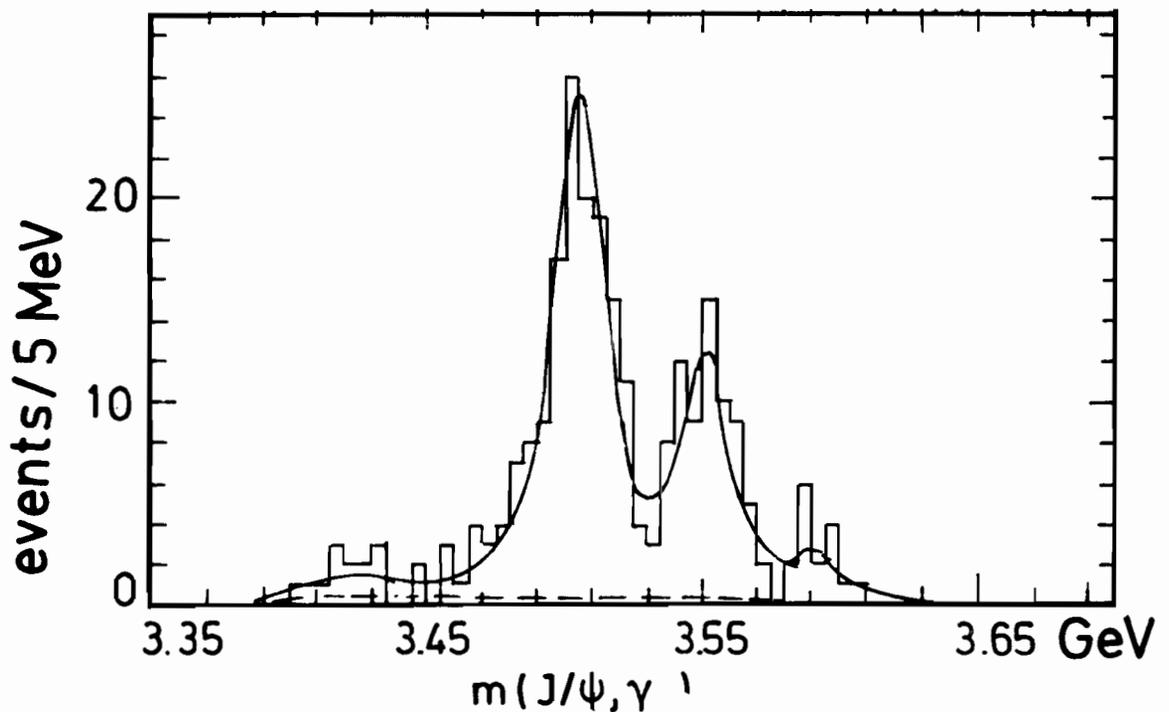


Abb. 21 Massenverteilung des $\gamma J/\psi$ Systems mit hochenergetischem Photon.

Im FNAL (USA) wurde 1977 bei Reaktionen von 400 GeV Protonen im μ -Paarspektrum eine Resonanzstruktur um 10 GeV beobachtet, die in zwei oder drei sog. Υ -Resonanzen zerlegt werden konnte. Es lag nahe, diese Resonanzen als Teilchen zu interpretieren, die aus einem neuen Quark-Antiquark-Paar aufgebaut sind (den ψ -Resonanzen ähnlich). Die Richtigkeit dieser Interpretation läßt sich am besten überprüfen, wenn die Υ -Resonanzen durch e^+e^- -Vernichtung erzeugt werden. Deshalb wurde der e^+e^- -Speicherring DORIS für den Energiebereich der Υ -Resonanzen umgebaut.

Beobachtung einer schmalen Resonanz bei 10,02 GeV

Im Juni 1978 konnte dann eine Kollaboration zwischen DESY-Hamburg-Heidelberg-MPI München mit dem NaJ-Detektor die $\Upsilon(9,46)$ Resonanz, die zuvor bereits von PLUTO und DASP 2 gesehen wurde, und im August 1978 erstmals die Υ' Resonanz in der Reaktion $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen beobachten. Die gemessenen geringen Gesamtbreiten sprechen in der Tat dafür, daß die Υ -Resonanzen aus einem neuen Quarkpaar aufgebaut sind.

Die elektrische Ladung des neuen Quarkteilchens konnte aus den leptonischen Zerfallsbreiten bestimmt werden zu $-1/3 e$.

Tabelle 2
Resonanzparameter der Υ -Resonanzen

| | Masse GeV | $\Gamma_{ee}\Gamma_{had}/\Gamma_{tot}$ KeV |
|-------------|------------------|---|
| Υ | 9.46 ± 0.01 | 1.04 ± 0.28 |
| Υ' | 10.02 ± 0.02 | 0.32 ± 0.12 |

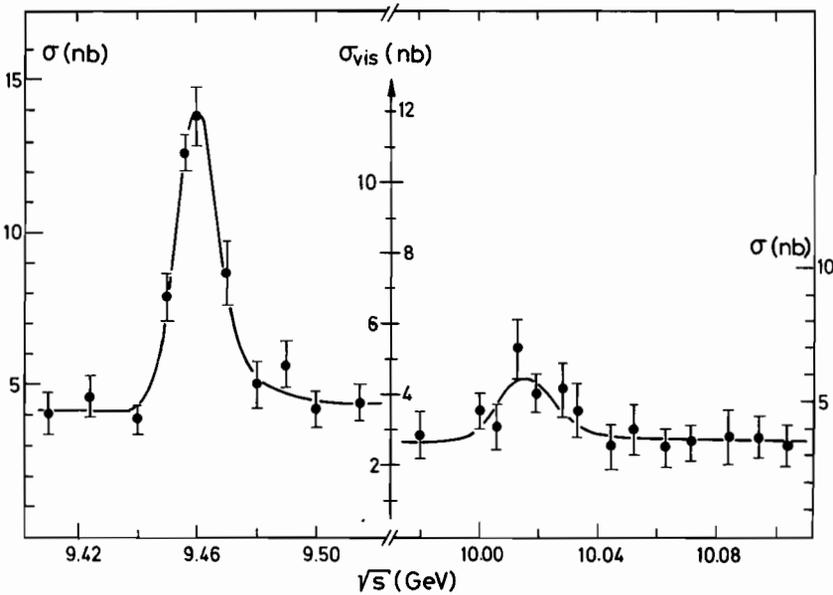


Abb. 22 Wirkungsquerschnitt $\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen})$ in der Υ und Υ' Region

Die bei der Suche nach den Υ -Resonanzen registrierten hadronischen Ereignisse wurden auf ihre Topologie hin untersucht. Dabei findet man eine ausgeprägte 2-jet-Struktur bei Schwerpunktsenergien außerhalb der Υ -Resonanzen, während die Zerfälle der Υ -Resonanzen eine mehr isotrope Impulsverteilung aufweisen. Als Maß für die Impulsverteilung wurde unter anderem die Sphärität $S = \frac{3}{2} \frac{\min(\sum p_i^2)}{\sum p_i^2}$ verwendet. Ereignisse mit kleiner Sphärität ($S \rightarrow 0$) sind jetartig, Ereignisse mit großer Sphärität ($S = 1$) besitzen eine mehr isotrope Impulsverteilung. Bei der vorliegenden nicht magnetischen Apparatur wird die Sphärität für den Anteil eines Ereignisses berechnet, der in Photonen endet, da für ein Photon mit der gemessenen Energie und Richtung auch der Impuls bekannt ist. Die beobachtete starke 2-jet-Struktur der Ereignisse außerhalb der Υ -Resonanzen kann gut beschrieben werden durch ein 2-Quarkjet Modell nach Feynman und Field, während die beobachtete Sphäritätsverteilung der Υ - und Υ' -Zerfälle mit der Vorstellung gut übereinstimmt, daß die Υ -Resonanzen in drei Gluonen zerfallen, die ihrerseits in Hadronen fragmentieren. Dabei wurde angenommen, daß die Gluonen ähnlich wie Quarkteilchen fragmentieren. Mit dieser Annahme kann auch der beobachtete Anstieg der geladenen Multiplizität bei den Υ -Zerfällen beschrieben werden.

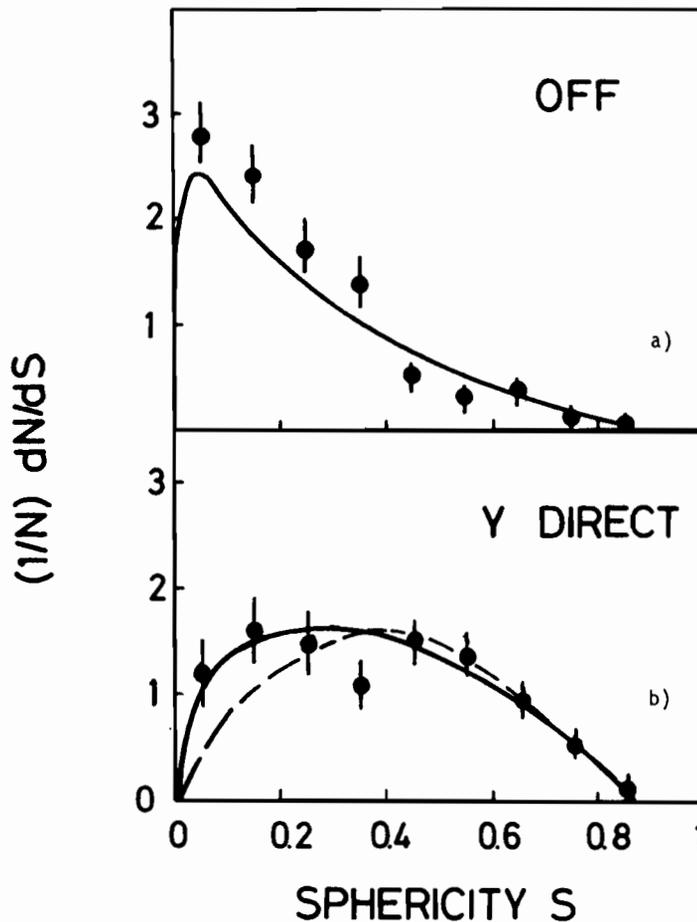


Abb. 23 Neutrale Sphäritätsverteilung. Die Kurven stellen das Ergebnis von Monte-Carlo-Rechnung dar.

a) Außerhalb der Υ -Resonanz $9,41 \leq \sqrt{s} \leq 9,51$ GeV

b) Zerfälle der Υ -Resonanz

F15-Experimente an DORIS

F15, Dortmund, Heidelberg und Lund

Im Jahre 1978 konzentrierte sich die Arbeit der Gruppe F15 auf zwei Gebiete:

- 1) Experimente mit dem Doppelarmspektrometer DASP an DORIS
- 2) Planung eines neuen Detektors für DORIS.

1. Experimente mit dem Doppelarmspektrometer DASP an DORIS wurden im Rahmen der DASP 2 Kollaboration mit Physikern der Universitäten Dortmund, Heidelberg, Lund und den DESY-Gruppen F51 und R2 durchgeführt.

DASP 2 an DORIS

Ziel der Experimente war es, die Existenz der am FERMILAB beobachteten Υ -Mesonen zu bestätigen und deren Eigenschaften zu untersuchen.

Das Υ -Meson

Mit Hilfe des DASP-Detektors wurde die Anregungsfunktion für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}$ im Bereich zwischen 9,2 und 9,5, sowie 9,8 und 10,19 GeV gemessen. In Abb. 24 sind die Ergebnisse dargestellt: deutlich erkennt man ein Resonanzsignal bei 9,45 GeV und, schwächer ausgeprägt ein zweites bei 10,01 GeV. Beide Resonanzen wurden mit einer Breite beobachtet, die nur durch die Energieunschärfe der Maschine gegeben ist. Die eigentliche, viel schmälere, natürliche Breite der Υ -Mesonen kann nur auf indirektem Weg bestimmt werden.

Die Massendifferenz zwischen dem Υ und Υ' ergab sich zu (555 ± 10) MeV.

Die elektronische Breite Γ_{ee} der Resonanzen ergaben sich zu:

$$\Gamma_{ee}^{\Upsilon} = (1,5 \pm 0,4) \text{ keV},$$

$$\Gamma_{ee}^{\Upsilon'} = (0,35 \pm 0,14) \text{ keV}.$$

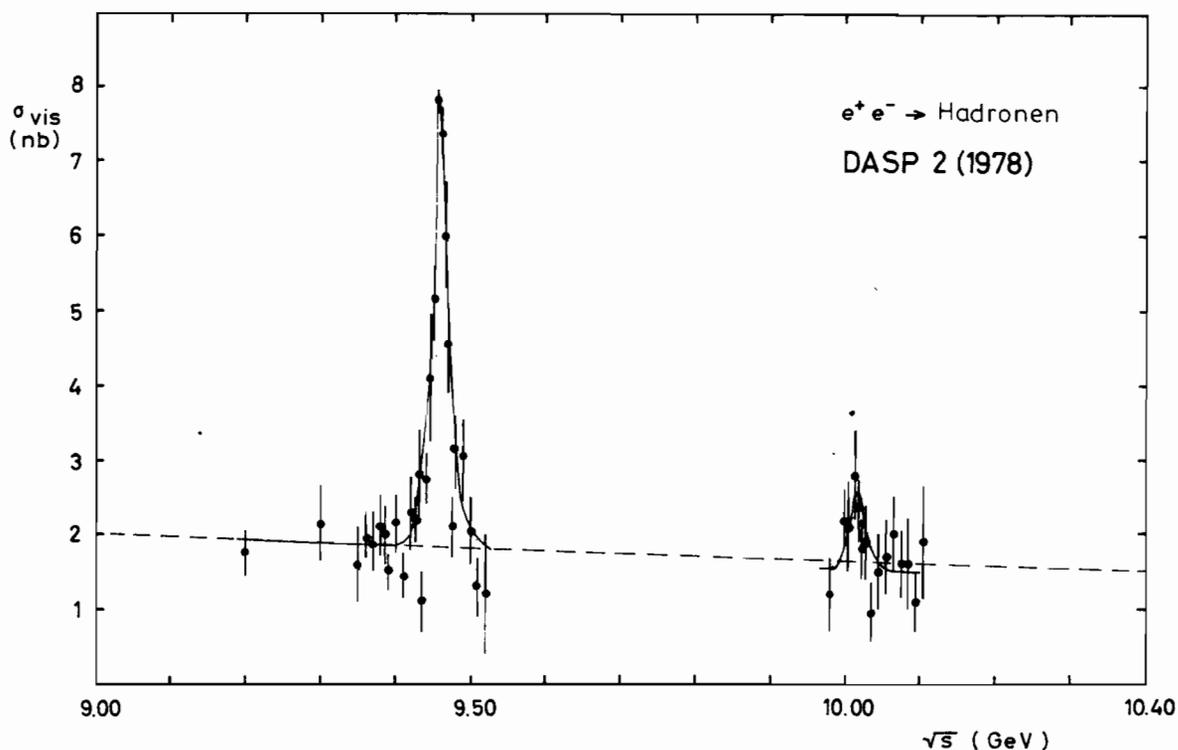


Abb. 24 Der sichtbare hadronische Wirkungsquerschnitt als Funktion der Schwerpunktsenergie mit den Resonanzlinien des Υ -Mesons bei 9,46 GeV und des Υ' Mesons bei 10,01 GeV.

Diese Werte wie auch die Massendifferenz lassen sich erklären, wenn man annimmt, daß die Υ -Mesonen gebundene Zustände eines neuen, schweren Quarks mit einer Masse von $M_Q \rightarrow 5 \text{ GeV}$ und seines Antiteilchens darstellen. Insbesondere ergibt sich aus den Breiten $\Gamma_{ee'}$, daß die Ladung dieses neuen Quarks $e_Q = 1/3$ sein muß. Der schraffierte Bereich in Abb. 25 ist für diese Quarkladung und für eine Vielzahl verschiedener Bindungspotentiale berechnet worden.

Damit verträglich ist auch das von DASP 2 gemessene Verzweigungsverhältnis $B(\Upsilon \rightarrow \mu\mu)$ von:

$$B_{\mu\mu}(\Upsilon \rightarrow \mu\mu) = (2,5 \pm 2,1) \%$$

2. Planung eines neuen Detektors für DORIS.

ARGUS

Detaillierte Vorstellungen über einen Detektor der zweiten Generation an DORIS wurden im Oktober 1978 in dem Proposal „ARGUS, a new detector for DORIS“ niedergelegt. Mitgewirkt daran haben Physiker von DESY, Universität Dortmund, Universität Heidelberg, Universität Lund/Schweden, University of South Carolina/USA und ITEP-Moskau/UdSSR.

Der vorgeschlagene Detektor (Abb. 26) besitzt folgende Komponenten:

- Eine zylindrische Driftkammer mit 36 Ebenen, die eine dE/dx Messung zur Teilchendifferenzierung erlaubt.
- Blei-Szintillator-Schauer-Zähler mit Wellenlängenwandler. Diese befinden sich innerhalb der Magnetspule, die ein Feld von 8 kT liefern soll. Die Schauerzähler (Abb. 27) sind bereits erfolgreich getestet worden; die Energieauflösung wurde dabei zu

$$\frac{\sigma_E}{E} = \frac{\pm 7,5\%}{\sqrt{E/\text{GeV}}}$$

bestimmt (s. Abb. 28).

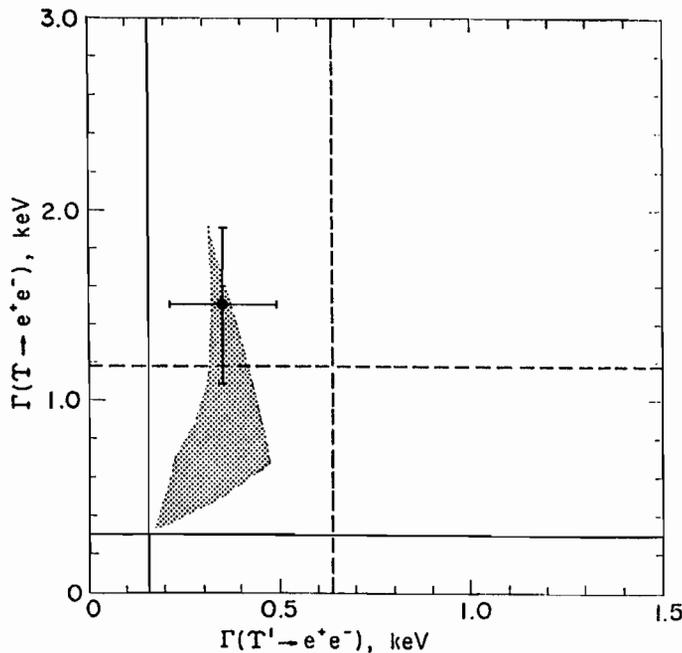


Abb. 25 Die elektronische Zerfallsbreite des Υ und Υ' Mesons. Der Meßpunkt liegt im schraffierten Bereich, der für den Fall berechnet ist, daß die Ladung des b -Quarks $1/3 e_0$ beträgt.

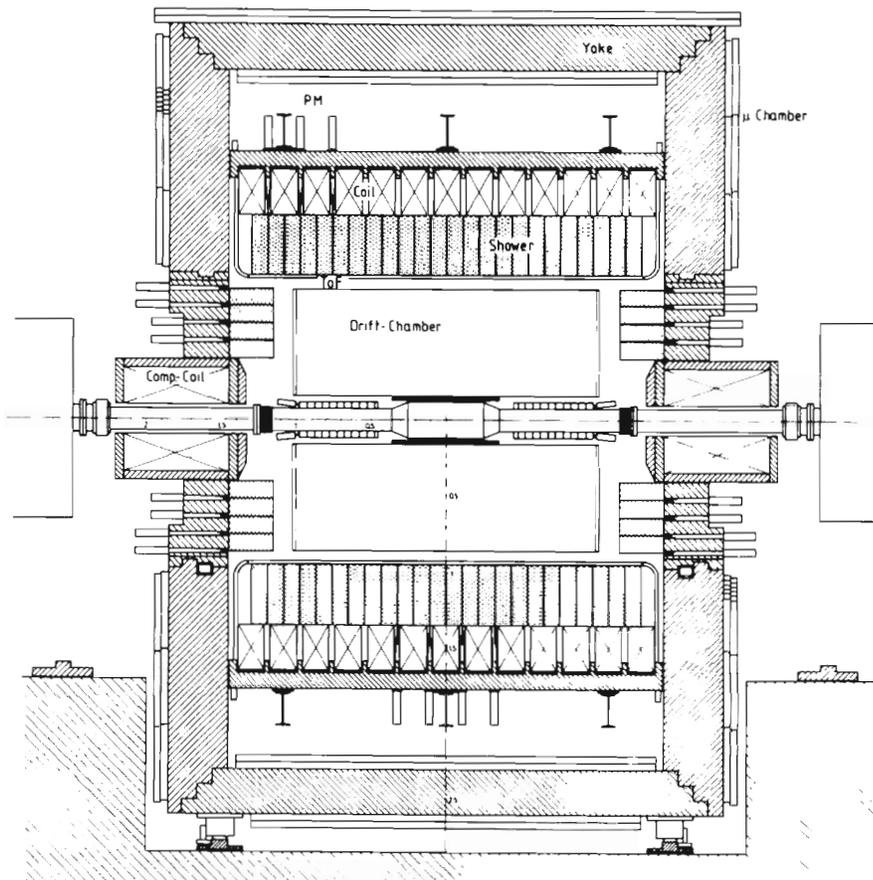


Abb. 26 Seitenansicht des geplanten Detektors ARGUS.

- c) Flugzeit-Zähler, die für Triggerzwecke sowie Teilchendiskriminierung bei kleinen Impulsen verwendet werden sollen.
- d) μ -Kammern, die innerhalb und außerhalb des Eisenjochs des Magneten angebracht sind, welches somit gleichzeitig als Hadron-Absorber benutzt wird.

Weitere Testmessungen für die einzelnen Komponenten sind Ende 1978 vorbereitet worden.

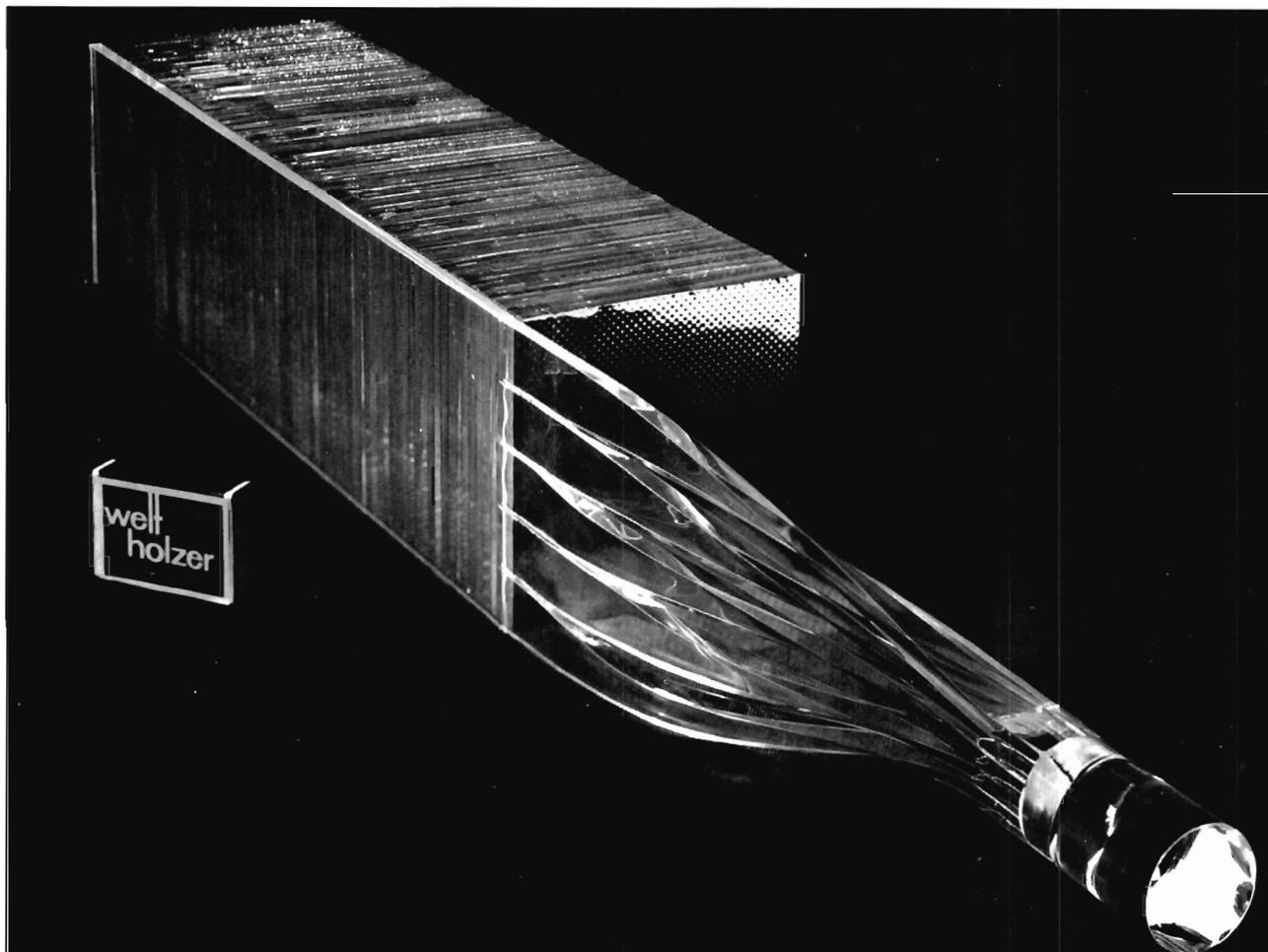


Abb. 27 Prototyp für die ARGUS-Schauerzähler

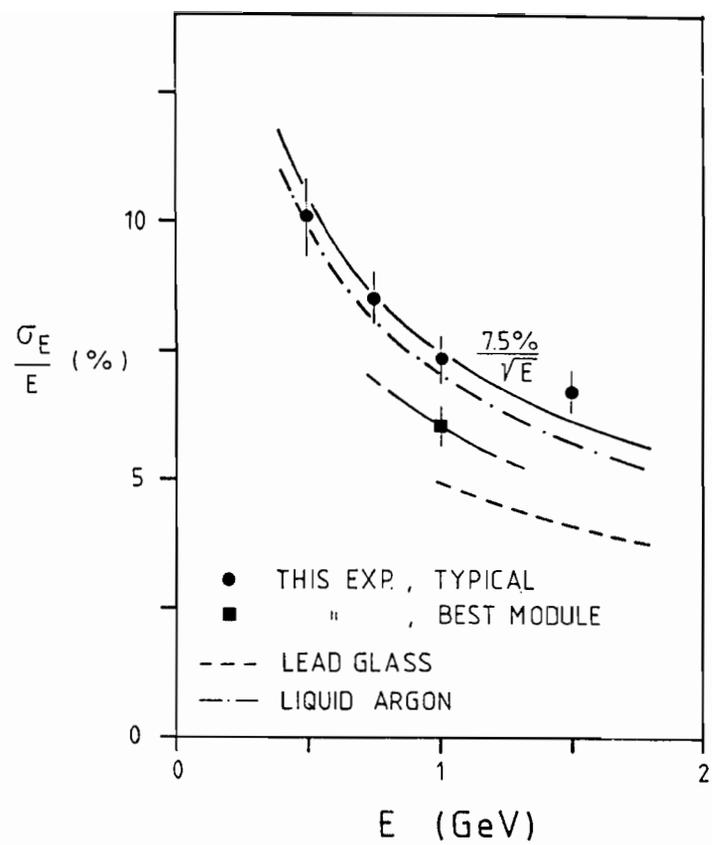


Abb. 28 Energieauflösung der Schauerzähler – Prototypen

BONANZA-Experiment F12, Bonn, Mainz

BONANZA-Experiment, Zwei-Photon- Reaktionen

Im Jahr 1978 wurde die Auswertung der im Frühjahr 1977 mit dem BONANZA-Detektor genommenen Daten fortgesetzt. Dabei konnte die Untersuchung der Zwei-Photon-Reaktionen

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^-e^+e^- \text{ und}$$

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^-\eta'$$

abgeschlossen werden.

Die Ergebnisse der ersten Redaktion stimmen mit den theoretischen Rechnungen der Quantenelektrodynamik in der Weizsäcker-Williams-Näherung gut überein. Bild 29 zeigt ein typisches Ereignis. Aus der Tatsache, daß kein Ereignis vom Typ

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^-\eta'$$

gefunden wurde, läßt sich eine obere Schranke für die Breite $\eta' \rightarrow \gamma\gamma$ ermitteln. Diese ist wohl mit dem Gell-Mann-Quarkmodell (drittelzahlige Ladungen), nicht aber mit dem Han-Nambu-Modell (ganzzahlige Ladungen) verträglich.

Antineutron

Die bei 4,2, 4,48 und 5,2 GeV genommenen Daten wurden untersucht auf einen Anstieg in der Erzeugung von inklusiven Anti-Nukleon-Ereignissen als Hinweis auf das Einsetzen der Produktion von charmed Baryonen. Diese Analyse gestaltete sich wegen der Untergrundverhältnisse schwierig und ist noch nicht abgeschlossen. Bild 30 zeigt ein inklusives Anti-Neutron-Ereignis.

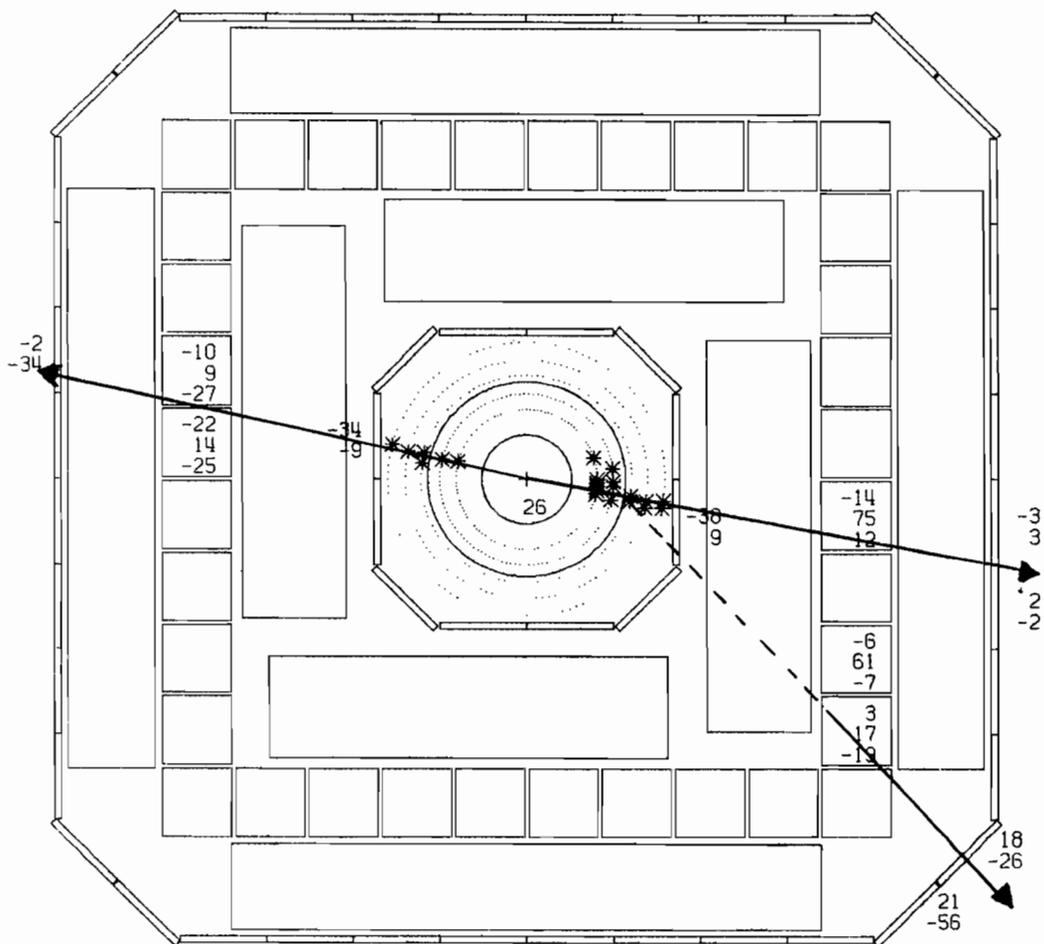


Abb. 29 Ereignis vom Typ $e^+e^- \rightarrow e^+e^-e^+e^-$

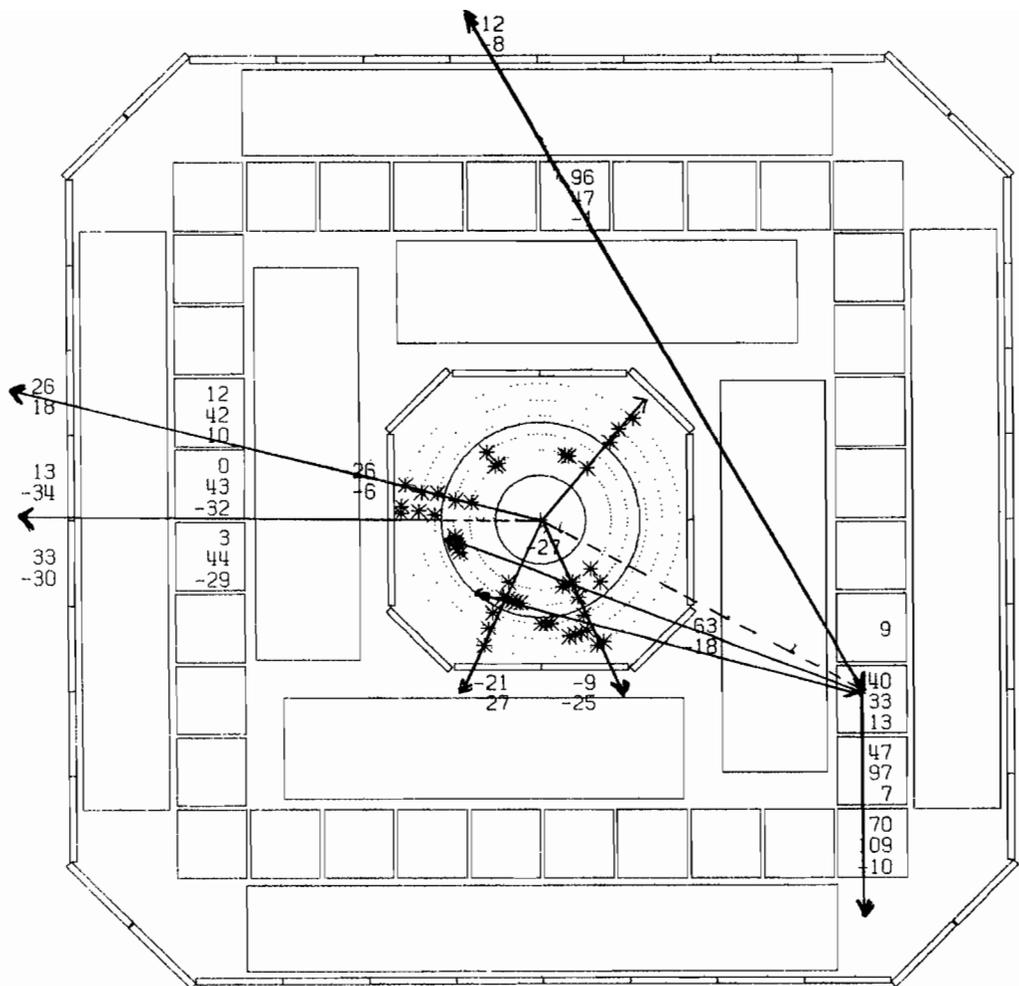


Abb. 30 nX-Ereignis

Experimente am Speicherring PETRA

CELLO-Kollaboration

F36, Karlsruhe, MPI, München, Orsay, Paris, Saclay

Der CELLO-Detektor

Für Experimente an dem neuen e^+e^- -Speicherring PETRA wurde in Zusammenarbeit von Gruppen von DESY, Karlsruhe, München, Orsay, Paris und Saclay der Detektor CELLO konzipiert. Der Schwerpunkt der Experimente liegt auf einer möglichst guten Messung von fundamentalen Größen der Hadronerzeugung – wie totalem Wirkungsquerschnitt, Gesamtenergie, Anzahlen der neutralen und geladenen Teilchen, topologischen Wirkungsquerschnitten – und insbesondere auf einer möglichst guten Erkennung und Messung von Leptonen und Photonen im Hinblick auf die Untersuchung schwerer Leptonen oder neuer Quark-Niveaus.

Im folgenden werden die Elemente von CELLO kurz charakterisiert: Ein zentraler Detektor zur Vermessung geladener Teilchen besteht aus 7 zylindrischen Drift- und 5 Proportionaldrahtkammern, die eine genaue Teilchenspurn- und Impulsbestimmung ($\sigma/p = 0,015$ bei einem Impuls von $1 \text{ GeV}/c$) ermöglichen. 4 ebene Proportionalkammern (senkrecht zur Strahlrichtung angeordnet) erlauben die Vermessung geladener Teilchen bis zu kleinsten Produktionswinkeln von 10° .

Der zentrale Detektor ist umschlossen von einem supraleitenden Solenoiden, der ein homogenes Magnetfeld von 1.5 T parallel zu der Achse des zentralen Detektors erzeugt. Die Magnetspule ist sehr dünnwandig konzipiert (0.5 Strahlungslängen), um möglichst wenig Materie in die Teilchenbahnen zu bringen. Zwei supraleitende Solenoiden von 3.5 T kompensieren den Effekt des zentralen Magneten auf den Strahl.

Nach außen schließt sich ein Blei-Argon-Kalorimeter an, das 96% des vollen Raumwinkels überdeckt und so ausgelegt ist, daß

- i) Photonen von kleinsten (50 MeV) bis zu größten (20 GeV) Energien nachgewiesen und deren Energie E und Winkel Θ mit einer Genauigkeit von $\sigma/E = 8,5 \%/ \sqrt{E}$ und $\sigma(\Theta) + 4 \text{ mrad}$ gemessen werden können,
- ii) eine gute Trennung zwischen geladenen Hadronen und Elektronen möglich ist und
- iii) neutrale Hadronen, die im Kalorimeter eine Wechselwirkung erfahren, nachgewiesen werden können.

Den gesamten Detektor umgibt eine 80 cm dicke Eisenabschirmung, die den magnetischen Kreis schließt und gleichzeitig als Absorber für Hadronen wirkt. Myonen werden durch 32 großflächige Proportionalkammern nachgewiesen.

Zwei Vorwärtsspektrometer, bestehend aus Driftkammer und Bleiglaszähler (bis $\Theta = 20 \text{ mrad}$), bedecken den Winkelbereich nahe dem Strahl. Ihre Hauptaufgabe ist der Nachweis von Elektronen, die Photonen abgestrahlt haben und eine Zwei-Photon-Wechselwirkung anzeigen.

Ein schneller programmierbarer Trigger für geladene Teilchenspuren sowohl in der Projektion senkrecht als auch parallel zum Strahl reduziert die Datenrate auf wenige Hz. Ladungssummen in den einzelnen Kalorimetermoduln ermöglichen einen schnellen Trigger auf neutrale Teilchen.

Während des Jahres 1978 wurde die Konstruktion der einzelnen Komponenten im wesentlichen fertiggestellt. Detaillierte Tests zeigten, daß mit allen Detektorkomponenten die erwartete Meßgenauigkeit erreicht werden konnte. Gleichzeitig wurden die Rechenprogramme für die Datenerfassung und -auswertung weiterentwickelt.

Die 5 zylindrischen Proportionalkammern wurden fertiggestellt und mit Höhenstrahlen getestet. Der Zusammenbau mit den zylindrischen Driftkammern wurde erfolgreich durchgeführt. Zum Test der Kammern wurden mit einem β -Präparat Hochspannungsplateau-Kurven für jeden einzelnen Signaldraht aufgenommen. Gleichzeitig wurden in einem Teilchenstrahl beim DESY Tests mit einem Prototyp der Driftkammern durchgeführt. Die Abb. 31 zeigt die Ortsauflösung dieser Kammer für verschiedene Magnetfeldstärken. Die Auflösung ist weitgehend von der Magnetfeldstärke unabhängig und beträgt $\sigma = 150 \mu\text{m}$ bei $14,3 \text{ kG}$.

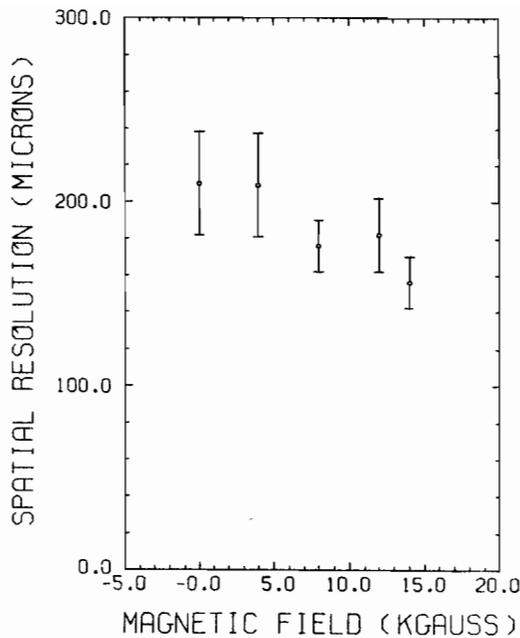


Abb. 31 Ortsauflösung der Driftkammern als Funktion des Magnetfeldes parallel zu den Auslesedrähten.

Der dünnwandige Solenoid wurde fertiggestellt und auf 4° K abgekühlt. Die erreichte Stromstärke von ca. 1800 A entspricht etwa der Hälfte des geplanten Betriebsstromes. Es konnte gezeigt werden, daß sich die Temperaturentwicklung bei Zusammenbruch des Magnetfeldes nur bis ca. 60° K erhöht und der Magnet damit gegen Überhitzung sicher ist. Technische Defekte haben den endgültigen Test auf Frühjahr 1979 verschoben. Die Kompensationssolenoiden wurden erfolgreich bis zur geplanten Stromstärke geladen und der erste in CELLO eingebaut.

Im vergangenen Jahr wurde der Großteil der 16 Kalorimeter-Moduln fertiggestellt. Daneben wurden Tests sowohl des Prototyp-Moduls als auch des ersten Serien-Moduls beim DESY durchgeführt. Schwerpunkt dieser Tests war die Untersuchung der Orts- und Energieauflösung für niederenergetische Photonen und Elektronen. Die Abb. 32 zeigt den Mittelwert der gemessenen Ladung in Abhängigkeit von der Teilchenenergie. Bis zur kleinsten gemessenen Photonenenergie von 150 MeV zeigt sich keine Abweichung von dem zu erwartenden linearen Verhalten. Die Energieauflösung als Funktion des Strahlimpulses beträgt $\sigma/E = 0,085 / E$ (GeV) $^{-1/2}$. In dem Test bei DESY wurde schließlich auch die Nachweiswahrscheinlichkeit für niederenergetische elektromagnetische Teilchen ermittelt. Sie ist in Abb. 33 als Funktion der Teilchenenergie dargestellt und beträgt 50 % bei 60 MeV und 100 % bei 110 MeV.

Der Kryostat für das Blei-Argon-Kalorimeter wurde fertiggestellt und in einem Kältetest erfolgreich auf Dichtigkeit geprüft.

Die Serienfertigung der Myon-Kammern läuft auf vollen Touren; etwa 2/3 der Kammern sind gefertigt und mit Höhenstrahlen getestet. Der Teilchendurchgang wird mit 99 % Wahrscheinlichkeit in mindestens zwei Ebenen der Kammern registriert.

Der Zusammenbau von CELLO nähert sich dem Ende. Abb. 34 zeigt den Zentralteil des Detektors, in den gerade ein Kalorimeter-Modul eingefahren ist.

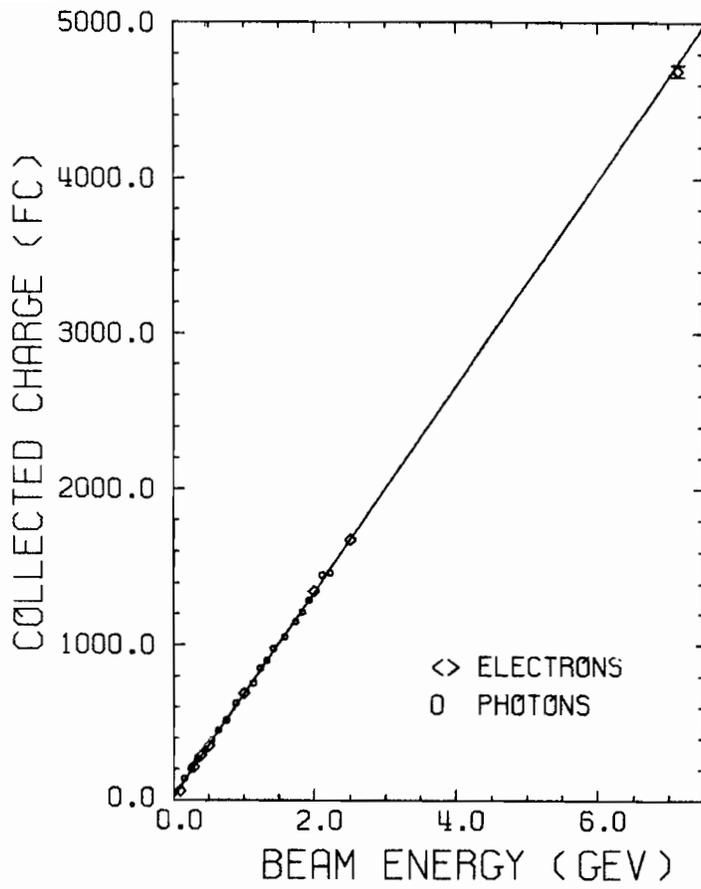


Abb. 32 Ladung als Funktion der Teilchenenergie gemessen in einem der zylindrischen Blei-Argon-Kalorimeter für Elektron- und Photonstrahlen.

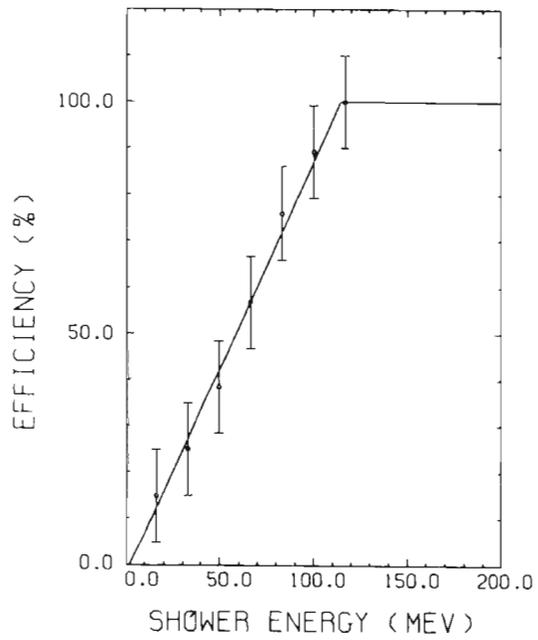


Abb. 33 Wirksamkeit für die Separierung niederenergetischer elektromagnetischer Schauer vom Rauschuntergrund als Funktion der gemessenen Schauerenergie.

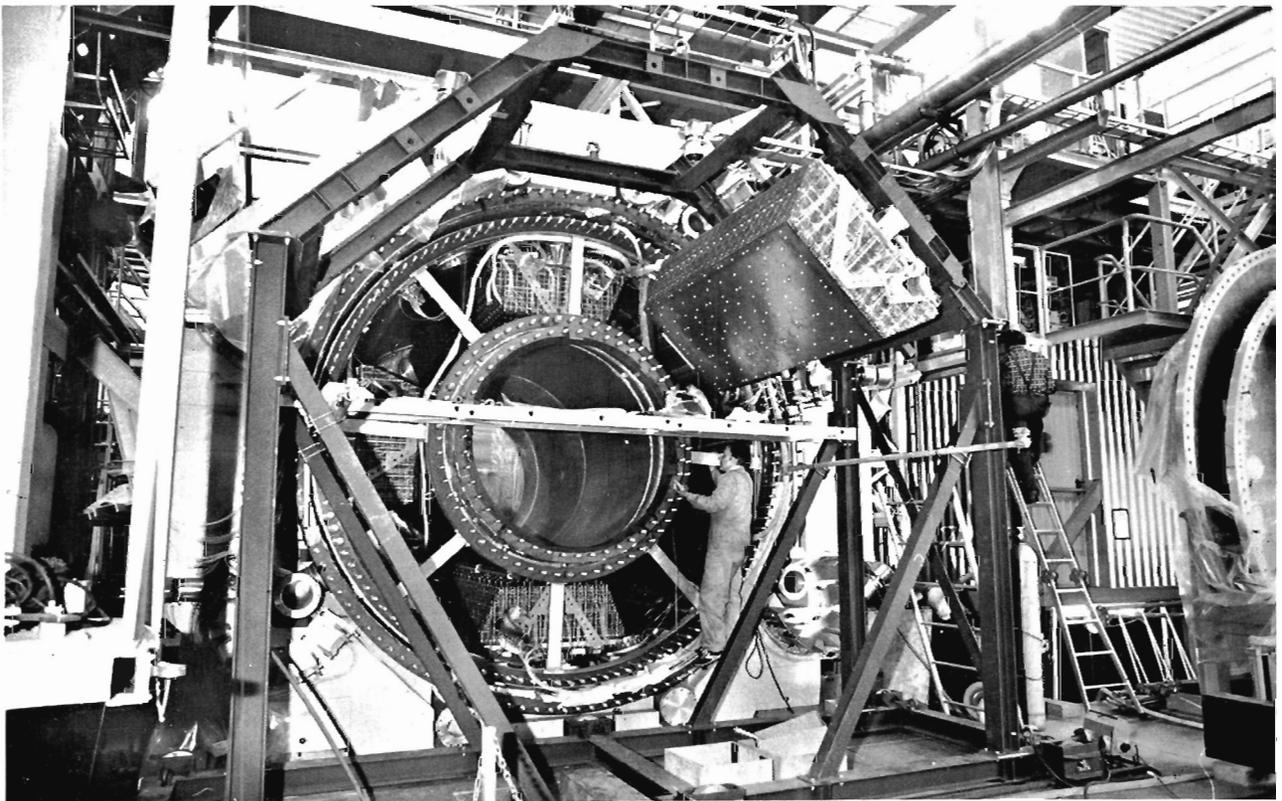


Abb. 34 Ansicht des CELLO Zentralteils während der Montagephase, während eines der Blei-Argon-Kalorimeter in den zentralen Kryostaten eingefahren wird.

JADE-KOLLABORATION

F11, F22 Hamburg, Heidelberg, Lancaster, Manchester, Rutherford HEL, Tokyo

Das JADE-Experiment wurde im Sommer 1976 von den DESY-Gruppen F11 und F22 sowie von Gruppen der Universitäten Hamburg, Heidelberg, Lancaster, Manchester, dem Rutherford Labor und Universität Tokyo vorgeschlagen. Im Jahre 1978 wurde der Detektor, er ist in Abb. 35 skizziert, im wesentlichen fertiggestellt und in der PETRA-Experimentierhalle NW montiert. Im folgenden schildern wir kurz den Status der einzelnen Detektorkomponenten zum Zeitpunkt 31.12.1978.

*Der JADE-
Detektor*

Das Strahlrohr wurde bei DESY konstruiert und von einer größeren Firma gebaut. Diese lieferte das Strahlrohr im Spätsommer 1978. Der anschließende Test verlief zufriedenstellend, so daß danach Triggerzähler um das Strahlrohr montiert werden konnten.

Das Strahlrohr durchläuft einen Drucktank, in dem sich zylindrische Driftkammern zur Vermessung von Spuren geladener Teilchen befinden. Ein Teilchen durchläuft in diesem Driftkammersystem (Jet-Kammer), das von der Universität Heidelberg entwickelt und gebaut wurde, in radialer Richtung 48 Drahtebenen, in denen auch jeweils der Energieverlust geladener Teilchen gemessen wird. Aufgrund des hohen Gasdrucks (Argon-Methan unter 4 bar) sollten diese dE/dx -Messungen eine Teilchenidentifizierung ermöglichen. Der Zusammenbau der Driftkammern wurde Ende 1978 in Heidelberg abgeschlossen, Anfang Januar 1979 werden sie in den Drucktank geschoben und nach abschließendem Test zum DESY transportiert.

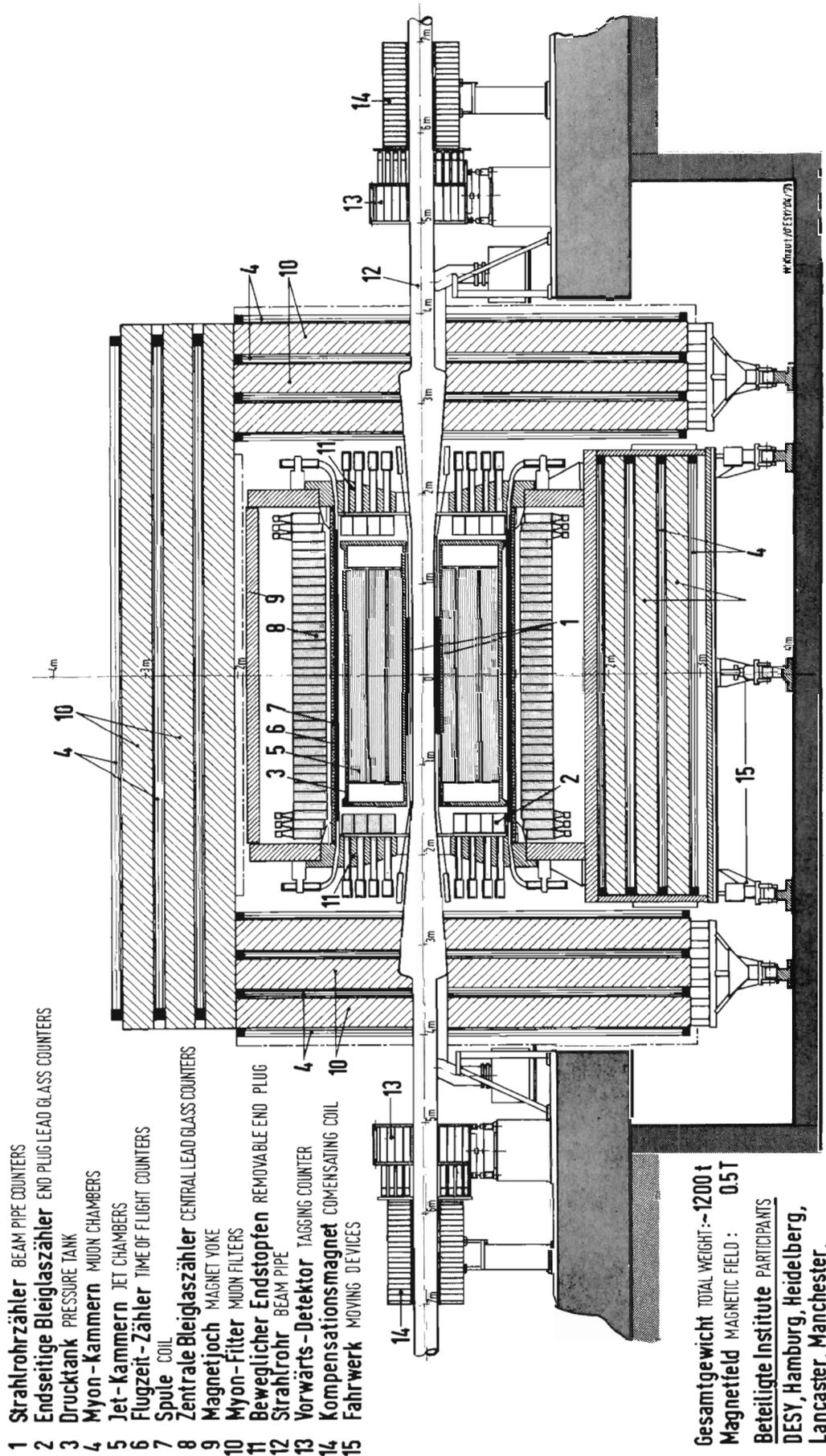
Der Drucktank ist von 42 Flugzeitählern umgeben, die bereits in den Magneten montiert sind. Der Magnet selbst wurde vom Rutherford Labor entworfen und gebaut. Er wurde 1978 montiert. Die Vermessung des Magnetfeldes ergab sehr gute Übereinstimmung mit den berechneten Werten. Zwischen der Spule des Magneten und dem Joch befinden sich dicht an dicht nahezu 3000 Bleiglas-Cerenkov-Zähler. Diese Zähler wurden 1978 von der Universität Tokyo gebaut, bei DESY im Teststrahl geeicht und danach Ende 1978 in die von DESY gebauten Halterungen montiert und in Betrieb genommen.

Der umfangreiche Myon-Absorber wurde 1978 vom Rutherford Labor weitgehend aufgebaut. Dieser Absorber wird mit nahezu 600 Driftkammern bestückt, die von der Universität Manchester gefertigt und betrieben werden. Etwa 2/3 der Kammern waren Ende 1978 in den Myon-Filter eingebaut.

Zum Nachweis von Elektronen und Positronen unter kleinen Streuwinkeln dient ein aus Bleiglas-Zählern und Driftkammern bestehendes Detektorsystem, das von der Universität Lancaster 1978 fertiggestellt wurde und einbaubereit ist. Hinter diesen Vorwärtsdetektoren befinden sich 2 Magnete, die zur Kompensation des Magnetfeldes des Zentraldetektors notwendig sind. Diese beiden Kompensationsmagnete wurden 1978 an DESY ausgeliefert, geprüft und vermessen.

Der allgemeine Zusammenbau des JADE-Detektors war Ende 1978 nahezu abgeschlossen. Der Nord 10/50 Rechner sowie ein Großteil der Elektronik sind installiert, die Verlegung von etwa 9000 Kabeln wurde beendet und die vielen Strom- und Wasserkühlkreise erfolgreich getestet. Die Fahrwerke des Magneten sowie der verschiedenen Teile des Myonabsorbers wurden ebenfalls getestet, so daß der JADE-Detektor wie vorgesehen im Februar 1979 in die Wechselwirkungszone fahren kann.

Die Datenauswertung wurde intensiv vorbereitet. Es wurde ein Programm zur Datenauslese mit Hilfe des Nord 10/50 Rechners entwickelt sowie eine Programmkette zur Datenreduktion und Datenanalyse.



- 1 Strahlrohrzähler BEAM PIPE COUNTERS
- 2 Endseitige Bleiglaszähler END PLUG LEAD GLASS COUNTERS
- 3 Drucktank PRESSURE TANK
- 4 Myon-Kammern MUON CHAMBERS
- 5 Jet-Kammern JET CHAMBERS
- 6 Flugzeit-Zähler TIME OF FLIGHT COUNTERS
- 7 Spule COIL
- 8 Zentrale Bleiglaszähler CENTRAL LEAD GLASS COUNTERS
- 9 Magnetjoch MAGNET YOKE
- 10 Myon-Filter MUON FILTERS
- 11 Beweglicher Endstopfen REMOVABLE END PLUG
- 12 Strahlrohr BEAM PIPE
- 13 Vorwärts-Detektor TAGGING COUNTER
- 10 Kompensationsmagnet COMPENSATING COIL
- 15 Fahrwerk MOVING DEVICES

Gesamtgewicht TOTAL WEIGHT :- 1200 t

Magnetfeld MAGNETIC FIELD : 0.5T

Beteiligte Institute PARTICIPANTS

DESY, Hamburg, Heidelberg,

Lancaster, Manchester,

Rutherford Lab., Tokio

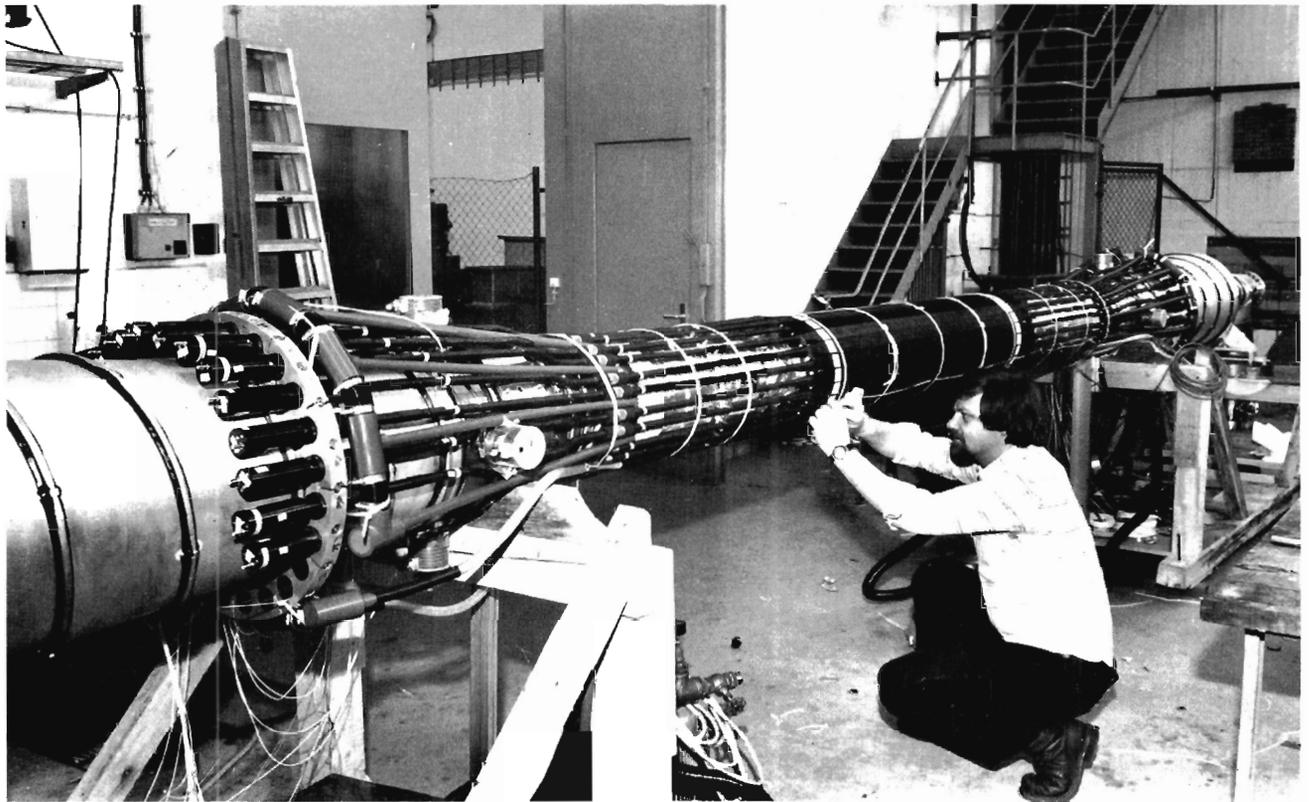


Abb. 36 Das JADE-Strahlrohr mit den Triggerzählern vor dem Einbau

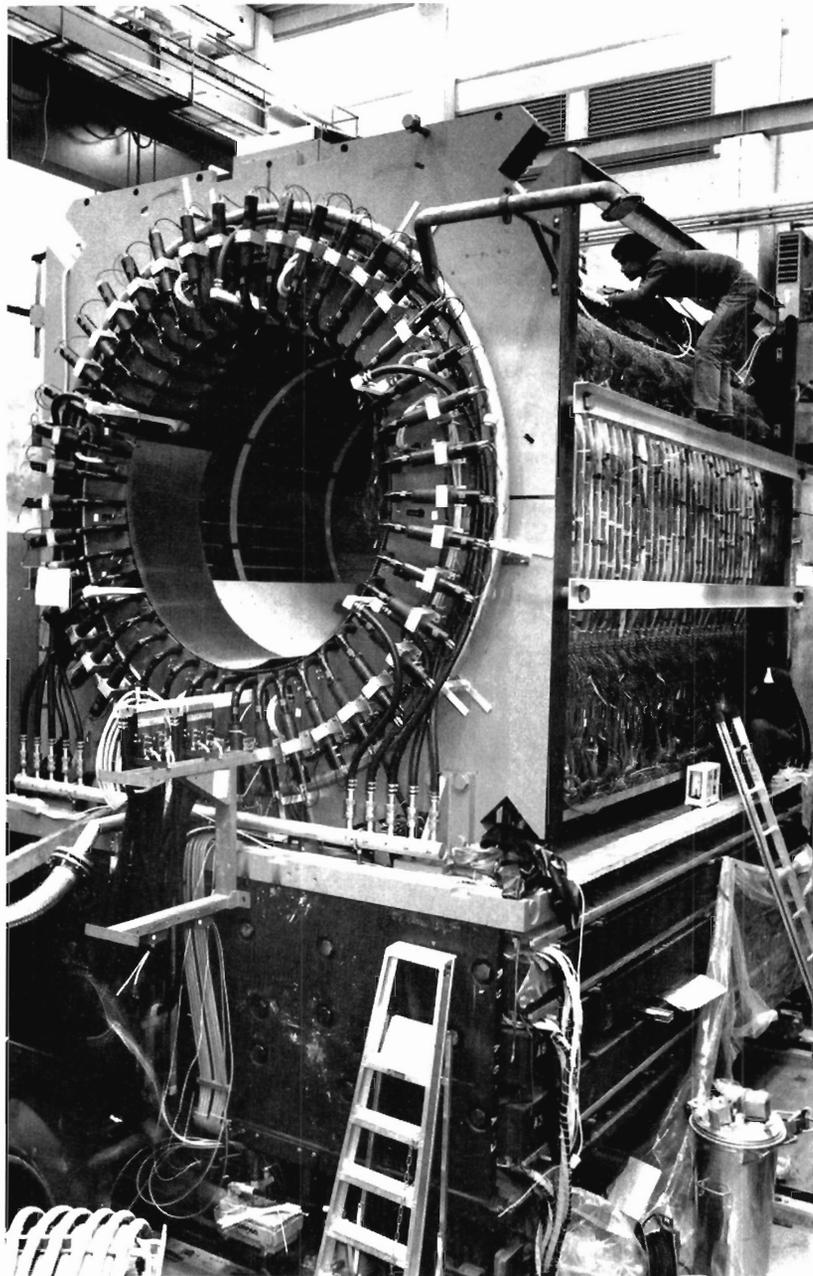


Abb. 37 Blick auf den JADE-Magneten. Die Magnetspule ist innen von den Flugzeitzählern und außen von den Bleiglas-Cherenkov-Zählern umgeben. Der Magnet ruht auf einem Teil des Myon-Filters.

MARK J Experiment F13, Aachen, MIT, NIKHEF Amsterdam, Peking

Der Mark J Detektor, bestehend aus 480 t magnetisiertem Eisen, 376 Trigger-, Schauer- und Kalorimeterzählern sowie 36 Driftkammern mit ca. 4000 Drähten, wurde Mitte 1978 in der Halle SW aufgebaut. Dieser Detektor wurde entworfen, um Myonen, Elektronen, Photonen sowie geladene und neutrale Hadronen zu identifizieren und Myon-Impulse über angenäherte 4π sterad zu messen.

*Der MARK J
Detektor*

Die physikalischen Ziele sind:

1. Messung des Interferenzeffekts zwischen schwacher und elektromagnetischer Wechselwirkung, indem die Ladungsasymmetrie der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ untersucht wird.
2. Messung des Wirkungsquerschnitts $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen.
3. Suche nach neuen schweren Leptonen und Vektormesonen.
4. Untersuchung der verschiedenen quantenelektrodynamischen Prozesse.

Das Hauptziel des Experiments ist das Studium der Effekte der schwachen Wechselwirkung in der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$. Für eine Schwerpunktsenergie $\sqrt{s} = 30$ GeV wird gemäß dem Weinberg-Salam-Modell und der Q.E.D. eine Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie von einigen Prozent erwartet. Um die Messung einer derart geringen Asymmetrie zu ermöglichen und um Unsymmetrien des Detektors eliminieren zu können, wurde der Detektor auf einer Lafette aufgestellt derart, daß er um $\pm 90^\circ$ um das Strahlrohr herum und 180° um die Vertikale gedreht werden kann.

In Abb. 38 wird ein Längsschnitt und in Abb. 39 ein Querschnitt durch den Detektor gezeigt. Wir erklären die einzelnen Komponenten, beginnend beim Strahlrohr. Geladene Teilchen werden durch das von ihnen erzeugte Čerenkovlicht in den Plexiglaszählern L rund um das Strahlrohr nachgewiesen. Elektronen und Photonen werden von Myonen und Hadronen unterschieden durch ihre Aufschauierung in den Blei-Szintillator-Schauerzählern A, B, und C mit insgesamt 17 Strahlungslängen. Die Energie eines Schauers wird durch die Pulshöhe im Zähler gemessen. Teststrahlungsmessungen ergaben eine Auflösung von

$$\frac{\sigma}{E} = \frac{14\%}{\sqrt{E(\text{GeV})}}.$$

Da alle Schauerzähler an beiden Enden mit Photovervielfachern ausgerüstet sind, können wir den Ort des Schauers in der Längsrichtung des Zählers aus dem Verhältnis der Pulshöhen und auch aus der Laufzeitdifferenz der beiden Signale bestimmen. Die Spuren von Hadronen, die die Schauerzähler durchdringen, und von Myonen werden in einer Gruppe von 12 Ebenen von Driftkammern S und T registriert, die eine geometrische Auflösung von 0,4 mm pro Ebene haben. Der gesamte Innendetektor wird von mindestens 87 cm magnetisiertem Eisen umgeben, das zwei Aufgaben erfüllt. Es ist ein Magnet zur Messung der Myon-Impulse und trennt außerdem Myonen von Hadronen durch die Absorption im Eisen. Die Spulen sind derart um das Eisen gelegt, daß das Magnetfeld etwa 1,7 Tesla erreicht und ungefähr azimuthal verläuft. Die Szintillationszähler K zwischen den Eisenplatten ermöglichen es, die Gesamtenergie eines Hadronereignisses bei 17 GeV mit einer Auflösung von 16 % zu messen. Zwischen den Eisen-schichten befinden sich die Driftkammern Q mit zwei Ebenen, und außerhalb des Eisens 8 bis 10 Ebenen von sehr großen Driftkammern P und R. Große Hodoskope aus Szintillationszählern D und E werden zum Triggern auf Myonspuren und zur Unterdrückung von Höhenstrahlen und Strahluntergrund verwendet.

Der Magnet, die Driftkammern und der Innendetektor wurden in der Herbstmontagezeit 1978 installiert. Abb. 40 zeigt den Magneten nach dem Zusammenbau im August 1978 mit den Scheiben für die Drehung. Ende September war der Detektor fast vollständig. Auf Abb. 41

*Stand des
Experimentes*

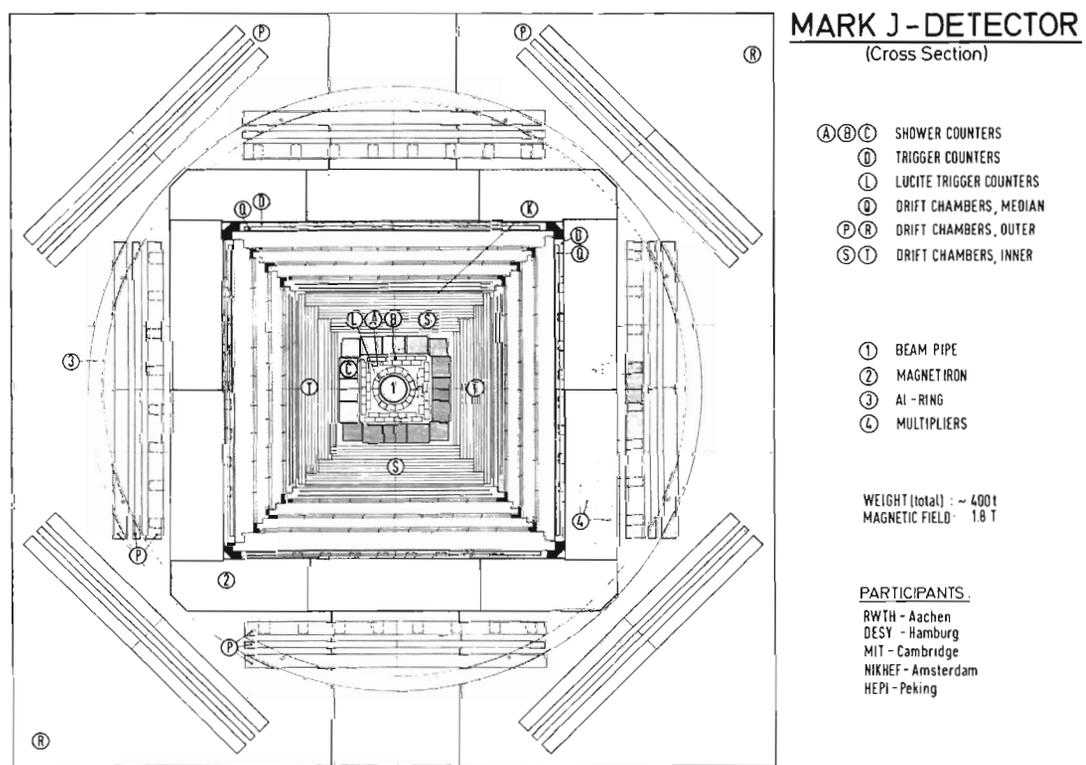
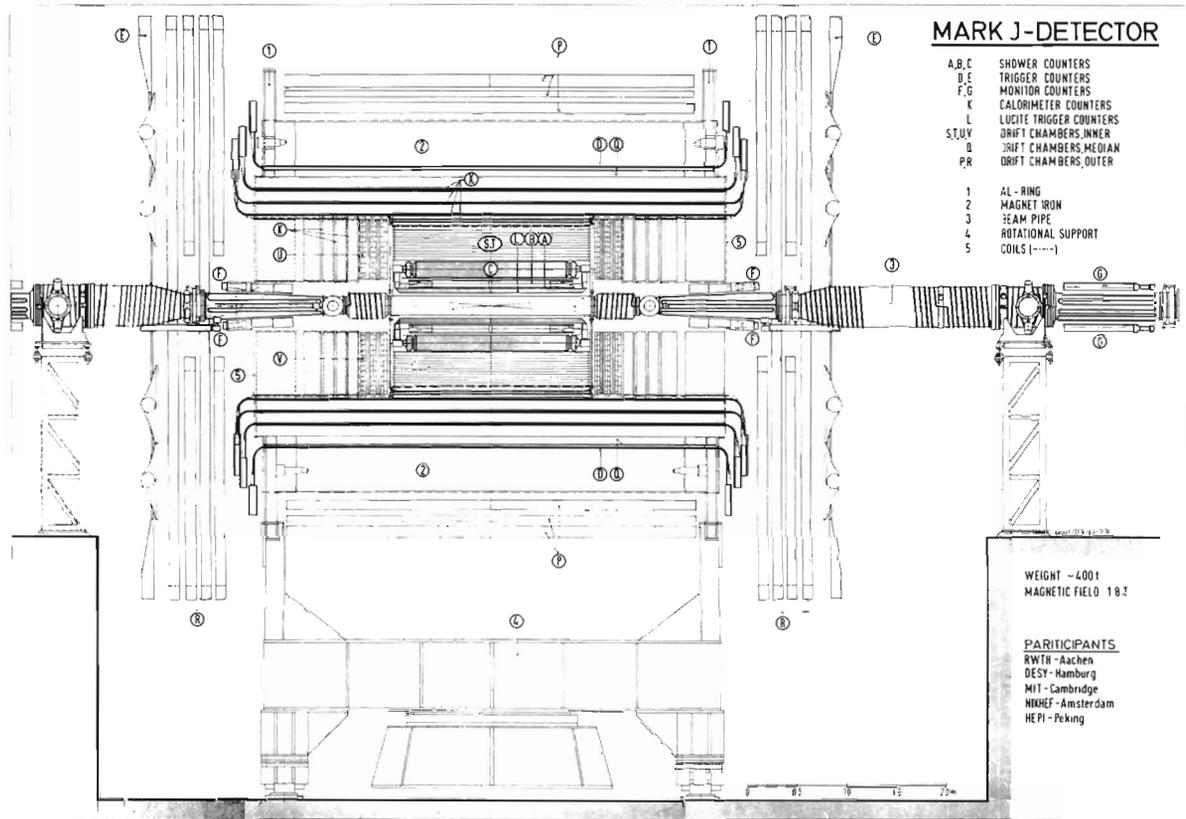


Abb. 39 Mark J-Detektor, Querschnitt

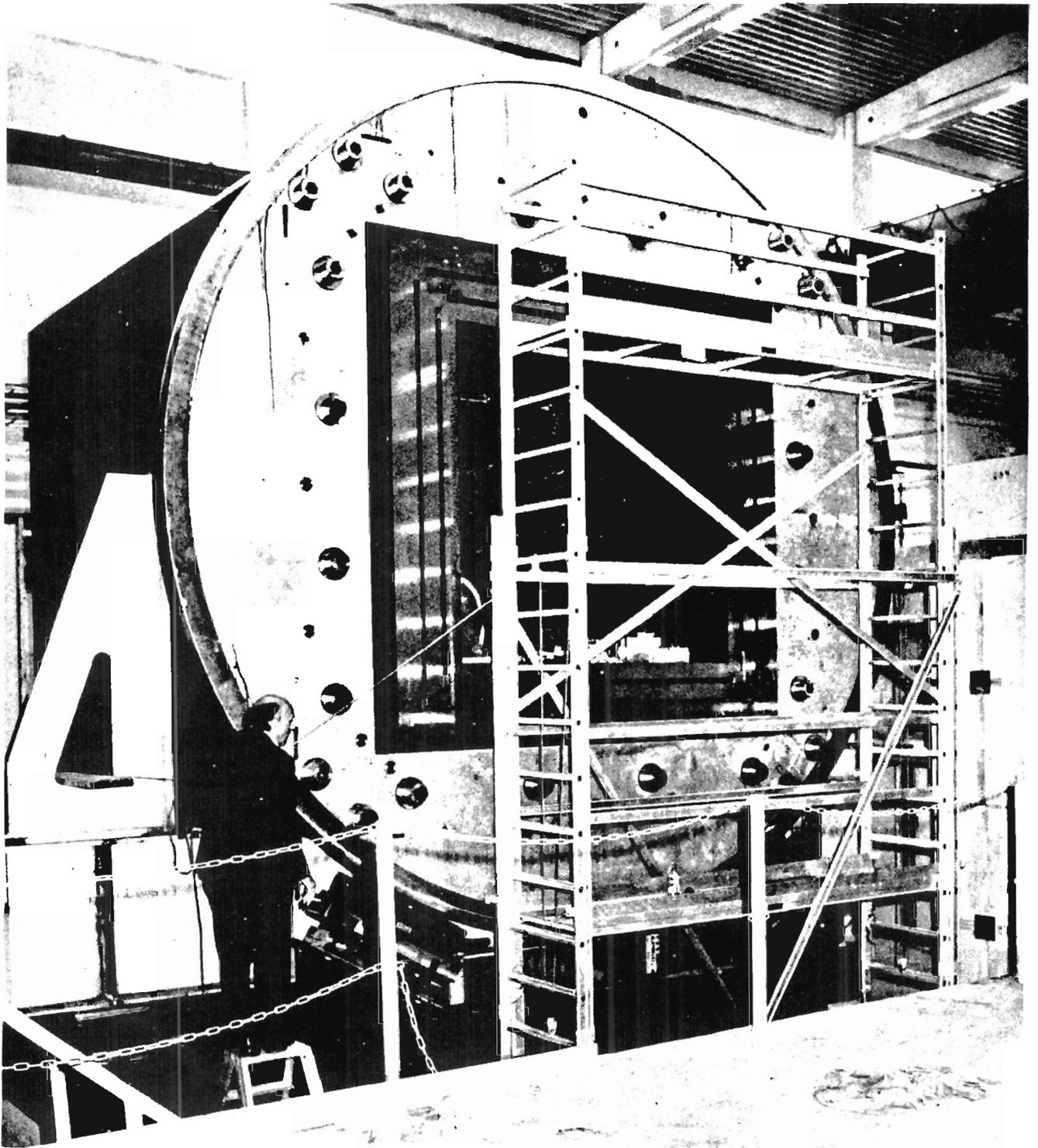


Abb. 40 Der Magnet nach der Montage im August 1978

wird der Magnet gerade gedreht für den Einbau einer äußeren Driftkammern. Abb. 42 zeigt dann den gesamten Detektor beim Hineinfahren in den PETRA-Ring im Oktober 1978. Nach einer kurzen Periode von Tests und Probeläufen konnten mit dem Detektor im Dezember 1978 und Januar 1979 Daten genommen werden, als PETRA mit Schwerpunktsenergie von 13 und 17 GeV lief. Während der Montagezeit im Februar 1979 fügten wir die Vorwärts-Driftkammern U, V zum Innendetektor hinzu sowie die Endkappen-Magnete und Kalorimeterzähler. Die sehr großen äußeren Driftkammern R und die Szintillations-Hodoskope E werden den Mark J-Detektor vervollständigen.

Test der QED

Bald nach der Datennahme konnten erste Resultate über einen Test der QED durch die Reaktion $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ und über das Verhältnis $R = \sigma(\text{Hadronen}) / \sigma(\mu^+\mu^-)$ vorgelegt werden. Beide Ergebnisse sollen in Physical Review Letters veröffentlicht werden.

Es wurden elastische Elektron-Positron-Ereignisse ausgewählt durch die Triggerbedingung: zwei collineare Teilchen, die in den Blei-Szintillator-Schauerzählern anschauern und die eine gesamte beobachtete Energie von ≥ 8 GeV haben. Bei zwei Schwerpunktsenergie erhielten wir eine Winkelverteilung, die mit der nach der QED berechneten verglichen wurde, unter Berücksichtigung von Strahlungskorrekturen und der endlichen Winkelauflösung. Unser Ergebnis ist, daß die Bhabha-Streuung in der Tat einen mit $1/s$ fallenden Wirkungsquerschnitt hat bis zu $s = 289 \text{ GeV}^2$ und ihre Winkelverteilung der QED-Formel entspricht (Abb. 43).

Messung des Wirkungsquerschnitts $e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}$

Es gelang uns, Ereignisse zu selektieren durch die Forderung nach mind. einer hadronischen Spur in den Driftkammern in Richtung auf die Wechselwirkungszone. Dazu wurde verlangt, daß die Gesamtenergie der Hadronen mehr als 2/3 der Schwerpunktsenergie betrug. Außerdem mußte die Energiebilanz in der transversalen und longitudinalen Richtung ausgeglichen sein. Die Anzahl hadronischer Ereignisse wurde auf die Akzeptanz hin korrigiert und auf die Luminosität normiert, um den Wirkungsquerschnitt zu erhalten.

Wir haben folgende Werte gemessen für

$$R = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen})}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)}$$

| | |
|-----------------------------|-------------------|
| $\sqrt{s} = 13 \text{ GeV}$ | $R = 4,6 \pm 0,5$ |
| $\sqrt{s} = 17 \text{ GeV}$ | $R = 4,9 \pm 0,5$ |

Beide Messungen haben einen zusätzlichen systematischen Fehler von 15 % aufgrund der modellabhängigen Akzeptanzberechnung und der Unsicherheiten in der Messung der Luminosität und der Ereignis-Selektion. Das Verhältnis der beiden Werte für R ist dagegen unempfindlich gegen systematisch Fehler. Wir erhalten

$$\frac{R(\sqrt{s} = 17 \text{ GeV})}{R(\sqrt{s} = 13 \text{ GeV})} = 1,07 \pm 0,17.$$

Aus diesem Wert folgt, daß sich der hadronische Wirkungsquerschnitt der e^+e^- -Reaktionen nur geringfügig ändert und es daher bei diesen Schwerpunktsenergien keine Erzeugung von neuen Teilchen mit großer Ausbeute gibt.

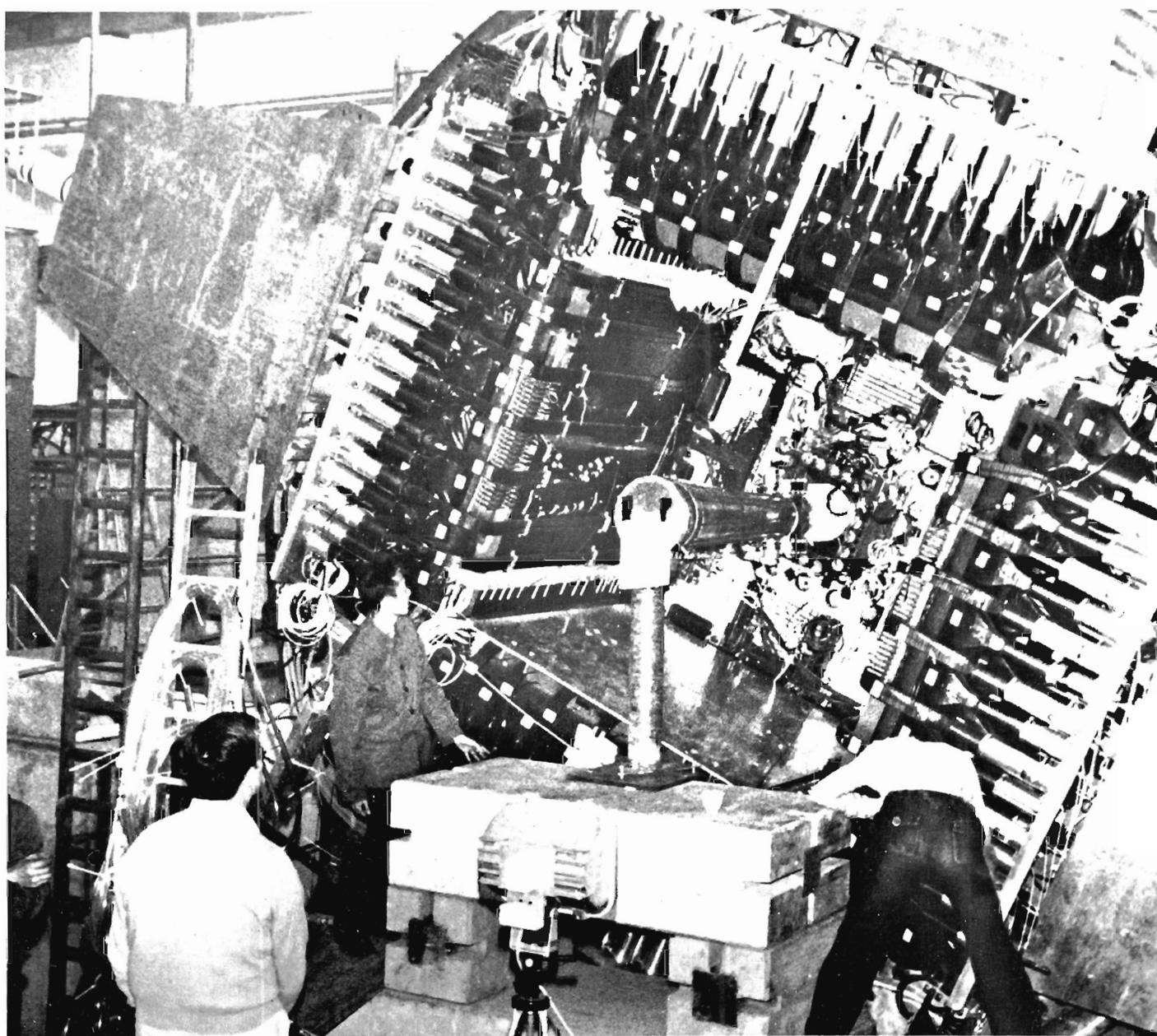


Abb. 41 Der fast komplette Detektor wird für den Einbau einer großen äußeren Driftkammer gedreht.

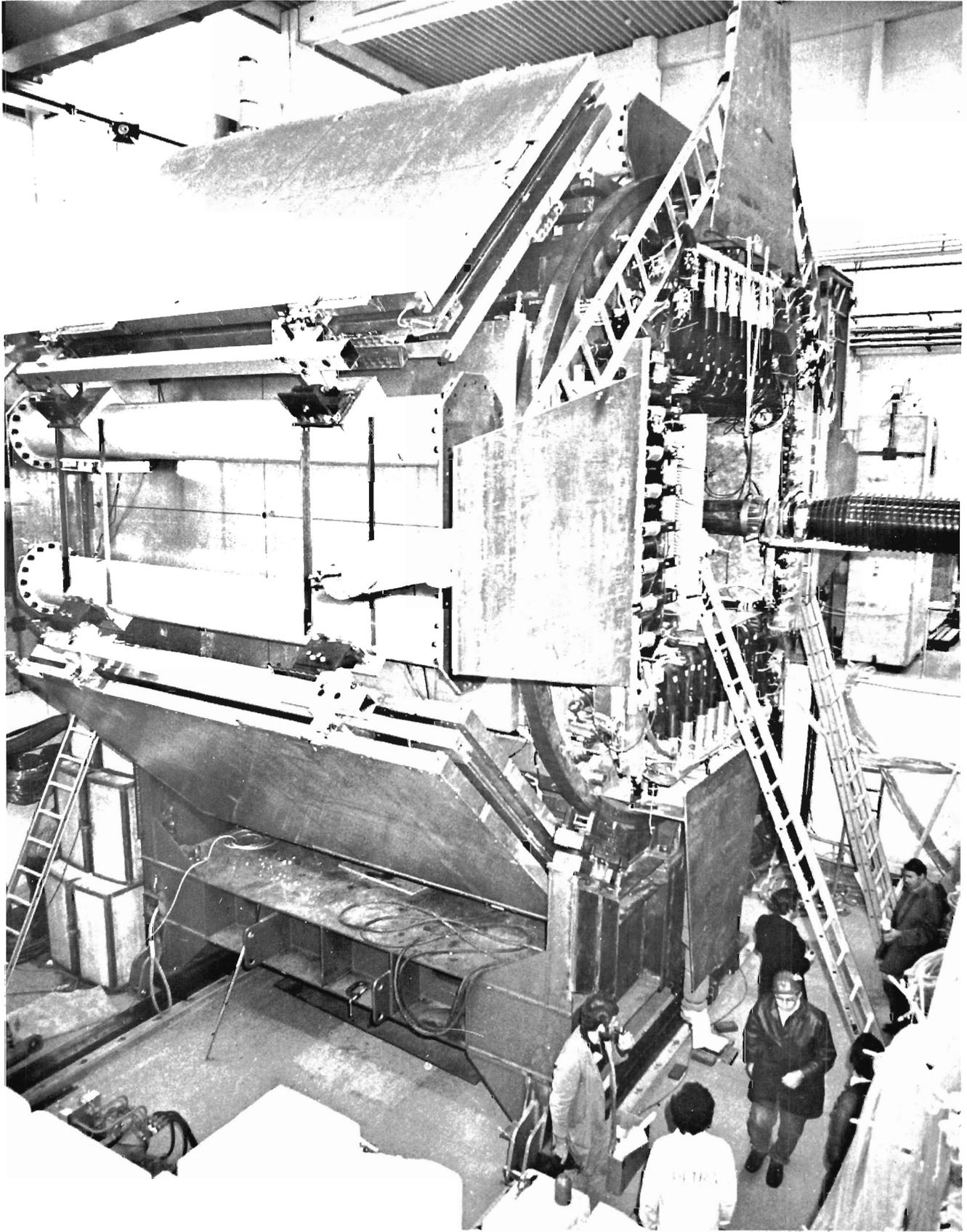


Abb. 42 Der Detektor wird in die Meßposition gefahren (Okt. 78)

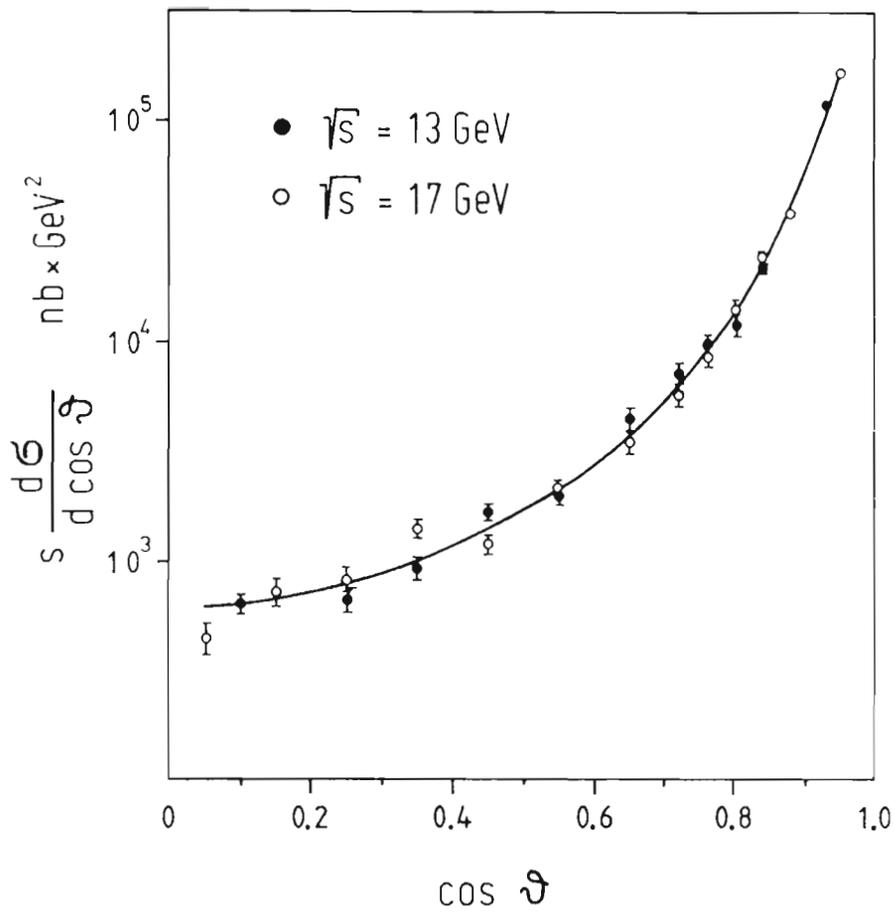


Abb. 43 Winkelverteilung der elastischen e^+e^- -Streuung. Die Kurve zeigt die Berechnung nach der QED.

PLUTO-Kollaborationen F14, F32, F34P, Aachen, Bergen, Hamburg, Siegen, Wuppertal

PLUTO bei PETRA

Beginnend mit dem 16. Mai 1978 wurde der PLUTO-Detektor bei DORIS mitsamt der Kälteversorgung demontiert und schrittweise in der NO-Halle des PETRA-Ringes wieder aufgebaut. In dieser Phase wurden auch die neuen Detektorkomponenten, nämlich der Hadron-Absorber, die Vorwärtsspektrometer und die Vakuumkammer montiert bzw. eingebaut. Neben diesen Ergänzungen der Meßapparatur waren eine Reihe von logistischen Erweiterungen erforderlich, die mit den speziellen Bedingungen des neuen Standortes zutun haben. Sie betreffen den Aufbau und die Klimatisierung eines Meßraumes als Plattform über dem alten Elektronikwagen, das Verlegen von Schienen auf dem Hallenboden und in der Grube, die Abdeckung der Grube und die Abschirmung des Experiments am Strahl. Die Arbeiten waren einschließlich eines vier Wochen langen Tests der Meßapparatur mit Höhenstrahlen am 12. Okt. beendet. An diesem Tag wurde PLUTO in die Wechselwirkungszone bewegt.

Hadronenabsorber

Die vom Gewicht und den Abmessungen her größte Ergänzung des Detektors ist der Hadron-Absorber, ein Eisenhaus, das – in zwei Hälften unterteilt – den alten PLUTO vollständig umgibt. Unterteil des Absorbers ist eine Plattform, auf der beide Hälften sich bewegen können, um den Zugang zum PLUTO im Innern freizugeben. Alle sechs Seitenflächen wurden mit Driftkammern in mehreren Lagen belegt. Das Gewicht des Absorbers beträgt 200 t, die Gesamtfläche der Driftkammern rund 600 m². Abb. 44 zeigt den Hadron-Absorber während der Montage im Juni. Zusammen mit dem Eisen des PLUTO-Joches hat der Absorber etwa 1 m Dicke in jeder Richtung vom Wechselwirkungspunkt aus gesehen. Myonen mit einem Impuls $P_{\mu} > 1,2$ GeV werden nicht nur in den äußeren Driftkammern nachgewiesen, sondern auch in einer mittleren Lage von Proportionalrohr-Kammern, die das PLUTO-Joch umgibt.

Vorwärtsspektrometer

Im zentralen Detektor können Photonen und geladene Teilchen bis herunter zu einem Winkel von 15° zur Strahlachse nachgewiesen werden. Mit den beiden Vorwärtsspektrometern geht dieser Winkel auf fast 1° herunter. Den Bereich zwischen 15° und 4° bedeckt je ein Schauerzähler aus Blei-Szintillator Platten von 14,5 Strahlungslängen mit Ortsmeßkammern vor den Zählern, zwischen 4° und 1,2° wird der Raumwinkel durch je eine Matrix von 96 Bleiglasszählern und einem Teleskop von Proportional-Kammern abgedeckt.

Das Vorwärtsspektrometer dient zur Messung der Luminosität und zum Nachweis gestreuter Elektronen (e^+ oder e^-) aus zwei-Photon Prozessen. Abb. 45 zeigt die beschriebenen Nachweiskomponenten des Detektors bei PETRA.

Erste Ergebnisse

Nach dem Umzug und Neuaufbau des Detektors bei PETRA waren in der Zeit vom 25. Oktober bis 22. Dezember insgesamt 9 Tage für Experimente bei Schwerpunktenenergien von 13, 16 und 17 GeV verfügbar. Am 19. November wurde das erste hadronische Ereignis bei 13 GeV gesehen, Abb. 46. Schon einige Tage früher konnten die ersten Ereignisse der elastischen Streuung der Elektronen und Positronen in den Bleiglasschauerzählern des Vorwärtsspektrometers registriert werden. PLUTO lieferte die ersten Wirkungsquerschnitte bei 13 GeV und 17 GeV für die Hadronenerzeugung aus der e^+e^- -Vernichtung. Diese sind in Abb. 47 zusammen mit einigen ausgewählten Meßwerten aus den früheren Meßperioden an DORIS dargestellt. Sie überstreichen jetzt den großen Energiebereich von 3,6 bis 17,0 GeV im Schwerpunktsystem. Die Analyse der Ereignis-topologie zeigt, daß die Zunahme der Jet-Struktur sich oberhalb 10 GeV fortsetzt, d.h., die Ereignisse gehen noch schärfer gebündelt in entgegengesetzte Richtungen.

Photon-Photon Physik

Zum ersten Mal wurde auch die Hadron-Erzeugung aus zwei-Photon-Zusammenstößen beobachtet. Abb. 48 zeigt ein solches Ereignis, wo im Zentraldetektor 4 Spuren sichtbar sind, während beide Bleiglasschauerzähler je ein Positron und Elektron registrieren. Mit der Beobachtung dieser Ereignis-Klasse wird ein ganz neuer physikalischer Bereich der Untersuchung zugänglich, was damit zusammenhängt, daß die beiden miteinander wechselwirkenden Photonen den Spin 1 haben, dagegen Elektronen und Positronen den Spin 1/2.

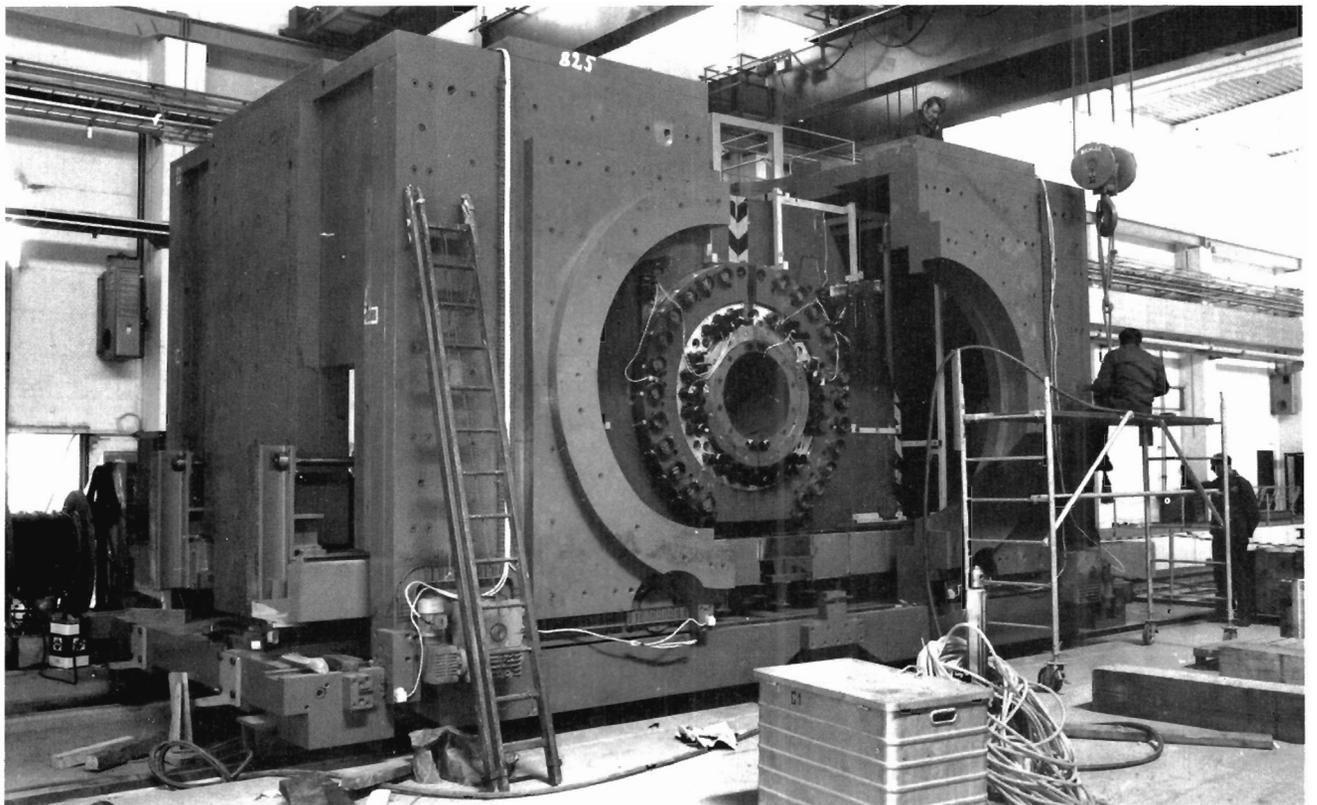
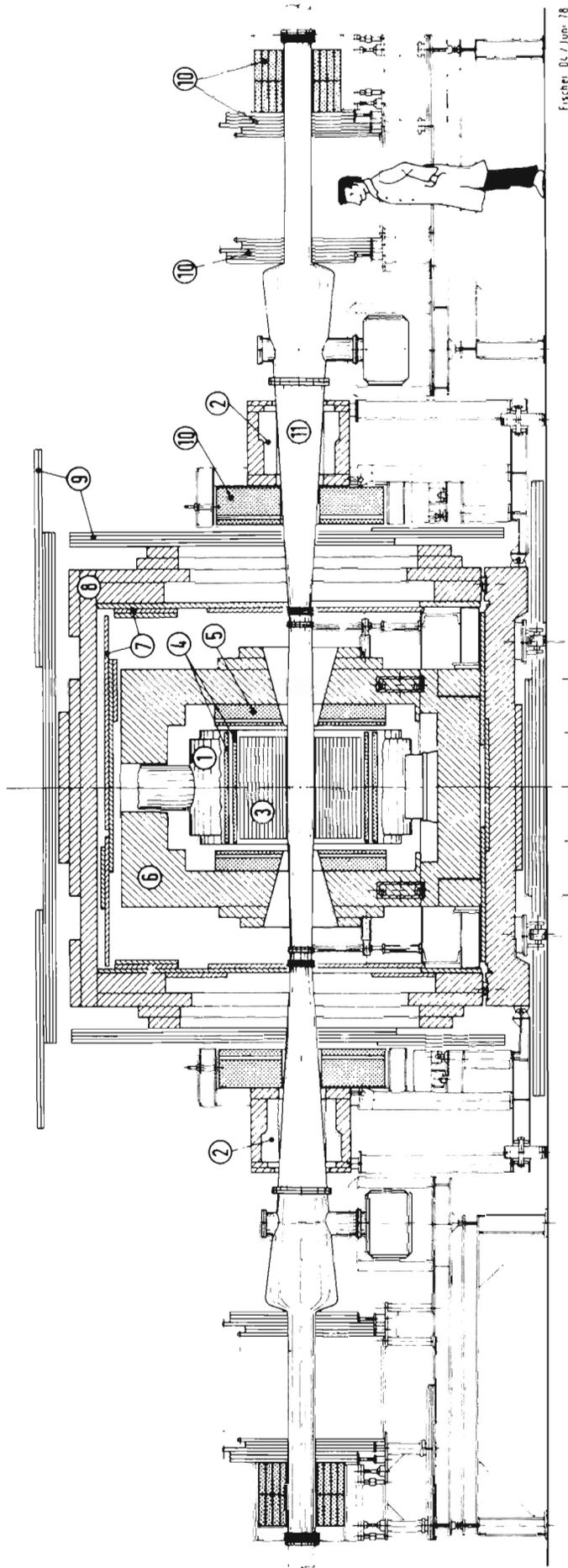


Abb. 44

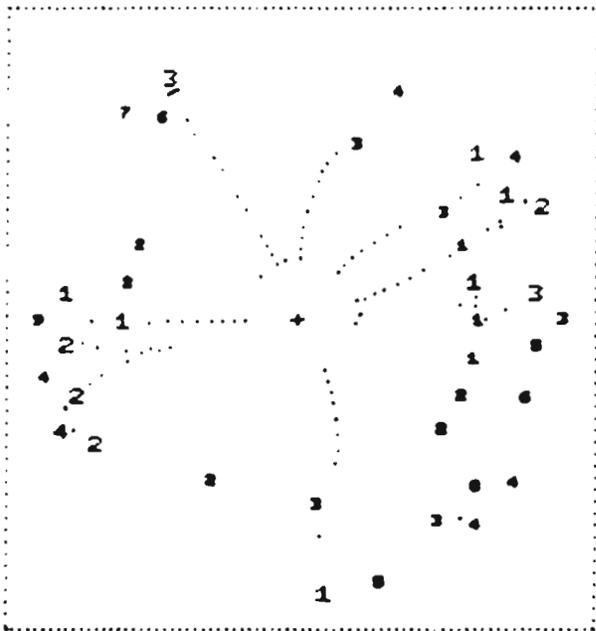
PLUTO



- | | | | |
|---|-----------------------------------|----|--------------------------|
| 1 | Superconducting coil | 7 | Myon-chambers |
| 2 | Compensation coils | 8 | Hadron-absorber |
| 3 | Cylindrical proportional chambers | 9 | Drift-chambers |
| 4 | Cylindrical shower-counters | 10 | Small-angle spectrometer |
| 5 | End-cap shower-counters | 11 | Vacuum-pipe |
| 6 | Iron-yoke | | |

Fischer Dk / Jun-78

R U N # 18667
 EVENT # 1084
 Y-VERSUS-X VIEW



-750. < Z < 750.
 -750. < X < 750.
 -750. < Y < 750.

RUN 18454 EVENTS 0 BNK/TR 0 IBM 0

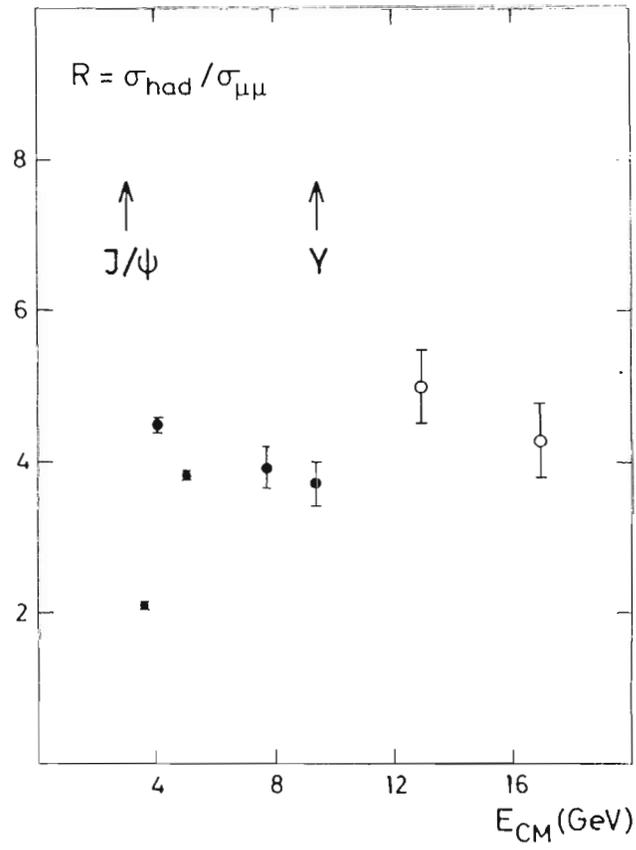


Abb. 47

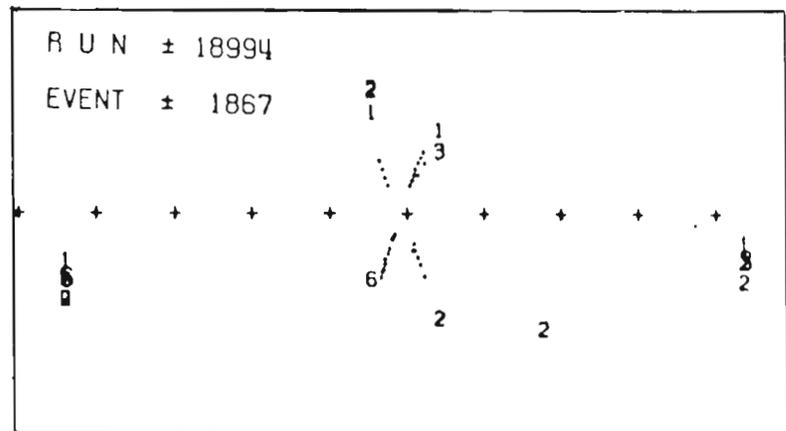


Abb. 48

TASSO-Kollaboration

F1, F34, F35, F52, Aachen, Bonn, Hamburg, Imperial College (London), Oxford, Rutherford Laboratory (England), Weizmann Institute (Israel), Wisconsin (USA).

Im Laufe des Jahres 1978 ist der gesamte innere Teil des TASSO-Detektors fertiggestellt, in der Südosthalle aufgebaut, getestet und erfolgreich im Oktober 1978 im PETRA-Ring in Betrieb gesetzt worden. Der innere Teil besteht aus Strahlrohr, Magnet und Kompensationsmagneten, Strahlrohrzählern, zylindrischen Proportionalkammern, Driftkammern und Flugzeitzählern (Abb. 49). Der Luminositätsmonitor sowie Teile der Proportionalkammern zum Myonennachweis wurden ebenfalls fertiggestellt und in Betrieb genommen. Erste Messungen mit PETRA-Strahlen zeigten, daß sämtliche Komponenten einwandfrei arbeiten und daß die Kette der Auswertprogramme einsatzbereit war.

Der TASSO-Detektor

Parallel dazu ging der Aufbau anderer Komponenten, insbesondere der Schauerzähler und Hadronarme, voran.

Einzelheiten:

Das Strahlrohr wurde bei DESY fertiggestellt, getestet und in Betrieb genommen. Mit den integrierten Pumpen werden im PETRA-Experimentierbetrieb Drücke von $< 5 \cdot 10^{-10}$ Torr erreicht.

Strahlrohr

Die zylindrische Driftkammer des TASSO-Detektors hat eine empfindliche Länge von 323 cm, einen inneren Radius von 36,6 cm und einen äußeren Radius von 122,2 cm. Es sind 15 konzentrische Driftkammerlagen eingebaut, von denen 9 parallel zum Strahl verlaufen und 6 einen Stereowinkel von ca. $\pm 4^\circ$ haben. Die Endplatten der Kammer bestehen aus 35 mm starken Aluminiumplatten, in die jeweils 9360 Paßlöcher von 4 mm Durchmesser für die Signal- und Potentialdrähte mit einer Ortsgenauigkeit von besser als $\pm 0,1$ mm gebohrt wurden. Die Endplatten werden innen durch ein 5 mm dickes Fiberglasrohr und außen durch 6 mm dicke Aluminium-Schalensegmente abgestützt. Bei einer Gesamtlast von 2300 kg infolge der Drahtspannung beträgt die maximale Durchbiegung der Endplatten 0,2 mm. Die Zellenanordnung der Kammer wird in Abb. 50 an einem 30° Sektor gezeigt. Die Zellengröße beträgt 32 mm; der Abstand zwischen zwei Driftkammerlagen ist 61 mm. Für die Signaldrähte wird vergoldeter Wolframdraht von $30 \mu\text{m}$ Durchmesser verwendet, für die Potentialdrähte vergoldeter Molybdändraht von $120 \mu\text{m}$ Durchmesser. Die Drähte werden mit Hilfe von Präzisionshülsen zentriert, die im Spritzgußverfahren aus Hostaform hergestellt wurden. Abb. 51 zeigt die Konstruktionszeichnung der Hülse. Am inneren Ende befindet sich eine Düse von $150 \mu\text{m}$ Durchmesser, die auf besser als $\pm 50 \mu\text{m}$ relativ zur 4 g-Passung zentriert ist. Die Drähte werden in einem speziell angefertigten Röhrchen angelötet und zusätzlich verklebt.

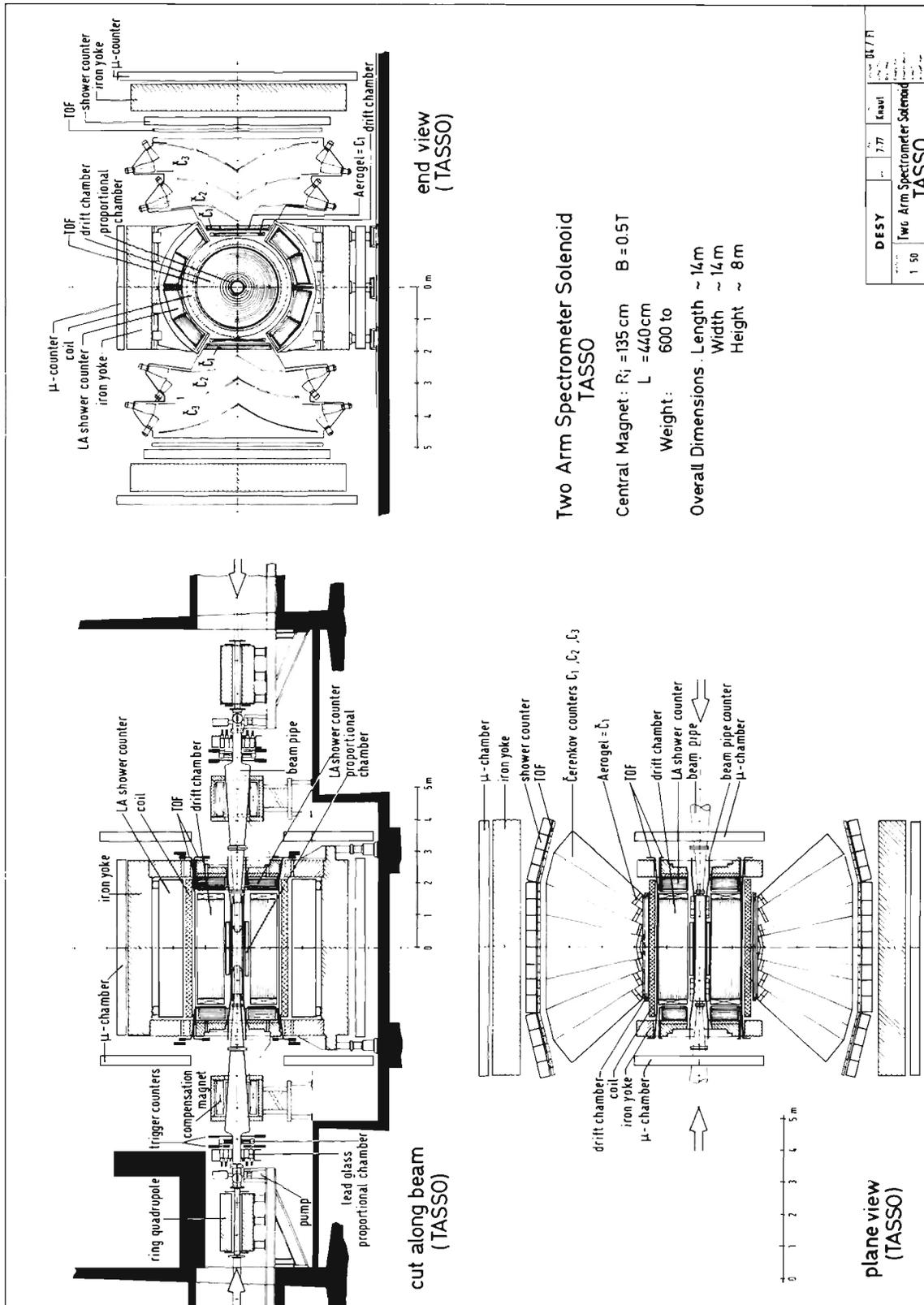
Zylindrische Driftkammer

Das Einziehen der Drähte wurde in einem eigens dafür gebauten staubfreien Raum durchgeführt. Abb. 52 zeigt die Kammer nach Vollendung der fünften Lage.

Nach jeweils 2 bis 3 Kammerlagen sind Trennzylinder eingebaut, die aus 5 (10) mm starkem Rohacell gebogen wurden und beidseitig mit 10 (20) μm starker Aluminiumfolie beklebt sind. Diese Trennzylinder bewirken eine elektrostatische Trennung und schützen innere Drahtlagen vor Beschädigung und Verschmutzung während des Drahteinziehens in den äußeren Lagen. Während des Betriebes sollten sie einen guten Schutz gegen Kurzschlüsse durch brechende Drähte gewährleisten.

Sehr wichtig war außerdem, daß die Kammer in Teilabschnitten getestet werden konnte. Die Driftkammer wurde unmittelbar nach der Fertigstellung im August 1978 in den TASSO-Magneten eingebaut (s. Abb. 53) und erwies sich sofort als voll funktionsfähig.

Zur Ermittlung der optimalen Gasmischung und um Auskünfte über das Verhalten der Kammer in einem Magnetfeld von 0,5 T zu gewinnen, wurden im Frühjahr 1978 am Strahl 22 Testmessungen mit einer kleinen Driftkammer durchgeführt, die die gleiche Driftzellegeometrie hatte wie die zylindrische Driftkammer für den TASSO-Innendetektor. Gemessene Orts-Drift-



**Two Arm Spectrometer Solenoid
TASSO**

Central Magnet : $R_1 = 135 \text{ cm}$ $B = 0.5 \text{ T}$

$L = 440 \text{ cm}$

Weight : 600 to

Overall Dimensions : Length ~ 14 m

Width ~ 14 m

Height ~ 8 m

| | | | |
|-------------------------------|-------|------|-------|
| DESIGN | 7.77 | Exam | 01/77 |
| Two Arm Spectrometer Solenoid | | | |
| 1 50 | TASSO | | |

Abb. 49

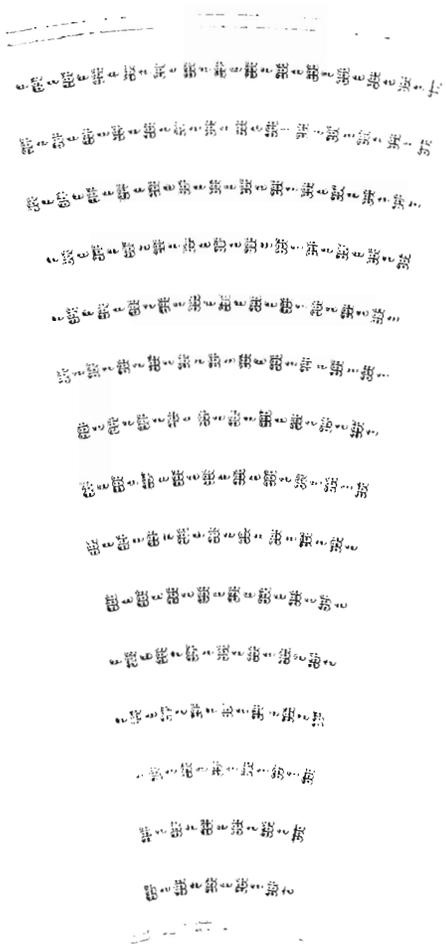


Abb. 50

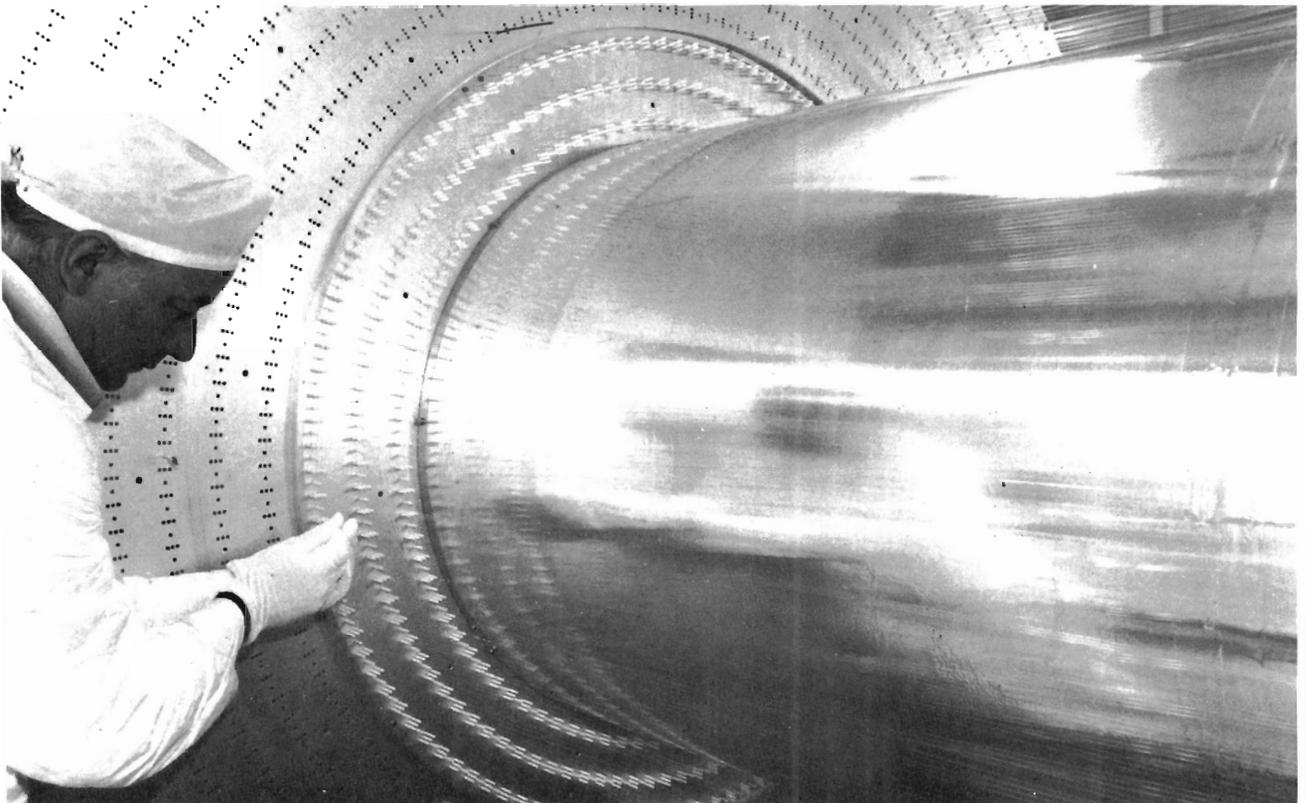


Abb. 52



Abb. 53

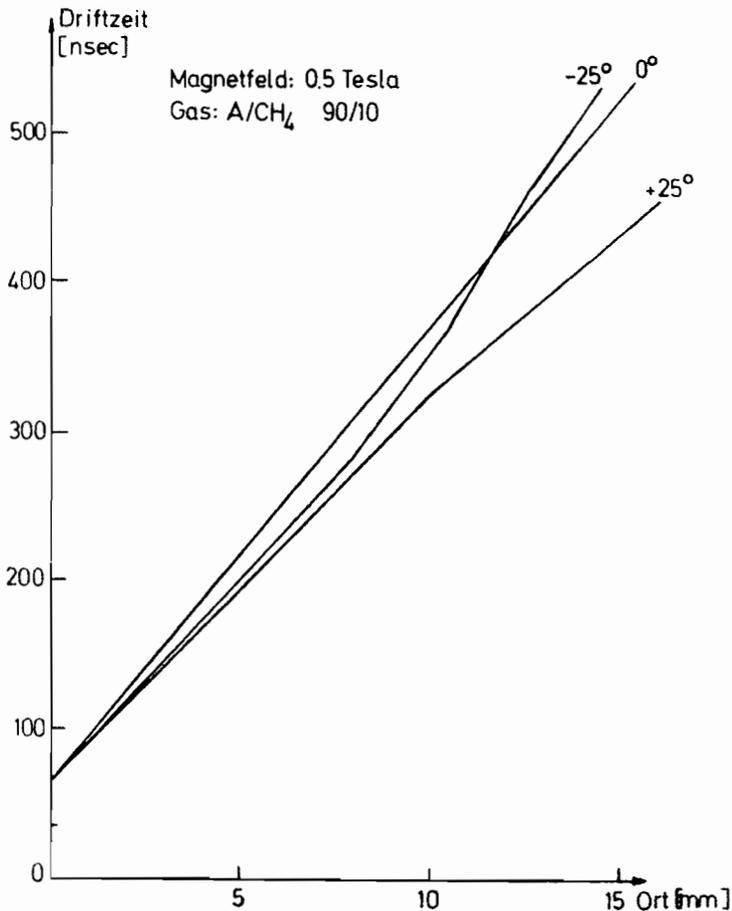


Abb. 54

zeit-Beziehungen für Teilchendurchgänge durch die Driftzelle unter verschiedenen Winkeln zur Symmetrieachse sind in Abb. 54 dargestellt. Zum Betrieb der großen Kammer entschieden wir uns, ein Gasgemisch aus 90 % Argon und 10 % Methan zu benutzen. Die Betriebsspannung beträgt 2,5 kV, das Hochspannungsplateau ca. 250 V.

Die berechnete Feldlinien- und Äquipotentiallinienverteilung innerhalb einer Driftzelle wird in Abb. 55 gezeigt. Bei eingeschaltetem Magnetfeld beeinflusst die Lorentzkraft den Driftweg der Lawinen. Abb. 56 zeigt die für ein Feld von 0,5 Tesla berechneten Driftwege und die Linien konstanter Driftzeit.

Zur Versorgung der Kammer mit einem Gasgemisch aus 90 % Argon und 10 % Methan wurde ein Gasversorgungssystem entwickelt und aufgebaut. Eine Darstellung des Prinzips ist in Abb. 57 zu sehen.

Reines Argongas wird durch Verdampfen von flüssigem Argon in einem Kaltvergaser-Tank gewonnen. Mit Hilfe eines kommerziellen Systems von thermischen Massendurchflußmixern und Regelventilen wird reines Methan zu dem Argon zugemischt. Ein System von Durchflußmessern und Druckanzeigeräten kontrolliert den Gasdurchfluß durch die Kammer und den Gasdruck in der Kammer. Eine Überwachungselektronik kontrolliert den Druck in der Kammer mittels Grenzwertmeldern an den Manometern und betätigt evtl. elektropneumatische Ventile, um die Kammer vor Über- oder Unterdruck zu schützen.

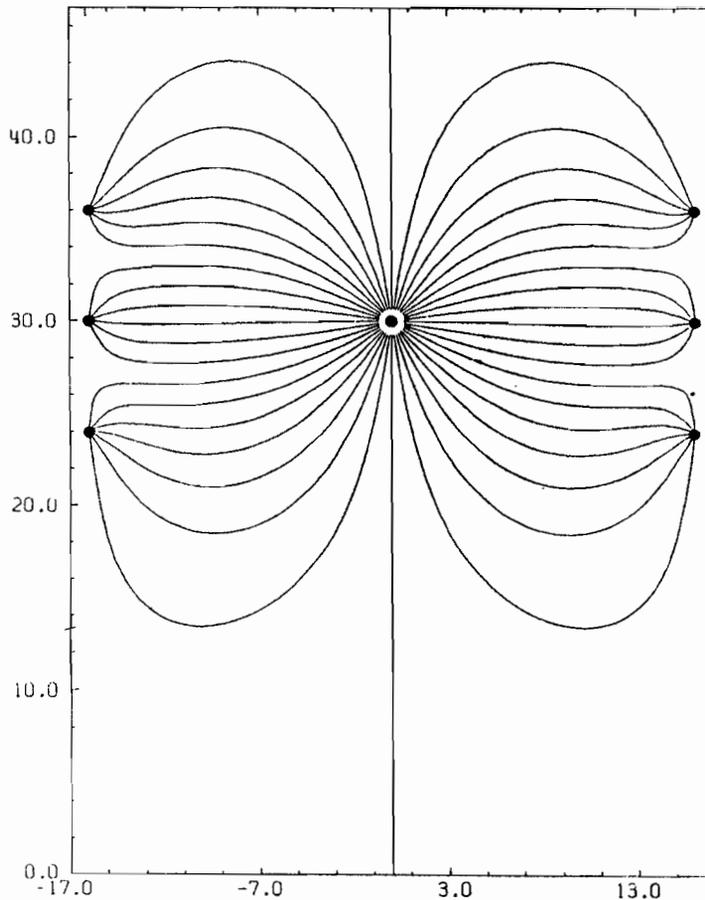


Abb. 55

Die Signale der Driftkammer werden über 4 m lange 93Ω -Koaxialkabel auf Verstärker geführt, die sie über mehrere Stufen auf logische Pegel (MECL) verteilen. Dann gehen sie über Twisted-Pair-Kabel in Signalverteiler, an die Zeitdigitalisierer (Le Croy-Modell 2770A) und eine Spurerkennungselektronik angeschlossen sind. Diese Spurerkennungselektronik erlaubt es, in der Zeit zwischen zwei PETRA-Pulsen eine grobe Impuls-Rekonstruktion vorzunehmen. Sie wurde von der Gruppe F56 unter Mitarbeit von F35 entwickelt und in Betrieb genommen. Die Drähte aus 6 der 9 0° -Lagen werden in die Spurlogik geführt, wo zur Definition einer Spur Signale in 5 der 6 Lagen verlangt werden. Für jeden der 72 Signaldrähte der innersten Kammerlage gibt es 15 fest verdrahtete Impulskanäle (7 mit positivem, 7 mit negativem Impuls und 1 für „gerade“ Spuren), die von einer minimalen Impulsgrenze von etwa 320 MeV/c bis zu einer maximalen Impulsgrenze von 1 GeV/c reichen.

Die Spurlogik wird von einem Pretrigger gestartet, der einen der 48 Flugzeitähler in Koinzidenz mit dem PETRA-Strahlsignal verlangt und typische Zählraten von 10 – 50 kHz hat. Für den Ereignistrigger werden 3 Spuren mit Minimalimpulsen von 320 MeV/c verlangt. Es gibt einen zusätzlichen Paartrigger, der auf zwei kollineare Spuren anspricht. Die Triggerrate liegt zwischen 1 und 3 Hz.

Die Spurerkennungslogik läßt rund 10^6 verschiedene Kombinationen zu, die zu einem Trigger führen. Diese sind alle mit Hilfe des Rechners durchgetestet worden.

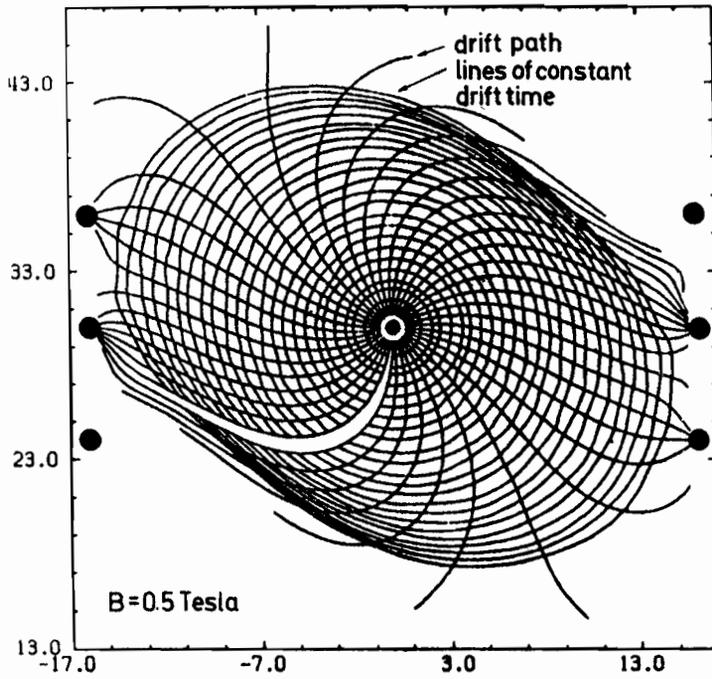
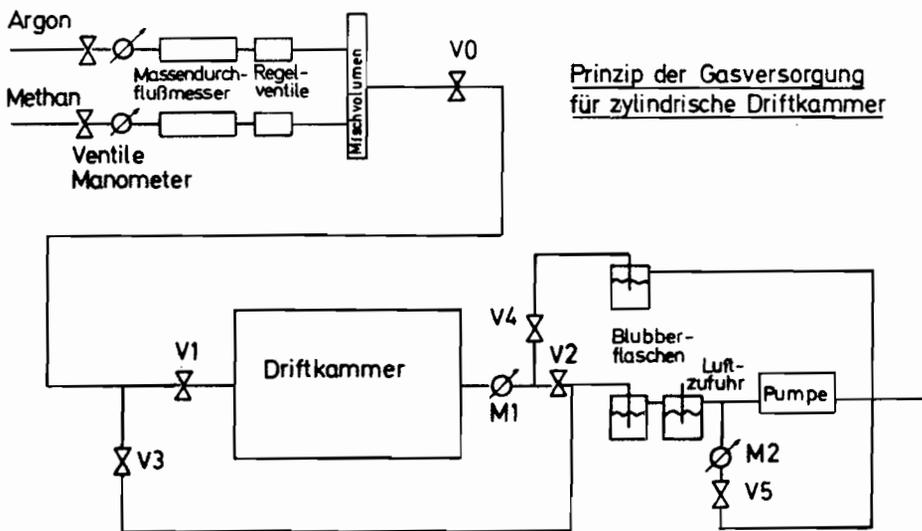


Abb. 56



Prinzip der Gasversorgung für zylindrische Driftkammer

V0 - V5: electropneumatische Ventile
 M1, M2: Manometer mit je 2 Grenzwertmeldern

Abb. 57

Im November 1978 wurde mit der Datennahme begonnen. Die Driftkammer liefert auch bei Vielteilchenendzuständen sehr saubere Spuren mit wenig Untergrundfunken. Abb. 58 zeigt ein Ereignis bei 8,5 GeV Strahlenergie, bei dem die Teilchen aus zwei Jets kommen.

Argon-Schalenschauerzähler

Nachdem die Konstruktion der Tanks und des Bleiaufbaus abgeschlossen war, begann im Jahre 1978 die Fertigung der Teile bei Fremdfirmen. Gleichzeitig wurden Konstruktionsarbeiten für viele periphere Details durchgeführt. Nachdem die ersten Tankdeckel und die Teile (GFK-Leiterplatten, Blei- und Aluminiumplatten, Abstandhalter, Durchführungsisolatoren und Kabel) für den Bleiplattenaufbau eingetroffen waren, wurde bei DESY mit dem Aufbau und der Verkabelung der Bleiplattenpakete begonnen. Bis Jahresende wurde der erste von vier Modulen fast vollständig zusammengebaut. Ferner wurden für die ersten zwei Module alle 6000 Kaltdurchführungen fertiggestellt und mehrfach kalt getestet.

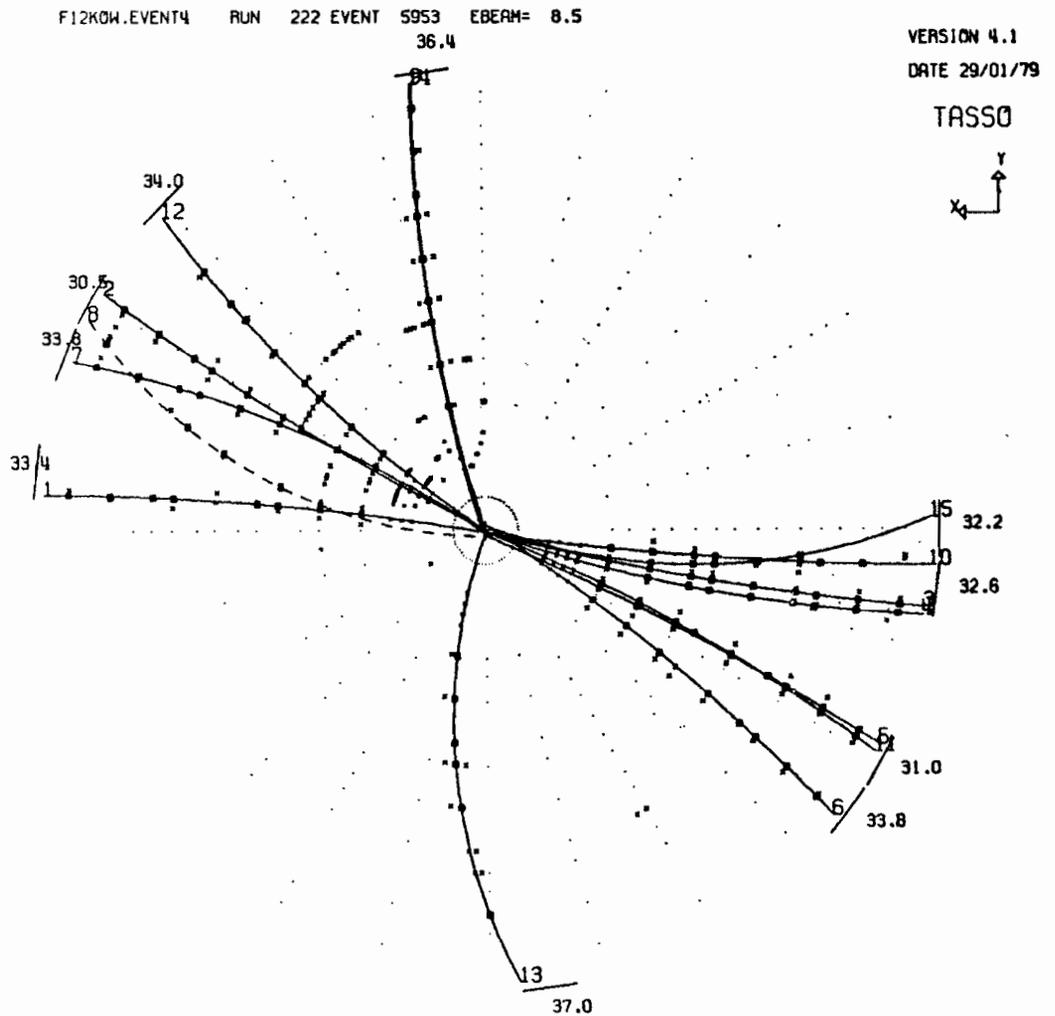


Abb. 58

Von der Herstellerfirma wurden bis zum Jahresende zwei komplette Innen- und Außentanks ausgeliefert. Alle Tanks sind noch bei der Herstellerfirma einem ausführlichen Druck- und Vakuumtest unterzogen worden. Die von W1 berechneten Durchbiegungen wurden dabei bestätigt gefunden. Mit den Innentanks wurde dann bei DESY ein Kalt-Lecktest durchgeführt. Die gewählte Kaldichtung für den Argontank (Cefilac) hat sich dabei bewährt.

Die Konstruktion des Kryogeniksystems wurde in Zusammenarbeit mit einer Fremdfirma durchgeführt und zum Abschluß gebracht. Die Wärmeleitung des Systems wurde in einem Testaufbau gemessen und in Übereinstimmung mit den vorherberechneten Werten gefunden. Die Fertigung der Anlage wurde begonnen. Weitere Arbeiten betrafen das Steuer- und Überwachungssystem für die Pumpen und Ventile.

Das Meßverfahren zur Bestimmung der im Experiment sehr kritischen Reinheit des flüssigen Argons wurde weiterentwickelt und konnte wesentlich verfeinert werden.

Weitere umfangreiche Konstruktionsarbeiten galten der elektrischen Abschirmung des Zählers und der Vorverstärker. Auf diese wurde größte Sorgfalt verwendet, da die zu erwartenden elektrischen Signale sehr klein sind und damit ein hohes Ansprechvermögen und gute Auflösung des Zählers bei kleinen Photonenergien (≤ 100 MeV) nur bei exzellenter Störfestigkeit erreicht werden können.

Aus dem gleichen Grund wurden die bei DESY entwickelten und sodann einer Fremdfirma zum Bau in Auftrag gegebenen ca. 11 000 Vorverstärker nach ihrer Auslieferung noch einmal sorgfältig insbesondere hinsichtlich ihres Rauschpegels durchgemessen; bei jedem nicht völlig befriedigendem Exemplar wurden Bauteile ersetzt, bis optimale Ergebnisse erzielt waren.

Entwicklung und Tests der Analog-Digitalkonverter wurden im Laufe des Jahres zum Abschluß gebracht. Bei einem eingehenden Vergleich mit industriell angebotenen ADC-Systemen ergaben sich technische Vorteile für das DESY-System; außerdem lagen die Herstellungskosten erheblich günstiger. Deshalb wurde eine Firma mit dem Bau der ca. 11 000 ADC-Kanäle nach dem DESY-Entwurf beauftragt.

Der Aufbau der Gas-Čerenkov-Zähler ist im Jahresbericht 1977 beschrieben. Die bereits erprobte Methode der Spiegeldarstellung wurde weiterentwickelt und in der Serienproduktion verwendet. Die Form zum Tiefziehen der Plexiglasscheiben für Spiegel Nr. 1 wurde auf einer numerisch gesteuerten Fräsbank aus einer massiven Aluminiumplatte hergestellt. Da sich dieses Verfahren nicht auf die größeren Spiegel übertragen ließ, wurden von den Spiegeln Nr. 2, 3 und 4 zunächst nach rechnergezeichneten Schablonen Holzformen hergestellt und danach ein Aluminiumabguß angefertigt. Die Gußformen fielen so gut aus, daß auf die teure Nacharbeitung auf einer numerisch gesteuerten Fräsbank verzichtet werden konnte. Ungenauigkeiten und Rauigkeiten ließen sich durch Schleifen und Ausspachteln beseitigen. Von den Aluminium-Negativformen wurden Epoxid-Fiberglas-Positivformen abgeformt, mit deren Hilfe die Rückverstärkungen der Spiegel hergestellt wurden. Das Verfahren zur Herstellung der leichten und formstabilen Rückverstärkungen aus Fiberglasdeckschichten mit einem sehr leichten Nomex-Wabenkern wurde in unserer Gruppe entwickelt und auf die Serienherstellung angewandt. Sämtliche Rückverstärkungen sind vorhanden und auf genaue Paßform zugesägt. Die als Spiegelflächen dienenden 2 mm starken Plexiglasscheiben wurden von Firmen im Tiefziehverfahren in die Aluminiumformen gedrückt. Die verformten Scheiben wurden in der Werkstatt des II. Instituts auf Form gesägt und werden jetzt sukzessive mit Aluminium bedampft und mit den Rückverstärkungen verklebt.

Čerenkovzähler

Die vor den Photovervielfachern angebrachten Winston-Lichtsammeltrichter wurden von einer Firma aus Plexiglasrohren angefertigt; die Rohre wurden dabei erwärmt und mit Preßluft in eine Aluminiumfolie gedrückt. Pro Verformung wurde ein großer und ein kleiner Trichter her-

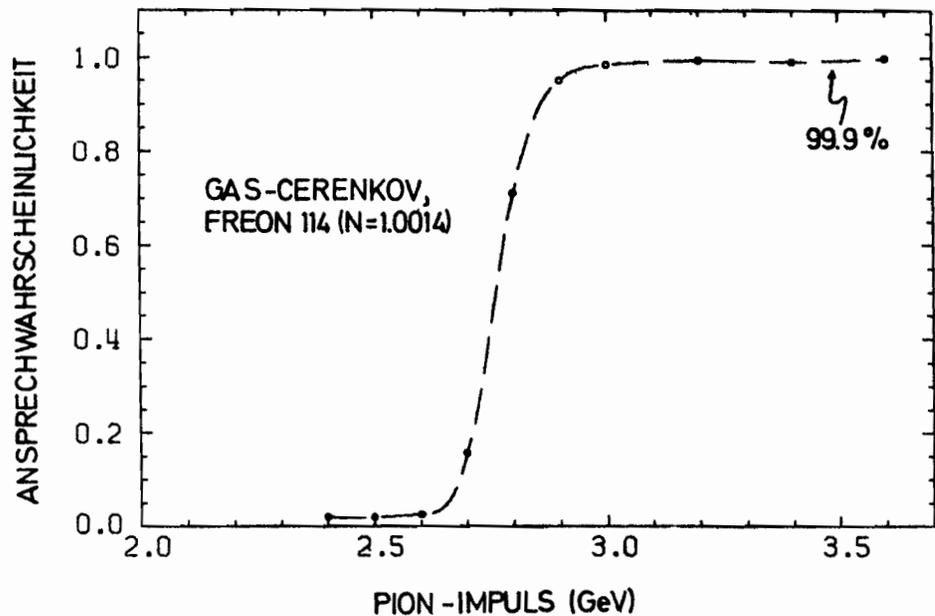


Abb. 59

gestellt. In der Werkstatt des II. Instituts wurden die Trichter mit Hilfe einer speziellen Spannvorrichtung auf einer Drehbank abgeschnitten. Nahezu alle Lichttrichter sind mit Aluminium bedampft und einbaufertig.

Die Bedampfungen werden in einer großen Aufdampfanlage innerhalb unserer Gruppe vorgenommen. Zur Qualitätskontrolle wurde eine optische Anordnung mit Monochrometer aufgebaut, die es erlaubt, das Reflektionsvermögen bis in den UV-Bereich zu messen. Durch gutes Vakuum, kurze Aufdampfzeiten und vorherige Getterung ist es möglich, Spiegel mit gutem Reflektionsvermögen bis herab zu 200 nm zu erzeugen.

Die magnetischen Abschirmungen und Spannungsteiler für die XP2041-Multiplier wurden von der technischen Entwicklungsgruppe des II. Instituts entwickelt und konstruiert. Die Gruppe hat auch den Zusammenbau der Abschirmungen übernommen. Da das Streufeld des TASSO-Magneten longitudinale Komponenten enthält, die sich nur schlecht abschirmen lassen, müssen bei einer Reihe von Röhren Kompensationsspulen angebracht werden. Damit ist es möglich, auch beim maximalen Streufeld nahezu volle Verstärkung und Elektronensammlung zu erreichen.

Die Gehäuse der Čerenkov-Zähler werden aus Sandwich-Platten mit Aluminium-Wabenkern und Fiberglasdeckschichten (F-Boards der Firma CIBA) aufgebaut. Dadurch werden die Čerenkovzellen sehr leicht und äußerst formstabil. Die Herstellung der Gehäuse ist allerdings recht arbeitsintensiv, da eine Vielzahl von Klebungen vorgenommen werden muß.

Der Aufbau ist an einem Prototypzähler erprobt worden, der die Originalmasse einer Čerenkov-Zelle hat und auch mit den Originalspiegeln ausgerüstet wurde. Dieser Zähler ist an einem Pion-Strahl am CERN getestet worden. Abb. 59 zeigt das gemessene Ansprechvermögen als Funktion des Pionimpulses. Die Schwelle liegt, wie für Freon 114 erwartet, bei 2,7 GeV/c und steigt steil an. Aus der Schwellenkurve berechnet man, daß für Teilchen mit $\beta = 1$ ca. 20 Photoelektronen am Multiplier ausgelöst werden. Damit übertrifft der Zähler deutlich die Design-Daten. Die Steilheit der Schwellenkurve läßt nur eine geringe Grauzone, in der die Pion-Kaon-Trennung mehrdeutig ist.

Im gleichen Test wurde auch ein Original-Aerogelzähler untersucht. Wegen des großen Čerenkov-Winkels und der Lichtstreuung im Aerogel kann hier keine fokussierende Optik verwendet werden. Das Licht gelangt durch diffuse Reflektion an hochweißen Wänden, die mit Millipore-Papier mit einer Reflektivität von 97 % ausgekleidet sind, auf 6 RCA8854-Photomultiplier. Wegen der Größe des Zählers gelangt nur ein Bruchteil des Lichtes auf die Photokathoden, so daß man nicht das gleiche Ansprechvermögen wie bei kleinen Aerogelzählern erwarten darf. Abb. 60 zeigt das Ansprechvermögen als Funktion des Pion-Impulses. Für Aerogel mit $n = 1,025$ liegt die Schwelle bei ~ 650 MeV/c. Der Zähler erreicht für $\beta = 1$ -Teilchen ein Ansprechvermögen, das in Abhängigkeit vom Ort der Trajektorie zwischen 94 % und 97 % liegt.

Die Untersuchungen mit einem Prototyp eines Zählersmoduls wurden am Teststrahl fortgesetzt, insbesondere mit dem Ziel, die Lichtsammlung zu optimieren und eine möglichst konstante Ortsabhängigkeit der Signalhöhe zu erreichen. In der Koordinate parallel zum Wellenlängenschieber konnte die Ortsabhängigkeit durch partielle Abschattung praktisch völlig eliminiert werden. In der dazu senkrechten Koordinate verbleibt eine Ortsabhängigkeit mit einer Varianz von $\sigma = 9$ %. Durch Verbesserung der Spiegelflächen an den Prismen des Lichtleiters konnte die Lichtausbeute insgesamt erhöht und dadurch die Energieauflösung des Zählers (teilweise begrenzt durch die Zahl der ausgelösten Photoelektronen) verbessert werden. Abb. 61 zeigt die Energieauflösung und die Energieabhängigkeit der Pulshöhe gemessen am ersten seriellmäßig fertiggestellten Modul (Januar 1979).

Hadronarmschauerzähler

Die Datennahmeprogramme auf die NORD10/50-Rechenmaschine und auf der IBM wurden fertiggestellt. Auf der NORD arbeiten die Programme beim Einlesen und Formatieren der Daten unabhängig vom Betriebssystem auf einer eigenen Ebene. Dadurch wird eine hohe Einlesegeschwindigkeit erreicht. Alle Komponenten des Experiments werden über CAMAC-Elektronik ausgelesen. Auf diese Weise ist man sehr flexibel und kann sich schnell den wechselnden Ausbaustufen des Experiments anpassen.

Programmentwicklung

Die Steuerung des Experiments erfolgt durch programmierbare sensitive Schalter (touch panel): Auf einem Bildschirm werden dem Benutzer der Rechenmaschine mögliche Alternativen angeboten und durch einfachen Knopfdruck ausgelöst. Diese Technik hat sich bei einer großen Mitarbeiterzahl sehr bewährt, da das bisherige Lernen von verschiedenen Befehlen entfällt. Überwacht wird die Datennahme durch einen Farbbildschirm, auf dem einzelne Ereignisse und Histogramme dargestellt und auf dem durch ein Fadenkreuz Punkte markiert werden können. Um die peripheren Geräte des Rechners bequem programmieren zu können, wurden Treiber in das Betriebssystem eingebaut und umfangreiche Bibliotheken erstellt.

Zur Spurerkennung im TASSO-Innendetektor wurde ein Programm-System entwickelt, das Spuren geladener Teilchen vom Wechselwirkungspunkt mit Transversalimpulsen oberhalb von 250 MeV/c mit einer hohen Wahrscheinlichkeit findet. Ferner wurde ein interaktives Display-System zur detaillierteren Inspektion und Analyse der Ereignisse entwickelt und ausgetestet.

Die 48 Mantelzähler wurden im August und September 1978 in den TASSO-Magneten eingebaut. Anschließend erfolgte der Aufbau der nachgeschalteten Elektronik sowie die Installation eines Lichtdiodensystems mit einer individuellen Lichtquelle für jeden Photovervielfacher. Der Einbau eines weiteren Systems künstlicher Lichtquellen, bei dem das Lichtsignal einer Hochdruck-Funkenstrecke über Faserlichtleiter zu den Photovervielfachern geleitet wird, verzögert sich aus Lieferungsgründen und erfolgt Anfang 1979.

Die Mantel- und Endkappen-Flugzeitzähler

Die Zähler wurden zu den ersten Experimenteschichten am PETRA Speicherring in Betrieb genommen und dienen zur Erstellung schneller Vortrigger-Signale, die ihrerseits einen Hardware Prozessor triggern, der die Daten der Zylinder-Driftkammer des TASSO Detektors verarbeitet.

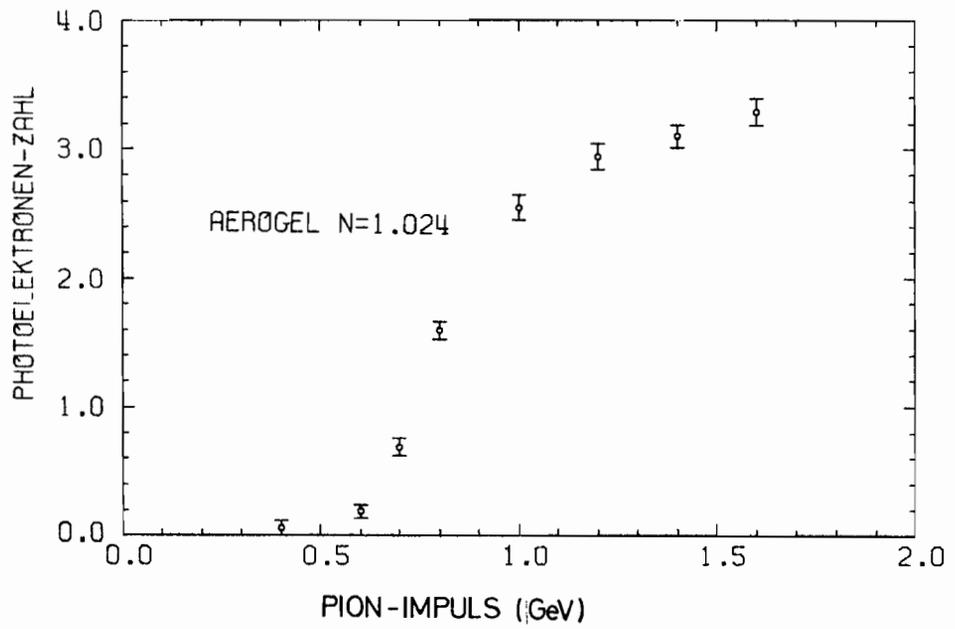
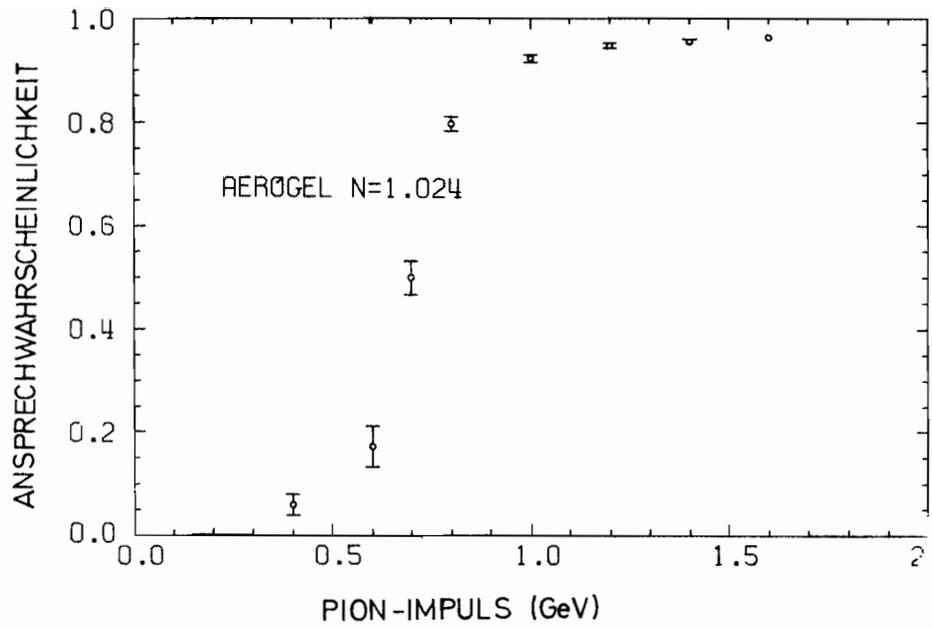


Abb. 60

Hadron Arm Shower Counter Energy Resolution
 + 1.4X₀ in Front (to simulate detector)

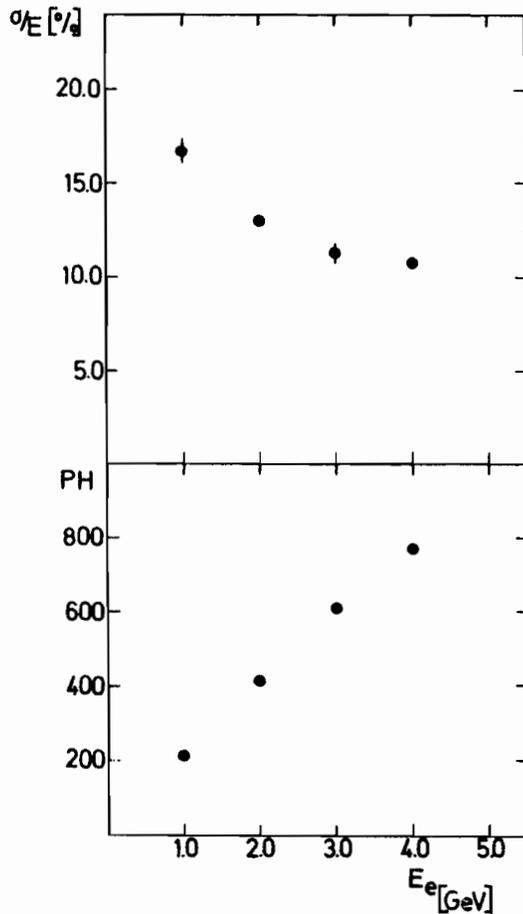


Abb. 61

Die Arbeiten an den 48 Endkappenzählern sind abgeschlossen. Der Einbau erfolgt zusammen mit der Installation der Flüssig-Argon-Endkappenzähler im Mai 1979.

Die normalleitende Aluminiumspule für den Detektor TASSO, welche in Zusammenarbeit mit der Universität Bonn und DESY von der Firma BBC in Augsburg gebaut wurde, wurde Mitte des Jahres geliefert und in das Eisenjoch eingebaut. Vorläufige Schutzvorrichtungen für die Spule und die inneren Detektorkomponenten sind angebracht und erlauben den vollen Betrieb des magnetischen Detektors.

Die TASSO-Spule

Dieser Schauerzähler gestattet es, Richtung und Energie von Photonen und Elektronen aus der Elektron-Positron-Vernichtung zu bestimmen. Wegen der hohen Photomultiplizität in hadronischen Vernichtungsereignissen ist dieser Schauerzähler als Blei-Flüssig-Argon-Sandwich mit Turmstruktur konzipiert worden.

Flüssig-Argon-Endkappenzähler

Im Jahre 1978 konnten die Mechanik, die Kryogenik, das Vakuumsystem, die Elektronik und die Auswertprogramme soweit voran gebracht werden, daß der Endkappenschauerzähler im Frühjahr 1979 in den TASSO Detektor integriert werden kann.

Der Fortschritt der Arbeiten in den einzelnen Teilbereichen wird nachfolgend beschrieben:

Mechanik

Abb. 62 zeigt den Aufbau eines 30° Sektors des Bleistapels für den Endkappen Schauerzähler. Der größere Teil der mechanischen Einzelteilfertigung ($> 10^5$ Stück!) wurde von der mechanischen Werkstatt des I. Physikalischen Institutes der RWTH Aachen durchgeführt. Die Montage der 30° Sektoren wurde im Oktober 1978 von unserer Werkstatt abgeschlossen.

Kryogenik und Vakuum

Aus Prüf- und Wartungsgründen sind die Behälter zerlegbar ausgeführt. Es wurden preiswerte und zuverlässige Durchführungen für die 4000 aktiven Elemente (Türme) des Schauerzählers entwickelt und produziert.

Vakuum und Kryoversorgungseinrichtungen wurden in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern vom DESY entworfen.

Elektronik:

Der in Zusammenarbeit mit DESY entwickelte Vorverstärker wurde von der elektronischen Werkstatt des I. Physikalischen Institutes in Serie (4600 Kanäle) gebaut. Abb. 63 zeigt das Rauschverhalten der Verstärker aus dieser Serie.

Eine schnelle Verarbeitung ($< 1\text{ms}$) der großen Menge analoger Information aus dem Endkappenschauerzähler ermöglicht das in Aachen entwickelte seriell-parallele Digitalisierungssystem TASLOG.

Um Rechenzeit im TASSO-Zentralrechner und bei der Auswertung zu sparen, haben wir die Entwicklung eines Mikro-Prozessor-gesteuerten Formatier- und Spur-Such-Gerätes eingeleitet. Ein schneller ($< 1\mu\text{s}$) Energietrigger ($E > 1\text{GeV}$) wird gegenwärtig aufgebaut.

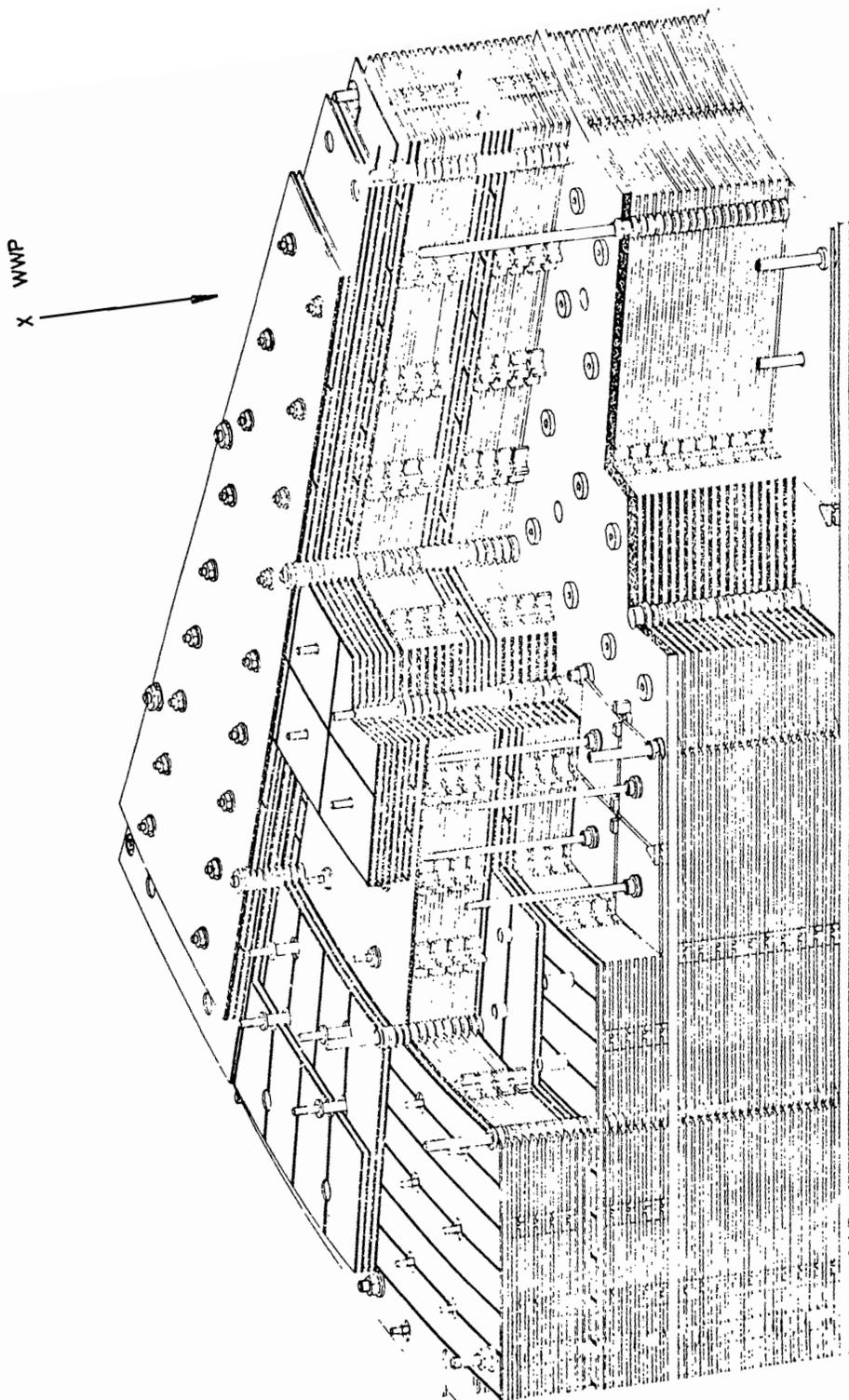


Abb. 62

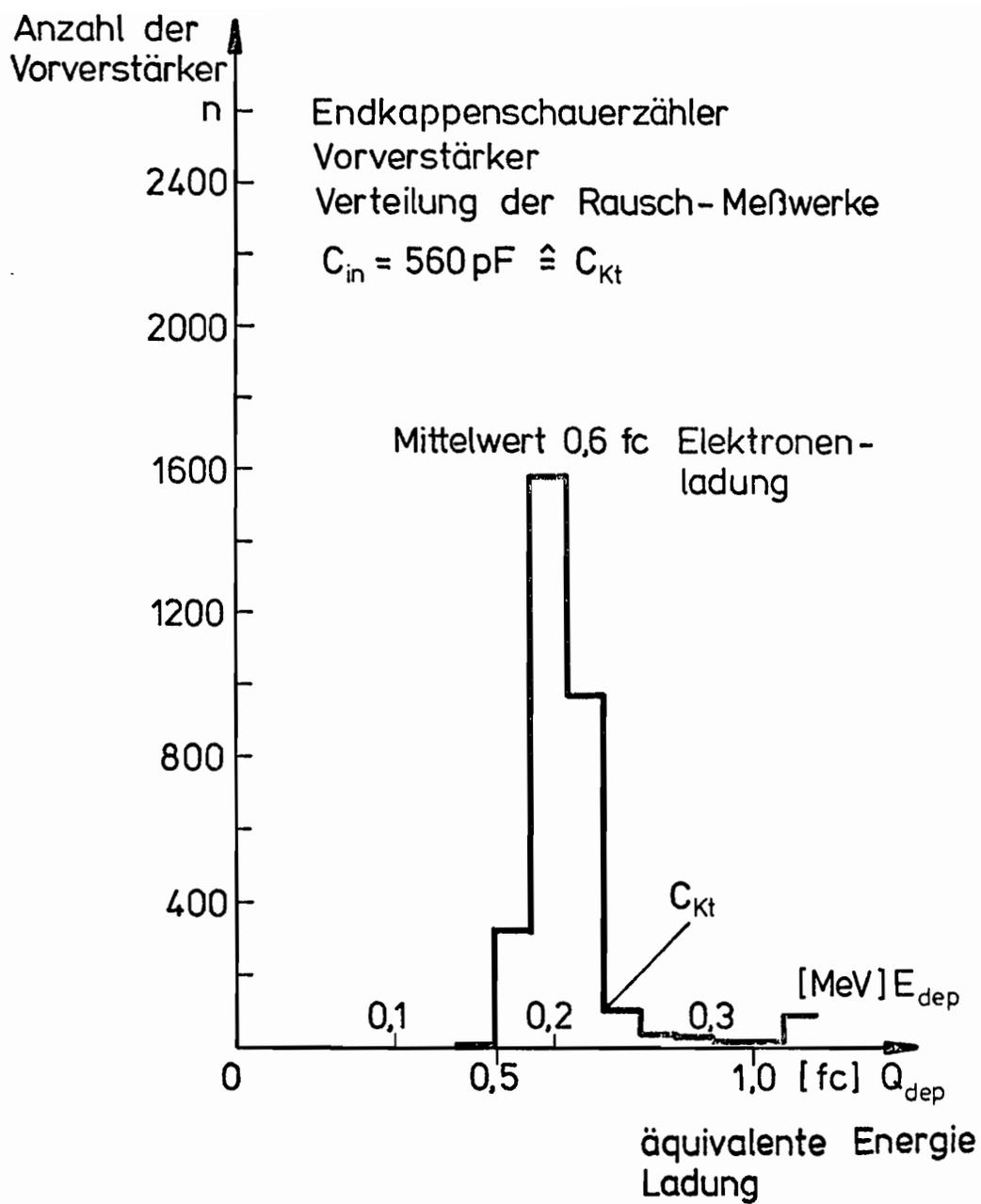


Abb. 63

Experimente am Synchrotron

Elektroproduktion von π und η - Mesonen im Resonanzgebiet (F21)

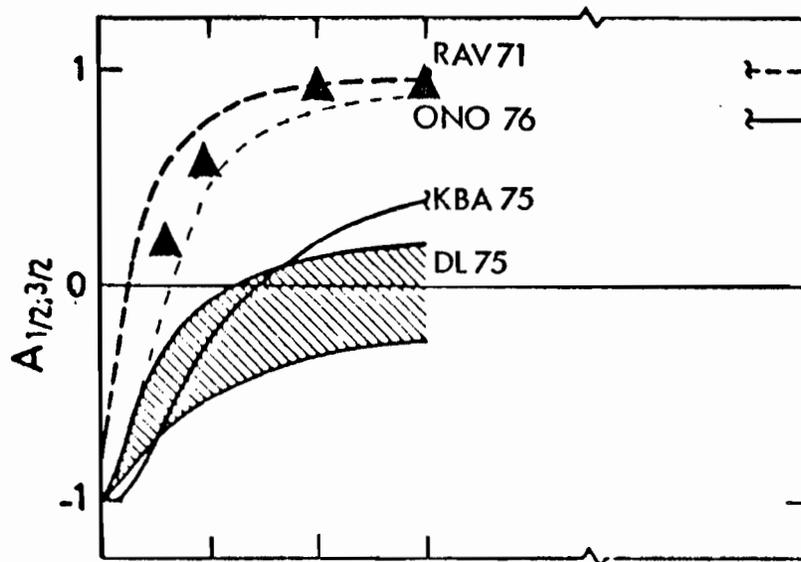
Die Auswertung der Messungen zur Elektroproduktion von π^0 , π^+ und η im Bereich der Nukleonresonanzen bis zu Impulsüberträgen von $q^2 = 3 \text{ GeV}^2$ konnte praktisch abgeschlossen werden. Die Hauptresultate sind:

*Elektroproduktion
von π und η -Mesonen*

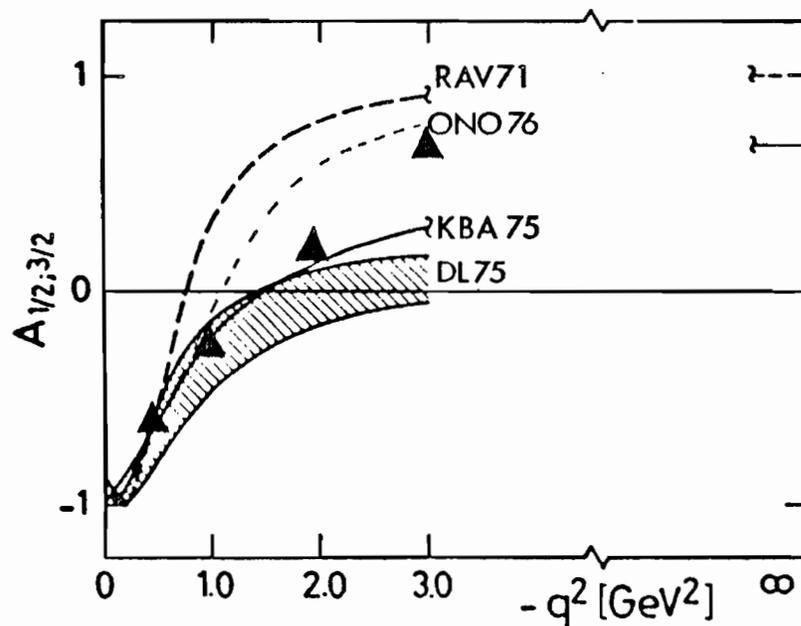
- a) Die S_{11} (1535) Resonanz fällt wesentlich schwächer mit wachsendem q^2 ab als der totale ep Querschnitt.
- b) Die P_{33} (1236) Resonanz wird auch bei $q^2 = 3 \text{ GeV}^2$ noch durch den M_{1+} -Übergang beherrscht.
- c) Die Anregung der Resonanzen D_{13} (1520) und F_{15} (1688) geht mit wachsendem q^2 immer stärker über die Helizitätsamplituden $1/2$. Dieses Resultat ist in Abb. 64 gezeigt, wo die Helizitätsasymmetrie

$$A = (\sigma_{1/2} - \sigma_{3/2}) / (\sigma_{1/2} + \sigma_{3/2})$$

als Funktion von q^2 für die beiden Resonanzen dargestellt ist. Die Ergebnisse stimmen gut mit Quark-Modell-Vorhersagen von Ravndal (Kurve R) und Ono (Kurve O) überein, dagegen weniger gut mit einem dualen Modell von Körner et al. (Kurve KBA) und einer älteren dispersionstheoretischen Analyse von Devenish und Lyth (Kurve DL).



$D_{13}(1520)$



$F_{15}(1688)$

Abb. 64 Asymmetrie-Parameter

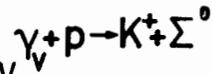
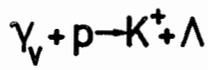
$A = (\sigma_{1/2} - \sigma_{3/2}) / (\sigma_{1/2} + \sigma_{3/2})$ als Funktion von q^2 für die Resonanzen D_{13} und F_{15} verglichen mit theoretischen Modellen.

Elektroproduktion von π und K-Mesonen

F22, Hamburg

Wir haben die Reaktionen $\gamma_V + p_2 \rightarrow K^+\Lambda$ und $K^+\Sigma^0$ in einem großen Bereich der kinematischen Variablen t und Q^2 untersucht und die Auswertung dieser Messungen 1978 abgeschlossen. Abb. 65 zeigt eine Übersicht der Ergebnisse. Der Wirkungsquerschnitt $d\sigma/dt$ zeigt bei festem t im Falle des $K^+\Lambda$ -Kanals ein ähnliches Q^2 -Verhalten wie der totale Wirkungsquerschnitt $\sigma(\gamma_V + p)$. Hingegen fällt der $K^+\Sigma^0$ -Kanal wesentlich schneller mit wachsendem Q^2 . Dieses unterschiedliche Verhalten kann im Rahmen des Quark-Parton-Modells dadurch erklärt werden, daß die nicht mit dem Photon wechselwirkenden Quarks bevorzugt im Isospin 0 Zustand verbleiben, wie man von dem unterschiedlichen Verhalten der Neutron und Proton Strukturfunktionen her weiß. Abb. 66 zeigt das Verhältnis der $K^+\Lambda$ - und $K^+\Sigma^0$ -Wirkungsquerschnitte sowie Vorhersagen des Quark-Parton-Modells. Mit dieser Auswertung wurde das Experiment Elektroproduktion von π - und K-Mesonen abgeschlossen.

*Elektroproduktion
von π und K-Mesonen*



$$W = 2.21 \text{ GeV}$$

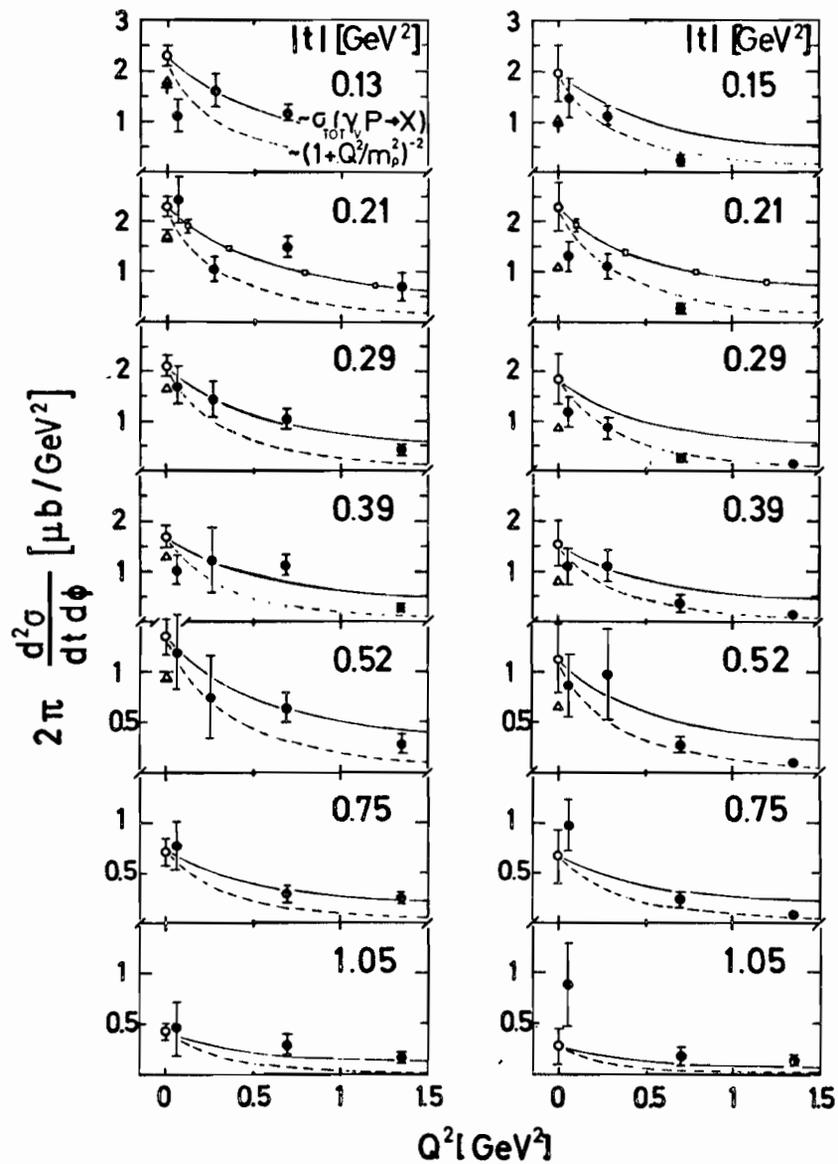
$$120^\circ \leq \phi \leq 240^\circ$$


Abb. 65 Die Q^2 -Abhängigkeit der $K^+\Lambda$ und $K^+\Sigma^0$ Wirkungsquerschnitte. Die ausgezogene Kurve gibt den Verlauf von $\sigma_{\text{tot}}(\gamma_V + p)$ bei gleichem W wieder.

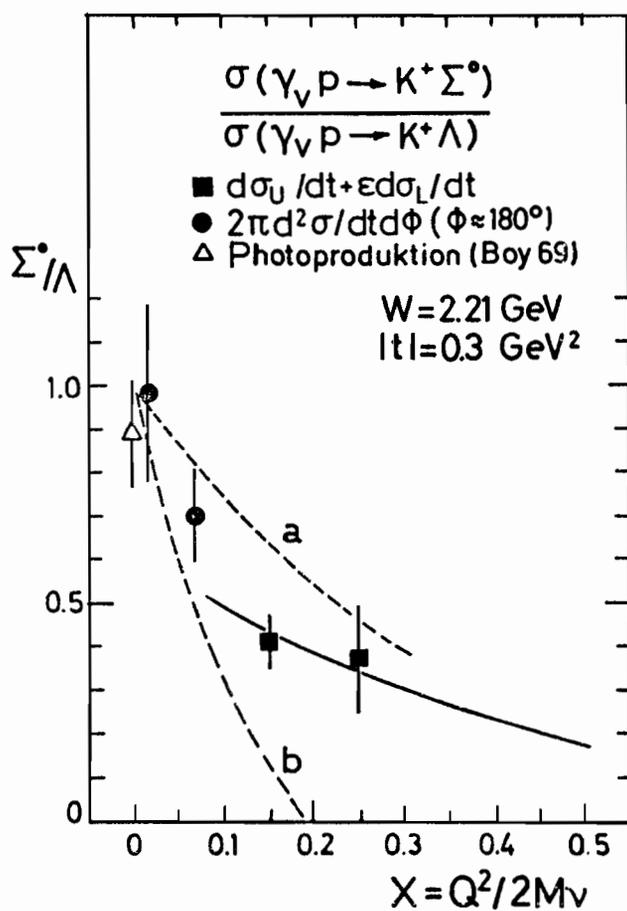


Abb. 66 Das Verhältnis der $K^+\Sigma^0$ und $K^+\Lambda$ Wirkungsquerschnitte im Vergleich mit Vorhersagen aus dem Quark-Parton-Modell. Die gestrichelten Kurven a und b stellen obere bzw. untere Grenzen dar. Die angezogene Kurve gibt die für größere Werte von X gültige Vorhersage wieder.

Elektronenstreuung an Kernen F23 Freiburg, Bonn, Hamburg

Im Jahr 1978 wurden die Experimente zur Bestimmung des totalen Wirkungsquerschnitts virtueller Photonen an Kernen abgeschlossen und die Untersuchungen über das Verhalten von Nukleonen in Kernen wurden fortgesetzt.

Totaler Wirkungsquerschnitt virtueller Photonen

Die mittlere freie Weglänge hochenergetischer Photonen in Kernmaterie sollte wegen der Kleinheit der Feinstrukturkonstanten viel größer sein als der Kernradius. Der totale Wirkungsquerschnitt für Photonen an Kernen wäre daher proportional zur Massenzahl A . Durch die Kopplung des Photons an die stark wechselwirkenden Vektormesonen, deren mittlere freie Weglänge kleiner ist als der Kernradius, treten Abschattungseffekte auf, d.h. die Zahl der effektiv an der Wechselwirkung beteiligten Nukleonen wird kleiner als A . Die Messungen mit realen Photonen zeigen hierbei eine gute Übereinstimmung mit den Vorhersagen des Vektordominanz-Modells.

Frühere Messungen der Gruppe an Aluminium und Kohlenstoff zeigen, daß auch mit virtuellen Photonen eine Abschattung auftritt. Diese Messungen werden in dem jetzt laufenden Vorhaben auf Silizium und Beryllium ausgedehnt. Die Datennahme konnte im Herbst 1978 abgeschlossen werden. Die Programmsysteme zur Berechnung der Strahlungskorrekturen wurden entwickelt und getestet. Eine vorläufige Auswertung für Beryllium (Abb. 67) zeigt in der Stärke der beobachteten Abschattung eine gute Übereinstimmung mit den Messungen von I. Bailey et al..

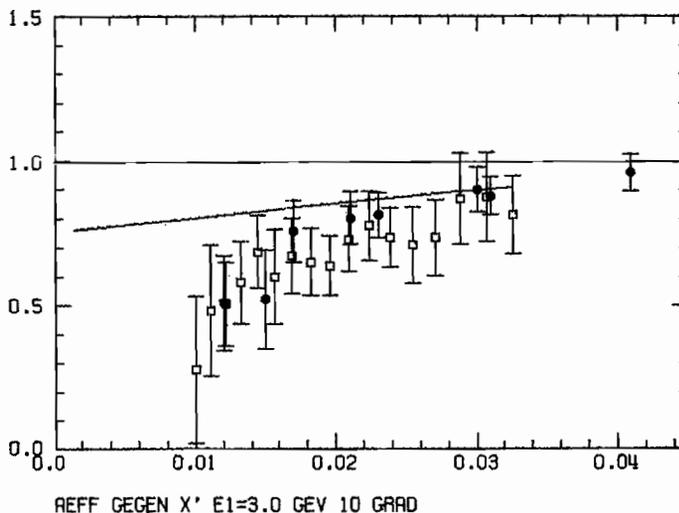
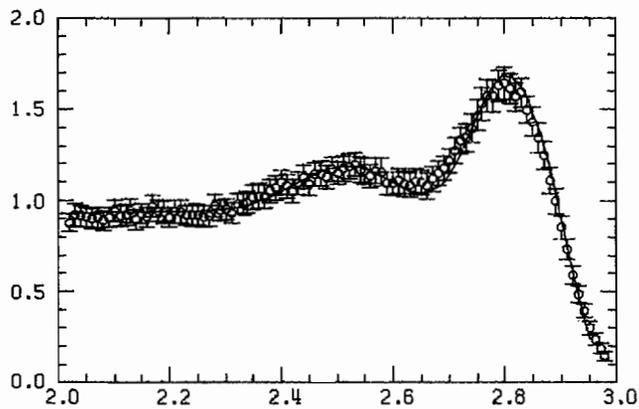


Abb. 67 A_{eff} Werte für Beryllium gegen SkalenvARIABLE x'
Volle Kreise: I. Bailey et al.
Quadrate: vorläufige Auswertung

Um Informationen über das Verhalten gebundener Nukleonen zu erhalten, wurde ein Programmsystem entwickelt, das inklusive Wirkungsquerschnitte für die Streuung hochenergetischer Elektronen an Kernen in Stoßnäherung über die inkohärente Summe der Proton- und Neutron-Strukturfunktionen berechnet. Ein Vergleich zwischen berechneten und experimentellen Wirkungsquerschnitten am Kohlenstoff (Abb. 68) ergab keine signifikante Abweichung von der Stoßnäherung. Diese Untersuchungen sollen im Sommer 1979 abgeschlossen werden.



**Abb. 68 Wirkungsquerschnitt pro Nukleon ($\mu\text{b}/\text{Sterad}\cdot\text{GeV}$) gegen Streuenergie (GeV) für Kohlenstoff bei einer Primärenergie von 3,08 GeV und 13° Streuwinkel
durchgezogene Linie: angepaßte theoretische Berechnung**

Elektroproduktion von π^0 -Mesonen F34 Aachen

Die Analyse der ‚elastischen‘ Reaktion $ep \rightarrow ep\pi^0$ wurde abgeschlossen und die Ergebnisse veröffentlicht. Da die Elektroproduktionsexperimente schon in früheren Jahresberichten ausführlich behandelt wurden, sollen sie hier nicht weiter behandelt werden.

Photoproduktion pseudoskalarer Mesonen F34 Aachen

Die Arbeiten der letzten Jahre wurden zusammengestellt.

Elektroproduktionsexperimente am Proton F32, Wuppertal

Neben der Reaktion $ep \rightarrow e^+n$, deren Resultate im letzten Jahresbericht diskutiert wurden, ist der Kanal $ep \rightarrow epX$ bei kleiner Polarisation ϵ untersucht worden. (Experimente bei großen ϵ ($\epsilon \sim .85$) sind bereits früher von der Gruppe unternommen worden. Abb. 69 zeigt einige Resultate bei $\epsilon = 0,4$. Der Wirkungsquerschnitt $(E d^3\sigma/d\vec{p})/\sigma_{\text{tot}}$ für die q^2 -Werte $-.34$ (GeV/c)² und $-.46$ (GeV/c)² ist als Funktion von X , dem Verhältnis $P_{\parallel}^+/P_{\text{max}}^+$ im Schwerpunktsystem, aufgetragen. Zum Vergleich sind die Photoproduktionsdaten von H. Burfeindt angegeben. Da diese Daten aus Messungen bei einer Schwerpunktsenergie von $W = 2,62$ GeV stammen, müssen sie auf die Energie $W = 2,2$ GeV extrapoliert werden. Dabei wurde die in einem früheren Experiment gefundene Abhängigkeit $(W^2 - m_p^2) - (0.07 + 3,65 x)$ benutzt. Der zu kleinen x -Werten steigende Wirkungsquerschnitt zeigt keine starke q^2 -Abhängigkeit, wie die eingezeichneten Kurven veranschaulichen, die für alle drei Messungen gleich sind. Anders ausgedrückt: die inklusive Reaktion hat das gleiche q^2 -Verhalten wie der totale Wirkungsquerschnitt.

*Elektroproduktions-
experimente am
Proton*

Die Trennung der einzelnen Wirkungsquerschnittskomponenten zeigt Abb. 70. Die Indizes sollen die einzelnen Anteile charakterisieren, und zwar u den transversalen unpolarisierten, L den longitudinalen, P den zusätzlich wegen der transversalen Polarisation auftretenden und I den durch Interferenz zwischen longitudinaler und transversaler Photonkomponente bedingten Term. Abb. 70 zeigt die einzelnen Anteile.

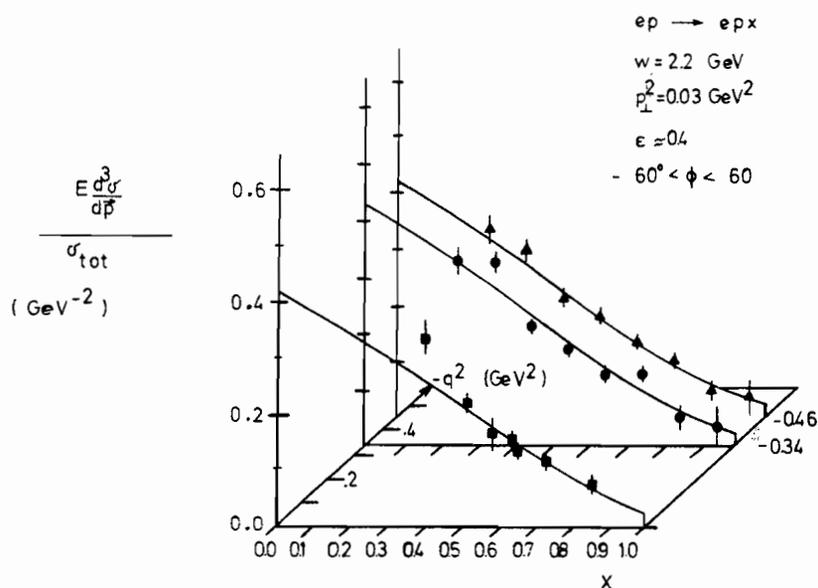


Abb. 69 Wirkungsquerschnitt $\frac{E d^3\sigma/d\vec{p}}{\sigma_{\text{tot}}}$ als Funktion von X .

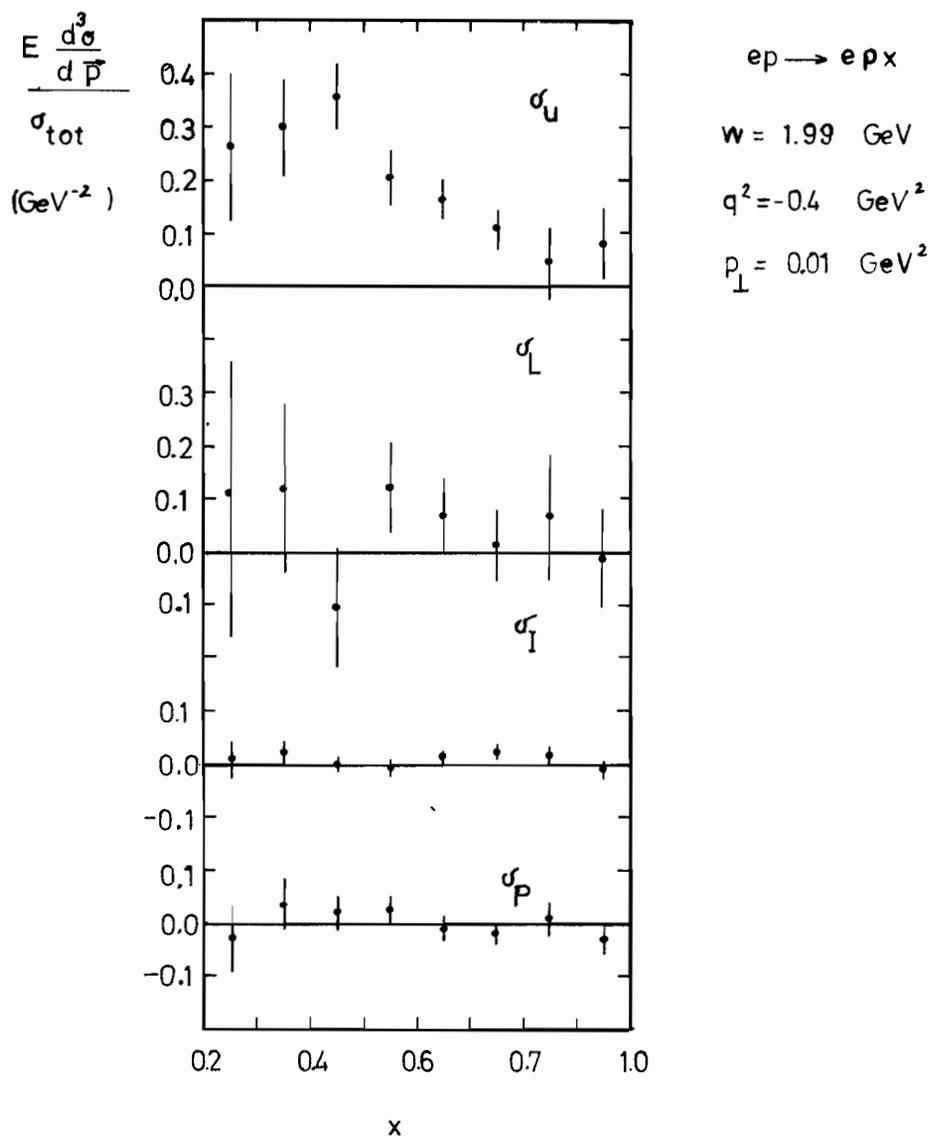


Abb. 70 Wirkungsquerschnittskomponenten (siehe Text).

Photoproduktion von $p\bar{p}$ -Paaren F36, Karlsruhe

Photoproduktion von $p\bar{p}$ -Paaren

Nach einer Reihe von apparativen Verbesserungen konnten im Januar und Februar 1978 Daten für das Experiment $\gamma + p \rightarrow p\bar{p}X$ genommen werden. Die Reaktion ist interessant, weil es bisher kaum Messungen der Photoproduktion von $p\bar{p}$ -Paaren gibt, aber eine Reihe von theoretischen Voraussagen für das $p\bar{p}$ -System (Byryonium).

Der energiemarkierte γ -Strahl (4,2 – 6,3 GeV) traf ein 50 cm langes Wasserstoff-Target, das sich im Analysiermagneten befand (Abb. 71). Vorwärtslaufende Teilchen wurden in einer Proportionalkammer im Magneten und einem Satz von magnetostriktiven Funkenkammern registriert. Hinter dem Funkenkammersystem befand sich auf der einen Seite ein Cerenkovzähler zur Abtrennung von π -Mesonen und Elektronen, auf der anderen Seite ein Flugzeitsystem zur Identifizierung von Protonen. Die Trennung zwischen K und p war bis zum Impuls 3,2 GeV möglich. Die Zeitauflösung betrug 0,6 μ sec FWHM. Abbildung 72 zeigt die Rekonstruktion des Vertex in Strahlrichtung.

Das Massenspektrum der im Laufzeitsystem nach Impuls und Geschwindigkeit registrierten Teilchen zeigt für positive Teilchen ein klares Proton-Signal, für negative Teilchen aber nur eine Schulter im Massenbereich der Antiprotonen. Um den Untergrund zu reduzieren und die Antiprotonen zu identifizieren, wurden zunächst Ereignisse der Reaktion $\gamma p \rightarrow p\bar{p}$ untersucht, indem alle Ereignisse einem 1 C-kinematischen Fit unterworfen wurden.

Für die auf diese Weise identifizierten Ereignisse wurde die invariante $p\bar{p}$ -Masse berechnet und in Abbildung 73 dargestellt. Dort sind beide Kombinationen des Antiprotons mit den Protonen aufgetragen. Es zeigt sich eine Häufung an Ereignissen in der Nähe der Schwelle, die noch deutlicher hervortritt, wenn man das Antiproton mit dem zweiten im Spektrometer gesehenen Proton kombiniert (es wurden bisher nur 2-prongs analysiert), da dieses mit größerer Wahrscheinlichkeit dem $p\bar{p}$ -Vertex zuzuordnen ist. In weiteren Untersuchungen soll geklärt werden, ob diese Häufungen als Resonanzen oder reines Schwellenverhalten zu erklären sind.

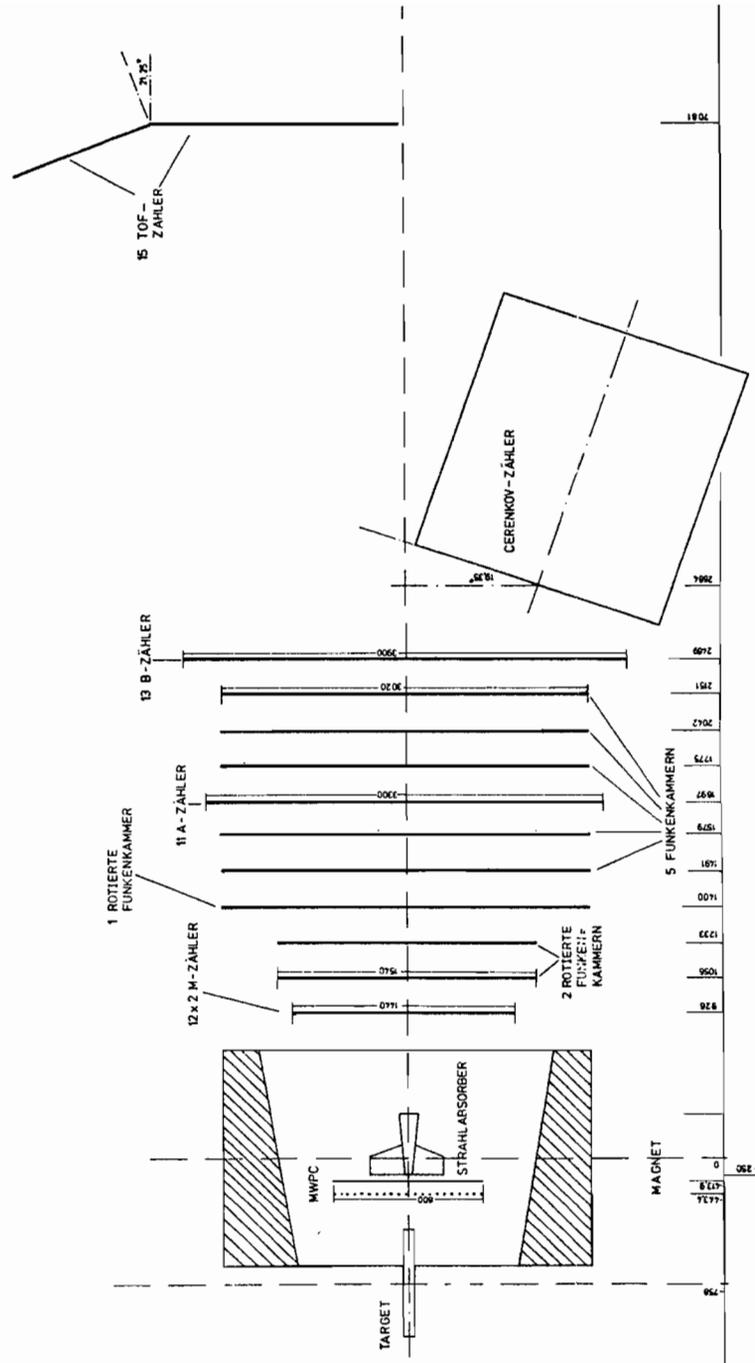


Abb. 71 Bild der Apparatur

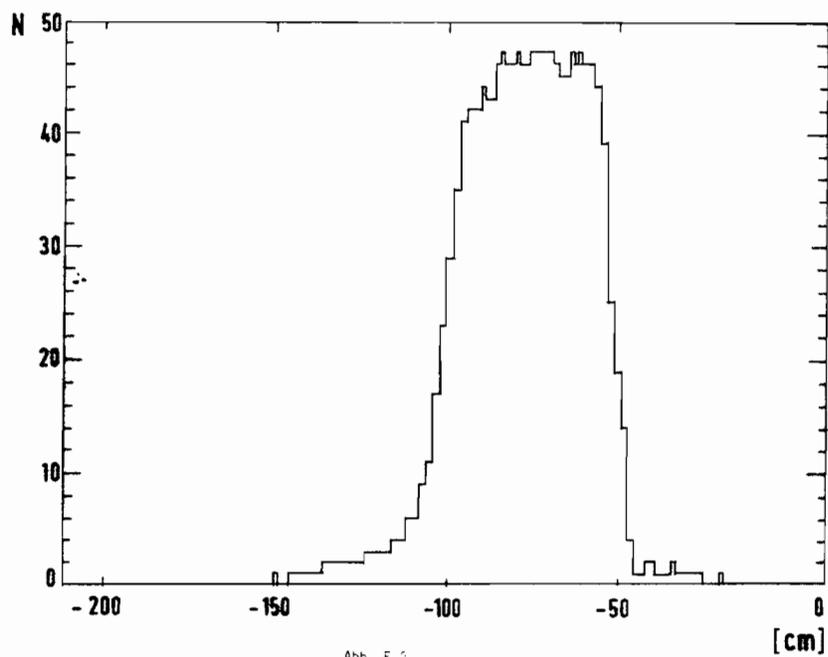


Abb. 72 Verteilung der rekonstruierten Vertices im Target in longitudinaler Richtung

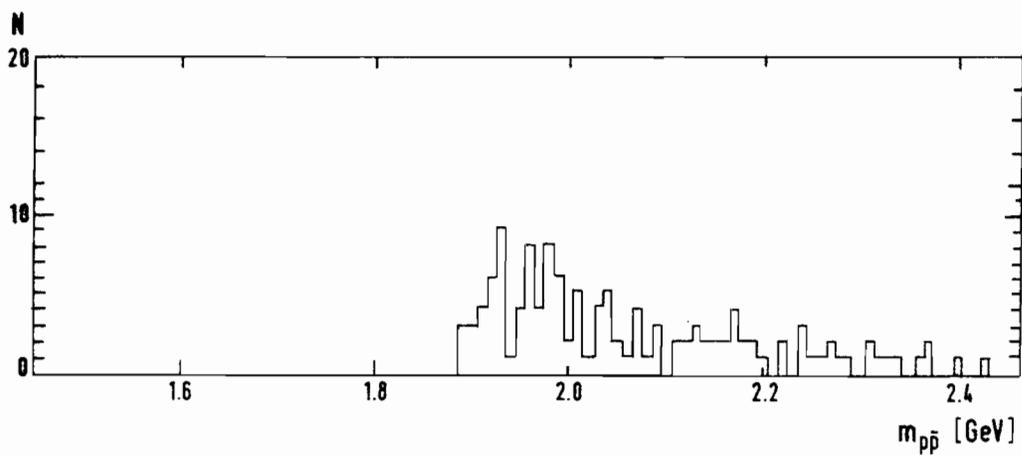


Abb. 73 Invariante Teilchenmasse bei der Reaktion $\gamma p \rightarrow p\bar{p}$

Experimente an auswärtigen Beschleunigern

Myon-Nukleon Streuung bei hohen Energien und Impulsüberträgern DESY F21 / Europäische Myon-Kollaboration

Europäische Myon-Kollaboration

Dieses Experiment hat zum Ziel, die Struktur der Nukleonen bis zu kleinsten Abständen zu untersuchen und den Anteil neuer Teilchen oder Quarks am Inhalt der Nukleonen zu bestimmen. Diese Untersuchungen werden am CERN SPS in Kollaboration mit deutschen Hochschulinstituten und englischen, französischen und italienischen Instituten im Rahmen des CERN-Experiments NA2 (Europäische Myon-Kollaboration) durchgeführt.

Der experimentelle Aufbau mit allen Kontroll- und Meßeinrichtungen wurde in den ersten Monaten des Jahres 1978 fertiggestellt. Abb. 74 zeigt das Experiment in der Phase des Aufbaus. Von DESY wurden dazu 16 große Driftkammern (empfindliche Fläche jeder Kammer $520 \times 260 \text{ cm}^2$) gebaut, in Betrieb genommen und getestet. Weiterhin wurde von der DESY-Gruppe ein schweres aktives Target aus Eisen (STAC) beigesteuert. Es ist in Strahlrichtung durch 36 Szintillatoren unterteilt und kann dadurch die Entwicklung von hadronischen und elektromagnetischen Schauern sowie deren Energie bestimmen. Ferner wurden von DESY eine PDP 11/70 für die Datennahme beschafft, sowie sechs (25×36) - Triggermatrizen gebaut.

Im Frühsommer wurde die experimentelle Anordnung mit dem Myonstrahl ausgetestet. In den Monaten August bis Dezember wurden die ersten Messungen am schweren Target (STAC) und am Wasserstoff bei einer Energie von 280 GeV durchgeführt. Es standen bei dieser Energie bis zu $2 \cdot 10^7$ Myonen pro SPS-Puls zur Verfügung.

Erste vorläufige Resultate auf der Basis einer größeren Datenmenge vom schweren Target können für März 1979 erwartet werden.



Abb. 74 Im Aufbau befindliches Spektrometer für Myon-Nukleon-Streuung bei 300 GeV

Elektroproduktion in einer Streamerkammer
 DESY F21 - Cornell Universität - Universität Hamburg - Ithaca College

Elektroproduktion an einer Streamerkammer

Die Kollaboration setzte die Auswertung des Experimentes fort, das in den Jahren 1976 und 1977 am 12 GeV Elektronensynchrotron der Cornell-Universität durchgeführt worden ist. Durch die hohe Nachweiswahrscheinlichkeit von geladenen Teilchen in der Streamerkammer konnte man die inklusive und exklusive Teilchenerzeugung in tief-inelastischen Elektron-Proton-Wechselwirkungen (Q^2 bis 6 GeV^2) bei Schwerpunktsenergien bis zu $4,2 \text{ GeV}$ mit sehr kleinen systematischen Fehlern untersuchen.

Eine der wesentlichen in diesem Experiment untersuchten Fragen ist, ob sich die tief-inelastische Elektron-Proton-Streuung durch die Wechselwirkung eines ausgetauschten Photons mit einem Baustein des Protons, einem Quark, erklären läßt. In diesem Fall erwartet man, daß die schnellen Hadronen des Endzustandes eine Verteilung der relativen Energie z aufweisen, wie sie durch den Quark-Fragmentationsmechanismus beschrieben wird. In Abb. 75 sind die aus dem Experiment bestimmten Quark-Fragmentationsfunktionen für positive und negative Pionen gezeigt. Im Vergleich dazu sind Resultate von Neutrino-Reaktionen aufgetragen, die nach dem gleichen Mechanismus ablaufen sollten, ferner theoretische Funktionen, berechnet aus verschiedenen Modellen.

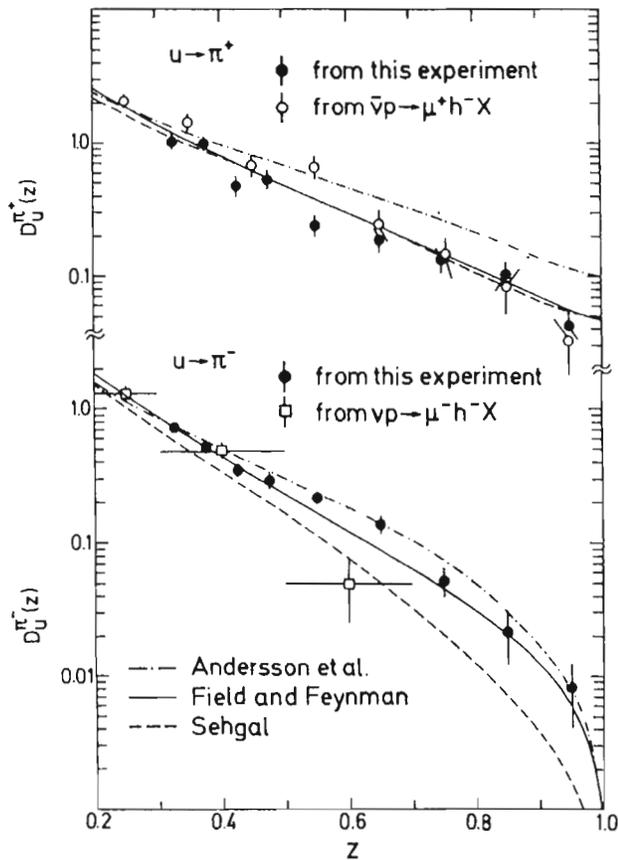


Abb. 75

Die gute Übereinstimmung der aus den verschiedenen Reaktionen bestimmten Fragmentationsfunktionen ist konsistent mit der Annahme eines universellen Fragmentationsmechanismus. Auch in e^+e^- -Reaktionen sollten dann die Hadronen nach diesem Mechanismus erzeugt werden; allerdings können hier die in Abb. 75 gezeigten D-Funktionen nicht getrennt für π^+ und π^- bestimmt werden. Die Summe dieser D-Funktionen ist aber auch in e^+e^- -Experimenten gemessen worden und stimmt mit den Resultaten dieses Experiments überein. Dies ist ein weiterer Hinweis für die Richtigkeit der Quark-Fragmentationshypothese.

Die Untersuchung der Teilchen mit Strangeness ergab, daß die Erzeugung von K^0 und \bar{K}^0 in ep-Reaktionen etwa zehnmal weniger wahrscheinlich ist als in e^+e^- -Reaktionen unterhalb der Charmschwelle. Dieses Ergebnis zeigt, daß die Brechung der SU(3)-Symmetrie in der Quarkfragmentation stärker ist, als in den Fragmentationsmodellen bisher angenommen wurde. Unter Zuhilfenahme der e^+e^- -Daten und Daten über K^\pm -Produktion von anderen Elektroproduktionsexperimenten konnte man erstmalig Werte für die Fragmentationsfunktionen von u, d und s Quarks in K-Mesonen bestimmen (Abb. 76). Man erkennt hier die Diskrepanz mit dem eine schwächere SU(3)-Brechung voraussetzenden Modell von Field und Feynman.

Ein anderer für die Quarkfragmentation wichtiger Parameter ist das Verhältnis der Erzeugung von Vektormesonen zu Pseudoskalmesonen. Nach Korrektur auf Pionen, die indirekt durch Zerfall höherer Resonanzen entstehen, ergab sich ein Verhältnis $\rho/\pi = 1,5 \pm 0,3$ für die direkt erzeugten Teilchen.

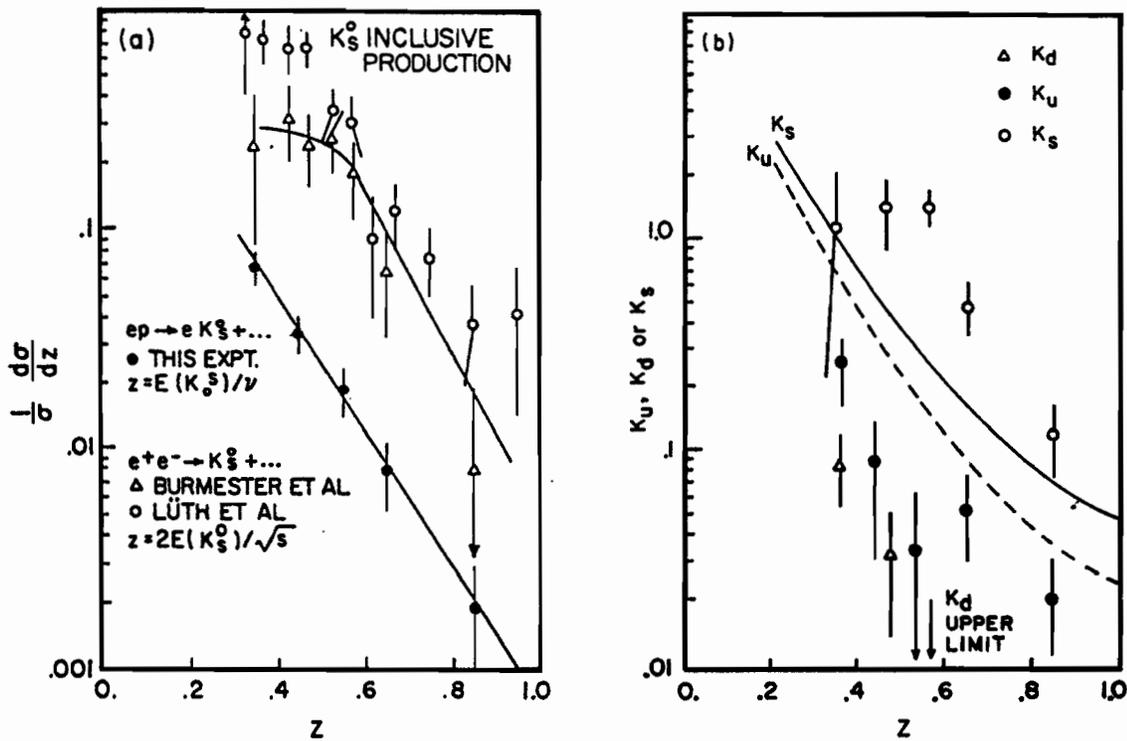


Abb. 76

Theoretische Physik

Im Mittelpunkt des Interesses der Gruppe Theorie stand die Quantenchromodynamik (QCD) als Kandidat für eine Theorie der Elementarteilchen. Einerseits wurden fundamentale Fragen diskutiert, die mit dem confinement der Quarks zusammenhängen, zum anderen befaßten sich viele Arbeiten mit den phänomenologischen Folgerungen von QCD, wie sie für die Hadronjets speziell bei e^+e^- Reaktionen und für Bindungszustände von schweren Quarks von Bedeutung sind. Die Bedeutung der schwachen Wechselwirkung beim Studium von Quarkbindungszuständen hat zu zahlreichen Publikationen auch auf diesem Gebiet geführt.

Die Korrekturen, die durch Gluonemission im Rahmen der QCD an dem naiven Partonbild für e^+e^- -Reaktionen entstehen, führen zu meßbaren Asymmetrien in Produktionsebenen von Hadronen (17) sowie zu einem Anstieg des mittleren Transversalimpulses (35). Die direkte Emission eines Photons (statt eines Gluons) in einem Jet erlaubt einen wichtigen Test des Quark-Bildes (44). Als globalere Eigenschaft von Jets mit Gluonen wurde der Energiefluß innerhalb eines vorgegebenen Winkels berechnet (42). Der Zerfall von schweren Quarkonium-Zuständen erweist sich als bester Bereich, den Einfluß der 3-Gluonkopplung auf Gluonfragmentationsfunktion zu erforschen (46). Im Gegensatz zu dem reinen Quark-Jet-Bild zwingen die vorhandenen nicht-störungstheoretischen Effekte (39), konventionelle Feuerball-Modelle zur Beschreibung von Transversalimpulsverteilungen bei endlichen Energien zu benutzen (37).

Die Entdeckung des Υ -Mesons hat es möglich gemacht, die Zerfälle sehr schwerer Quark-Antiquark-Bindungszustände gezielt als Quellen von Gluon-Jets zu benutzen. Speziell die Winkel und Impulsverteilungen bei den 3 Gluon-Zerfällen der Vektormesonen ermöglichen einen direkten Test der QCD (25, 12). Dasselbe gilt für die 2-Gluon-Zerfälle der P-Wellenzustände, die in den Kaskadenzerfällen des Υ' auftreten (28). Falls es „glue-balls“ gibt, dürften sie am besten in den Quarkonium-Endzuständen nachzuweisen sein (11). Auch die Polarisation der f 's in dem Prozeß $J/\psi \rightarrow \gamma f$ ist durch den 2-Gluonzwischenzustand bestimmt (6). Allgemein bietet der Übergang eines schweren Vektormesons in ein virtuelles Photon plus Hadronen die Möglichkeit, die Dynamik der Zweigschen Regel zu untersuchen (21). Auch der „umgekehrte“ Prozeß, nämlich die Erzeugung von Quarkoniumzuständen in Hadronreaktionen wurde mit Hilfe der QCD analysiert (18).

Die Vielzahl von Charmoniumzuständen läßt sich, abweichend vom Quarkmodell, auch durch Bindungsniveaus von Mesonen mit charm erklären (27). Ähnlich wurden im Bereich der Baryon-Antibaryon-Schwelle liegende Teilchen als Diquark-Antidiquark-Zustände gedeutet (31). In (10) wurde gezeigt, daß das relativistische Bindungsproblem mit confinement eine unkonventionelle Form des Quarkpropagators erfordert.

Für das Gebiet der tiefinelastischen Lepton-Nukleonstreuung wurden mittels der DGS-Spektaldarstellung Skalenbrechung durch Masseneffekte berechnet (22). Welche renormierungsunabhängigen Observablen durch genaue Messung der Skalenbrechung bestimmt werden können, konnte zusammen mit einem Berechnungsverfahren in (16) angegeben werden.

Die feldtheoretischen Untersuchungen über das Confinementproblem bedienten sich sowohl zweidimensionaler Modelle als auch des Gitterraums. Unter den zweidimensionalen Modellen stimmen die CP^{n-1} -Modelle in besonders vielen Eigenschaften mit der QCD überein. So haben sie eine dimensionslose Kopplungskonstante, sind asymptotisch frei und besitzen klassische Instantonlösungen. Für CP^{n-1} -Modelle mit quarks konnte im Rahmen der $1/N$ -Entwicklung sowohl „quark confinement“ als auch spontane Brechung der chiralen Symmetrie ohne isoskalares Goldstoneboson gezeigt werden (45). Für die masselose QED in 2-Dimensionen wurde die interessante Struktur des Vakuums untersucht (15). Phasenübergänge im vierdimensionalen $Z(N)$ -Modell auf dem Gitter wurden in (29) studiert. Im Rahmen der QCD und einer chiralen Störungstheorie gelang es, die Massenabschätzungen für die leichten Quarks zu verbessern (24).

Die Phänomenologie der schwachen Wechselwirkung ergab Berührungspunkte mit der e^+e^- -Jet-Physik: Die Kaskadenzerfälle von Mesonen mit Beauty-Quantenzahlen führen zu jet-artigen Endzuständen und beeinflussen die mittleren Jet-Parameter (26). Die Endzustände beim Zerfall von Mesonen und Baryonen mit Charm und Beauty wurden in einer Reihe von Arbeiten behandelt (14, 22, 34, 41). Die Salam-Weinberg-Theorie führt innerhalb des Quarkmodells zu einer Paritätsverletzung der $N\bar{N}$ -Kopplung (36). Die experimentellen Signaturen eines hypothetischen neuen schweren Leptons wurden in (33) und die hadronischen Zerfallskanäle des τ in (8) erörtert.

Das relativistische Baryon-Antibaryon-System war das Thema mehrerer Arbeiten, die auch quantitative Aussagen über elektromagnetische Nukleonformfaktoren erbrachten (38, 43, 47, 48). Eine dispersionstheoretische Behandlung der ρ -Formfaktoren zeigte Abweichungen von einfachem Vektordominanzverhalten (30).

Zahlreiche der genannten Arbeiten wurden von kurz- oder längerfristigen Gästen der Gruppe Theorie durchgeführt. Das Gastprogramm sowohl für die deutschen Universitäten, als auch für ausländische Besucher erwies sich als außerordentlich fruchtbar.

Experimente mit Synchrotronstrahlung

Hamburger Synchrotronstrahlungslabor F41 – HASYLAB

An DESY und DORIS wird Synchrotronstrahlung (elektromagnetische Strahlung, die bei der Beschleunigung und Speicherung von Elektronen und Positronen abgestrahlt wird) für die Untersuchung der elektronischen und geometrischen Struktur der Materie und für angewandte Forschung im Bereich der weichen und harten Röntgenstrahlung genutzt. Neben den laufenden Experimenten mit dieser Strahlung wurde im Jahre 1978 mit dem Aufbau für ein stark erweitertes Labor an DORIS begonnen, das zusammen mit den notwendigen Hilfseinrichtungen eine wesentlich umfangreichere und bessere Nutzung der Synchrotronstrahlung erlauben wird und 1980 in Betrieb gehen soll. Außerdem haben die mehr als zwanzig Arbeitsgruppen ihre laufenden Projekte weitergeführt, soweit es die Betriebsbedingungen von DESY und DORIS zuließen. Den Schwerpunkt bildeten dabei Untersuchungen der elektronischen Struktur von Atomen, Molekülen und festen Körpern im Vakuumultraviolett und weichen Röntgengebiet. Daneben gab es eine Reihe von anwendungsnahen Projekten, wie z. B. Mikroskopie mit weicher Röntgenstrahlung und Eichung sekundärer Standardlichtquellen für Plasma- und Astrophysik.

Die technologischen Anwendungsmöglichkeiten der Synchrotronstrahlung führten zum Aufbau eines Labors der Fraunhofergesellschaft am Speicherring DORIS, in dem zusammen mit mehreren Industrieunternehmen das Kopierverfahren für subminiaturisierte Schaltkreise mit Synchrotronstrahlung weiterentwickelt werden soll. Zu diesem Labor sowie zum Europäischen Labor für Molekularbiologie, EMBL, bestehen gute Kontakte. Ebenfalls gute Verbindungen bestehen mit der Berliner Speicherring GmbH für Synchrotronstrahlung, BESSY, die durch einen Transfer von Erfahrung beim Aufbau eines Synchrotronstrahlungslabors und der erforderlichen Instrumentierung unterstützt wird.

Mehrere Mitarbeiter der Synchrotronstrahlungsgruppe arbeiteten im Rahmen der European Science Foundation, ESF, (Strasbourg) an einer Studie für einen Europäischen Speicherring für Synchrotronstrahlung mit, die 1979 fertiggestellt werden soll. Die auf diesem Wege angeknüpften internationalen Kontakte wirken sich auch sehr fruchtbar auf die bereits laufenden Forschungsprojekte und den Aufbau des HASYLAB aus. Der Verbesserung des Informationsflusses zu den Gruppen, die Instrumente für HASYLAB aufbauen, und der Koordination der Planung diente auch das jährliche Benutzertreffen, das am 17. November stattfand und zu dem mehr als 80 Teilnehmer aus allen Teilen Deutschlands und dem Ausland angereist waren.

Im Berichtsjahr arbeiteten auch Gastwissenschaftler aus Schweden, Japan, der Sowjetunion, Pakistan und den USA an laufenden Forschungsprojekten mit.

Planung und erste Aufbauarbeiten für das Hamburger Synchrotron- strahlungslabor

Eine der Hauptaufgaben von HASYLAB in den nächsten Jahren sind der Aufbau und die Instrumentierung des neuen, stark erweiterten Labors. Am Speicherring DORIS wird am Nordwestbogen eine etwa 40 m x 30 m große, 9 m hohe Experimentierhalle angebaut; in unmittelbarer Nachbarschaft wird ein Labor- und Bürogebäude errichtet, um in Zukunft die Experimente noch besser vorbereiten zu können und um der wachsenden Zahl von Technikern, Ingenieuren und Wissenschaftlern, die in dem neuen Labor arbeiten werden, geeignete Räume zur Verfügung zu stellen. Wie Abb. 77 zeigt, wird in der Experimentierhalle die Nutzung eines erheblichen Teils der Strahlung, die im Kreisbogen des Quadranten I entsteht, möglich.

Während bisher in diesem Quadranten das Labor 3 mit einem schmalen Strahlungsfächer aus einem einzigen Ablenkmagneten versorgt wurde, soll in Zukunft Strahlung aus 6 Magneten genutzt werden. Dabei kann Strahlung, die auf dem letzten Teilstück der Bahn in den Magneten 1, 3 und 5 entsteht, durch geeignete Auslaßkammern aus den nachfolgenden Magneten 2, 4 und 6 geführt werden, so daß aus den Magneten 1, 3 und 5 sogar zwei breite Strahlungsfächer für die Experimente zur Verfügung gestellt werden können. Trotz der erheblichen vorbereitenden Bau- und Verlegungsmaßnahmen, von denen die Stromversorgung von DORIS und PETRA betroffen wird, ist zu erwarten, daß der Rohbau der großen Experimentierhalle Ende 1979 fertiggestellt werden kann.

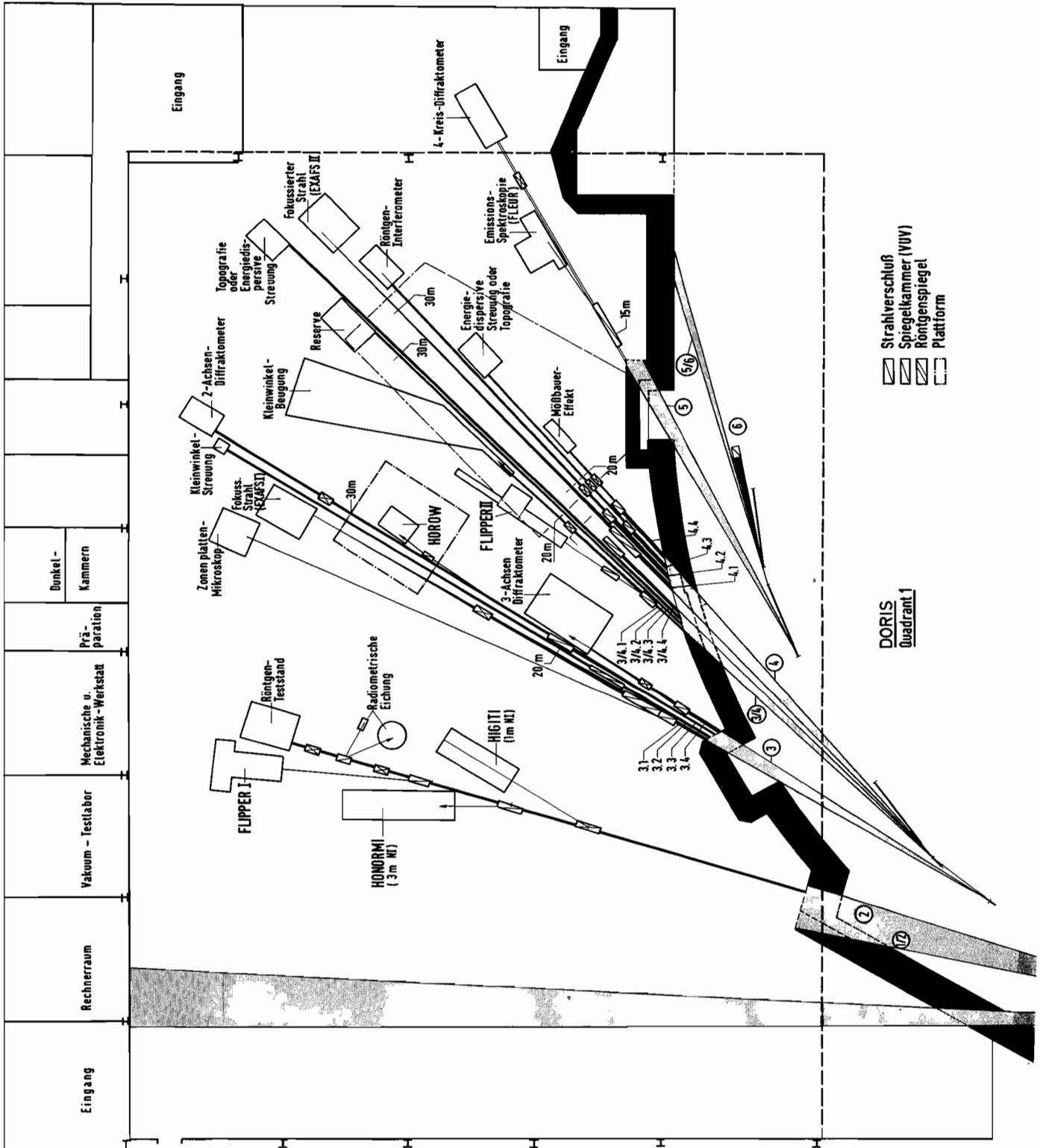


Abb. 77

Eine Übersicht über die geplante Strahlführung und die Meßplätze in der neuen Experimentierhalle in einer ersten Ausbaustufe ist in Abb. 77 wiedergegeben.

*Experimentprogramm
im Jahre 1978*

Die folgende 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 Apparaten oft in Kollaboration mit einer größeren Arbeitsgruppe in einigen Meßschichten bearbeiten. Aus Mangel an geeigneter Meßmöglichkeit in den DESY-eigenen Labors wurde auch einigen Experimenten Gastrecht in den Labors des Europäischen Labors für Molekularbiologie, EMBL, gewährt.

| Experiment | Arbeitsgruppe (verantwortlicher Wissenschaftler) |
|---|---|
| 1. Lumineszenz und Ionisation von kleinen Molekülen | Fachbereich Physik, Uni Kaiserslautern (H. Schmoranzer) |
| 2. Photoionisation und Photodissoziation kleiner organischer Moleküle | Inst. Phys. Chemie, FU Berlin (H. Baumgärtel) |
| 3. Absorption von Metall- und Alkalihalogeniddämpfen | II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg (B. Sonntag) |
| 4. Absorption an festen und gasförmigen Phosphinen, Silanen und Tellurverbindungen | II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg (B. Sonntag) |
| 5. Hochauflösende Spektroskopie an Molekülen, Molekülkristallen und matrixisolierten Molekülen | DESY (E. E. Koch) |
| 6. Energie- und zeitaufgelöste Fluoreszenzspektroskopie an homonuklearen Edelgasmolekülen und einfachen Edelgasverbindungen in der Gasphase | II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg (G. Zimmerer) Ges. Hochschule Wuppertal (D. Haaks) CNRS, Paris (M. C. Castex) |
| 7. Zeit- und energieaufgelöste Lumineszenzspektroskopie von N ₂ , O ₂ und CO in festen Matrizen | Inst. Exp. Phys., Uni Kiel (R. Haensel, N. Schwentner) CNRS, Paris (E. Boursey) |
| 8. Zwei-Photonen-Photoemission an Festkörpern | Sektion Physik, Uni München (W. Steinmann, V. Saile) |
| 9. Photoelektronenspektroskopie an organischen Molekülkristallen im VUV | DESY (E. E. Koch) |
| 10. Emissionsspektroskopie im Bereich der ultraweichen Röntgenstrahlen mit Anregung durch Synchrotronstrahlung | Sektion Physik, Uni München (G. Wiech) |
| 11. Exzitonen und Oberflächenanregungen in Festkörpern | Inst. Exp. Phys., Uni Kiel (M. Skibowski) Sektion Physik, Uni München (V. Saile) |
| 12. Photoelektrische Emission an Festkörperoberflächen im weichen Röntgengebiet | DESY (C. Kunz) |
| 13. Entwicklung und Kalibrierung von Vakuum-UV Transfer Standards für die Diagnostik von Tokamak-Plasmen | PTB Berlin (B. Wende) |
| 14. Untersuchung von abbildenden und dispergierenden Systemen im Gebiet der weichen Röntgenstrahlung und im VUV | Universitäts-Sternwarte Göttingen (G. Schmahl, D. Rudolph) |
| 15. Entwicklung und Test von Interferenzspiegeln und Aufbau eines Mikroskops für weiche Röntgenstrahlung | DESY (C. Kunz) IBM, Yorktown Heights (E. Spiller) |

- | | |
|--|---|
| 16. Absorptions- und Ausbeutespektroskopie im Röntgengebiet (EXAFS) | Inst. Exp. Phys., Uni Kiel (R. Haensel, P. Rabe) |
| 17. Röntgeninterferometer zur Messung der Dispersion für Röntgenstrahlung | Lehrstuhl Exp. Phys. I, Uni Dortmund (U. Bonse) |
| 18. Mössbauerspektroskopie mit Synchrotronstrahlung (im Aufbau) | II. Inst. Exp. Phys., Uni Hamburg (E. Gerdau) |
| 19. Untersuchung von schnellen Kristallisations- und Orientierungsprozessen in festen Hochpolymeren mit Hilfe der Synchrotronstrahlung | Inst. Anorg. und Angew. Chemie Uni Hamburg (G. Elsner, H. G. Zachmann) |
| 20. Development and use of the X-ray energy dispersive scattering method | Uni Kopenhagen (B. Buras, J. Staun Olsen) Technical Univ. Dänemark (L. Gerward) Univ. of Oxford (A. M. Glazer) |

Kurz- und Testexperimente

- | | |
|---|---|
| 21. Messung der Photoionisationsschwelle in organischen Flüssigkeiten | HMI, Berlin (W. F. Schmidt) in Kollaboration mit DESY |
| 22. UV-optical detection of He implanted in thin aluminium films in radiation damage bubbles | Uni Namur (A. Lucas) in Kollaboration mit DESY |
| 23. Photoemissionsuntersuchungen am SmS, TmSe und Yb-intermetallischen Verbindungen sowie an Pb-Einkristallen und Pd-H _x -Systemen | Jülich (M. Campagna, W. Gudat) |
| 24. Untersuchungen an freitragenden Transmissionsgittern im EUV | MPI München (H. Bräuninger, J. Trümper) in Kollaboration mit DESY |
| 25. Photoelektronenspektroskopie an seltenen Erden-Lasermaterialien | Uni Hamburg (H.-G. Danielmeyer) in Kollaboration mit DESY |
| 26. Photoelektronenspektroskopie an Ba Metall | Uni Saarbrücken (S. Hüfner, P. Steiner) in Kollaboration mit DESY |
| 27. Röntgenfluoreszenzspektroskopie mit Hilfe der Synchrotronstrahlung | TU Berlin (R. Brückner) Uni Frankfurt (H. U. Chun) in Kollaboration mit München |
| 28. Topographie von magnetischen Bereichen | Technical Research Center of Finland, Helsinki (T. Tuomi) Fritz-Haber-Institut, Berlin (J. D. Stephenson) |
| 29. X-ray topography of solid rare gases with synchrotron radiation | Uni Jerusalem (I. T. Steinberger) in Kollaboration mit DESY |
| 30. Röntgenographische Untersuchung des thermischen Umwandlungsverhaltens von Quarzen | Uni Kiel (P. Bettermann, H. Küppers) |
| 31. Magnetic domain studies by x-ray topography using synchrotron radiation | Durham Univ., GB (B. Tanner) |
| 32. Compton scattering experiments | Univ. of Warwick (M. Cooper) |

Daneben liegen eine Reihe von interessanten Vorschlägen für Experimente vor, die bereits begutachtet und befürwortet sind. Mit dem Aufbau und der Durchführung dieser Experimente konnte jedoch wegen der knappen Meßzeit bisher noch nicht begonnen werden.

Atom- und Molekülphysik

Korrelationseffekte in den 3p-Spektren der atomaren Übergangsmetalle (3)

Die Untersuchung der 3p-Spektren der atomaren 3d-Übergangsmetalle wurde durch die Bestimmung der Cr-3p-Anregung fortgesetzt. Im Gegensatz zu den Metallen Mn bis Ni ist bei Cr die Hauptoszillatorstärke der 3p-3d-Übergänge in den hochenergetischen Multiplettlinien konzentriert, die infolge der starken 3p-3d Wechselwirkung mit 3p— ϵ d Kontinuumsübergängen überlappen. Super-Coster-Kronig-Zerfall und Autoionisation in das eigene Kontinuum resultieren in einer Vielzahl von asymmetrischen Linien. Der dominant atomare Charakter der 3p-Spektren der Metalle Mn bis Ni ist für Cr nicht gegeben. Der Einfluß der Nachbaratome im Metall resultiert in drastischen Änderungen des Spektrums.

Innermolekulare Resonanzen (3)

Molekülspektren weisen häufig oberhalb des Einsatzes der Übergänge aus inneren Schalen ausgeprägte Maxima auf, die auf Übergänge in innerhalb des Moleküls lokalisierte Resonanzzustände zurückgeführt werden können. Untersuchungen an den 4d-Spektren der Te- und Xe-tetra- und hexafluoride zeigen, daß man zwischen atomaren und molekularen Resonanzen unterscheiden kann, wobei erstere im wesentlichen vom Potential des Zentralatoms bestimmt werden, während für letztere das Potential der Liganden mit ausschlaggebend ist. Wie empfindlich diese Resonanzen auf Änderungen des Potentials reagieren, zeigt das beobachtete Verschwinden der molekularen Resonanzen beim Übergang von den Te- zu den Xe-fluoriden.

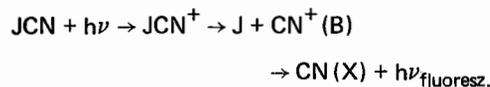
Fluoreszenz gasförmiger Moleküle (1)

Die Messungen der VUV-Emissionskontinua, die von selektiv angeregten Schwingungsniveaus v' des $B\ 2p\ ^1\Sigma_u^+$ -Elektronenzustands des H_2 ausgehen und in das Dissoziationskontinuum des Elektronengrundzustands $X\ 1s\ ^1\Sigma_g^+$ führen, wurden auf $v' = 7 \dots 13$ erweitert. Die gemessenen spektralen Intensitätsverteilungen bestätigen die quantenmechanischen Rechnungen von Dalgarno, Herzberg und Stephens für diesen mit Strahlung verbundenen Dissoziationsprozeß. Andererseits kann man das Auftreten und den Energiebereich der gebunden-frei-Emission auch anhand des Mullikanschen Differenzpotentials diskutieren. Der $H_2\ B \rightarrow X$ gebunden-frei-Emissionsprozeß stellt einen potentiellen Lasermechanismus zur Erzeugung abstimmbarer VUV-Strahlung im Wellenlängenbereich von etwa 170 nm bis 122 nm dar.

Fragmentation kleiner Moleküle (2)

Die im Vorjahr aufgenommenen massenspektrometrischen Experimente am Speicherring DO-RIS wurden fortgesetzt. Besonderes Interesse galt den Photodissoziationsprozessen von CCl_4 , CF_3Cl und $C_2H_2F_2$. An diesen Molekülen wurde die Ionenpaarbildung studiert. Es konnte nachgewiesen werden, daß außer den Halogenidionen F^- und Cl^- eine Vielzahl von anderen Anionen entsteht. Die Difluoräthylene zeigen in ihrem Fragmentierungsverhalten unerwartete Unterschiede. So wurden ähnliche Zerfallsmechanismen für 1, 1- und trans-Isomere gefunden, während die von cis-Difluoräthylene abweichen. Nur für dieses Molekül tritt das Ion F_2^- im Anionenmassenspektrum auf. Eine Deutung der Dissoziationsprozesse ergibt sich aus der Wechselwirkung der einzelnen Substituenten der Isomeren in den angeregten Zuständen.

Zu einem weiteren wissenschaftlichen Schwerpunkt in der Arbeitsgruppe entwickelte sich die Fluoreszenzspektroskopie. Der Einsatz einer Apparatur zum Nachweis monochromatischen Lichts (2000Å bis 6000Å) ermöglichte detaillierte Untersuchungen von Photoreaktionen an Bromcyan und Jodcyan. Prozesse von der Art



verlaufen über Rydbergzustände, die mit Dissoziationskontinua wechselwirken.

Fluoreszenzspektroskopie an Excimeren (6)

In jüngster Zeit sind Excimere zu einem interessanten Untersuchungsobjekt der Molekülphysik geworden, nicht zuletzt wegen ihrer Anwendung in Excimer-Lasern. Bei Excimeren handelt es sich um zweiatomige Moleküle, die nur in elektronischen Anregungszuständen binden und daher nach der Herstellung nur eine kurze Lebensdauer (ca. 1ns – 1ms) haben. An Xe_2 und Kr_2 ,

die als Modelle für die neue Klasse von Molekülen gelten können, wurden im VUV zeit- und energieaufgelöste Fluoreszenzuntersuchungen durchgeführt. Die Messungen sind nicht einfach, da im zeitlichen Mittel nur ca. 100 bis 10.000 Moleküle vorhanden sind. Es wurde die strahlende Lebensdauer einiger Molekülzustände gemessen. Ferner ergeben die Messungen detaillierte Information über die Bildung der Moleküle nach gezielter Anregung von Edelgas-Atomen.

Eine höchst aktuelle Gruppe von Excimeren sind Edelgasverbindungen. Entgegen der landläufigen Meinung sind Edelgase äußerst aggressiv – wenn sie elektronisch angeregt sind. So sind z.B. inzwischen nahezu alle Edelgas-Mono-Halogenide bekannt. Bei DESY gelang es erstmals, durch gezielte optische Anregung in Edelgas-Halogen-Mischungen am Beispiel des KrCl die photomechanische Synthese eines Edelgasmonohalogenids durchzuführen. Der Nachweis der Moleküle erfolgt über deren charakteristische Fluoreszenz. Es zeigt sich, daß die Methode der gezielten Anregung mit monochromatischer, gepulster Synchrotronstrahlung zu einer Standardmethode für die Untersuchung von Excimeren werden kann.

Nachdem erste zeit- und energieaufgelöste Lumineszenz-Untersuchungen an reinen und edelgasdotierten festen Edelgasen zu einem gewissen Abschluß gekommen waren, konzentrierte sich das Interesse im Berichtsjahr auf Untersuchungen von NO, H₂ und CO in Ne-, Ar- und Kr-Matrizen. Eine aktuelle und kontrovers diskutierte Frage ist, ob Rydbergzustände von NO in Edelgasmatrizen existieren. In Zusammenarbeit mit E. Boursey (Paris) konnte mit Hilfe einer Meßanordnung, welche sowohl das Anregungs- als auch das Lumineszenzlicht auszuwählen gestattet, gezeigt werden, daß Rydberg-Zustände tatsächlich existieren. Dies wird dadurch ermöglicht, daß die Matrixatome um das angeregte NO-Molekül zurückweichen und so Rydbergzustände gebildet werden können.

In Abb. 78 sind Lumineszenzspektren von 0,1 % von NO in Ar für $\lambda_{\text{anr}} = 1940\text{Å}$ bzw. 1865Å zu sehen. Bei $\lambda_{\text{anr}} = 1865\text{Å}$ sind im Lumineszenzspektrum überwiegend Übergänge aus Valenzzuständen zu beobachten. Andere Autoren, die durch die Verwendung von Linienquellen auf die Wellenlänge $\lambda_{\text{anr}} = 1850\text{Å}$ (und 1470Å) beschränkt waren, schlossen vorschnell die Existenz von Rydbergzuständen in festen Matrizen aus. Dagegen sieht man bei Anregung mit $\lambda_{\text{anr}} = 1940\text{Å}$ deutlich neue Emissionslinien, die als Rydberg-Übergänge gedeutet werden können. Dies ist ein gutes Beispiel für die Notwendigkeit, die Anregungsenergie der Photonen auch in kleinen Bereichen gezielt variieren zu können.

Aus der Energieabhängigkeit der photoelektrischen Leitfähigkeit von flüssigem Tetramethylsilan ((CH₃)₄Si) wurde die Ionisierungsenergie zu $(8,1 \pm 0,1)$ eV bestimmt. Dieser Wert ist um 1,69 eV kleiner als die Ionisierungsenergie in der Gasphase. Diese Erniedrigung wird durch die Elektronenaffinität der Flüssigkeit ($V_0 = -0,57$ eV) und die Polarisationsenergie des positiven Ions ($P_+ = -1,12$ eV) bedingt.

Am 3m Normal Inzidenz Monochromator wurden die Absorptionsmessungen mit hoher Auflösung fortgesetzt. Die Analyse der Absorptionsspektren von Benzol, Perdeuterobenzol und fluorierten Benzolen wurde abgeschlossen. Für CO in der Gasphase wurden mit hoher Auflösung absolute Wirkungsquerschnitte im Bereich $h\nu = 7$ bis 24 eV bestimmt. Für Valenz- und Rydberganregungen ergaben sich im Detail verbesserte Zuordnungen, insbesondere bei den Rydbergserien $n\sigma$, $n\sigma/\pi$ und $nd\sigma \rightarrow A^2\pi$.

In Absorptionsmessungen an festem N₂, festem CO und an matrixisoliertem N₂ und CO wurde die Feinstruktur aufgrund der Elektron-Phononkopplung eingehend untersucht. Diese Moleküle haben für einfache van der Waals Kristalle Modellcharakter. Für festes N₂ zeigen die hochangeregten elektronischen Zustände eine Struktur, die der Phononenzustandsdichte aus Raman- und Infrarotmessungen sehr ähnlich ist. Die Auswertung zeigt eine befriedigende Übereinstimmung mit theoretischen Rechnungen. Die Temperaturabhängigkeit kann zwanglos mit einem Debye-Modell erklärt werden. Wie die Feinstruktur verschiedener Übergänge von

Zeit- und energieaufgelöste Lumineszenzspektroskopie an kleinen Molekülen in Edelgasmatrizen (7)

Photoionisation von flüssigem Tetramethylsilan (21)

Hochaufgelöste Absorptionsmessungen an Molekülen, Molekülkristallen und Matrixisolierten Molekülen (5)

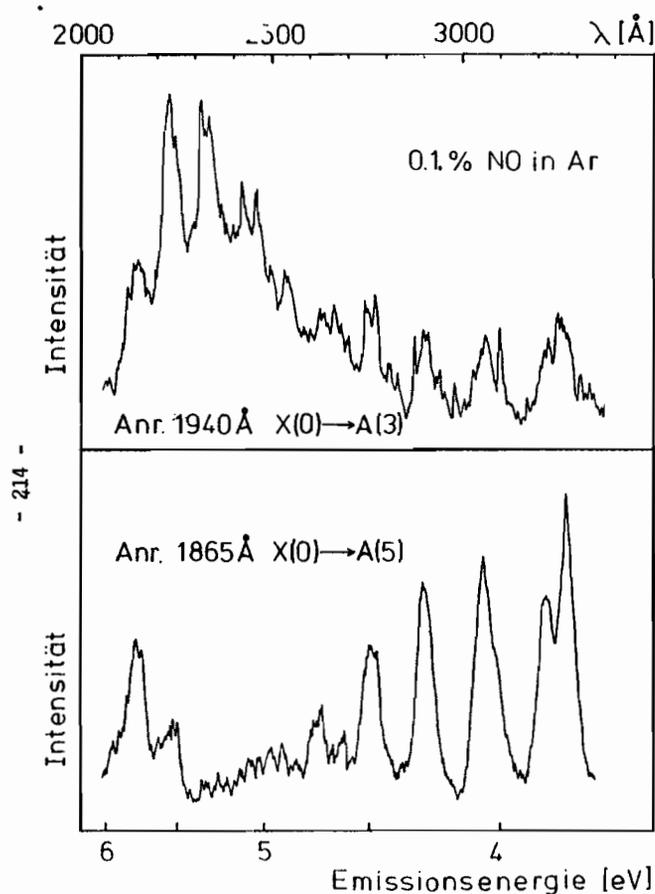


Abb. 78 Emissionsspektren von 0,1 % NO in festem Argon. Das obere Spektrum wurde mit Strahlung bei $\lambda = 1940\text{\AA}$ angeregt und zeigt scharfe Emissionslinien, die als Rydberganregungen gedeutet werden können und nicht in dem unteren Spektrum, das bei $\lambda = 1865\text{\AA}$ angeregt wurde, auftreten.

N_2 in einer Ne-Matrix zeigt, besteht für verschiedene elektronische Zustände des N_2 Moleküls je nach Symmetrie des angeregten Zustands eine unterschiedliche Exciton-Phononkopplung (Abb. 79). In diesem Ergebnis spiegeln sich die verschiedenen Auswahlregeln wieder. Ein Ergebnis, das unmittelbar aus der Analyse folgt, ist die Tatsache, daß die N_2 -Moleküle im fcc-Wirtsgitter bevorzugt längs der Raumdiagonalen orientiert eingebaut werden.

Röntgenfluoreszenz-emission von Einkristallen (10) und Gläsern (27)

Die Untersuchung der elektronischen Struktur von CaCO_3 mit Hilfe der Anisotropie der Röntgenemission an Kalkspat-Einkristallen wurde abgeschlossen. Durch die Zerlegung der unter verschiedenen Winkeln zur Ebene der CO_3^{2-} -Ionen aufgenommenen Sauerstoff K- und Kohlenstoff K-Spektren von einkristallinem CaCO_3 in die π - und σ -Anteile konnte die bisher umstrittene Reihenfolge der Orbitale $3e'$ und $1a'_2$ geklärt werden: Das Orbital $3e'$ ist das stärker gebundene. Außerdem konnte das $4a'_1$ - sowie das $1e''$ -Orbital eindeutig identifiziert und die Lage der Orbitale genauer als bisher bestimmt werden (Abb. 80).

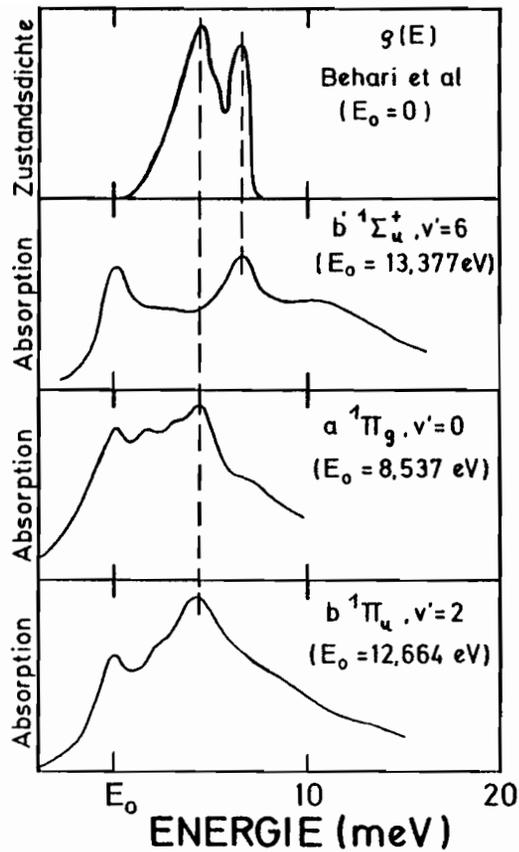


Abb. 79 Beim Einbau von N_2 in eine Ne-matrix zeigen verschiedene elektronische Zustände neben der Nullphononenlinie bei E_0 eine unterschiedliche Kopplung an die Phononen des Wirtsgitters. Im obersten Teil des Bildes ist das Ergebnis einer Berechnung der Phononenzustandsdichte für reines festes Ne wiedergegeben.

Außerdem wurde an Gläsern (27) der Zusammensetzung $SiO_2 \cdot x \cdot Na_2O$ (mit einem Na_2O -Gehalt bis 22,5 %) die Frage untersucht, in welcher Weise Na_2O die Bindung der Sauerstoffbrücken Si-O-Si und damit die elektronische Struktur beeinflusst. Die in dem O K-Emissionsspektrum beobachteten Effekte müssen noch im Zusammenhang mit bereits vorliegenden Si XPS K_{α} - und K_{β} -Spektren analysiert werden.

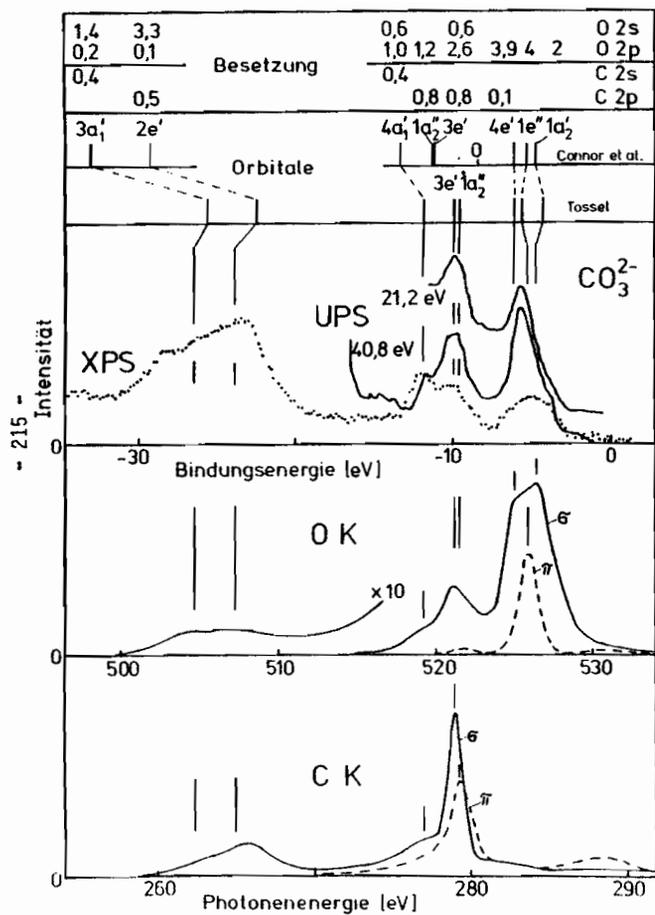


Abb. 80 π - und σ -Anteile des Sauerstoff- und Kohlenstoffspektrums von CO_3^{2-} zusammen mit UPS- und XPS-Messungen (Connor et al., J. Chem. Soc. Faraday Trans. II; Calabrese et al., J. Electr. Spectr. 6, 1 (1975) und der berechneten elektronischen Struktur.

Festkörper- und Oberflächenphysik

Der aufgrund der Ähnlichkeit der Cs^+ 4d-Spektren kristalliner und molekularer Cs-halogenide postulierte lokale Charakter der Anregungen konnte durch CI-Rechnungen für den Grundzustand und die angeregten Zustände des Cs-Ions im Feld der negativen Halogennachbarn bestätigt werden. Abb. 81 zeigt die experimentelle und theoretische Feinstruktur am Cs^+ -4d-Einsatz der molekularen Cs-Halogenide.

*Lokale Anregungen
in Festkörpern (3)*

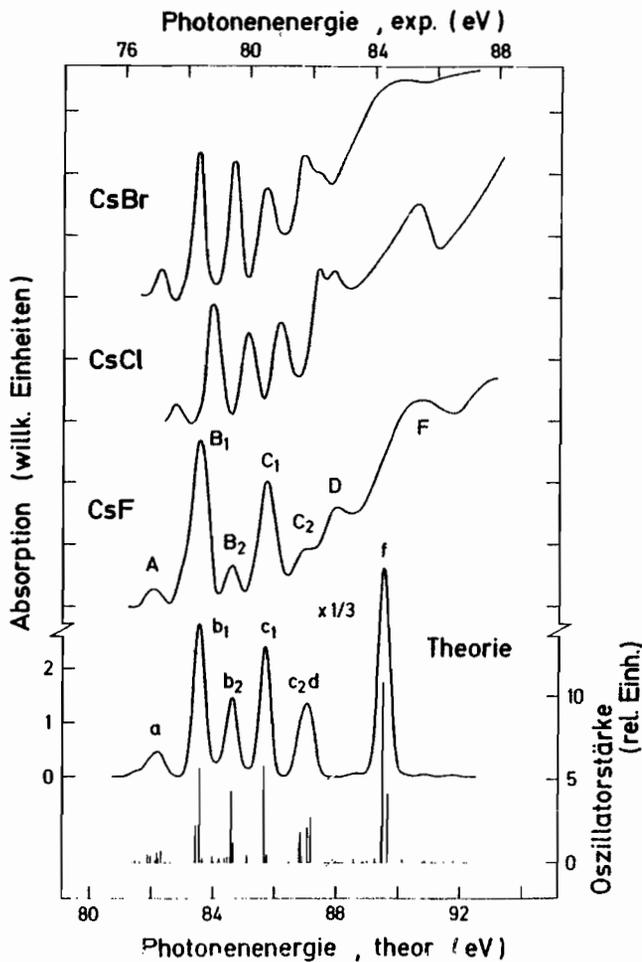


Abb. 81 Feinstruktur am Einsatz der Cs^+ 4d Absorption in molekularen Caesiumhalogeniden. Die theoretische Berechnung im unteren Teil des Bildes zeigt die gute Übereinstimmung.

Exzitonen und Oberflächenanregungen in Isolatoren und Halbleitern (11)

Es gelang erstmals, die Reflektivität von im UHV gespaltenen GaAs- und InAs- (110) Oberflächen bei tiefen Temperaturen im Bereich von 10–30 eV mit hoher Auflösung (~ 10m eV) zu studieren. Die Messungen wurden am 3 m-Monochromator HONORMI an Oberflächen durchgeführt, die in einem He-Kryostaten bei tiefen Temperaturen gespalten wurden. Besonders interessierte der Einsatz der Ga-3d bzw. In-4d-Anregung bei 20 eV bzw. 18 eV. Innerhalb eines Bereichs von nur 2 eV beobachtet man eine ausgeprägte Multiplettstruktur (Abb. 82). Die Anregungen lassen sich als Oberflächen- und Volumenexzitonen verstehen. Die Volumenexzitonen kann man als an die kritischen Punkte L und X im Leitungsband angekoppelt ansehen. Oberflächen, die an Luft gespalten sind, zeigen keine Oberflächenexzitonen. Der Temperaturkoeffizient für die Verschiebung der Übergangsenergien beträgt ca. -100 m eV/300 K, ist also vergleichbar mit dem bei Valenzbandanregungen. Er setzt sich aus einem Gitterexpansions- und einem Photonenanteil zusammen.

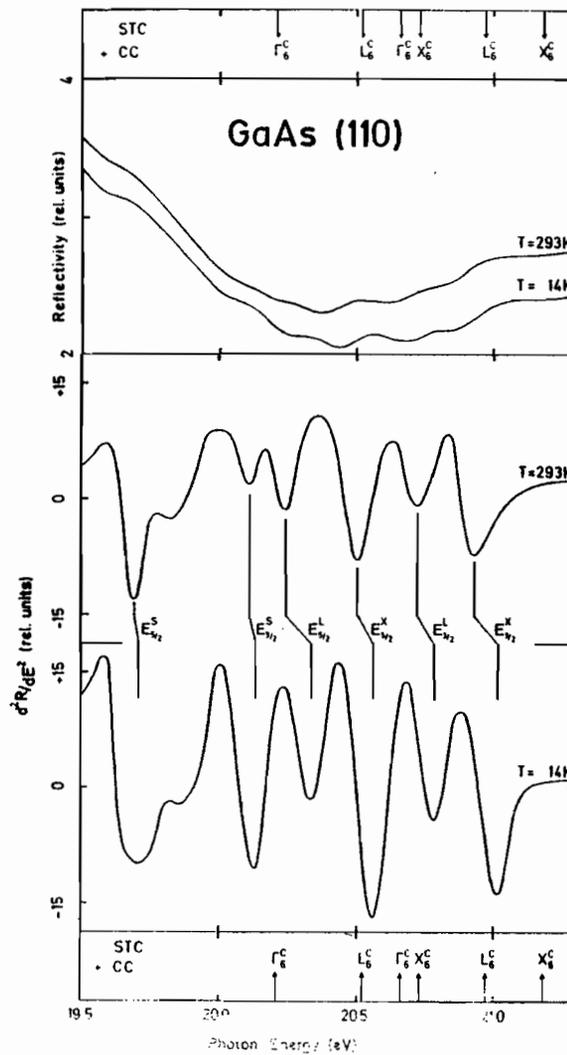


Abb. 82 Oberflächen- und Volumenexzitonen an einer GaAs-Spaltfläche. Die Strukturen werden deutlich erkennbar, wenn die zweite Ableitung der Reflektivität nach der Photonenenergie gebildet wird.

Ziel dieses Experimentes ist es, mit der Synchrotronstrahlung gebundene elektronische Zustände anzuregen und dann mit einem Laserpuls zu ionisieren. Bestimmt man die kinetische Energie der dabei emittierten Photoelektronen, kann man die energetische Lage des relaxierten Exzitonenniveaus im Festkörper festlegen. Über eine Variation des Zeitabstandes zwischen Synchrotronstrahlungspuls und Laserpuls kann die Lebensdauer des angeregten Zustandes ermittelt werden.

Resonante Zwei-Photonen-Photoemission an Exzitononen in festen Edelgasen (8)

Die experimentelle Anordnung zum Nachweis der Zwei-Photonen-Photoemission wurde 1978 am 3 m-Monochromator Honormi im Speicherringlabor aufgebaut und erfolgreich getestet. Ein N₂-Laser mit einer Photonenenergie von $h\nu = 3,7$ eV wird mit den Synchrotronstrahlungspulsen auf ± 1 nsec genau getriggert. Beide Lichtquellen werden auf einen etwa 1 mm² großen Fleck auf dem Edelgasfilm fokussiert. Ein ladungsempfindlicher Detektor mißt die Zahl der Photoelektronen pro Laserpuls. Voraussetzung für das Experiment ist „Single-Bunch“-Betrieb bei DORIS mit mehr als 20 mA Strahlstrom. Dann stehen etwa $10^3 - 10^4$ Photonen/Puls zur Verfügung. Der Laser liefert 10^{15} Photonen/Puls. In Vorversuchen wurden geeignete Substrate für die Edelgasfilme getestet und der Einfluß des Laserpulses auf die Photoelektronenausbeute von Alkalihalogeniden und festen Edelgasen gemessen.

Das Absorptionsverhalten von 3d-Übergangsmetallen und von Seltenen Erden wird im Bereich des Einsatzes der 3d- bzw. 4d-Anregung durch atomare Endzustände bestimmt. Die Autoionisation solcher angeregter Zustände wurde in Photoemission untersucht. Dabei konnte zum ersten Mal ein Resonanzverhalten der äußeren Rumpfelektronen und im Valenzband von Seltenen Erden und Ba (26) bei Variation der Anregungsenergie durch die großen 4d-Resonanzmaxima beobachtet werden. Die Resonanzüberhöhung ermöglichte die Lokalisierung von Seltenen Erd-4f-Niveaus im Valenzband der Verbindungen Ce P₅ O₁₄ und Gd La P₅ O₁₄ (25), die als Lasermaterialien Verwendung finden (Abb. 83). Die Bindungsenergie des 4f-Niveaus im Ce-Metall, die noch immer kontrovers diskutiert wird, wurde ebenfalls mit Hilfe der Resonanzüberhöhung zu 2 eV bestimmt.

Resonante Photoemission an Ni, Ba und den Seltenen Erden Ce, Gd, Tb und EU (12, 25, 26)

Im Energiebereich der Photoabsorption aus besetzten 4d in unbesetzte 4f Zustände wurden bei einer Reihe von anderen Seltenen-Erd-Metallen und -Verbindungen weitere ausgeprägte Resonanzeffekte bei der Photoemission aus 4f, 5s und 5p Zuständen beobachtet. Bei der SmS (001) Fläche, die durch in-situ Spalten hergestellt wurde, beobachtet man in einem ungewöhnlich schmalen Energiebereich von nur 3 eV Halbwertsbreite eine erhebliche Zunahme der 4f Emissionsintensität in der Nähe des 6p Zustands, wobei das Maximum bei einer Photonenenergie von 126,2 eV auftritt (Abb. 84). Dieses Verhalten kann als Fano Resonanz, die aufgrund des Zerfalls des intermedinären angeregten Zustands $4d^9 5s^2 5p^6 4f^7$ in den Endzustand $4d^{10} 5s^2 5p^6 4f^5 + \epsilon f$ auftritt, beschrieben werden. In den Spektren des trivalenten Sm Metalls findet sich für Bindungsenergien nahe dem ⁵I Zustand eine ausgeprägte Anti-Resonanz.

Resonante Photoemission an halbleitenden Seltenen-Erd-Verbindungen und -Metallen (23)

Phthalocyanine (PC) sind sehr stabile Verbindungen mit interessanten Halbleitereigenschaften. Ihre Molekülstruktur ist der des Chlorophylls und Hämoglobins sehr ähnlich. Die zwei Wasserstoffatome im Zentrum können leicht gegen andere Atome, insbesondere Übergangsmetalle, ausgetauscht werden. Im Berichtsjahr wurden die 1977 begonnenen Photoemissionsuntersuchungen auf eine Reihe von Metall-phthalocyaninen ausgedehnt (z.B. Mg-PC, Pb-PC, Pt-PC, Ni-PC, Fe-PC, Cu-PC). Es gelang dabei, auf Grund der $h\nu$ -Abhängigkeit der partiellen Wirkungsquerschnitte verschiedener Elektronen sowie auf Grund von sorgfältig bestimmten Differenzspektren zwischen Metall-PC und H₂-PC, den d-Elektronen Anteil bei einigen Metall-PC's im Valenzbandbereich zu bestimmen. Die Ergebnisse können mit d-Band Zustandsdichten der reinen Metalle sowie mit den wenigen vorliegenden Molekülorbitalrechnungen verglichen werden. In erster Näherung erhält man auch Aussagen über die atomaren Zustandsdichten der Metallatome in der organischen Matrix.

Photoelektronenspektroskopie an Phthalocyaninen (9)

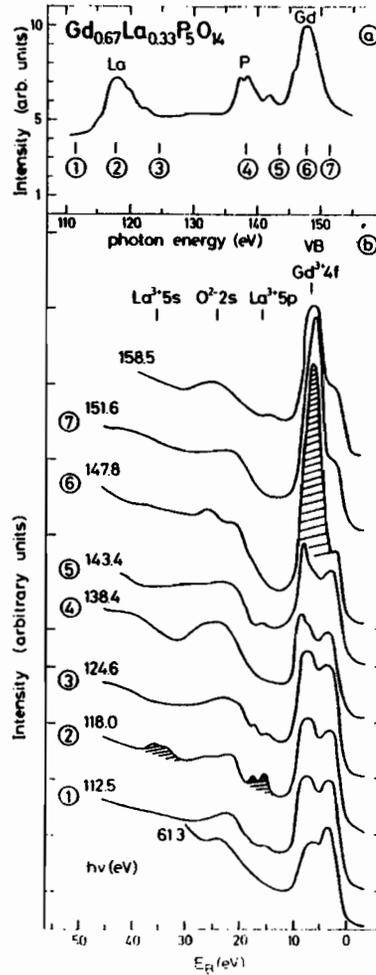


Abb. 83 Resonanzhöhung der $Gd^{3+} 4f$ Zustände beim Durchgang der Photonenenergie durch das Maximum der Gd 4d Resonanz. Untersucht wurde das Lasermaterial $Gd_{0.67}La_{0.33}P_5O_{14}$.

Bei Ni-PC wurde die für festes Ni beobachtete Resonanzüberhöhung eines Maximums etwa 6 eV unterhalb der Ni-d-Bänder beim Maximum der Ni 3 p Absorption ($h\nu \approx 68$ eV) beobachtet. Damit konnte der atomare Ursprung dieser Resonanz eindeutig festgestellt werden. Schließlich wurden die Austrittstiefen für Elektronen in H_2 -PC und Pb-PC erstmals über einen weiten Energiebereich bestimmt.

Photoemissionsmessungen an dünnen Aufdampfschichten auf Einkristallspaltflächen: Au/LiF, Au/Si (12)

Das Wachstum von Aufdampfschichten und die Wechselwirkung der aufgedampften Atome mit der Unterlage hängen entscheidend vom Unterlagematerial ab. An dünnen Goldschichten (mittlere Dicke 0,1 . . . 10 Å) wurden Photoemissionsmessungen auf zwei verschiedenen Unterlagen durchgeführt.

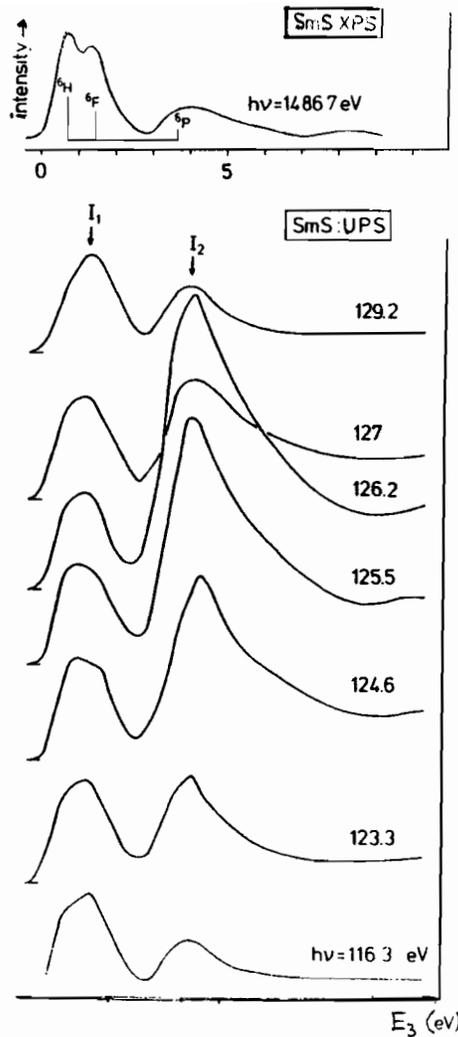


Abb. 84 In einem sehr schmalen Photonenenergiebereich von nur 3 eV Breite zeigt die ${}^6\text{P}$ -Komponente des Sm 4f Triplets in der Photoemission eine ausgeprägte Resonanzüberhöhung durch Zerfall einer 4d Resonanzanregung.

Auf LiF wächst eine Goldschicht in Form 3-dimensionaler, nicht zusammenhängender Inseln auf. Für besonders kleine Inseln tritt dabei ein Phasenübergang in eine bcc-Gitterstruktur auf. So konnten an diesen Schichten die Auswirkungen der Oberfläche, deren Beitrag zur Photoemission bei solchen Inseln besonders groß ist, und der Gitterstruktur auf die elektronischen Zustände des Gold-Festkörpers untersucht werden. Eine Wechselwirkung mit der Unterlage konnte nicht nachgewiesen werden.

Demgegenüber findet eine starke Wechselwirkung von Gold mit einer Silizium-Unterlage statt. Die Photoemissionsmessungen deuten auf eine Hybridisierung zwischen den Au-5d- und den Si-3p-Elektronen hin. Die Au-6s-Elektronen ersetzen dabei die intrinsischen Oberflächenzustände des Siliziums. Am Si-2p-Rumpfniveau konnten außerdem die Schottky-Barriere und der Bandverlauf im Bereich der Au-Si-Grenzschicht gemessen werden.

Angewandte Forschung

Mikroskopie mit weicher Röntgenstrahlung (15)

Das im Aufbau befindliche Rastermikroskop für extrem weiche Röntgenstrahlung (200 – 50 Å) soll mit einem Spiegelobjektiv für senkrechten Lichteinfall ausgestattet werden, da nur so die die Auflösung begrenzenden Bildfehler zu minimalisieren sind. Um die Reflektivität bei senkrechtem Lichteinfall für den angestrebten Wellenlängenbereich zu erhöhen, wurde weiter an der Optimierung von Mehrschichtinterferenzbelägen für Spiegel gearbeitet. Es ist gelungen, maximale Reflektivitäten von knapp 10 % bei $\lambda = 200 \text{ \AA}$ zu erreichen (Abb. 85). Zur Interpretation dieser Ergebnisse wurden die Reflektivitäten der verwendeten Materialien einzeln bei verschiedenen Einfallswinkeln gemessen, um daraus optische Konstanten zu bestimmen. Neben der niedrigen Reflektivität begrenzt auch Streulicht infolge von Oberflächenrauhigkeit die Verwendung von weichem Röntgenlicht für eine Abbildung. Es konnte gezeigt werden, daß bei der Wahl geeigneter Materialien, insbesondere einer Wolfram-Rhenium-Legierung, durch die Mehrschichtbedampfung die Rauigkeit der Unterlage nicht erhöht wird und im Prinzip Mehrschichtinterferenzspiegel bis hinunter zu $\lambda = 50 \text{ \AA}$ bei senkrechter Inzidenz möglich sind. Ihre Verwirklichung erfordert jedoch eine verbesserte Kontrolle der Schichtdicken beim Aufdampfen. Mit dem mechanischen Aufbau des Mikroskops wurde begonnen und interferometrische Tests des Rastermechanismus durchgeführt.

Effizienzmessungen an Transmissionsgittern (24)

Freitragende Transmissionsgitter in Verbindung mit Wolterteleskopen und ortsempfindlichen Detektoren erlauben empfindliche Spektroskopie kosmischer Röntgenquellen mit einer Auflösung $\lambda/\Delta\lambda \approx 100$. Solche Gitter können z. Zt. mit Gitterkonstanten bis zu 2000 l/mm hergestellt werden. Zur Stabilisierung dient ein grobes Stützgitter.

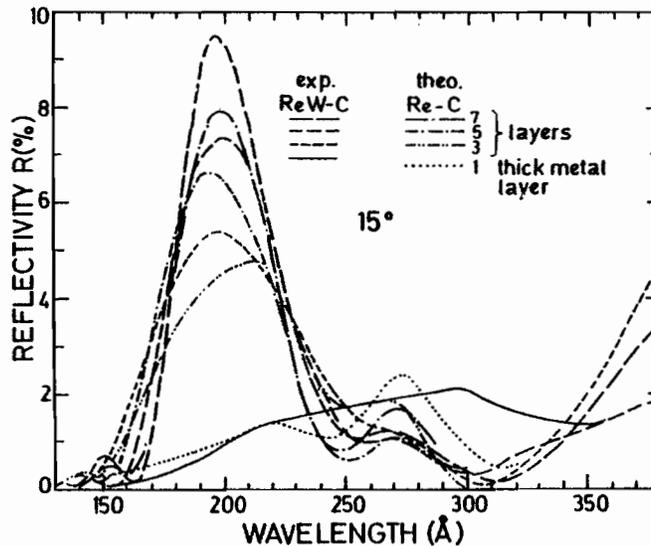


Abb. 85 Gemessene und berechnete Reflektivität für eine einfache 400 Å dicke Schicht ReW und für 3,5 und 7 Schichten von abwechselnd ReW und C. Die 3 und 5 Schichtenbeläge wurden durch teilweise Abschattung des Spiegels während des Aufdampfens hergestellt. Die ReW Schichten sind im Mittel 52 Å, die C Schichten 62 Å dick.

Um Messungen im weichen Röntgenbereich (5–45 Å) in das Vakuumultraviolett zu erweitern, werden bei DESY Effizienzmessungen zwischen 50 Å und 250 Å durchgeführt. Die drei gemessenen Gitter waren photochemisch hergestellte Repliken von einem interferographisch gefertigten Original mit 1μ Gitterkonstante. Um die gemessenen Effizienzen erklären zu können, wurde ein Modell angewendet, welches die teilweise Transparenz der Goldstege für Röntgenstrahlung berücksichtigt. Dabei geht die Form der Stege entscheidend ein.

Für den Spektralbereich von 125 nm bis 350 nm steht ein kleiner Kaskadenbogen (Bogengas: Ar) als Strahldichte Transfer Standard zur Verfügung (vgl. Jahresbericht 1977). Die spektrale Strahldichte L_λ der Plasmasäule wurde unter Ausnutzung der Synchrotronstrahlung des DESY mit einer relativen Unsicherheit von 5 % gemessen. Die spektrale Strahldichte des Niederstrom-Argonbogens übertrifft diejenige des Kohlebogens und der handelsüblichen 30-W-Deuteriumlampen um etwa eine Größenordnung in vergleichbaren Wellenlängenbereichen (vgl. Abb. 86) und ist bei wiederholtem Zusammenbau des Bogens reproduzierbar im Rahmen der angegebenen Unsicherheit.

Entwicklung von Standards der spektralen Strahldichte im VUV-Spektralbereich, VUV-Radiometrie (13)

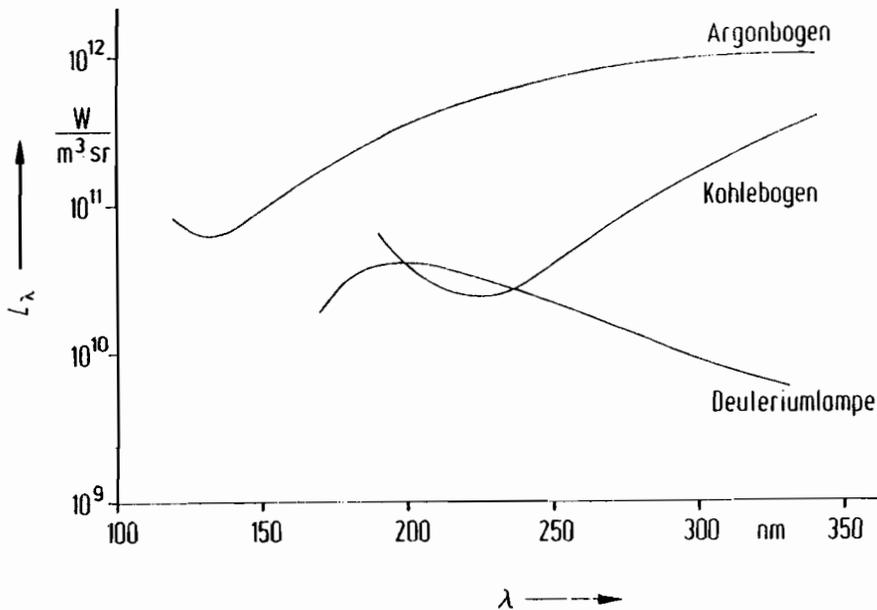


Abb. 86 Spektrale Strahldichte L_λ des Niederstrom-Argonbogens im Vergleich zu derjenigen von Deuteriumlampe und Kohlebogen.

Röntgenphysik

Energiedispersive Röntgenbeugung mit Synchrotronstrahlung (20)

Erste energiedispersive Röntgenbeugungsexperimente wurden beim Speicherring DORIS im Einzel-Bunch-Betrieb durchgeführt. Die Spektralverteilung der Synchrotronstrahlung wurde aus der gemessenen Intensität der Röntgeninterferenzen von Kristallen mit bekannten Strukturen berechnet und mit dem Ergebnis eines Rechenprogrammes, auf Daten von DORIS beruhend, verglichen. Die gute Übereinstimmung zeigt, daß die mit dem Rechenprogramm berechnete Spektralverteilung für die Bestimmung von Strukturen mittels der energiedispersiven Methode benützt werden kann. Als Beispiele sind Strukturbestimmungen von Urea und Naphthalin mittels „profile-fitting refinement“ durchgeführt worden (Abb. 87).

Die Elektronik des Halbleiterzählers wurde modifiziert, um höhere Impulsraten zu ermöglichen. Dadurch konnte bis zu $7 \cdot 10^4$ Impulse/s gezählt werden. Im Vergleich mit früheren Messungen am Synchrotron DESY ist die maximale Impulsrate um einen Faktor zehn erhöht. Diese Erhöhung beruht teils auf den obengenannten Modifizierungen und teils auf der Zeitstruktur und Intensität der Synchrotronstrahlung von DORIS. Die höhere Impulsrate hat es ermöglicht, brauchbare Pulveraufnahmen von 0.2 mm^3 Proben in 1 sek zu bekommen. Es wurde auch gezeigt, daß eine gute Reproduzierbarkeit der Intensitätsmessungen bei DORIS möglich ist.

Absorptions- und Photoelektronenausbeute-Spektroskopie im Röntgengebiet (EXAFS)

Mit dem im wesentlichen unveränderten EXAFS-Monochromator wurden K- und L-Absorptionsspektren einer Reihe von Elementen und Verbindungen aufgenommen. Es wurden folgende Fragestellungen untersucht:

1. Die Anwendbarkeit des Debye-Modelles zur Beschreibung der Temperaturabhängigkeit von EXAFS im Falle von amorphem und kristallinem Germanium.
2. Die Polarisationsabhängigkeit von EXAFS oberhalb der K-Kante des Ge in einem GeS Schichtkristall.

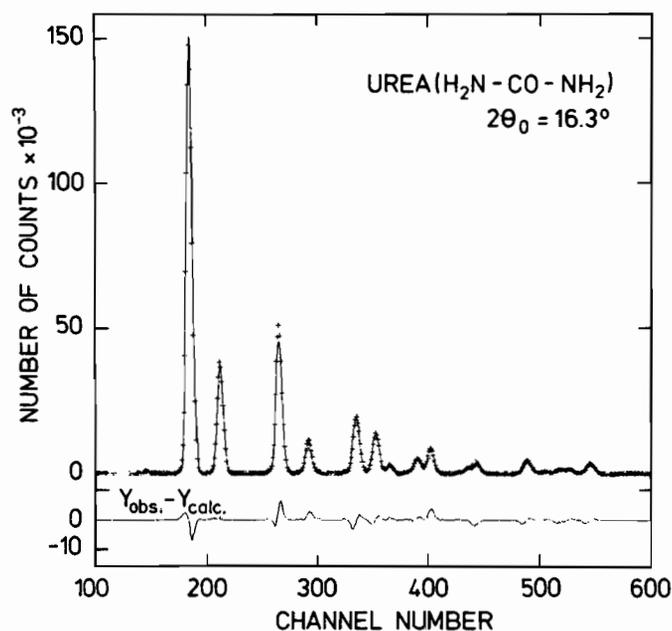


Abb. 87 Energiedispersives Pulverdiagramm von Urea mit „profile-fitting refinement“.

Darüber hinaus wurden Strukturuntersuchungen durchgeführt an metallischen Gläsern ($\text{Fe}_{80}\text{B}_{20}$, $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{20}$, $\text{Fe}_{40}\text{Ni}_{40}\text{B}_{5}\text{P}_{14}$, u.a.), an Silikatgläsern ($\text{Al}_2\text{Mn}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$, $\text{Fe}_2\text{Ca}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}$) sowie an den bindungsisomeren Osmiumthiocyanor-Komplexen $\text{Os}(\text{NCS})_n(\text{SCN})_{6-n}$, $n = 1,2,6$ (siehe hierzu Abb. 88). Die Analyse ergab, daß der Fall $n = 0$ nicht vorkommt. Neben den Absorptionmessungen wurden Photoelektronenausbeutespektren im Bereich der K-Kanten von Cu und Ni an polykristallinen Aufdampfschichten und an Einkristalloberflächen (Ni (111) und Ge (111)) aufgenommen. Die daraus ermittelten EXAFS-Spektren erweisen sich in allen Fällen als identisch mit den entsprechenden Absorptionmessungen, so daß Strukturuntersuchungen in beiden Fällen mit gleicher Genauigkeit durchgeführt werden können.

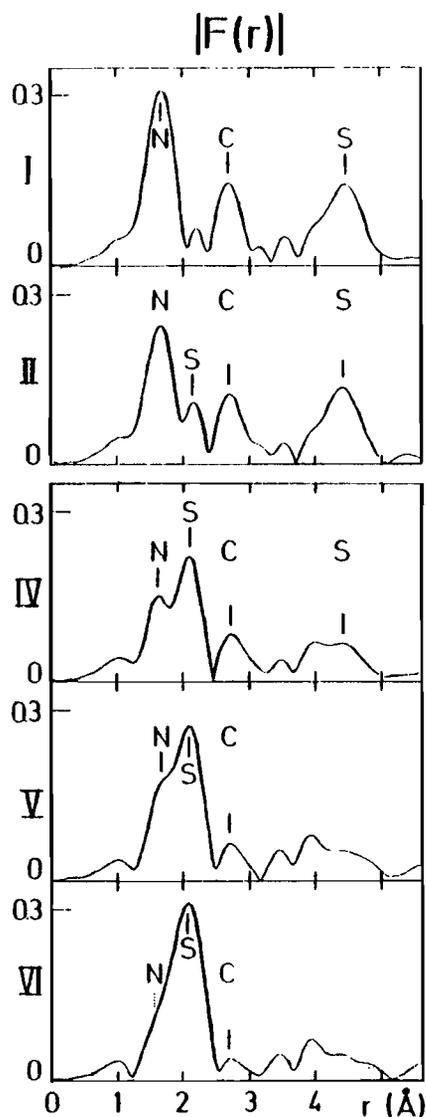


Abb. 88 Radialverteilungsfunktion von $\text{Os}(\text{NCS})_n(\text{SCN})_{6-n}$. Kurve I entspricht $n = 6$, die Kurve für $n = 4$ (Kurve III) wurde nicht gemessen.

Untersuchung der Röntgenkleinwinkelstreuung während der Kristallisation von orientiertem Polyethylenterephthalat mit Hilfe der Synchrotronstrahlung (19)

Bei der Kristallisation von Hochpolymeren entsteht ein Gemisch aus Kristalliten und nicht kristallinen Bereichen. Die Kristallite haben einen ziemlich einheitlichen Schwerpunktsabstand in der Größe von etwa 100 Å. Bei einem orientierten Material ändern sich während einer isothermen Kristallisation sowohl der Schwerpunktsabstand als auch die Orientierung der Kristallite.

Durch Verwendung der Synchrotronstrahlung sowie eines von J. Milch (EMBL) entwickelten Vidiconsystems als Detektor war es möglich, Messungen der Röntgenkleinwinkelstreuung von orientiertem Polyethylenterephthalat in etwa 10 Sekunden durchzuführen. Mit einer konventionellen Apparatur wäre hierfür eine Zeit von mehr als 24 Stunden erforderlich gewesen. Dadurch konnte die Röntgenkleinwinkelstreuung während einer rasch ablaufenden Kristallisation registriert werden.

Abb. 89 zeigt die Änderung des Schwerpunktsabstands der Kristallite L sowie die azimutale Halbwertsbreite des Kleinwinkelreflexes Δ als Funktion der Kristallisationszeit für mäßig orientiertes Polyethylenterephthalat. Man sieht, daß der Schwerpunktsabstand der Kristallite sowie die azimutale Halbwertsbreite mit wachsender Kristallisationszeit abnehmen. Letzteres bedeutet, daß die Orientierung während der Kristallisation verbessert wird. Ähnliche Änderungen findet man auch bei anderen Orientierungen. Die Untersuchungen werden weitergeführt.

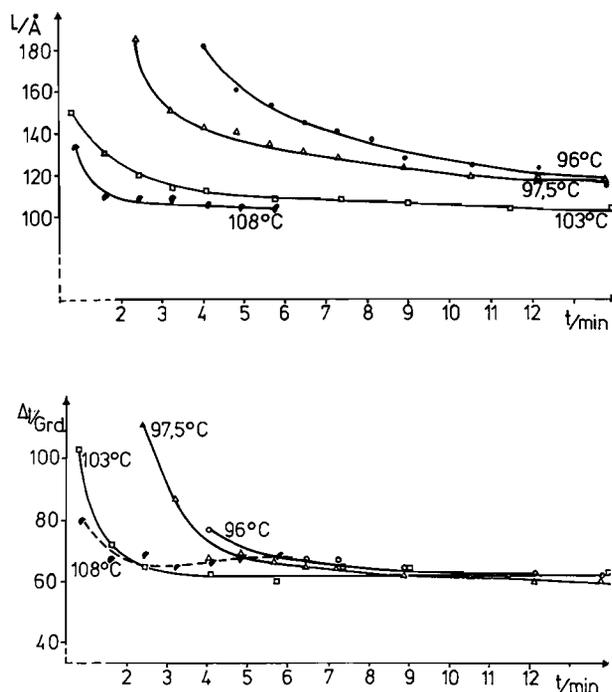


Abb. 89 Schwerpunktsabstand der Kristallite L sowie azimutale Halbwertsbreite des Kristallreflexes Δ als Funktion der Kristallisationszeit während einer isothermen Kristallisation von mäßig orientiertem Polyethylenterephthalat. Doppelbrechung vor der Kristallisation: $19 \cdot 10^{-3}$. Parameter: Kristallisationstemperatur.

Der Einfluß mechanischer Zug- und Kompressionsspannungen auf die magnetische Bereichsstruktur der Eisen-3%Silizium-Kristalle wurde mit Hilfe der in Transmissionsgeometrie aufgenommenen Synchrotrontopogramme untersucht. Besonders wurden die Bewegungen und die Kontrastbildung der bei axialer Kompression entstehenden Streifendomänen analysiert. Die Entstehung und Bewegung magnetischer Domänen in diesen Topogrammen waren ähnlich wie bei der Erzeugung durch magnetische Felder (Abb. 90). Es war möglich, die beiden Effekte zu korrelieren und zu zeigen, daß es sich um den röntgenographischen Nachweis der Magnetostriktion in diesen Kristallen handelt. Es wurden auch erste Versuche unternommen, die Topogramme unmittelbar mit einer Röntgen-TV-Kamera zu beobachten.

Topographie von magnetischen Bereichen (28)

Im Jahre 1978 wurde die Apparatur dahingehend vervollkommen, sie in immer kürzerer Zeit betriebsbereit zu machen. Dies war nötig, da die Meßzeiten von mal zu mal kürzer ausfielen und außerdem noch ein wiederholtes Ab- und Aufbauen nötig war. Außerdem wurden die Datenproduktion und die Datennahme soweit vorangetrieben, daß die Meßergebnisse elektronisch festgehalten werden können.

Röntgeninterferometer zur Messung der Dispersion für Röntgenstrahlung (17)

Teil a) von Abb. 91 zeigt den generellen Aufbau der Doppelkristallanordnung. Zu erkennen sind die Phasenschieberplatte P und die eingefahrene Probe S. Teil b) zeigt ein Ergebnis der Prüfung zur Trennung der Harmonischen. Auf Film festgehalten wurden Keilinterferenzstreifen. Für $\lambda = 1,5\text{\AA}$, $\lambda = 0,75\text{\AA}$ und $\lambda = 0,5\text{\AA}$.

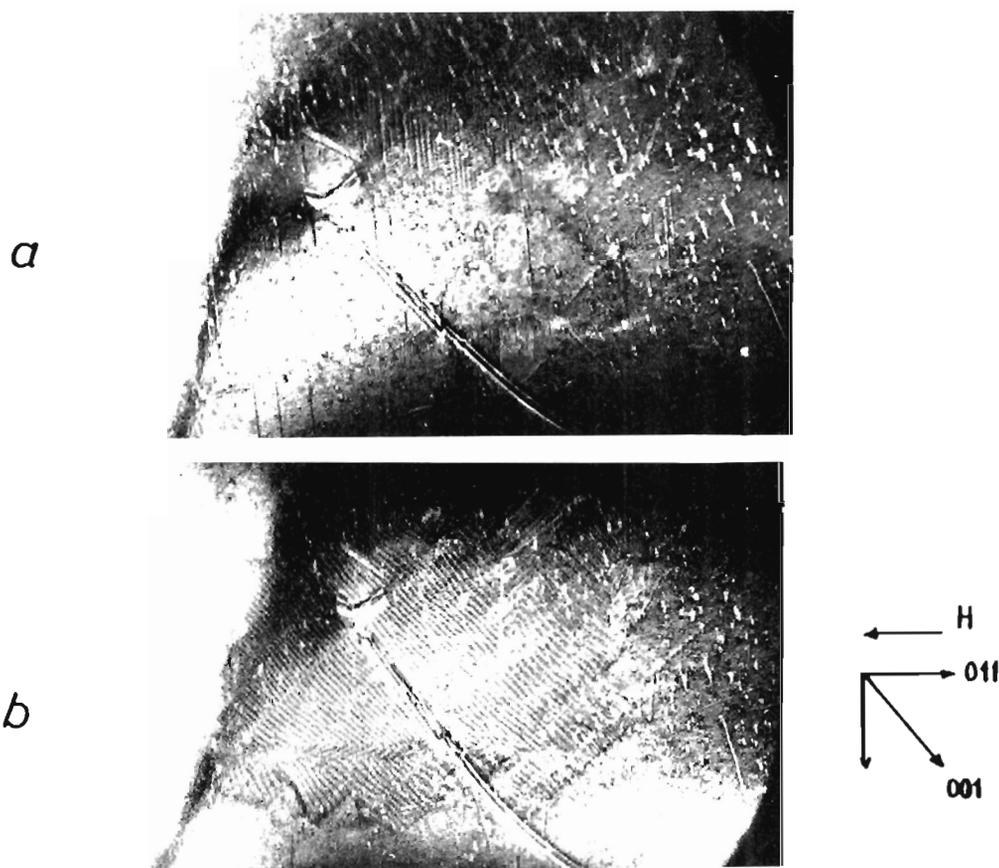


Abb. 90 Die 123 Topogramme eines magnetischen Fe-3wt%Si Kristalles
a) zeigt den Ausgangszustand und b) zeigt die Bildung von Streifendomänen entlang einer Richtung leichter Magnetisierbarkeit 001 nach Anlegen eines magnetischen Feldes in 011 Richtung.

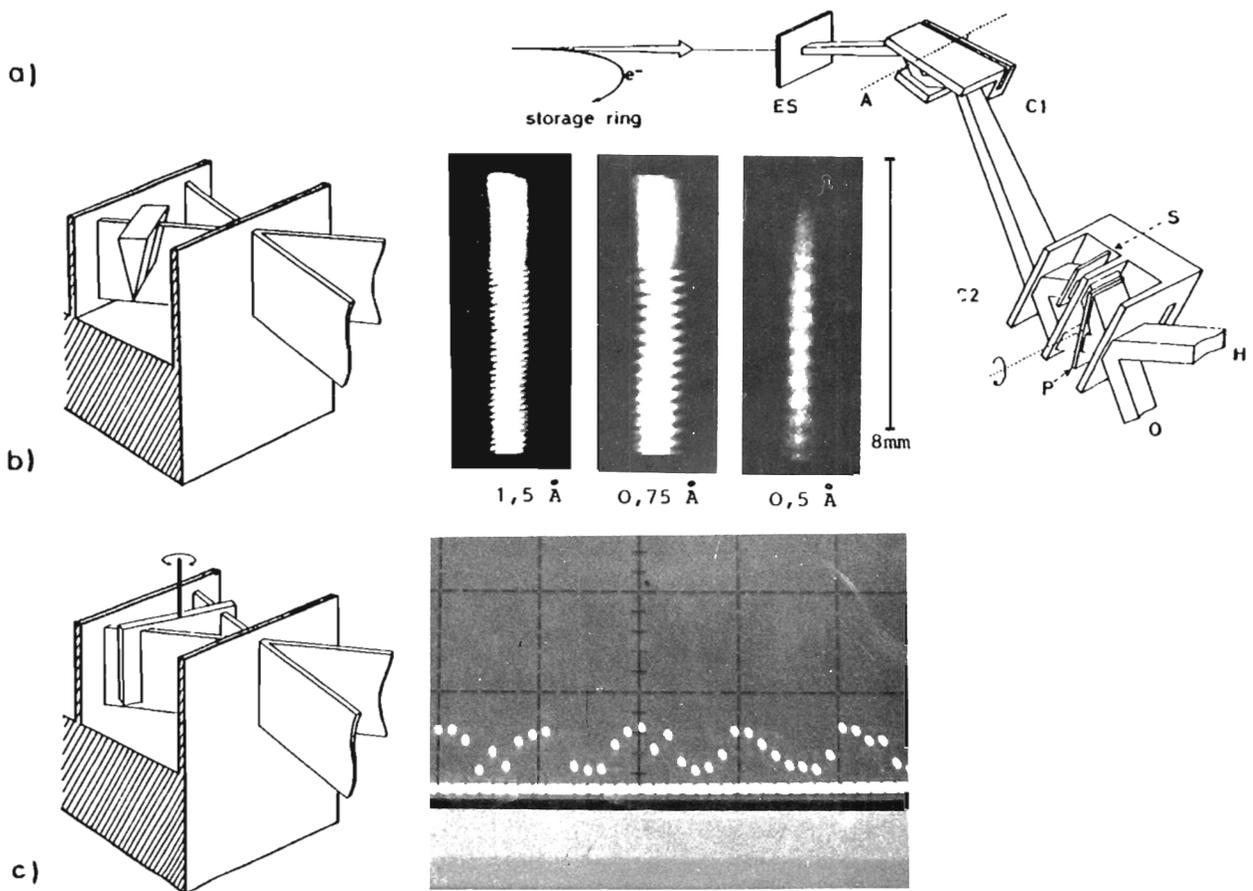


Abb. 91 Aufbau und Interferenzbilder des LLL Interferometers (Erläuterung siehe Text).

Teil c) demonstriert die elektronische Datennahme. Durch schrittweises Drehen der Phasenschieberplatte und Zählen im H-Strahl (Abb. Teil a)) wurde eine Messung simuliert. Die schlechte Statistik rührt von ungenügender Intensität infolge ungünstiger Strahlraten her.

Mössbauereffekt mit Synchrotronstrahlung (18)

Erste Erfahrungen beim Experimentieren mit Synchrotronstrahlung wurden gemacht. Die einfallende Strahlung wird durch zwei (111)-Ge-Scheiben in (+, -) Stellung monochromatisiert (Abb. 92). Jeder einzelne Reflektor ist in Schritten von 4" verstellbar und reproduzierbar einzustellen. Die Anordnung ist in einem strahlungsdichten Bleigehäuse aufgebaut. Die monochromatisierte Strahlung hat eine Energieunschärfe von ~ 10 eV. Zur Energieeichung verwendeten wir die Absorption an der K-Kante von Krypton. Mit der Apparatur wurden die Eigenschaften von einkristallinen (111) Silberspiegeln und von dünnen Eisenspiegeln untersucht. Die Breite der gemessenen Rockingkurven schwankte im Falle von Silber zwischen 200" und 500", während wir im Falle von Eisen 500" erreichten. Die Qualität der Schichten sollte für ein Mössbauerexperiment ausreichen. Es wird jedoch erwartet, daß durch Verwendung von Silbereinkristallen anstelle von epitaktischen Silberschichten als Unterlagen für die Herstellung von einkristallinen Eisenschichten die experimentellen Bedingungen noch verbessert werden können.

Die theoretischen Grundlagen der geplanten Experimente wurden von zwei theoretischen Gruppen erarbeitet; von der Gruppe um Prof. Kagan und Prof. Afanasev in Moskau und von der Gruppe um Prof. Trammel und Prof. Hannon in Houston. Prof. Hannon war auf Einladung der DFG von September bis Dezember in Hamburg und hat ein intensives Seminar über λ -Optik abgehalten und sich an der Vorbereitung der Experimente beteiligt.

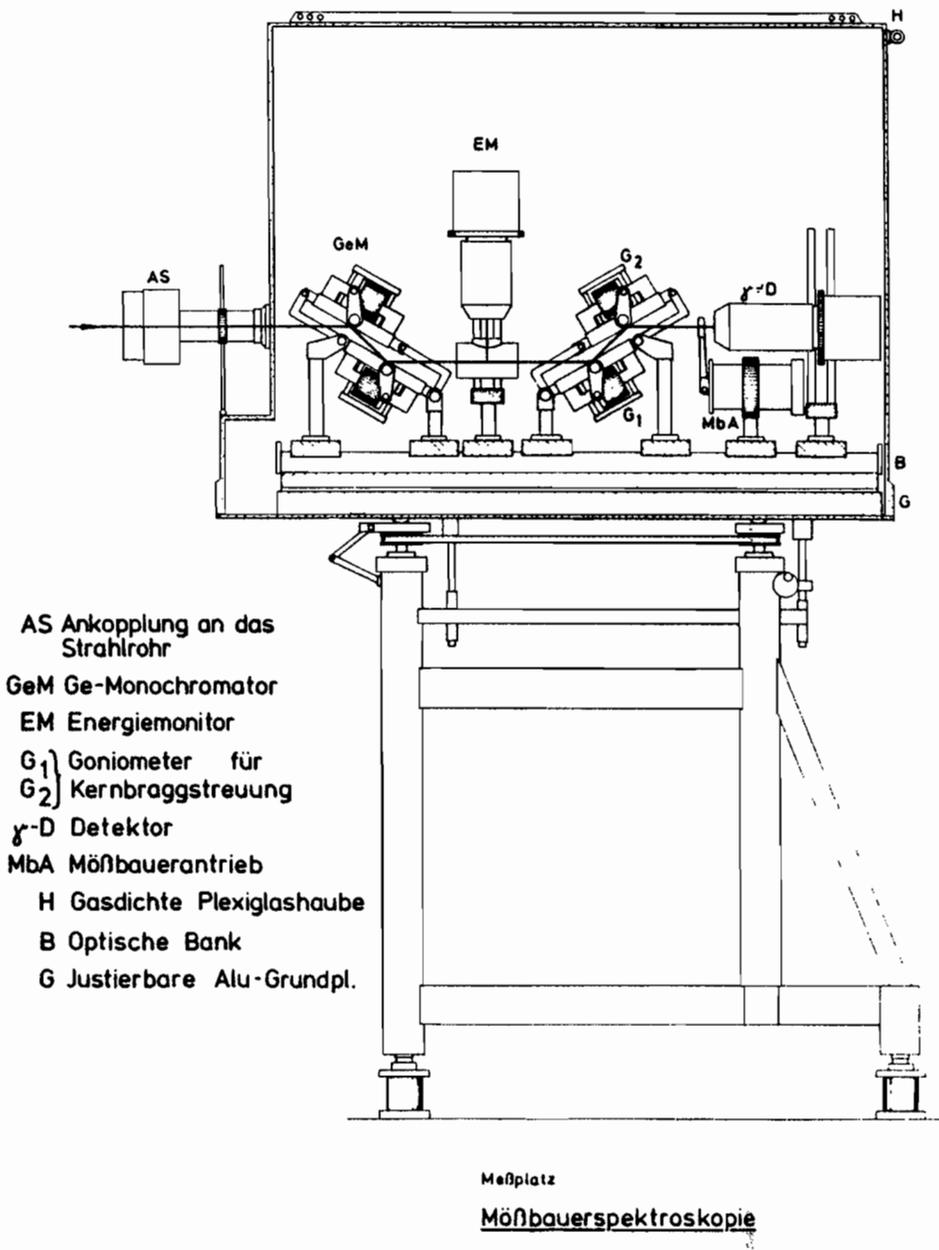


Abb. 92 Aufbau des Meßplatzes für Mössbauerspektroskopie mit Synchrotronstrahlung.

Weiterentwicklung der Nachweistechniken

Entwicklung von Schauerzählern (F51)

Innerhalb der ARGUS-Collaboration beteiligte sich F51 an Bau und Erprobung von Schauerzählern mit verbesserter Energie- und Ortsauflösung unter Verwendung von Wellenlängenwandlern (siehe DESY-Bericht 78/73). Ferner wurden für das ARGUS-Projekt folgende Entwicklungsarbeiten gestartet: Eine Gasmonitor-Anlage zur genauen Einhaltung des Gas-Verstärkungsfaktors für die dE/dx -Messung, weiter eine Spannungsüberwachungsanlage und eine Meßeinrichtung für die Myonenkammern.

Trigger für das TASSO-Experiment (F56)

Die maximale Triggerrate bei PETRA beträgt $5 \cdot 10^5$ pro Sekunde, realistische Eventraten liegen bei einigen pro Sekunde. Die Reduktion durch Trigger wird bei TASSO in 2 Schritten erfolgen.

Der Pretrigger ist als Maskenbibliothek organisiert, seine 1080 Masken sind in FPLA's gespeichert. Eine Maske bedeutet einen Winkelbereich von einigen Grad vom Wechselwirkungspunkt in die R, ϕ -Ebene gesehen. Die einkommenden Signale aus 6 ausgewählten Driftkammern werden nach Ende der Driftzeit durch ein Veroderungs- und Fanoutsystem so auf die FPLA's verteilt, daß, falls eine Maskenkombination (eine sechs aus sechs oder sechs zyklisch vertauschte fünf aus sechs Kombinationen) aus den Signalen zusammengesetzt werden kann, der Ausgang des zugehörigen FPLA's gesetzt wird und damit eine Maske gefunden wird. Die FPLA-Ausgänge werden in bestimmter Weise geodert, um die Topology der Spuren in den ganz innen im Detektor liegenden Proportionalkammern, den folgenden Driftkammern sowie den außen befindlichen Time of Flight Szintillatoren zu untersuchen. Die topologische Prüfung wird sowohl mit den 1080 Masken als auch mit den 48 Gruppen der Szintillatoren in 2 Schaltungen ausgeführt, so daß auch auf collineare Masken getriggert werden kann. Eine anschließende Majoritätslogik prüft die Zahl der gefundenen Masken und entscheidet daraus, ob genügend, zuwenig oder zuviel Masken angesprochen haben. Danach wird der Triggerausgang auf ja oder nein geschaltet. Falls ja, wird der Auslesevorgang des Events sowie ein on-line Spurenerkennungsrechner gestartet, falls nein, alle Detektor-FF-Speicher gelöscht. Der Preprozessor entscheidet 350 ns nach Ende der maximalen Driftzeit (ca. 500 ns), für das Löschen der FF's wird ca. 1 μ s benötigt. Der Preprozessor ist im Detail von F56 entwickelt mit Unterstützung bei der Maskenbeschreibung von F35; er wurde von der Fa. Struck gebaut und ist seit Ende September 1978 bei TASSO in Erprobung bzw. im Einsatz.

Der zweite Trigger, der on-line Spurenerkennungsrechner MONIKA (Mikroprogrammierter on-line Track Analyzer) berechnet die Spurkoordinaten, den Radius und den Impuls der Teilchen innerhalb 1 ms für bis zu 10 Spuren. Der Rechner benutzt die Signale aus 9 Kammern, d. h. die Drahtnummer innerhalb der Kammern, aus der sich der R- und der ϕ -Wert ergeben zusammen mit der Driftzeit, die in einen $\Delta\phi$ -Wert umgewandelt wird. Die Spuren werden nur in diesen 2 Dimensionen gesucht, wegen des homogenen Magnetfeldes innerhalb des Detektors sind die Spuren der geladenen Teilchen Kreisbahnen, die aus dem Wechselwirkungspunkt kommen. Darauf basiert der Suchalgorithmus.

Das Programm bearbeitet jeden Punkt einer Anfangskammer (von innen gerechnet) der Reihe nach. Unter der Annahme, daß ein solcher Punkt zu einer Spur gehört, wird untersucht, ob es in einem geeigneten Bereich in der zweiten Kammer eine passende Koordinate gibt. Dann wird die Annahme gemacht, daß die 3 Punkte (Wechselwirkungspunkt, Punkt in Kammer 1, Punkt in Kammer 2) auf einem Kreis liegen, dazu die Tangente und der Radius in Kammer 3 und 4 gesucht, wieder die Tangente und der Radius bestimmt. In den folgenden Kammern wird nur noch nach Punkten gesucht, nicht mehr gerechnet. Es werden mindestens 5 aus 9 Punkten verlangt, um eine Spur zu definieren. Ist sie gefunden, werden die benutzten Spurpunkte gelöscht und eine neue Spur gesucht. Ist die Spur nicht gefunden, geht das Programm eine Kammer zurück und versucht mit anderen Punkten einen neuen Ansatz.

Um die kurze Rekonstruktionszeit zu ermöglichen, sind 2 Besonderheiten im System:

Statt in gewöhnliche RAM-Speicher werden die R, ϕ -Koordinaten in maskierbare Assoziativspeicher geladen (content addressable memories = CAM's). Das erspart beim Suchen nach geeigneten Koordinaten das Aufrufen aller RAM-Adressen, im CAM melden sich alle gesuchten Koordinaten innerhalb eines Aufrufs und können dann ausgelesen werden.

Eine weitere Besonderheit ist die Verwendung von Tabellen (Look-up Tables). Die im Programm vorkommenden komplizierten Berechnungen von Winkelfunktionen, Divisionen und Multiplikationen werden durch das Aufrufen einer Tabelle, in der das Ergebnis der gesamten Rechenoperation, das hier immer nur Funktion einer einzigen Variablen ist, steht. Das ist möglich, weil der Zahlenbereich durch das räumliche Auflösungsvermögen von etwa 0,2 mm beschränkt ist.

Beide Besonderheiten reduzieren die Programmdauer erheblich. Das Programm ist als Mikroprogramm geschrieben, es enthält etwa 220 Instruktionen, die in etwa 24 μ s bearbeitet sind. Für 10 Spuren werden also 240 μ s benötigt und da das Verhältnis von Fehlversuchen zu richtigen Rekonstruktionen etwa 4:1 beträgt, wird die Zeit von 1 ms zur Erkennung von 10 Spuren eingehalten.

Hard- und Software des in ECL-Technik gebauten Rechners wurden von F56 entwickelt, er befindet sich z.Zt. in der Erprobung. Mit Monte-Carlo-Events wurden Einzelspuren praktisch zu 100 % gefunden, bei Jets lag die Rate bei etwa 80 %. Die Abweichung der berechneten Radien liegt im Mittel unter 10 %, die Tangenten weichen größtenteils um weniger als 10 mrad vom wahren Wert ab.

Einen weiteren Mikroprozessor (16 bit breit, Festkommaarithmetik, Zykluszeit bei 150 ns) entwickelte F56 für Anwendungen als selbständiger Controller zur Auslese und Bearbeitung von CAMAC-Daten. Der Rechner ist mikroprogrammiert, er arbeitet im System Crate, das vom I/O-Bus des Experimentrechners (NORD-10) angesteuert, bis zu 7 CAMAC-Branche adressieren kann. Der Rechner erhält von der NORD-10 die Tabellen der CAMAC-Adressen sowie Programminformationen, startet sein Aufrufprogramm, liest die CAMAC-Daten, behandelt sie arithmetisch oder logisch und meldet sich über einen Interrupt bei der NORD, die daraufhin die Daten ausliest. Der Rechner enthält einen Tabellen- bzw. Datenspeicher von 8 K Worten je 16 bit. 2 Module sind für TASSO bzw. MARK-J gebaut, sie befinden sich z.Zt. in der Erprobung.

CAMAC-Controller (F56)

Die für TASSO von F56 entwickelten rauscharmen Verstärker für die Liquid Argonkammern sind vollständig getestet, so daß die Serienfertigung für insgesamt 15 000 Kanäle 1978 durchgeführt wurde. Bei F56 wurde daraufhin die gesamte Fertigung überprüft.

Rauscharme Verstärker (F56)

Elektronik-Service (F 54)

Die Gruppe – F54 – Elektronik-Service bietet im Rahmen der Gerätewirtschaft eine umfangreiche Betreuung der elektronischen Meßgeräte. Die Koordination beginnt bei der Auswahl der Geräte, umfaßt die Reparatur defekter Geräte und endet bei der Ausmusterung nicht mehr benötigter Geräte.

Geräteprüffeld

Im Geräteprüffeld werden vorwiegend neue Geräte auf ihre Verwendbarkeit bei DESY und auf Einhaltung der Spezifikationen getestet. Es zahlt sich aus, neue Gerätetypen nicht unbesehen nur nach einem Prospektblatt zu kaufen, sondern die Anschaffung von einem positiven Prüfergebnis abhängig zu machen. Ein hoher Qualitätsstandard und eine gewisse Typeneinheit sind die Erfolge einer sinnvollen Prüffeldtätigkeit.

Wartung und Reparatur

Alle Wartungs- und Reparaturarbeiten defekter elektronischer Geräte werden von – F 54 – veranlaßt. Der überwiegende Teil der Reparaturen wird dabei von den eigenen Service-Technikern der Gruppe ausgeführt. Nur in Einzelfällen wird eine Reparaturarbeit an die Industrie vergeben, z.B. bei Garantieansprüchen, wenn Wartungsverträge bestehen und wenn wegen spezieller Ersatzteile oder komplizierter Eichungen eine Reparatur im Hause nicht ausgeführt werden kann.

In der zweiten Jahreshälfte 1978 nahm wegen der Inbetriebnahme PETRA's und der ersten Experimente am neuen Speicherring das Reparaturaufkommen stark zu. Es wurden im Berichtsjahr ca. 1.200 Einzelreparaturen ausgeführt.

Geräteverwaltung

In der Geräteverwaltung werden alle elektronischen Meßgeräte erfaßt und klassifiziert. Es wird eine Geräteliste erstellt, die mittels der elektronischen Datenverarbeitung hierarchisch gegliedert und nach unterschiedlichen Programmen sortiert wird. Das Ordnungssystem erlaubt es, Auskunft über Art, Einsatz und Verbleib der Geräte bei DESY zu erhalten.

Digitale Datenerfassung

Neben den in gewohnter Weise durchgeführten ‚normalen‘ Wartungsarbeiten an den älteren Rechnerinstallationen waren im Berichtsjahr Mitarbeiter der Gruppe F58 an einer ganzen Reihe von Entwicklungsprojekten tätig.

Das Interfacesystem PADAC wurde bei F58 entwickelt, da alle käuflich erhältlichen Systeme (einschließlich CAMAC) die meisten der folgenden Eigenschaften, die wir für notwendig halten, nicht erfüllen:

- Realisierung der einzelnen Interfaces als auswechselbare Moduln in einem Crate mit einem gemeinsamen (rechnerunabhängigen) Bus
- Massive mechanische Konstruktion, die ein häufiges problemloses Auswechseln der Moduln ermöglicht
- Auswechselbarkeit der Moduln ohne Abschaltung der Betriebsspannung im Überraahmen
- Keine I/O-Verbindungen über die Frontplatte, somit Auswechselbarkeit der Moduln ohne Lösung der Verkabelung
- Keine Lüfter im Überraahmen erforderlich
- Adressierung der Moduln unabhängig von ihrer Position im Überraahmen
- Interrupt und DMA von jedem Modul aus möglich ohne zusätzliche Hilfseinrichtungen
- Beschränkung auf grundlegende I/O-Funktionen, um die Adaptierung der Moduln an den Bus so einfach wie möglich zu halten
- Preis des Überraahmens einschließlich 5 V-Versorgung nicht über DM 1500.

Das PADAC-System hat sich bisher ausgezeichnet bewährt; z.Zt. sind etwa 25 Überraahmen installiert.

Für Anwendungen, bei denen beschränkte lokale CPU-Leistung gefordert wird, wurde ein PADAC Crate Controller entwickelt, der einen Mikroprozessor vom Typ TI TMS 9900 (16 bit) und 32 K-Worte Speicher enthält. Die Leistungsfähigkeit eines solchen Geräts liegt in der Größenordnung einer PDP 11/20.

Die Übersetzung der Assemblerprogramme für diesen Mikroprozessor erfolgt auf der IBM mittels eines von F58 geschriebenen Assemblers. Wird das PADAC Crate über die (neue) On-line-Verbindung mit der IBM verbunden, so ist folgende Sequenz möglich:

- Editierung des TMS 9900 Programms auf der IBM mittels TSO
- Übersetzung des Programms mit dem F58-Assembler innerhalb TSO ODER ALS NORMALER Job
- Laden des Programms in den Speicher des Mikroprozessors über das EXP On-line-System.

Das serielle Datenerfassungssystem SEDAC, das hauptsächlich für die PETRA-Kontrolle entwickelt wurde, wurde um einen CAMAC-kompatiblen Crate Controller erweitert. Damit ist es möglich, ein standardmäßiges CAMAC-Crate an beliebiger Stelle innerhalb des SEDAC-Systems zu betreiben. Der SEDAC-Sender (ein PADAC Modul) ist in der Lage, CAMAC Informationen einschließlich 24 bit Daten und LAM's zu verarbeiten. Haupteinsatzgebiete sind die Luminositätsmessungen bei PETRA und weit von den Rechnern entfernte Testaufbauten bei den Experimentegruppen.

Drei identische Operatorkonsolen sind installiert und über PADAC-Interfacemoduln an die Kontrollrechner angeschlossen worden. Der Aufbau von weiteren Konsolen für PIA bzw. allgemeine Programmentwicklung wurde vorbereitet.

An die NORD-10 bzw. PDP-11 der PETRA-Experimente TASSO, JADE, MARK J und CELLO wurden PADAC-Interfacesysteme angeschlossen. Hierüber werden Operator-Konsolen ähnlich denen der im PKR installierten betrieben, jedoch mit etwas unterschiedlicher Instrumentierung.

Zusätzlich werden über PADAC-Interfaces noch die On-line-Verbindung zur IBM und elektrostatische Drucker bedient.

*Weiterentwicklung des
PADAC-Interfacesystems*

*Weiterentwicklung des
SEDAC-Systems*

*Aufbau der
Operatorkonsolen
bei PETRA*

*Installierung von PADAC-
Systemen in PETRA-
Experimenten*

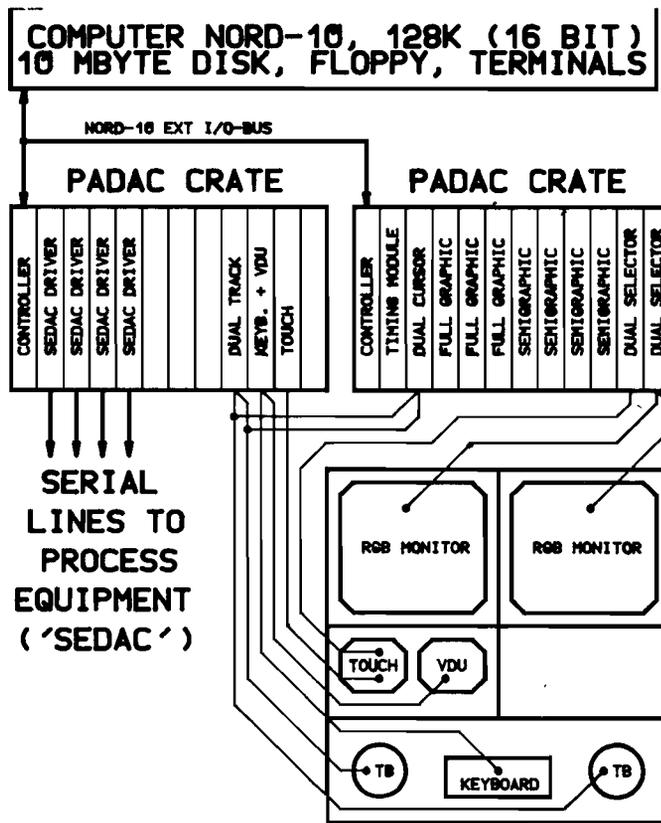


Abb. 93 Anschlußschema einer PETRA-Kontrollkonsole

Neues On-line-System

Da bei den großen Entfernungen zwischen den Experimente-Kontrollräumen bei PETRA und dem Rechenzentrum eine Erweiterung des bisherigen On-line-Systems wegen der hohen Kabelkosten nicht sinnvoll erschien, wurde ein serielles Übertragungssystem entwickelt, das zum Anschluß eines Benutzers nur zwei Coax-Leitungen benötigt. Die Übertragungsgeschwindigkeit ist mit ca. 2 MHz (bits) höher als beim alten System, die Anzahl der Anschlüsse praktisch unbeschränkt.

Zur weiteren Kabelersparnis ist der Einsatz von Multiplexern möglich, falls mehrere Benutzer angeschlossen werden sollen, deren Standorte nahe beieinanderliegen. Der lange Kabelweg muß dann nur einmal überbrückt werden.

Um einen möglichst ‚weichen‘ Übergang vom alten auf das neue On-line-System zu ermöglichen, wurde der Anschluß an die IBM-Maschinen auf die Weise realisiert, daß alle ‚neuen‘ Benutzer zusammen einen Eingang im alten System benutzen. So ist es möglich, nach und nach die älteren Benutzer an das neue System anzuschließen und dann zu geeignetem Zeitpunkt den Anschluß des Kontrollrechners an die IBM neu zu konzipieren und das alte System stillzulegen.

Der Übergang vom alten auf das neue System erfordert bei den Benutzern nur minimale Programmänderungen, da auch das neue Interface sich für den Rechner als ein schneller I/O-Kanal darstellt.

Der Kontrollrechner dient zur Verwaltung des On-line-Systems; er erlaubt eine weitgehende automatische Fehlerdiagnose, Zuordnung von Prioritäten für die verschiedenen Benutzer, Erstellung von Statistiken über die Verwendung des Systems, usw.

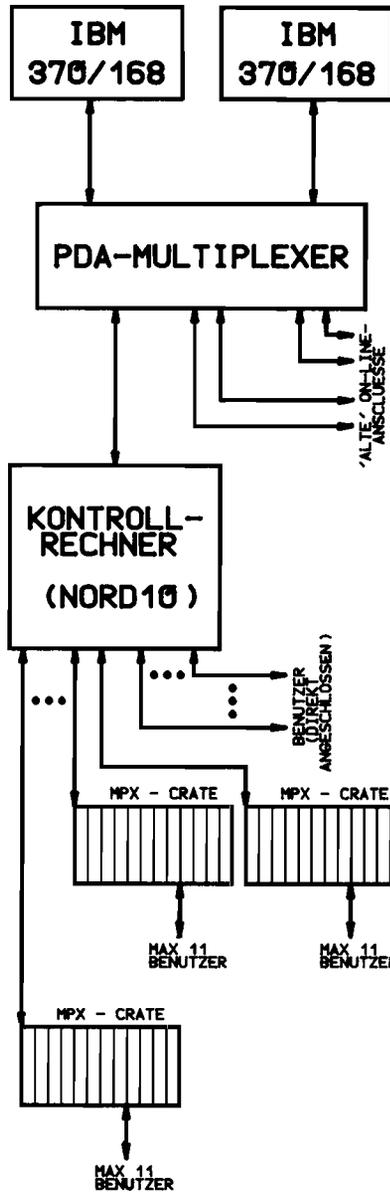


Abb. 94

Zur Zeit sind TASSO, JADE, MARK J und CELLO unter Verwendung von Prototypen der Interfacemoduln angeschlossen. Die Entwicklung und das Testen der Moduln ist abgeschlossen, und die Serienfertigung hat begonnen.

Software

Für das *PETRA-Kontrollsystem* wurden umfangreiche Beiträge geleistet bei der Generierung der verschiedenen Betriebssysteme, der Erstellung der I/O-Routinen für die einzelnen Kontrollgeräte und ihre Anpassung an die sich laufend ändernden Anforderungen. Weiterhin wurden Vorarbeiten für die einzuführende Rechner-Rechner-Kopplung durchgeführt.

Bei der *AEG 80-60* wurde die Auseinandersetzung mit dem Betriebssystem fortgeführt. Erstellt wurden ein brauchbarer Editor, die Systemprozeduren für FORTRAN und ein BASIC-System. Der FORTRAN Macro-Generator MORTRAN wurde installiert. Weiterhin wurden I/O-Routinen für Experimente-Steuerprogramme geschrieben und die Belastbarkeit des Systems mit Kontrollprogrammen für Experimente getestet.

Umfangreiche Programme für die *Vermessung* des TASSO- und der PIA-Magnete wurden zur Verfügung gestellt. Die Messungen selbst sind erfolgreich abgeschlossen worden.

Datenverarbeitung für die Medizin

Die Zusammenarbeit mit dem Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf auf dem Gebiet der medizinischen Datenverarbeitung wurde auch im Jahre 1978 erfolgreich fortgesetzt. Als neuer Partner trat das Institut für Mathematik und Datenverarbeitung in der Medizin auf, für dessen Gründung das Wirken der DESY-Arbeitsgruppe ein wesentlicher Anstoß war. Die gemeinsame Arbeitsgruppe verfolgte weiterhin das Konzept, anhand konkreter medizinischer Probleme allgemeine Lösungskonzepte zu entwickeln. Hierfür war, wie bisher, das know-how und die Infrastruktur DESY's für die Durchführung größerer DV-Projekte von entscheidender Bedeutung.

Das Kernprojekt bildete die Computer-Angiographie, eine von der DESY-UKE-Arbeitsgruppe entwickelte Methode zur Analyse und Darstellung der Funktion von Organen. Dazu werden aus Röntgenbildserien neuartige Bilder – Funktionsbilder – erzeugt, die nicht wie üblich die Strahlungsabsorption, sondern *errechnete*, die Blutdynamik beschreibende Funktionsparameter als Grauton oder besser als Farbton darstellen.

Computer-Angiographie

Abb. 95 zeigt ein Funktionsbild einer normalen (links) und einer kranken (rechts) Niere, wobei die Farbe die Laufzeit des Blutes von der Arterie zum jeweiligen Punkt der Niere anzeigt. Die Farbverteilung zeigt mit einem Blick die gestörte Blutdynamik der kranken Niere – eine Aussage, die mit der konventionellen Methode ohne Rechner aus der Bildserie (ca. 100 Bilder) gar nicht oder nur sehr umständlich gewonnen werden kann. Die Methode wurde bisher anhand von ca. 200 Fällen aus der Nieren- und Leberdiagnostik erfolgreich angewandt und wird nun in einer zweijährigen Bewertungsphase unter klinischen Bedingungen in der Radiologischen Klinik des Universitätskrankenhauses Eppendorf auch für andere Organe erprobt.

Die für eine klinische Anwendung erforderliche schnelle Verarbeitung der Daten erfordert aufwendige Hardwarestrukturen. So wurde das von uns entwickelte Multiprozessor-System für die Verarbeitung von Fernseh Bildern um einen Prozessor für die rechnergesteuerte Speicherung und Wiedergewinnung von Bildern vom Videoband erweitert. Darüber hinaus wurde ein Direktzugriffsspeicher (Kapazität 4 Mill. Bildelemente, Zykluszeit 100 ns) entworfen, der die Speicherung und Wiedergewinnung von Bildserien von bis zu 128 Bildern in Echtzeit ermöglicht. Zur Darstellung alphanumerischer Information auf Farbvideosichtgeräten wurde ein mikroprozessorgesteuerter Zeichengenerator entwickelt. Trotz kompakter Bauweise, die durch die Benutzung der neuesten Halbleiter-Technologie möglich war, wird eine flexible Benutzbarkeit erreicht.

Hardware-Strukturen für die Bildverarbeitung

Die oben genannte Forderung der Schnelligkeit gilt auch für die Software. Die für solche Zwecke sonst benutzte Assembler-Sprache wurde durch die bei uns entwickelte niedere Programmiersprache SIMPL-11 vollständig ersetzt. Die erwarteten Vorteile der entscheidend schnelleren Programmierung und die besseren Dokumentationsmöglichkeiten haben sich im Berichtszeitraum voll bestätigt. So konnte mit Hilfe von SIMPL-11 mit geringem Programmieraufwand ein Compiler für eine spezielle Sprache zur interaktiven Auswertung der Röntgenbildserien (PROFI-11) entwickelt werden. Damit war die zügige Entwicklung der Algorithmen für die Computer-Angiographie möglich. Gleichzeitig wurde – ebenfalls auf der Basis von SIMPL-11 – die Implementierung einer allgemeinen Dialogsprache für die Bildverarbeitung abgeschlossen.

Programmiersprachen für die Bildverarbeitung

Es ist eine Besonderheit der Datenverarbeitung in der Medizin, daß die Daten einerseits in sehr heterogenen Strukturen vorliegen, andererseits der Benutzer einen sowohl einfachen als auch schnellen Zugriff zu den Daten haben möchte. Ein Versuch, diese widersprechenden Forderungen zu erfüllen, wurde durch die Implementation eines Datenbanksystems nach dem Relationen-Modell mit einer der natürlichen Sprache ähnlichen Datenbank-Sprache gemacht. Die Entwicklung der ersten Version der Sprache wurde abgeschlossen und mit einem ausgedehnten Test auf der Basis großer Datenmengen aus dem klinisch-chemischen Labor begonnen.

Medizinische Datenbank

Die von der DESY-UKE-Arbeitsgruppe betriebenen Pilot-Projekte benutzen bisher das DESY-on-line-System über einen im UKE aufgestellten Knotenrechner. Inzwischen steht mit dem Rechnernetz DESY-NET eine leistungsfähigere Struktur zur Verfügung. Um nunmehr alle Möglichkeiten des DESY-NET auch für die Projekte der Arbeitsgruppe auf dem Gelände des Universitätskrankenhauses benutzen zu können, wurde der Knotenrechner auf ein neues Vermittlungsprogramm umgestellt.

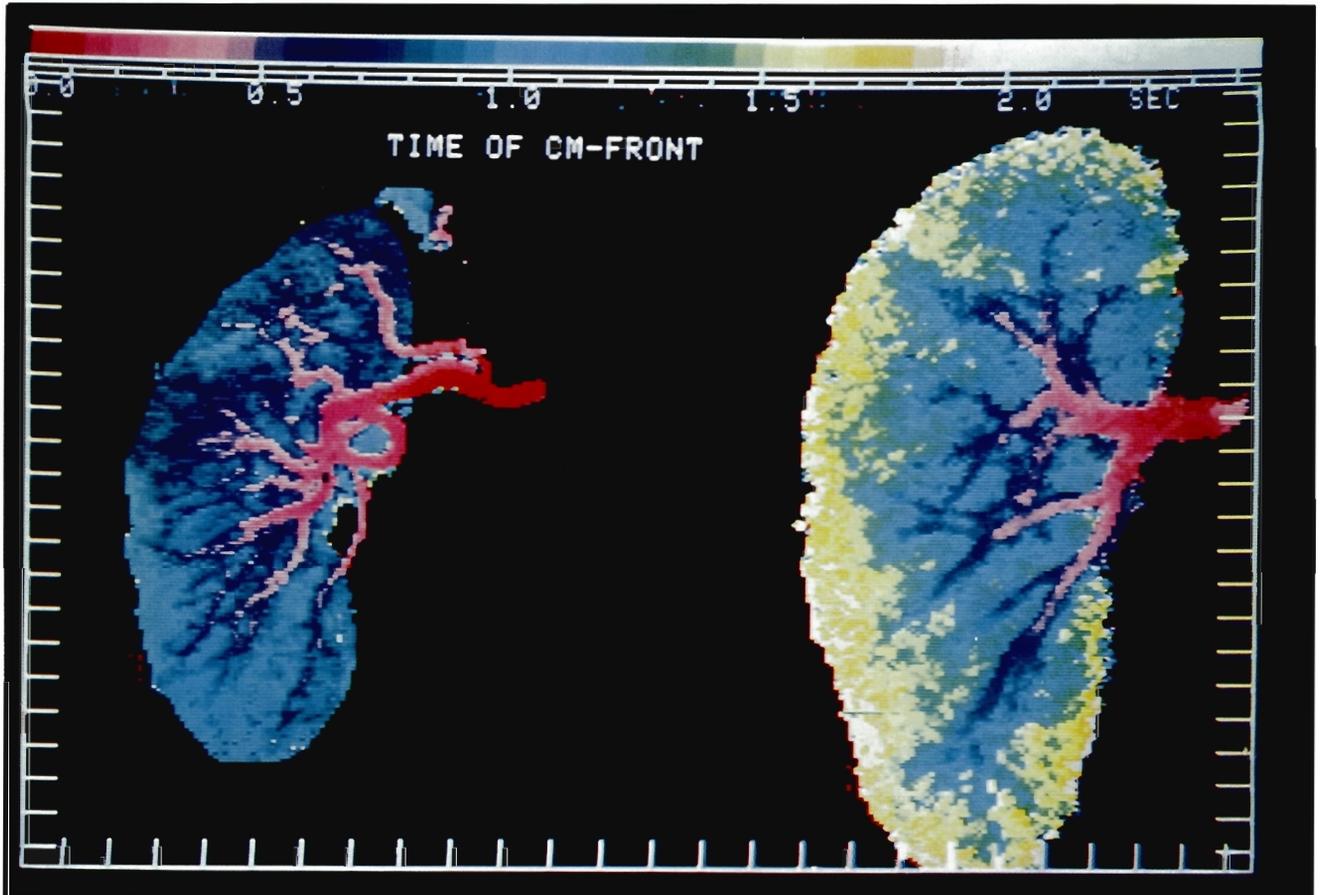


Abb. 95 Funktionsbild einer normalen (links) und einer kranken (rechts) Niere. Die Farben bedeuten die Ankunftszeiten des Blutes am jeweiligen Ort der Niere gemäß obenstehender Skala. Der verzögerte Blutfluß in der kranken Niere ist auf einfache Weise ersichtlich.

Bibliothek und Dokumentation (L)

Die beiden nachfolgenden Tabellen zeigen die zahlenmäßige Entwicklung der Bibliothek:

Bibliothek

| Bibliotheksbestand | Zugang | | Bestand | |
|---------------------------------|--------|------|-------------|-------------|
| | 1977 | 1978 | 1977 | 1978 |
| Monographien | 249 | 343 | 9150 | 9493 |
| gebundene Zeitschriftenbände | 617 | 657 | 8906 | 9563 |
| laufend gehaltene Zeitschriften | -42 | 7 | 294 | 301 |
| Berichte und Preprints | 4529 | 4594 | ca. 21800*) | ca. 23600*) |

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

| Bibliotheksbenutzung | 1977 | 1978 |
|---|---------------|---------------|
| Leserzahl | ca. 975 | ca. 1100 |
| Entleihvorgänge | ca. 500/Woche | ca. 600/Woche |
| Entleihvorgänge im auswärtigen Leihverkehr | 153 | 221 |

Wie im Jahr 1977 zwang die Knappheit der finanziellen Mittel auch im Jahr 1978 zu einem strengen Maßstab bei der Anschaffung neuer Bücher.

Die Entwicklung der Bücherzugänge der letzten Jahre:

| | | |
|---------------|------|-----|
| Bücherzugänge | 1974 | 552 |
| | 1975 | 605 |
| | 1976 | 359 |
| | 1977 | 273 |
| | 1978 | 343 |

12142 Arbeiten aller Art (Preprints und Reports, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge u.a.) aus den Gebieten Elementarteilchen- bzw. Hochenergiephysik, Quantenfeldtheorie und Beschleunigertechnologie wurden im Jahre 1978 dokumentarisch erfaßt, klassifiziert und mit Schlagwörtern versehen. Die so aufbereiteten Daten wurden auf Magnetbänder aufgenommen und fortlaufend kumuliert. Die Tabelle zeigt die von der Dokumentation im Jahre 1978 erfaßten Schriften:

Dokumentation

| | experimentell | instrumentell | theoretisch | insgesamt |
|--|---------------|---------------|-------------|-----------|
| Reports und Preprints | 867 | 548 | 3179 | 4594 |
| andere Veröffentlichungen (Zeitschriften, Konferenzen, Bücher) | 1472 | 660 | 5416 | 7548 |
| gesamt | 2339 | 1208 | 8595 | 12142 |

Preprints und Reports, über die der schnelle Informationsaustausch in der Hochenergiephysik läuft, wurden von der Dokumentation mit einer durchschnittlichen Verzögerung von einer Woche erfaßt und den Benutzern zur Verfügung gestellt.

Da andere Dokumentationssysteme nur Zeitschriftenartikel, Bücher und nur zum Teil Konferenzen referieren, ist die schnelle Bearbeitung von Preprints und Reports außerordentlich wichtig, zumal die zeitliche Verzögerung zwischen dem Eingang eines Preprints und seiner eventuellen Veröffentlichung erfahrungsgemäß etwa ein halbes Jahr beträgt.

Auch im Jahre 1978 erschienen etwa 10 % der aufgenommenen Arbeiten in russischer Sprache und wurden im Original verfaßt. Somit wurden sie etwa 10 Monate vor ihrem Erscheinen in englischer Übersetzung von der DESY-Dokumentation referiert.

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

- a) als vierzehntäglich erscheinende Zeitschrift HIGH ENERGY PHYSICS INDEX (HEP) mit jährlich kumulierten Autoren- und Sachindices (Verleger: ZAED, Karlsruhe).
- b) als vierzehntäglich herausgegebener SDI-Dienst (= Selective Dissemination of Information). Die 383 Teilnehmer (Zunahme um 20 % gegenüber 1977), davon 91 Teilnehmer von DESY und der Universität Hamburg und 292 Teilnehmer von anderen deutschen und ausländischen Institutionen, erhalten regelmäßig Maschinenausdrucke relevanter nach Schlagwortkombinationen ausgesuchter neu eingegangener Titel.
- c) als Retrieval-Ausdruck (Retrieval = einmalige retrospektive Literatursuche). Dafür steht eine Datenbank von etwa 85 000 Publikationen zur Verfügung, wobei veröffentlichte Preprints fortlaufend aus dem Datenbestand gelöscht werden. Insgesamt wurden im Berichtsjahr ca. 450 Retrievalanfragen erstellt.
- d) als Magnetbanddienst. Im Jahre 1978 wurden die folgenden Institute regelmäßig mit den DESY-Datenbändern des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX beliefert bzw. mit der Belieferung begonnen:
 1. CERN, Genf
 2. SLAC/LBL, Stanford/Berkeley
 3. KEK, Tsukuba (Japan)
 4. Ecole Polytechnique, Paris
 5. Institut für Theoretische Kernphysik der Universität Karlsruhe
 6. Institut für Hochenergiephysik der Universität Heidelberg
 7. Niels-Bohr-Institut der Universität Kopenhagen.

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

Mit drei weiteren Instituten sind Verhandlungen über die Belieferung mit den DESY-Dokumentationsdaten und den bei DESY benutzten Retrieval-Programmen abgeschlossen worden:

1. Institut für die Hochenergiephysik, Serpukhov
2. Physikalisches Institut der Akademie der Wissenschaften, Erevan
3. Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Section Bologna

18 Arbeiten größeren Umfangs mit insgesamt 286 Schreibmaschinenseiten wurden aus dem Russischen bzw. Französischen ins Deutsche übersetzt. Ständig werden Titel, Zusammenfassungen, Inhaltsverzeichnisse sowie andere bibliographische Angaben der in russischer Sprache erscheinenden Arbeiten aus den wissenschaftlichen Zeitschriften, Reports, Konferenzen, Büchern ins Englische übersetzt.

Es wurden Druckaufträge für 107 DESY-Berichte, 52 Interne Berichte, sowie ca. 70 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften bearbeitet.

Zum ständigen Service der Bibliothek und Dokumentation gehörten auch 1978 die wöchentlichen Bibliotheksmitteilungen, die fortlaufend kumulierte Antipreprint-Liste (Liste der zur Veröffentlichung gelangten Preprints) sowie die vierzehntäglich kumulierte Fassung des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX.

Seit Mitte 1978 liegt die kumulierte Antipreprintliste auch in Form von Microfiches vor, die bei CERN unter Verwendung von DESY-Magnetbändern hergestellt werden.

Die DESY-Antipreprintliste wird neben CERN auch an die Universitäten Bonn und Bielefeld und das MPI für Physik in München geliefert.

Die maschinenlesbare Erfassung des Buchbestandes der Bibliothek konnte im Jahr 1978 wegen Personalmangels nicht fortgesetzt werden.

Bereich Maschine

Bereich Maschine

INHALT

| | Seite |
|------------------------|-------|
| Vorbemerkung | 145 |
| Synchrotron | 146 |
| Speicherring DORIS | 149 |
| Speicherring PETRA | 154 |
| Aufbau der Experimente | 168 |
| Energieversorgung | 169 |
| Strahlenschutz | 170 |

Vorbemerkung

1978 war das Jahr der Fertigstellung von PETRA, der Inbetriebnahme und der ersten Experimenteschichten am Speicherring. Der Zeitplan von PETRA war während des Baues mehrfach revidiert und verkürzt worden, so daß der erste Strahl am 15. Juli 1978, neun Monate früher als in dem Proposal vom November 1974 vorgesehen, gespeichert werden konnte. Wegen des begrenzten Mittelflusses war die verkürzte Bauzeit nur durch eine sehr sparsame Bauweise möglich. Tatsächlich lagen die Gesamtkosten für PETRA noch etwas unter den Ansätzen aus dem Jahre 1974, d.h. die inflationsbedingten Verteuerungen konnten durch besonders wirtschaftliche Bauweisen aufgefangen werden.

Am Ende des Berichtsjahres war bereits erkenntlich, daß die Maschine in vieler Hinsicht den ursprünglichen Erwartungen entsprach: Es wurden nahezu die geplanten Einzelströme gespeichert (18 mA/Bunch verglichen mit einem geplanten Wert von 20 mA/Bunch). Allerdings war die Strahl-Strahl-Wechselwirkung stärker als ursprünglich erwartet, so daß die zunächst beobachtbaren Ereignisraten an den Wechselwirkungspunkten nur zwischen 1 bis 10 % der im Endzustand erhofften Werte lagen. Doch reichte diese „Luminosität“ bereits aus, um mit ersten Hochenergiephysikexperimenten zu beginnen.

Der Speicherring DORIS wurde bis zum August des Jahres mit kollidierenden Strahlen bei hoher Energie (etwa 2×5 GeV) betrieben. Ab September jedoch wurde DORIS ausschließlich für die Zwischenspeicherung von Positronen verwendet, wie sie für die Injektion in PETRA erforderlich war. Gleichzeitig wurden jedoch die Arbeiten an dem Akkumulatorring PIA fortgeführt, um DORIS im Jahre 1979 wieder für eigene Hochenergieexperimente verfügbar zu machen.

Eine große Anstrengung war erforderlich, um neben der Fertigstellung von PETRA die PETRA-Detektoren zu installieren und anzuschließen. Doch auch hier konnten die ursprünglichen Zeitpläne verkürzt werden, so daß am Ende des Jahres in drei von vier Wechselwirkungszonen funktionierende Detektoren installiert waren.

Synchrotron (S 1)

Aufgabenstellung und Betriebsergebnis

Das Jahr 1978 brachte für das Synchrotron einen bedeutsamen Wendepunkt bezüglich der Aufgabenstellung.

Von 1964 bis Mitte 1978 diente DESY mit Gammastrahlen wie auch ausgelenkten Elektronenstrahlen (gelegentlich auch Positronenstrahlen) unmittelbar als Teilchenquelle für die in den Hallen I, II und II a aufgebauten Hochenergiephysikexperimente. Das Füllen des Speicherrings DORIS ab 1974 geschah im wesentlichen parasitär, d.h. ohne merkliche Beeinträchtigung des Betriebes für die Experimente am Synchrotron. Mit der Inbetriebnahme von PETRA Mitte 1978 liefen nun einerseits die Hochenergieexperimente mit direkten Strahlen von DESY aus, andererseits stellte der Teilcheneinschuß aus DESY in PETRA so andersartige Forderungen, daß ein parasitäres Füllen ähnlich wie bis dahin bei DORIS aus technischen Gründen nicht mehr möglich war. Damit erhielt für DESY die Aufgabe, als Einschußbeschleuniger für PETRA zu dienen, die höchste Priorität. Daneben blieb das Füllen von DORIS und das Bereitstellen von Teststrahlen für die Hallen I und II sowie von Synchrotronlicht für die Bunker I und II.

Über die technischen Vorkehrungen für den PETRA-Einschuß unter Einschluß des in Bau befindlichen neuen Zwischenspeicherringes PIA wird im PETRA-Teil berichtet. Die veränderte Aufgabenstellung für DESY ab Mitte 1978 macht sich jedoch auch im Betriebsergebnis bemerkbar.

| | Gesamt- betriebszeit | für Hauptbenutzer geplant | für Hauptbenutzer erhalten | Maschinen- studien | Wartungs- schichten |
|------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|------------------------|
| 1964 | — | 1009 h | 767 h | 821 h | — |
| 1965 | 5075 h | 3464 h | 2592 h | 1208 h | 400 h |
| 1966 | 2855 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 | 5845 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 |
| 1977 | 6432 h | 5159 h | 4464 h | 544 h | 729 h |
| 1978 | 7903 h | 5999 h | 5488 h | 903 h | 1001 h |

Von den nahezu 6000 für Hauptbenutzer vorgesehenen Schichten entfiel etwa die Hälfte auf PETRA (genau 3056 aus 5999 h).

Trotz der zahlreichen technischen Neuerungen für den Hochintensitäts-Einzelbunch-Betrieb (Linac I und II, Synchronisation) betrug die Ausfallrate des Synchrotrons beim PETRA-Einschußbetrieb nur etwa 11 %. Über das ganze Jahr gesehen war die Ausfallrate 8,5 % bezogen auf die vorgesehene Hauptbenutzerzeit bzw. 6,5 % bezogen auf die Gesamtbetriebszeit (511 aus 7903 Stunden).

Messungen und Erprobungen

Der Eigenbedarf des Synchrotrons an Maschinen-Hauptbenutzerzeit war mit 903 h verhältnismäßig hoch, hauptsächlich bedingt durch die Messungen und Erprobungen im Zusammenhang mit dem schon erwähnten Hochintensitäts-Einzelbunch-Betrieb. Zu nennen sind im einzelnen die Erprobung der Betriebsarten-Umschaltung des Linac II zwischen Einzel- und Multibunchbetrieb, die Erprobung und Eichung des neuen Widerstands-Monitor-Systems zur Messung der Strahlintensität auch im Einzelbunchbetrieb, die Erprobung der Synchronisation für den

Verbundbetrieb Linacs/DESY/DORIS/PETRA, Einsatz von Multipolen und Feedback-Systemen zur Bekämpfung von Instabilitäten im Einzelbunchbetrieb, Erprobung der Rückinjektion von e^+ -Einzelbunchen aus DORIS in DESY bei 2,2 GeV, schnelle („single-turn“)-Ejektion von e^+ und e^- bei 5 bis 7 GeV aus DESY in die DESY/PETRA-Strahlführungssysteme sowie Untersuchungen an der White-Schaltung und über magnetische Störfelder im Hinblick auf das Einschußfeld für 55 MeV-Elektronen aus Linac I.

Außer den in der Statistik aufgeführten Wartungsschichten gab es 1978 eine größere Montagezeit vom 20.2.78 bis 10.3.78. In dieser Zeit wurde u.a. ein neuer Mauerdurchbruch eingebracht zwischen der sog. „Spinne“ und dem Synchrotron mit dem Ziel, aus Linac II bzw. PIA (dem im Bau befindlichen Positron Intensitäts Akkumulator, s. Abb. 95a) wegen des 400 bis 500 MeV (statt 300 MeV)-Betriebes unter kleinerem Winkel in DESY einschließen zu können (ca. 3° statt ca. 30°). Weiter wurde im Linac II-Meßraum das dort befindliche Spektrometer abgebaut, um Raum für PIA zu schaffen.

Die Vakuumbetriebsgruppe war außer durch die Wartungs- und Umbauarbeiten am Synchrotron und den Strahlführungswegen und den anderweitig erwähnten Arbeiten für PETRA noch zusätzlich belastet durch den Umbau von DORIS für den Einzelringbetrieb auf 2×5 GeV (Positionsänderung der Wechselwirkungsquadrupole, Einbau von PETRA-Cavities, Einbau zusätzlicher Synchrotronstrahlungsabsorber).

Das technische Entwicklungsprogramm der Synchrotrongruppe war 1978 nahezu ausschließlich auf PETRA ausgerichtet. Abgesehen von den Arbeiten an PETRA und PIA selbst (siehe PETRA-Teil dieses Jahresberichtes) waren am Synchrotron und den Linacs Verbesserungen und Neuerungen erforderlich (Strahlmeßtechnik, Synchronisation, Septa und Kicker, Rechnerkontrollen, Strahlbeeinflussung etc.), die ebenfalls weitgehend aus den Erfordernissen des Verbundbetriebes mit PETRA herrühren.

Montagezeit

Die Vakuumbetriebsgruppe HSV

Technisches Entwicklungsprogramm



Abb. 95a Erprobung von PIA-Kickern im Ejektionslabor des Synchrotrons.

Speicherring DORIS

Bei DORIS stand das erste Halbjahr 1978 im Zeichen eines erfolgreichen Experimentebetriebs bei Schwerpunktenenergien bis zu maximal 10,1 GeV, während im zweiten Halbjahr routinemäßig Positronen für den Einschub in PETRA akkumuliert wurden.

Bereits Ende 1977 war DORIS auf Einzelringbetrieb mit einer Maximalenergie von 8,5 GeV umgestellt worden und hatte erste Tests erfolgreich bestanden.

Magnetsättigung

Zu dieser Zeit wurde im NAL eine Resonanzstruktur bei etwa 9,7 GeV gefunden. Dadurch wurde der DORIS-Ausbau auf 2×5 GeV zu einem vordringlichen Projekt, um die neue Resonanz untersuchen zu können. Für diese Energieerhöhung mußten die folgenden Probleme gelöst werden:

Bereits die $2 \times 4,25$ GeV waren begrenzt durch die rapide einsetzende Eisensättigung in den großen Quadrupolen nahe den Wechselwirkungspunkten (s. Abb. 96).

Diese Quadrupole wurden mechanisch um 0,795 m vom Wechselwirkungspunkt weggeschoben und kamen danach mit einer entsprechend größeren Fokusslänge und somit kleinerer Energie aus. Weitere Änderungen in der Optik ermöglichten auch andere Quadrupole weniger stark zu erregen und trotzdem gute Strahleigenschaften zu erhalten.

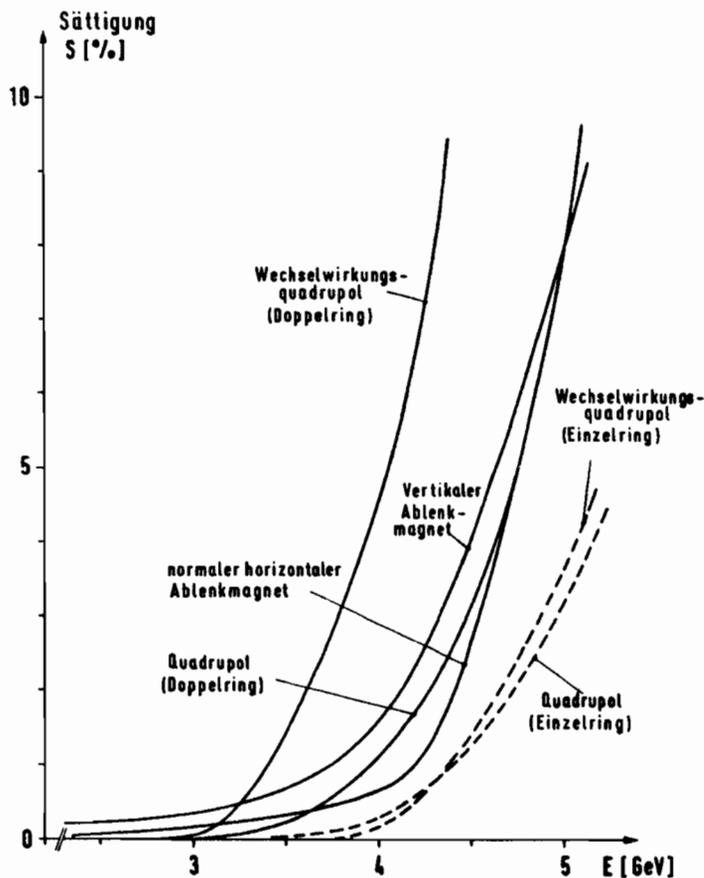


Abb. 96 Sättigung der am stärksten erregten Magnete in der Doppelring- und Einzelringstruktur.

Die Sättigungskurven verschiedener Magnete im DORIS zeigt Abb. 96. Man ersieht daraus, daß die für 2×5 GeV benötigten Felder erreicht werden können, die dazu benötigten Erregungsströme müssen jedoch überproportional ansteigen. Es bedurfte langwieriger Messungen und komplizierter Programme, bis der DORIS-Prozeßrechner gelernt hatte, die Magnetströme der geforderten Energie nichtlinear folgen zu lassen, damit der Strahl stets die richtigen Felder vorfand. Der erlaubte Fehler betrug dabei 0,2 %.

Chromatizitäts- kompensation durch Sextupole

Zur Vermeidung bestimmter Instabilitäten (head tail-Effekt) muß der chromatische Fehler der Quadrupollinsen kompensiert werden. Dazu dienen 2 Arten von Sextupolen. Ihre Stärke und räumliche Anordnung haben großen Einfluß auf die Apertur des Speicherringes, die der Strahl stabil ausnutzen kann.

Da die eine Sorte von Sextupolen bereits bei 4,2 GeV bis zur Temperaturgrenze der Spulen erregt waren, mußte unter Berücksichtigung dieser Randbedingungen eine neue günstige Verteilung der Sextupolstärken errechnet werden. Diese neue Verteilung wurde mit tracking Programmen überprüft und ließ eine für den 5 GeV-Strahl gerade eben ausreichende Apertur erwarten.

Die Hochfrequenz- leistung

DORIS besaß Hochfrequenzsender und Beschleunigungsstrecken in 3 Quadranten. Nach Umbau auf den Einzelring konnte mit den installierten DORIS-Cavities und zwei zusätzlichen PETRA-Cavities eine maximale Strahlenergie von 4,3 GeV erreicht werden. Als erste Ausbaustufe wurden im Februar 1978 in allen drei Quadranten insgesamt 6 fünfzellige PETRA-Cavities eingebaut. Die Maximalenergie betrug nunmehr 4,8 GeV. Der weitere Ausbau erfolgte im Mai 78. Über eine lange Hohlleiterverbindung wurde HF-Leistung vom Quadranten 4 in den Quadrant 3 gebracht (der bis dahin keine Beschleunigungsstrecken hatte) und dort weitere PETRA-Cavities installiert. Die HF-Grenze für die Maximalenergie ging damit auf $2 \times 5,1$ GeV.

Die elektrostatische Strahlseparation

Die elektrostatische Strahlseparation, die notwendig ist, um zwei starke Bunche injizieren zu können, bereitete im Vorjahr Schwierigkeiten. Diese Separierplatten wurden ausgebaut, da bei den hohen Injektionsenergien von mehr als 4,6 GeV die Strahl-Strahlwechselwirkung so schwach ist, daß sie bei den erreichbaren Strömen die Injektion noch nicht behinderte. Diese benutzten Bunchströme von 2×25 mA waren durch ansteigenden Vakuumdruck und rasch wachsenden Untergrund bei den Experimenten bedingt.

Feedback

Bei Strömen oberhalb von 10 mA im Einzelbunch setzten starke vertikale Strahlinstabilitäten ein. Zu ihrer Bekämpfung wurde ein Feedbacksystem entwickelt und in DORIS eingebaut. Mit seiner Hilfe konnten Schwingungen des Strahls so stark gedämpft werden, daß selbst bei Einzelbunchströmen von 50 mA keine Instabilitäten mehr beobachtbar waren.

Die Betriebserfahrungen waren außerordentlich gut. Ohne lange Testzeit wurden sofort nach dem Umbau Spitzenluminositäten von 1 bis $2 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ erreicht. Mit diesen Luminositäten gelang in wenigen Wochen eine Analyse der Υ und Υ' -Resonanz. Abb. 97 zeigt Strom- und Luminositätsverlauf während einer typischen Füllung bei der Υ -Energie (9,46 GeV). Abb. 98 zeigt die erzielte über einen Tag ermittelte Luminosität während zweier Wochen.

Trotz der kurzen Zeit konnten einige interessante Messungen am Speicherring DORIS ausgeführt werden:

Bunchverlängerung und higher order mode losses

Die Bunchlänge wurde mit einer ultraschnellen Photodiode gemessen. Abb. 99 zeigt die Bunchverlängerung als Funktion des Stromes bei 3,5 GeV, der Verlängerungsfaktor bleibt kleiner als 2 bei Strömen zwischen 8 und 23 mA. Bei 4,5 GeV war mit Strömen zwischen 10 mA und 23 mA/bunch überhaupt keine Verlängerung meßbar.

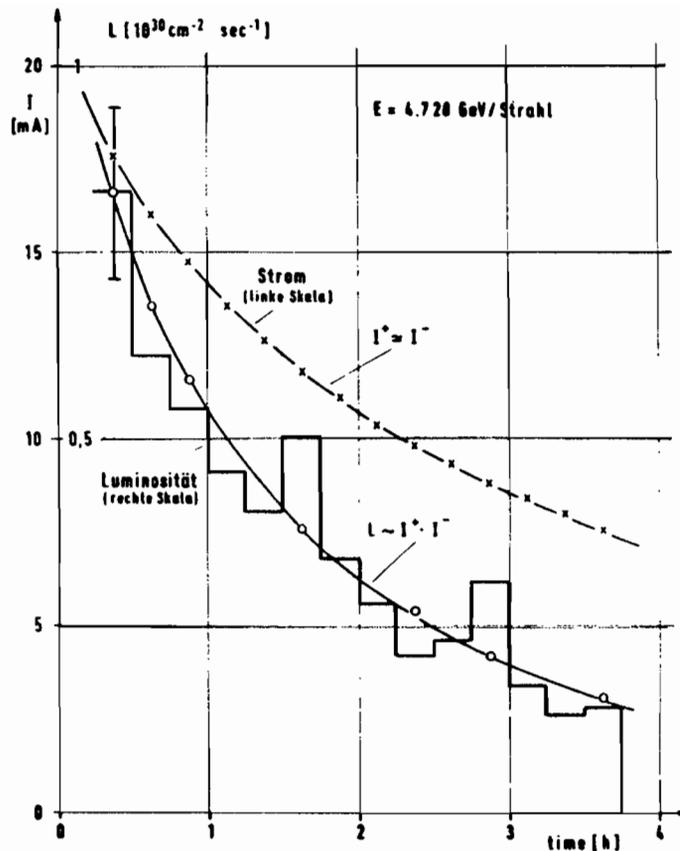


Abb. 97 Luminosität im Wechselwirkungspunkt 2 und Strahlströme vs. Zeit. (Fehlerbalken enthält nur statistische Fehler).
 $[\int I dt = 4,7 \text{ nb}^{-1} \hat{=} \text{ca. } 45 \text{ } \Upsilon\text{-Ereignisse}]$

Die sogenannten „higher order mode losses“ (s. Abb. 99) wurden aus der zeitlichen Verschiebung des Bunchschwerpunktes gegen die HF-Phase ermittelt. Der Gesamtverlust setzt sich aus dem (gut rechenbaren) Verlust in den HF-Cavities und dem Verlust in allen Vakuumkammern zusammen. Die Messung ergab einen Verlust von 12 kW bei 23 mA in den DORIS-Vakuumkammern.

In DORIS ist es 1978 erstmals gelungen, die durch den Raumladungseffekt hervorgerufenen Frequenzverschiebungen direkt zu messen. Durch kohärente Anregung auf den Resonanzfrequenzen konnten die Eigenfrequenzen der gekoppelten Strahlen, d.h. die Q-Wertaufspaltung, direkt beobachtet werden. Aus den kohärenten Frequenzverschiebungen lassen sich die inkohärenten Frequenzverschiebungen und die Strahldimensionen am Wechselwirkungspunkteinzeln berechnen, wogegen die Luminosität nur das Produkt der Strahldimension liefert.

Q-Änderung durch Strahl-Strahlwechselwirkung

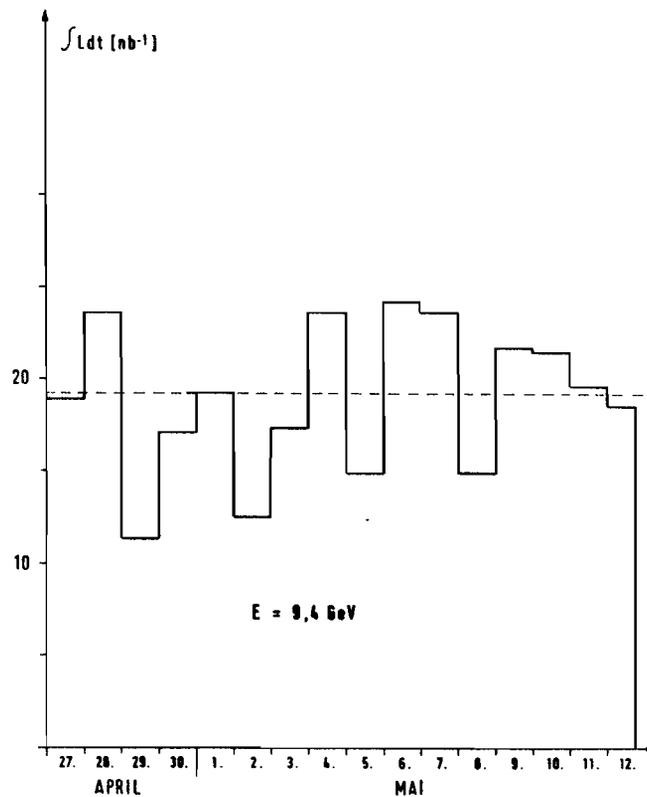


Abb. 98 Integrierte Luminosität pro Wechselwirkungspunkt gemittelt über einen Tag.

Seit dem 21.8.78 lief DORIS ausschließlich als Positronen-Zwischenspeicherring für PETRA.

Dazu wurden bei 2,2 GeV 30 Positronenbunche im 50 Hz-Rhythmus in DORIS gefüllt. Etwa 2 x pro Sekunde wurde der jeweils am längsten aufgefüllte Bunch ejiziert und im Synchrotron auf die PETRA-Injektionsenergie von 6,5 GeV nachbeschleunigt.

Bei der nächsten Ejektion wird der nächste Bunch ejiziert und so fort. Da eine direkte Positroneninjektion in PETRA nur 1 Bunch zur gleichen Zeit füllen und eine maximale Injektionsrate von 10 Hz benutzen konnte, ergibt sich theoretisch eine Verkürzung der Positroneninjektionszeit um einen Faktor $5 \times 30 = 150$.

Da in DORIS bei diesem Zwischenspeicherbetrieb ein Wirkungsgrad von 50 % erzielt wird, liegt der praktische Verkürzungsfaktor noch über 70.

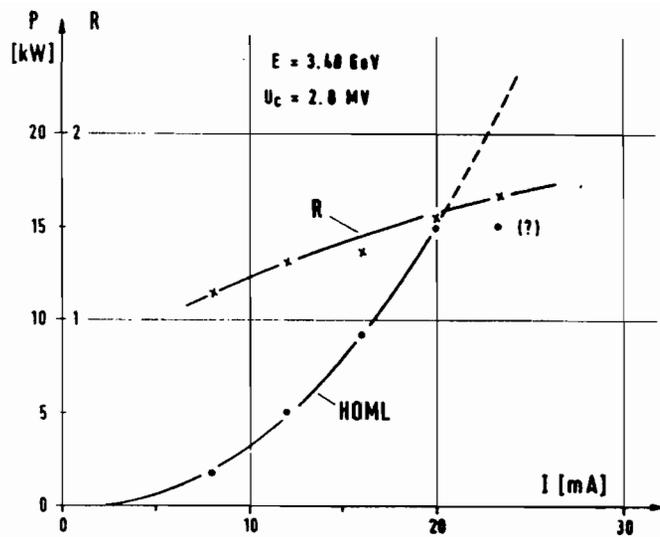


Abb. 99 Higher order mode losses (HOML) und Bunchverlängerungsfaktor R als Funktion des Bunchstromes für e^- -Einzelbunche.

Speicherring PETRA

Die Arbeiten an PETRA im Jahre 1978 waren gekennzeichnet durch die Fertigstellung der ersten Ausbaustufe und die anschließende Inbetriebnahme. In der ersten Jahreshälfte wurden die restlichen Installationen in der Nordhälfte des Ringes komplettiert. Diese Arbeiten kamen so zügig voran, daß PETRA bereits Mitte Juli 1978 in der ersten Ausbaustufe fertiggestellt wurde. Zur Freude aller wurde am 15.7.1978 erstmals ein Elektronenstrahl in PETRA gespeichert und das produzierte Synchrotronlicht auf einem Fernsehmonitor beobachtet.

PETRA ging nun in Betrieb und das Studium der Maschineneigenschaften wurde begonnen. Nachfolgend wird der Fortschritt der Arbeiten an PETRA beschrieben.

Bau und Mechanik

Im Berichtsjahr wurden die Bauarbeiten zur Erweiterung der Halle NO sowie an den Experimentiergruben SO, NO, NW, SW abgeschlossen und die Bauteile zum Einbau der Experimente freigegeben. Im Bereich der Halle NO wurde ein Kühlteich geplant und gebaut, der für eine Gesamtkühlleistung von rd. 12 MW für Maschine und Experimente ausgelegt ist und Rücksicht nimmt auf eine harmonische Einbindung in die Landschaftsgestaltung.

Die Landschaftsgestaltung der öffentlichen Grünanlage im Westen und Norden des Ringes wurde begonnen. Hierbei wurden insbesondere die im Spätherbst '77 aufgetretenen Böschungsschäden bei den westlichen Hallen durch Sondermaßnahmen (Faschinen) beseitigt.

Für die tief in offenen Gruben liegenden Hallen SO, NW, W und SW wurden nach Abschluß der Bauarbeiten an den im Berichtsjahr erstellten Kontroll- und Versorgungsgebäuden neben den Hallen die Regenwasserhaltebecken begonnen.

Montage

Die Montage der Komponenten im PETRA-Tunnel wurde 1978 von den Hallen Ost und West nach Norden fortgesetzt.

Von den 308 Quadrupolen mit insgesamt 152 Sextupolen mußten noch 50 % und von den Dipolmagneten die restlichen 40 % aufgestellt werden. Diese Montage konnte Mitte Juni mit Aufstellung des letzten Dipolmagneten im Oktanten abgeschlossen werden.

Parallel hierzu wurden sämtliche „Kurzen geraden Stücke“ mit den großen Quadrupolen an den Wechselwirkungszonen, Kollimatoren, Separatoren und Sonderkammern ausgerüstet und die durch die Experimentierhallen führenden Ersatzstrahlrohre für den ersten Betrieb mit Abschirmwänden umgeben.

Ebenfalls 1978 wurden im Süden die restlichen Hf-Beschleunigungsstrecken (16 insgesamt in der 1. Ausbaustufe) und im Norden 8 weitere montiert.

Das Stromschienensystem mit seinen 34 Einzelschienen konnte termingerecht durch die restlichen 5 Experimentierhallen geführt und in Halle NO an die Zuführungskabel angeschlossen werden.

Der Anfang 1978 angepeilte Einschlußtermin von Anfang Juli konnte unter Mithilfe des IBM-Netzplanprogramms „PROJACS“ und dem Einsatz vieler Hände genau eingehalten werden.

Vermessung

Durch zwei Kontrollvermessungen mit dem elektrooptischen Streckenmeßgerät MEKOMETER wurden die Koordinaten der Vermessungspfeiler neu bestimmt. Es zeigte sich, daß diese Pfeiler nur noch unwesentliche Bewegungen ausführen (weniger als 1 mm). Diese Pfeiler dienten als Ausgangspunkt für die Lagebestimmung der Meßpunkte im PETRA-Tunnel. Durch Mekometermessung wurden die vertikalen Vermessungsrohre OL, NOR, NOL, NR, NL und NWR angeschlossen und auf die darunter liegenden Stahlbolzen im Tunnelfußboden abgelotet. In den Bögen von NW bis N und N bis NO lieferten Feinpolygonzüge zwischen den Stahlbolzen die Koordinaten von weiteren Vermessungspunkten (Messingbolzen), die in gleichmäßigen Abständen im Tunnelfußboden eingebracht sind (alle 24 m). Sie bilden die Ausgangspunkte für die Lagejustierung der benachbarten Strahlführungsmagnete.

Unmittelbar im Anschluß an die Magnetmontage erfolgte jeweils die Höhen- und Lagejustierung der Strahlführungsmagnete. Im ersten Halbjahr 1978 geschah dies in den Bögen W/NW, NW/N, N/NO und NO/O, sowie in den Geraden Stücken W, NW, N, NO, O, SO und SW. Außerdem wurden die Cavities im Geraden Stück Süd justiert.

Durch 3 Feinnivellements im PETRA-Tunnel erhielten wir einen Überblick über die Höhenbewegungen der Tunnelsohle. Dabei zeigten sich im Bereich NW bis NO Absenkungen bis zu 5 mm, die durch Erdarbeiten des Gartenbauamtes verursacht wurden und eine erneute Justierung der Magnete zwischen Halle NW und dem Geraden Stück N verlangten.

Soweit möglich wurde die radiale Position der Magnete nach der Justierung durch Kontrollvermessungen überprüft, Fehlauflagen in den Oktanten W/NW, NW/N und O/SO wurden beseitigt.

Im Oktober wurde erstmals eine zusammenhängende radiale Kontrollvermessung der PETRA-Magnete zwischen den Hallen NW und O durchgeführt und eine Reihe von Quadrupolen nachjustiert.

Gleichzeitig wurden die in HF-Halle Nord eingebauten Cavities ausgerichtet, das Einfahren der Detektoren der Experimente PLUTO, TASSO und MARK J überwacht und die zugehörigen Vorwärtsspektrometer und Kompensationsspulen justiert.

Zur Komplettierung der PETRA-Magnetstromkreise wurden in der ersten Jahreshälfte folgende Arbeiten geleistet:

Energieversorgung und Rückkühlung

- Installation und Inbetriebnahme von 2 Gleichstromquellen, Typ G für Quadrupolkreise und von 2 Geräten für die Sextupolkreise.
- Aufbau eines vom Ninalab übernommenen Kreuzschienenverteilers für die Quadrupol- und Sextupolstromkreise, der der Flexibilität im Einsatz der Stromquellen dienen soll und Installation der dazugehörigen Anschlußverkabelung.
- Aufbau von Erdungsschaltern für alle Stromkreise und von Umschaltern für den Dipolkreis.
- Fertigstellung der Anschlußverkabelung im Ringtunnel und Herstellung aller Erdungsanschlüsse.
- Fertigstellung von Signalwegen für das Magnetinterlock.

Die Inbetriebnahme der restlichen 6 Stromversorgungsgeräte für die Sextupolstromkreise erfolgte in der 2. Jahreshälfte, ebenso diejenige der Senderstromversorgungen im Bereich Nord.

Bis zum Einschaltzeitpunkt wurden auch sämtliche Korrektornetzgeräte ausgeliefert, geprüft und mit den dazugehörigen Anschlußanlagen in Betrieb genommen.

Die Drehstromversorgung für den Ringtunnel und die Experimentierhallen sowie das Erdungssystem wurden fertiggestellt.

Nachdem die Rückkühlanlagen Süd für die Wasserkühlung der Magnete und Absorber sowie die Anschlußverschlauchung aller Komponenten im Ringtunnel fertiggestellt waren, konnte rechtzeitig zur PETRA-Inbetriebnahme die Wasserkühlung des Hauptsystems in Gang gesetzt werden, wobei die Rückkühlung nur von einer – anstelle von zwei – Stationen erfolgt. Die Kühlzentrale Nord wurde im Laufe des Berichtszeitraums fertiggestellt.

Während im Endzustand die Verlustwärme der südlichen Hälfte des PETRA-Ringtunnels über einen vorhandenen DESY-Kühlturm abgeführt wird, erfolgt die Wärmeabfuhr aus dem nördlichen Teil über einen Kühlteich, der mit einem zweistufigen Sprühdüsen-System arbeitet und im Laufe des Berichtszeitraums errichtet wurde. Testläufe damit wurden in der 2. Jahreshälfte durchgeführt. – Schließlich wurden 2 Ionenaustauscheranlagen zur Aufbereitung des Kreislaufwassers für alle Wasserkühlkreisläufe beschafft und in Betrieb genommen.

Alle Belüftungsanlagen für den Ringtunnel, die Experimentierhallen und HF-Senderhallen wurden komplettiert, mit Temperaturregelkreisen versehen und diejenigen für den Ringtunnel wurden mit Schalldämmung ausgestattet, um die Geräuschbelästigung von Anliegern zu vermeiden.

Magnetfeldmessungen

Im Berichtszeitraum wurden für PETRA die restlichen Magnete – 63 von 242 Dipolen, 78 von 320 Quadrupolen und 21 von 178 Sextupolen – vermessen. Außerdem wurden an einem PETRA Dipol mit Korrekturspule Hysteresemessungen des Referenzdipols durchgeführt.

Für die PIA-Dipolmagnete wurde eine Meßmaschine gebaut und hiermit die Vermessung der 8 PIA-Magnete durchgeführt.

Feedback

Zur Dämpfung kohärenter transversaler Strahlschwingungen in PETRA wurde ein schmalbandiges Rückkopplungssystem aufgebaut. Mit Hilfe von pick-up Elektroden und nachgeschalteter Detektorelektronik werden die transversalen Strahlschwingungen nachgewiesen. Die so gewonnenen Signale werden verstärkt und über je einen horizontal und vertikal wirkenden Luftspulenkicker auf den Strahl zurückgeführt. Die Phasen der sinusförmigen Kickerpulse mit konstanter Amplitude werden über elektronische Phasenschieber so gesteuert, daß die Kicker den kohärenten Schwingungen entgegenwirken und diese also dämpfen.

In ganz analoger Weise wurde das longitudinale Feedback zur Dämpfung von Synchrotron-schwingungen aufgebaut. Detektor und Elektronik sind hier für den empfindlichen Nachweis von Phasenschwingungen eingerichtet. Als longitudinaler Kicker dient ein 500 MHz Resonator von DORIS, der aus einem vorhandenen Klystron Sender mit 20 kW HF-Leistung gespeist wird.

Zur Dämpfung von Synchrotron-schwingungen können je nach Steuerung der Phase Spannungen bis maximal 30 KV auf den Strahl gegeben werden.

Da in PETRA maximal acht Bunche gespeichert werden, müssen für jeden Bunch individuelle Rückkopplungssignale aufbereitet werden. Deshalb sind die Detektoren und Kicker nahe den Bogenmitten angeordnet, wo der zeitliche Abstand zwischen zwei Bunchpassagen ca 1 μ sec beträgt. Dieses Zeitintervall reicht aus, um die Detektorsignale mit Hilfe schneller Schalter über 8 schmalbandige Verstärkerkanäle je Schwingungsrichtung zu verarbeiten und alle Dämpfungskicker, die 8 mal pro Umlauf pulsen, phasenmäßig so zu steuern, daß jeder Bunch individuelle Dämpfungskicks erfährt.

Im Berichtszeitraum wurde der Aufbau der Feedbacksysteme abgeschlossen und dieselben nach der Inbetriebnahme von PETRA erfolgreich getestet. Angeregte Schwingungen, die bei der Injektionsenergie mit der natürlichen Dämpfungszeit von ca. 50 msec abklingen, wurden nach Einschalten des Feedbacks 100fach stärker gedämpft.

PETRA-Vakuum

Nach Jahreswechsel wurde die interne Fertigung der Standard Aluminiumvakuumkammern für die PETRA-Bögen auf 2 Kammern/Tag erhöht, so daß im ersten Halbjahr alle acht PETRA-Oktanten bestückt werden konnten. In diesem Zeitraum wurden ebenfalls alle anderen Vakuumkomponenten wie z.B. die Schieberventile und die speziellen Vakuumkammern für die kurzen geraden Stücke geliefert, im Labor getestet und anschließend in PETRA eingebaut.

Die Vakuumkammern für das transversale und das longitudinale Feedback sowie die Experimentstrahlrohre für TASSO und MARK J wurden intern in Zusammenarbeit mit den Gruppen W und F34 gefertigt. Das Vakuumrohr für das Experiment PLUTO wurde in Zusammenarbeit mit CERN fertiggestellt. Die restlichen zwei Vakuumkammern für die Experimente JA-DE und CELLO wurden extern gefertigt und ebenfalls rechtzeitig geliefert. Zunächst wurden jedoch alle Experimentierzonen mit Ersatzstrahlrohren überbrückt.

Am 10.7.78 war das PETRA-Vakuumsystem betriebsfertig und konnte über einen der PETRA Rechner gesteuert und kontrolliert werden. Bereits 5 Tage nach dem Anpumpen wurden Vakuumwerte im unteren 10^{-8} mbar-Bereich erzielt, so daß der ersten Elektronenspeicherung auf der Vakuumseite nichts mehr im Wege stand.

Nach Inbetriebnahme von PETRA wurden im Oktober 1978 die Experimentstrahlrohre für PLUTO, TASSO und MARK J installiert und erste Erfahrungen mit diesen komplexen Kammer gesammelt.

Während des kurzen Zeitraums bis Ende 78 erreichte das Vakuum in PETRA den Mittelwert von $2 \cdot 10^{-9}$ mbar und im Experimentebereich sogar Werte im oberen 10^{-10} mbar-Bereich. Die Druckerhöhung durch den gespeicherten Strahl von zunächst $3 \cdot 10^{-9}$ mbar/mA fiel bis Jahresende auf den Wert von $3 \cdot 10^{-10}$ mbar/mA. Zu diesem Zeitpunkt wurde eine Vakuumlebensdauer von 20 Stunden für den gespeicherten Strahl in PETRA gemessen.

Die sehr günstigen Vakuumdaten wurden ohne die zusätzliche Reinigung durch Ausheizen oder Argonglimmentladung im Ring erzielt. Die unter sehr sauberen Bedingungen durchgeführte Produktion der Vakuumkammern und das anschließende Ausheizen und Glimmen im Testlabor war voll ausreichend, um die gewünschten Vakua für PETRA unter Betriebsbedingungen zu gewährleisten.

Zu diesem Erfolg haben auch die von der Vakuumgruppe entwickelten ölfreien Lecksuchsysteme beigetragen, die das schnelle Orten auch sehr kleiner Lecks, die meistens an den Dichtungen von Flanschsystemen gefunden wurden, ermöglichen.

Gegen Ende des Jahres war auch die Rechnerfernbedienung der Massenspektrometer in den 30 PETRA-Vakuumabschnitten fertiggestellt, so daß die Sauberkeit des Ringes oder das Vorhandensein eines selbst sehr geringen Lecks in einem Abschnitt vom Kontrollraum aus beurteilt werden konnte.

Der größte Teil der für die erste Ausbaustufe des PETRA-Hochfrequenzsystems (16,5 GeV, 32 Beschleunigungsresonatoren) benötigten Komponenten wurden 1978 geliefert bzw. in den DESY-Werkstätten gefertigt. Außerdem wurden für die zweite Ausbaustufe (19 GeV, 64 Beschleunigungsresonatoren) die vier bestellten 1,2 MW Zirkulatoren installiert und alle Hochleistungskomponenten sowie 52 von 71 Beschleunigungsresonatoren geliefert. In den DESY-Werkstätten wurden die erforderlichen Regel- und Steuergeräte sowie Abstimmstempel, Hochfrequenzeinkoppelfenster und Meßschleifen für 34 Beschleunigungsresonatoren hergestellt. Alle Komponenten wurden im Hochfrequenzlabor einem Leistungs- und Funktionstest unterzogen.

Hochfrequenz

Zusätzlich zu den 8 bereits 1977 im Ring installierten Beschleunigungsresonatoren wurden weitere 8 im HF-Abschnitt Süd-Links aufgebaut und in Betrieb genommen. Ein großer Teil der PETRA-Maschinentests wurde jedoch mit nur vier aktiven Beschleunigungsresonatoren durchgeführt. Zu diesem Zweck wurden 12 der 16 Resonatoren durch Rohre in den Beschleunigungsstrecken kurzgeschlossen, um eine Rückwirkung auf den Strahl zu verhindern.

Von den vier geplanten Doppelsendern waren am Ende des Berichtsjahres die beiden in der Südzone in Betrieb, und zwar mit den speziell für PETRA entwickelten 600 kW-Klystrons. In der Nordzone befand sich der erste der beiden Sender im Test, jedoch mit Klystrons vom Typ DESY/DORIS (je 250 kW) bestückt.

Injektion

Die für die Injektion in PETRA erforderlichen wichtigsten Komponenten standen zu Beginn des Jahres 1978 zur Verfügung und wurden in Betrieb genommen. Aufgrund der ersten Betriebsergebnisse wurden einige Ergänzungen und Verbesserungen am Gesamtsystem durchgeführt.

Zur Bekämpfung der Head-Tail-Instabilität im DESY für Elektronenenergie über 250 MeV und intensive Einzelbunche mit mehr als $1,4 \cdot 10^9$ Teilchen wurde ein Feedback-System entwickelt und in Betrieb genommen. Unterhalb von 250 MeV ist das schmalbandige Feedbacksystem nicht wirksam. Hier wird die Head-Tail-Instabilität mit Sextupolfeldern zur Chromatizitätskorrektur ausgeschaltet.

Die Beseitigung der Head-Tail-Instabilität und ein neues Injektionssystem am Linac I, der nun bis zu $4 \cdot 10^9$ Elektronen im 2 nsec Einzelbunch anliefert, machten es möglich, bis zu $2,5 \cdot 10^9$ Elektronen im Einzelbunch zu beschleunigen. Verglichen mit früheren Ergebnissen bedeutet dieses eine Verbesserung um den Faktor 5. Bei schon erreichten Injektionswirkungsgraden von 50 % ergibt sich für PETRA eine Elektronenfüllzeit von unter 10 Minuten, wie im Proposal gefordert.

Die für die Positroneninjektion notwendige Zwischenspeicherung von 30 Positronenbunchen in DORIS wurde routinemäßig in Betrieb genommen. Die von DORIS nach DESY überführten und auf die PETRA Injektionsenergie von maximal 7 GeV beschleunigten Positroneneinzelbunche enthielten bis zu $8 \cdot 10^9$ Positronen. Bei verlustfreier Injektion und Akkumulation in PETRA errechnet sich hieraus eine Positronenfüllzeit von 4 Minuten, womit auch hier die Voraussetzungen zur Erzielung einer Füllzeit unter 10 Minuten erreicht wurden.

Die Injektion in PETRA erfordert den Verbundbetrieb von Linac I, Linac II, DESY, DORIS und PETRA. Eine Elektronik für die Zeitsteuerung und Synchronisation der Einzelbunche im Gesamtverbund dieser Beschleuniger wurde fertiggestellt und in Betrieb genommen.

Wie im Vorjahr wurden noch vor der Fertigstellung von PETRA mehrere Injektionsversuche mit intensiven Elektronen- und Positroneneinzelbunchen in die bereits fertiggestellten Teile von PETRA durchgeführt. Zunächst wurden Elektroneneinzelbunche von Linac II direkt in DESY injiziert, auf 5 GeV beschleunigt und nach PETRA transferiert.

Anfang Januar 1978 wurden die injizierten Elektronenbunche bis zur Halle SW und Ende März bis Halle NW geführt. Anfang Juli 1978 schließlich wurden Elektronen- und Positronenbunche von den Injektionsstellen bis zur Halle NO geführt.

Neben dem Test des Injektionssystems ergaben diese Versuche die Möglichkeit, PETRA-Komponenten, wie z.B. Lagenmonitore, mit Strahl zu prüfen. Mit Hilfe der gemessenen Strahllagen konnten die Eigenschaften der eingestellten Optik, wie z.B. Q-Werte und Dispersion, gemessen werden und die gute Übereinstimmung mit den berechneten Werten festgestellt werden.

PIA

Die Konstruktion des Positronen-Zwischenspeicherringes PIA wurde bis Ende 1978 weitgehend abgeschlossen und ein großer Teil der PIA-Komponenten gefertigt und ausgeliefert.

Die 8 Dipolmagnete für PIA, die den Strahl jeweils 45° ablenken, wurden konstruiert, extern gefertigt, geliefert und vermessen. Untereinander sind diese Magnete bis auf Abweichungen von weniger als 1/100 magnetisch gleich. Quadrupole für die Fokussierung waren bereits vorhanden. Zur Chromatizitätskorrektur werden nachbestellte PETRA Sextupole verwendet.

Die Einzelteile und die elektrische Versorgung der Injektions- und Ejektionskicker, sowie des Pulsseptums wurden fertiggestellt. Alle Vakuumkammern für PIA wurden teilweise bei DESY und in der Industrie hergestellt und ebenso wie die Pumpen und Ventile angeliefert. Alle Monitore wie Fernsehbeobachtungsstationen, induktive und Knopf-Lagemonitore wurden fertiggestellt.

Die beiden in PIA benötigten Hochfrequenzsysteme (für 10,4 MHz und 125 MHz), bestehend aus je einem Beschleunigungsresonator und einem Sender, wurden entwickelt und Modellversuche und Rechnungen durchgeführt. Die beiden Beschleunigungsresonatoren wurden konstruiert. Mit der Herstellung der Resonatoren, der Abstimmstempel, der Hochfrequenzkoppelungen sowie der erforderlichen Regel- und Steuergeräte wurde in den DESY Werkstätten begonnen.

Die beiden Sender, die größtenteils bei DESY gebaut werden, wurden einschließlich der Elektronik für die HF-Aufbereitung, Synchronisation, Modulation und Phasenregelung entwickelt und etwa zur Hälfte fertiggestellt.

Das für PETRA in Eigenregie entwickelte und gebaute serielle Datenübertragungssystem SEDAC wurde vollständig ausgerüstet und in Betrieb genommen. Die SEDAC-Elektronik ist in 12 Kontrollstationen gegliedert. Zwei Stationen, von denen eine für die Steuerung der Hauptmagnetkreise dient, befinden sich im Kontrollraum. Weitere 10 Stationen in den Experimentier- und HF-Hallen bewerkstelligen den Datenfluß zwischen den Komponenten (wie z.B. Monitore, Korrekturspulen) in den jeweils benachbarten Halbkontakten und dem Kontrollraum. Insgesamt waren für die SEDAC-Elektronik 800 Moduln in 100 19"-Übernahmen in Betrieb zu setzen und auf richtige Funktion zu prüfen. Jede zu kontrollierende Komponente oder Komponentengruppe ist über ein gerätespezifisches SEDAC-Modul mit dem Kontrollsystem verbunden.

Kontrollen

Der PETRA-Kontrollraum war zunächst noch provisorisch in der Osthalle aufgebaut und diente dort für mehrere Injektionsversuche zur Kontrolle der bereits fertiggestellten PETRA-Abschnitte.

Im Juni 78 wurden die PETRA-Kontrollen in den zentralen Kontrollraum, in dem auch die DORIS-Kontrollen untergebracht wurden, verlegt. Schon wenige Tage nach dem Umzug stand der neue PETRA-Kontrollraum den Benutzern wieder zur Verfügung.

Bezüglich der Aufgaben im Kontrollraum sind die PETRA-Komponenten in 3 Gruppen eingeteilt: Magnete und Monitore, Hochfrequenz und Vakuum. Beispielsweise gehören zur ersten Gruppe:

- 24 Hauptstromkreise
- 216 Korrekturspulenstromkreise
- 8 Injektionskicker
- 2 Pulssepta
- 112 Lagemonitore
- 32 Schirmmonitore
- 6 Profilmonitore
- 40 Schrittmonitore

Die drei Komponentengruppen teilen sich drei Prozeßrechner vom Typ MINI (NORD 10 s), die über das PADAC-Interface mit je einer Steuerkonsole verbunden sind.

Die drei Steuerkonsolen wurden u.a. mit je 2 RGB-Monitoren, Touchpanel, 2 Stück Trackerball, diversen TV-Monitoren etc. ausgerüstet und in Betrieb genommen. Ein vierter Prozeßrechner wurde für die Programmentwicklung angeschafft.

Neben der Vervollständigung des Systems von 112 Strahlagenmonitoren und 32 Schirmmonitoren wurden 3 Strom- und Lebensdauermonitore sowie 6 Synchrotronstrahlungsbeobachtungsstationen installiert. Aus einer der 6 letztgenannten Stationen wird das Synchrotronlicht auf eine schnelle Photodiodenröhre gespiegelt, die die Messung der Bunchlänge der in PETRA gespeicherten Bunche erlaubt. Das Licht aus zwei Stationen wird mechanisch-optisch gescannt (Gurkenhobel), um die transversalen Strahldimensionen zu messen.

Die Sicherheitssysteme wie Personensicherheitsinterlock, Maschineninterlock, Strahlungsinterlock, Feuermelder, sowie ein Kommunikationssystem mittels Sprechfunk und Direkttelefon wurden installiert.

Parallel mit der Vervollständigung der Hardware war die Entwicklung der notwendigen Rechenprogramme ein Schwerpunkt der Aktivitäten der Kontrollgruppe. Die Programmentwicklung wurde in 3 Ebenen parallel betrieben.

Das Betriebssystem SINTRAN III wurde ständig so erweitert, daß die Signale von allen neu hinzu gekommenen Komponenten insbesondere von der PADAC- und SEDAC-Elektronik von den Rechnern verstanden werden konnten.

In der Maschinensprache NPL wurden u.a. viele sog. Equipmentroutinen (E Q) geschrieben. Diese Programme sind gerätespezifisch und erlauben es, die entsprechenden Geräte mit Hilfe der übergeordneten Operationsprogramme zu steuern. Die EQ-Programme haben sich besonders bewährt, weil sie nach einer Änderung an Komponenten entsprechend geändert oder ausgetauscht werden, während der Oberbau der Operationsprogramme erhalten bleibt. Die Software ist sozusagen ähnlich modular wie die Elektronik organisiert.

Die Elemente der Steuerkonsolen funktionieren unter Programmkontrolle. So wird z.B. jede Operation mit Cursor und RGB-Schirm mit Hilfe eines entsprechenden in der Maschinensprache geschriebenen Programms ausgeführt.

In der interpretativen Sprache POCAL wurden die zahlreichen Operations- und Testprogramme geschrieben. Mit dem Cursor oder Touchpanel werden die Programme aufgerufen und gestartet. Als Beispiel sei das sehr umfangreiche MONACO-Programm genannt, welches alle o.g. Komponenten der Gruppe I bedienbar macht.

Zur Inbetriebnahme von PETRA standen alle erforderlichen Programme zur Verfügung. Der Bereich Vakuum war völlig abgeschlossen. Die HF-Programme waren ausreichend, um die Sender und Resonatoren im Süden zu steuern. Die besonders häufig benutzten Programme aus dem Bereich Magnete und Monitore waren alle vorhanden und geprüft, standen aber offen für wünschenswerte Verbesserungen, die sich aus der Betriebserfahrung in der zweiten Jahreshälfte ergaben und ausgeführt wurden.

Inbetriebnahme von PETRA

Mitte Juli 1978 war das Vakuumsystem von PETRA geschlossen, waren alle Magnete und 16 Beschleunigungsresonatoren im Süden installiert und funktionsfähig, so daß PETRA, 2 1/2 Monate früher als ursprünglich geplant, in Betrieb genommen werden konnte. Am 15.7.78 wurde erstmals versucht, Elektronen in PETRA zu speichern. Wie beim vorangegangenen Injektionsversuch war die Injektionsenergie auf 5 GeV und die M30-Optik eingestellt. Noch am Abend des gleichen Tages gelang es, einen Elektronenstrahl zu speichern und das erste Synchrotronlicht aus PETRA auf den Synchrotronlichtmonitoren zu beobachten.

Die zunächst noch geringe Strahllebensdauer von einigen Sekunden war auf die zu diesem Zeitpunkt noch nicht mit den Sextupolen kompensierte Chromatizität zurückzuführen. Nach Zuschalten der Sextupole, Einstellen aller Magnetsollwerte, sorgfältiger Strahlagenkorrektur auf dem ersten Umlauf und einer geringen Korrektur der Fokussierung gelang es, drei Tage

später einen Elektronenstrahl mit einigen Stunden Lebensdauer zu speichern. Nach Einstellen der Kicker- und Gleichstrombeulen für die Injektion wurden am folgenden Tag Elektronen in einem Bunch akkumuliert und ein Strahlstrom von 3 mA erreicht.

Das Energiefahren mit kleinen Strömen in dem zugänglichen Energiebereich erwies sich als problemlos. Ein in PETRA gespeicherter Elektronenbunch wurde zunächst auf 7,5 GeV und später auf 11 GeV beschleunigt.

Das Studium der Maschineneigenschaften von PETRA konnte nun aufgenommen werden. Hierfür standen zunächst nur Elektronen zur Verfügung.

Als eine der ersten Messungen wurde die Bunchlänge bestimmt. Diese Messungen wurden später bis zu Einzelbunchströmen von 14 mA durchgeführt. Verglichen mit der natürlichen Bunchlänge ergab sich auch bei großen Bunchströmen eine überraschend geringe Bunchverlängerung von höchstens einem Faktor 2.

Bunchlänge

Die ersten Messungen wurden mit M30-Optik durchgeführt. Die Zahlenangabe in der Optikbezeichnung bedeutet die vertikale Amplitudenfunktion am Wechselwirkungspunkt in cm und der Buchstabe (M) charakterisiert die Größe der Emittanz. Für den optimalen Betrieb mit Luminosität ist es erforderlich, die Emittanz für die jeweilige Betriebsenergie möglichst groß einzustellen. Bei PETRA geschieht dies durch Variieren der Stärke der Fokussierung (variable Optik). Neben den M-Typ Optiken, die für mittlere Energien bis 15 GeV geeignet sind, wurden für den Energiebereich zwischen 5 und 9 GeV die Optiken F15 und I15 mit 4- bzw. 10-fach größerer Emittanz ausprobiert mit stabil gespeicherten Strahlen. Insgesamt 5 Optiken vom M-Typ (M15, M25, M30, M50, M100) mit unterschiedlichen Amplitudenfunktionen in den Wechselwirkungszonen und mit in der genannten Reihenfolge wachsender Akzeptanz wurden für Messungen mit Strahl verwendet.

Optiken

Bei dem Versuch, maximale Ströme im Einzelbunch zu akkumulieren, wurde gefunden, daß in PETRA der Bunchstrom durch eine vertikale Instabilität begrenzt wird. Hierbei handelt es sich nicht um eine head-tail-artige Instabilität. Es wurden keine kohärenten Signale vom Bunch beobachtet. Beim Erreichen der Stromgrenze weitete der Strahl vertikal auf und die Akkumulation stagniert.

*Maximale
Bunchströme*

Nach Abschalten der Injektion bleibt der Strahl zunächst bei geringer Lebensdauer aufgeweitet, bis der Strom unter den dicht beim Grenzwert liegenden Schwellenwert abgefallen ist. Danach ist der Strahl bei guter Lebensdauer völlig stabil. Es handelt sich ganz klar um einen Einzelbuncheffekt. Nachbarbunche lassen sich nach Erreichen der Stromgrenze im Hauptbunch bei normaler Akkumulationsrate füllen.

Bei den meisten Untersuchungen über die Strombegrenzung waren nur 4 Beschleunigungsresonatoren aktiv. Die restlichen 12 installierten Resonatoren waren kurzgeschlossen, so daß sie vom gespeicherten Strahl nicht zu parasitären Modes angeregt werden konnten. Den stärksten Einfluß auf den maximal speicherbaren Strom hatten die optikbedingten Amplitudenfunktionen in den 4 Wechselwirkungszonen. Mit der M15-Optik mit vertikalen Amplitudenfunktionen von 0,15 m am Wechselwirkungspunkt und 400 m im nächsten Quadrupol konnten bis zu 8 mA in einem Bunch bei 6,5 GeV gespeichert werden. Mit der M100-Optik mit Amplitudenfunktionen von 1 m bzw. 12,5 m wurde der maximale Strom von 18 mA und damit 90 % des projektierten Bunchstromes erreicht.

Anfang September 1978 stand DORIS für die Zwischenspeicherung von Positronen für PETRA zur Verfügung. Bald darauf wurden in PETRA ein Positronenbunch mit einem Elektronenbunch zur Kollision gebracht. Während der Injektion werden die Strahlen in den Wechselwirkungspunkten durch elektrostatische Separatoren vertikal getrennt. Wenn die gewünschten Ströme akkumuliert sind, werden die elektrostatischen Felder schnell abgeschaltet und die Bunche kollidieren.

*Strahl-Strahl-
Wechselwirkung*

Mit einem in der NW-Halle aufgebauten Luminositätsmonitor wurde die Luminosität durch Beobachtung von Bhabha-Ereignissen gemessen. Erste Messungen mit der F15-Optik ergaben bei 2×5 GeV und Strahlenströmen von $2 \times 2,2$ mA eine Luminosität von $2 \cdot 10^{29} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$. Mit der systematischen Untersuchung der Strahl-Strahl-Wechselwirkung in PETRA konnte nun begonnen werden. Hierzu wurden die ΔQ -Werte, die Luminosität und die Strahl-dimensionen am Synchrotronlicht-Scanner als Funktion der Strahlströme, der Energie, der Q-Werte und der Beschleunigungsfrequenz gemessen. Die Messungen wurden hauptsächlich bei $2 \times 6,5$ GeV und $2 \times 8,5$ GeV mit den Optiken M25 und M100 ausgeführt.

Schon die ersten Beobachtungen der kollidierenden Strahlen auf den Synchrotronlichtmonitoren ergaben, daß die Strahlen empfindlicher als erwartet auf die Kräfte, die sie gegenseitig aufeinander ausüben, mit vertikaler Strahlaufweitung reagierten. Als Maß für die Strahl-Strahl-Kraft dient die durch ihren linearen Anteil bedingte Arbeitspunktverschiebung $\Delta Q_{x,z}$.

Die ΔQ -Grenze, unterhalb derer noch keine Aufweitung der kollidierenden Strahlen auftritt, wurde im PETRA-Proposal sowie auch für z.Zt. im Bau oder im Vorschlagsstadium befindliche e^+e^- -Speicherringe zu 0,06 angenommen. Die bis Jahresende erreichten ΔQ -Grenzwerte für PETRA lagen typisch zwischen 0,016 und 0,02 und maximal bei 0,025.

Oberhalb der ΔQ -Grenze wurde eine im wesentlichen vertikal auftretende Aufweitung der kollidierenden Strahlen beobachtet. Falls die Strahlströme unterschiedlich groß waren, kam es zu einer sehr starken vertikalen Aufweitung nur des schwächer gefüllten Bunch, während der stärkere Bunch praktisch unbeeinflusst erschien. Die für den Luminositätsbetrieb ungünstige Situation wurde vermieden, wenn alle Bunche sehr gleichmäßig gefüllt wurden und wenn die Strahlquerschnitte vor der Kollision durch geringe Verkleinerung der Beschleunigungsfrequenz und die daraus resultierende Verkleinerung der transversalen Dämpfung vergrößert wurden. Durch diese Maßnahmen wurde erreicht, daß die Bunche bei Kollision gleichmäßig und geringförmig aufgeweitet wurden. Unter diesen Bedingungen wurden die im folgenden Abschnitt erwähnten größten Luminositäten mit der M25-Optik erzielt.

Experimente und Luminosität

Im Oktober 1978 wurden die Experimente PLUTO, TASSO und MARK-J in den Hallen NO, SO und SW installiert. PLUTO und TASSO beinhalten Solenoid-Magnete und Kompensatoren. Der Einfluß der Magnetfelder auf die gespeicherten Strahlen entsprach sehr genau den Erwartungen und konnte vernachlässigt oder leicht korrigiert werden.

Den Experimenten wurden an mehreren Wochenenden Schichten mit Luminosität zur Verfügung gestellt. Gegen Jahresende wurde der Betrieb mit 2 Bunchen pro Strahl aufgenommen, so daß alle Experimente Luminosität hatten. Während der Luminositätsschichten wurde bei $2 \times 6,5$ GeV und $2 \times 8,5$ GeV und meistens mit der M25-Optik gearbeitet. Kurz vor Weihnachten 1978 wurden bei $2 \times 8,5$ GeV und Strahlströmen von $4 \times 2,5$ mA maximale Luminositäten von bis zu $10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ erreicht.

Zur Freude nicht nur der PETRA-Gruppe konnten die installierten Experimente früher als geplant in Betrieb genommen werden, so daß noch vor Jahresende erste Physikdaten genommen werden konnten.

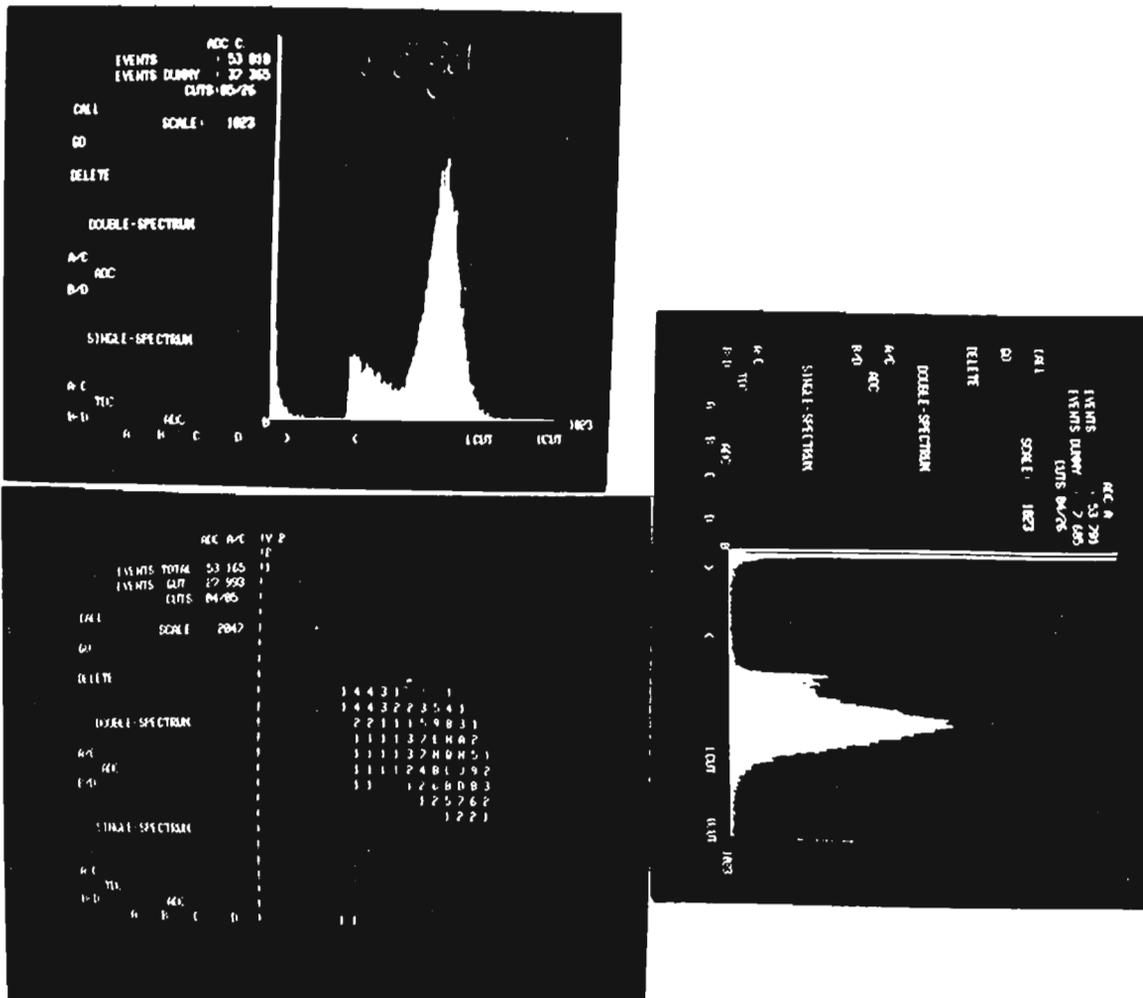


Abb. 100 xy-Darstellung der Energien von Bhabha-gestreuten e^+ und e^- gemessen mit dem Luminositätsmonitor. Die projizierten Spektren sind ebenfalls dargestellt.

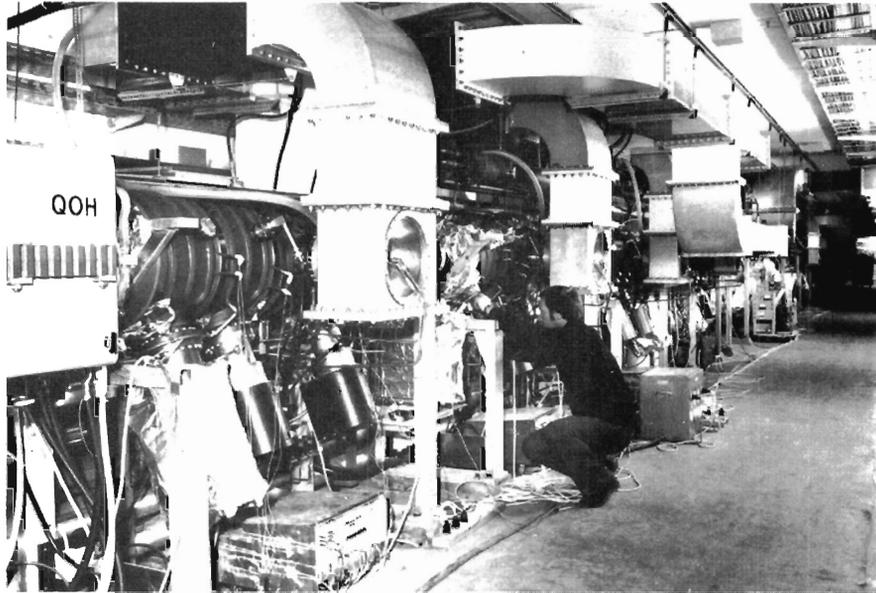


Abb. 101 Langes gerades Stück mit Beschleunigungsresonatoren



Abb. 102 Einer der vier PETRA-Sender



Abb. 103 Vakuummontage im kurzen geraden Stück



Abb. 104 Elektrostatischer Separator

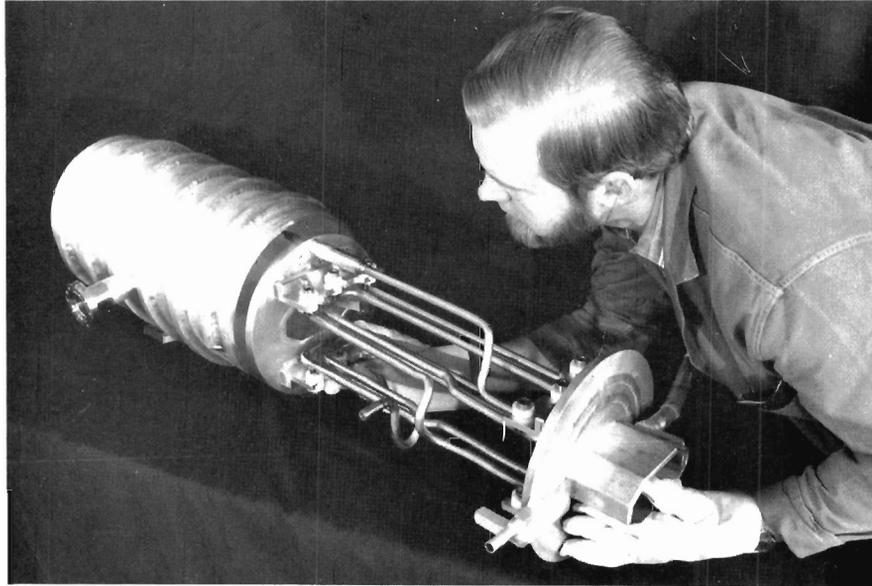


Abb. 105 Transversaler Feedbackkicker



Abb. 106 Die Vakuummontage ist beendet

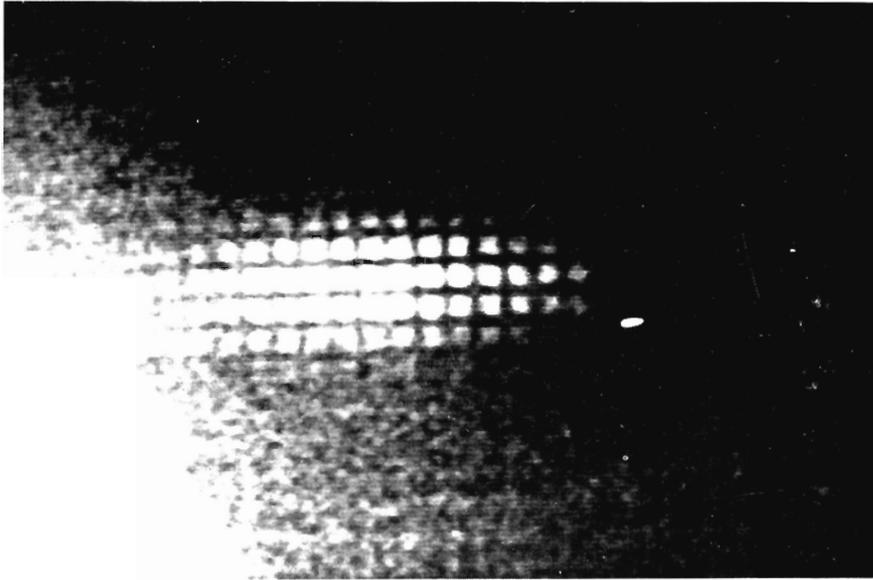


Abb. 107 Erstes Synchrotronlicht bei PETRA



Abb. 108 Synchrotronlicht von kollidierenden Elektronen- und Positronenbunchen



Abb. 109 Frohe Gesichter und feuchte Kehlen nach der ersten Speicherung eines Elektronenstrahls in PETRA

Aufbau der Experimente (S 2)

Im Berichtszeitraum war die Gruppe weiter an der Fertigstellung des PETRA-Speicherringes beteiligt, so durch Vermessungs-, Montagearbeiten, Einbau von Strahlage-monitoren, SEDAC-Kontrollen und Erprobung der Komponenten, worüber im Rahmen des PETRA-Projektes an entsprechender Stelle im Zusammenhang berichtet wird.

Für den Aufbau der Experimente in den PETRA-Hallen wurden die Planung und Koordinierung der Montage-, Installations- und Transportarbeiten der beteiligten DESY-Gruppen und Kollaborationen durchgeführt. Es wurden Geräte und Hilfseinrichtungen konstruiert und gebaut, Teilmontagen ausgeführt und die Abschirmungen in den Hallen aufgebaut. Die Gesamtaufbauten der Experimente sind aus den entsprechenden Hallenplänen ersichtlich.

Weitere Montagearbeiten wurden im Gebiet zwischen „Spinne“ im Linac II und Synchrotron, wo die Aufstellung der Magnete geändert worden ist und beim DORIS, wo für den Einringbetrieb die Wechselwirkungsquadrupole verschoben wurden, ausgeführt.

Bei all diesen Arbeiten ist die „Vermessung“ beteiligt. Von ihr wurden ferner Funkenkammern und sonstige Aufbauten vermessen und justiert, sowie Gelände Vermessung für Baumaßnahmen ausgeführt.

Energieversorgung (MKK)

In mehreren Öffnungsperioden fanden umfangreiche Installations- und Änderungsarbeiten statt mit dem Ziel, alle Strom- und Wasserkühlkreise von DORIS auf eine Endenergie von 5 GeV im Einzelringbetrieb zu bringen.

*Energieversorgung
DESY und DORIS*

Im Verlaufe des Berichtsjahres wurde auch der überwiegende Teil der Energieversorgungsanlagen für die PETRA-Experimente installiert und in Betrieb genommen.

*Energieversorgung
PETRA-Experimente*

Im einzelnen ist zu nennen:

– Energieversorgung TASSO

Wiederaufbau und Anschluß der geänderten und früher für die Blasen- und Streamerkammermagneten gebrauchten 3,5 MW-Stromversorgungsanlage bei der Experimentierhalle SO für TASSO. Die Versorgungsanlage wurde zusammen mit den Magneten im August in Betrieb genommen. Gleichzeitig war der Aufbau einer Kühlwasserzentrale bei der Experimentierhalle SO für alle TASSO-Magnete erforderlich und der Aufbau einer Belüftungsanlage für den Kontrollraum. Letztere wurde zum Teil in Betrieb genommen.

– Energieversorgung JADE

Eine Stromversorgungsanlage 2,5 MW, 8 kA für den JADE-Solenoid wurde aufgebaut. Sie war dem Experiment vom Daresbury Lab leihweise überlassen worden. Alle Arbeiten für die Primär-, Sekundär- und Steuerverkabelung wurden durchgeführt. Ende September wurde die Anlage zusammen mit dem Solenoid in Betrieb genommen.

Eine Kühlwasserzentrale bei der Experimentierhalle NW für alle Magnete, Strahlrohr und Hitzeschild wurde aufgebaut und die Rohrleitungen installiert. Ende September konnte alles in Betrieb genommen werden. Eine Belüftungsanlage für den Kontrollraum wurde installiert und zum Teil in Betrieb genommen.

– Energieversorgung MARK J

Gleichrichtergeräte für die Magneterregung und Rückkühlanlagen für Magnete und Strahlrohr bei der Exp.-Halle SW wurden aufgebaut. Alle Kabel- und Rohrleitungsverbindungen wurden installiert. Eine Belüftungsanlage für den Kontrollraum wurde installiert und zum Teil in Betrieb genommen.

– Energieversorgung PLUTO und CELLO

Für beide Experimente wurden Kühlwasserleitungen vom Versorgungshaus DORIS zur Halle NO und zum Kompressorhaus zur Kühlung der Helium-Kompressoren und verschiedener Komponenten der Experimente verlegt. Hierzu gehören eine neu erstellte Rückkühlanlage bei DORIS und umfangreiche Verteilersysteme in der Experimentierhalle. Für die Drehstromversorgung des gesamten Areals wurden 2 Transformator- und Schaltstationen, jede für 800 kVA, in Betrieb genommen.

Anlagen zur Belüftung der Elektronik wurden beschafft und zum Teil in Betrieb genommen.

Bei allen PETRA-Experimenten mußten umfangreiche Elektro-Installationsarbeiten zum Anschluß aller Komponenten, vor allem der Elektronik, an das Drehstromnetz durchgeführt werden.

Strahlenschutz

Strahlungsüberwachung

Alle Strahlenschutzmessungen des Jahres 1978 zeigen, daß die Personendosen, die Ortsdosen in den Experimentierhallen, Aktivitätskonzentrationen in Luft und Wasser sowie staubförmige Kontaminationen sicher unterhalb der zulässigen Grenzen lagen. Insbesondere wurden an den Geländegrenzen keinerlei Strahlungsdosen oberhalb des natürlichen Strahlenuntergrundes gemessen. Mit Aufnahme des PETRA-Betriebes haben wir ausführliche Strahlenschutzmessungen und Kontrollen in den PETRA-Hallen durchgeführt. Hier wurden merkliche Strahlungsdosen nur festgestellt, wenn der Strahl beim Einschuß absichtlich in Hallennähe vernichtet wird; beim normalen Betrieb ist keine Streustrahlung nachweisbar, so daß die Hallen erwartungsgemäß nicht als Kontrollbereich klassifiziert zu werden brauchen.

Eine Vielzahl von Messungen und Kontrollen betrafen die Bunker für Synchrotronstrahlung am DORIS. In Bunker 4 hatte das EMBL den Experimentierbetrieb aufgenommen. Besondere Maßnahmen gegen die harte Komponente der Synchrotronstrahlung waren notwendig im Bunker 3. Abgeschlossen wurden die Messungen im Tunnel des DORIS an der Wand zum Bunker 3. Die Ergebnisse dienen der Abschätzung der zu erwartenden Dosis im neuen Bunker nach Entfernen des Walles.

Laborarbeiten

Die zusammen mit der Gruppe F51 neu entwickelte Zentrale Auswertelektronik für die Strahlungsüberwachung am Synchrotron wurde in Betrieb genommen. Damit verfügen wir für DESY, DORIS und PETRA über 3 identische Apparaturen, was die Wartung erheblich erleichtert. Der SEDAC-Anschluß an die Rechner geschieht 1979.

Als Weiterentwicklung der Einrichtungen für die hochauflösende γ -Spektroskopie haben wir Eichmessungen durchgeführt, um die Aktivitätskonzentration in größeren Flüssigkeitsmengen zu bestimmen.

Alle bei DESY vorhandenen radioaktiven Testpräparate wurden vermessen und die Ergebnisse zusammen mit anderen Merkmalen auf Lochkarten gegeben, um die Kontrollen zu erleichtern.

Spezielle Arbeiten

Die Resultate verschiedener Rechnungen mit dem Monte-Carlo-Code EGS zur Ausbreitung elektromagnetischer Kaskaden in und hinter Absorbern wurden zusammengestellt. Sie wurden z.T. vorgetragen auf einer Sommerschule über „Calculational Techniques in Shielding and Dosimetrie“ in Erice.

Betrachtungen zur einfachen Berechnung der Neutronenabschirmung an Elektronenbeschleunigern wurden abgeschlossen und veröffentlicht.

Die im Vorjahr begonnenen γ -spektroskopischen Messungen an aktivierten Materialien haben wir fortgesetzt. Die Daten, insbesondere die Identifizierung der Nuklide und ihre Aktivitätskonzentrationen, sollen den Umgang mit aktivierten Werkstücken an Elektronenbeschleunigern erleichtern.

Für den Berliner Speicherring BESSY wurden die Strahlenschutzeinrichtungen konzipiert und Abschätzungen für die baulichen Abschirmungen durchgeführt.

**Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung
und Betrieb**



Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb

I N H A L T

| | Seite |
|------------------------------------|-------|
| Vorbemerkung | 173 |
| Datenverarbeitung | 174 |
| Neue Technologien und Kältetechnik | 182 |
| Werkstätten und Service | 185 |

Vorbemerkung

Bau und Inbetriebnahme des Speicherringes PETRA und der PETRA-Experimente forderten auch im Jahre 1978 ihren Tribut an Dienstleistungen durch den Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb. Dabei verlagerte sich der Schwerpunkt der Arbeiten in allen Gruppen wesentlich auf die PETRA-Experimente.

Im Rechenzentrum war eine weitere leichte Steigerung des Durchsatzes als Antwort auf die gestiegenen Benutzeranforderungen durch Verbesserungen der existierenden Hardware möglich. Dabei wurde die Terminalperipherie weiter ausgebaut und in ihrer Leistungsfähigkeit erheblich gesteigert. Der Betrieb des graphischen Systems IPS unter TSO erlaubte eine Erhöhung der Zahl der graphischen Terminals, die im Folgejahr fortgesetzt werden soll. Der Unterstützung des graphischen Systems diente auch der weitere Ausbau des Rechnernetzes DESYNET, mit dem diese Unterstützung bis in die Experimentierhallen PETRA vorgetragen werden kann. Die künftige Auswertung der PETRA-Experimente erfordert jedoch den Einsatz eines dritten Zentralrechners, für den die Vorbereitungen bereits eingeleitet wurden.

Für die Untersuchungen der Möglichkeiten einer Datenübertragung mittels des Satelliten OTS zwischen den europäischen Hochenergieforschungsinstituten ist ein Experiment STELLA geplant. Auch bei DESY werden Vorbereitungen dazu getroffen.

Der supraleitende Detektormagnet PLUTO war zunächst bis Mitte Mai am Speicherring DORIS für Messungen am Y- bzw. Y'-Teilchen in Betrieb. Von Mai bis September wurden Magnet mitsamt Kälte-Anlage demontiert und in der NO-Halle von PETRA bzw. einem daneben neu errichteten Kompressor-Reinigerhaus wieder installiert. Mitte November stand der Detektormagnet für Experimente an PETRA zur Verfügung und blieb bis Mitte Dezember in Betrieb.

Die Gruppe Kältetechnik war neben der Mitarbeit an der Vakuumkammerfertigung und -abschirmung an Planung, Bau und Inbetriebnahme von geregelten Gasmisch- und Kreislaufanlagen tätig.

In den Technischen Diensten fielen überwiegend Arbeiten für die PETRA-Experimente an, so z.B. die Bearbeitung und zum Teil auch Fertigung der Strahlrohre für die Experimente. Daneben wurden jedoch auch Fertigungen für den Speicherring PIA aufgenommen.

Für den Betrieb der PETRA-Experimente wurden zahlreiche Hilfsgebäude für die Versorgungseinrichtungen und die Experimente-Kontrollen benötigt, die in diesem Jahre fertiggestellt werden konnte. Gleichzeitig konnten auch die Gebäude der Telefonzentrale und des 2. Bauabschnitts des zweiten Wissenschaftlerwohnheims baulich abgeschlossen werden.

Datenverarbeitung

Rechenzentrum
– R 1 –

Durch Weiterentwicklung der Peripherie-Hardware und -Software konnte die Benutzerfreundlichkeit auch durch die Zahl der Terminals weiter erhöht werden. Dagegen war die Rechenleistung der Zentralrechner bereits bis zur Grenze des Möglichen ausgelastet.

Auslastung der
Rechenanlagen

| | Batch-Jobs | TSO-Sessions | CPU-Stunden | CPU-Auslastung |
|------|------------|--------------|-------------|----------------|
| 1977 | 346000 | – | 9250 | 53 % |
| 1978 | 351500 | 138500 | 8590 | 56 % |

Die weitere Steigerung des Durchsatzes gegenüber dem Vorjahr bei voll ausgelasteten Maschinen hat im wesentlichen 3 Ursachen:

- Modellumwandlung der CPU's Ende 77
- Verschiebung des Jobprofils zu kürzeren Jobs
- Zunahme der Nacht- und Wochenendarbeiten der Benutzer.

Einige kleinere Änderungen an der Peripherie (4 weitere Bandeinheiten, Vergrößerung des Platzes für permanente Platten-Dateien) sowie eine Reihe von Tuning-Maßnahmen im Betriebssystem ließen trotz Sinken der mittleren Job-Dauer die CPU-Auslastung nicht abfallen.

Betriebsstatistik
der Rechenanlagen

Maschine AA

| | Wartung + Abschaltung (h) | Ausfall (h) | Leerzeit (h) | Verfügbar- keit % | MTBF (h) |
|-------|------------------------------|----------------|-----------------------|----------------------|-------------|
| Jan. | | | unvollst. Information | | |
| Feb. | 9,16 | 36,35 | – | 94,5 | 27,6 |
| März | 114,22 | 48,33 | – | 92,3 | 27,4 |
| April | 1,24 | 11,65 | 7,86 | 98,4 | 51,3 |
| Mai | 91,72 | 15,42 | – | 97,6 | 59,3 |
| Juni | 9,28 | 24,91 | 0,75 | 96,5 | 47,4 |
| Juli | 8,07 | 33,24 | 13,16 | 95,5 | 73,6 |
| Aug. | 60,44 | 12,66 | – | 98,1 | 97,7 |
| Sept. | 60,26 | 0,64 | 23,57 | 99,9 | 94,2 |
| Okt. | 89,53 | 9,85 | 18,81 | 98,5 | 65,4 |
| Nov. | 11,30 | 25,66 | – | 96,4 | 47,2 |
| Dez. | 218,95 | 9,37 | – | 98,2 | 58,3 |
| | 674,17 | 228,08 | 64,15 | 96,9 | 50,6 |

Maschine BB

| | Wartung + Abschaltung (h) | Ausfall (h) | Leerzeit (h) | Verfügbar- keit % | MTBF (h) |
|-------|------------------------------|----------------|-----------------|----------------------|-------------|
| Jan. | 34,41 | 3,10 | 8,78 | 99,6 | 70,9 |
| Feb. | 9,48 | 16,64 | – | 97,5 | 66,2 |
| März | 116,64 | 8,56 | – | 98,6 | 62,7 |
| April | – | 1,94 | 34,43 | 99,7 | 60,0 |
| Mai | 358,27 | 10,58 | – | 97,3 | 35,1 |
| Juni | 34,68 | 24,17 | 2,02 | 96,5 | 42,8 |
| Juli | 21,17 | 27,23 | – | 96,2 | 38,0 |
| Aug. | 3,42 | 17,73 | 1,53 | 97,6 | 74,0 |
| Sept. | 8,49 | 1,18 | 49,83 | 99,8 | 117,5 |
| Okt. | 95,65 | 8,73 | 23,89 | 98,7 | 64,8 |
| Nov. | 35,83 | 11,26 | – | 98,4 | 62,2 |
| Dez. | 244,86 | 130,06 | 5,40 | 74,0 | 31,2 |
| | 962,90 | 261,18 | 125,88 | 96,7 | 56,1 |

Die Terminalperipherie wurde auf 39 alphanumerische Bildschirme ausgebaut (s. Abb. 110). Sie sind nicht mehr am Rechenzentrum konzentriert, sondern verteilen sich jetzt auch auf Laborgebäude 1 und 2, Speicherringebäude, PETRA-Hallen und II. Institut. Um weiterhin bei steigender Benutzerzahl vernünftige Antwort-Zeiten zu erhalten (s. Abb. 111–113), war eine Serie von Anpassungsmaßnahmen erforderlich. Die wichtigsten sind

TSO

a) Splitten des Katalogs.

Dadurch wurden die Request-Queues vor den Katalog-Volumes verkürzt.

b) Splitten der ASP-Jobqueue.

Dadurch werden Kommandos wie SUBMIT, STATUS, LOCATE und FETCH beschleunigt.

c) Bevorzugte Nutzung der Festkopplplatten durch TSO.

Die TSO-Sitzungen mit ihrer durchschnittlich sehr viel höheren PAGE-Rate benötigen schnelle PAGE-Platten weit nötiger als Batch-Jobs. Eine geringfügige Erhöhung der durchschnittlichen Verweilzeit von Batch-Jobs ist praktisch bedeutungslos gegenüber der Verbesserung der TSO-Responsezeit.

Die Programmiersprache APL wurde unter TSO installiert und wird von 2 schreibmaschinen-ähnlichen Terminals unterstützt.

Die Software-Unterstützung des DESY-Netzes, über das u.a. die graphischen Terminals und der Gould-Plotter angeschlossen sind, konnte durch Einbau eines Attention-Interrupts verbessert werden.

Arbeiten am Betriebssystem

a) Kontingentierung

Die Einführung des Kontingentierungs-Schemas erlaubt den Benutzern gleichzeitig, ihren Jobs unterschiedliche Prioritäten zu geben und damit für die wichtigsten Jobs auch entsprechend verkürzte Turnaroundzeiten zu erhalten.

*Arbeiten am
Betriebssystem*

b) Bandarchiv

Im Maschinenraum ist die Kapazität für die Lagerung von Bändern nicht wesentlich über die jetzige Anzahl von 12000 zu erhöhen. Das sollte auch für den laufenden Bedarf mehr als ausreichend sein. Für selten benutzte Bänder wurde deshalb ein räumlich getrenntes Bandarchiv eingerichtet und den Benutzern wurden Prozeduren an die Hand gegeben, archivwürdige Daten ins Archiv zu schaffen und gegebenenfalls wiederzulesen.

c) START-Parameter

Der START-Parameter eröffnete den Benutzern die Möglichkeit, Jobs in die Maschine einzugeben, die erst mit Verzögerung zu vorgegebener Uhrzeit starten. Dies ist insbesondere im Zusammenhang mit der Kontingentierung interessant.

Ein erheblicher Teil der Arbeit von – R1 – bestand in der Planung und Vorbereitung der Installation eines dritten Rechners im Jahre 1979. Beide Zentraleinheiten wurden mit dem Zusatz EF (Erweiterte Funktionen) ausgerüstet, der es ermöglicht, das Betriebssystem MVS-SE einzusetzen, das z.T. ins Mikroprogramm verlagert ist. Dadurch können alle 3 Rechner mit identischem Betriebssystem gefahren werden.

*Vorbereitung auf
Kapazitätserweiterung*

Umfangreiche Tests des zukünftigen Betriebssystems, Vorbereitung auf notwendige Modifikationen (Unterstützung der online-Anschlüsse) und Umkonfiguration der Peripherie im Hinblick auf den dritten Rechner waren die wichtigsten Arbeiten in diesem Zusammenhang.

Um der kommenden zusätzlichen Last zu genügen, mußte auch die Klima-Anlage erweitert werden.

DESY-RECHENZENTRUM

Planung für Anfang 1979

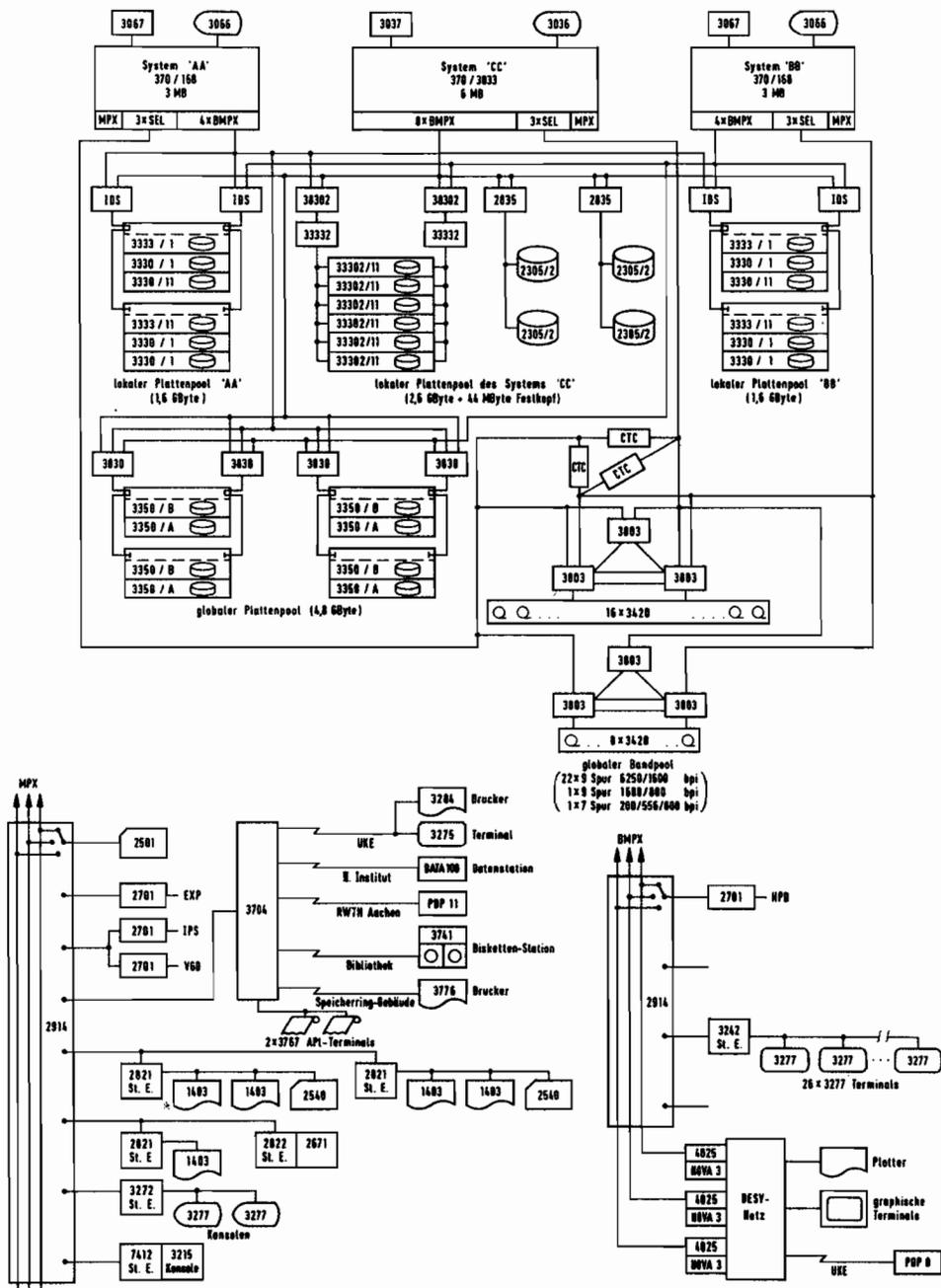


Abb. 110

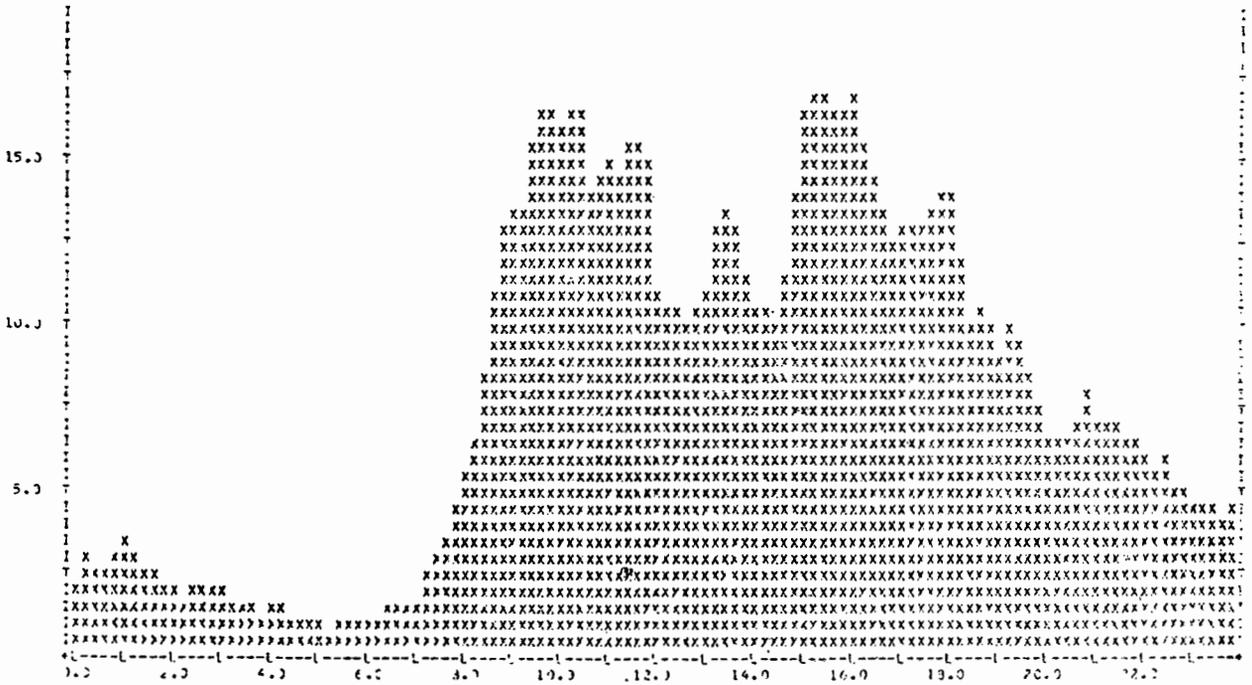


Abb. 111 Mittlere Anzahl der angeschalteten TSO-Terminals über 24 Stunden (gemittelt über die Werktage im Juni 1978)

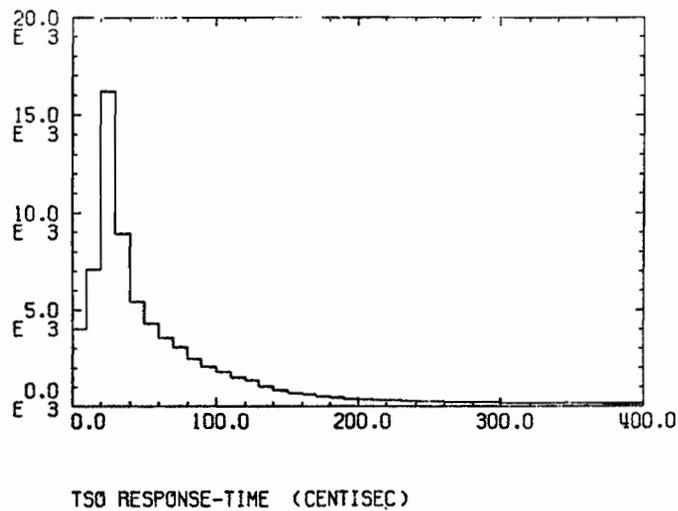
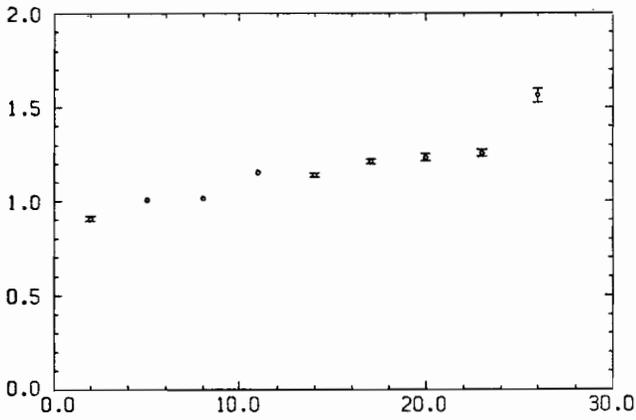


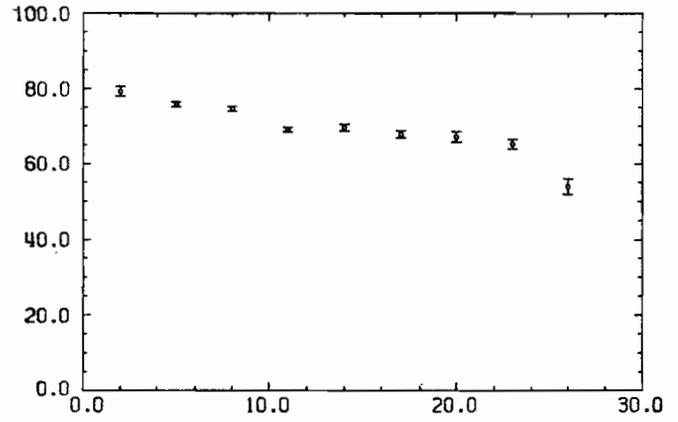
Abb. 112

TSO MEAN RESPONSE-TIME (SEC)



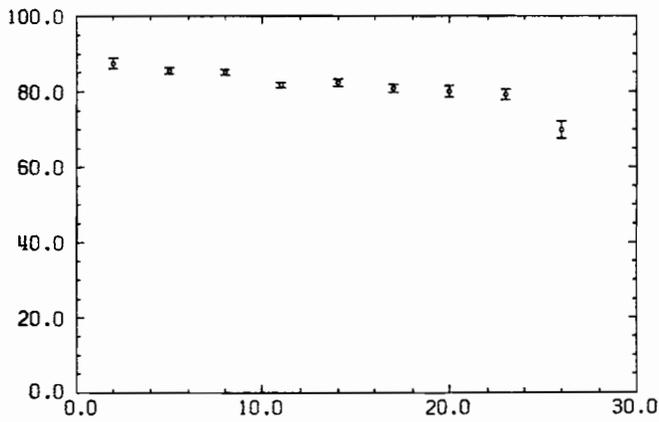
NUMBER OF TSO-USER

-T-S-O-
RESPONSE-TIME < 1 SEC (%)



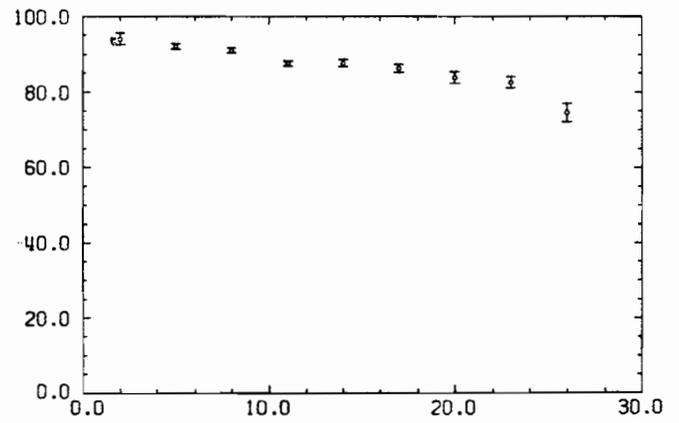
NUMBER OF TSO-USER

-T-S-O-
RESPONSE-TIME < 2 SEC (%)



NUMBER OF TSO-USER

TSO 1 SWAP PER INTERACTION (%)



NO OF TSO-USER

Abb. 113

Das interaktive grafische System IPS wurde im Berichtsjahr mit gegenüber dem Vorjahr leicht erhöhter Belastung an vier „öffentlichen“ Terminals betrieben (monatlich im Mittel 1778 Sitzungen von 108 Benutzern aus 29 Gruppen). Gegen Ende des Jahres erfolgte ein Benutzungsrückgang zugunsten des neuen Systems TSO-IPS; mit Ende des Jahres wurde der Betrieb von IPS eingestellt.

*Rechnerperipherie
– R2 –
Grafisches System
IPS*

Im Rahmen des Vorhabens Nr. 33590 („GRAPHIX“) wurde im Berichtsjahr mit einer wesentlichen Erweiterung der grafischen Möglichkeiten begonnen; ein dringender Bedarf an mindestens zehn weiteren Terminals mit möglichst großen Schirmen war durch die neuen Hochenergieexperimente bei DESY angemeldet worden. Da ein Ausbau des alten IPS' aus strukturellen Gründen nicht möglich war, wurde die Grundidee verwirklicht, die Terminals als „normale“ TSO-Terminals mit zusätzlichen vollen grafischen Möglichkeiten über das DESYNET an der IBM zu betreiben. Damit ist die maximale Anzahl der Terminals nur noch durch TSO (und daher praktisch nicht) begrenzt. Darüber hinaus stehen alle TSO-Möglichkeiten zur Verfügung, einschließlich einer „semi-full screen“ Version von NEWLIB. Der Benutzer kann also am gleichen Terminal sein interaktives grafisches Programm entwickeln, testen und in Produktion betreiben. Das Vorhaben wurde im Berichtsjahr zum größten Teil abgeschlossen. Nachdem sechs der neuen TSO-IPS-Terminals erfolgreich im Benutzerbereich liefen, konnte der Betrieb des alten IPS mit Ende des Jahres eingestellt werden. Die übrigen TSO-IPS-Terminals werden Anfang 1979 den Benutzern verfügbar gemacht.

*Grafisches System
TSO-IPS*

Um den Anwendern den Übergang auf das neue TSO-IPS zu ermöglichen, wurde das TEKTRONIX-Programmprodukt PLOTIO auf der IBM als grafisches Grundpaket implementiert.

Grafische Software

Alle wichtigen allgemeinen und experimente-spezifischen Anwendungsprogramme werden im Laufe des Jahres auf das neue System umgestellt. Ein neues Grafisches Editor Programm (GEP) wurde entwickelt, das gegenüber PSAFORT, HYBRID und HBOOK folgende Vorteile hat:

- umfangreichere Darstellungsmöglichkeiten
- wesentlich kürzere Ausführungszeiten
- Benutzung verschiedener Compiler bzw. Pre-Compiler:
FORTRAN H und G, PL/I-Optimizer, MORTRAN, SHELTRAN

Existierende PSAFORT, HYBRID- und mit Einschränkungen HBOOK-Programme können unter GEP benutzt werden; der GEP-output kann interaktiv unter TSO-IPS weiterverarbeitet werden.

Das Editierprogramm NEWLIB unter TSO wurde im Berichtsjahr wesentlich im Hinblick auf Benutzerfreundlichkeit, Effektivität und Zuverlässigkeit verbessert und weiterentwickelt: Reduktion des Speicherplatzes durch residente Moduln, neue „full-screen“-Möglichkeiten, kürzere Reaktionszeiten, geschachtelte Macros, etc. Die Benutzung von NEWLIB auf den grafischen (Speicher-) Displays wurde durch einen „Semi-full-screen“-Modus ermöglicht.

Allgemeine Software

NEWLIB wurde bei einer Schweizer Installation in Zürich unter MVS installiert und dort begeistert aufgenommen. Neben dem Technologietransfer wurden damit wichtige Vorarbeiten für den Übergang auf das neue Betriebssystem bei DESY geleistet.

Im Rahmen des im Berichtsjahr abgeschlossenen Vorhabens Nr. 33490 („ONLINE-LINK 2“) wurde ein zweites Exemplar der im Vorhaben Nr. 3370 erfolgreich entwickelten und getesteten „Standardisierten Schnittstelle“ aufgebaut und in Betrieb genommen. Damit wurde auch der zweite IBM-Großrechner über eine NOVA 3 mit 4025-Interface an das R2-Computer-Netz DESYNET angeschlossen. Neben der erhöhten Ausfallsicherheit und verbesserten Testmöglichkeit wurde damit für den Betrieb des grafischen Systems TSO-IPS über DESYNET eine bessere Lastverteilung erreicht.

*„Standardisierte
Schnittstelle“*

DESYNET

Das R2-Computer-Netz DESYNET wurde weiterentwickelt und ausgebaut. Insbesondere wurden in Zusammenarbeit mit – R1 – die Netz- und Terminal-Kontrollprogramme entwickelt, getestet und zum Betrieb der neuen grafischen Terminals unter TSO-IPS eingesetzt.

Die Hardware-Entwicklung der über den lokalen Bereich hinausgehenden HDLC-Datenübertragungsmoduln wurde vorangetrieben. Die Abbildung enthält den im Berichtsjahr erreichten Ausbau von DESYNET; darüber hinaus zeigt sie auch schon die für das nächste Jahr geplante Erweiterung für den Anschluß des dritten IBM-Großrechners an das Netz.

Meßbetrieb

Auf den halbautomatischen Meßtischen vom Typ VANGUARD wurden im Berichtsjahr 19183 Ereignisse des DESY-Cornell-Streamerkammer Experiments Nr. 76 gemessen. Auf der vollautomatischen Meßanlage HPD wurden insgesamt 107140 Ereignisse vermessen (pp bei 24 GeV/c, πp bei 16 GeV/c und ep-Wechselwirkungen).

Speicherringexperimente

Die Zusammenarbeit von R2 mit DESY-Experimente-Gruppen am Speicherring DORIS wurde fortgesetzt.

STELLA-Projekt

Da für die Zukunft mit einem erheblichen Anfall an DV-Anforderungen der PETRA-Experimente zu rechnen ist, beteiligt sich DESY auch am STELLA-Projekt. Dieses Experiment hat zum Ziel, die technische Durchführbarkeit der Datenübertragung im 11/14 GHz-Bereich zwischen den europäischen Hochenergiephysik-Labors bei hohen Datenübertragungsraten (1 Mb/s) mittels des Satelliten OTS zu prüfen und die Auswirkungen auf Planung, Durchführung und Auswertung der Hochenergie-Physik-Experimente zu untersuchen. Mittels dieser Technik könnte ein Teil der in Kollaborationen beteiligten Labors und Institute auf schnellem Wege Meßdaten zur Verarbeitung im eigenen Rechenzentrum übermitteln.

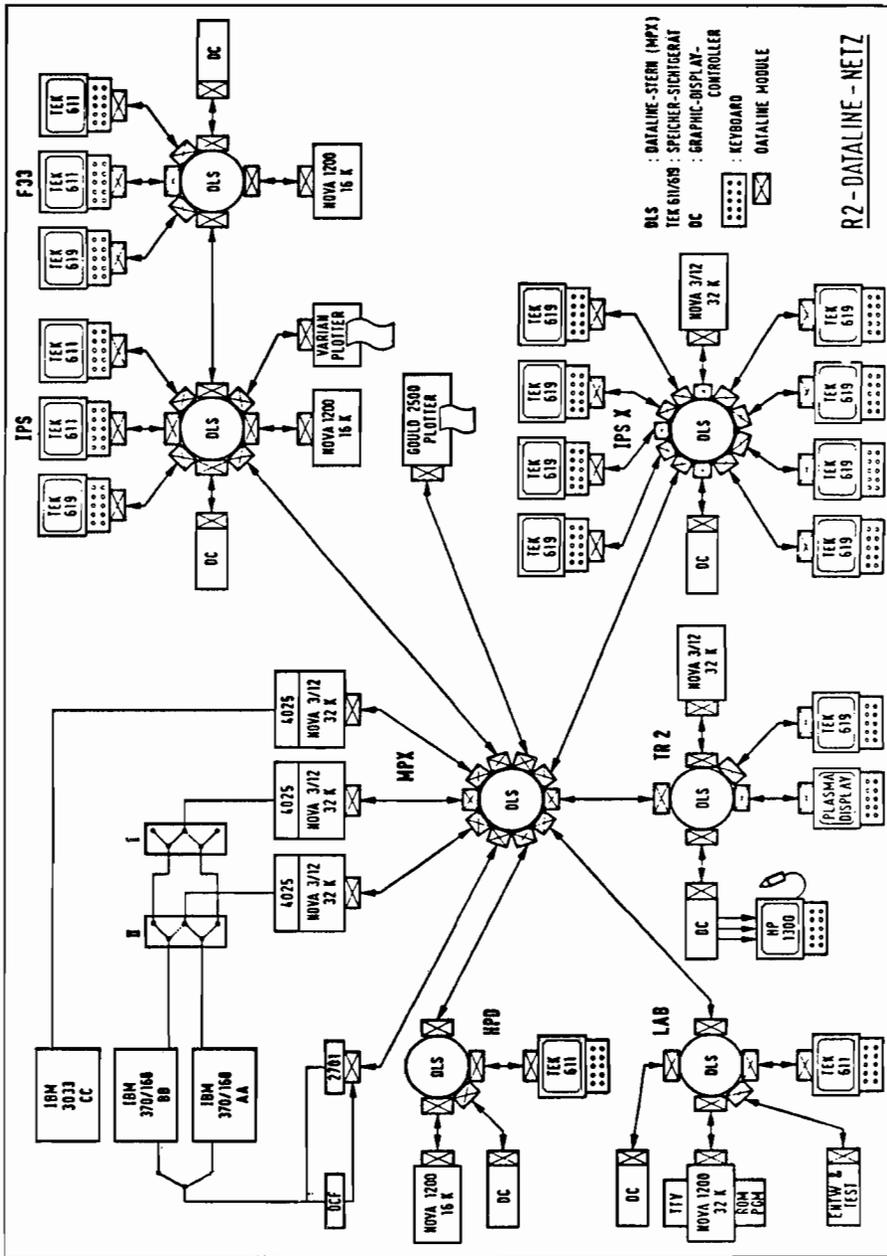


Abb. 114

Neue Technologien (B1)

B1

Im Jahre 1978 teilte sich die Hauptarbeitskapazität der Gruppe wiederum zwischen PLUTO und PETRA auf. Darüber hinaus wurden andere Experimentiergruppen (wie CELLO, TASSO und JADE) technisch in Fragen supraleitender und konventioneller Kälteanlagen sowie Magnetmessungen unterstützt und beraten.

PLUTO

Der supraleitende Magnet PLUTO war zunächst bis Mitte Mai – mit Ausnahme der Osterpause – in Betrieb. Während dieser Zeit war er eingesetzt für die an anderer Stelle des Berichts ausführlicher beschriebenen Messungen am Y bzw. Y'-Teilchen (siehe PLUTO-Kollaboration).

Von Mai bis September wurden Magnet mitsamt Kälteanlagen demontiert und in der Nord-Ost-Halle von PETRA bzw. in einem daneben neu errichteten Kompressor-Reinigerhaus reinstalliert.

Bereits Anfang September konnte die Anlage wieder in Betrieb gehen und Ende September getestet werden. Ab 20.9. stand das Magnetfeld für erste Tests und, nach dem Einfahren in den Speicherring Mitte November für Experimente am Speicherring zur Verfügung, wo er bis Mitte Dezember in Betrieb blieb.

Die Betriebszeiten von Magnet und Kälteanlagen waren:

| | |
|----------------------------------|-----------|
| Kälteanlage in Betrieb: | 4450 Std. |
| Magnet kalt und einschaltbereit: | 3875 Std. |
| Magnetfeld eingeschaltet: | 2801 Std. |

PETRA-Magnete

Die im Vorjahr begonnene Serienvermessung der PETRA-Magnete wurde fortgesetzt. Es wurden gemessen:

| | |
|-----------------------------|----|
| Dipole | 63 |
| Quadrupole Typ QA | 55 |
| Quadrupole Typ QA MOD | 4 |
| Quadrupole Typ Q Δ 1 | 10 |
| Quadrupole Typ QB | 9 |
| Sextupole | 21 |
| PIA-Dipole | 8 |

Ferner wurden Hysteresemessungen an einem Dipol mit Korrekturwindung sowie Absolutvermessung des Referenzdipols vorgenommen.

Die Meßergebnisse sind in zwei internen DESY-Berichten zusammengefaßt.

Magnetmeßvorrichtungen

Die Vermessung der großen Detektormagnete erforderte die Konstruktion einer großen, möglichst universell verwendbaren Magnetmeßvorrichtung. Mit dem Entwurf, Konstruktion und Bau der Magnetmeßmaschine „MESSMA III“ hat B 1 ein Instrument zur Verfügung gestellt, welches für alle Solenoide bis zu Durchmessern von ca. 3 m und Längen bis zu 5 m einsetzbar ist (Abb. 115). Die Maschine arbeitet rechnergesteuert vollautomatisch und gestattet die Vermessung großvolumiger Magnetfelder in 3 Komponenten mit einer Genauigkeit von ca. 1⁰/100 bei einer Ortsauflösung von einigen Zehntelmillimetern.

Mittels MESSMA III wurde der TASSO-Magnet einschl. auch der Kompensationsspulen vermessen.

Für die PIA-Magnete, welche wegen des kleinen Maschinenradius gekrümmt sind, mußte ebenfalls eine spezielle Meßmaschine (Abb. 116) gebaut werden, welche die Führung der Meßsonde auf einem Kreisbogen ermöglichte. Auch diese Maschine wurde über Rechner gesteuert und die Daten automatisch registriert.

Für die punktweise Absolutmessung, speziell von Endfeldern und Quadrupolen wurde eine vorhandene Meßbank auf moderne elektronische Steuerung und Datenaufnahme umgebaut. Sie ist Bestandteil eines Magnetmeßlabors, welches außerdem noch einen Eichmagneten enthält, in dem Meßsonden aller Art mit Kernresonanz absolut geeicht werden können.

Die Arbeiten am dE/dx -Detektor wurden wegen des Umzuges nach PETRA nur in geringerem Umfang fortgesetzt. Das kryogenische System wurde in Halle NO neu aufgebaut und steht für den Test der Argon-Kammer betriebsbereit zur Verfügung.

*Flüssig-Argon-gefüllter
 dE/dx -Detektor*

Für das Kühlsystem wurde eine digitale Stickstoffstandanzeige entwickelt und in Betrieb genommen.

Zur routinemäßigen Reinheitsüberwachung des Argons wurde ein Gaschromatograph gebaut und erfolgreich getestet. Er gestattet den Nachweis von Sauerstoff in Argon unterhalb einer Konzentration von 1 ppm.

B 1 leistete technische und beratende Hilfe bei der Produktionsüberwachung der Haupt- und Kompensationsspulen für TASSO, sowie bei der Installation der Kälteanlage für den supraleitenden Magneten CELLO. Letztere soll nach Fertigstellung von B 1 betrieben werden.

Sonstiges



Abb. 116 Die PIA-Meßmaschine

In Zusammenarbeit mit der GESSS-Kollaboration (Supraleitungsgruppen in Karlsruhe, Saclay und Rutherford Laboratorium) wurden erste Studien aufgenommen mit dem Ziel der Entwicklung eines supraleitenden Magnetrings für die Speicherung von Protonen im PETRA-Tunnel.

Nach Fertigstellung des ersten Bauabschnittes des Kryotechnikgebäudes konnte die gesamte Gruppe in ein gemeinsames Gebäude einziehen. Hierdurch konnten die Hauptaktivitäten wie Werkstatt, Universallabor, Elektroniklabor und Büros zentral zusammengefaßt werden.

Kryotechnikgebäude

Mit Inbetriebnahme des Kompressorhauses wurde ein erster wichtiger Schritt in Richtung auf rationellen Betrieb verschiedener supraleitender Systeme unternommen. Die Kompressoren und Reiniger für PLUTO und CELLO sind in einem gemeinsamen Gebäude aufgestellt und können von der gleichen Betriebsmannschaft überwacht und bedient werden. Von hier aus können bei Bedarf auch noch weitere Systeme versorgt werden.

*Kompressor- und
Reinigerhaus*

Auch im Jahre 1978 war die Gruppe beim Bau von PETRA durch Mitarbeit an der Vakuumkammerfertigung sowie Fertigung und Montage der Bleiabschirmungen der Kammer weitgehend gebunden.

*Kältetechnik
— B 2 —*

Darüber hinaus wurde für das Experiment MARK-J eine große Gas-Misch- und Kreislaufanlage geplant, gebaut und in Betrieb genommen. Diese Anlage für ein Argon-Isobutan-Gemisch verteilt eine Durchflußmenge von 6 – 8.000 l/h auf 48 Kanäle. Der Bau einer weiteren Anlage für eine Argon-Methan-Mischung für das Experiment JADE, die ebenfalls eine Druck- und Durchflußregelung aufweist und das Gas auf 108 Kanäle verteilt, wurde in Angriff genommen.

Der Umzug des Experiments PLUTO von DORIS zu PETRA bedingte auch den Umzug der Gasversorgung, die in der Halle NO für die zusätzlichen μ -Kammern und Endcap-Zähler erweitert wieder aufgebaut und in Betrieb genommen wurde.

Werkstätten und Service

Um Aufbau und Betrieb der PETRA-Experimente sicherzustellen, wurden an den Hallen SW, NW und SO Hilfsgebäude errichtet, die die Versorgungseinrichtungen für Strom, Wasser, Kühlung und Zählergase aufnehmen können oder zur Unterbringung der umfangreichen Kontrollen, Steuerungen und Auswertungen der in den Experimentierhallen untergebrachten Experimente dienen. An der Experimentierhalle NO nimmt eine kleine Halle die Kompressoren der dort betriebenen Verflüssigeranlagen, ein daneben liegendes neues Gebäude die zugehörige Kryotechnikgruppe mit ihren Labors auf. In einer gleichfalls fertiggestellten Halle (Vorbereitungshalle, Halle 5) werden inzwischen größere Teile der experimentellen Aufbauten zusammenmontiert und getestet. Mit der Fertigstellung der Telefonzentrale, in der gleichzeitig auch der Technische Notdienst untergebracht ist, ist ein weiterer Schritt zur Verbesserung der Infrastruktur bei DESY getan. Schließlich ist unter den fertiggestellten Bauwerken auch der 2. Bauabschnitt des zweiten Wissenschaftler-Wohnheimes zu erwähnen.

*Umbauten und
Gebäudeunterhaltung*

Darüber hinaus mußten eine Fülle notwendiger Um- oder Erweiterungsbauten vorgenommen werden, wie der Einbau eines Personenaufzuges im Verwaltungsgebäude, die Fertigstellung einer Umgehungsstraße vom Wotonron zur ehemaligen Flottbeker Drift, die Erstellung eines neuen Strahlwegs zwischen Synchrotron und Spinne, die Umlegung von Fernmeldekanälen, Errichtung von Stahlbühnen in verschiedenen Hallen und dergl. mehr.

Als Folge der starken Aktivitäten an PETRA und den PETRA-Experimenten war die Transportgruppe im Berichtszeitraum besonders stark beansprucht. Dabei hat es bei z.T. recht unkonventionellen Transporten keinerlei Unfälle gegeben.

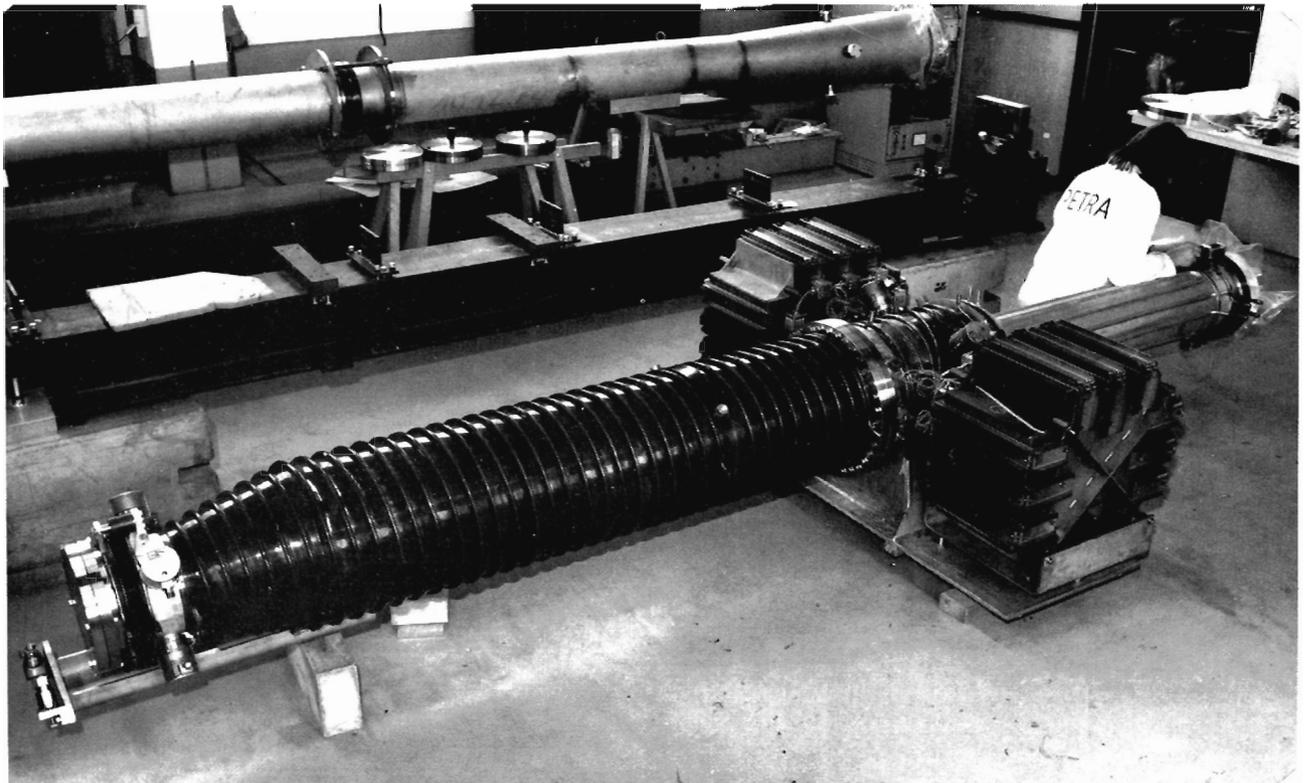


Abb. 117 Eine Endeinheit des MARK-J-Strahlrohres aus sogenanntem Mittelrohr und Endrohr geflanscht mit Ionengetterpumpen beim Vakuumtest.
(Im Hintergrund: Ersatzrohr für TASSO-Strahlrohr).

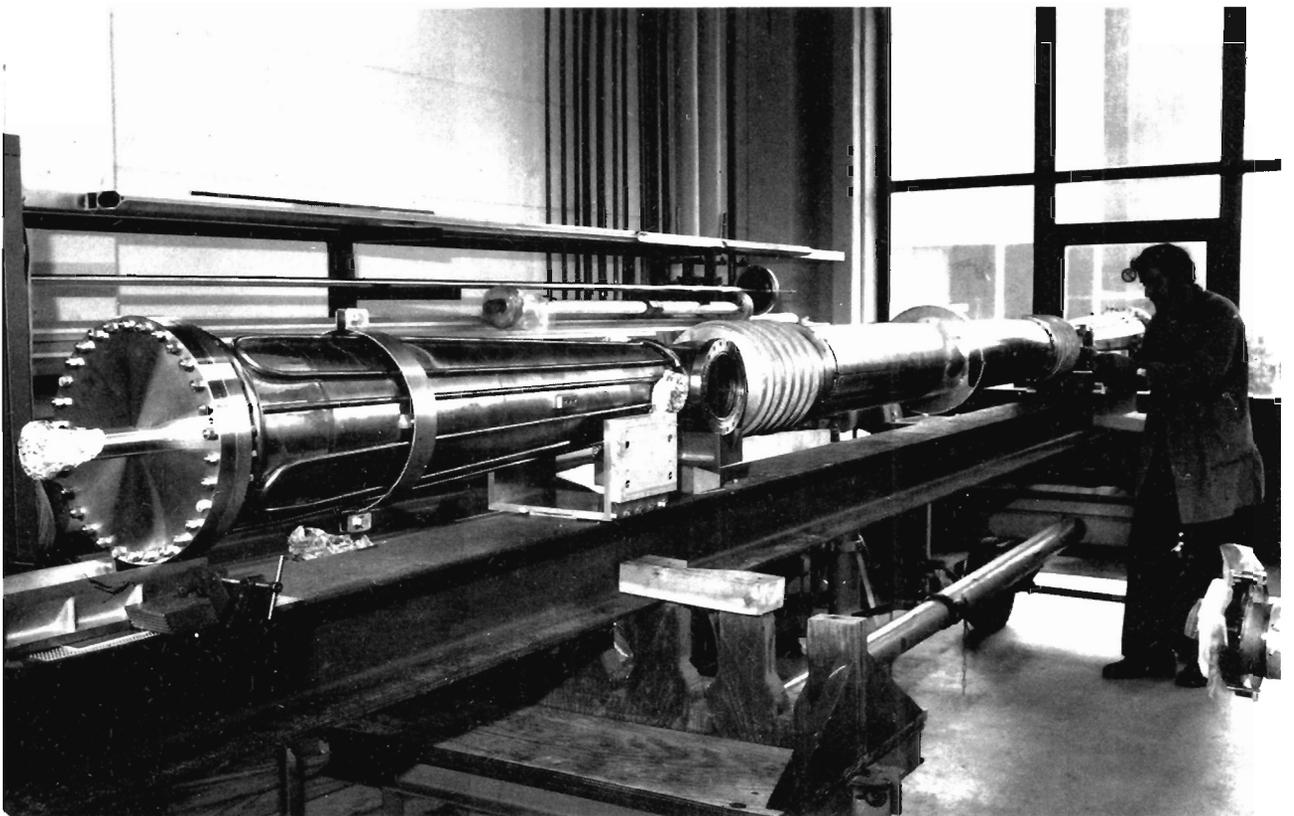


Abb. 119 Die Zentraleinheit des MARK-J-Strahlrohres bestehend aus dem Zentralrohr mit beidseitig angeschweißten Absorberrohren (Länge 5,8 m).

Veröffentlichungen und Vorträge

PLUTO-Kollaboration

G. FLÜGGE

Neues Elementarteilchen: Ergebnisse von den e^+e^- -Speicherringen
DORIS
Frühjahrstagung DPG, Heidelberg 1978
Phys. Blätter 34, 370 (1978)

G. ALEXANDER et al.
(PLUTO-Kollaboration)

An experimental upper limit for the τ lifetime.
DESY 78/70
Phys. Letters 81 B, 84 (1979)

CH. BERGER et al.
(PLUTO-Kollaboration)

Jet Analysis of the $\Upsilon(9,46)$ Decay into charged Hadrons
DESY 78/71
Phys. Letters B 82, 449 (1979)

CH. BERGER et. al.
(PLUTO-Kollaboration)

Observation of a Narrow Resonance formed in e^+e^- -Annihilation at 9.46 GeV.
DESY 78/21
Phys. Lett. 76 B, 243 (1978)

G. ALEXANDER et. al.
(PLUTO-Kollaboration)

Measurement of the $f^0(1270)$ Polarization in the $J/\psi \rightarrow f^0 \gamma$ Decay.
DESY 78/20
Phys. Lett. 76 B, 652 (1978)

O. ACHTERBERG et. al.
The Helix Tube Chamber
DESY 78/15

Nucl. Instr. & Meth., to be published

G. ALEXANDER et. al.
(PLUTO-Kollaboration)

Observation of the Decay $\tau \rightarrow \pi \nu$
DESY 78/30
Phys. Lett. 78B, 162 (1978)

CH. BERGER et. al.
(PLUTO-Kollaboration)

A Study of Jets in Electron-Positron Annihilation into Hadrons in the Energy Range 3.1 to 9.5 GeV.
DESY 78/39
Phys. Lett. 78B, 176 (1978)

G. ALEXANDER et. al.

Measurement of the Branching ratios for the decays
 $J/\psi(3.1) \rightarrow f^0 \gamma$ and $J/\psi(3.1) \rightarrow B \pi$
Phys. Lett. 72B, 493 (1978)

J. BURMESTER et. al.

Measurement of the J/ψ Radiative decay into $f^0(1270) \gamma$
Phys. Lett. 72B, 135 (1978)

U. TIMM

New Results from the PLUTO and DASP Detectors at DORIS
DESY 78/25
AIP Conf. Proc. 45, Particle and Fields, Subser. 14, New Results in High En. Phys. 1978, Vanderbilt Conference

G. FLÜGGE

The New Heavy Lepton Tau
DESY 78/42, Z. Phys. C, Particles and Fields 1, 121 (1979)

G. FLÜGGE

Particle Spectroscopy
DESY 78/55
Proc. XIX Int. Conf. on High En. Phys., Tokyo, Aug. 1978

M. RÖSSLER

Untersuchung anomaler Myonenerzeugung in der Elektron-Positron Vernichtung mit Hilfe des magnetischen Detektors PLUTO.
Int.Ber. DESY F14-78/01 (Diss)

A. NAVARRO

Maße und Positionen der Endcapzähler von PLUTO.
Int. Ber. DESY F14-78/02

G. FLÜGGE

Ein neues schweres Lepton.
Int. Ber. DESY F14-78/03

O. ACHTERBERG

Aufbau und Erprobung eines großflächigen Systems von Wendelrohrkammern für den Detektor PLUTO.
Int. Ber. DESY F14-78/04 (Dipl.)

W. WAGNER

Messung des hadronischen Axialvektorstromes im $\tau \rightarrow \pi \nu$ Zerfall.
PITHA 78-01 (Diss.)

G. KNUST

Änderung des PLUTO-Joches im Jahre 1977.
Int. Ber. DESY F33-78/01

P. HARMS

Untersuchung von Zerfällen der $J/\psi(3.1)$ -Resonanz in Baryonenpaare mit dem magnetischen Detektor PLUTO.
Int. Ber. DESY F33-78/02 (Dipl.)

K. DERIKUM

Untersuchung von Zerfällen des $J/\psi(3.1)$ mit Hilfe des magnetischen Detektors PLUTO.
Int. Ber. DESY F33-78/03 (Diss.)

R. THOMPSON

Measurement of an upper limit of the $J/\psi \rightarrow f^0 \gamma$ Branching Ratio.
Int. Ber. DESY F33-78/04

U. TIMM

New Results from PLUTO.
Wiss. Rat, DESY, März 1978

U. TIMM

On the new Particle Y and other recent Results from DORIS
Kolloquium, Bergen, June 1978

L. CRIEGEE

Results on the Υ -Meson
Kolloquium, Mainz, Juni 1978

G. FLÜGGE

The heavy Lepton Tau
Koll., Hamburg, April 1978

G. FLÜGGE

The Υ -Meson
Wiss. Rat, DESY, Juni 1978

G. FLÜGGE

The heavy Lepton Tau
Koll., Dortmund, Juni 1978

G. ALEXANDER

Tau and $J/\psi \rightarrow f \gamma$
Seminar, Helsinki, Febr. 1978

G. ALEXANDER

The heavy Lepton Tau
Kolloquium, Kiel, Febr. 1978

G. ALEXANDER

The Υ -Meson
Symposium, Frascati, June 1978

K. DERIKUM

Zerfall $J/\psi \rightarrow f \gamma$
DPG, Heidelberg, März 1978

TH. KAHL

Lebensdauer des schweren Leptons Tau.
DPG, Heidelberg, März 1978

K. WACKER

Inklusive ρ^0 -Produktion in der e^+e^- -Vernichtung
DPG, Heidelberg, März 1978

A. BÄCKER

Der totale Wirkungsquerschnitt in der e^+e^- -Annihilation bei Schwerpunktsenergien zwischen 3.1 und 5.0 GeV
DPG, Heidelberg, März 1978

G. KNIES

Results from PLUTO
Konf., Spätind, Norwegen, Jan. 1978

G. KNIES

The heavy Lepton Tau
Seminar, Rutherford, März 1978

G. KNIES

Results from PLUTO
Konf., Triest, Juni 1978

R. DEVENISH

Recent Results from PLUTO
APS, Washington, April 1978

R. DEVENISH

Recent Results from PLUTO and DASP
Seminar, Rutherford, Lancaster, Cambridge, London
Imp. Coll., Juni 1978

W. WAGNER

Der Zerfall $\tau \rightarrow \nu \pi \rho$
DPG, Heidelberg, März 1978

J. BÜRGER

Results from PLUTO
Les Arcs (Moriond), März 1978

J. BÜRGER

PLUTO-Ergebnisse
Koll., Aachen, Mai 1978

J. BÜRGER
Das Υ -Meson
Seminar, Siegen, Mai 1978

H. MEYER
Evidence for Jets
Konf., Kopenhagen, Juli 1978

H. MEYER
The Υ -Meson and Jets
Sommerschule, Stanford, Juli 1978

G. ALEXANDER
 $e^+e^- \rightarrow$ Hadron Jet Tour from J/ψ to Υ .
XIX Int. Conf. on High En. Phys.,
Tokyo, Aug. 1978

H. SPITZER
Properties of the heavy Lepton τ and the
 Υ -Meson
XIX Int. Conf. on High En. Phys.
Tokyo, Aug. 1978

G. FLÜGGE
 e^+e^- -Physik
Koll., Karlsruhe, Okt. 1978

G. G. WINTER
Das Υ -Meson und Jets
Seminar, Bonn, Okt. 1978

B. KOPPITZ
Das Υ -Meson und Jets
Seminar, Dortmund, Oktober 1978

W. LÜHRSEN
Das Υ -Meson und Jets
Seminar, Heidelberg, Nov. 1978

R. DEVENISH
The Υ -Meson and Jets
Seminar, Kopenhagen, Okt. 1978

L. CRIEGEE
Recent Results from DORIS
Konf., Siena, Sept. 1978

A. GARFINKEL
Decays of the Tau
Seminar, DESY, Juli 1978

H. J. MEYER
Das Υ -Meson und Jets
Seminar, Siegen, Nov. 1978

L. BOESTEN
Die Schauerzähler in PLUTO
Seminar, Siegen, Nov. 1978

V. BLOBEL
Results from DORIS
Seminar, Orsay, Okt. 1978

V. BLOBEL
 e^+e^- -Physics
Sommerschule, Kupari, Sept. 1978

S. BRANDT
Ergebnisse von PLUTO
Koll., Aachen, Nov. 1978

H. SPITZER
Review on e^+e^- -Reactions
DESY 78/56
Kyoto Summer Inst. f. Part. Phys. 1978

A. BÄCKER
Messung des Υ -Mesons mit PLUTO
Seminar, Hamburg, Mai 1978

DASP-Experiment

R. BRANDELIK et. al.
DASP Collaboration
Measurements of Tau decay modes and a
precise determination of the Mass
Phys. Letts. 78B, 109 (1978)

R. BRANDELIK et. al.
DASP Collaboration
 J/ψ Radiative Decays into $\pi\pi\gamma$ and $KK\gamma$
Phys. Lett. 74B, 292 (1978) and DESY
78/01

R. BRANDELIK et. al.
DASP Collaboration
Total Cross Section for Hadron Production
by e^+e^- Annihilation at Center of Mass
Energies Between 3.6 and 5.2 GeV
Phys. Lett. 76B, 361 (1978) and
DESY 78/18

B. H. WIJK and G. WOLF
A Review of e^+e^- Interactions
DESY 78/23

R. BRANDELIK et. al.
DASP Collaboration
Charged Pion, Kaon and Nucleon Pro-
duction by e^+e^- Annihilation for
C. M. Energies Between 3.6 and 5.2 GeV
DESY 78/50 und eingereicht zur Veröf-
fentlichung bei Physics Letters B

R. BRANDELIK et. al.
DASP Collaboration
Production Characteristics of the F Meson
DESY 78/63 und eingereicht zur Veröf-
fentlichung bei Physics Letters B

D. CORDS
Results from e^+e^- Interactions above
3 GeV
DESY 78/32

E. GADERMANN
Untersuchung von Kaskadenzerfällen
der ψ' -Resonanz über die J/ψ -Resonanz
Interner Bericht, DESY F22-78/05

A. PETERSEN
Die Messung des totalen hadronischen
Wirkungsquerschnitts in der e^+e^- -Ver-
nichtung bei Schwerpunktsenergien von
3.6 bis 5.2 GeV
Interner Bericht, DESY F22-78/06

J. RINGEL
Untersuchung der Paarproduction des
schweren Leptons τ im inklusiven eX -
Endzustand der Elektron-Positron-Paar-
vernichtung am Speicherring DORIS
Dissertation
DESY Intern — F35-78/

N. KUSCHNERUS
Herstellung und Test von Siliziumdioxid-
Aerogel für den Einsatz in Cerenkovzählern
Diplomarbeit
DESY Intern — F35/01

R. RIETHMÜLLER
Untersuchungen zur Herstellung von
Aerogel für die TASSO-Cerenkovzähler
Diplomarbeit
DESY Intern — F35-78/

J. PEPER
Aufbau einer Apparatur zur Messung des
Reflexionsvermögens von Spiegeln für
Cerenkovzähler
Staatsexamensarbeit

E. GADERMANN
Kaskadenzerfälle des ψ' (3.7)
Kurzvortrag auf der Frühjahrstagung Ele-
mentarteilchenphysik der Deutschen
Physikalischen Gesellschaft vom 13.—
16.3.1978 in Heidelberg

A. PETERSEN
Die Messung des totalen hadronischen
Wirkungsquerschnitts in der e^+e^- -Ver-
nichtung bei Schwerpunktsenergien von
3.6 bis 5.2 GeV
Kurzvortrag auf der Frühjahrstagung Ele-
mentarteilchenphysik der Deutschen
Physikalischen Gesellschaft vom 13.—
16.3.1978 in Heidelberg

B. H. WIJK
Physics with large electron-proton collid-
ing rings
Recent results from DASP
Oslo-Spätting, 8. — 14. Januar 1978

G. POELZ
Results in e^+e^- Annihilation
Madriker Winterschule, 6. — 12. Fe-
bruar 1978

B. H. WIJK
 e^+e^- Physics at PETRA energies and
beyond
Uppsala und Lund, 14. — 16. März 1978

CH. VON GAGERN
(DASP-Kollaboration)
Semileptonische Zerfälle des F-Mesons
DPG-Tagung, Heidelberg, März 1978

J. RINGEL — Teil I
R. RÜSCH — Teil II
(DASP-Kollaboration)
Erzeugung und Zerfälle des schweren
Leptons τ
DPG-Tagung, Heidelberg, März 1978

O. RÖMER
(DASP-Kollaboration)
Semileptonische Charmzerfälle
DPG-Tagung, Heidelberg, März 1978

B. H. WIJK
Physics with large electron-proton
colliding rings
Amsterdam, 6. — 8. April 1978

B. H. WIJK
Study of new particles in e^+e^- collisions
Belgian Physical Society Meeting, Brüssel
1. und 2. Juni 1978

B. H. WIJK

Physics with PETRA
What can we learn from ep and e^+e^-
collisions at very high energies
Copenhagen, 22. Mai 1978

B. H. WIJK

Evidence für einen neuen hadronischen
Baustein in der e^+e^- -Vernichtung
Darmstadt, 7. Juli 1978

B. H. WIJK

Strong Interaction Physics with e^+e^-
and ep Colliding Rings
Jet Symposium, Copenhagen 10. – 14.
Juli 1978

B. H. WIJK

Physics with PETRA
Karlsruhe, 9. September 1978

B. H. WIJK

Experimentation with LEP
ECFA-Study Week, Les Houches,
11. – 20. September 1978

P. SCHMÜSER

Neuere Ergebnisse der Elementarteilchen-
physik
DPG-Tagung, Berlin – Oktober 1978

W. DE BOER

Recent Results from DASP
NIKHEF, Amsterdam, 31.3.1978

G. BUSCHHORN

e^+e^- Colliding Beam Results from DESY
Colloquium, Univ. of Hawaii, Honolulu,
Hawaii, USA, 4.5.1978

G. BUSCHHORN

Charm Spectroscopy
Lectures at the Advanced Summer
Institute 1978 on New Phenomena in
Lepton Hadron Physics
Universität Karlsruhe, 4. – 16. Sept.
1978

CH. VON GAGERN

The F Meson. Results from the DASP
Collaboration
Vortrag beim MPI, München, 7.4.1978

H. U. MARTYN

"Observation of Charm and τ -Lepton-
Decays with DASP I"
6. Trieste Conference on Particle Physics,
Miramare, Juni 1978

B. GUNDERSON

e^+e^- Results in 1977
Vortrag beim MPI, München, 14.2.1978

B. GUNDERSON

Review of Experimental Results in e^+e^-
Annihilation in 1977
Rutherford Laboratory, England,
6.1.1978

G. GRINDHAMMER

J/ψ Radiative Decays
Vortrag beim MPI, München, 4.7.1978

G. GRINDHAMMER

Strahlungszерfälle von $J/\psi \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ und
 $K^+K^-\gamma$
Frühjahrstagung der Deutschen Physika-
lischen Gesellschaft
Heidelberg, 13. – 16.3.1978

G. GRINDHAMMER

New Results on e^+e^- Annihilation from
DASP (I)
XIIIth Rencontre de Moriond
Les Arcs, Frankreich, 18. – 24.3.1978

R. KOTTHAUS

"Charm" in e^+e^- Reaktionen
Kolloquium, Universität Bayreuth,
8.11.1978

U. KÖTZ

Cylindrical Drift Chambers for PETRA
Wire Chamber Conference, Wien
Feb. 1978

U. KÖTZ

First Experience at PETRA with TASSO
Vortrag bei DESY anlässlich PRC-Meeting
Dezember 1978

H. L. LYNCH

Techniques in High Energy Physics
Colloquium bei Katholieke Universiteit
Leuven, Belgien, April 1978

H. L. LYNCH

F and τ production at DASP
Seminar at Katholieke Universiteit Leu-
ven, Belgium, April 1978

R. BRANDELIK

„Inklusive η -Produktion in e^+e^- -Ver-
nichtung für Schwerpunktsenergie ober-
halb 4 GeV“
Frühjahrstagung der DPG, Heidelberg,
März 1978

Natrium-Jodid-Detektor

W. BARTEL et. al.

"A Precise Determination of the τ Mass"
DESY 78/24 (May 1978), und
Phys. Lett. 77B, 331 (1978)

W. BARTEL et. al.

"Cascade Radiative Decays of $\Upsilon(3684)$
and Evidence for a New Intermediate
State of even C-Parity"
DESY 78/49 (September 1978), und
Phys. Lett. 79B, 492 (1978)

J. K. BIENLEIN et. al.

"Observation of a Narrow Resonance at
10.02 GeV in e^+e^- -Annihilations"
Phys. Lett. 78B, 360 (1978)

W. BARTEL

„Strahlungszерfälle der J/ψ -Resonanzen“
Hochenergie-Seminar der Universität
Kaiserslautern, Februar 1978

W. BARTEL

„Charmonium-Zustände und Charmpro-
duktion in e^+e^- -Stößen“
Vorlesungen Maria Laach, September
1978

J. K. BIENLEIN

"Experimental results on Υ -decays"
Seminar, Oak Ridge Nat. Lab. and Cor-
nell University, Oktober 1978

J. K. BIENLEIN

"Results on Υ and Υ' from e^+e^- inter-
actions at DORIS."
Seminar, SLAC, Stanford, California,
Oktober 1978

G. HEINZELMANN

"Results from the DESY-Heidelberg
detector"
Intern. Conference on High Energy
Physics, Tokyo, August 1978

G. HEINZELMANN

„Beobachtungen der Υ -Resonanzen in
der e^+e^- -Vernichtung. Bestimmung der
elektrischen Ladung des fünften Quarks“
Kolloquiumsvortrag Heidelberg,
Dezember 1978

E. LORENZ

" Υ -search at DORIS"
Fifth Cracow-Munich High Energy Phy-
sics Seminar, München, April 1978

B. PIETRZYK

"Observation of Υ' with the DESY-Hei-
delberg detector at DORIS"
Seminar, CERN, September 1978

R. RICHTER

"Observation of the Υ in e^+e^- -annihila-
tion"
Seminar MPI-München, September 1978

H. VOGEL

"Results on Υ and Υ' with the DESY-
Heidelberg detector at DORIS"
Seminar, CERN, September 1978

F15-Experimente an DORIS

C. W. DARDEN et. al.

"Search for Upsilon Mesons with the
Double Arm Spectrometer DASP at
DORIS"
Proposal No. 146, dd. 24.2.1978

C. W. DARDEN et. al.

"Observation of a Narrow Resonance at
9.46 GeV in Electron-Positron Annihila-
tions"
Phys. Letters 76B, May 1978, p. 246

C. W. DARDEN et. al.

"Further Results on $\Upsilon(9.46)$ Formation
in Electron-Positron Annihilation"
DESY F15/01 Internal. Report, August
1978, and Contribution to the XIX In-
ternational Conference on High Energy
Physics, Tokyo, 1978

C. W. DARDEN et. al.

"Evidence for a Narrow Resonance at
10.01 GeV in Electron-Positron Annihila-
tions"
Phys. Letters 78B, September 1978, p. 364

C. W. DARDEN et. al.
"Study of the Υ (9.46) meson in electron-positron Annihilations"
Phys. Letters 80B, January 1979, p. 419

H. HASEMANN, et. al.
"ARGUS — A New Detector for DORIS", Internal Report DESY F15/Pro. 148, October 1978

W. HOFMANN et. al.
"Electron Energy and Positron Measurement using Lead-Scintillator Calorimeters with a New Light Collection System"
DESY 78/13, November 1978

C. W. DARDEN
"Observation of Narrow Resonance at 9.46 GeV in Electron-Positron Annihilation"
talk given in Tel Aviv, June 1978

W. HOFMANN
„Eine neue Technik zum Nachweis elektromagnetischer Schauer“
Seminarvortrag bei DESY

W. SCHMIDT-PARZEFALL
"The Υ and Υ' Meson observed in e^+e^- Annihilation"
XX. Internationale Konferenz für Hochenergiephysik, Tokyo, August 1978

W. SCHMIDT-PARZEFALL
"The Υ and Υ' Meson observed in e^+e^- Annihilation"
Nato Summer Study, Karlsruhe, September 1978

W. SCHMIDT-PARZEFALL
„Das Υ und Υ' Meson, neue Quantenzahlen in der starken Wechselwirkung“
Physikalisches Kolloquium der Universität Freiburg, Oktober 1978

W. SCHMIDT-PARZEFALL
"Recent Results from DESY"
University of Los Angeles, Division of Particles and Fields Division meeting, Dezember 1978

W. SCHMIDT-PARZEFALL
"Recent Results from DESY"
Seminar Standort Linear Accelerator Center, Dezember 1978

H. SCHRÖDER
„Beobachtungen einer schmalen Resonanz bei 9.46 GeV in der e^+e^- -Vernichtung“
Vortrag bei DESY, Mai 1978

H. SCHRÖDER
„Beobachtung einer schmalen Resonanz bei 9.46 GeV in der e^+e^- -Vernichtung“
Vortrag im Wissenschaftlichen Rat, Juni 1978

H. SCHRÖDER
"Proposal 'ARGUS' — A New Detector for DORIS"
Forschungsseminar DESY, Oktober 1978

K. R. SCHUBERT
„Suche nach Υ -Mesonen in der e^+e^- -Annihilation“
Vortrag Universität Heidelberg, Mai 1978

K. R. SCHUBERT
"DESY Experiments on the formation of Υ -Mesons in e^+e^- -Annihilations"
Particle Seminar CERN, Juni 1978

K. R. SCHUBERT
"Formation of Υ and Υ' Mesons at DORIS"
LAPP — Annecy, November 1978

H. D. SCHULZ
"Search for Upsilon Mesons with the Double Arm Spectrometer DASP at DORIS"
DESY Forschungsseminar März 1978

H. D. SCHULZ
"Recent Results from DORIS"
International Study week on Weak Interactions, Armes, Iowa, USA, June 1978

H. D. SCHULZ
"Observation of the Upsilon at DORIS"
LAMPF, Los Angeles, June 1978

H. D. SCHULZ
"Search for the Upsilon at DORIS"
SLAC Stanford, July 1978

H. D. SCHULZ
"ARGUS, A New Detector for DORIS"
Universität Lund, Vortrag Oktober 1978

E. STEINMANN
„Untersuchung der Resonanzen Υ und Υ' mit dem Doppelarmspektrometer DASP am Speicherring DORIS“
Seminar Maria Laach, September 1978

D. WEGNER
„Die Beobachtung von Υ Mesonen in Elektron-Positron-Annihilationen“
Vortrag Universität Dortmund, Mai 1978

BONANZA-Experiment

H. W. EISERMANN
Beobachtung von Zwei-Photon-Prozessen an DORIS mit der BONANZA-Apparatur
Frühjahrstagung der DPG in Heidelberg (1978)

H. v. d. SCHMITT
Messung von $p\bar{p}$ und $n\bar{n}$ bei der e^+e^- -Vernichtung auf der J/ψ -Resonanz
Frühjahrstagung der DPG in Heidelberg (1978)

H. J. BESCH et al
Simultaneous Measurement of $p\bar{p}$ and $n\bar{n}$ in e^+e^- Annihilation at the J/ψ -Resonance
Phys. Lett. 78 B (1978) 347

H. J. BESCH et al
First Observation of Photon-Photon Interactions at DORIS
DESY 78/54 (1978)

JADE

H. KREHBIEL et al.
Delay Line Readout for Drift Chambers
Nucl. Instr. and Meth. 156, 347 (1978)

P. WARMING
Entwicklung einer Driftkammer mit zweidimensionaler Ortsauflösung
Interner Bericht, DESY F22-78/01

E. ELSÉN
Untersuchungen zur Massenauflösung des JADE-Detektors
Interner Bericht, DESY F22-78/02

P. WARMING
Delay Line Readout for Drift Chambers
Kurzvortrag auf der Wire Chamber Conference Vienna 14. — 16.2.1978

Elektroproduktion von τ und η im Resonanzgebiet

F. W. BRASSE et al.
Separation of σ_L and σ_T in η Electroproduction at the Resonance S_{11} (1535)
Nuclear Physics B 139 (1978) 37—44

H. WRIEDT
Bestimmung des Beitrages longitudinal polarisierter virtueller Photonen bei der η -Elektroproduktion der S_{11} (1535)-Resonanz
Dissertation, Hamburg und interner Bericht DESY F21-78/01

V. GERHARDT
Elektroproduktion positiver Pionen im 2. und 3. Resonanzgebiet bei Impulsüberträgen bis $q^2 = 3 \text{ GeV}^2$
Vortrag auf der Frühjahrstagung der DPG in Heidelberg

R. HAIDAN
Elektroproduktion von η -Mesonen im Bereich der S_{11} (1535)-Resonanz bei großen Impulsüberträgen
Vortrag auf der Frühjahrstagung der DPG in Heidelberg

Elektroproduktion von Π^- und K^- -Mesonen

M. HELM
Trennung des longitudinalen und transversalen Wirkungsquerschnitts der π^+ -Elektroproduktion oberhalb der Resonanzen
Interner Bericht, DESY F22-78/03

P. BRAUEL
Elektroproduktion von $K^+\Lambda$ und $K^+\Sigma^0$ oberhalb der Resonanzen
Interner Bericht, DESY F22-78/04

Elektronenstreuung an Kernen

P. GROSSE WIESMANN

Überprüfung der inkohärenten Stoßnäherung bei Elektronenstreuung an Kernen mit $q^2 \geq 0,2 \text{ GeV}^2/c^2$ im Bereich der quasielastischen Streuung und der ersten Nukleonenresonanz
Diplomarbeit, Universität Freiburg

Elektroproduktion von Π^0 -Mesonen

CH. BERGER et al.

"Elastic π^0 Electroproduction Above the Resonance Region"
Nucl. Phys. B137, 1 (1978)

Photoproduktion pseudoskalarer Mesonen

H. GENZEL

„Experimente und Analyse zur Photoproduktion pseudoskalarer Mesonen“
HEP 78/06 (Aachen 1978)
(Habilitationsschrift)

Elektroproduktionsexperimente am Proton

H. ACKERMANN et al.

Determination of the Longitudinal and the Transverse Part in π^+ Electroproduction
Nucl. Phys. B137 (1978) 294–300

Photoproduktion von $p\bar{p}$ -Paaren

H.-J. BEHREND et al.

Elastic and Inelastic Photoproduction
Nuclear Physics B144 (1978) 22–60

D. C. FRIES et al.

S-P Wave Interference in K^+K^- Photo-production near K^+K^- Threshold
Nuclear Physics B143 (1978) 408–416

Elektroproduktion in einer Streamerkammer

I. COHEN et al.

Inclusive K_0^0 and Λ Electroproduction
DESY 78/12 and Phys. Rev. Letters 40, 1614 (1978)

G. DREWS et al.

Electroproduction of Charged Pions in the Quark Fragmentation Region
DESY 78/34 and Phys. Rev. Letters 41, 1433 (1978)

R. ERICKSON et al.

Charge Retention in Deep Inelastic Electroproduction
DESY 78/64, eingereicht bei Phys. Rev. Letters

P. SÖDING

Hadron Production in Charged Lepton-Nucleon Interactions
Proceedings of the XIX International Conference of High Energy Physics, Tokyo 1978

H. PREISSNER

DECO Collaboration
Hadron Production in deep-inelastic Electron-Proton Scattering
Proceedings of the IX International Symposium on High Energy Multiparticle Dynamics, Tabor, July 1978

F. MESSING

Strange Particle Production in lepton-Proton Interactions
Proceedings of the 6th Trieste Conference on Particle Physics, Miramare-Trieste, June 1978

F. MESSING

Strange Particle Production in Lepton-Proton Interactions
Proceedings of the Topical Conference on Neutrino Physics at Accelerators, Oxford, July 1978

G. DREWS et al.

Inclusive ρ^0 Electroproduction
Contribution to the XIX International Conference on High Energy Physics, Tokyo 1978

G. DREWS

Quark Fragmentation in Deep-Inelastic Electroproduction
Vortrag CERN-Colloquium, Juli 1978

G. DREWS

Erzeugung von Hadronen in tief-inelastischer Elektroproduktion
Vortrag DESY-Colloquium, Juni 1978

P. SÖDING

Hadron-Erzeugung in tief-inelastischer Elektronstreuung
Seminarvortrag Universität Karlsruhe, Februar 1978

P. SÖDING

Hadron-Erzeugung in tief-inelastischer Elektronstreuung
Seminarvortrag Universität Bonn, Oktober 1978

R. SIEMANN

Hadron Final States in Deep Inelastic Electron Proton Scattering
Vortrag FERMILAB, October 1978

F. JANATA

Quark Fragmentation Functions from Electroproduction
Seminarvortrag MPI München, November 1978

H. PREISSNER

Hadron-Produktion in tief-inelastischer Elektron-Proton-Streuung
Colloquium, Institut für Hochenergiephysik, Universität Heidelberg, Dezember 1978

I. ZANK

Bestimmung des totalen inelastischen Elektron-Proton-Wirkungsquerschnitts mit einer Streamerkammer
Diplomarbeit, Universität Hamburg, Juni 1978

Theoretische Physik

M. KRAMMER, H. KRASEMANN (1)

Two Gluon Jets from Upsilon' (10.0)
Physics Letters 73B (1978) 58 und DESY 77/75

A. ALI, T. C. YANG (2)

Semi-Leptonic Decays of the F-Mesons and the Ensuing Lepton Spectrum
Lettere Cimento 21 (1978) 218 und DESY 77/54

C. AVILEZ, T. KOBAYASHI,

J. G. KÖRNER (3)

Quark-Model Calculation of Charmed-Baryon Production by Neutrinos
Phys. Rev. D17 (1978) 709 und DESY 76/61

YOUNG BING-LIN, T. F. WALSH,

T. C. YANG (4)

Trimuons from Charm
Physics Letters 74B (1978) 111 und DESY 77/80

G. DOMOKOS, S. KOEVESI-

DOMOKOS (5)

Gauge Fields on Coset Spaces
Nuovo Cimento 44A (1978) 318 und DESY 77/08

M. KRAMMER (6)

A Polarization Prediction from Two-Gluon Exchange for $1^- \rightarrow (Q\bar{Q}) \rightarrow \gamma + 2^{++} (q\bar{q})$
Physics Letters 74B (1978) 361 und DESY 78/06

T. C. YANG (7)

SU(4) Weak Currents

Nucl. Phys. B138 (1978) 345 und DESY 77/51

N. KAWAMOTO, A. I. SANDA (8)

Hadronic Decay of Tau
Physics Letters 76B (1978) 446 und DESY 78/14

G. EICHMANN, F. ELVEKJAER,

F. STEINER (9)

Jets and Hadron Balls in e^+e^-
Lettere Nuovo Cimento 22 (1978) 573 und DESY 77/46

T. HOFSAESS, G. SCHIERHOLZ (10)

In Quest of a Relativistic Constituent Quark Model — Some Constructive Remarks
Physics Letters 76B (1978) 125 und DESY 78/05

R. ROY, T. F. WALSH (11)

Spotting Glueballs in Collinear Gluon Jets
Physics Letters 78B (1978) und DESY 78/28

- K. KOLLER, T. WALSH (12)
Gluons in Quarkonium Decay
Nucl. Phys. B140 (1978) 449 und
DESY 78/16
- M. KURODA, T. F. WALSH,
XOUNG-BING-LIN (13)
High-Spin Meson Decays in the Dual
Resonance Model with Nondegenerate
Regge Trajectories
Phys. Rev. D18 (1978) 1548 und
DESY 77/63
- J. G. KÖRNER, G. KRAMER,
J. WILLRODT (14)
Weak Decays of the Charmed Baryon
 $\Lambda_c(0)^+$ and the Inclusive Yield of Λ and Σ
Physics Letters 78B (1978) 492 und
DESY 78/13
- P. BECHER (15)
On the Vacuum Structure of the
Schwinger Model
Nuovo Cimento 47A (1978) 151 und
DESY 78/04
- M. MOSHE (16)
On Observables of QCD in High Order
Calculations
Physics Letters 79B (1978) 88 und
DESY 78/29
- G. KRAMER, G. SCHIERHOLZ,
J. WILLRODT (17)
QCD Predictions for Jets in e^+e^- Annihilation: Angular Correlations and Asymmetries
Phys. Lett. 79B (1978) 249 und
DESY 78/36
- M. GLÜCK, E. REYA (18)
Duality Predictions for the Production
of Heavy Quark Systems in QCD
Phys. Lett. 79B (1978) 453 und
DESY 78/41
- P. MITRA, P. ROY (19)
Operator Solution to Broken QCD(N)²
for Massless Quarks
Phys. Lett. 79B (1978) 469 und
DESY 78/38
- J. G. KÖRNER, T. KOBAYASHI,
C. AVILEZ (20)
Charged- and Neutral-Current Production of Δ (1236)
Phys. Rev. D18 (1978) 3178 und
DESY 77/23
- Z. KUNSZT, H. R. RUBINSTEIN (21)
A Probe of QZ Suppression
Phys. Lett. 80D (1978) 129 und
DESY 78/57
- M. KURODA, G. SCHIERHOLZ (22)
Minimal Mass Corrections in Deep-Inelastic Lepton Scattering
DESY 78/08
- M. BÖHM, H. JOOS (23)
Gauge Field Theories of Weak, Electromagnetic and Strong Interactions
(in German)
DESY 78/27
- P. LANGACKER, H. PAGELS (24)
Light Quark Mass Spectrum in
Quantum Chromodynamics
DESY 78/33
- K. KOLLER, H. KRAEMANN (25)
T. F. WALSH
The 3 Gluon Decay of Quarkonium
DESY 78/37
- A. ALI, J. G. KÖRNER, G. KRAMER,
J. WILLRODT (26)
Jet-Like Distributions from the Weak
Decay of Heavy Quarks
DESY 78/47
- F. GUTBROD, G. KRAMER,
C. RUMPF (27)
Dynamics of Charm Molecules
DESY 78/48
- H. KRAEMANN (28)
Jets from $Q\bar{Q}$ P Waves
DESY 78/46
- A. CASHIER (29)
Self Dual Z(N) Gauge Theories
DESY 78/43
- G. KÖPP, F. GUTBROD (30)
Dispersion Theory for the $e^+e^- \rightarrow \rho$ Epsilon Transition for Factors
Preprint – Köpp G.
- S. ONO (31)
 $Q\bar{Q} - \bar{Q}Q$ States with Relatively
Narrow Widths
DESY 78/52
- A. ALI, J. G. KÖRNER, G. KRAMER,
J. WILLRODT (32)
Nonleptonic Weak Decays of Bottom
Mesons
DESY 78/51
- T. F. WALSH (33)
The Last Heavy Lepton and the Next
One
DESY 78/58
- J. WILLRODT (34)
Weak Decays of Charmed
Barions
DESY 78/53
- J. G. KÖRNER, G. KRAMER,
J. WILLRODT (34)
DESY
78/53
- G. KRAMER, G. SCHIERHOLZ (35)
Transverse Momentum and Angular
Distributions of Hadrons in e^+e^- from
QCD
DESY 78/62
- J. G. KÖRNER, G. KRAMER,
J. WILLRODT (36)
Quark Model Calculation of the Parity
Violating NN π Coupling
Weinberg-Salam Model
DESY 78/61
- G. EICHMANN, F. STEINER (37)
The Transverse Momentum Profile of a
Quark Jet
DESY 78/60
- F. GUTBROD (38)
On the Nucleon Propagator in Meson
Theory
DESY 78/65
- F. STEINER (39)
Jet Angular Radii and their Energy
Dependence
DESY 78/59
- M. KRAMMER, H. KRAEMANN (40)
Quarkonium
DESY 78/66
- A. ALI, J. G. KÖRNER, G. KRAMER (41)
Final States in Non-Leptonic Bottom
Meson Decays
DESY 78/67
- I.I.Y. BIGI, T. F. WALSH (42)
Angular Energy Flow in Perturbative QCD
DESY 78/72
- F. GUTBROD, G. HARTMANN (43)
On the Isovector Form Factors of the
Nucleon in Meson Theory
DESY 78/76
- K. KOLLER' T. F. WALSH,
P. M. ZERWAS (44)
Testing QCD: Direct Photons in e^+e^- -
Collisions
DESY 78/77
- A. D'ADDA, P. Di VECCHIA,
M. LÜSCHER (45)
Confinement and Chiral Symmetry
Breaking in CP^{n-1} -Models with Quarks
DESY 78/75
- K. KOLLER, T. F. WALSH,
P. M. ZERWAS (46)
The Three-Gluon Vertex of QCD
DESY 78/79
- G. HARTMANN (47)
Bethe-Salpeter Modell für die Isovektor-
Formfaktoren des Nukleons
Interner Bericht T-78-02 (Dissertation)
- CHAK WING CHAN (48)
Die anomalen magnetischen Momente des
Nukleons in einem Bethe-Salpeter-Modell
Interner Bericht T-78/03

Experimente mit Synchrotronstrahlung

R. BRODMANN and G. ZIMMERER
Xenon 5d Emission in Pure Xenon and
Xenon Doped Argon
Chem. Phys. Letters 56, 434 (1978)
(DESY SR-77/22)

W. B. PEATMAN, B. GOTCHEV,
P. GÜRTLER, E. E. KOCH and
V. SAILE
Transition Probabilities at Threshold for
the Photoionization of Molecular
Nitrogen
J. Chem. Phys. 69, 2089 (1978)
(DESY SR-78/01)

- W. EBERHARDT, G. KALKOFFEN and C. KUNZ
Measurement of the Auger Decay after Resonance Excitation of Xe 4d and Kr 3d Resonance Lines
Phys. Rev. Lett. 41, 156 (1978)
(DESY SR-78/02)
- W. BRAUN, M. NEUMANN, M. IWAN and E. E. KOCH
Energy Level Shifts of CO Chemisorbed and Condensed on Rh (111)
Solid State Comm. 27, 155 (1978)
(DESY SR-78/03)
- M. IWAN, W. EBERHARDT, G. KALKOFFEN, E. E. KOCH and C. KUNZ
Photoemission Studies on Phthalocyanine Compounds: Cross Section Dependence of Outer Core Levels
Chem. Phys. Lett. (im Druck)
(DESY SR-78/04)
- E. TEGELER, N. KOSUCH, G. WIECH and A. FAESSLER
On the Electronic Structure of Hexagonal Boron Nitride
Phys. stat. sol. (b) (im Druck)
(DESY SR-78/05)
- W. BRAUN, M. NEUMANN, M. IWAN and E. E. KOCH
UPS Measurements of CO Chemisorbed and Condensed on Rh (111) Using Synchrotron Radiation
phys. stat. sol. (b) 90, 525 (1978)
(DESY SR-78/06)
- N. SCHWENTNER, E. E. KOCH, Z. OPHIR and J. JORTNER
Photoelectron Energy Distribution Measurements from Benzene in Rare Gas Matrices
Chem. Phys. 34, 281 (1978)
(DESY SR-78/07)
- W. EBERHARDT, G. KALKOFFEN, C. KUNZ, D. ASPNES and M. CARDONA
Photoemission Studies of 2p Core Levels of Pure and Heavily Doped Silicon
phys. stat. sol. (b) 88, 135 (1978)
(DESY SR-78/08)
- W. LENTH, F. LUTZ, J. BARTH, G. KALKOFFEN and C. KUNZ
Giant Resonance Enhancement of the 4f, 5p and 5s States in the Photoemission Spectra of Rare Earth Compounds
Phys. Rev. Letters 41, 1185 (1978)
(DESY SR-78/09)
- P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
High Accuracy Bond Length from EXAFS of KMnO_4 and MnO_4 in Aqueous Solution
J. Phys. C. (im Druck)
(DESY SR-78/10)
- E. BOURSEY, V. CHANDRASEKHARAN, P. GÜRTLER, E. E. KOCH, P. KUNSCH and V. SAILE
Phonon Induced Fine Structure of Excitons in Solid Nitrogen
Phys. Rev. Letters 41, 1516 (1978)
(DESY SR-78/11)
- G. ZIMMERER
Luminescence of Rare Gas Solids
J. Luminescence (im Druck)
(DESY SR-78/12)
- P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
Investigation of the Extended X-ray Absorption Finestructure (EXAFS) at L-edges of Heavy Elements
(DESY SR-78/13)
- R. BRUHN, B. SONNTAG and H. W. WOLFF
3p-excitations of Atomic and Metallic Fe, Co, Ni and Cu
Jour. of Phys. B (im Druck)
(DESY SR-78/14)
- W. EBERHARDT, G. KALKOFFEN and C. KUNZ
Surface Induced Broadening of the 2p Core Levels of Al
Phys. Rev. Lett. (eingereicht)
(DESY SR-78/15)
- R. BRUHN, B. SONNTAG and H. W. WOLFF
3p-excitation of Atomic Mn; Experimental Evidence for the Super Coster-Kronig Decay
Phys. Lett. 69A, 9 (1978)
(DESY SR-78/16)
- U. HAHN and N. SCHWENTNER
Electronic Relaxation Cascades in Wannier and Frenkel Type Exciton States
J. of Luminescence 18/19, 23 (1978)
(DESY SR-78/17)
- W. F. SCHMIDT, W. DÖLDISSEN, U. HAHN and E. E. KOCH
Photoconductivity of Liquid Tetramethylsilane
Z. Naturforsch. 33a, 1393 (1978)
(DESY SR-78/18)
- H. SCHMORANZER and R. ZIETZ
Observation of Selectively Excited Continuous Vacuum Ultraviolet Emission in Molecular Hydrogen
Phys. Rev. A18, 1472 (1978)
(DESY SR-78/19)
- G. MATERLIK
Use of Synchrotron Radiation in X-ray Interferometry
Proceedings of the Intern. Workshop on Neutron Interferometry, Grenoble, June 1978, Oxford University Press, (1979)
(DESY SR-78/20)
- R. P. HAELBICH, A. SEGMÜLLER and E. SPILLER
Smooth Multilayer Films Suitable for X-ray Mirrors
Appl. Phys. Lett. (eingereicht)
(DESY SR-78/21)
- V. SAILE and E. E. KOCH
Bulk and Surface Excitons in Solid Neon
Phys. Rev. B (im Druck)
(DESY SR-78/22)
- W. GUDAR, S. F. ALVARADO and M. CAMPAGNA
Resonant Photoemission from Sm (100)
Sol. State Comm. (im Druck)
(DESY SR-78/23)
- D. BÄUERLE, W. BRAUN, V. SAILE, G. SPRÜSSEL and E. E. KOCH
Vacuum Ultraviolet Reflectivity and Band Structure of Sr TiO_3 and Ba TiO_3
Z. für Physik B29, 179 (1978)
- E. BOURSEY, V. CHANDRASEKHARAN, R. HAENSEL, U. HAHN and N. SCHWENTNER
Radiationless Processes in the Luminescence Spectrum of NO Isolated in Rare Gas Matrices
J. Luminescence 18/19 (1979)
- T. BALLY, H. BAUMGÄRTEL, U. BÜCHLER, E. HASELBACH, W. LOHR, J. P. MAIER, J. VOGT
Tris (Methylidene)-Cyclopropane ("131 Radialene" Part I. Enthalpy of Formation and Strain Energy
Helv. Chim. Acta 61, 741 (1978)
- W. BRAUN, M. NEUMANN, M. IWAN and E. E. KOCH
Chemisorption and Condensation of CO on Rh (111)
Nederlands Tijdschrift voor Vacuum-techniek 16, 2/3/4, p. 158 (1978)
- B. BURAS, N. NIIMURA and J. STAUN OLSEN
Optimum Resolution in X-ray Energy-Dispersive Diffractometry
J. Appl. Cryst. 11, 137 (1978)
- D. EINFELD and D. STUCK
Calibration of the Spectral Radiance of a Low Current Carbon Arc between 185 nm and 340 nm
Z. Naturforsch. 33a, 502 (1978)
- D. EINFELD, D. STUCK and B. WENDE
Calibration of Radiometric Transfer Standards in the UV and VUV by Electron Synchrotron Radiation Using a Normal Incidence Radiometer
Metrologia 14, 111 (1978)
- W. GUDAT and D. E. EASTMAN
Photoemission from Semiconductor Surfaces
Chapter II of "Photoemission and the Electronic Properties of Surfaces" edited by B. Feuerbacher, B. Fitton and R. F. Willis, John Wiley and Sons., New York. (1978)
(Internal Report DESY F41-77/04)
- M. IWAN and C. KUNZ
Photoemission Investigation of Auto-ionizing Na^{+2} p Core Excitons in NaCl
J. Phys. C.: Solid State Phys. 11, 905 (1978)

H. W. JOCHIMS, W. LOHR and
H. BAUMGÄRTEL
Photoionization Mass Spectrometry
Studies of Deuterated Acetaldehydes
CH₃CDO and CD₃CHO
Chem. Phys. Lett. 54, 394 (1978)

E. E. KOCH, R. NÜRNBERGER and
N. SCHWENTNER
Photoemission Studies on Rare Gas
Matrices
Ber. Bunsenges. Phys. chem. 82, 110
(1978)

N. KOSUCH, E. TEGELER, G. WIECH
and A. FAESSLER
X-ray Spectroscopic Studies of the
Electronic Structure of the Oxyanions,
NO₂, NO₃ and CO₃²⁻
J. Electron Spectr. 13, 263 (1978)

N. SCHWENTNER
Luminescence Properties of Rare Gas
Solids II. Time Resolved Luminescence
Spectroscopy
"Luminescence of Inorganic Solids"
eds B. Di Bartolo and D. Pacheco
Plenum Press, New York (1978)
p. 645–665

M. SKIBOWSKI, G. SPRÜSSEL and
V. SAILE
Ga-3d-Excitation in GaAs 110-Crystals
Studied by High Resolution Reflectivity
down to 15 K
Proceedings of the 14th International
Conference on the Physics of Semicon-
ductors, Edinburgh 2.9. – 8.9.1978, er-
schienen als „Physics of Semiconductors
1978“ in Inst. Phys. Conf. 43 (1979)

J. STAUN OLSEN, B. BURAS,
T. JENSEN, O. ALSTRUP,
L. GERWARD and B. SELSMARK
Influence of Polarization of the Inte-
grated Intensities in X-ray Energy-Dis-
persive Diffractometry
Acta Cryst. A34, 84–87 (1977)

C. D. STEPHENSON, V. KELHÄ,
M. TILLI and T. TUOMI
Quasi Lifetime Topography of Magnetic
Domain Movements in Grain Orientated
(100) [001] Fe-3wt%Si Polycrystals
Using White Synchrotron Radiation
zur Veröffentlichung an phys. stat. sol.
(a) (Jan. 1979)

T. TUOMI, M. TILLI, V. KELHÄ,
and J. D. STEPHENSON
Pendellösung Fringes in Synchrotron
X-ray Topographs of a Wedge-shaped Sili-
con Crystal.
phys. stat. sol. (a) 50 (Dec. 16, 1978)

G. ZIMMERER
Luminescence Properties of Rare Gas
Solids I. Emission Bands and Excitation
Spectra
"Luminescence of Inorganic Solids"
eds. B. Di Bartolo and D. Pacheco,
Plenum Publishing Corporation Press,
New York (1978) p. 627
(Int. Ber. DESY F41-77/05)

Folgende Beiträge erscheinen in Topics
in Current Physics, Springer Verlag,
Heidelberg 1979

W. GUDAT and C. KUNZ
Instrumentation for Spectroscopy and
other Applications
Chap. 3 for "Synchrotron Radiation",
ed. by. C. Kunz
(Int. Bericht DESY F41-78/07)

E. E. KOCH and B. SONNTAG
Molecular Spectroscopy with Synchro-
tron Radiation
Chap. 6 for "Synchrotron Radiation"
ed. by. C. Kunz
(Int. Bericht DESY F41-78/08)

C. KUNZ
Properties of Synchrotron Radiation
Chap. 1 for „Synchrotron Radiation“,
ed. by. C. Kunz
(Int. Bericht DESY F41-78/09)

Folgende Beiträge erschienen als Pro-
ceedings der Vth International Confe-
rence on Vacuum Ultraviolet Radiation
Physics.
Montpellier, 5.9. – 9.9.1977 in Journal
de Physique, Colloque No. 4, Suppl. C-4
(1978)

B. SONNTAG
Atomic and Molecular Effects in the
VUV Spectra of Solids
C4-9

C. KUNZ
Electron Hole Interaction in Deep Level
Spectra
C4-112

G. SCHMAHL, D. RUDOLPH and
B. NIEMANN
X-Ray Microscopy of Biological
Specimens
C4-202

Folgende Publikationen erschienen in
Proc. of the Conf. on Synchrotron
Radiation Instrumentation and New
Developments.
Orsay, 12.9. – 14.9.1977, Nuclear In-
struments and Methods 152 (1978)

H.-J. BEHREND, E. E. KOCH,
C. KUNZ and G. MÜLHAUPT
DORIS as a Part-Time Dedicated Source
of Synchrotron Radiation
p. 37

V. SAILE
Normal Incidence Monochromators for
Synchrotron Radiation Sources
p. 59

W. EBERHARDT, G. KALKOFFEN,
and C. KUNZ
The UHV Grazing Incidence Mono-
chromator FLIPPER at the Storage Ring
DORIS
p. 81

N. KOSUCH, E. TEGELER, G. WIECH,
and A. FAESSLER
A Spectrometer for the Investigation of
Ultra-Soft X-Ray Emission Spectra
excited with Synchrotron Radiation
p. 113

R.-P. HAELBICH, C. KUNZ,
D. RUDOLPH and G. SCHMAHL
Efficiency of Holographic Laminar
Gratings and Ruled Blazed Gratings in the
Wavelength Range 55–560Å
p. 127

E. PITZ and A. SCHULZ
An Instrument for the Spectral Radiance
Calibration of Light Sources in the VUV
by Means of the Synchrotron Radiation
of the DESY Machine
p. 243

U. HAHN, N. SCHWENTNER and
G. ZIMMERER
A System for Time and Energy Resolved
VUV Luminescence Spectroscopy using
SR for Excitation Purposes
p. 261

W. GUDAT
Soft X-Ray Microscopy and Lithography
with Synchrotron Radiation
p. 279

B. BURAS, J. STAUN OLSEN and
L. GERWARD
White Beam X-Ray Energy Dispersive
Diffractometry Using Synchrotron
Radiation
p. 293

J. D. STEPHENSON, V. KELHÄ,
M. TILLI and T. TUOMI
Reconstructed Topographs of Poly-
crystalline (110) Fe-3wt % Si Crystals
and the Observation of Magnetic Domains
Using Synchrotron Radiation
p. 319

Folgende Beiträge erscheinen in den Pro-
ceedings der International Conference on
X-ray and XUV Spectroscopy,
Sendai, 28.8. – 1.9.1978, in Jap. J. Appl.
Phys. (im Druck)

P. RABE
Determination of Bond Lengths from
EXAFS with High Precision

P. RABE, G. TOLKIEHN and
A. WERNER
Determination of Bond Lengths from
L_{III}-edge EXAFS of Heavy Atoms

E. TEGELER, N. KOSUCH, G. WIECH
and A. FAESSLER
Studies of K-Emission Spectra of Carbon
in Aromatic Hydrocarbons

Vorträge (Synchrotronstr.)

Beiträge, die in Proceedings erscheinen,
sind hier nicht aufgeführt.
Frühjahrstagung Festkörperphysik der
DPG in Freudenstadt (6.3. – 10.3.1978):

- D. ASPNES, M. CARDONA, W. EBERHARDT, G. KALKOFFEN und C. KUNZ
Messung der Bandverbiegung der Si 2p-Rumpfniveaus bei hoch dotierten Einkristallen durch Photoemission mit Synchrotronstrahlung
Verhandl. DPG (VI) 13, 156 (1978)
- W. BÖHMER, G. MARTENS, P. RABE, G. TOLKIEHN und A. WERNER
Temperaturabhängigkeit der Röntgenabsorptionsfeinstruktur
Verhandl. DPG (VI) 13, 157 (1978)
- U. HAHN, N. SCHWENTNER, B. JORDAN und G. ZIMMERER
Zeitaufgelöste Lumineszenzspektroskopie an Kr in Ar-Matrix
Verhandl. DPG (VI) 13, 42 (1978)
- M. IWAN, W. EBERHARDT, G. KALKOFFEN, E. E. KOCH und C. KUNZ
Photoemissionsuntersuchungen der Valenzbänder und äußeren Rumpfniveaus von H₂⁺, Mg-, Pb- und Pt-Phthalocyaninen im Bereich hν = 20 bis 260 eV
Verhandl. DPG (VI) 13, 98 (1978)
- B. JORDAN, G. ZIMMERER, U. HAHN und N. SCHWENTNER
Zeitaufgelöste Lumineszenzspektroskopie an reinen, festen Edelgasen
Verhandl. DPG (VI) 13, 42 (1978)
- P. RABE, N. SCHWENTNER, G. TOLKIEHN und A. WERNER
Eine Anordnung für Röntgenabsorptionsspektroskopie (EXAFS) mit Synchrotronstrahlung
Verhandl. DPG (VI) 13, 157 (1978)
- P. RABE, G. TOLKIEHN und A. WERNER
Kantennahe Feinstruktur in K-Absorptionsspektren von Übergangsmetallverbindungen
Verhandl. DPG (VI) 13, 157 (1978)
- P. RABE, G. TOLKIEHN und A. WERNER
Bestimmung von Bindungslängen aus der Röntgenabsorptionsfeinstruktur der L-Kanten von Au, Ta in TaC und Gd in Gd₂O₃
Verhandl. DPG (VI) 13, 158 (1978)
- G. SPRÜSSEL, M. SKIBOWSKI und V. SAILE
Temperaturabhängigkeit der K⁺3p-Exzitonen in Kaliumhalogeniden
Verhandl. DPG (VI) 13, 37 (1978)
- Frühjahrstagung Atom-, Kurzzeit-, Molekül-, Plasma-, Gasentladungs-, Oberflächenphysik und Dünne Schichten der DPG in München (6.3. – 10.3.1978):
- H. BAUMGÄRTEL, H. OERTEL und H. SCHENK
CF₂Cl₂: Photodissoziation in positive und negative Fragmentionen
Verhandl. DPG (VI) 13, 525 (1978)
- H. BAUMGÄRTEL, H. OERTEL und H. SCHENK
Ionenpaarbildung bei O₂, CO und NO nach VUV-Photoanregung
Verhandl. DPG (VI) 13, 535 (1978)
- E. BOURSEY, V. CHANDRASEKHARAN, P. GÜRTLER, V. SAILE und E. E. KOCH
Feinstruktur der Absorption von festem N₂ im Vakuum-Ultraviolett
Verhandl. DPG (VI) 13, 518 (1978)
- W. BRAUN, M. NEUMANN, M. IWAN und E. E. KOCH
Untersuchung der Chemisorption von CO auf Rh(111) mit Hilfe der anregungsenergieabhängigen Photoelektronenspektroskopie
Verhandl. DPG (VI) 13, 565 (1978)
- W. BRAUN, M. NEUMANN, M. IWAN und E. E. KOCH
Vergleich der Photoelektronenspektren von chemisorbiertem und kondensiertem CO
Verhandl. DPG (VI) 13, 565 (1978)
- R. BRODMANN und G. ZIMMERER
Xe 5d-Emission in reinem Xenon und Exnon-dotiertem Argon
Verhandl. DPG (VI) 13, 531 (1978)
- R. BRUHN, B. SONNTAG und H. W. WOLFF
Einfluß der Elektronenkorrelation auf die 3p-Spektren atomarer 3d-Übergangsmetalle
Verhandl. DPG (VI) 13, 446 (1978)
- W. EBERHARDT und C. KUNZ
Bestimmung der Symmetrie der Anfangszustände in Photoemission durch Ausnutzung der Polarisation der Synchrotronstrahlung am System 0 auf Al-Einkristallen
Verhandl. DPG (VI) 13, 564 (1978)
- R. FREY, B. GOTCHEV, W. B. PEATMAN, H. POLLAK und E. W. SCHLAG
Hochaufgelöste Photoionisationsresonanz-Spektren und Lebensdauermessungen an N₂O⁺
Verhandl. DPG (VI) 13, 526 (1978)
- U. HAHN, N. SCHWENTNER und G. ZIMMERER
Zeitaufgelöste Lumineszenzspektroskopie und Relaxationskaskaden von Xe, Kr und Ar Atomen in fester Ne Matrix
Verhandl. DPG (VI) 13, 548 (1978)
- G. KALKOFFEN, W. EBERHARDT und C. KUNZ
Photoemission an Ni (110): Polarisationsabhängige Untersuchungen des Valenzbandes im Bereich der 3p-Resonanzanregung
Verhandl. DPG (VI) 13, 562 (1978)
- K. E. OCKENGA, P. GÜRTLER, V. SAILE, S. S. HASNAIN und E. E. KOCH
Hochaufgelöste Absorptionsspektroskopie an Benzol, Deuterobenzol und fluorierten Benzolen im VUV
Verhandl. DPG (VI) 13, 518 (1978)
- M. KRATZAT und W. GUDAT
Oberflächenzustände von Ge(111) 2x1 Flächen
Verhandl. DPG (VI) 13, 603 (1978)
- H. SCHMORANZER und R. ZIETZ
VUV-gebunden-frei-Emission von molekularen Wasserstoff
Verhandl. DPG (VI) 13, 531 (1978)
- E. TEGELER, N. KOSUCH, G. WIECH und A. FAESSLER
Das Röntgenemissionsspektrum des Kohlenstoffs in aromatischen Kohlenwasserstoffen
Verhandl. DPG (VI) 13, 519 (1978)
42. Physikertagung der DPG in Berlin (3.10. – 7.10.1978):
- U. BONSE
Interferometrische und spektroskopische Untersuchungen im Röntgengebiet
Verhandl. DPG (VI) 13, 1174 (1978)
- F. C. BROWN
Synchrotron Radiation Spectroscopy
Verhandl. DPG (VI) 13, 1139 (1978)
- B. BURAS
X-Ray Structural Studies Using Synchrotron Radiation
Physik. Blätter 34, 619
Verhandl. DPG (VI) 13, 1175 (1978)
- E. E. KOCH
Spektroskopie mit hoher Energieauflösung im Vakuum-Ultraviolett
Verhandl. DPG (VI) 13, 1174 (1978)
- N. SCHWENTNER
Zeitaufgelöste Spektroskopie im Vakuum-Ultraviolett
Verhandl. DPG (VI) 13, 1174 (1978)
- W. STEINMANN
Photoelektronenspektroskopie im Vakuum-Ultraviolett mit der Synchrotronstrahlung
Verhandl. DPG (VI) 13, 1173 (1978)
- M. CAMPAGNA, W. GUDAT und S. F. ALVARADO
Elektronische Zustände in gemischt-valenten Seltenerdssystemen
Verhandl. DPG (VI) 13, 1208 (1978)
- Arbeitstagung der AG für Kristallographie, Stuttgart (10.3. – 11.3.1978):
- E. E. KOCH
Planungsstand des Ausbaues der Experimentierhalle am Speicherring DORIS
- G. MATERLIK
Überlegungen zur Strahlführung für den Röntgenbereich

G. HILDEBRANDT
Meßplatz „Topographie“ und Anwendungen auf kristallographische und sonstige Probleme

M. CARDONA
Elektronenspektroskopie mit Synchrotronstrahlung und Phasenübergänge

P. RABE
EXAFS-Meßplatz

G. E. SCHULZ
Meßplatz (automatisch durchstimmbares) „Vierkreis-Diffraktometer“

B. BURAS
Konzeption und Konstruktion eines Mehrzweck-Meßplatzes für Energie-dispersive Beugung und für 3-Achsen-Spektroskopie

K. FISCHER
Meßplatz „Zwei-Achsen-Diffraktometer“

Novosibirsk Synchrotron Radiation Users Meeting, Novosibirsk (28.3. – 30.3.1978):

G. MATERLIK
Systematic Study of the Rare Earth L Absorption Edges

G. MATERLIK
Synchrotron Radiation Studies at DESY

Workshop on X-Ray Instrumentation for Synchrotron Radiation Research, Stanford (3.4. – 5.4.1978):

U. BONSE
Perfect Crystal Optics for Synchrotron Radiation
SSRL Report 78/04, p. III-42

B. BURAS
Some Experience with and Future Requirements for Semi-Conductor Detectors Used for Synchrotron Radiation X-Ray Energy-Dispersive Diffractometry
SSRL Report 78/04, p. VIII-124

R.-P. HAELBICH, C. KUNZ und E. SPILLER
Multilayer Coatings for Soft X-Rays
SSRL Report 78/04, p. VI-50

11th International Congress of Crystallography, Warschau (3.8. – 12.8.1978):

M. A. GLAZER, M. HIDAKA, B. BURAS, J. STAUN OLSEN and L. GERWARD
Energy-Dispersive Methods With Synchrotron Radiation
Collected Abstracts,
Abstract 14.2-4, p. s33

E. HINZE, G. WILL, B. BURAS, J. STAUN OLSEN and L. GERWARD
Energy-Dispersive as a Method for X-Ray Diffraction Under High Pressure in a

Diamond Anvil Cell
Collected Abstracts,
Abstract 14.6-7, p. s343

J. D. STEPHENSON, V. KELHÄ, M. TILLI and T. TUOMI
Quasi-life-time Topography of Magnetic Domain Movements in Grain Orientated (100) [001] Fe-3wt%Si polycrystals Using White Synchrotron Radiation. The Influence of an External Magnetic Field
Collected Abstracts,
Abstract 14.2-1 p. s330

4th General Conference of the European Physical Society, York (25. – 29.9.1978):

H. BAUMGÄRTEL, H. OERTEL and H. SCHENK
Photoionisation Studies on the Ion-Pair Formation of Gaseous Molecules
Vol 2G, EI/8 p. 107

H. BAUMGÄRTEL, H. OERTEL and H. SCHENK
Fluorescence of Molecular Fragments of Cyanogen Halides and Halo-Ethylenes
Vol. 2G, EI/20 p. 115

B. BURAS, L. GERWARD, A. M. GLAZER, M. HIDAKA and J. STAUN OLSEN
Structural Studies by Means of Energy-Dispersive Method and X-Rays From a Storage Ring
Vol. 2G, EI/14 p. 112

C. KUNZ
X-Ray Imaging: Lithography, Microscopy and Topography
Vol. 2G, EI/13, p. 112

I. T. STEINBERGER, Z. H. KALMAN and S. S. HASNAIN
Study of the Growth and Structure of Rare Gas Crystallites Using Synchrotron Radiation
Vol. 2G, EI/33 p. 122

J. D. STEPHENSON, V. KELHÄ, M. TILLI and T. TUOMI
Quasi-life-time Topography of Magnetic Domain Movements in Grain Orientated (100) [001] Fe-3wt% Si polycrystals Using White Synchrotron Radiation

11th Synchrotron Radiation Users Meeting, Stoughton (23.10. – 24.10.1978):

D. EINFELD, M. KÜHNE and D. STUCK
Radiometric Calibration of a BRV-Continuum Source in the UV and VUV by Electron Synchrotron Radiation

R. HAENSEL, U. HAHN, N. SCHWENTNER, E. BOURSEY and G. ZIMMERER
Time Dependent Spectroscopy at DESY on Pure and Doped Solid Rare Gases

E. E. KOCH
Synchrotron Radiation Experiments at DESY – Present and Future

3th Stanford Synchrotron Radiation Laboratory Users Group Meeting, Stanford (26.10. – 27.10.1978):

R. HAENSEL, G. MARTENS, P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
Volume and Surface EXAFS at DESY
SSRL-Report, 78/09, p. 108

E. E. KOCH
Report on Synchrotron Radiation Activities at DESY
Part I: Recent Highlights
SSRL-Report, 78/98, p. 100

G. MATERLIK
Report on Synchrotron Radiation Activities at DESY –
Part II: Status of the New Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB
SSRL-Report, 78/09, p. 147

International Conference on Luminescence, Paris, 1978:

E. BOURSEY, V. CHANDRASEKHARAN, R. HAENSEL, U. HAHN and N. SCHWENTNER
Radiationless Processes in the Luminescence Spectrum of NO Isolated in Rare Gas Matrice

U. JAHN and N. SCHWENTNER
Electronic Relaxation Cascades in Wannier and Frenkel Type Exciton States

Weitere Vorträge

B. BURAS, J. STAUN OLSEN, L. GERWARD
Energy-Dispersive X-Ray Diffraction with Synchrotron Radiation from a Storage Ring
The Spring Meeting of Solid State Section of the Danish Physical Society, Helsingør, Denmark, June 15–16, 1978

B. BURAS
Perspectives for Synchrotron Radiation Research
Danish Physical Society Annual Meeting, Copenhagen, November 24, 1978

W. EBERHARDT and C. KUNZ
Surface Induced Broadening of the Al 2p Core Levels Observed in Photoemission with Highly Monochromatized Synchrotron Radiation
March Meeting American Physical Soc., Washington DC, 27.3.–30.3.1978
Buil. Am. Phys. Soc., 23, 418 (1978)

W. GUDAT
X-Ray Microscopy and Lithography
EMBL Workshop on "The Uses of X-Ray Synchrotron Radiation in Molecular Biology", Hamburg, Oktober 1978

A. M. GLAZER, M. HIDAKA,
B. BURAS, J. STAUN OLSEN and
L. GERWARD
Energy Dispersive Powder Diffraction
with Synchrotron Radiation
Crystallography Group Autumn Meeting
"New Techniques in Crystallography",
London, U.K., November 16, 1978

W. GUDAT and M. KRATZAT
Empty Surface States on Ge(111) 2x1
studied by Polarization Dependent Con-
stant Final State Spectra
1st European Conference on Surface
Science, Amsterdam, 1978

R. HAENSEL
German Activities With Synchrotron
Radiation
Symp. Synchrotron Radiation
Research, Tokyo 4.9.1978

E. E. KOCH and G. MATERLIK
X-Ray and γ -Ray Sources: a Comparison
of their Characteristics
Intense Capture Gamma-Ray Sources,
Workshop III, Grenoble 1.6.1978

E. E. KOCH
Properties and Characteristics of Present
and Future Synchrotron Radiation
Sources
ESF Workshop on Perspectives of Syn-
chrotron Radiation Applications to
Molecular Dynamics and Photo-
chemistry, Giff-sur
Yvette, 4.12.1978

C. KUNZ
Synchrotron Radiation Sources
EMBL Workshop on Biological Applica-
tions of Synchrotron Radiation, Ham-
burg, 23.10.–25.10.1978

C. KUNZ
Das Elektronensynchrotron — eine effek-
tive Strahlungsquelle für festkörperphy-
sikalische Untersuchungen
4. Tagung Mikrosonde
26.–28.1.1978 Dresden

M. N. NIKITIN
Variable Undulator Research in the
Sovietunion
Wiggler-Meeting, Frascati
(29.6.–30.6.1978)

V. SAILE
VUV Monochromators at Synchrotron
Radiation Sources
NATO Advanced Study Institute on
"Synchrotron Radiation applied to
Biophysical, Biochemical and Biomed-
ical Research", Frascati,
(20.8.–1.9.1978)

H. SCHENK, H. OERTEL und
H. BAUMGÄRTEL
Photoinduzierte Paarbildungsprozesse
von CF_2Cl_2 , CO_2 , O_2 und NO
Bunsenftagung 1978 Konstanz

W. F. SCHMIDT
Electric Charges in Non-Polar Liquids
International Workshop on Electric
Charges in Dielectrics, Kyoto
(Oct. 9.–12, 1978)

T. TUOMI, M. TILLI, V. KELHÄ
and J. D. STEPHENSON
Pendellösung Fringes Observed in Sili-
con Using Continuous Synchrotron
Radiation
Paper presented at the Conference on
Applied Crystallography Kozubnik,
Poland, August 13–16, 1978

J. D. STEPHENSON, V. KELHÄ,
M. TILLI and T. TUOMI
Quasi-life-time Topography of Magnetic
Domain Movements in Grain Orientated
(100) [001] Fe-3wt%Si Polycrystals
Using White Synchrotron Radiation. The
Influence of an External Magnetic Field
Paper presented at the Conf. on Applied
Crystallography, Kozabnik, Poland,
August 13.–16., 1978

G. ZIMMERER
Investigation of Small UV and VUV
Laser Molecules at DESY
International Discussion Meeting
"How Can Theory Help to Find Gas
Lasers", Gif-sur-Yvette
(23.–25.10.1978)

Seminare, Kolloquien usw.

B. BURAS
X-Ray Energy-Dispersive Diffractometry
Using Synchrotron Radiation
National Bureau of Standards,
Washington, D.C., USA, April 1978

M. CAMPAGNA
Spin Polarized Photoemission
Zentrum für Synchrotronstrahlung,
PULS, Frascati, Dezember 1978

M. CAMPAGNA
Spectroscopic Techniques Applied to the
Study of Metals
Vortrag Uni, Rom, Dez. 1978

D. EINFELD, M. KÜHNE und
D. STUCK
Radiometric Calibration of a BRV-
Continuum Source in the UV and VUV
by Electron Synchrotron Radiation
National Bureau of Standards,
Washington, D. C., USA,
Oktober 1978

W. GUDAT und S. F. ALVARADO
Resonante Photoemission aus SmS (100)
Informationstagung, 18. Sitzung des Wis-
senschaftlichen Beirats der Institute für
Festkörperforschung, Stuttgart,
Nov. 1978

W. GUDAT
Röntgen- und Elektronenstrahlithogra-
phie: Methoden zur Fertigung von
Mikroelektronik
Wissenschaftliches Kolloquium der Fa.
Kalle, Wiesbaden, Juni 1978

E. E. KOCH
Synchrotron Radiation Research at
DESY Including Plans for the New
Laboratory
Kolloquium, Risø National Laboratory
Physics Dep. 28.8.1978

E. E. KOCH
Excitons in Solid Rare Gases: Experi-
ments Aspects
Council of Europe Study Group on Solid
State Spectroscopy Meeting on
"Synchrotron Radiation and Solid State
Spectroscopy", Cortona, Italien
17.10.1978

E. E. KOCH
Recent Investigations of Higher Escited
States of Molecules and Molecular Crystals
Investigated by Means of Synchrotron
Radiation
Argonne National Laboratory
25.10.1978

E. E. KOCH
Photoemission from Organic Molecular
Crystals
IBM Research Center, San Jose,
31.10.1978

E. E. KOCH
Untersuchungen zur elektronischen Struk-
tur von organischen Molekülkristallen
Oberseminar, Universität Düsseldorf,
8.11.1978

E. E. KOCH und G. MATERLIK
Plans and Activities at the Synchrotron
Radiation Facility DESY at Hamburg
Brookhaven National Laboratory
2.11.1978

C. KUNZ
Wenn DESY strahlt . . .
Experimente mit Synchrotronstrahlung
NDR 3, Hörfunkprogramm
21.11.1978

C. KUNZ
Experimente mit Synchrotronstrahlung
Kolloquium Fritz-Haber-Institut, Ber-
lin, 23.2.1978

C. KUNZ
Untersuchungen mit Synchrotronstrah-
lung
Kolloquium, Bochum, 8.5.1978

C. KUNZ
Experimente mit der Synchrotronstrah-
lung
Kolloquium, Würzburg, 10.7.1978

R. HAENSEL
Optische Eigenschaften der festen Edel-
gase
Physikalisches Kolloquium, Universität
Karlsruhe, 17.2.1978

R. HAENSEL
Recent Development at the Synchrotron
Radiation Laboratory DESY in Ham-
burg
Koll. Institute for Solid State Physics
Univ. Tokyo 14.9.1978

R. HAENSEL
Importance on ECAFS — Measurements
Seminarvortrag Sendai/Japan
2.9.1978

R. HAENSEL
X-Ray Absorption Spectra
Meeting on "Synchrotron Radiation
and Solid State Spectroscopy"
Org. Study Group on Solid State
Spectroscopy, Europarat, Cortona
17.—19.10.1978

R. HAENSEL
Synchrotronstrahlung für optische Un-
tersuchungen an Festkörpern und Gasen
Phys. Kolloquium Univ. Wuppertal
9.6.1978

R. HANSEL
Synchrotronstrahlungsspektroskopie an
Festkörpern
Phys. Kolloquium, Univ. Saarbrücken
30.11.1978

R. HANSEL
Röntgenabsorptionsmessungen zur Un-
tersuchung der Nahordnung in Fest-
körpern
Phys. Kolloquium, Univ. Gießen,
11.12.1978

G. MATERLIK
Synchrotron Radiation at DESY —
Present State and Future Development
Seminarvortrag Lomonosov
Universität Moskau, 4.4.1978

P. RABE
The Extended X-Ray Absorption
Finestructure (EXAFS): A Survey of its
Applicability for Structural Analysis
Seminar am Universitets Fysiske Labora-
torium II, H. C. Ørsted
Institutet Kopenhagen, 12.12.1978

P. RABE
Feinstruktur der Röntgenabsorption
(EXAFS)
Seminar am Fachbereich 4, Naturwissen-
schaften Festkörper und Festkörpertechno-
logie, Universität Osnabrück,
1.12.1978

P. RABE
Die Analyse der Röntgenabsorptionsfein-
struktur: Ein Verfahren zur Untersuchung
der Nahordnung in mehratomigen Systeme-
men
Kolloquium am Max-Planck-Institut für
Festkörperforschung, Stuttgart,
29.11.1978

P. RABE
Untersuchung der Nahordnung in Kristal-
len und amorphen Festkörpern mit Hilfe
der Röntgenabsorptionsfeinstruktur
(EXAFS)
Seminar am Institut für Kristallographie,
Universität Tübingen, 27.11.1978

P. RABE
Recent EXAFS Experiments at DESY
Seminar am Department of Physics,

University of Washington, Seattle,
7.4.1978 und
Bell Laboratories, Murray Hill,
20.3.1978

V. SAILE
Instrumentierung im Vakuum-UV an
Synchrotronstrahlungsquellen
Kolloquium der PTB-Berlin,
13.11.1978

B. SONNTAG
Core Excitations with Synchrotron
Radiation
Seminarvortrag Universität Leningrad,
30.6.1978

B. SONNTAG
Autoionisation hochangeregter Zustände
atomarer und metallischer Übergangs-
metalle; Instrumentelle Probleme weiter-
führender Experimente mit Synchrotron-
strahlung
Seminarvortrag, Fritz-Haber-Institut
Berlin

B. SONNTAG
Transitions from Deep Levels — Core
Excitons
Vortrag, Cortona, Italien,
Meeting der Study Group on Solid State
Spectroscopy of the Parliamentary
Assembly of the Council of Europe

B. SONNTAG
Rumpfanregung atomarer Übergangs-
metalle
Seminarvortrag Universität Freiburg,
29.3.1978

B. SONNTAG
Rumpfanregungen atomarer Übergangs-
metalle durch Synchrotronstrahlung
Bereichskolloquium Hahn-Meitner-
Institut, Berlin, 29.5.1978

B. SONNTAG
Instrumentation in Synchrotron Radia-
tion Experiments
Vortrag Firma Bourevestnik
Leningrad UdSSR, 29.6.1978

G. WIECH
Emissionspektroskopie im Bereich der
ultravioletten Röntgenstrahlen mit An-
regung durch Synchrotronstrahlung
Vortrag am Physikalischen Institut der
Universität Würzburg, 26.1.1978
(Seminare Festkörperphysik und Atom-
und Molekülphysik)

J. D. STEPHENSON, V. KELHÄ,
M. TILLI and T. TUOMI
Quasi-life-time Topography of Magnetic
Domain Movements in Grain Orientated
(100) [001] Fe-3wt%Si Polycrystals Using
White Synchrotron Radiation
Treffen des Arbeitskreises Röntgentopo-
graphie, Hamburg,
12.10.—13.10.1978

H. G. ZACHMANN
Einfluß der Orientierung auf die Kristal-
lisation und die mechanischen Eigen-

schaften von Polyethylenterephthalat
Institut für Chemiefasern, Stuttgart,
1.12.1978

G. ZIMMERER
Exciton Lattice Interaction in Rare Gas
Solids
Internat. Centre for Theoretical Solid
State Physics, Universität Antwerpen,
26.4.1978

Diplom- und Doktorarbeiten und
Interne Berichte
(soweit nicht bei Veröffentlichungen)

W. EBERHARDT
Photoelektronenspektroskopie an sau-
beren und oxidierten Aluminium-Ein-
kristallen mit Synchrotronstrahlung im
Energiebereich von 20 eV bis 270 eV
Dissertation Universität Hamburg,
(1978)

U. HAHN
Energie- und zeitaufgelöste Lumines-
zenzuntersuchungen an festen Edel-
gasen
Dissertation, Univ. Hamburg, (1978)
(als Int. Ber. DESY-F41)
im Druck (1979)

N. KOSUCH
Emissionsspektroskopie im Bereich der
ultravioletten Röntgenstrahlen mit Anre-
gung durch die Synchrotronstrahlung
des Speicherrings DORIS
Ein Beitrag zur Bestimmung der elektro-
nischen Struktur von Oxoanionen
Dissertation Universität München, (1977),
(Interner Bericht DESY F41-78/01)

W. LOHR
Die Photodissoziativen Zerfallsreaktionen
von Acetaldehyd und Propylen im Va-
kuum-UV-Bereich
Dissertation Universität Freiburg, (1978)

G. KALKOFFEN
Resonanzeffekte in der Photoemission bei
der Anregung von 3p, 3d und 4d Schalen
(Ni, Kr, Xe, Ba, Ce, Gd)-Photoemissions-
experimente von H₂S adsorbiert auf Ni
(110)
Dissertation Universität Hamburg, (1978)

H. SCHENK
Aufbau einer Photoionisationsapparatur
am Elektronenspeicherring DORIS in
Hamburg und Untersuchung der Anionen-
Kationen Bildung bei CF₂Cl₂ und CFCl₃
Dissertation Universität Freiburg, (1978)
(Interner Bericht DESY F41-78/04)

E. TEGELER
Die Röntgenemissionsspektren des Koh-
lenstoffs, Stickstoffs und Sauerstoffs in
ebenen Molekülen und dem Schichtkri-
stall Bornitrid unter besonderer Berück-
sichtigung der anisotropen Emission der
Strahlung
Dissertation Universität München, (1978)
(Interner Bericht DESY F41-78/06)

R. ZIETZ
VUV-Fluoreszenzspektroskopie von NO und H₂ bei selektiver Anregung mit Synchrotronstrahlung
Dissertation Universität Kaiserslautern, (1978)
(Int. Ber. DESY F41-78/05)

A. S. VINOGRADOV
Absorption an Molekülen im weichen Röntgengebiet
(Interner Bericht DESY F41-79/02)

V. SAILE
VUV Monochromation at Synchrotron Radiation Sources
(Internal Report DESY F41-78/07)

B. JORDAN
Untersuchung der elektronenangeregten Lumineszenz von festem Krypton mit Methoden der zeit- und energieaufgelösten Spektroskopie zwischen 4,2 und 27 K
Diplomarbeit, Universität Hamburg, (1978)

R. RÜFFER
Planung, Aufbau und vorbereitende Messungen für ein Experiment "Mößbauerereffekt mit Synchrotronstrahlung"
Diplomarbeit Universität Hamburg (Interner Bericht DESY F41-79/01)

D. SCHRÖDER
Optische Anregung der 4d-Elektronen in molekularem und kristallinem TeFe₆ und TeFe₄
Diplomarbeit Universität Hamburg, (1978)

H. SCHRÖDER
Absorption von Rubidium in Krypton-Matrix zwischen 5000 und 8500 Å
Diplomarbeit Universität Hamburg, (1978)
(Interner Bericht DESY F41-78/08)

Weiterentwicklung von Nachweistechiken

H.-J. STUCKENBERG
Bipolare schnelle Mikroprozessorsysteme
Interner Bericht DESY F56-78/01
September 1978

H.-J. STUCKENBERG
Triggering and Preprocessing in a Typical DESY/PETRA High Energy Physics Experiment,
Vortrag gehalten auf der ESONE Annual General Assembly, September 1978, bei DESY, Hamburg

H.-J. STUCKENBERG
Bipolare Mikroprozessorsysteme
Vortrag gehalten auf dem Mikroprozessor-Workshop der Physikertagung 1978, Berlin

H.-J. STUCKENBERG
Anwendung von mikroprogrammierten Mikroprozessoren in der Online-Spurerkennung in der Hochenergiephysik
Vortrag gehalten auf dem Mikroprozessor-Workshop der Physikertagung 1978, Berlin

Datenverarbeitung in der Medizin

K. H. HÖHNE, M. BÖHM, W. ERBE, G. C. NICOLAE, G. PFEIFFER, B. SONNE
Computer-Angiography – A New Tool for X-Ray Functional Diagnostics,
Med. Progr. Technol. 6 (1978) 23

K. H. HÖHNE, M. BÖHM, W. ERBE, G. C. NICOLAE, G. PFEIFFER, B. SONNE, E. BÜCHELER
Die Messung und differenzierte bildliche Darstellung der Nierendurchblutung mit der Computer-Angiographie
Fortschr. Röntgenstr. 129 (1978) 667

G. PFEIFFER, K. H. HÖHNE,
Improvement of Programming Efficiency in Medical Image Processing by a Dialog Language
Proceedings of MIE 78, Lectures Notes in Medical Informatics, Vol. 1, Springer, New York, 1978, und DESY-Bericht DV-78/3

G. C. NICOLAE, K. H. HÖHNE
Digital Video System for Real Time Processing of Image Series
DESY-Bericht DV-78/2

B. SONNE, K. H. HÖHNE
Vergleichende Untersuchungen verschiedener Meßmethoden zur Blutflußbestimmung aus digitalen Angiogrammen
Biomed. Techn. 23 (1978) 208

B. SONNE, K. H. HÖHNE
Methoden zur Bestimmung von Blutgeschwindigkeit und Blutfluß aus digitalen Angiogrammen
Jahrestagung der Gesellschaft für Biomedizinische Technik, Stuttgart 1978

G. C. NICOLAE, K. H. HÖHNE
Analysis of Multitemporal X-Ray Images by a Multiprocessor System
Workshop on Pattern Recognition and Artificial Intelligence, Princeton, 1978

G. PFEIFFER,
SIMPL-11: Eine System-Implementierungssprache für PDP-11-Rechner
Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik, Berlin 1978

K. H. HÖHNE
The Processing of X-Ray Image Series
International Symposium Advances in Digital Image Processing, Bad Neuenahr 1978, to be published by Plenum Press

K. H. HÖHNE, M. BÖHM, G. C. NICOLAE
Encoding and Analysis of X-Ray Image Series
Fourth International Joint Conference on Pattern Recognition, Kyoto 1978

K. H. HÖHNE
The Processing of Image Sequences
Universität Nagoya 1978

K. H. HÖHNE
Rechnergestützte Auswertung von Röntgenbildserien
Gesamthochschule Wuppertal 1978

M. BÖHM
Aufbau eines relationalen Datenbanksystems auf der Basis eines kommerziellen DBMS
Medizinische Hochschule Hannover 1978

Synchrotron (1)

JENS PETERS
Frequenzmodulation der DESY-DORIS-Hochfrequenz zur Steuerung der Bucket-Synchronität zwischen DORIS und PETRA (mit Berechnungen und Messungen für den verwendeten Phasenregelkreis (PLL))
Int. Ber. DESY S1-78/01
Dez. 1978

JENS PETERS
Einfluß der höheren Moden auf die Cavity-Regelung von PETRA
Int. Ber. DESY S1-78/02
DESY PET-78/13
Dez. 1978

JENS PETERS
Elektrischen Monitor zur Beobachtung der Bunclänge
PETRA-KM Nr. 147

Speicherring DORIS

H. HARTWIG, J. KOUPTSIDIS
„Schweißverbindungen zwischen AIMgSi_{0,5} und X 5 CrNi 18 9 für das Vakuumsystem von Hochenergiebeschleunigern“
Schweißen + Schneiden, Heft 2/78

N. LEHNART, H. PETERSEN
"Damping antennas for spurious rf-modes in electron positron storage rings"
Nuclear Instruments and Methods 153 (1978) 51–52

A. PIWINSKI
Orbitverbiegung durch unsymmetrische Cavityverteilung in DORIS
H2-78/01

A. PIWINSKI
Measurement of the tune shift due to the beam beam interaction in DORIS
H2-78/02

H. C. DEHNE, R. ROSSMANITH,
R. SCHMIDT
(Univ. Hamburg)
"Measurement of Beam-Polarization in
the Storage Ring PETRA"
III International Symposium on high
energy physics with polarized beams and
polarized targets; Oct. 1978, Argonne
National Laboratory

Speicherring PETRA

K. STEFFEN
A fast optics matching program for
PETRA operation
PET-78/01

K. STEFFEN
Effect of Errors in Large Electron
Storage Rings
PET-78/2

K.-U. SCHOLZ
Synchrotronstrahlung als Quelle für
Untergrund in den Experimenten am
Speicherring PETRA
PET-78/03

B. DWERSTEG
Untersuchung von Möglichkeiten zur
Verhinderung parasitärer Mode-Verluste
in Beschleunigungsresonanzen hoher Güte
PET-78/04

H. GERKE, M. SOMMERFELD
Untersuchung zur breitbandigen Be-
dämpfung parasitärer Modes in supra-
leitenden TM_{010} Beschleunigungs-
resonatoren
PET-78/05

S. WOLFF
PETRA-Dipole — Bericht über die
Messungen an den Serienmagneten
PET-78/6

K. STEFFEN
PETRA-Magnetstärken für den Speicher-
betrieb: Eigenschaften und Dokumenta-
tion der Ausgangsoptiken einschl.
Sextupolkorrektur, Impulsabhängigkeit
und Variation der Q-Werte
PET-78/7

A. PIWINSKI
Synchro-Betatron Resonances in Storage
Rings
PET-78/8

S. WOLEF
PETRA Quadrupole u. Sextupole — Be-
richt über Messungen an den Serien-
magneten
PET-78/9

K. STEFFEN, H. KAISER
Notes relating to combined function and
strongly coupled electron storage rings
PET-78/10

K. STEFFEN
"Siberian Snake" with small orbit displace-
ment for the inversion of transverse spin
components in ring accelerators
PET-78/11

K. STEFFEN
Kontinuierliche Variation der Strahltaile
durch lineare Magnetstromänderungen in
PETRA
PET-78/12

A. WRULICH
How does a 3rd Harmonic Cavity
influence the Satellite Resonances
PET-78/38

J. BOSTER, H. HARTWIG,
B. LIEDTKE
Untersuchungen an vergüteten Kupfer-
Flachdichtungen
PET-78/39

A. WRULICH
Strahlungsdämpfung in einer Struktur mit
Sextupolen, für Betatronschwingungen
großer Amplitude
PET-78/40

H. HARTWIG
Untersuchung des Strom-Druck-Verhal-
tens an Ionenzerstäuberpumpen für
PETRA
PET-78/41

J. KOUPTSIDIS
The PETRA Vacuum System: Features,
Costs and Performance
PET-78/43

PETRA-Kurzmitteilungen

K. STEFFEN
Optik-Kontrolle PETRA: Prinzipvor-
schlag für das Zusammenwirken
zwischen NORD- und IBM-Rechner
(130)

K. WILLE
Stabilitätsgrenzen des transversalen
Rückkopplungssystems für PETRA
(131)

G. A. VOSS
Nichtlineare Dämpfungseffekte
(132)

A. PIWINSKI
Abhängigkeit der Dämpfungen von der
Energieabweichung
(133)

D. TRINES
More on off-momentum particles in the
experimental straight sections
(134)

A. PIWINSKI
Nichtlineare Dämpfung der Synchro-
tronschwingung
(135)

R. D. KOHAUPT
On the life time in the case of nonlinear
longitudinal damping
(136)

D. TRINES
Einige Formeln und Zahlen zur abge-
strahlten Leistung durch . . .
(137)

K. STEFFEN
PETRA Closed orbit correction
(138)

A. WRULICH
Nord-IBM-Verbindung
(139)

J. KEWISCH, A. WRULICH
Optik-File
(140)

J. PETERS
(141)

H. C. DEHNE, R. ROSSMANITH,
R. SCHMIDT
Polarisationsmessung bei PETRA in
Schlagworten
(142)

H. KAISER
Maximalstrom der Korrekturspule des
PETRA Dipoles
(143)

K. STEFFEN
Effect of coupling on luminosity limit
(144)

K. STEFFEN
Strongly coupled sep. fct. storage ring
(example)
(145)

H. KAISER, K. STEFFEN
Note on combined fct. stor. ring struct.
(146)

JENS PETERS S1
Elektrischen Monitor zur Beobachtung
der Bunchlänge
(147)

H. GERKE
HESRA — Ein 100 GeV Elektronen-Posi-
tronen-Speicherring mit geringem Netz-
leistungsbedarf
(148)

A. PIWINSKI
Bestimmung der Strahldimensionen am
Wechselwirkungspunkt durch ΔQ -Messung
(149)

Strahlenschutz (D3)

K. TESCH

Data for simple estimates of shielding against neutrons at electron accelerators
Interner Bericht D 3/27 (1978) und
Particle Acc., Vol. 9 (im Druck)

H. DINTER

Berechnung der Ausbreitung von Elektron-Photon-Kaskaden in und hinter Absorbern bei 5 GeV
Interner Bericht D 3/28 (1978)

H. DINTER

Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY im Jahre 1978
Interner Bericht D 3/29 (1979)

H. DINTER

Application of EGS to the solution of problems around high-energy electron accelerators
Lecture, International School of Radiation, Damage and Protection: Computational Techniques in Shielding and Dosimetry, Erice, Oct. 1978

K. TESCH

Strahlenschutz für die 800-MeV-Speicherringanlage BESSY
Technischer Bericht BESSY TB 2/78 (1978)

Neue Technologien (B1)

S. WOLFF

PETRA-Dipole
Bericht über die Messungen an den Serienmagneten
Interner Bericht DESY PET-78/06, DESY B 1-78/01, Juni 1978

S. WOLFF

PETRA-Quadrupole und Sextupole
Bericht über die Messungen an den Serienmagneten
Interner Bericht DESY PET-78/09, DESY B 1-78/02, Juli 1978



WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT **DESY**
1978

