



WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT  
1981

**DESY**





**Wissenschaftlicher Jahresbericht 1981  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**



## INHALT

	Seite
Vorwort	VII
Übersicht	X
Organe der Stiftung	XIV
Bereich Forschung	1
Bereich Maschine	109
Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb	133
Veröffentlichungen und Vorträge	159



## VORWORT

DESY legt hier den wissenschaftlichen Jahresbericht für das Jahr 1981 vor. Er gibt einen Überblick über die wissenschaftlichen Ergebnisse und die technischen Entwicklungen des Laboratoriums in diesem Jahr. Vorangestellt sei **als herausragendes wissenschaftliches Ergebnis** des Jahres 1981

- die Beobachtung der Interferenz zwischen elektromagnetischer und schwacher Wechselwirkung bei den PETRA-Experimenten,

*elektro-schwache  
Interferenz*

und **als wichtige Ereignisse**

- die Eröffnung des Hamburger Synchrotronstrahlungslaboratoriums HASYLAB
- der Beginn der großen Ausbauprojekte für die Speicherringe DORIS und PETRA
- Die Fertigstellung des technischen Vorschlags für den Bau von HERA, dem großen Zukunftsprojekt von DESY.

DESY, das Deutsche Elektronen-Synchrotron in Hamburg-Bahrenfeld, ist ein Forschungszentrum für physikalische Grundlagenforschung.

Die wichtigsten Forschungsinstrumente von DESY sind heute die Speicherringanlagen DORIS und PETRA, in denen Elektronen und ihre Anti-Teilchen, die Positronen, bei hoher Energie gespeichert und zur Kollision gebracht werden. Das Synchrotron, von dem DESY seinen Namen hat, dient heute im wesentlichen als Injektor für die Speicherringe.

## Forschungsgebiete

Das zentrale Forschungsgebiet von DESY ist die Elementarteilchen- oder Hochenergiephysik, d. h., die Untersuchung der kleinsten Bausteine der Materie und der zwischen ihnen wirkenden Kräfte. Hier werden die experimentellen Forschungsarbeiten mit Hilfe von umfangreichen und sehr komplexen Nachweisgeräten, sogenannten Detektoren, durchgeführt, die an den "Wechselwirkungspunkten" der Speicherringe, an denen Elektronen und Positronen aufeinandertreffen, aufgebaut sind. An PETRA können so gleichzeitig vier Experimente, an DORIS zwei Experimente, installiert sein. Die Detektoren werden in internationaler Zusammenarbeit gebaut, und die Experimente werden von Forschergruppen ausgeführt, denen jeweils Physiker aus mehreren Ländern angehören.

*Hochenergiephysik*

Ein zweites, wichtiges und interessantes Arbeitsgebiet bei DESY sind die Experimente mit der Synchrotronstrahlung am DORIS-Speicherring. Hier werden die kurzwelligen elektromagnetischen Strahlen im Ultraviolett- und Röntgenbereich, die von den Elektronen auf ihrer Bahn in den Speicherringmagneten ausgesandt werden, für eine Vielzahl von Untersuchungen verwendet, die von der Atom- und Festkörperphysik bis zur Polymerchemie und Molekularbiologie reichen, und die auch praktische Anwendungen eröffnen, z. B. im Röntgenlithographieverfahren.

*Synchrotron-  
strahlung*

Durch die Eröffnung von HASYLAB, dem Hamburger Synchrotronstrahlungslaboratorium, im Januar 1981, wurden die Möglichkeiten für Experimente mit der Synchrotronstrahlung wesentlich erweitert.

## Entwicklung der Speicherringe

### *DORIS*

Die Weiterentwicklung der Beschleunigeranlagen, insbesondere der Speicherringe, war auch im Jahr 1981 ein besonders wichtiges Anliegen von DESY. Für DORIS wurde ein vollständiger Umbau des gesamten Speicherrings in Angriff genommen, unter weitgehender Verwendung der alten, modifizierten Komponenten. Der neue Speicherring DORIS II, der im Frühsommer 1982 den Betrieb aufnehmen soll, wird das Studium der Y-Resonanzen und der B-Mesonenzefälle mit hoher Luminosität ermöglichen und damit für DESY ein interessantes, mehrjähriges Forschungsprogramm eröffnen. Im Vergleich zum bisherigen DORIS-Speicherring wird DORIS II eine etwas höhere Strahlenergie, nämlich 5.6 GeV (bisher 5.1 GeV) und voraussichtlich die 20-fache Luminosität erreichen ( $L = 2 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$  für DORIS II bei 5 GeV). Der Verbrauch an elektrischer Energie wird durch den Umbau auf weniger als die Hälfte reduziert.

### *PETRA*

Seit mehreren Jahren wurde ein Ausbauprogramm von PETRA vorbereitet mit dem Ziel, die Strahlenergie von jetzt 18 auf 23 GeV zu erhöhen. Nachdem die technischen Vorbereitungen hierfür, insbesondere die Entwicklung neuer Beschleunigungsresonatoren, erfolgreich abgeschlossen werden konnte, wurde die Realisierung dieses großen Projektes, die etwa zwei Jahre in Anspruch nehmen wird, jetzt in die Wege geleitet.

Zu Beginn des Jahres konnte durch den Einbau der sogenannten 'Mini-Beta-Fokussierung' die Luminosität in allen vier Wechselwirkungspunkten mehr als verdoppelt werden.

### *HERA*

Auch im Jahr 1981 wurden die Vorarbeiten für das große Zukunftsprojekt von DESY, die Hadron-Elektron-Ringanlage HERA, fortgesetzt. Eine Arbeitsgruppe mit Mitarbeitern aus 8 Ländern und zahlreichen deutschen Universitäten hat im Juni einen Projektvorschlag für HERA vorgelegt mit dem Titel 'HERA, a Proposal for a large Electron-Proton Colliding Beam Facility at DESY'. Dieser Vorschlag wurde vom Wissenschaftlichen Rat sorgfältig geprüft und mit der Empfehlung, HERA zu bauen, dem Verwaltungsrat zugeleitet. Eine Entscheidung über HERA wird für das Jahr 1983 erhofft, so daß der eigentliche Bau 1984 beginnen kann. Im Jahr 1981 wurde insbesondere die Planung für die Bauwerke vorangetrieben, ebenso wurden bei der Entwicklung der supraleitenden Magnete wichtige Fortschritte erzielt.

## Wirtschaftsplan

DESY ist eine Stiftung, die von der Bundesrepublik Deutschland und von der Freien und Hansestadt Hamburg getragen wird. Die Mittel für den jährlichen DESY-Wirtschaftsplan werden zu 90 % von der Bundesrepublik, zu 10 % vom Hamburger Senat zur Verfügung gestellt. Im Jahr 1981 betragen die Zuwendungen für Betriebsmittel und Investitionen 134.3 Mio DM.

In den vergangenen Jahren wurde in zunehmendem Maße ein großer Teil der Betriebsmittel zur Begleichung der Kosten für elektrische Energie benötigt. Diese Entwicklung ist eine Folge des steigenden Energieverbrauchs, verursacht durch die erhöhte Strahlenergie der Speicherringe, ebenso wie der Preissteigerungen der Hamburgischen Electricitätswerke. Die Stifter von DESY haben im Jahr 1981 dankenswerterweise einen zusätzlichen Betrag von 2.3 Mio DM zur Verfügung gestellt (in den oben genannten Zuwendungen enthalten), um den vollen Experimentierbetrieb von PETRA über das Jahr zu ermöglichen.

Wie die anderen Forschungszentren in Deutschland wurde auch DESY im Frühsommer 1981 mit der Auflage konfrontiert, 7,5 % der im Wirtschaftsplan ausgebrachten Stellen über einen Zeitraum von fünf Jahren einzusparen, insgesamt 74 Stellen. DESY wird diese Einsparungen aus der Fluktuation erbringen können, also ohne Entlassungen. Trotzdem werden sie DESY empfindlich treffen angesichts einer seit vielen Jahren angespannten Personalsituation bei gleichzeitig wachsenden Aufgaben. So ist für den Bau und den Betrieb von PETRA die Stellenzahl nicht erhöht worden, und für das neu gegründete Hamburger Synchrotronstrahlungslaboratorium wurden neue Stellen nur in ganz ungenügender Zahl bewilligt.

## Nationale und internationale Zusammenarbeit

Die Forschungsarbeiten bei DESY werden in enger Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftlern, die bei DESY angestellt sind und wissenschaftlichen Gästen aus dem In- und Ausland durchgeführt. Im Jahr 1981 waren in den Hochenergie-Experimenten 78 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY (von rund 1100 DESY-Mitarbeitern) und 383 wissenschaftliche Gäste beteiligt, die von deutschen Universitäten und Forschungsinstituten und von 36 ausländischen Instituten zu DESY kamen\*).

*383 Gäste*

An Experimenten mit der Synchrotronstrahlung bei DORIS waren 9 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY und 220 Gäste von 40 deutschen Universitäten und Forschungsinstituten beteiligt\*).

*220 Gäste*

Durch die enge Zusammenarbeit mit den Universitäten leistet DESY auch einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung junger Wissenschaftler: Zahlreiche Diplomanden und Doktoranden fertigen ihre Examensarbeiten und Dissertationen im Rahmen der Forschungsarbeiten an den Speicherringen an. Sie haben hier die Gelegenheit, während ihres Studiums an der Front der Forschung mitzuarbeiten, die modernen Einrichtungen eines großen Labors kennenzulernen und mit den neuesten Techniken und Meßmethoden vertraut zu werden. Darüber hinaus lernen sie im täglichen Umgang Wissenschaftler aus vielen Ländern kennen und erfahren in jungen Jahren die Bedeutung der internationalen Zusammenarbeit in der Wissenschaft.

\*) die beteiligten Institute sind auf Seite XVIII des Jahresberichtes aufgeführt

# Übersicht 1981

### *Luminosität*

Im Mittelpunkt der Untersuchungen standen die Experimente am Elektron-Positron-Speicherring PETRA. Hier wurden gegen Anfang des Jahres die neuen Mini-Beta-Linsen eingebaut, die eine verbesserte Fokussierung der Teilchenstrahlen im Wechselwirkungspunkt bewirken. Dadurch konnte die Luminosität des Speicherrings, d. h. die Ereignisrate pro Einheit des Wirkungsquerschnitts, um nahezu einen Faktor drei gesteigert werden. Der Maximalwert der Luminosität beträgt jetzt  $L = 1.7 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ , der Durchschnittswert der über einen Tag integrierten Luminosität etwa  $400 \text{ nb}^{-1}$ . Damit ist PETRA nicht nur der energiereichste Elektron-Positron-Speicherring, sondern auch derjenige mit der höchsten Luminosität.

Dank der Luminositätserhöhung konnten die im Vorjahr durchgeführten Untersuchungen, insbesondere über die Gluonen und die Quantenchromodynamik, beträchtlich ausgedehnt und vertieft werden. Die wichtigste Folge der Luminositätserhöhung war aber die, daß PETRA nunmehr auch in der Erforschung der schwachen Wechselwirkung an vorderster Front steht. Durch den jetzt gelungenen **Nachweis der Interferenz zwischen elektromagnetischer und schwacher Wechselwirkung bei PETRA-Energien** ist der kinematische Bereich, innerhalb dessen die schwache Wechselwirkung untersucht werden kann, um eine volle Größenordnung erweitert worden.

Bis zur Mitte des Jahres befanden sich die Experimente CELLO, JADE, MARK J und TASSO in den Wechselwirkungszonen. Nach Fertigstellung des speziell für die 2 Photon-Physik entwickelten PLUTO-Vorwärtsspektrometers wurde im August der neue PLUTO-Detektor anstelle des CELLO-Experiments in die Wechselwirkungszone gefahren.

### *Gluonen*

Was zunächst die Gluonen betrifft, so haben die neueren Untersuchungen die im Vorjahr erzielten Resultate über die Gültigkeit der Quantenchromodynamik (QCD) für die Beschreibung der 3-Jet-Ereignisse sowohl bestätigt als auch beträchtlich erweitert. Die Interpretation der 3-Jet-Ereignisse als Abstrahlungsprozess harter Gluonen wurde in vielen zusätzlichen Untersuchungen verifiziert. Alle vorgeschlagenen alternativen Erklärungen für das Entstehen der 3-Jet-Ereignisse wurden ausgeschlossen. Somit kann nunmehr die Parton-Eigenschaft der Quanten des Farbfeldes als mit Sicherheit erwiesen gelten. Auch die Vektornatur der Gluonen wurde mit wesentlich verbesserter Statistik bestätigt gefunden. In der theoretischen Interpretation der Gluon-Phänomene hat sich die enge Zusammenarbeit zwischen Experimentiergruppen und den Theorie-Gruppen von DESY und von den Universitäten als sehr fruchtbar erwiesen.

### *Jets*

Neben der Konsolidierung solcher bereits im Vorjahr im Prinzip vorliegender Ergebnisse ermöglichte die erhöhte Luminosität von PETRA aber auch die Durchführung qualitativ neuer Untersuchungen. So gelang zum ersten Mal ein seit langem ausstehender Test auf den Quark-Antiquark-Ursprung der beiden einander entgegengesetzt gerichteten Jets in 2-Jet-Ereignissen, nämlich der Nachweis langreichweitiger Ladungskorrelationen zwischen den Jets, welcher in direkter Weise zeigt, daß die Jets aus elektrisch entgegengesetzt geladenen Mutterteilchen entstanden sein müssen. In Untersuchungen über die Fragmentation der Quarks zu Jets wurde der Bruchteil der Energie, welcher von Neutrinos über schwache Zerfälle mitgenommen wird, sowie die Spektren verschiedener Arten von Hadronen bestimmt. Ein unerwartetes Ergebnis war das zahlreiche Auftreten von Baryonen (Protonen und Lambda) in der Fragmentation. Die Deutung dieser Erscheinung ist noch nicht klar. Durch geeignete Auswahl solcher Ereignisse, in denen zusammen mit den Jets auch Myonen erzeugt wurden, ist es gelungen, eine gewisse Anreicherung an Ereignissen mit schweren Quarks (Charm und Bottom) durchzuführen. Dies ist vielleicht ein erster Schritt in Richtung auf eine Identifizierung der sog. Flavor (Art) der Quarks. Eine vollständige Identifizierung

tifizierung der schweren Quarks würde die sehr interessante detaillierte Erforschung ihrer schwachen Wechselwirkungen (siehe unten) gestatten; hierzu ist allerdings noch kein Weg bekannt.

Von fundamentalem Interesse für die experimentelle Bestätigung der QCD als einer nicht-Abelschen Eichtheorie ist schließlich die Frage einer möglichen Selbstwechselwirkung der Gluonen. Erste Anzeichen dafür, daß der mittlere Transversalimpuls der Hadronen in Gluon-Jets größer ist als derjenige in Quark-Jets, können möglicherweise als ein Anzeichen für Gluon-Selbstkopplung gedeutet werden. Dieses Ergebnis, das allerdings noch weiterer Bestätigung bedarf, ist deshalb so interessant, weil es eine direkte Evidenz für den wesentlichen Unterschied zwischen der Quantenchromodynamik und der Elektrodynamik, in welcher eine solche Selbstkopplung fehlt, liefert.

*Gluon-Selbstkopplung*

Eine andere neuartige Beobachtung bei PETRA betrifft die Erzeugung von Paaren von Jets in Photon-Photon-Kollisionen. Photon-Photon-Kollisionen entstehen durch die Abstrahlung virtueller Photonen durch die einlaufenden Elektronen und Positronen; ein  $e^+e^-$ -Speicherring ist dadurch zugleich ein Photon-Photon-Speicherring. Die Erzeugung von Jets in Photon-Photon-Kollisionen, ebenfalls in der QCD vorhergesagt, konnte bei PETRA zum ersten Mal im Experiment nachgewiesen werden. Die vorläufig noch nicht sehr genauen Daten deuten in Richtung auf eine Bestätigung für die Drittelzahligkeit der elektrischen Ladungen der Quarks. Erste Resultate über die Strukturfunktion quasi-reeller Photonen konnten ebenfalls aus den Messungen der Photon-Photon-Wechselwirkung abgeleitet werden. Diese Resultate zeigen eine sehr deutliche Abweichung vom hadronartigen Verhalten des Photons, das in den meisten bisherigen Experimenten dominierte. Die Strukturfunktion des Photons wird vielmehr durch eine punktförmige "harte" Komponente bestimmt, wiederum ein direkter Hinweis auf die Quarks. Genauere Messungen der Photon-Strukturfunktion werden in der Zukunft wahrscheinlich sehr wertvolle Tests der QCD abgeben.

*Photon-Photon Reaktionen*

Die gegenwärtig wohl interessantesten neuen Ergebnisse der Experimente an PETRA liegen auf dem Gebiet der schwachen Wechselwirkung. Mit PETRA wurde die experimentelle Untersuchung der schwachen Wechselwirkung zu Impulsübertragsquadraten vorangetrieben, die um einen Faktor zehn über den höchsten bisher sonst erzielten Werten liegen. In diesem kinematischen Bereich ist die schwache Wechselwirkung nicht mehr "schwach", sondern hat 10% der Stärke der elektromagnetischen Wechselwirkung. Die Aussicht, in dieses Gebiet vorzustoßen, hat eine bedeutende Rolle für die Motivierung zum Bau von PETRA gespielt.

*elektro-schwache Interferenz*

Der Effekt der schwachen Wechselwirkung zeigt sich in einer Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie der Winkelverteilung der aus der Reaktion



stammenden Myon-Paare. Auf dem internationalen Lepton-Photon-Symposium in Bonn im August 1981 konnte erstmals über die Beobachtungen dieses Effekts berichtet werden. Alle PETRA-Experimente zusammengenommen gaben einen Effekt mit der Signifikanz von 3.2 Standardabweichungen, entsprechend einer Irrtumswahrscheinlichkeit von 1 : 1000. Bei Jahresende 1981 war die Evidenz so verbessert, daß die einzelnen PETRA-Experimente jeweils für sich bereits einen signifikanten Effekt beobachteten. Innerhalb der Meßgenauigkeit stimmt die Größe des Effektes mit den Vorhersagen der sog. "Standard-Theorie" von Glashow, Weinberg und Salam überein. Die schwache Wechselwirkung ist damit jetzt über einen Bereich von einigen eV in der Atomphysik bis hinauf zu mehr als  $10^{10}$  eV bei PETRA gemessen. Sie zeigt genau dasjenige Energieverhalten, welches erwartet wird, wenn sie

durch den Austausch von sehr schweren Vektor-Bosonen zwischen punktförmigen Leptonen vermittelt wird. Diese schweren Vektor-Bosonen sind bisher noch nicht nachgewiesen worden. Aus dem in den PETRA-Experimenten gemessenen Energieverhalten der schwachen Amplitude kann aber bereits der Schluß gezogen werden, daß die Masse des schweren Vektor-Bosons ( $Z^0$ ) mindestens 50 GeV betragen muß.

### *Punktförmigkeit der Leptonen und Quarks*

Das Maß der Übereinstimmung der elektroschwachen Theorie mit dem Experiment läßt ferner den Schluß zu, daß die effektiven Radien der Elektronen und Myonen nicht größer als höchstens  $2 \times 10^{-18}$  m sein können, was etwa 1/500 der Größe des Protons bedeutet. Auch für die Quarks konnte durch genaue Vermessung des totalen Wirkungsquerschnitts für die Erzeugung von Hadronen die Punktförmigkeit auf  $2 \times 10^{-18}$  m genau belegt werden. Diese Werte übertreffen die bisher aus den Experimenten an Elektronen- und Protonenbeschleunigern gewonnenen Grenzen um ein Vielfaches. Ferner erweist sich in der Übereinstimmung des Quark-Paar-Erzeugungsquerschnitts, den man bei PETRA über den Hadron-Wirkungsquerschnitt mißt, mit der Vorhersage der elektroschwachen Theorie die Gültigkeit dieser Theorie auch für die schweren Quarks, ein ebenfalls qualitativ neues Resultat.

Die Erfolge der "Standard-Theorie" sind indessen nicht zum Anlaß genommen worden, nicht doch nach "exotischen" Teilchen, etwa schweren Abarten des Photons oder Elektrons oder neuartigen, im Rahmen der spekulativen Supersymmetrie erwarteten Teilchen, zu suchen. Solche Phänomene dürften sich in  $e^+e^-$ -Experimenten am ehesten nachweisen lassen, und wegen seiner hohen Energie ist PETRA der am besten geeignete Beschleuniger für die Suche nach solchen Teilchen. Die Existenz von "Exoten" konnte dabei für einen weiten Bereich von Massen dieser Teilchen ausgeschlossen werden. Auch nach der Erzeugung freier Quarks wurde weiter gesucht; es konnten sehr kleine obere Grenzen für die maximal mögliche Erzeugungsrate angegeben werden.

### *DORIS*

Der Speicherring DORIS ist im Jahre 1981 nicht für Hochenergie- Experimente, sondern ausschließlich für Experimente mit der Synchrotronstrahlung eingesetzt worden. Die Analyse der im Vorjahr von den Experimenten DASP II und LENA genommenen Daten im Bereich der Y-Resonanzen wurde weitgehend zum Abschluß gebracht. Durch Vergleich der Ereignis-Topologie auf der Y-Resonanz und neben der Resonanz ergibt sich eindeutig, daß das Y nicht in zwei Jets zerfällt. Die Ergebnisse auf der Resonanz entsprechen in allen Details den Erwartungen für einen Zerfall des Y in drei Gluonen. Dieses wichtige Ergebnis liefert eine direkte Evidenz dafür, daß das Gluon eine zusätzliche Quantenzahl, die sog. Farbe, haben muß.

### *Myon- Streuexperiment*

Unter maßgeblicher Beteiligung einer DESY Experimentiergruppe wurde auch das Experiment der europäischen Myon-Kollaboration am CERN weitergeführt. Durch Inbetriebnahme eines Vertex-Detektors wurde die Akzeptanz des Experiments auf nahezu den vollen Raumwinkel erweitert. Die Ergebnisse des Experiments über die Strukturfunktionen von Nukleonen und Atomkernen und ihre Interpretation im Rahmen der QCD haben große Beachtung gefunden. Sie stehen in engem Zusammenhang mit den bei PETRA gewonnenen Resultaten über Jets. Auch in dem Myon-Experiment konnten jetzt, zum ersten Mal in einem Streuexperiment, klare Anzeichen für die Abstrahlung von Gluonen gefunden werden. Ähnlich wie bei PETRA tritt auch in den hier erzeugten Jets eine auffällig hohe Zahl von Baryonen auf.

### *Theorie*

Für die meisten der genannten experimentellen Untersuchungen waren begleitende theoretische Arbeiten und Rechnungen sehr wichtig, so insbesondere in der QCD und der Physik der Jets. Darüber hinaus wurde von der Gruppe Theorie eine große Zahl weiterführender theoretischer Untersuchungen durchgeführt.

Wichtige Schwerpunkte bildeten hier die Gittereichtheorien, die insbesondere für die QCD ganz neuartige und sehr weitreichende Anwendungsmöglichkeiten zu erschließen versprechen; ferner die Physik der Monopole, die Untersuchung der Möglichkeit, daß Leptonen und Quarks selber gebundene Zustände sind, sowie die Klärung grundlegender Fragen der Quantenfeldtheorie.

Da DORIS im Berichtsjahr ganz für die Erzeugung von Synchrotronstrahlung benutzt wurde, standen insgesamt mehr als 4000 Stunden Betriebszeit für die Experimente mit der Synchrotronstrahlung zur Verfügung. Im Laufe des Jahres ist das HASYLAB von zunächst fünf auf insgesamt neunzehn Meßplätze ausgebaut worden; auch das Europäische Labor für Molekularbiologie verlegte den Schwerpunkt seiner Synchrotronstrahlungsarbeiten in das HASYLAB. Eine große Zahl von Experimenten sowohl im Vakuum-UV wie im Röntgenbereich, an denen neben Hamburger Wissenschaftlern Experimentatoren aus über vierzig auswärtigen Instituten beteiligt waren, konnte im Laufe des Jahres durchgeführt werden. Neben der Wahrnehmung ihrer Aufgaben beim Ausbau der wissenschaftlichen Einrichtungen des HASYLAB und der Betreuung der auswärtigen Gruppen trugen Wissenschaftler des DESY in erheblichem Umfang zum eigentlichen Forschungsprogramm mit der Synchrotronstrahlung bei. Erwähnt seien hier insbesondere die Arbeiten über Röntgenspektroskopie, stehende Wellenfelder, zeitaufgelöste Röntgentopographie, Zwei-Photonen-Photoemission sowie die elektronische Struktur von metallorganischen Verbindungen und Adsorbatsystemen.

*Synchrotronstrahlung*

## Organe der Stiftung und weitere Gremien

### Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland

MinDir Dr. **G. Lehr** — (Vorsitzender)

Stellvertreter: MinDir **Dr. J. Rembser**

MinR **W. Haßmann**

MinR Dr. **E. Haffner** (ab 1.11.1981)

Stellvertreter: **F.-W. Drechsler**

(Bundesministerium für Forschung und Technologie)

MinR **W. Hofbauer**

Stellvertreter: ORR **Dr. H. Behr**

(Bundesministerium der Finanzen)

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg

SenDir Dr. **H. Freudenthal**

(stellvertr. Vorsitzender)

Stellvertreter: Ltd. RegDir Dr. **H. Braun**

(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

SenDir Dr. **K. Nordbruch**

Stellvertreter: RegDir **H.-P. Boldebeck**

(Finanzbehörde)

### Direktorium

Prof. Dr. **V. Soergel** (Vorsitzender)

SenDir **R. Laude** (kaufmännisches Mitglied)

Prof. Dr. **E. Lohrmann** (Bereich Forschung)

MinR Dr. **W. Schött** (Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb)

Prof. Dr. **G. A. Voss** (Bereich Maschine)

## Wissenschaftlicher Rat

Prof. Dr. **K. H. Althoff**

Physikalisches Institut der Universität Bonn

Prof. Dr. **G. Buschhorn**

Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik München

Prof. Dr. **A. Citron**

Kernforschungszentrum Karlsruhe, KfK

Prof. Dr. **F. Ferger**

European Organization for Nuclear Research, CERN Genf

Prof. Dr. **W. Jentschke**

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg  
(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. **K. Kleinknecht**

Institut für Experimentalphysik IV der Universität Dortmund

Prof. Dr. **K. Lübelmeyer**

I. Physikalisches Institut der RWTH Aachen  
(Vorsitzender)

Prof. Dr. **O. Madelung**

Institut für Theoretische Physik II der Universität Marburg  
(bis 15. 6. 1981)

Dr. **A. Minten**

European Organization for Nuclear Research, CERN Genf

Prof. Dr. **D. Schildknecht**

Abt. Theoretische Physik Universität Bielefeld

Prof. Dr. **H. Schopper**

European Organization for Nuclear Research, CERN Genf

Prof. Dr. **B. Stech**

Institut für theoretische Physik Universität Heidelberg

Prof. Dr. **G. Weber**

II. Institut für Experimentalphysik Universität Hamburg  
(Stellvertretender Vorsitzender)

## Erweiterter wissenschaftlicher Rat

Dr. **P. Darriulat**  
CERN Genf/Schweiz

Prof. Dr. **A. N. Diddens**  
National Institute for Nuclear Physics and High Energy Physics  
Universität Amsterdam / Niederlande

Prof. Dr. **I. Mannelli**  
CERN Genf / Schweiz

Prof. Dr. **J. Perez-y-Jorba**  
Laboratoire de L'Accelérateur Lineaire Université Paris Frankreich

Prof. Dr. **D.H. Perkins**  
Department of Nuclear Physics Oxford University / England

Prof. Dr. **B. Richter**  
Stanford Linear Accelerator Center SLAC Stanford / USA

## Physics Research Committee (PRC)

Ihm gehörten an (Stand Juli 1981):

Dr. <b>U. Amaldi</b>	(CERN)	Prof. Dr. <b>E. Lohrmann</b>	(DESY)
Dr. <b>J. E. Augustin</b>	(Orsay)	Prof. Dr. <b>H. Meyer</b>	(Wuppertal)
Dr. <b>W. Bartel</b>	(DESY)	Prof. Dr. <b>O. Nachtmann</b>	(Heidelberg)
Prof. Dr. <b>U. Becker</b>	(Cambridge, USA)	Prof. Dr. <b>P. Söding</b>	(DESY)
Prof. Dr. <b>K. Berkelman</b>	(Cornell, USA)	Prof. Dr. <b>V. Soergel</b>	(DESY, Vorsitzender)
Prof. Dr. <b>I. Butterworth</b>	(London)	Prof. Dr. <b>G. A. Voss</b>	(DESY)
Dr. <b>M. Davier</b>	(Orsay)	Prof. Dr. <b>G. Weber</b>	(Hamburg)
Dr. <b>F. Foster</b>	(Lancaster)	Prof. Dr. <b>D. Wegener</b>	(Dortmund)
Dr. <b>E. Gabathuler</b>	(CERN)	Prof. Dr. <b>S. Yamada</b>	(Tokio)

## Mitglieder des Wissenschaftlichen Ausschusses (WA)

Prof. Dr. **J.K. Bienlein** (F 31)

Dr. **D. Degele** (MPE)

Prof. Dr. **H. Fischer** (F 12)  
Universität Bonn

Prof. Dr. **G. Flügge** (F 36)  
IKP Karlsruhe

Dr. **E. Freytag** (R)

**H. E. Gödecke** (MIN)

Prof. Dr. **C. Grupen** (F 33)  
Universität Siegen

Dr. **B. Gunderson** (F 36)  
MPI München

Dr. **D. Haidt** (F 22)

Dr. **R. D. Heuer** (F 11)  
Universität Heidelberg

Dr. **G. Horlitz** (B 1)

Prof. Dr. **H. Joos** (T)

Dr. **W. Koch** (F 1)

**H. Narziß** (MKK)

Dr. **G. Knies** (F 32)

Dr. **B. Naroska** (F 22)

Dr. **D. Notz** (F 1)

**R. Pamperin** (W)

Dr. **R. Rossmannlth** (MPY)

Prof. Dr. **M. Scheer** (F 31)  
Universität Nürnberg-Erlangen

Prof. Dr. **D. Schmidt** (F 32)  
Ges.-Hochschule Wuppertal

Prof. Dr. **P. Schmüser** (F 35)  
Universität Hamburg

Prof. Dr. **P. Söding** (F 1)

Dr. **J. Spengler** (F 15)  
Universität Dortmund

**G. Stange** (MIN)

Prof. Dr. **U. Strohbusch** (Uni)  
Universität Hamburg

Prof. Dr. **K. Symanzik** (T)

Dr. **U. Timm** (F 33)

Dr. **D. Trines** (F 33)  
RWTH Aachen

Prof. Dr. **P. Waloschek** (PR)

Prof. Dr. **B. H. Wiik** (F 35)

H. **Wilcke** (F 41)  
Univ. Kiel, FU Berlin

Dr. **G. Wolf** (F 1)

## Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten

### Am Speicherring **DORIS**

**ARGUS**            DESY-HAMBURG  
Inst. für Physik, Univ. DORTMUND  
Inst. für Hochenergiephysik, Univ. HEIDELBERG  
Inst. of Physics, Univ. of LUND (S)  
Kansas Univ. of LAWRENCE (USA)  
South Carolina Univ. of COLUMBIA (USA)  
Can. Inst. of Part. Phys. TORONTO (Canada)

**Crystal Ball**    California Institute of Technology, Pasadena (USA)  
Univ. CARNEGIE-MELLON, Pittsburgh (USA)  
Inst. of Nuclear Physics, KRAKAU (PL)  
DESY-HAMBURG  
Univ. HAMBURG  
HARVARD University, Cambridge (USA)  
PRINCETON University, Princeton (USA)  
SLAC, Stanford (USA)  
STANFORD University, Stanford (USA)  
Univ. ERLANGEN  
Univ. FLORENZ (I)  
INFN-FLORENZ (I)  
Univ. NIJMEGEN, Nijmegen (NL)  
NIKHEF-National Inst. NIJMEGEN (NL)  
Univ. WÜRZBURG

**LENA**            Univ. CARNEGIE-MELLON, Pittsburgh (USA)  
Inst. of Nuclear Physics, KRAKAU (PL)  
DESY-HAMBURG  
Univ. ERLANGEN  
Univ. HAMBURG  
Univ. NIJMEGEN (NL)  
NIKHEF-National Inst. NIJMEGEN (NL)  
CEN-SACLAY (F)  
Univ. of TEL AVIV (IS)  
Univ. WÜRZBURG

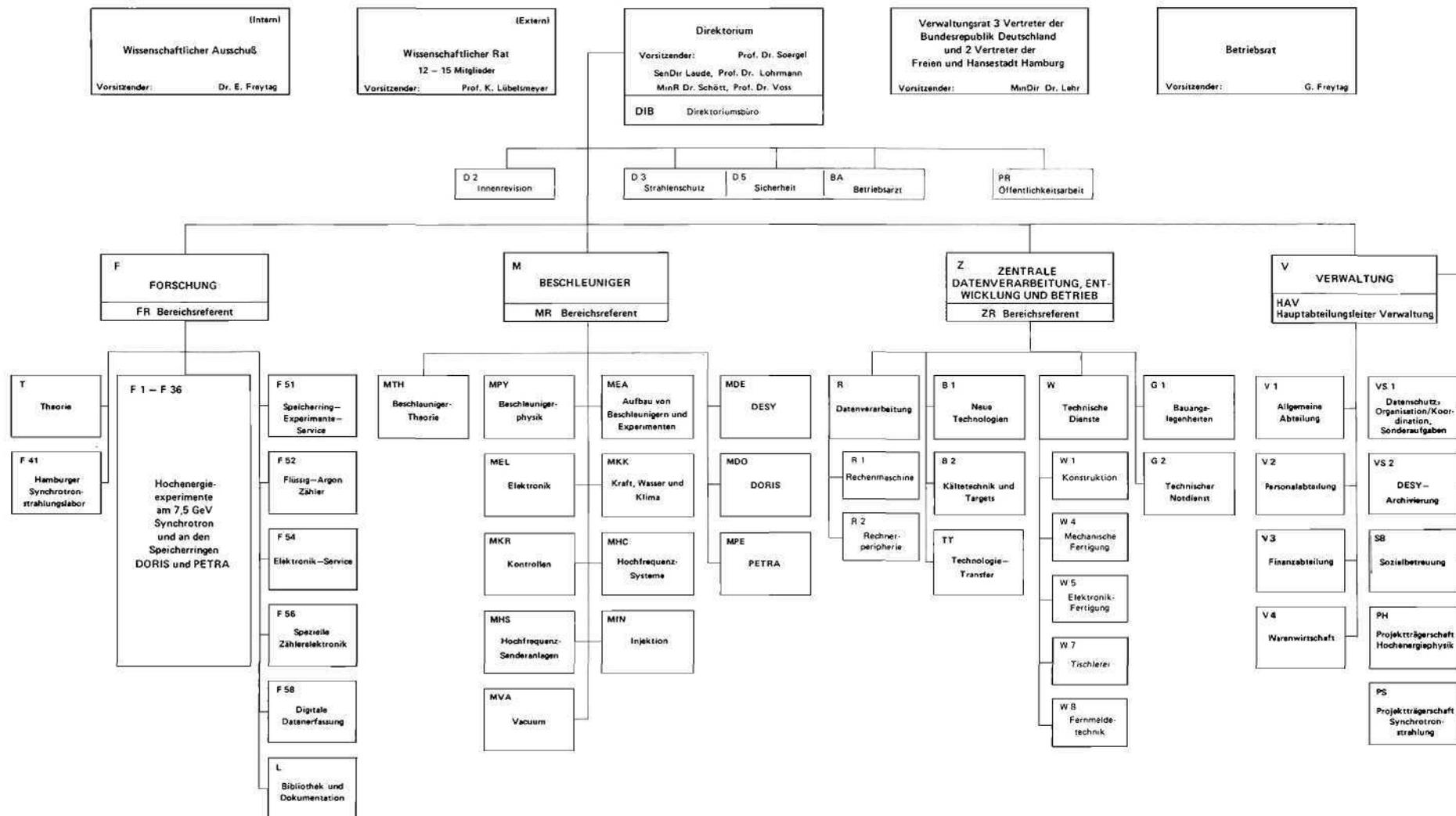
Am Speicherring **PETRA**

<b>CELLO</b>	DESY-HAMBURG Univ. und Kernforschungsz. KARLSRUHE M.P.I. - MÜNCHEN Lab. de l'Accelérateur Lineaire ORSAY (F) Univ. VI de PARIS (F) CEN - SACLAY (F)
<b>JADE</b>	DESY-HAMBURG II. Inst. für Experimentalphysik HAMBURG Phys. Inst. der Univ. HEIDELBERG Univ. of LANCASTER (GB) Univ. of MANCHESTER (GB) Rutherford Lab. DIDCOT (GB) Univ. of TOKYO (Japan)
<b>MARK J</b>	III. Phys. Inst. RWTH AACHEN NIKHEF-Nationaal Inst. AMSTERDAM (NL) DESY-HAMBURG M.I.T. BOSTON (USA) Inst. High Energy Physics PEKING (VR China) Junta de Energia Nuclear MADRID (E)
<b>PLUTO</b>	I. Phys. Inst. der RWTH AACHEN Univ. of BERGEN (N) DESY-HAMBURG II. Inst. für Experimentalphysik HAMBURG Univ. of MARYLAND (USA) Gesamthochschule SIEGEN Gesamthochschule WUPPERTAL Univ. of GLASGOW (GB) Univ. of TEL AVIV (IS)
<b>TASSO</b>	I. Phys. Inst. der RWTH AACHEN Phys. Inst. der Univ. BONN DESY-HAMBURG II. Inst. für Experimentalphysik HAMBURG Imperial College LONDON (GB) OXFORD Univ. (GB) Rutherford Lab. DIDCOT (GB) Weizmann Inst., REHOVOT (IS) Univ. of WISCONSIN

## DEUTSCHES ELEKTRONEN – SYNCHROTRON DESY

Organigramm für das Geschäftsjahr 1981

Stand: 15. Juni 1981



## **Bereich Forschung**



# Bereich Forschung

## I N H A L T

	Seite
Elementarteilchenphysik	
Experimente am Speicherring PETRA:	
CELLO-Kollaboration	4
JADE-Kollaboration	14
MARK J-Kollaboration	20
PLUTO-Kollaboration	24
TASSO-Kollaboration	40
Experimente am Speicherring DORIS:	
ARGUS-Kollaboration	58
LENA-Kollaboration	64
Crystal Ball-Kollaboration	70
Experiment am CERN:	
Europäische Myon-Kollaboration	72
Experimente mit der Synchronstrahlung	
HASYLAB, das Hamburger Synchrotronstrahlungslabor (Kurzbericht)	82
EMBL, Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie Außenstation Hamburg bei DESY	93
Theoretische Physik	95
Technische Entwicklungen und Dienste	97
Datenverarbeitung in der Medizin	104
Bibliothek und Dokumentation	105

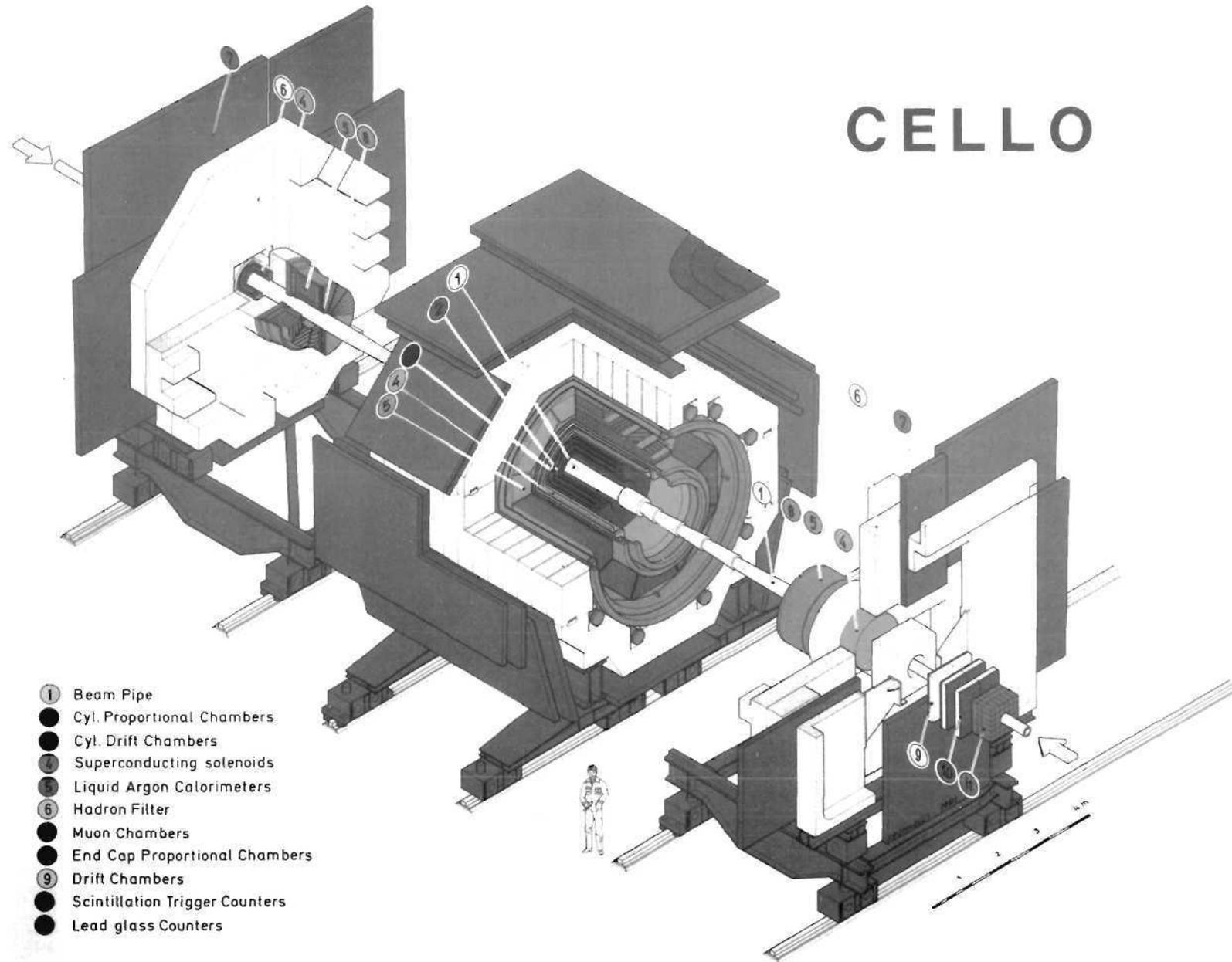


Abb. 1: Aufbau des CELLO-Detektors

## CELLO-Kollaboration

Beteiligte Institute: DESY, KfK und Universität Karlsruhe, MPI für Physik und Astrophysik, München, LAL Orsay, LPNHE Universität Paris VI, CEN Saclay

Die 1980 im Rahmen einer deutsch-französischen Zusammenarbeit am Elektron-Positron-Speicherring PETRA des Deutschen Elektronen-Synchrotrons DESY in Hamburg begonnenen Experimente mit dem Magnetdetektor CELLO wurden fortgesetzt. Eine schematische Darstellung des Detektors zeigt Abb. 1.

*Einführung*

Im Winter 1980/81 wurden die Experimentierbedingungen an PETRA ganz erheblich verbessert. Durch den Einbau zusätzlicher Fokussiermagnete nahe der Wechselwirkungszonen gelang es, die Wechselwirkungsrate nahezu zu verdreifachen. In einer Meßperiode zwischen März und August 1981 konnten deshalb im Bereich der höchsten erreichbaren Energien von  $W = E_{e^+} + E_{e^-} = 34 \text{ GeV}$  etwa dreimal soviel Ereignisse aufgenommen werden wie während der gesamten Meßzeit 1980. Zusätzlich wurden vergleichbar große Datenmengen bei  $W = 22 \text{ GeV}$  und  $14 \text{ GeV}$  gewonnen.

Die einzelnen Detektorkomponenten erreichten während dieser Meßzeit weitgehend die erwarteten Meßgenauigkeiten (s. Tabelle 1).

Im August 1981 mußte der Meßbetrieb des CELLO-Detektors zugunsten des PLUTO-Detektors unterbrochen werden. Es ist vorgesehen, den CELLO-Detektor im August 1982 wieder in der Nord-Ost Wechselwirkungszone von PETRA zu installieren.

Die CELLO-Kollaboration wird in dieser Pause vor allem die Granularität des Flüssig-Argon-Kalorimeters verbessern. Die Gesamtzahl der elektronischen Auslesekanäle im zentralen Teil des Kalorimeters wird von 6144 auf 9216 erhöht. Die Umbauarbeiten an den Kalorimetern haben im Oktober 1981 begonnen und werden voraussichtlich im April 1982 beendet sein.

## Physikalische Ergebnisse

### 1. Überprüfung der Quantenelektrodynamik (QED) und elektroschwacher Modelle

Die QED ist eine Störungstheorie, deren Gültigkeit bei kleinen Energien, d.h. großen Abständen zwischen den wechselwirkenden Teilchen (z.B. in atomphysikalischen Experimenten) bis zu höheren Ordnungen in der Feinstrukturkonstanten  $\alpha$  erwiesen ist.

*Standard-Theorie*

Die  $e^+e^-$ -Vernichtung in Leptonpaare ( $e^+e^-$ ,  $\mu^+\mu^-$ ,  $\tau^+\tau^-$ ) und 2 Photonen erlaubt bei den hohen mit PETRA erreichbaren Energien, die Gültigkeit der QED bis zu sehr kleinen Abständen zu überprüfen.

Abweichungen von der QED wären denkbar durch das Auftreten neuartiger Phänomene, wie z.B. nicht punktförmiger Ladungsverteilungen der Leptonen oder den Austausch eines bisher unbekanntes schweren Photons (Elektrons) in der Lepton-(Photon) Paarerzeugung. Beiträge der schwachen Wechselwirkung werden z.B. im Modell von Glashow, Salam und Weinberg (GSW-Modell), das die elektromagnetische und schwache Wechselwirkung einheitlich beschreibt, erwartet.

Abb. 2 zeigt für den Bereich der höchsten PETRA-Energien das Verhältnis der experimentellen Winkelverteilung der Bhabha-Streuung zur QED-Vorhersage unter Berücksichtigung

**Tab. 1: Parameter des CELLO Detektors in der Meßperiode 1981**

Detector component	Number of modules	Solid angle ( $\Delta\Omega/4\pi$ )	Typical dimensions (cm)	Important Properties
Central solenoid	1		length = 400 radius = 80	superconducting, operated at 1.31 T thickness = .49 $X_0$
Tracking device	5 cyl. PWCs	0.91	length = 220	$\sigma_z = 440 \mu$ , charge measurement on cathodes $\sigma_{p_T}/p_T = 0.02 p_T$ extends trigger down to $10^\circ$ .
	7 cyl. DCs 8 plan.PXCs	0.10	radius = 17—70 radius = 21—66	
Liquid argon shower detectors	16 cyl. 4 end caps	0.96		For cyl. calorimeters: $\sigma_\theta(E)/E = .130/\sqrt{E(\text{GeV})}$ averaged over all cal.s angular resolution 4 mrad $\pi^0$ measurement up to $p = 8 \text{ GeV}/c$ in multihadronic events. $\sigma_{m\pi^0} = 23 \pm 5 \text{ MeV}$ .
$\mu$ -chambers	32	0.92	200 x 300 to 300 x 400	$\sigma = \pm 6 \text{ mm}$ correlated space points by cathode readout

von Strahlenkorrekturen. Im Rahmen der statistischen Fehler stimmen Messung und Vorhersage miteinander überein.

*Ladungsradien von Leptonen*

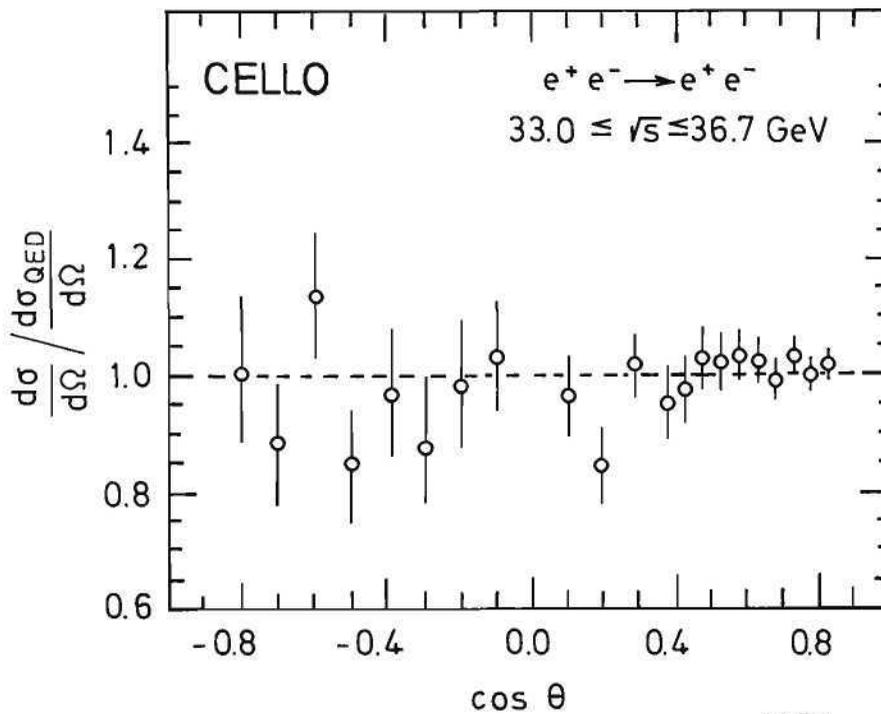
Die Deutung der Gültigkeitsgrenzen der QED hängt von der Art der angenommenen Verletzung ab. Aus den experimentellen Winkelverteilungen der Leptonpaare ergibt sich, daß alle drei bekannten Leptonen ( $e, \mu, \tau$ ) Ladungsradien von weniger als  $2 \times 10^{-16} \text{ cm}$  haben.

Im GSW-Modell gibt es einen einzigen freien Parameter, den sog. Weinberg-Winkel  $\Theta_w$ . Aus dem Vergleich der experimentellen Winkelverteilungen für die Bhabha-Streuung und die  $\tau$ -Paarerzeugung mit dem GSW-Modell ergibt sich

$$\sin^2\Theta_w = 0.22 \begin{matrix} +0.15 \\ -0.10 \end{matrix}$$

in Übereinstimmung mit dem aus  $\nu$ -Reaktionen bekannten Wert.

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß die Bhabha-Streuung, sowie die  $\mu$ - und  $\tau$ -Paarerzeugung bis zu Energien von 36.7 GeV die Gültigkeit der QED in einem zuvor nicht zugänglichen physikalischen Bereich bestätigen und dabei in Einklang mit den Vorhersagen des GSW-Modells stehen. Auch der rein elektromagnetische Prozeß der Elektron-Positron-Vernichtung in zwei Photonen entspricht den Vorhersagen der QED. Wesentlich empfindlichere Tests der schwachen Wechselwirkung in der Leptonpaarerzeugung erfordern Messungen bei höheren Energien, wie sie in den kommenden Jahren bei PETRA verfügbar sein werden.



34741

Abb. 2: Winkelverteilung in der Bhabha-Streuung bei höchsten PETRA-Energien bezogen auf die QED Vorhersage. Theorie und Experiment stimmen miteinander überein.

## 2. Hadronerzeugung

Suche nach schmalen Resonanzen und nach der Paarproduktion neuer schwerer Quarks:

Das Hauptziel der Messungen bei PETRA im letzten Jahr war die Suche nach einem von der Theorie erwarteten sechsten Quark (t-Quark). Beim Auftreten eines neuen t-Quarks erwartet man u.a. das Erscheinen schmaler Resonanzen im totalen hadronischen Wirkungsquerschnitt aufgrund der Anregung gebundener  $t\bar{t}$ -Zustände, sowie ein Ansteigen des Verhältnisses R der Hadron- zur Myonpaarerzeugung oberhalb der Energieschwelle für die t-Paarproduktion.

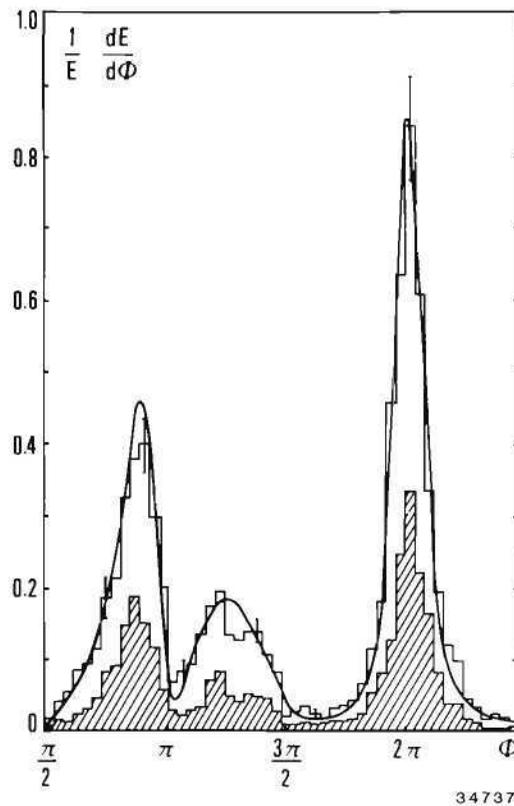
*t-Quark*

Die gemessenen R-Werte im Bereich von W zwischen 33.0 und 36.7 GeV zeigen einen flachen Verlauf; eine statistisch signifikante Resonanzstruktur ist nicht zu erkennen.

Mittelt man die R-Messungen über den betrachteten Energiebereich, so erhält man

$$R = 3.85 \pm 0.12 \text{ (stat. Fehler)} \pm 0.31 \text{ (syst. Fehler)}$$

Dieser Wert ist in guter Übereinstimmung mit den Werten anderer PETRA-Experimente und mit dem theoretischen Wert von 3.85 unter der Annahme, daß nur die bekannten Quarks u, d, s, c und b in Paaren erzeugt werden und die starke Kopplungskonstante  $\alpha_s = 0.16$  beträgt. Oberhalb der Schwelle für die Produktion eines zusätzlichen t-Quarkpaares würde man ein R von 5.18 erwarten. Die Messungen von R schließen also die Existenz des t-Quarks im Massenbereich unterhalb 36.7 GeV aus.



**Abb. 3:**  
 Winkelverteilung des Energieflusses in multihadronischen Ereignissen. Für selektierte planare Ereignisse ist in der Ereignisebene die Polarwinkelverteilung der Gesamtenergie neutraler und geladener Hadronen sowie die der Energie von Photonen im Endzustand (schraffiert) gezeigt. Die Photonenenergieverteilung zeigt die gleiche Struktur wie die der Gesamtenergie. Die gestrichelte Kurve entspricht der QCD-Vorhersage.

### Vergleich der neutralen und geladenen Komponente in multihadronischen Ereignissen

*2-Jet  
 Endzustände*

Die auffälligste Eigenschaft der multihadronischen Ereignisse im Energiebereich von PETRA ist die Erzeugung von Hadronen in 2 kollinearen Jets (Teilchenbündel) und gelegentlich auch in 3 koplanaren Jets. Dieses Jetverhalten wurde bisher hauptsächlich durch Beobachtung der geladenen Hadronen studiert. Mit Hilfe des Flüssig-Argon-Kalorimeters von CELLO wurde begonnen, auch den neutralen (photonischen) Anteil in multihadronischen Ereignissen zu untersuchen. Eine Schwierigkeit dabei liegt darin, daß im Mittel etwa die Hälfte der Energie, die im Flüssig-Argon-Kalorimeter deponiert wird, von den geladenen Teilchen stammt, und daß sich die elektromagnetischen Schauer sowohl gegenseitig, als auch mit den geladenen Spuren überlagern. Die Extrapolation der im Innendetektor gemessenen Spuren erlaubt zusammen mit der Information über die Schauerentwicklung im Kalorimeter jedoch eine teilweise Trennung der Photonen von neutralen ( $K^0$ ,  $n$ ) und geladenen Hadronenschauern.

In Abb. 3 ist für planare multihadronische Ereignisse bei  $W = 34$  GeV der Energiefluß der geladenen und photonischen Komponenten als Funktion des Winkels  $\phi$  in der Ereignisebene aufgetragen. In der Darstellung definiert die Richtung  $2\pi$  immer die Achse des Teilchenbündels mit der kleinsten Transversalimpulssumme bezüglich dieser Achse. Man findet, daß die Struktur des photonischen Energieflusses mit der bekannten 3-Jetstruktur der geladenen Hadronen gut übereinstimmt.

Abb. 4:  
Spektren der Impulskomponenten von Photonen ( $\phi$ ) und geladenen Teilchen (+) entlang ihrer gemeinsamen Ereignis-Achse. Das Spektrum der Photonen ist steiler und zeigt an, daß die Photonen größtenteils aus  $\pi^0$ -Zerfällen stammen.

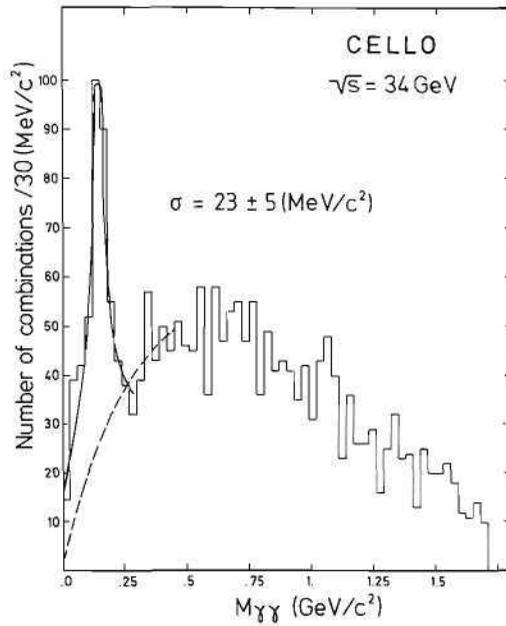
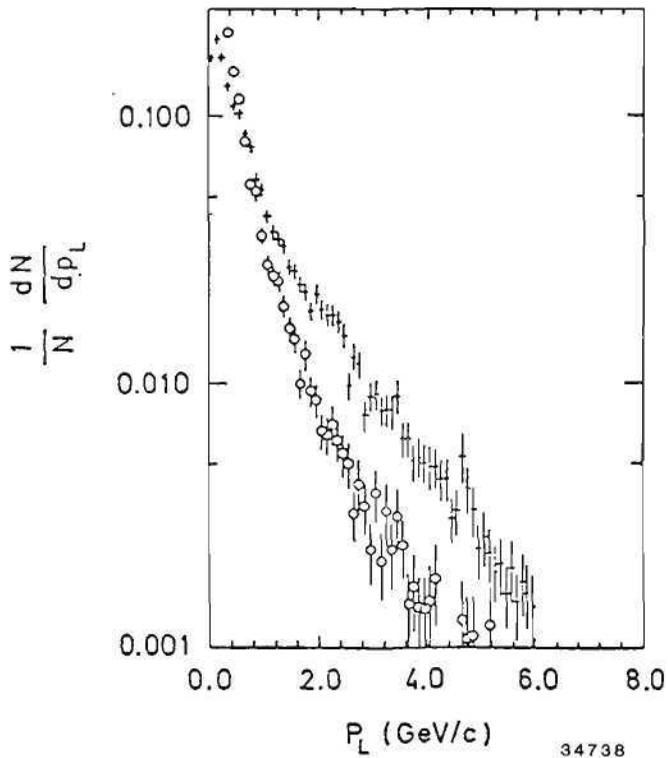
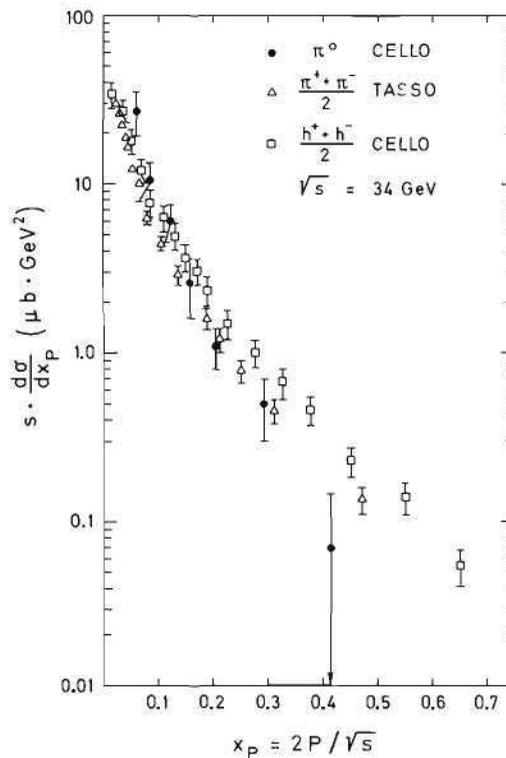


Abb. 5: Verteilung der invarianten Masse aller Kombinationen von zwei Photonen multi-hadronischer Ereignisse.



**Abb. 6:**  
**Inklusiver Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung von  $\pi^0$ -Mesonen und geladenen Hadronen in multihadronischen Ereignissen.**

### Erzeugung neutraler $\pi$ -Mesonen

Vergleicht man die Longitudinalimpulse der Photonen und geladenen Teilchen (Abb. 4), so zeigt sich, daß das Impulsspektrum der Photonen deutlich weicher ist. Dies ist konsistent mit der Annahme, daß die Mehrheit der Photonen aus dem  $\pi^0$ -Zerfall stammen und diese neutralen Pionen eine ähnliche Impulsverteilung wie die geladenen Pionen besitzen.

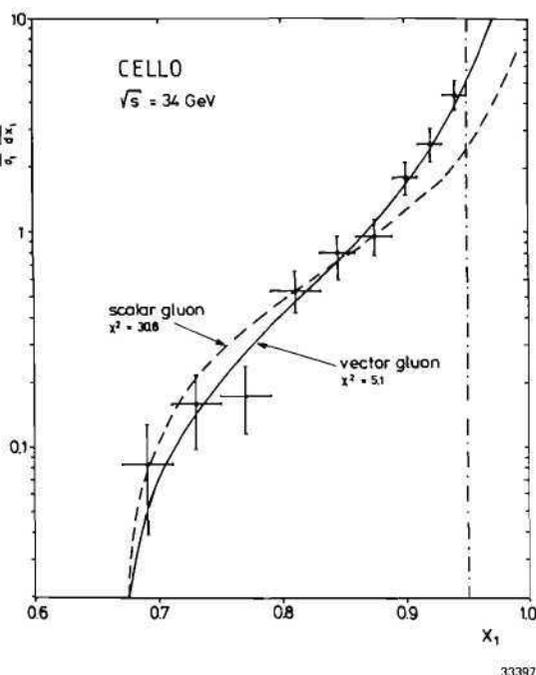
Aus einer detaillierten Rekonstruktion der Photonen in multihadronischen Ereignissen und anschließender Kombination von Photon-Paaren ergibt sich ein eindeutiges  $\pi^0$ -Signal (s. Abb. 5). Die  $\pi^0$ -Masse wird mit einer Meßgenauigkeit von  $\sigma = 23 \pm 5$  MeV rekonstruiert, den inklusiven  $\pi^0$ -Wirkungsquerschnitt bei  $W = 34$  GeV zeigt Abb. 6. Ein Vergleich mit Meßdaten bei niedrigeren Energien zeigt eine relative Abnahme des skalierten  $\pi^0$ -Wirkungsquerschnittes bei hohen Impulsen und hohen Schwerpunktsenergien — im Gegensatz zu der zunächst erwarteten Skaleninvarianz.

### Messung des starken Kopplungsparameters $\alpha_s$ und Vergleich mit Vorhersagen der Quantenchromodynamik (QCD):

3-Jet  
 Endzustände

Die Beobachtung von 3-Jet-Ereignissen in der  $e^+e^-$ -Vernichtung bei hohen Energien steht in qualitativer Übereinstimmung mit der Vorhersage harter Gluonbremsstrahlung in der QCD ( $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$ ). Quantitative Tests der QCD-Vorhersagen sind jedoch sehr schwierig, da die Theorie nur Aussagen über die Produktion der Partonen ( $q, \bar{q}, g$ ), nicht aber über den anschließenden Hadronisierungsprozeß macht. Dies bedeutet, daß man zusätzlich zu den exakten QCD-Vorhersagen empirische Modelle zur Quark- und Gluonfragmentation in Hadronen benötigt, um Vergleiche mit dem Experiment anstellen zu können.

**Abb. 7:**  
Verteilung des Energieanteils  $x_1$  des energiereichsten Partons an der Gesamtenergie in multihadronischen Ereignissen. Die Daten stimmen gut mit der QCD-Vorhersage für Vektorgluonen (durchgezogene Kurve) überein. Eine Theorie mit skalaren Gluonen (gestrichelte Kurve) beschreibt die Daten schlecht.



Die Abb. 7 zeigt für 3-Jet-Ereignisse bei  $W = 34 \text{ GeV}$  das Spektrum des Energieanteils  $x_1 = E_1/W$  des energiereichsten Partons. Aus der Gesamtheit der multihadronischen Ereignisse wurden ca. 8 % 3-Jet-Ereignisse selektiert. Wie die Abbildung zeigt, stimmt die  $x_1$ -Verteilung sehr gut mit der QCD-Vorhersage für Vektorgluonen (Spin  $J = 1$ ) überein, dagegen kann eine Theorie mit skalaren Gluonen ( $J = 0$ ) die Daten nicht beschreiben. Aus der Anpassung der QCD-Vorhersage an die experimentelle Verteilung bestimmt sich der Kopplungsparameter  $\alpha_s$  bei  $W = 34 \text{ GeV}$  in 1. Ordnung zu:

$$\alpha_s = 0.16 \pm 0.02 \text{ (stat. Fehler)} \pm 0.03 \text{ (syst. Fehler)}$$

### 3. Analyse von Zwei-Photon-Reaktionen

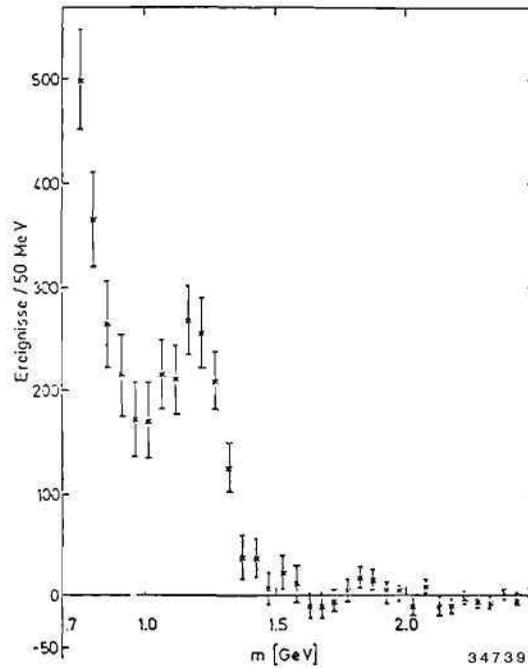
Neben der Ein-Photon-Vernichtungsreaktion von Elektron und Positron gewinnt bei höheren Energien die Hadronerzeugung durch zwei virtuelle Photonen an Bedeutung

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \underbrace{\gamma_{\text{virt}} + \gamma_{\text{virt}}}_{\rightarrow \text{Hadronen}} \quad (1)$$

Im Energiebereich von PETRA sind für nicht allzu kleine Werte der Schwerpunktsenergie  $W_{\gamma\gamma}$  der beiden virtuellen Photonen die Wirkungsquerschnitte für die Reaktion (1) von vergleichbarer Größenordnung wie für die Reaktion

$$e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen} \quad (2)$$

Im Gegensatz zu Reaktion (2) können in  $\gamma\gamma$ -Reaktionen Resonanzen mit positiver Ladungskonjugation ( $C = +1$ ) direkt erzeugt werden. Aus dem  $\gamma\gamma$ -Wirkungsquerschnitt läßt sich dann die partielle Breite  $\Gamma_{\gamma\gamma}$  für den Zerfall dieser Teilchen in 2 Photonen bestimmen. Elektron und Positron werden hauptsächlich unter sehr kleinen Winkeln gestreut, so daß sie für den größten Teil der Daten nicht nachgewiesen werden können. Die Abtrennung von



**Abb. 8:**  
Verteilung der effektiven Masse  $m_{\pi^+\pi^-}$  in Ereignissen der Zwei-Photon-Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-$  nach Abzug des QED-Untergrundes der Reaktionen  $\gamma\gamma \rightarrow e^+e^-$  und  $\gamma\gamma \rightarrow \mu^+\mu^-$ .

Zwei-Photon-Ereignissen von Ereignissen der Reaktion (2) erfolgt im wesentlichen mittels der erheblich geringeren Energie von  $W_{\gamma\gamma}$ , die im Detektor nachgewiesen wird. Da die beiden virtuellen Photonen bei kleinen Elektronstreuwinkeln sehr kleine Transversalimpulse haben, können bestimmte Endzustände in Reaktion (1) mit Hilfe eines Schnittes in der Gesamttransversalimpulsverteilung der Hadronen selektiert werden.

### Die Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow f^0(1270)$

Ereignisse der Reaktionen

$$\gamma\gamma \rightarrow e^+e^- \tag{3}$$

$$\gamma\gamma \rightarrow \mu^+\mu^- \tag{4}$$

$$\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^- \tag{5}$$

wurden aus den Zwei-Spur-Ereignissen in Reaktion (1) mit Hilfe des Schnittes im Transversalimpuls von  $p_T < 100$  MeV ausgewählt. Die Abb. 8 zeigt die Massenverteilung  $m_{\pi\pi}$  der Reaktion (5) nach Abzug der QED-Untergrund-Reaktionen (3) und (4). Über einem abfallenden Untergrund ist deutlich die  $f^0(1270)$ -Produktion

$$\gamma\gamma \rightarrow f^0 \rightarrow \pi^+\pi^- \tag{6}$$

zu erkennen. Aus dem Wirkungsquerschnitt von (6) wurde ein vorläufiger Wert für die  $\gamma\gamma$ -Breite von  $\Gamma_{\gamma\gamma}(f^0)$  zwischen 2 und 3 keV abgeschätzt.

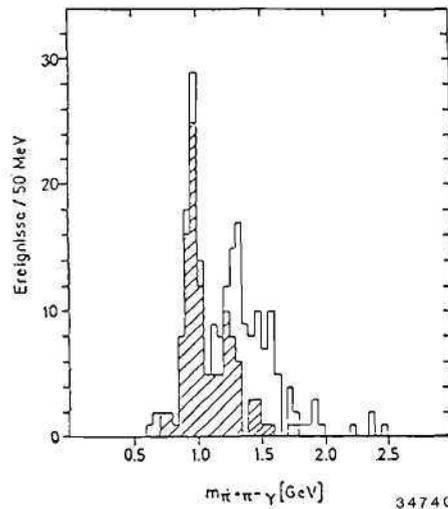


Abb. 9: Verteilung der effektiven Masse  $m_{\pi^+\pi^-\gamma}$  in der Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ . Das schraffierte Histogramm zeigt die entsprechende Verteilung für Ereignisse mit  $600 < m_{\pi^+\pi^-} < 900$  MeV.

### Die Reaktionen $\gamma\gamma \rightarrow \eta'(958)$ und $\gamma\gamma \rightarrow A_2(1310)$

$$\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma \quad (7)$$

Ähnlich wie die Reaktionen (3) bis (5) wurde die Reaktion

$$\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^- \quad (7)$$

aus der Gesamtmenge der Zwei-Photon-Ereignisse abgetrennt. Die Verteilung der effektiven  $\pi^+\pi^-\gamma$ -Masse zeigt ein klares  $\eta'(958)$ -Signal (Abb. 9). Bei Beschränkung der  $\pi^+\pi^-$ -Masse auf den Massenbereich des  $\rho^0$ -Mesons erhält man das schraffierte Histogramm. Der Nachweis der Reaktion

$$\gamma\gamma \rightarrow \eta'(958) \rightarrow \rho^0\gamma \quad (8)$$

ist klar erkennbar. Die  $\gamma\gamma$ -Breite des  $\eta'$  ergibt sich zu

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta') = 5.4 \pm 1.0 \text{ (stat.)} \pm 0.9 \text{ (syst.) keV}$$

Zusätzlich zu dem  $\eta'$ -Signal zeigen die Daten eine Struktur bei  $m = 1300$  MeV/c<sup>2</sup> in der  $\pi^+\pi^-\gamma$ -Massenverteilung. Diese Struktur wird als Evidenz für die Reaktion

$$\gamma\gamma \rightarrow A_2(1310) \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0 \quad (9)$$

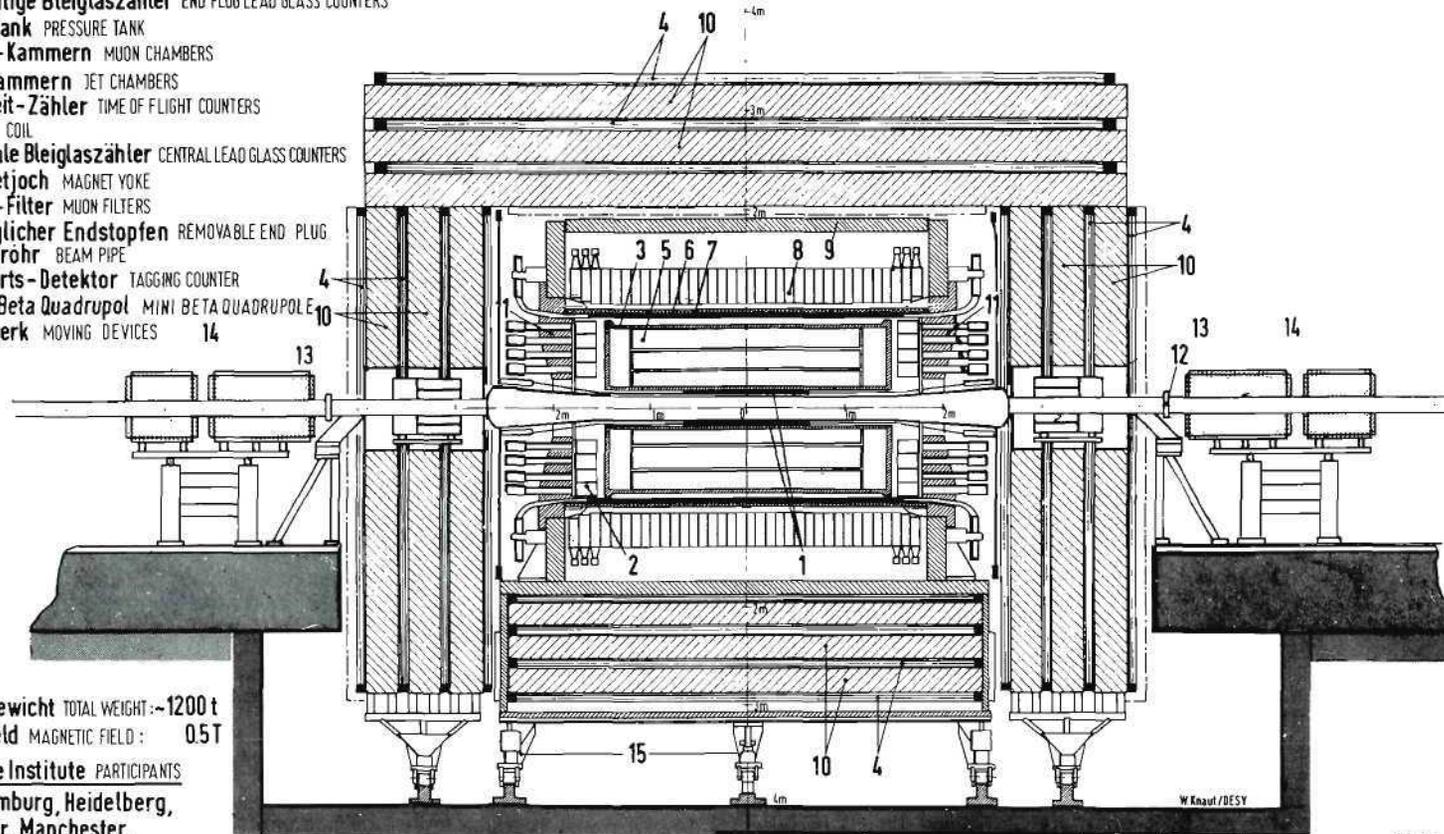
gedeutet, bei der ein niederenergetisches Photon im  $\eta^0$ -Zerfall nicht nachgewiesen wird. Monte-Carlo-Berechnungen erhärten diese Interpretation. Die Analyse ergibt eine  $\gamma\gamma$ -Breite des  $A_2$  von

$$\Gamma_{\gamma\gamma}(A_2) = 0.59 \pm 0.14 \text{ (stat.)} \pm_{-0.08}^{+0.31} \text{ (syst.) keV}$$

## MAGNETDETEKTOR JADE

MAGNET DETECTOR

- 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
- 14 Mini-Beta Quadrupol MINI BETA QUADRUPOLE
- 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

33188

Abb. 10: Der JADE-Detektor nach dem Einbau der Mini- $\beta$ -Quadrupole.

## JADE - Kollaboration

Beteiligte Institute: DESY, Universitäten Hamburg, Heidelberg, Lancaster, Manchester, Rutherford Laboratory, Didcot, Universität Tokyo.

### 1. Betrieb des Detektors

Anfang 1981 wurden die zusätzlichen Quadrupolmagnete nahe der Wechselwirkungszone in Betrieb genommen, mit denen der Strahl stärker zum Wechselwirkungspunkt hin fokussiert werden konnte (Abb. 10). Mit dieser sogenannten Mini-B-Optik konnte die Luminosität ungefähr um einen Faktor 3 erhöht werden. Mit dem JADE Detektor wurden dann während der gesamten zur Verfügung stehenden Experimentierzeit Daten genommen. Im folgenden stellen wir einige der 1981 erzielten Ergebnisse kurz dar.

### 2. Suche nach neuen Teilchen

Die Suche nach neuen Quarkteilchen wurde fortgesetzt. Das Auftreten (Paarerzeugung) eines neuen Quarks wäre erkennbar:

- im hadronischen Wirkungsquerschnitt als Stufe oder schmale Resonanz,
- an einem Ansteigen der inklusiven  $\mu$ -Rate durch den schwachen Zerfall der neuen Quarks,
- an einer Änderung der Zerfallstopologie: Mehr räumlich isotrop verteilte Impulsvektoren der Zerfallsprodukte im Gegensatz zur 2 Jet-Struktur (Teilchenbündel) der bekannten leichteren Quarkteilchen.

Es wurden keine Anzeichen dafür gefunden.

Nach freien Quarks der Ladung  $Q = 2/3 e$  wurde bereits 1979 und 1980 gesucht. Im Jahre 1981 wurde die Suche auch auf die Ladung  $Q = 1/3$  ausgedehnt, nachdem die Schwelle zur Messung des Ionisationsverlustes in der Jetkammer erniedrigt wurde. Die obere Grenze für den Produktionsquerschnitt von freien Quarks mit Ladung  $1/3 e$  beträgt  $\sim 1\%$  des Wirkungsquerschnitts für  $\mu$ -Paar-Erzeugung (Abb. 10a).

In einigen Theorien, welche versuchen, die vereinigte elektroschwache Wechselwirkung umfassend zu beschreiben, werden neue Teilchen vorausgesagt, sog. Technipionen, die schon im Energiebereich von PETRA auftreten könnten. Für diese Technipionen lassen sich spezifische Zerfallssignaturen voraussagen. Danach wurde gesucht, jedoch kein Anzeichen dafür gefunden.

### 3. Der schwache neutrale Strom in der $e^+e^-$ -Vernichtung

Wichtige neue Ergebnisse wurden zur elektroschwachen Wechselwirkung gewonnen. In der  $e^+e^-$ -Vernichtung in Leptonen und Hadronen erwartet man zusätzlich zur Vernichtung über ein virtuelles Photon (elektromagnetische Wechselwirkung) auch einen Beitrag durch den neutralen schwachen Strom (schwache Wechselwirkung). In der Ladungsasymmetrie der  $\mu$ -Paare konnte nun zum ersten Mal ein Effekt des neutralen Stromes in der  $e^+e^-$ -Vernichtung beobachtet werden. Das Vorhandensein des neutralen Stromes, genauer seine Interferenz mit der elektromagnetischen Wechselwirkung, erzeugt eine Asymmetrie in

*elektro-schwache  
Interferenz*

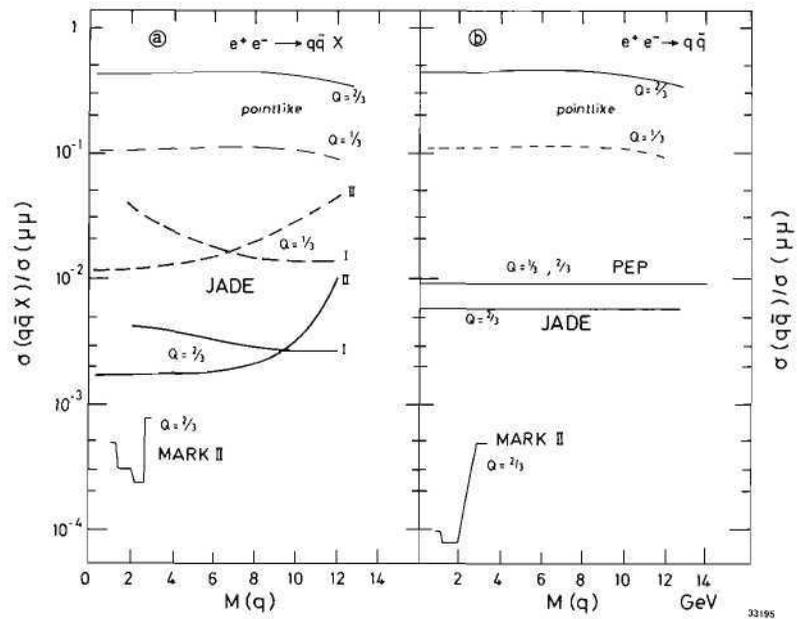


Abb. 10a: Obere Grenze für die inklusive (a) und exklusive (b) Erzeugung freier Quarks. Die mit I und II bezeichneten Kurven beruhen auf 2 unterschiedlichen Annahmen bezgl. des Impulsspektrums der erzeugten Quarks.

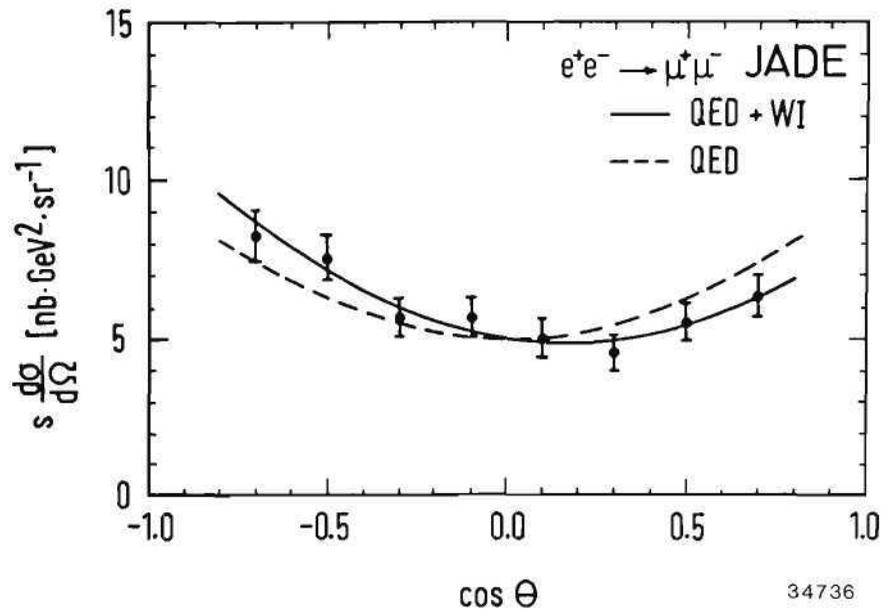


Abb. 11: Winkelverteilung für die  $\mu$ -Paarerzeugung  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ .  $\Theta$  ist der Winkel zwischen auslaufendem  $\mu^+$  und einlaufendem  $e^+$ . Die gestrichelte Kurve  $\sim (1 + \cos^2\Theta)$  entspricht der elektromagnetischen Wechselwirkung allein. Die durchgezogene Kurve entspricht der vereinigten elektroschwachen Wechselwirkung und beschreibt die Daten gut.

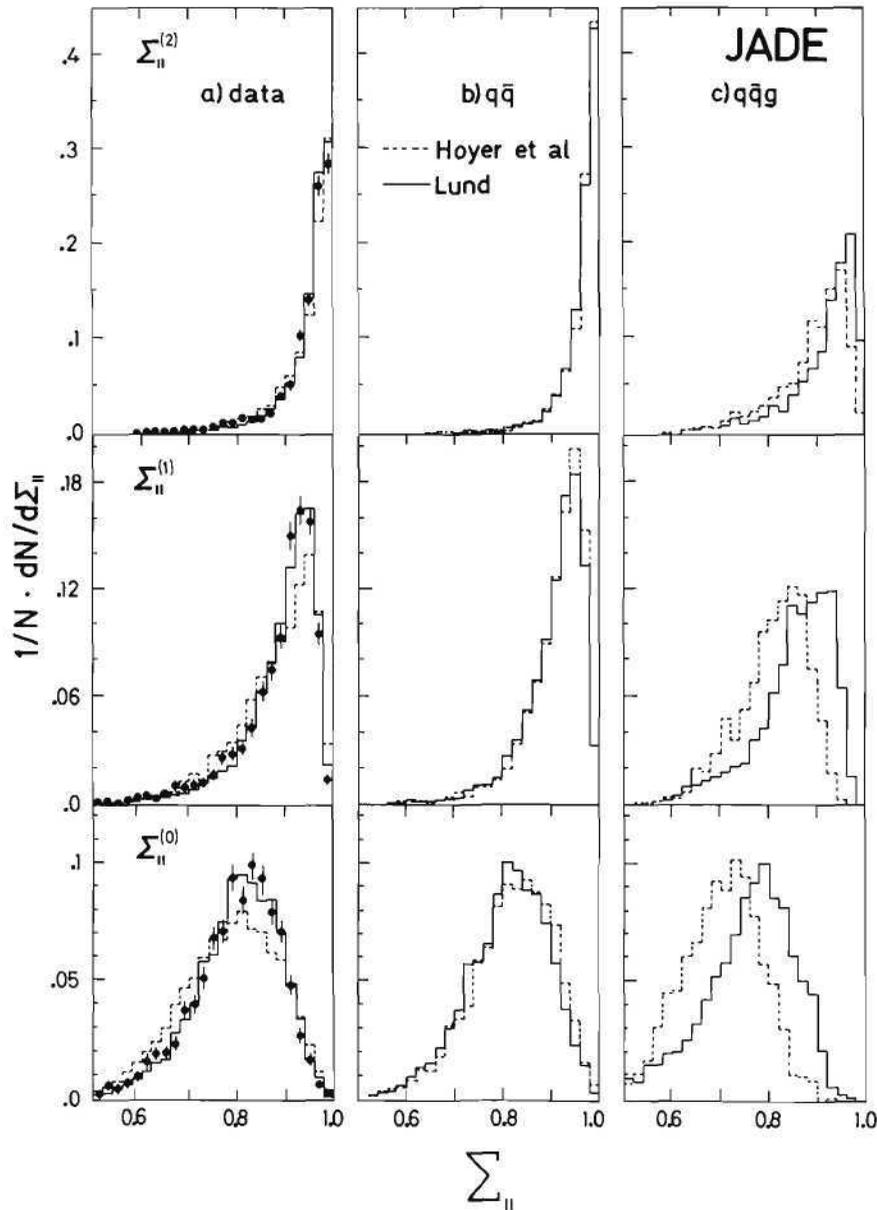
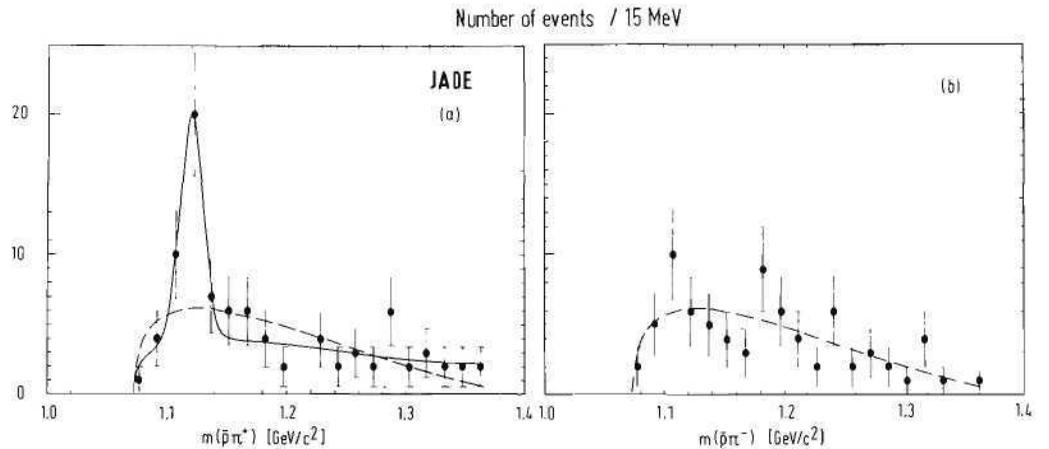


Abb. 11a: Vergleich von gemessenen Hadronverteilungen aus der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}$  mit Modellrechnungen. In den mit "Lund" bezeichneten Kurven verluft die Fragmentation entlang den Kraftlinien der starken Wechselwirkung, bei den mit "Hoyer et al." bezeichneten entlang der Quark- und Gluonimpulse. Fur  $q\bar{q}$ -Prozesse unterscheiden sich beide Rechnungen deutlich, besonders fur Teilchen mit niedrigen Impulsen ( $\Sigma^{(0)}$ ). Die Daten werden mit der geeignet normierten Summe der  $q\bar{q}$  und  $q\bar{q}g$  Kurven verglichen. Die Groen  $\Sigma^{(n)}$  sind definiert durch

$$\Sigma^{(n)} = \sum_i (p_i)^n \cdot |\cos\Theta_i| |\sum_i p_i|^n,$$

wobei  $\Theta_i$  der Winkel eines Teilchens mit seiner Ereignisachse (Spharizitatsachse) und  $p_i$  sein Impuls ist; die Summation schließt alle Teilchen eines Ereignisses ein.



**Abb. 11b:** Die Massenverteilung der  $\bar{p}\pi^+$ -Paare zeigen eine klare Überhöhung bei der Masse des  $\Lambda^0$ -Teilchens, während der vorhandene Untergrund mit Verteilung der  $\bar{p}\pi^-$ -Paare übereinstimmt.

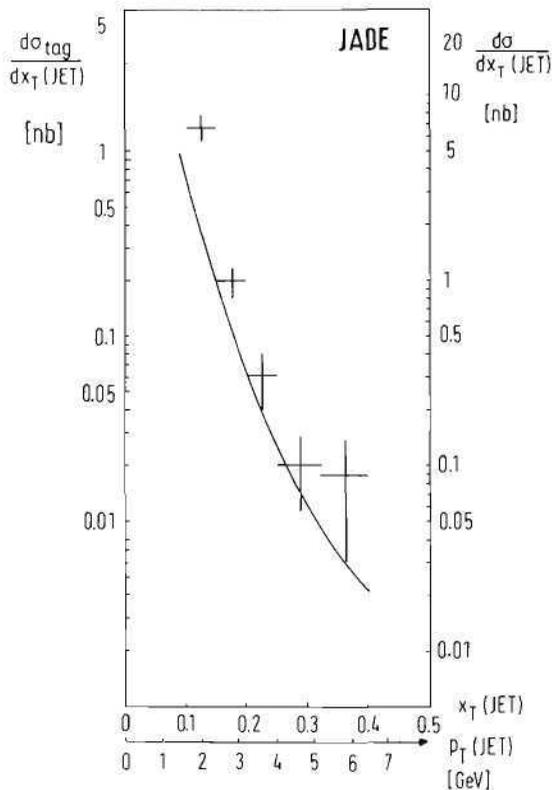
der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ , d.h., es werden z.B. mehr positive Myonen in Richtung der einlaufenden Elektronen emittiert als in Richtung der Positronen. Im JADE Experiment wurde eine Asymmetrie von  $A = (-11.8 \pm 3.8)\%$  gefunden (Abb. 11); also eine Abweichung von der reinen Quantenelektrodynamik um  $3\sigma$ . In der vereinigten elektroschwachen Wechselwirkung (Glashow-Weinberg-Salam) erwartet man  $A = -7.8\%$  in Übereinstimmung mit dem JADE Experiment.

Der totale hadronische Wirkungsquerschnitt  $\sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen})$  zeigt innerhalb der Meßgenauigkeit die gleiche Energieabhängigkeit wie der Prozeß  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ . Diese Messung ist sehr empfindlich auf den elektroschwachen Wirkwinkel  $\Theta_W$ , der angibt, wie stark die elektromagnetische Wechselwirkung mit der schwachen verknüpft ist. Der Winkel wird von der Glashow-Weinberg-Salam Theorie nicht vorausgesagt. Man erhält im JADE Experiment aus dem hadronischen Wirkungsquerschnitt unter der Berücksichtigung der Leptonen  $\sin^2\Theta_W = 0.22 \pm 0.08$ . Diese Messung testet die Kopplung des neutralen Stromes bei hohen, bisher nicht zugänglichen Impulsübertragungen  $Q^2$  sowie die Kopplung an schwere Quarks (s,c,b). Das Ergebnis ist konsistent mit einem Mischungswinkel von  $\sin^2\Theta_W = 0.23 \pm 0.01$ , wie er aus der Lepton-Nukleon Streuung bei niedrigen Energien und für leichte Quarks (u,d) gewonnen wurde.

#### 4. Multihadron Erzeugung, Jetstruktur

##### 3-Jet Endzustände

1979 wurde zum ersten Mal bei PETRA der Prozeß der Gluonbremsstrahlung  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$  beobachtet. Quarks und Gluonen werden nicht direkt beobachtet, sondern nur die Hadronen, welche bei dem "Hadronisierungsprozeß" (Fragmentation) entstehen. Die Ereignisse der Gluonbremsstrahlung wurden daraufhin untersucht, ob Quarks und Gluonen verschieden in Hadronen fragmentieren. Es zeigt sich beim JADE Experiment, daß die Hadronen der Endzustände in ihrer Impulsverteilung (Jetstruktur, Bündelung) durch Modelle gut beschrieben werden, bei denen dieser Prozeß der Fragmentation entlang der Kraftlinien des Feldes der starken Wechselwirkung, den Farbkraftfeldlinien, erfolgt. Modelle, bei denen die Fragmentation entlang der Quark- und Gluonenimpulse verläuft, beschreiben die Daten weniger gut (Abb. 11a).



**Abb. 11c: Beobachtete Transversalimpulsverteilung von Ereignissen mit 2-Jet-Struktur und einem in Vorwärtsrichtung gestreuten Elektron und Positron verglichen mit den Vorhersagen für Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q}$ .**

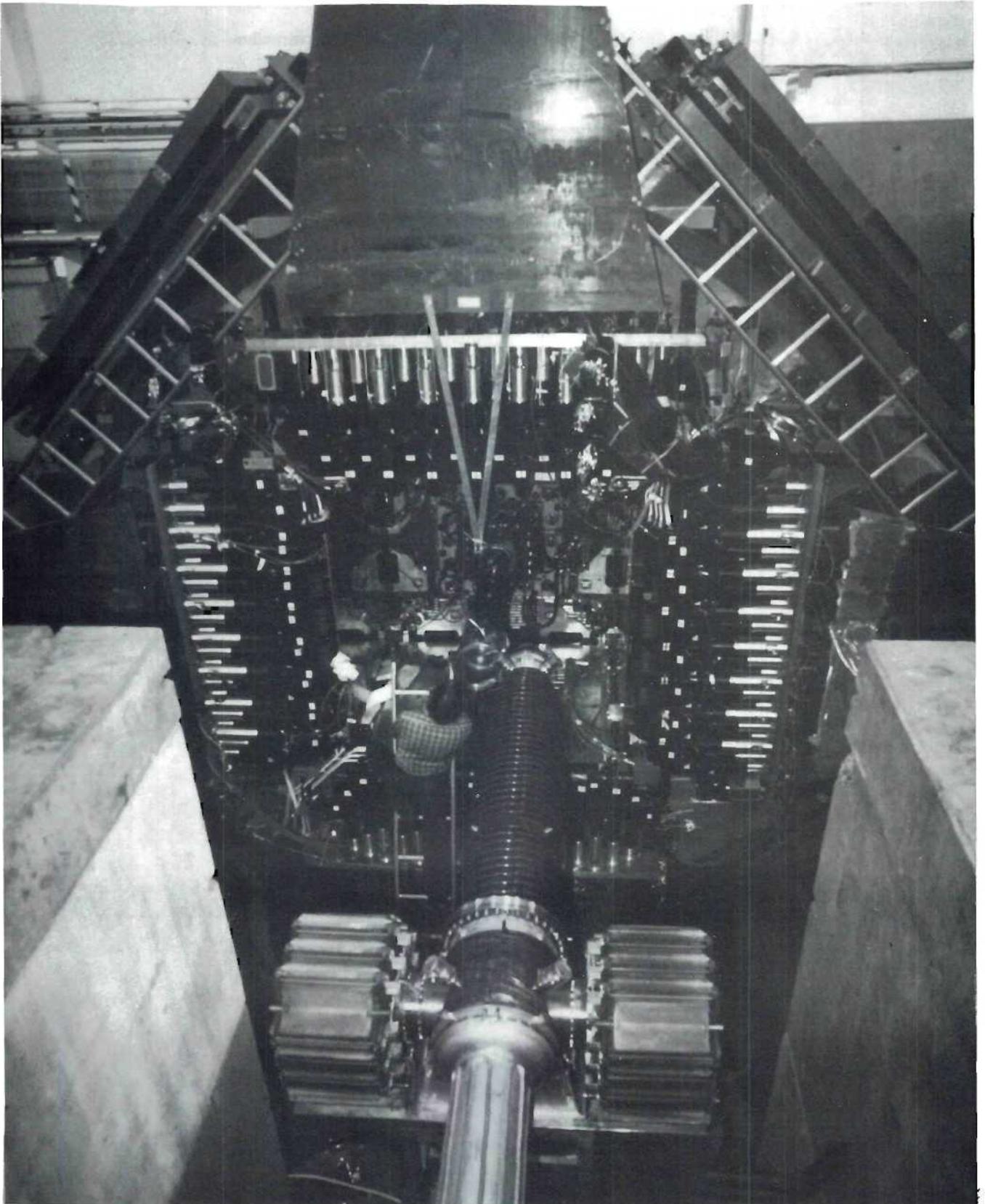
Weiter wurden beim JADE Experiment erste Anzeichen dafür beobachtet, daß die Hadronen des Gluonjets im Mittel einen größeren transversalen Impuls relativ zur Jetachse besitzen als die Hadronen des Quarkjets. Ein Ergebnis, das möglicherweise auf die Selbstkopplung der Gluonen zurückzuführen ist.

Die Erzeugung von Baryonen in Jets wurde ebenfalls untersucht. So konnten durch Messung des Energieverlustes in der JADE Jetkammer Antiprotonen identifiziert werden. Die Antiprotonen wurden teilweise verwendet, um Antilambdas zu rekonstruieren (Abb. 11b). Man findet einen erstaunlich hohen Anteil an Baryonen in Jets.

Es wurde weiter untersucht, welcher Anteil der Schwerpunktsenergie in neutrale Endzustände, und speziell in Photonen (im wesentlichen aus dem  $\pi^0$  Zerfall) übergeht. Die neutrale Energie  $E_n$  erhält man aus der Gesamtenergie  $E_t$  minus Energie  $E_{ch}$  der geladenen Teilchen  $E_n = E_t - E_{ch}$ . Die geladene Energie  $E_{ch}$  wird in der Jetkammer, die  $\gamma$ -Energie  $E_\gamma$  im Bleiglas gemessen. Man erhält  $E_n \sim 37\%$ ,  $E_\gamma \sim 27\%$ , unabhängig von der Schwerpunktsenergie und der Ereignistopologie. Der Energieanteil von Neutrinos ist  $< 10\%$ .

### 5. Erzeugung von Hadronen in 2-Photon-Prozessen

Bei PETRA werden Hadronen nicht nur durch  $e^+e^-$ -Annihilation, sondern auch durch sogen. 2-Photon-Kollision  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \text{Hadronen}$  erzeugt. Bei diesem Prozeß stoßen 2 fast reelle Photonen aus dem elektromagnetischen Feld der einlaufenden Leptonen zusammen, so daß man die Ergebnisse auf die Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \text{Hadronen}$  zurückführen kann. Die 1981 durchgeführten Analysen haben gezeigt, daß auch bei diesen Prozessen mit wachsendem Transversalimpuls eine Zwei-Jet-Struktur deutlich wird, die man durch die primäre Erzeugung eines  $q\bar{q}$ -Paares  $\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q}$  erklären kann (Abb. 11c).



## MARK J-Kollaboration

Beteiligte Institute: RWTH Aachen, DESY, M.I.T. Boston, Junta de Energia Nuclear, Madrid, NIKHEF, Amsterdam, Institute of High Energy Physics, Peking.

### 1. DETEKTOR

Ende 1980 / Anfang 1981 wurden für den MARK J-Detektor wie für alle anderen PETRA-Detektoren spezielle Minibeta-Fokussierungsmagnete eingebaut. Gleichzeitig wurde die Akzeptanz des Detektors für Myonpaare durch die Aufstellung der 2.5 x 6 m großen "R"-Driftkammern von vorher  $\approx 0,46$  auf  $\approx 0,68$  vergrößert. Mit dieser veränderten Anordnung konnte über das ganze Jahr ein Luminositätsgewinn um gut einen Faktor vier erreicht werden (1981 :  $37,2 \text{ pb}^{-1}$  gegenüber 1980:  $8,7 \text{ pb}^{-1}$ ). Eine Tabelle möge die Ausbeute 1981 illustrieren:

*Einführung*

Anzahl der Ereignisse				
$\sqrt{s}$ (GeV)	$\int L dt$ ( $\text{pb}^{-1}$ )	$e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}$	$\mu^+\mu^-$	$\tau^+\tau^-$
30	32.0	8000	1500	300
22 — 25	3.7	2500	420	80
14	1.5	2600	500	100

Aus der wachsenden Ereigniszahl ergibt sich eine zunehmende Bedeutung der Untersuchung systematischer Fehler der Messungen. Mitte des Jahres wurde mit dem Bau eines neuen, vergrößerten Driftröhrenpakets für den Innendetektor begonnen. Es besitzt 2500 anstatt der bisherigen 994 Driftröhren und ermöglicht die Beobachtung von Teilchenspuren unmittelbar am Vakuumrohr um den Wechselwirkungspunkt bis zu Azimutwinkeln von  $12^\circ$ . Dieses neue Driftröhrenpaket ist in der Montageperiode am Jahresende in den Detektor eingebaut worden. Ein Beispiel für ein mit ihm registriertes Ereignis zeigt Abb. 12a.

Im Zusammenhang mit den Überlegungen zu weiterer Erhöhung der Luminosität von PETRA sind Studien für den Einbau supraleitender Quadrupole unternommen worden, die, noch näher am Wechselwirkungspunkt gelegen, die  $\beta$ -Funktionen dort weiter reduzieren könnten. Es zeigt sich, daß eine solche Zusatzinstallation möglich ist. Gleichzeitig ist eine weitergehende Änderung des Innendetektors (z.B. Einbau einer Vertexkammer und Verbesserung des Hadron-Kalorimeters) für diesen Fall ins Auge gefaßt, die aber auch unabhängig von weiteren Minibeta-Einbauten vorgenommen werden kann.

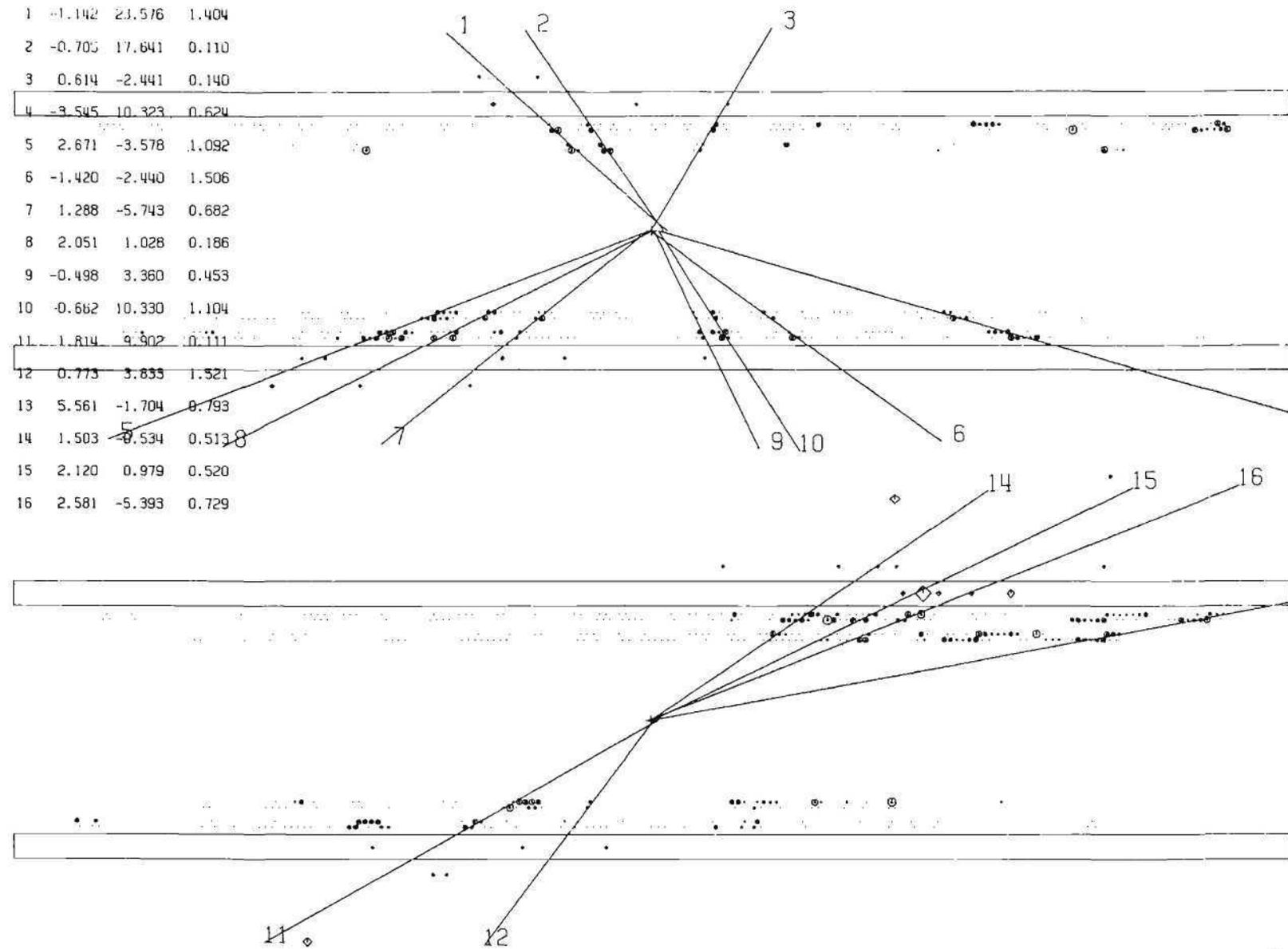


Abb. 12a: Teilchenspuren, nachgewiesen mit dem neuen Driftrohrpaket des Mark J-Detektors

## 2. MESSUNGEN

Das Studium hadronischer Ereignisse  $e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}$  wurde mit erheblich verbesserter Statistik fortgesetzt. Die Hoffnung auf ein Auffinden von Resonanzen der Toponium-Familie ist im gegenwärtig zugänglichen Energiebereich dabei weiter zurückgedrängt worden. Aus dem gemessenen Wert für R sowie seinem in 20 MeV-Schritten untersuchten  $\sqrt{s}$ -Verlauf kann ein t-Quark mit Ladung  $2/3$  ausgeschlossen werden. Die detaillierte Struktur der Ereignisse (longitudinaler u. transversaler Energiefluß, Thrust, Flachheit) zeigt weiter, daß auch für  $Q = 1/3$  die Existenz eines sechsten Quarks sehr unwahrscheinlich ist. Bei festgehaltenem  $P_T$  ergab ein simultaner QCD-Fit an alle Strukturparameter bei  $\sqrt{s} = 35$  GeV für die energieabhängige Kopplungskonstante der starken Wechselwirkung  $\alpha_s = 0.167$  (bei unbekanntem theoretischen Fehler und  $\chi^2/NF = 10.3/6$ ; vorläufiger Wert). Im Bereich von 14 — 35 GeV wird keine ausgeprägte Abhängigkeit von  $\alpha_s$  von der Energie beobachtet.

*Hadronische  
Ereignisse*

In der Untermenge hadronischer Ereignisse mit einem Myon (inklusive Myon-Ereignisse) würde sich ein neues Quark ebenfalls durch eine abweichende Thrust-Verteilung (auch für  $Q = 1/3$ ) ankündigen. Durch Schnitte im Transversalimpuls des Myons konnten Untermengen von Ereignissen (69 bzw. 276) ausgesondert werden, in denen Zerfälle von b- oder c-Quarks angereichert sind. Daraus konnten die Verzweigungsverhältnisse für den leptonicen Zerfall  $BR(b \rightarrow \mu X)$  bzw.  $BR(c \rightarrow \mu X)$  in befriedigender Übereinstimmung mit Werten für die entsprechenden elektronischen Zerfälle errechnet werden.

Die Ereignisse, die rein leptonicen Reaktionen zugeschrieben werden, sind mit den Vorhersagen der QED und der vereinigten elektro-schwachen Theorie verglichen worden. Die Zwei-Photon-Austausch-Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \mu^+\mu^-$  konnte durch entsprechende Schnitte (Akollinearität bzw. Akoplanarität des Myonpaares) herausgefiltert werden.

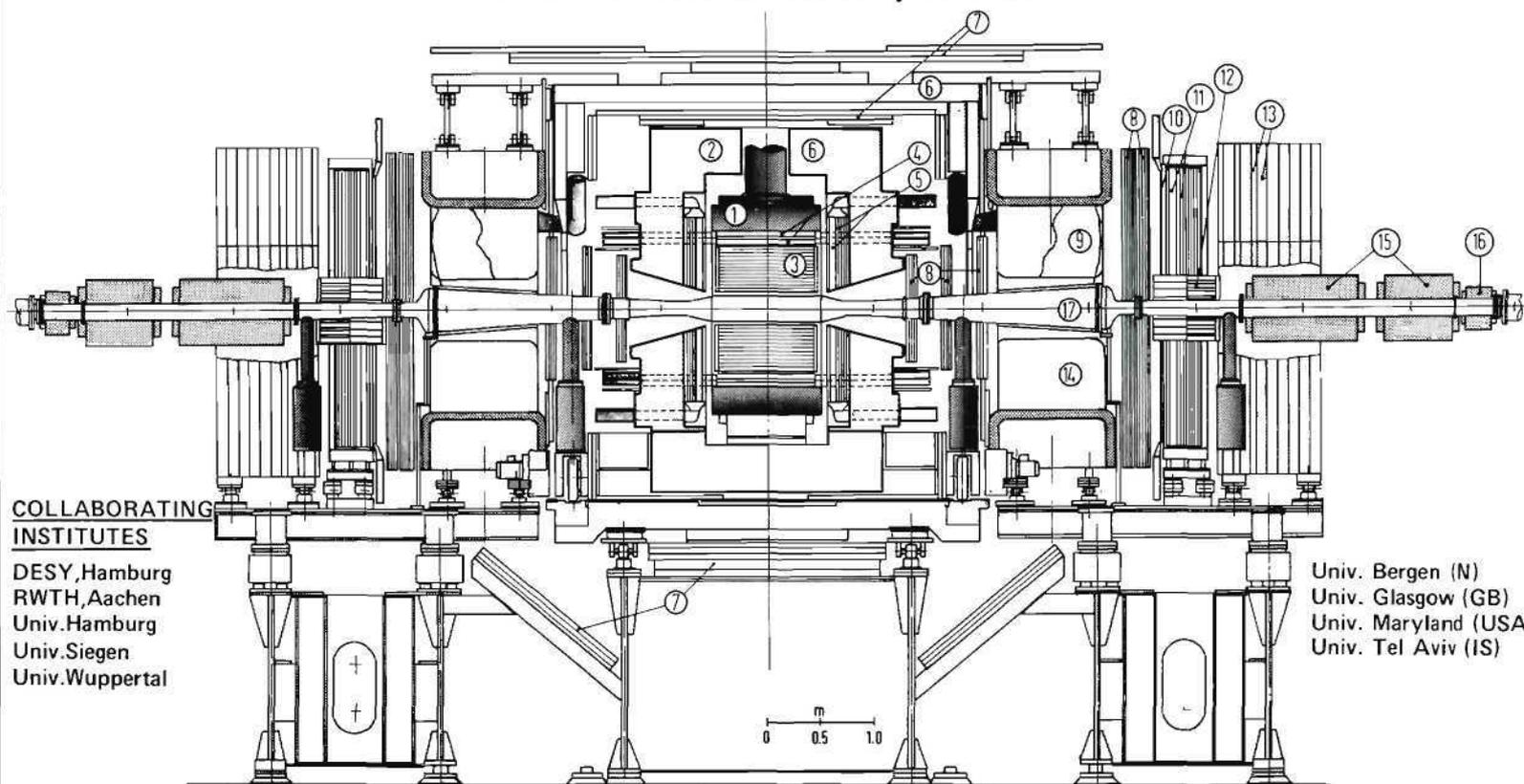
*QED*

Die gute Übereinstimmung mit der theoretischen Berechnung dieses Prozesses höherer Ordnung liefert eine unabhängige Stütze der QED bei großem Impulsübertrag.

Für die Beobachtung der Interferenz zwischen schwacher und elektromagnetischer Wechselwirkung in der gewöhnlichen Paarerzeugung  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  (bzw.  $\tau^+\tau^-$ ) ist ein sorgfältiges Studium der systematischen Fehler besonders wichtig, da es sich um eine Differenzmessung handelt. Glücklicherweise kann hier der Umstand ausgenutzt werden, daß sich Asymmetrien in der Detektorakzeptanz bei der Differenzbildung herausheben, wenn gleiche Datenmengen mit positiver bzw. negativer Polarität des Magneten herangezogen werden. Diese Datensituation wird im Frühjahr 1982 erreicht werden. Eine Abschätzung des systematischen Fehlers der Asymmetriemessung ergibt einen erwarteten Wert von 1.1%. Neben den Asymmetrien  $A_{\mu\mu}$  bzw.  $A_{\tau\tau}$  werden auch verbesserte Meßwerte für die Kopplungskonstanten  $g_A^2$  bzw.  $-g_V^2$  angegeben werden.

*elektro-schwache  
Interferenz*

# PLUTO Detector (1981)



## COLLABORATING INSTITUTES

DESY, Hamburg  
RWTH, Aachen  
Univ. Hamburg  
Univ. Siegen  
Univ. Wuppertal

Univ. Bergen (N)  
Univ. Glasgow (GB)  
Univ. Maryland (USA)  
Univ. Tel Aviv (IS)

- |                              |                            |                              |                           |
|------------------------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------|
| 1. Superconductive coil      | 5. Endcap shower counters  | 10. TOF counters             | 14. Septum magnet         |
| 2. Magnet yoke               | with proportional chambers | 11. Large angle tagger (LAT) | 15. Mini beta quadrupoles |
| 3. Cylindrical driftchambers | 6. Hadron absorber         | with proportional tubes      | 16. Correction quadrupole |
| 4. Barrel shower counter     | 7. Muon chambers           | 12. Small angle tagger (SAT) | 17. Vacuum pipe           |
| with helix-tubes             | 8. Forward drift chambers  | 13. Forward muon detector    |                           |
| 9. Cerenkov counter          |                            |                              |                           |

33528

F 33/PR- kn (1980)

Abb. 12b: PLUTO 1981

## PLUTO-Kollaboration

Beteiligte Institute: DESY, Universitäten Aachen, Bergen, Glasgow, Hamburg, Maryland, Siegen, Tel Aviv, Wuppertal.

Im Berichtsjahr lag der Schwerpunkt der Arbeit der PLUTO-Kollaboration in der Vorbereitung auf den Beginn der neuen Datennahme. Der durch zwei neue Vorwärtsspektrometer erweiterte Detektor wurde im August in die Wechselwirkungszone in der Nord-Ost-Halle von PETRA geschoben. Trotz der üblicherweise auftretenden vielen kleinen Probleme war der Umbau des Detektors nahezu vollständig abgeschlossen, und mit dem Anlaufen der Experimentierschichten an PETRA war das Experiment in der Lage, mit allen neuen und alten Komponenten Daten zu nehmen. Im zweiten Teil dieses Berichtes werden die einzelnen neuen Komponenten des PLUTO Vorwärtsdetektors vorgestellt und ihre Eigenschaften anhand erster Meßergebnisse beschrieben. Der erste Teil dieses Berichtes befaßt sich mit der Fortsetzung der Analyse der Daten, die in der Meßperiode 1978/79 bei PETRA und z. T. auch bei DORIS genommen wurden.

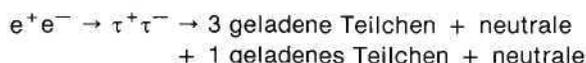
*Einführung*

Die erfolgreiche Analyse der Daten wurde im Berichtsjahr fortgesetzt. Bei der Analyse der Daten lag der Schwerpunkt der Arbeit auf der Untersuchung hadronischer Endzustände der Zwei-Photon-Physik, die auch im Mittelpunkt der Arbeit mit dem erweiterten Detektor stehen wird. Darüber hinaus wurden interessante Fragestellungen der  $e^+e^-$ -Annihilations-Physik behandelt.

## Leptonen-Physik

Im Rahmen der Untersuchungen zu den Grenzen der QED wurde der Kanal

*schweres  
Lepton*



untersucht. Der gemessene Wirkungsquerschnitt und die Winkelverteilung sind in guter Übereinstimmung mit der Theorie für ein punktförmiges geladenes schweres Lepton. Mögliche Abweichungen von der QED werden üblicherweise durch den QED-Abschneide-Parameter  $\Lambda$  parametrisiert. Für das schwere Lepton  $\tau$  erhalten wir  $\Lambda_+ > 79 \text{ GeV}$  und  $\Lambda_- > 63 \text{ GeV}$  bei 95 % Konfidenz.

Weiterhin wurden Grenzen für die Produktion eines weiteren schweren (sequentiellen) Leptons untersucht. Solche Leptonen zerfallen, wenn man analog zum  $\tau$ -Lepton die Zerfallswahrscheinlichkeiten berechnet, in ein Lepton und zwei Neutrinos oder in Hadronen und ein Neutrino. Dabei wird wegen der größeren Masse die hadronische Multiplizität größer sein als beim  $\tau$ . Werden solche Leptonenpaare bei Energien weit oberhalb ihrer Schwellenenergie produziert, so sind die Zerfallshadronen stark um die Richtung des ursprünglichen Leptons gebündelt. Diese jetartige Struktur sollte sich von den Endzuständen der  $e^+e^-$ -Annihilation in zwei hadronische Jets durch eine wesentlich geringere Multiplizität unterscheiden, weil dem (hypothetischen) Lepton nur ausgewählte Zerfallskanäle zur Verfügung stehen. Findet die Produktion nahe der Schwellenenergie statt, sollten die Zerfallsprodukte isotrop verteilt sein, z. B. wird ihre Transversalimpulsverteilung bzgl. der Jetachse breiter sein als die von hadronischen Jets. Es wurde daher nach Kandidaten für schwere Leptonen gesucht, indem man Ereignisse mit einer breiten Transversalimpulsverteilung selektierte. Aus 24 gefundenen Kandidaten konnte eine untere Grenze für die Masse eines weiteren schweren Leptons abgeleitet werden (Abb. 13a). Eine Verschärfung dieser Grenze erhielt man, wenn man noch zusätzlich forderte, daß ein Myon im äußeren Myondetektor

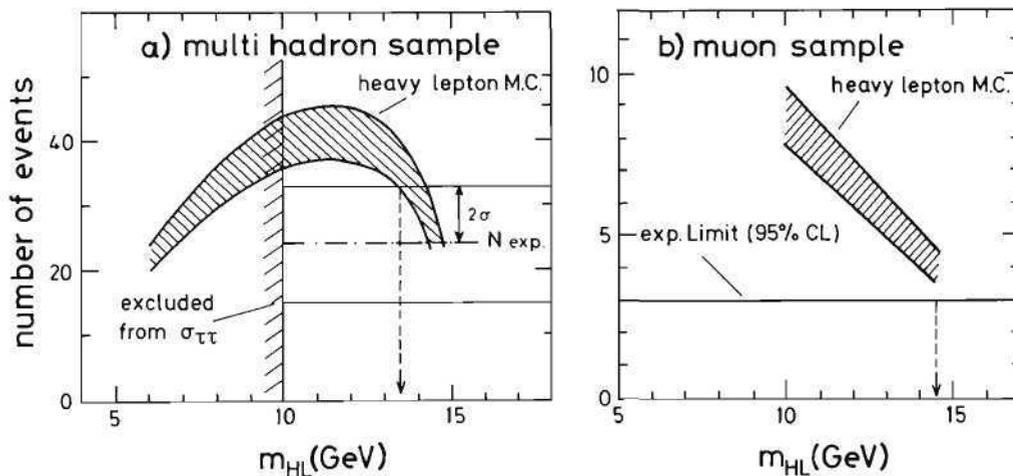


Abb. 13: Grenzen für die Masse eines neuen schweren Leptons. Das schraffierte Band stellt das erwartete Signal für ein weiteres schweres Lepton als Funktion seiner Ruhemasse dar.

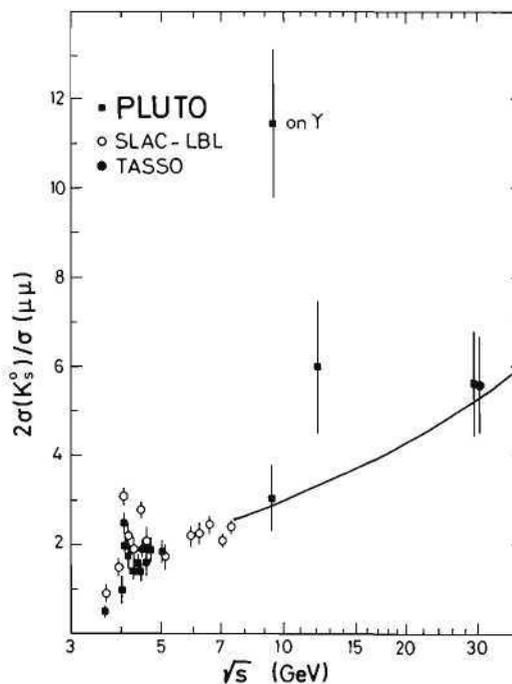


Abb. 14: Inklusiver  $K_s^0$  Wirkungsquerschnitt als Funktion der Schwerpunktsenergie. Der Punkt "on Y" ist eine Mittelung über den Bereich der Resonanz Y (9.46) von  $9.45 < \sqrt{s} < 9.466$  GeV. Die eingezeichnete Kurve ist proportional zur mittleren geladenen Multiplizität  $\langle n_{ch} \rangle$ .

nachgewiesen wurde (Abb. 13b). Mit einer Konfidenz von 95% kann daher die Paar-Produktion solcher schweren Leptonen mit Massen von  $< 14.5$  GeV in der  $e^+e^-$ -Annihilation ausgeschlossen werden.

## Hadronen-Physik

In einer weiteren Untersuchung wurden die Ereignisse im Energiebereich von 9.3 - 31.6 GeV auf ihren Gehalt an  $K_s^0$  Mesonen untersucht. Abb. 14 zeigt den inklusiven Wirkungsquerschnitt ( $e^+e^- \rightarrow K_s^0 + X$ ) normiert auf den QED-Wirkungsquerschnitt für punktförmige Teilchen,  $\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$ , als Funktion der Schwerpunktsenergie. Es zeigt sich, daß die  $K_s^0$ -Produktion proportional zur totalen Multiplizität ist. Dies gilt auch für die Messung auf der  $Y(9.46)$ -Resonanz, wo der  $K_s^0$ -Gehalt im gleichen Maße überhöht ist wie die totale Multiplizität. Dies ist insofern bemerkenswert, weil die zugrunde liegenden Produktionsmechanismen auf und neben der Resonanz sehr unterschiedlich sind.

*$K_s^0$ -Häufigkeit*

Das  $K_s^0$ -Meson ist ein Indikator für die primäre Erzeugung von s-Quarks. Vergleicht man das Experiment mit Fragmentationsmodellen für Protonen in Hadronen (Lund, Field-Feynman), so scheint die Wahrscheinlichkeit für die Erzeugung eines  $s\bar{s}$ -Quarkpaares dem Vakuum geringer zu sein als der in diesen Modellen verwendete Standardwert von 0.2.

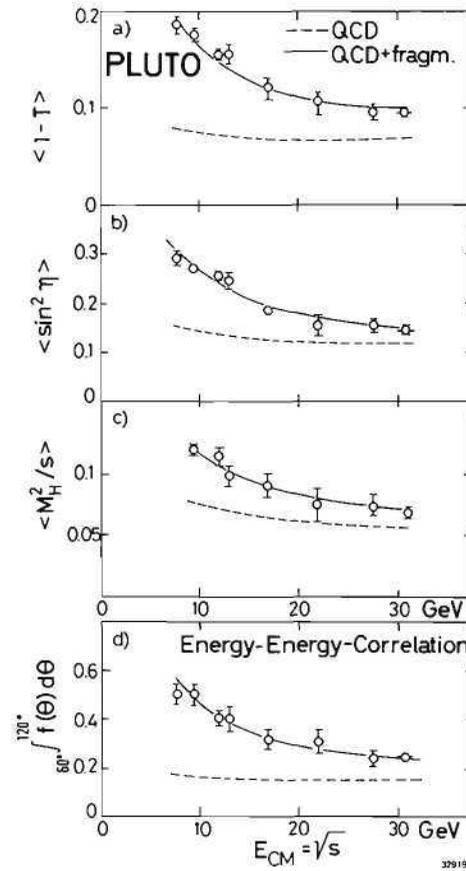
## Energieabhängigkeit der Jetmaße

Die Untersuchungen zur Gültigkeit der QCD-Vorhersagen wurden systematisch bei verschiedenen Jetmaßen im Energiebereich von 7.7 bis 31.6 GeV fortgesetzt. Die Daten werden alle sehr gut beschrieben, wenn man zu den Monte Carlo Modellen für die reine Quarkpaar-Produktion bei höheren Energien noch die Abstrahlung harter Gluonen zuläßt. Die Fragmentation der Gluonen in Hadronen wird durch Modelle beschrieben, die ähnlich oder gleich den verwendeten Modellen für die Quarkfragmentation sind. Rein perturbative QCD Rechnungen, die auch höhere Ordnungen in der starken Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  berücksichtigen, stimmen nicht mit den Daten überein. Nimmt man jedoch einen phänomenologischen Fragmentationsterm hinzu, können die Daten recht gut beschrieben werden. In Abb. 15 sind für verschiedene Jetmaße die Mittelwerte als Funktion der Schwerpunktsenergie aufgetragen und mit den reinen QCD Rechnungen und einer QCD + Fragmentationsterm-Rechnung dargestellt. Daraus folgt, daß selbst bei 30 GeV Schwerpunktsenergie nur ca. 60% der Jetbreite perturbativen QCD Effekten zugeschrieben werden kann, während der Rest nicht perturbativer Natur ist. Ein ähnliches Ergebnis zeigte die Untersuchung der Energie-Energie-Korrelationen im zentralen Winkelbereich, der von der Gluonbremsstrahlung dominiert wird (Abb. 15d). Aus diesen Untersuchungen ergibt sich ein Wert für die starke Kopplungskonstante  $\langle \alpha_s \rangle = .18 \pm .02$  (statistischer)  $\pm .02$  (systematischer Fehler), in guter Übereinstimmung mit dem Ergebnis aus der Untersuchung der 3-Jet Ereignisse.

## Zwei Photon Physik

Der PLUTO Detektor ist in der Lage, Teilchen, die elektromagnetische Schauer auslösen (Photonen, Elektronen), bis zu sehr kleinen Polarwinkeln  $\Theta$  nachzuweisen. Dies geschieht mittels einer Bleiglas-Matrix ( $23 < \Theta < 70$  mrad), dem Kleinwinkel "Tagger" (SAT), und einem Blei-Szintillatorsandwich ( $70 < \Theta < 260$  mrad), dem Großwinkel "Tagger" (LAT). Dadurch sind für PLUTO Endzustände der sog. Zwei-Photon-Physik besonders gut nachweisbar. Die Reaktion

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \gamma^*\gamma^* \rightarrow e^+e^- + X$$

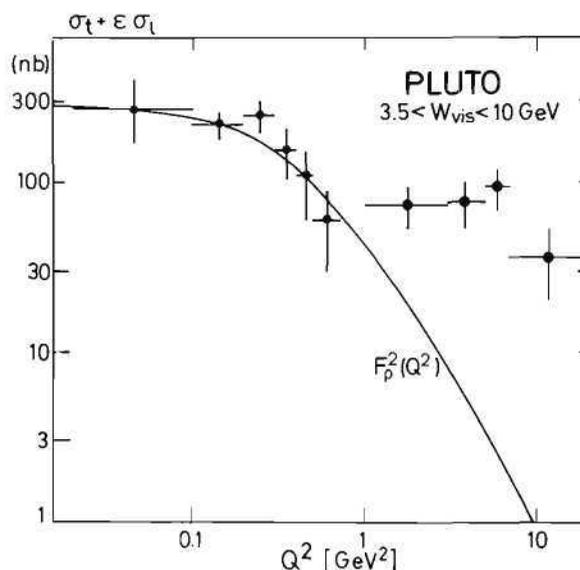


**Abb. 15: Energieabhängigkeit verschiedener Jetmaße:**  
 (a)  $\langle 1-T \rangle$ , ( $T$  = Thrust), (b)  $\langle \sin^2 \eta \rangle$ , die Energie gewichtete Jetbreite, (c)  $\langle M_H^2/s \rangle$  die Masse des "schweren Jets" in Einheiten des Quadrats der Schwerpunktsenergie  $\sqrt{s}$ . (d) zeigt die Energie-Energie-Korrelation im Zentralbereich.

ist so zu interpretieren, daß sowohl das Elektron als auch das Positron je ein Photon  $\gamma^*$  abstrahlen und diese beiden Photonen in Wechselwirkung treten. Die Energie  $W$  des Endzustandes  $X$ , die auch als invariante Masse von  $X$  bezeichnet wird, ist dann meist wesentlich kleiner als die Schwerpunktsenergie  $\sqrt{s}$  des Anfangszustandes. Darüber hinaus bewegt sich das Ruhesystem des Endzustandes im Laborsystem. Um die Ereignisse der Zwei-Photon Physik nachzuweisen, muß man also ein (einfach-"tag") oder zwei (doppel-"tag") gestreute Elektronen nachweisen und gewährleisten, daß die nicht nachgewiesenen Elektronen das Strahlrohr nicht verlassen haben (kein "tag" oder anti-"tag").

Der Winkel, unter dem die Elektronen gestreut wurden, ist ein Maß für die "Masse"  $-Q^2$  der virtuellen Photonen. So hat man im Falle der doppelten Antitag Bedingung die Streuung zweier quasi reeller Photonen aneinander. Ist ein gestreutes Elektron unter relativ großem Winkel z.B. im LAT nachgewiesen (einfach-tag Bedingung) — damit ist dann das Photon sehr virtuell — und das andere Elektron nur unter kleinem Winkel gestreut (anti-tag Bedingung), so hat man es mit der tiefinelastischen Streuung eines Elektrons aus einem quasi reellen Photon zu tun.

**Abb. 16:**  
**Totaler  $\gamma\gamma$ -Wirkungsquerschnitt als Funktion von  $Q^2$ .**  
**Die ausgezogene Kurve ist die Vorhersage der Vektor-Meson-Dominanz für einen reinen  $\rho$ -Polterm.**



Das wichtigste Feld der Streuung zweier quasi reeller Photonen ist die Produktion von Resonanzen mit gerader Ladungsparität, wie z.B.  $f^0$ ,  $A_2$ . Zur Messung der radiativen Breite des  $f^0$  hat die PLUTO-Kollaboration im Vorjahr Messungen vorgelegt, die in jüngster Zeit durch Ergebnisse anderer Experimente bestätigt wurden.

*Produktion von Resonanzen*

Eine weitere Untersuchung beschäftigte sich mit Ereignissen, die einen Endzustand von genau zwei entgegengesetzt geladenen Spuren haben,

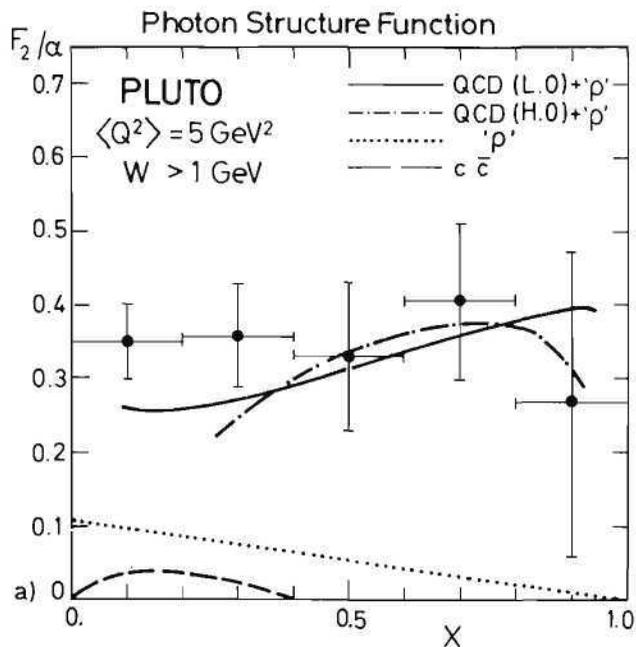
*Hadron- und Leptonpaare mit großer Masse*

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^- + T^+T^-.$$

Dabei sind sowohl Leptonen ( $T = e, \mu$ ) als auch Hadronen ( $T = \pi, K, p$ ) zugelassen. Es wurde gefordert, daß die invariante Masse  $W$  des Endzustandes größer als 2 GeV ist. Die gemessenen leptonischen Wirkungsquerschnitte sind sowohl in ihrer Abhängigkeit von  $W$  als auch von  $Q^2$  in sehr guter Übereinstimmung mit QED-Rechnungen. Der gemessene Wirkungsquerschnitt für die Hadronenpaarproduktion liegt jedoch signifikant unter den Werten, die man aus einfachen Rechnungen auf der Basis des Quark-Parton-Modells erhält. Mit QCD-Rechnungen, die auch höhere Ordnungen mittels der sog. leading-log-Approximation berücksichtigen, erhält man bessere Übereinstimmungen.

Der totale hadronische Wirkungsquerschnitt der Zwei-Photon- Ereignisse ist im Gegensatz zur Annihilationsphysik nicht nur eine Funktion der Energie (im Falle der Zwei-Photon Physik die Masse des Endzustandes  $W$ ), sondern auch eine Funktion der Virtualität des Photons  $Q^2$ . Die beiden Vorwärts-Schauerzähler ermöglichen es, diesen Wirkungsquerschnitt als Funktion von  $Q^2$  in einem relativ großen Bereich bis zu  $Q^2$ -Werten von 15  $\text{GeV}^2$  zu untersuchen.

*Strukturfunktion des Photons*



**Abb. 17: Strukturfunktion des Photons in Abhängigkeit der Skalenvariablen  $x = Q^2 / (Q^2 + W^2)$ .**

In Abb. 16 ist der gemessene totale hadronische Zwei-Photon Wirkungsquerschnitt  $\sigma_{\gamma\gamma}$  als Funktion von  $Q^2$  dargestellt. Die  $Q^2$  Abhängigkeit im Bereich  $0.01 < Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$  läßt sich, entsprechend der Annahme, daß das Photon sich wie ein Vektormeson (Vektormesonondominanz, VMD) verhält, durch einen p-Polterm  $F_p = 1/(1 + Q^2 / m_p^2)$  gut beschreiben.

Aber dieses Bild ist offensichtlich bei Werten  $Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$  nicht mehr korrekt. Man muß daraus schließen, daß das Photon eine "Struktur" besitzt, die härter ist als die von der VMD vorhergesagte. Um im Detail zu untersuchen, ob das Photon eine harte, d.h. weitgehend punktförmige Komponente hat, ist es zweckmäßig, den Wirkungsquerschnitt mittels der sog. Strukturfunktionen, wie sie auch in der tiefinelastischen Lepton-Nukleon-Streuung üblich sind, zu parametrisieren. Der doppelt differentielle Wirkungsquerschnitt nach den Bjorken Skalenvariablen  $x$  und  $y$  ist für die benutzte experimentelle Akzeptanz

$$d\sigma(e\gamma \rightarrow eX) = (16\pi\alpha^2 \cdot EE_\gamma / Q^4) \cdot (1-y) \cdot F_2(x, Q^2).$$

Das heißt also, daß der Wirkungsquerschnitt durch eine Strukturfunktion beschrieben wird. Der Vorteil dieser Strukturfunktion ist, daß sie direkt aus der Theorie — sowohl des reinen Quark-Parton-Modells als auch der QCD — hergeleitet werden kann. In Abb. 17 ist die Messung von  $F_2(x, Q^2)$  in Abhängigkeit von  $x$  für ein  $\langle Q^2 \rangle = 5 \text{ GeV}^2$  dargestellt. Der Vergleich mit mehreren Modellen ergibt, daß eine Beschreibung durch die VMD allein nicht ausreicht, und daß die punktförmigen Anteile, wie sie etwa durch die QCD beschrieben werden, hinzugenommen werden müssen.

Eine detaillierte Analyse, die vor allem über eine wesentlich höhere Statistik verfügt (es wurden ca. 120 Ereignisse entsprechend einer integrierten Luminosität von  $2.5 \text{ pb}^{-1}$  berücksichtigt), kann dann Aufschluß über die Richtigkeit von QCD Vorhersagen geben und z.B. den QCD Abschneideparameter  $\Lambda$  bestimmen. Die vorgelegte Analyse ist mit einem  $\Lambda_{\overline{\text{MS}}} = 0.2$  verträglich.

Abgesehen von den theoretischen Problemen bei der Herleitung der Strukturfunktion sind die experimentellen Probleme nicht zu unterschätzen. Insbesondere die Entfaltung der beobachteten  $Q^2$  und  $W$  (bzw.  $x$ ) Werte in korrigierte Größen erfordert sehr genaue Kenntnis der Detektoreigenschaften.

Durch die Tatsache, daß viele Ereignisse stark in Strahlrichtung ausgerichtet sind, werden Meßgenauigkeit und Akzeptanz für die hadronischen Ereignisse im Zwei-Photonen-Kanal gegenüber den Ereignissen der  $e^+e^-$ -Annihilation beeinträchtigt. Da  $Q^2$  nicht nur durch die Energie des gestreuten Elektrons, sondern auch durch den Winkel bzgl. der Strahlrichtung bestimmt ist, sind genaue Messungen dieser Größen außerordentlich wichtig. Diese Erfordernisse haben wir als Richtschnur für den Entwurf der eingangs erwähnten neuen Vorwärtsspektrometer benutzt.

## Der erweiterte PLUTO-Detektor (PLUTO 1981)

Ermutigt durch die obengenannten Ergebnisse in der Zwei-Photon-Physik, die die PLUTO Kollaboration mit einfachen Vorwärts-"Taggern" erzielte, wurde eine grundlegende Modifikation des Detektors in Vorwärtsrichtung in den Jahren 1980/81 vorgenommen. Der ursprüngliche Experimentiervorschlag wurde am 25. 9. 79 vom PRC genehmigt. Der im Sommer 1981 fertiggestellte Detektor weicht von diesem Vorschlag insbesondere in der Gesamtlänge des Detektors ab, weil durch die Einführung einer stärkeren Strahlfokussierung bei PETRA (Mini- $\beta$ -Schema) wesentlich weniger Platz für die Experimente, insbesondere in Vorwärtsrichtung, zur Verfügung steht.

*physikalische  
Zielsetzung*

Wie bereits bei der obigen Diskussion der Messung der Strukturfunktion erwähnt, ist es für detaillierte Untersuchungen im Rahmen der Zwei-Photon-Physik unerlässlich, auch über einen guten Nachweis von Hadronen in der Vorwärtsrichtung (Polarwinkel  $\Theta < 300$  mrad) zu verfügen. In der zu untersuchenden Reaktion

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^- \gamma^* \gamma^* \rightarrow e^+e^- X, \quad X = \text{Hadronen, Leptonen}$$

haben die auslaufenden Elektronen das typische Bremsstrahlungs-Verhalten, welches kleine Winkel bevorzugt, und das Ruhesystem des Endzustandes  $X$  stimmt im allgemeinen nicht mit dem Laborsystem überein. Im Laborsystem werden daher auch die Teilchen des Endzustandes  $X$  bevorzugt unter kleinen Polarwinkeln erwartet. Daher muß ein spezialisierter Zwei-Photon-Detektor in diesem Winkelbereich eine gute Überdeckung sowohl für Impulsmessung als auch für Teilchenidentifikation haben.

Beim Detektor PLUTO 81 wurde versucht, diese Forderungen mit zwei identischen Vorwärtsspektrometern zu verwirklichen. Sie sind aufgebaut aus einem magnetischen Spektrometer, Schauerzählern, Flugzeit- und Schwellen-Cerenkovzählern für die Teilchenidentifikation; den Abschluß bildet ein Myonen-Detektor. Die Anordnung ist in den Abbildungen 18 und 19 gezeigt.

*Aufbau*

Die magnetischen Spektrometer bestehen aus Driftkammer-Teleskopen und je einem Dipolmagneten vom Septum Typ (s. Abb. 20) mit einer Ablenkkraft von  $\int B dl = 2.5$  Tm. Bezüg-

*Septum-Magnete*



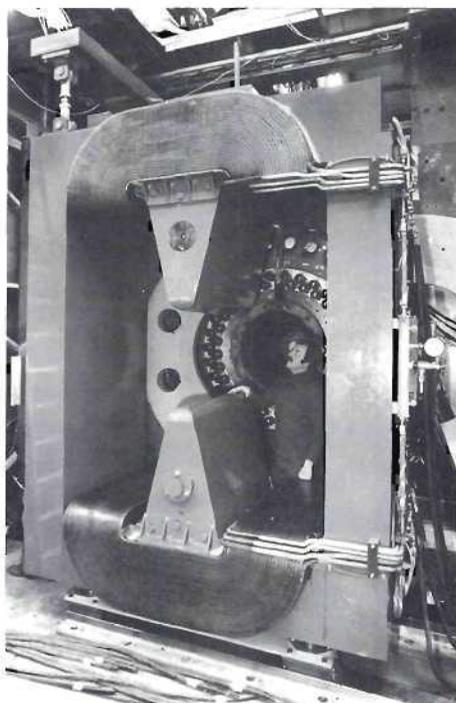
**Abb. 19:**  
**Aufbau des PLUTO-Vorwärts-**  
**spektrometers, von oben gese-**  
**hen. Um das Strahlrohr (Bildmitte**  
**von oben nach unten) gruppieren**  
**sich die einzelnen Komponenten**  
**(v. oben nach unten) PLUTO-**  
**Spule mit Zentral-Detektor, Vor-**  
**wärtsspektrometer mit aufgefahr-**  
**enen Septummagneten und**  
**Driftkammerlagen vor und hinter**  
**dem Magneten, LAT und  $\mu$ -**  
**Detektor (ebenfalls aufgefah-**  
**ren) sowie die Quadrupole der Mini- $\beta$ -**  
**Anordnung.**

lich des Elektronenstrahls von PETRA hat dieser Magnet eine Quadrupolkomponente, deren Wirkung auf den Strahl durch einen um  $45^\circ$  gedrehten Quadrupol (Abb. 12b, Nr. 16) kompensiert wird. Untersuchungen mit verschiedenen PETRA Optiken ergaben, daß der Einfluß dieser Magnetfelder keine nachweisbare Veränderung der Gesamtluminosität bewirkt. Der Septummagnet besitzt im Innern ein relativ inhomogenes Magnetfeld und hat ein starkes Streufeld nach außen. Um die geplante Impulsauflösung des Spektrometers zu erreichen, war es daher notwendig, das Feld genau zu vermessen. Mit der bei DESY entwickelten Feldmeßmaschine wurden die drei Feldkomponenten an ca.  $10^5$  Punkten bestimmt. Die gemessene Feldmatrix ist Basis für die genaue Impulsbestimmung. Messungen des Streufeldes an kritischen Punkten gaben Auskunft über erforderliche Abschirmmaßnahmen für Photomultiplier in der Nähe der Septummagnete.

#### *Driftkammern*

Die Lage der Teilchenspur wird vor und hinter dem Septummagneten mittels ebener Driftkammern gemessen. Mehrere Lagen gekreuzter Drahtebenen bilden eine Einheit mit der die Koordinaten der Spur im Raum ohne Ambiguitäten festgelegt werden können. Jeweils drei dieser Einheiten befinden sich vor, zwei hinter den Magneten. Im Berichtsjahr wurden 25000 Signal- und Potentialdrähte auf Rahmen gespannt, die dann zu den genannten Einheiten zusammengebaut wurden. Die Installation der ersten drei Einheiten erfolgte im Juli 1981 nach dem Einbau der Vakuumkammer (s. Abb. 21). Im Experiment erwiesen sich die

Abb. 20:  
PLUTO Septummagnet beim Einbau.

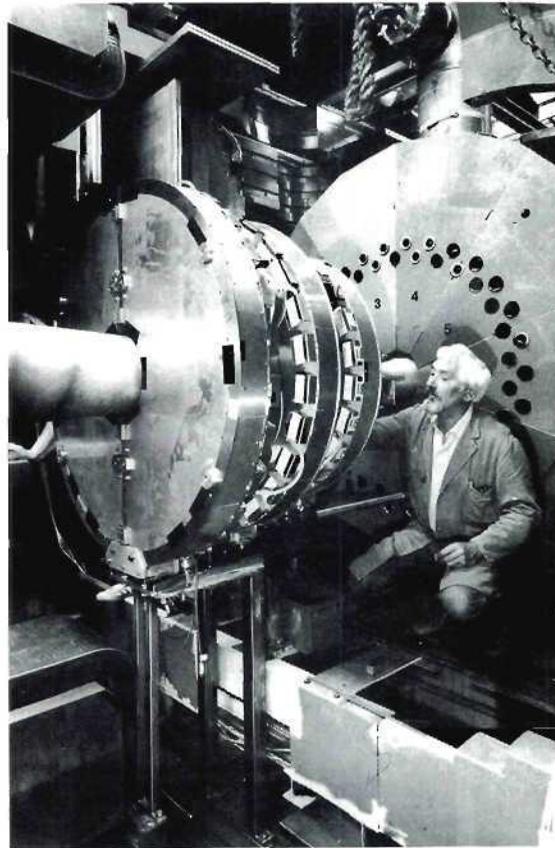


Kammern als außerordentlich zuverlässig. Zur Auswertung der Kammersignale wurden Vorverstärker entwickelt und gebaut. Die an der Kammer verstärkten und angepaßten Signale gehen über 20 m lange Koaxkabel zur zentralen Elektronik, wo ihre Ankunftszeit digital umgesetzt wird. Dazu wurden TDC-Karten mit je 16 Kanälen entwickelt und in Serie gebaut. Für die Vorwärtsdriftkammern (mit 4496 Signalkanälen) wurden 281 TDC-Karten benötigt, weitere 256 Karten waren für die zylindrische Driftkammer bestimmt (s. u.).

Zum Nachweis elektromagnetischer Schauer werden Blei-Szintillator-Kalorimeter verwendet. Ihre Hauptaufgabe ist es, als "Tagger" Energie und Winkel der gestreuten Elektronen zu messen. Das System überdeckt einen Polarwinkelbereich von  $28 < \Theta < 260$  mrad und besteht aus zwei baulich unterschiedlichen Komponenten, dem Klein-Winkel Tagger (SAT) und dem Großwinkel Tagger (LAT), die die Bereiche  $28 < \Theta < 62$  mrad und  $85 < \Theta < 260$  mrad überdecken. Der LAT ist in seiner Konzeption eine Weiterentwicklung des bereits vorher bei PLUTO verwendeten LAT. Er hat eine Dicke von 14.5 Strahlungslängen und besteht aus 26 getrennt ausgelesenen Modulen. Nach etwa 1 Strahlungslänge befindet sich im LAT eine Doppellage von gekreuzten Proportionalröhren, die die Position des Schauers auf  $\pm 0.5$  cm bestimmen. Die Energieauflösung bei 17.5 GeV beträgt  $\sigma_E / E = 6$  %.

*Schauerzähler  
LAT/SAT*

Der SAT wurde neu entwickelt. Er hat eine Symmetrie in  $\Phi$  ("Tortenform") und besteht aus 12 doppelt (innen und außen) ausgelesenen Blei-Szintillator-Schauerzählern von 18 Strahlungslängen Dicke. Die Auslese erfolgt über Wellenlängenschieber und Photomultipliern. Vor dem SAT befindet sich eine Doppellage von gekreuzten Proportionalröhren, um den Eintrittsort des Elektrons zu bestimmen. Aus einer Messung mit Bhabha Elektronen bei  $E = 17.5$  GeV ergab sich eine Energieauflösung von  $\sigma_E / E = 3.9$  %.



**Abb. 21:**  
Drei Driftkammereinheiten eines Vorwärts-Spektrometers zwischen PLUTO-Magnet und Septummagnet.

*Flugzeitzähler*

Etwa 3.7 m entfernt vom Wechselwirkungspunkt, vor dem LAT, befindet sich das Flugzeitsystem, bestehend aus z.T. doppelt ausgelesenen Szintillator-Ebenen. Mit diesem System wird es möglich sein,  $\pi$ , K, p-Trennung bei Impulsen unterhalb 1 GeV/c durchzuführen. Dabei sollte angemerkt werden, daß in diesem Impulsbereich mehr als die Hälfte aller Spuren eines hadronischen Zwei-Photon-Ereignisses liegt. Bisher wurde eine Zeitauflösung von 0.5 nsec erreicht.

*Cerenkov-Zähler*

Der Cerenkov-Zähler, der das Feldvolumen des Septummagneten ganz ausfüllt, dient zur Abtrennung der Elektronen von allen schwereren Teilchen, die das Vorwärtsspektrometer durchlaufen. Die Zähler sind mit  $\text{CO}_2$ -Gas gefüllt, das einen Brechungsindex von  $n = 1.000450$  hat. Durchlaufende Elektronen erzeugen im Gasraum Licht, wenn ihre Energie größer als 17 MeV ist (Schwellenenergie), das über Spiegel auf Photomultiplier gelenkt wird. Schwere Teilchen, wie z.B. ein Pion, müssen mehr als 4200 MeV Energie haben, um Licht zu erzeugen. Da die meisten Pionen aus  $\gamma\gamma$ -Reaktionen nicht mehr Energie als  $\approx 1000$  MeV mitbringen, geben diese und alle schweren Teilchen im Zähler kein Signal. Der Schwellen-Cerenkov-Zähler identifiziert also Elektronen und unterscheidet damit die gestreuten Elektronen der  $\gamma\gamma$ -Reaktion von allen anderen Teilchen.

Der Ausbau des PLUTO Detektors für die Messungen der Photon-Photon Wechselwirkung bedingte eine wesentliche Neukonstruktion des bestehenden Myonnachweis-Systems um den zentralen Detektor, sowie eine Neukonstruktion von zwei weiteren Myondetektoren, die am Ende der neuen Vorwärtsspektrometer aufgebaut wurden. Der im vergangenen Experiment verwendete Typ von Driftkammern als Ortsdetektoren hatte sich vorzüglich bewährt. Da aber der Ausbau neue Kammern und andere Größen erforderte, ergab sich die Gelegenheit der Weiterentwicklung dieses Typs im Hinblick auf noch wirtschaftlichere Herstellung und größere Flexibilität im Einsatz dieser Kammern. Die neue Einheit verwendet ein spezielles Aluminiumprofil, aus dem vier Driftkammerzellen in zwei Ebenen aufgebaut sind, die um einen halben Driftraum gegeneinander verschoben sind. Solche Einheiten können geschachtelt jede Flächenform abdecken und brauchen nur in der Länge zugeschnitten zu werden. Es wurden fast 200 solcher Einheiten hergestellt und installiert.

*Myon-Detektoren*

Mit dem Vorschlag zum Ausbau des PLUTO Detektors für die Spezialisierung auf Zwei-Photonen Wechselwirkungen war auch der Bau einer zylindrischen zentralen Driftkammer verbunden, die den gegenwärtigen Spurendetektor (12 Proportional- und 2 Driftkammern) ersetzen soll. Dieser Detektor war zwar im August 1981 fertig verdrahtet, er konnte aber nicht zu der im Oktober beginnenden Meßperiode eingebaut werden, da vor einer Installation noch ein umfangreiches Testprogramm durchgeführt werden muß. Abb. 22 zeigt den noch offenen, fertig verdrahteten Spurendetektor. Er hat 21 zylindrische Driftzellenflächen, von denen 11 achsenparallele Drähte haben, in je 5 Flächen dazwischen sind die Drähte um  $\pm 6^\circ$  zur Achse geneigt. Letztere dienen zur z-Messung einer Spur. Die Driftzellen haben um den Signaldraht 6 Potentialdrähte in hexagonaler Anordnung. Die Löcher zur Aufnahme der Drahthalterungen wurden auf einem Koordinatenbohrwerk mit einer Genauigkeit von  $\pm 30 \mu$  in die Stirnscheiben gebohrt. An einem Testmodul wurde das Verhalten dieser Kammer im 16 k Gaus Feld des PLUTO-Magneten in der ersten Hälfte 1981 ausgiebig getestet. Es ergab sich eine Ortsauflösung von  $\sigma_{r,\phi} = 160 \mu$ . Die Kammer hat insgesamt 4.112 Signal- und 16.448 Potentialdrähte.

*neuer zentraler  
Spurendetektor*

Für die Auslese der Driftkammer-Signale wurden Vorverstärker entwickelt und in Karten zu je 8 Signalkanälen gebaut (512 Vorverstärker-Karten). Die auf  $50 \Omega$  angepaßten Drahtsignale gehen über in 8-fach Koaxkabel zur Zentral-Elektronik außerhalb des Detektors, wo ihre Ankunftszeit gemessen wird (TDC). Für die Zeit-Digitalisierung wurden Karten zu je 16 Signalkanälen entwickelt und gebaut (256 TDC-Karten). Der 10 bit Digitalisierer hat einen Bereich von 500 nsec bei einer Auflösung von 0.5 nsec.

Der Einsatz des zentralen Driftkammer-Systems als Detektor für geladene Spuren im PLUTO hat eine Reihe von erheblichen Verbesserungen zur Folge: Die Impulsauflösung ( $\sigma_p / p^2 = 0.85 \%$ ) verbessert sich um den Faktor 5. Bei Impulsen unterhalb 1 GeV/c, die in  $2\gamma$ -Reaktionen am häufigsten sind, ist die Verbesserung noch erheblich größer, weil die Vielfachstreuung in der neuen Kammer kaum noch eine Rolle spielt. Auch die Spuren in Vorwärtsrichtung werden genauer gemessen. Die Massebelegung des Kammer-Systems ist 30mal geringer, was die unerwünschten elektromagnetischen Wechselwirkungen im Kammervolumen stark reduziert.

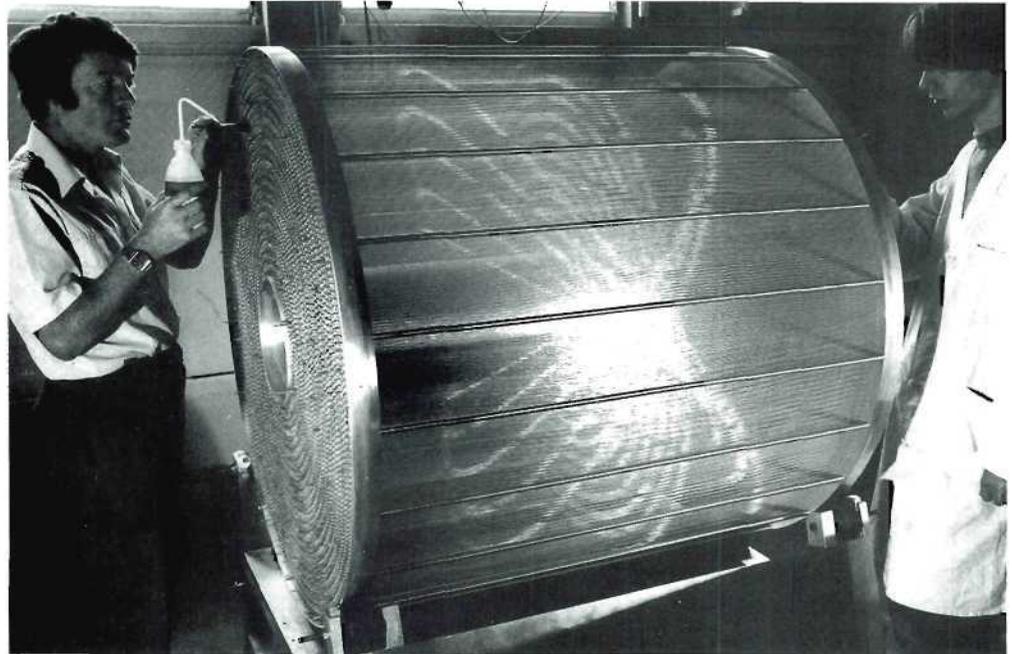


Abb. 22: Zentrale Driftkammer nach der Verdrahtung. Die Kammer hat 21 Ebenen von Driftzellen auf Radien von 140 bis 547 mm. Die Drähte jeder zweiten Ebene sind gegen die Achse um einen Winkel  $\alpha \approx \pm 6^\circ$  geneigt. Die Neigung der Drähte gegen die Achse ist in den Ringreflexen deutlich sichtbar.

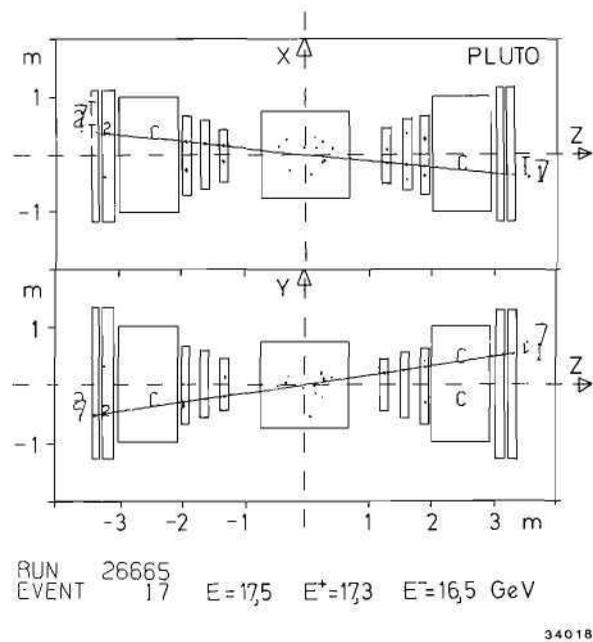


Abb. 23a: Bhabha Ereignis im Zentral- und im Vorwärtsdetektor von PLUTO.

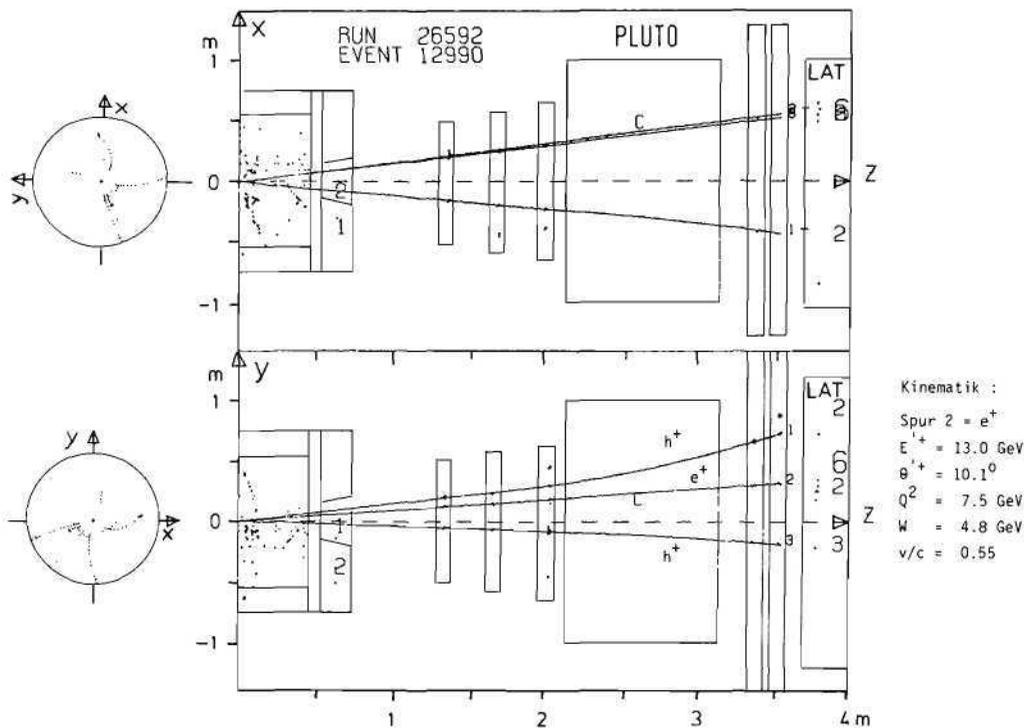


Abb. 23b: Hadronisches Vielspurereignis im Zentral- und im Vorwärtsdetektor von PLUTO.

Für die Vorwärtsspektrometer mußte auch eine neue Vakuumkammer entworfen werden, die beiderseitig Austrittsfenster in den Akzeptanzbereichen  $1.5^\circ$  bis  $4^\circ$  und  $5^\circ$  bis  $15^\circ$  zur Strahlachse hat, siehe Nr. 17 in Abb. 12b. Der Konus links und rechts vom Zentralteil besteht aus dünnwandigem Aluminium, ebenso das Austrittsfenster vor dem SAT (Nr. 12). Um Flansche zu vermeiden, die die Akzeptanz einengen würden, wurden 7 m Kammerlänge durch Lamellenschweißung an zwei Stellen bei der Installation zu einer Einheit verbunden.

Vakuumkammer

Die Pumpen vor dem Septummagnet (Nr. 14) stehen im Bereich starken magnetischen Streuflusses, wo die üblichen Ionengetterpumpen nicht arbeiten können. Es wurden daher zwei neuartige UHV-Pumpen installiert, die sowohl einen sehr geringen Raumbedarf haben, als auch ohne Zerstäubung oder Verdampfung des Gettermaterials arbeiten (NEG = Non Evaporable Getter). Das auf einem Metallstreifen aufgebrachte Gettermaterial besteht aus einer Zirkon-Aluminium Legierung. Die Pumpleistung eines Mäander-Moduls beträgt 1000 l/sec, die Adsorptionsleistung rund 10 l/Torr gr Gettermaterial. Diese Pumpen haben sich im Betrieb bewährt. Sie müssen gelegentlich durch Ausheizen reaktiviert werden. Die Nachweiselemente der Vorwärtsspektrometer sind auf zwei Lafetten aufgebaut, die ehemals bei DORIS die Spektrometerarme des DASP-Detektors trugen. Zur Unterstützung in der 2.3 m tiefen Grube in der NO-Halle mußten außerdem zwei Grubengestelle gebaut werden. Gleichzeitig mit dem Umbau der Vorwärtsspektrometer wurde auch die PLUTO-Kryogenik, die vorher stationär war, in ein fahrbares Gestell mit 2 Etagen eingebaut und mit den drei anderen Lafetten gekoppelt. Schließlich wurde das Gassystem zur Versorgung der Driftkammern teilweise erneuert und in einem Gashaus außerhalb der Halle NO installiert.

Vakuumpumpe,  
Kryogenik

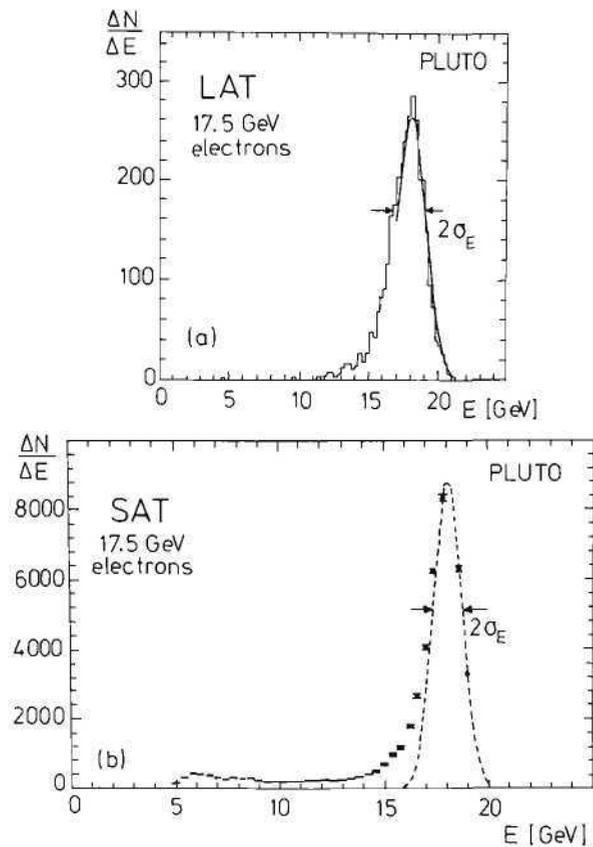


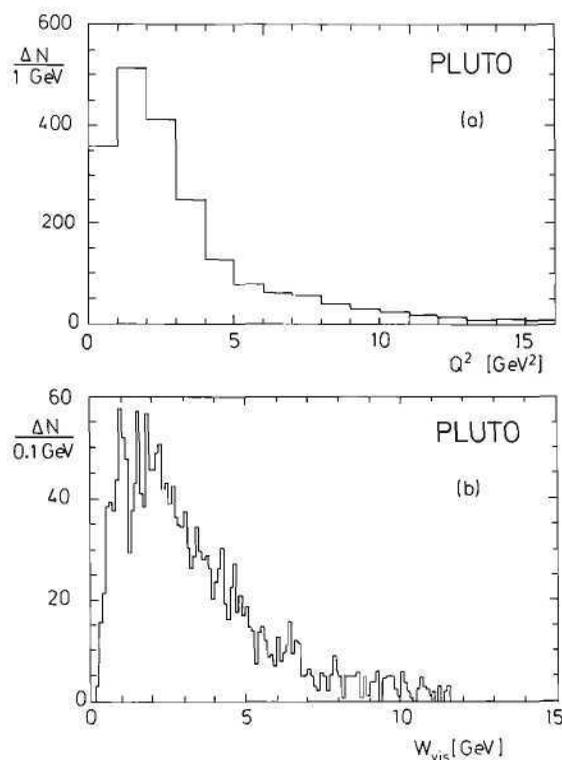
Abb. 24: Energie-Auflösung des LAT und SAT für Bhabha Elektronen von 17.5 GeV Energie.

Die Strom- und Wasserversorgung der Septummagnete erforderte den Aufbau einer Kühlwasserversorgung und, außerhalb der Halle NO, einer Stromversorgung. Alle geschilderten Arbeiten wurden bei DESY durchgeführt.

*erste Daten*

Die beiden Vorwärtsspektrometer wurden im Sommer am PLUTO-Detektor installiert. Mit diesen Spektrometern hat PLUTO einzigartige Nachweismöglichkeiten im Winkelbereich  $5^\circ - 15^\circ$  zum Strahl. Im August wurde das Experiment in die Wechselwirkungszone der NO Halle geschoben. Daten wurden in der Zeit von Oktober bis Dezember genommen. In dieser Zeit konnte eine integrierte Luminosität von ca.  $12 \text{ pb}^{-1}$  gewonnen werden.

Da die speziellen Eigenschaften der Zwei-Photon Physik es notwendig machten, Detektor-komponenten z.T. sehr dicht am Strahlrohr aufzubauen, wurde mit großen Untergrundproblemen gerechnet. Daher wurde das Strahlrohr sorgfältig durch Bleimanschetten abgeschirmt. Diese Maßnahme erwies sich als zweckmäßig und ausreichend. Im allgemeinen blieb selbst bei höchster Luminosität die Triggerrate unter 8/sec.



**Abb. 25: Kandidaten für tiefinelastische Elektron-Photon-Streuung  $e\gamma \rightarrow eX$ , Ereignissignatur: Einzel-Tag im LAT und 2 nichtschauende Spuren. Gezeigt sind die beobachtete  $Q^2$ -Verteilung und die beobachtete Verteilung der invarianten Masse  $W$  des Endzustandes  $X$ .**

Nach kurzer Einlaufzeit erwies sich, daß die neuen Detektorkomponenten im Routinebetrieb funktionierten. Die ersten Daten führten auch zur vorläufigen Kalibrierung der Komponenten und damit zur Kontrolle der erwarteten Eigenschaften. Abb. 23 zeigt ein Bhabha-Ereignis im Vorwärtsspektrometer (a) und ein hadronisches Vielspur-Ereignis (b) mit Spuren in den Zentral- und Vorwärtskammern. Es zeigt sich, daß die entwickelten Rechenprogramme in der Lage sind, solche Spuren im Vorwärtsspektrometer zu analysieren und Impulse zu errechnen. Mit 17.5 GeV-Elektronen der Bhabha Streuung wurde eine Impulsauflösung von  $\sigma_p = 5\% \cdot p$  (in GeV) gemessen, ein Wert, der aus Monte Carlo-Rechnungen für Elektronen erwartet wurde. Die erwartete Impulsauflösung für Hadronen ist besser, weil diese auf ihrem Weg durch das Spektrometer nicht schauern, und liegt bei  $1.8\% \cdot p$ . Diese Messung erfordert mehr Statistik und ist z. Zt. noch nicht abgeschlossen. Abb. 24 zeigt zwei Beispiele für gemessene, noch unkorrigierte Verteilungen. Abb. 24a ist die Energieverteilung von 17.5 GeV Elektronen im LAT, die eine relative Breite  $\sigma_E / E = 6\%$  hat. Die gleiche Verteilung für den SAT, Abb. 24b, ergibt  $\sigma_E / E = 3.9\%$ .

Eine erste — noch sehr vorläufige — Auswertung für etwa 2000 im LAT nachgewiesene Einzel-tag Ereignisse ergaben die in Abb. 25 gezeigten Verteilungen für  $Q^2$  und  $W$ . Die Verteilung Abb. 25a enthält rund 1600 Ereignisse mit  $Q^2 > 1$  GeV. Die erste veröffentlichte Analyse der Strukturfunktion  $F^2(x, Q^2)$  mit  $x = Q^2 / (Q^2 + W^2)$ , basierte auf nur 120 Ereignissen in diesem Bereich der virtuellen Photonmasse  $Q^2$ . Die im Berichtsjahr 1981 gewonnene Datenmenge wird sich voraussichtlich bis zum Ende der Meßperiode im Juli 1982 vervierfachen. Auf dieser Basis ist zu erwarten, daß die Strukturfunktion  $F_2$  des Photons mit hoher Genauigkeit gemessen werden kann.

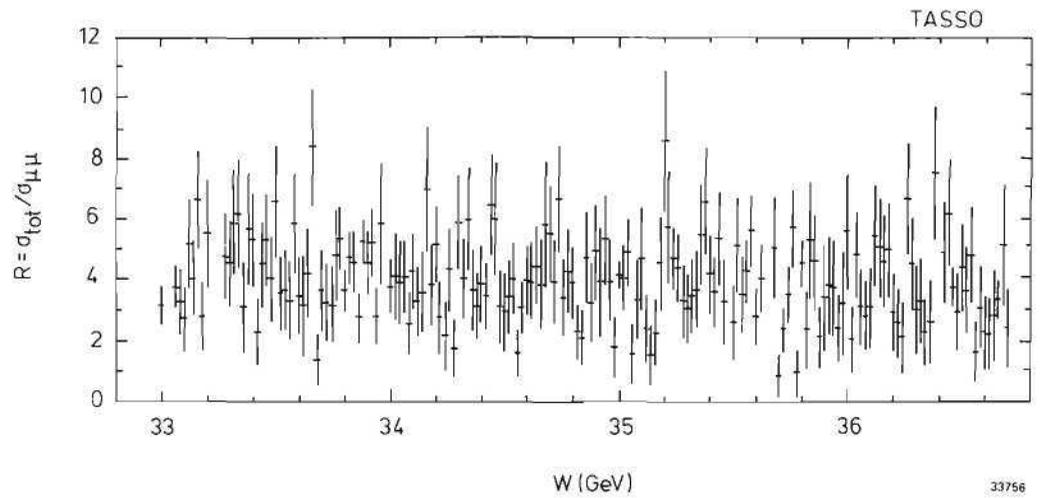


Abb. 26: Das Verhältnis  $R = \sigma_{\text{tot}}(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}) / \sigma_{\mu\mu}$  ( $\sigma_{\mu\mu} = 4\pi\alpha^2/3s$ ) zwischen 33 und 36.7 GeV gemessen in 20 MeV Schritten.

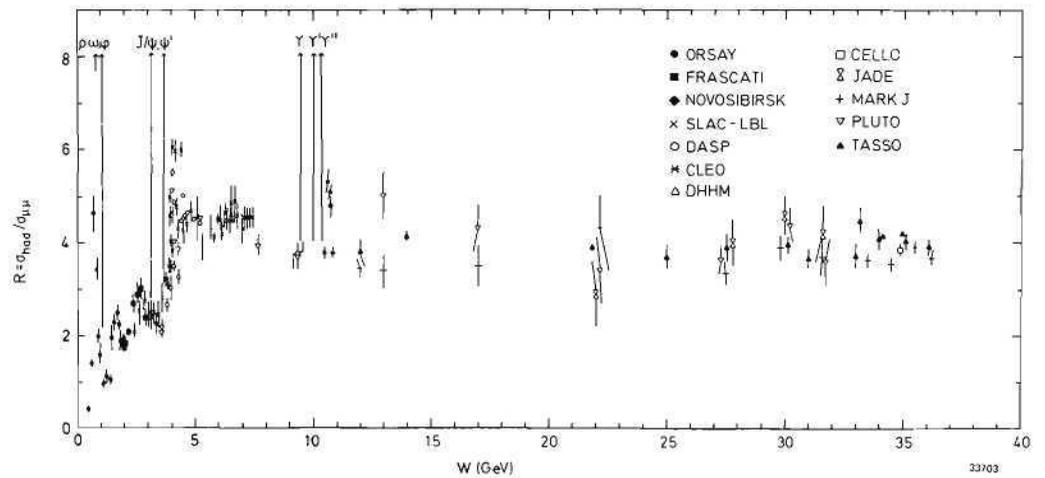


Abb. 27: Das Verhältnis  $R = \sigma_{\text{tot}}(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}) / \sigma_{\mu\mu}$  gemessen von diesem und anderen Experimenten.

## TASSO-Kollaboration

Beteiligte Institute: DESY, Universitäten Aachen, Bonn, Hamburg, I.C. London, Universität Oxford, Rutherford-Appleton Laboratory, Didcot, Weizmann Institute, Rehovot, Universität Wisconsin

### Physikalische Ergebnisse

In der Winterpause 1980/81 wurden durch Einbau von zusätzlichen Quadrupolen (Minibeta-Anordnung) in den Wechselwirkungszonen von PETRA die  $\beta$  Amplituden verkleinert. Das führte zu einer Luminositätserhöhung um einen Faktor 3, was die physikalischen Möglichkeiten des Experiments entscheidend erweitert hat.

Im Verlauf des Jahres 1981 wurden Daten bei Schwerpunktsenergien von  $W = 14 \text{ GeV}$  ( $1631 \text{ nb}^{-1}$ ),  $22 - 25 \text{ GeV}$  ( $3240 \text{ nb}^{-1}$ ) und  $33 - 35 \text{ GeV}$  ( $27\,748 \text{ nb}^{-1}$ ) genommen. Am Jahresende waren 11000 hadronische Ereignisse gemessen, die über Ein-Photon-Vernichtung

$$e^+e^- \rightarrow \gamma \rightarrow \text{Hadronen}$$

bei  $W \geq 30 \text{ GeV}$  erzeugt worden waren.

Die Arbeiten der TASSO-Kollaboration konzentrierten sich auf folgende Schwerpunkte:

- (i) Suche nach schmalen Resonanzen im totalen hadronischen Wirkungsquerschnitt  $\sigma_{\text{tot}}$
- (ii) Präzisionsmessung von  $\sigma_{\text{tot}}$  im Bereich  $W = 12 - 36.7 \text{ GeV}$
- (iii) Fragmentation von Quarks und Gluonen in Hadronen
- iv) Suche nach einem Beitrag des neutralen schwachen Stroms zur Lepton-Paarzeugung und in hadronischen Prozessen
- v) Exklusive und harte Prozesse in  $\gamma\gamma$  Stößen.

Die Suche nach schmalen Resonanzzuständen in  $\sigma_{\text{tot}}$  wurde 1981 im Energiebereich  $W = 33 - 34 \text{ GeV}$  fortgesetzt. Das Ergebnis ist in Abb. 26 zusammen mit früheren Messungen dargestellt als Verhältnis

*schmale  
Resonanzen*

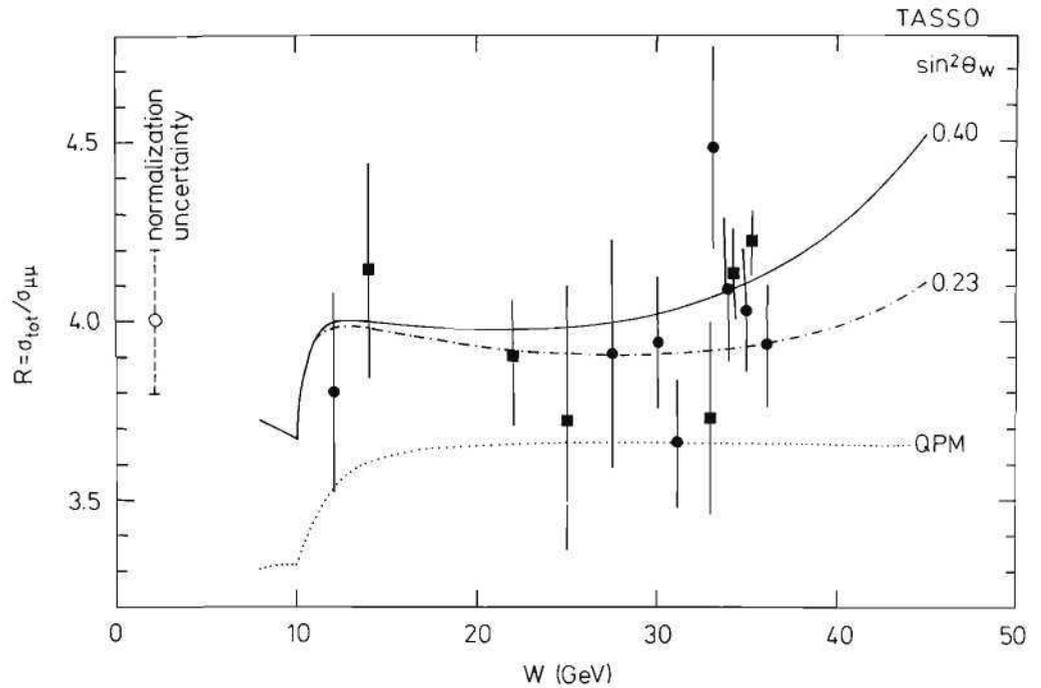
$$R = \sigma_{\text{tot}} / \sigma_{\mu\mu} \quad (\sigma_{\mu\mu} = \frac{4\pi\alpha^2}{3s} = \frac{87 \text{ nb}}{s \cdot (\text{GeV})^2})$$

Im ganzen vermessenen Bereich ( $29.92 - 31.46 \text{ GeV}$  und  $33.0 - 36.7 \text{ GeV}$ ) wurde kein statistisch signifikantes Signal beobachtet. Die oberen Grenzen (95 % Vertrauensgrenze) für den Beitrag einer schmalen Resonanz ( $\Gamma < 10 \text{ MeV}$ ) und für das Produkt aus leptonischer Breite,  $\Gamma_{ee}$ , und Verzweigungsverhältnis in Hadronen,  $B_h$ , sind

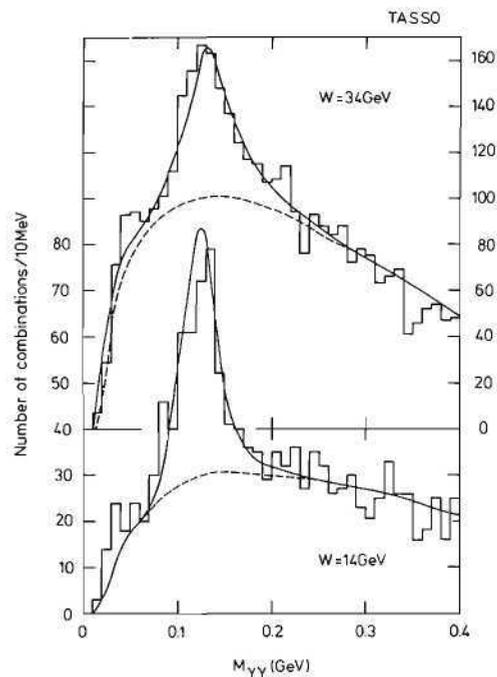
W (GeV)	$\int \sigma dW$ (nb MeV)	$\Gamma_{ee} B_h$ (keV)
29.9 — 31.46	40	1.6
33.0 — 36.7	31	1.5

Damit ist z.B. in diesem Bereich die Existenz eines Vektorgrundzustandes aus  $Q\bar{Q}$  mit Quarkladung  $2/3$  ausgeschlossen. Dafür wird  $\Gamma_{ee} = 5 \text{ keV}$  und  $B_h = 0.7$  erwartet. Der totale hadronische Wirkungsquerschnitt  $\sigma_{\text{tot}}$  ist eine fundamentale Größe. Im Quarkparton-Modell mißt  $\sigma_{\text{tot}}$  die Summe der Quadrate der Quarkladungen,  $e_q$ :

$$R = \sigma_{\text{tot}} / \sigma_{\mu\mu} = 3 \sum_q e_q^2$$

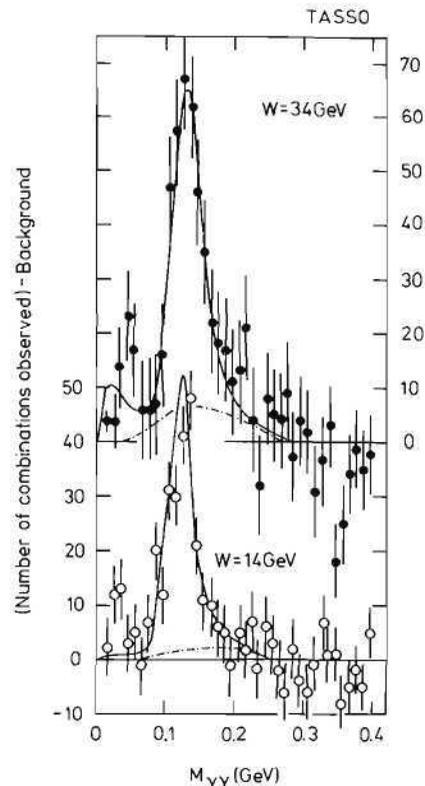


**Abb. 28:** Das Verhältnis  $R = \sigma_{\text{tot}}(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}) / \sigma_{\mu\mu}$ . Die angegebenen Fehler enthalten die statistischen und Punkt-zu-Punkt systematischen Fehler. Die über alles gehende Normierungsunsicherheit von  $\pm 4.5\%$  ist nicht enthalten. Die punktierte Kurve zeigt die Erwartung des Quark-Parton-Modells. Die ausgezogene Kurve zeigt die Anpassung mit QCD Korrekturen und elektroschwachen Beiträgen. Die strichpunktierte Kurve ist für  $\alpha_s(s = 1000 \text{ GeV}^2) = 0.18$  und  $\sin^2\theta_W = 0.23$  gerechnet worden.



**Abb. 29:**  $\gamma\gamma$ -Massenverteilungen für  $W = 14$  und  $34 \text{ GeV}$  für Photonenenergien  $E_\gamma > 0.15 \text{ GeV}$  und  $0.5 < E_{\gamma\gamma} < 4 \text{ GeV}$ . Die ausgezogenen Kurven zeigen die Summe der Beiträge von  $\pi^0$  Erzeugung und Untergrund.

**Abb. 30:**  
Die untergrundsabtrahierten  $\gamma\gamma$  Massenverteilungen im  $\pi^0$  Massenbereich für  $W = 14$  und  $34$  GeV. Die ausgezogenen Kurven zeigen die aus Monte Carlo Rechnungen erwartete Form des  $\pi^0$  Spektrums.

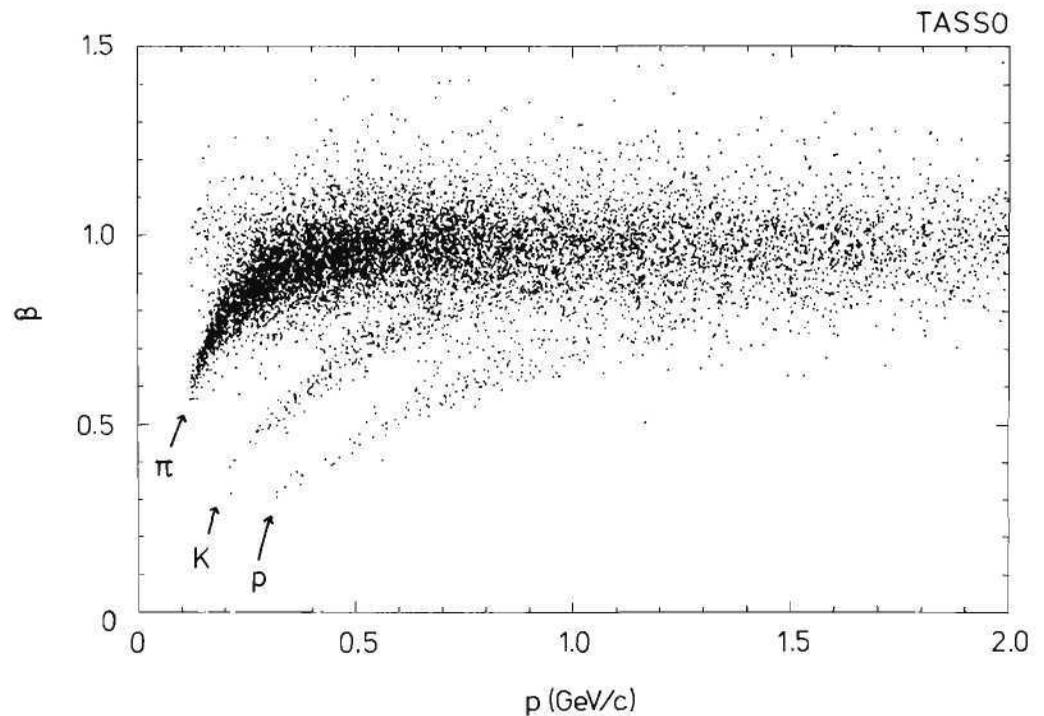


Falls Quarks nicht punktförmig sind, sondern eine innere Struktur haben, äußert sich das in einer Energieabhängigkeit von  $R$ . Die Quantenchromodynamik (QCD) modifiziert die Vorhersage des Quark-Parton-Modells und eine genaue Messung von  $R$  bei hohen Energien ermöglicht eine besonders klare Überprüfung der QCD. Bei hohen Energien erwartet man auch Beiträge des schwachen neutralen Stroms zu  $R$ . Diese Beiträge ebenso wie die QCD Korrekturen sollten klein sein. Ihr Nachweis erfordert deshalb eine hohe Messgenauigkeit. Die Genauigkeit der bisher veröffentlichten Messungen war nicht durch Statistik, sondern durch systematische Fehler von typischerweise 10 % begrenzt. Die TASSO-Kollaboration hat große Anstrengungen unternommen, die systematischen Fehler zu verringern. Abb. 27 zeigt die neuen  $R$ -Werte zwischen 12 und 36.7 GeV zusammen mit den Ergebnissen früherer Experimente. Die systematischen Fehler (nicht gezeigt) betragen im Schnitt 5.2 %. Davon rühren 4.5 % aus einer allgemeinen Normierungsunsicherheit, die für alle Energien dieselbe ist. Die Punkt-zu-Punkt Unsicherheit beträgt 2.7 %.

Die Meßwerte zwischen 14 und 36.7 GeV sind verträglich mit einem konstanten  $R$ . Der Mittelwert beträgt  $R = 4.01 \pm 0.03 \pm 0.20$ . Die Daten zeigen, daß Quarks bis zu Dimensionen von  $10^{-16}$  cm punktförmig sind. Der mittlere  $R$ -Wert liegt um  $0.34 \pm 0.03 \pm 0.20$  über der Vorhersage des Quark-Parton-Modells von  $R_{\text{QPM}} = 3.67$ . Die gemessenen  $R$ -Werte sind verträglich mit QCD und der Standardtheorie der schwachen Wechselwirkung (Abb. 28). Sie liefern für die starke Kopplungskonstante  $\alpha_s = 0.18 \pm 0.03 \pm 0.14$  und für den schwachen Mischungswinkel  $\Theta_w$ ,  $\sin^2\Theta_w = 0.40 \pm 0.16 \pm 0.02$ . Der Wert von  $\alpha_s$  ist in Einklang mit dem aus 3-Jet-Ereignissen gemessenen Wert. Das Ergebnis für  $\sin^2\Theta_w$  stimmt innerhalb des Fehlers mit dem Mittelwert von  $\sin^2\Theta_w = 0.228$  aus Lepton- Nukleonstreuxperimenten überein.

Bei hohen Energien werden die hadronischen Endzustände in der  $e^+e^-$ -Vernichtung praktisch ausschließlich über die Fragmentation von Quarks und Gluonen erzeugt. Man kann deshalb hoffen, über die Eigenschaften der Hadronen im Endzustand den Fragmentationsprozeß zu entschlüsseln. Weiter geben die erzeugten Teilchen Auskunft über die Quantenzahlen der primären Partonen, wie Ladung, Flavor usw.

*Struktur der Quarks*



**Abb. 31:** Teilchengeschwindigkeit  $\beta = p/E$  gemessen mit den Flugzeitzählern des Innendetektors gegen Impuls für Spuren von multihadronischen Ereignissen.

Im TASSO-Experiment wurde die inklusive Erzeugung

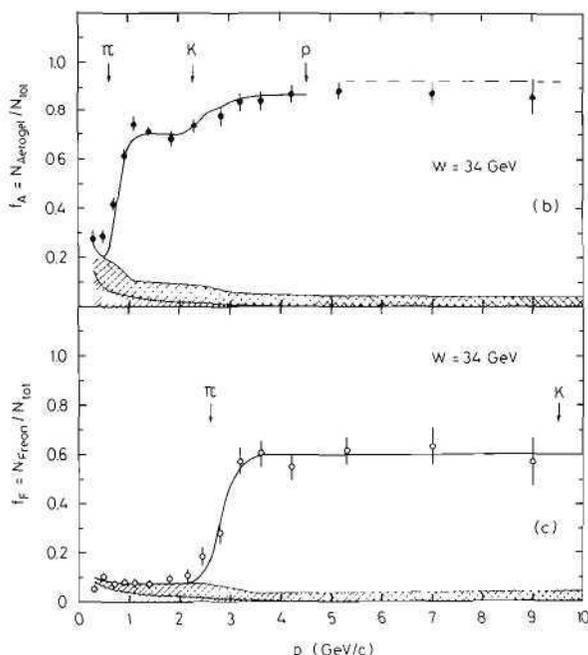
$$e^+e^- \rightarrow \text{Hadron} + X$$

für die in Tabelle 1 aufgeführten Teilchenarten untersucht. Das angewandte Meßverfahren und der Impulsbereich sind ebenfalls angegeben.

**Tabelle 1:** Teilchenarten für die der inklusive Wirkungsquerschnitt gemessen wurde.

Teilchenart	Methode	Impulsbereich (GeV/c)
$\pi$	Flugzeit (ITOF, HATOF)	0.3 — 10
$\pi^0$	Cerenkov Flüssig Argon (LABC)	0.5 — 4
K, p, $\bar{p}$	Flugzeit (ITOF, HATOF)	0.4 — 6, größer 10
$K^0$	Cerenkov $K_s^0 \rightarrow \pi^+\pi^-$	alle p
$\Lambda$	$\Lambda \rightarrow p\pi^-$	1 — 10

Die  $\pi^0$  Wirkungsquerschnitte wurden mit Hilfe der Flüssigargonkalorimeter gemessen. Für die Analyse wurden alle Photonen mit Energien oberhalb 0.15 GeV verwendet. Die  $\gamma\gamma$  Massenspektren für  $W = 14$  und 34 GeV sind in Abb. 29 für Energien des  $\gamma\gamma$  Systems von 0.5 — 4 GeV dargestellt. Für beide Schwerpunktenenergien wird ein klares  $\pi^0$  Signal beobachtet. Die gestrichelten Kurven zeigen den erwarteten Verlauf des Untergrunds im  $\pi^0$



**Abb. 32: Anteil der Spuren aus Multihadronereignissen bei  $W = 34$  GeV, die Licht im Aero-  
gelzähler erzeugen. Die Pfeile zeigen die Schwellen für  $\pi^\pm$ ,  $K^\pm$  und  $p$ ,  $\bar{p}$  (oben).  
Anteil der Spuren, die Licht im Freonzähler erzeugen (unten). Die schraffierten Bereiche ge-  
ben den Untergrundbeitrag an.**

Massenbereich. Nach Abzug des Untergrunds erhält man die in Abb. 30 gezeigten Verteilungen. Die  $\pi^0$  Massenauflösung beträgt

$$\sigma_M = 23 \pm 2 \text{ MeV } (W = 14 \text{ GeV}) \text{ bzw. } 31 \pm 2 \text{ MeV } (W = 34 \text{ GeV}).$$

$\pi$ , K und  $p$ ,  $\bar{p}$  wurden mit Hilfe der Flugzeitmessung bzw. mit der Cerenkov-Information der Hadronarme getrennt. Die Flugzeitauflösung beträgt 380 ps im Zentraldetektor (ITOF) und 450 ps in den Hadronarmen (HATOF). In Abb. 31 ist für die im ITOF gemessenen Teilchen Geschwindigkeit  $\beta$  gegen Impuls  $p$  aufgetragen. Bei Impulsen unterhalb 1 GeV/c sind die Teilchenbänder für  $\pi$ , K und  $p$ ,  $\bar{p}$  klar getrennt. Eine statistische Trennung ist für  $\pi$  und K bis 1 GeV/c möglich, für  $p$ ,  $\bar{p}$  bis 1.4 GeV/c.

Die Hadronarme sind mit drei aufeinanderfolgenden Cerenkovzählern ausgerüstet, Aero-  
gel ( $n = 1.024$ ), Frigen 114 ( $n = 1.0014$ ) und  $\text{CO}_2$  ( $n = 1.0043$ ). Zusammen mit der Flugzeit-  
messung ermöglichen sie  $\pi$ , K und p-Trennung bis zu den höchsten PETRA-Energien mit  
Ausnahme des Impulsbereichs 5 — 9 GeV/c, in dem Kaonen nicht von Protonen getrennt  
werden können. Abb. 32 zeigt für hadronische Ereignisse den Anteil der Teilchen, die im  
Aerogel bzw. Frigenzähler Licht geben. Die Schwellen für Pionen und Kaonen sind klar er-  
kennbar.

In Abb. 33 ist für geladene Teilchen der Anteil an  $\pi$ ,  $f_\pi$  aufgetragen. Bei kleinen Impulsen,  
 $p < 0.3$  GeV/c, sind praktisch alle Teilchen Pionen. Mit wachsendem Impuls sinkt der Pion-  
anteil und erreicht etwa 50 % bei  $p = 10$  GeV/c. Vorläufige Daten deuten darauf hin, daß  
bei  $p = 10$  GeV/c die übrigen 50 % je zur Hälfte aus K und  $p$ ,  $\bar{p}$  bestehen. Dieser große An-  
teil an Baryonen ist überraschend.

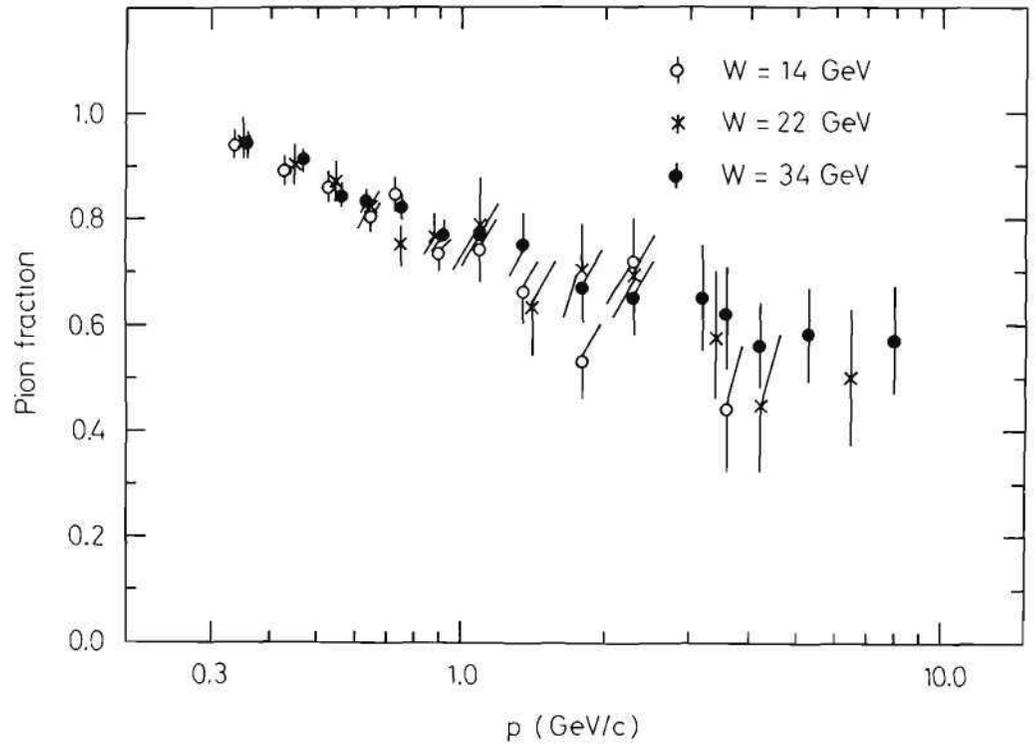


Abb. 33: Der Anteil von Pionen an geladenen Hadronen für  $W = 14, 22$  und  $34$  GeV.

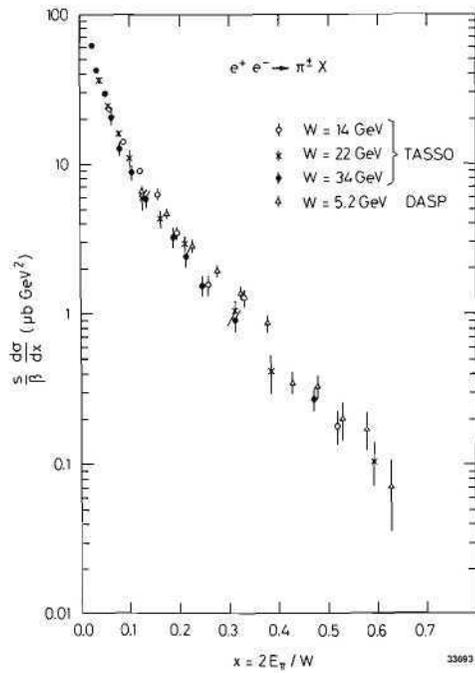
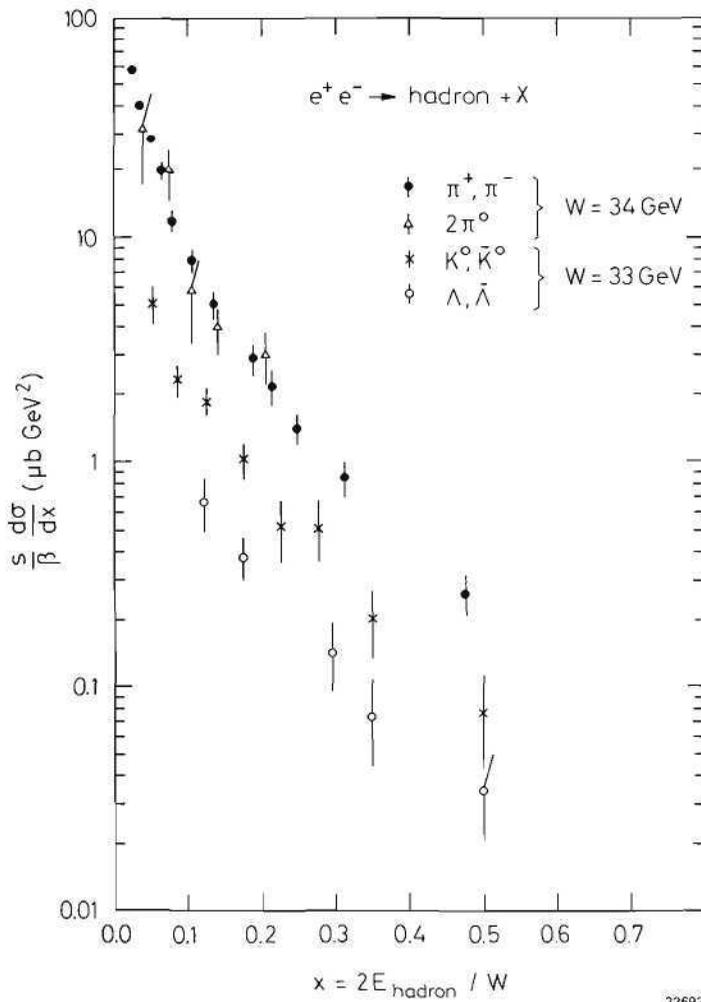


Abb. 34: Der skalierte Wirkungsquerschnitt  $s/\beta \frac{d\sigma}{dx}$  für  $e^+e^- \rightarrow \pi^\pm X$  bei  $W = 14, 22$  und  $34$  GeV. Ebenfalls gezeigt sind Daten von DASP bei  $5,2$  GeV.



**Abb. 35: Der skalierte Wirkungsquerschnitt  $s/\beta d\sigma/dx$  für inklusive  $\pi^\pm, K^0, p, \bar{p}$  Erzeugung bei  $W = 34$  GeV.**

Abb. 34 zeigt für  $\pi$  den skalierten Wirkungsquerschnitt  $s/\beta d\sigma/dx$  ( $x = 2E/W$ ) für  $W = 14, 22$  und  $34$  GeV zusammen mit Daten von DASP bei  $5.2$  GeV. Die Niederenergie-werte liegen für  $x > 0.2$  etwas über den Hochenergiepunkten. Das deutet auf Skalenbrechung in der Strukturfunktion hin.

In Abb. 35 sind die Werte für  $s/\beta d\sigma/dx$  für  $\pi, \pi^0, K^0$  und  $\Lambda$  bei  $33 - 34$  GeV verglichen. Besonders überraschend ist das Verhalten der  $\Lambda$ -Erzeugung. Zum einen ist der  $\Lambda$ -Anteil sehr groß. Die skalierten Wirkungsquerschnitte stehen etwa im Verhältnis

$$\pi : K^0, \bar{K}^0 : \Lambda, \bar{\Lambda} \cong 8 : 3 : 1 \quad \text{für } x > 0.1$$

Zum anderen ist das  $x$ -Spektrum der  $\Lambda$ 's ebenso hart wie das von Pionen und von Kaonen.

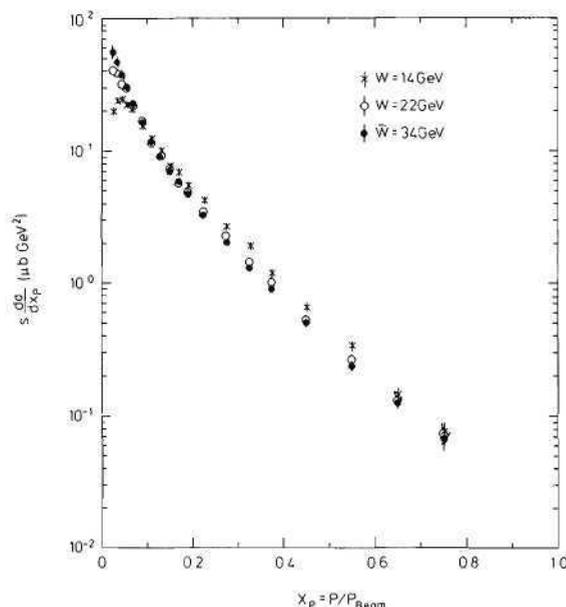


Abb. 36: Der skalierte Wirkungsquerschnitt  $s \frac{d\sigma}{dx_p}$  für inklusive Erzeugung von geladenen Teilchen bei  $W = 14, 22$  und  $34$  GeV.

#### Skalenverhalten

Im Quark-Parton Modell wird erwartet, daß die Fragmentation nur von  $x$  abhängt. In der QCD wird die Skaleninvarianz durch die Abstrahlung von Gluonen gebrochen: Mit wachsendem  $W$  geht die Teilchenrate bei großen  $x$  zurück und steigt bei kleinen  $x$ -Werten an. Die  $\pi^\pm$  und  $\pi^0$ -Daten zeigen andeutungsweise ein solches Verhalten. Die Empfindlichkeit auf Skalenbrechung wird wesentlich erhöht, wenn die inklusive Erzeugung aller geladenen Teilchen - ohne Teilchentrennung - betrachtet wird. Abb. 36 zeigt für geladene Teilchen  $s \frac{d\sigma}{dx_p}$ , wobei  $x_p$  der skalierte Impuls ist,  $x_p = 2p/W$ , für  $W = 14, 22$  und  $34$  GeV. Die Wirkungsquerschnitte für  $W = 14$  GeV liegen für  $x_p > 0.2$  systematisch über den Hochenergiewerten. Diese  $W$ -Abhängigkeit ist in Abb. 37 noch besser zu sehen; hier ist  $s \frac{d\sigma}{dx_p}$  für feste  $x_p$ -Bereiche gegen  $s = W^2$  aufgetragen. Für kleine  $x_p$  ( $\leq 0.1$ ), wird ein rascher Anstieg mit  $s$  beobachtet. Für  $x_p \geq 0.2$  zeigen die Daten einen langsamen, aber statistisch signifikanten Abfall mit  $s$ : Die Werte bei  $W = 35$  GeV liegen ca. 20 % unter denen bei  $W = 14$  GeV. Die beobachtete Brechung der Skaleninvarianz stimmt qualitativ mit der QCD-Vorhersage überein. Eine quantitative Erklärung fehlt noch. Vermutlich trägt sowohl harte als auch weiche Gluonbremsstrahlung bei.

#### Gluon-Bremsstrahlung

Die verbesserte Luminosität in PETRA ermöglichte auch die Fortsetzung der Untersuchung der Gluon-Bremsstrahlung mit erheblich verbesserter Statistik. Insbesondere die Analyse des Transversalimpulsverhaltens sowie der Winkelkorrelationen zwischen Jets in Drei-Jet-Ereignissen wurde erheblich weitergeführt. So wurde beispielsweise durch eine praktisch fragmentationsunabhängige Analyse der Ellis-Karliner-Winkelverteilung der Drei-Jet-Endzustände die Skalar zu Vektordiskriminierung für das Gluon auf über  $1 : 10^6$  (entsprechend 5 Standardabweichungen) verbessert (Abb. 38). Für alle untersuchten Verteilungen wurden die Vorhersagen der QCD quantitativ bestätigt gefunden. Für mögliche Beiträge von sogenannten higher-twist-Prozessen (wie nach dem "Constituent Interchange Modell" erwartet) wurde bei den oberen PETRA-Energien eine obere Grenze von kleiner 5 % erhalten. Andere vorgeschlagene Mechanismen zur Erhöhung der Drei-Jet-Endzustände ohne Gluonen konnten ebenfalls ausgeschlossen werden.

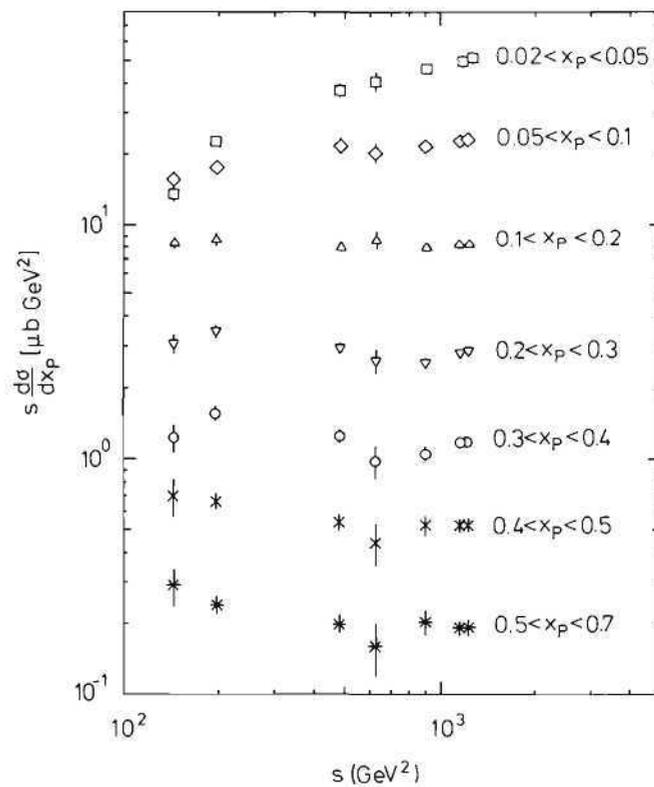
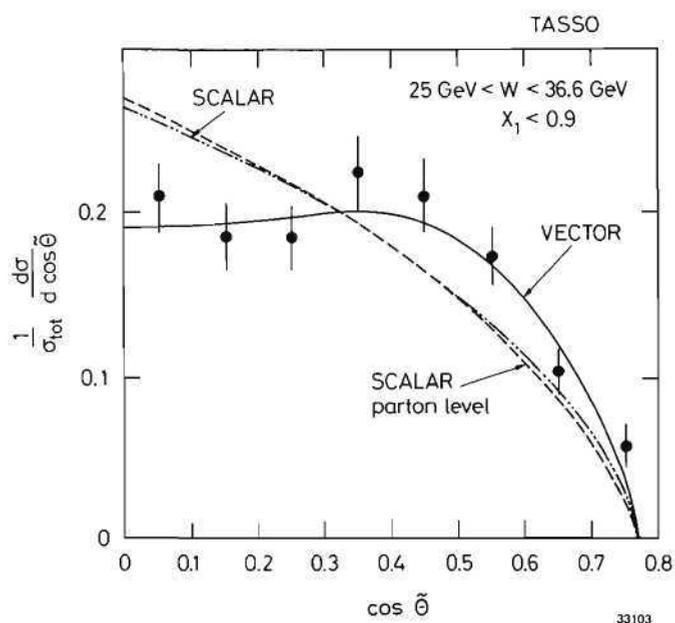


Abb. 37: Der skalierte Wirkungsquerschnitt  $s d\sigma/dx_p$  für inklusive Erzeugung von geladenen Teilchen in festen Intervallen von  $x_p$  als Funktion von  $s$ .

Abb. 38:  
Die Verteilung des Ellis-Karliner Winkels  $\cos \tilde{\theta}$  für Ereignisse vom Typ  $e^+e^- \rightarrow 3$  Jets.  
Die ausgezogene Kurve zeigt die QCD Vorhersage, die gestrichelte die Vorhersage für skalare Gluonen.



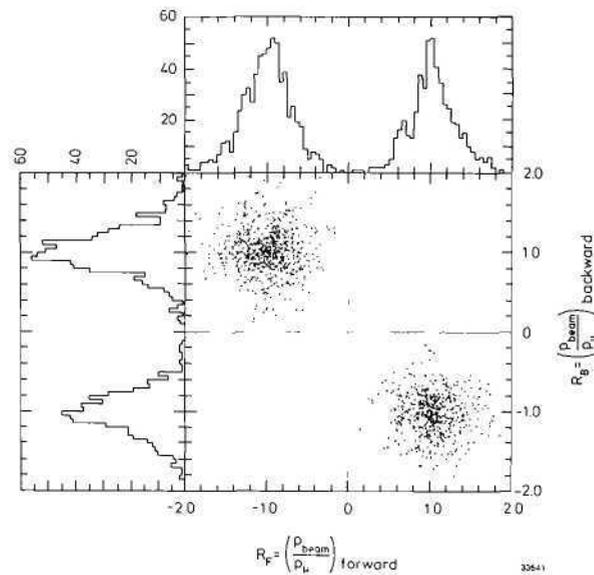


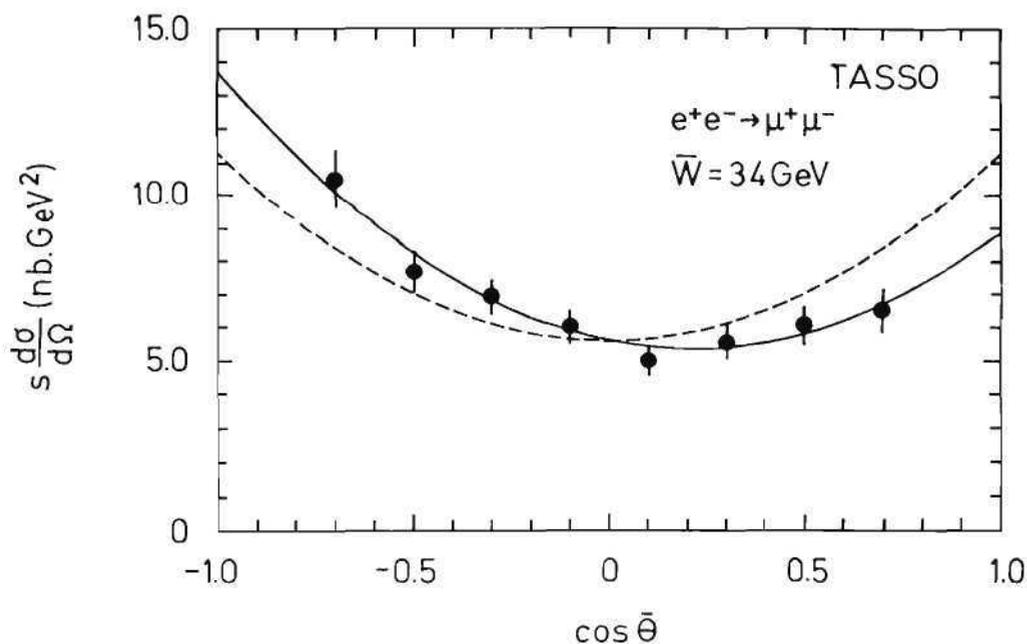
Abb. 39:  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  bei  $W = 34$  GeV. Der normierte reziproke Impuls  $R = P_{\text{beam}}/P_{\mu}$  für vorwärts ( $R_F$ ) und rückwärtsgehende ( $R_B$ ) Myonen. Das Vorzeichen von  $R$  entspricht dem der Spurkrümmung und definiert die Myonladung.

#### elektro-schwache Interferenz

Dank der erhöhten Luminosität von PETRA ist es zum erstenmal gelungen, den schwachen neutralen Strom in  $e^+e^-$ -Wechselwirkungen nachzuweisen. In der Standardtheorie von Weinberg und Salam wird der schwache neutrale Strom durch den Austausch des  $Z^0$ -Mesons beschrieben. So trägt zur Myonpaarerzeugung neben dem Photon-Austausch auch  $Z^0$ -Austausch bei. Die Interferenz zwischen beiden Beiträgen führt zu einer Vorwärts-Rückwärtsasymmetrie in der Winkelverteilung.

$$A = \frac{N(\Theta < \pi/2) - N(\Theta > \pi/2)}{N(\Theta < \pi/2) + N(\Theta > \pi/2)} = -\frac{3}{2} g_a^2 \frac{G_F}{2\sqrt{2}\pi\alpha} \frac{s}{1 - s/M_Z^2}$$

mit  $\Theta =$  Winkel zwischen einlaufendem Positron und auslaufendem positivem Myon,  $g_a =$  Axialvektorkoppelung,  $g_a = -1/2$ ,  $G_F =$  Fermikopplungskonstante und  $M_Z = 74.6 \text{ GeV}/\sin^2\Theta_W$ . Setzt man für  $\Theta_W$  den in Leptonstreuexperimenten gemessenen Wert von  $\sin^2\Theta_W = 0.228$  ein, so erwartet man bei  $W = 34 \text{ GeV}$   $A = -0.09$ . Da die zu erwartende Asymmetrie klein ist, muß sichergestellt werden, daß der Detektor keine Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie künstlich erzeugt. Die Messung von  $A$  setzt die richtige Bestimmung der Myonladung voraus. Im TASSO-Detektor wird die Myonladung aus der Spurkrümmung in der Driftkammer bestimmt. Bei  $W = 34 \text{ GeV}$  oder Myonimpuls  $p = 17 \text{ GeV}/c$  beträgt die Bogenhöhe (Sagitta) der Spur nur  $700 \mu$  und eine geringfügige Verdrehung der Driftkammerflansche kann bereits zu einer Inversion der Krümmung und daher zur Ladungsvertauschung führen. In Abb. 39 ist für Myonpaare die Verteilung der normierten Krümmung  $R = P_{\text{Strahl}}/P$  für das vorwärtsgehende ( $R_F$ ) gegen das rückwärtsgehende ( $R_B$ ) Myon aufgetragen. Das Vorzeichen von  $R$  ist gleich der aus der Krümmung gemessenen Ladung. Die Ereignisse häufen sich in zwei Punkten entsprechend den beiden Möglichkeiten: ( $\mu^+$ vorwärts,  $\mu^-$ rückwärts) und umgekehrt. Myonpaare, für die beide Ladungen vertauscht sind, sollten längs der Diagonalen  $R_B = -R_F$  liegen. Wie man sieht, ist die Anzahl solcher Fälle äußerst gering. Die Wahrscheinlichkeit, daß für beide Myonen die Ladung vertauscht wurde, ist kleiner 0.1 %.



**Abb. 40:** Die Myonwinkelverteilung für  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  bei  $W = 34 \text{ GeV}$ . Die gestrichelte Kurve ist proportional zur QED Vorhersage in niedrigster Ordnung,  $d\sigma/d\Omega \sim 1 + \cos^2\Theta$ . Die ausgezogene Kurve zeigt eine Anpassung unter Berücksichtigung eines Beitrags des schwachen neutralen Stroms.

In Abb. 40 ist die Verteilung des Winkels zwischen  $e^+$  und  $\mu^+$  für 1155 Myonpaare bei einer mittleren Energie von  $W = 34 \text{ GeV}$  dargestellt. Man beobachtet eine deutliche Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie.

Extrapoliert auf den Bereich  $\cos\Theta \leq 1$  ergibt sich  $A = -0.16 \pm 0.032$ . Dieser Wert liegt um 2 Standardabweichungen über der Vorhersage der Standardtheorie  $A = -0.092$ . Für die Axialvektorkopplung erhält man  $g_a^2 = 0.53 \pm 0.10$  unter der Annahme einer unendlich großen Z-Masse.

Eine entsprechende Messung wurde auch für  $\tau$  Paarerzeugung durchgeführt. Aus 262  $\tau$ -Paaren, die über den Endzustand

$$e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow 4 \text{ Geladene}$$

nachgewiesen wurde, wurde bei  $W = 34 \text{ GeV}$  ein  $A = -0.004 \pm 0.006$  gemessen. Aus der Rekonstruktion der  $\tau$ -Zerfallspunkte wurde eine obere Grenze für die  $\tau$ -Lebensdauer von  $6 \cdot 10^{-13} \text{ sec}$  (95 % Vertrauensgrenze) erhalten. Dieser Wert ist im Einklang mit der Standardtheorie der schwachen Wechselwirkung, die  $2.9 \cdot 10^{-13} \text{ sec}$  vorhersagt.

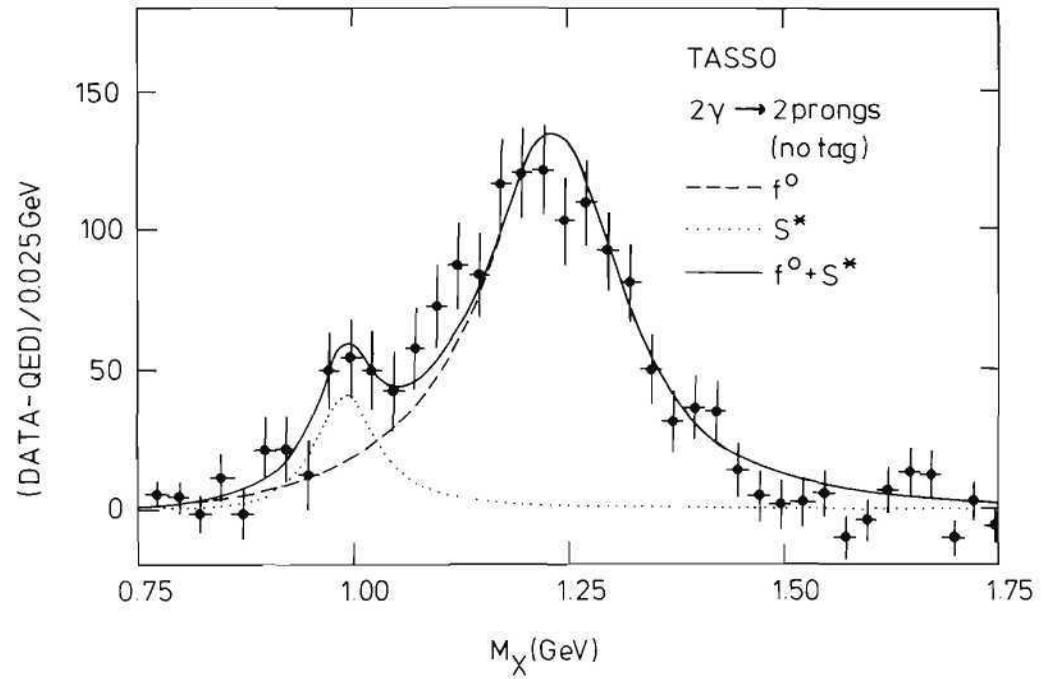


Abb. 41:  $\gamma\gamma \rightarrow 2$  Geladene. Die Verteilung der Schwerpunktsenergie  $M_x$  unter der Annahme, daß beide geladenen Teilchen Pionen sind.

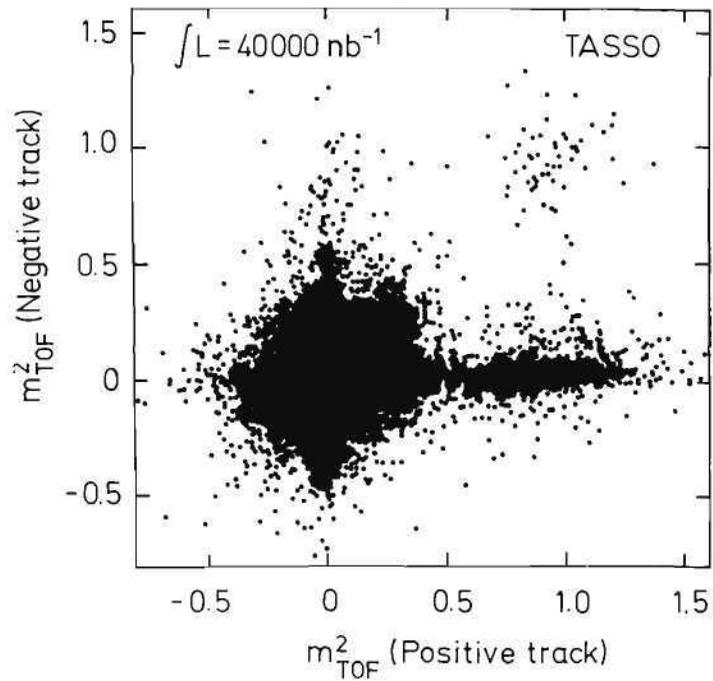


Abb. 42:  $\gamma\gamma \rightarrow 2$  Geladene: Die Verteilung der Massenquadrate  $M_{\text{TOF}}^2$  für die positive gegen die negative geladene Spur.

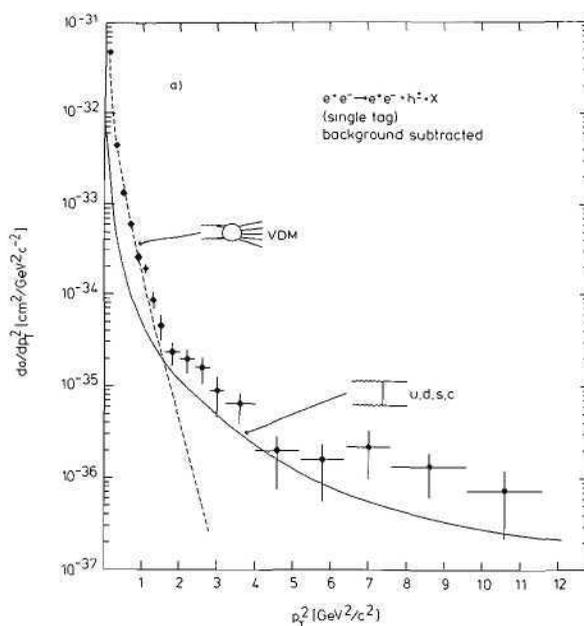


Abb. 43:  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- h^\pm X$ . Der differentielle Wirkungsquerschnitt  $d\sigma/dp_T^2$  für geladene Teilchen. Die gestrichelte Kurve zeigt die VDM Vorhersage, die ausgezogene die Vorhersage für  $\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q}$  mit Fragmentation der Quarks in Hadronen.

Die Untersuchungen der  $\gamma\gamma$ -Streuung konzentrierten sich auf die Prozesse

$$\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\rho^0 \text{ und } \gamma\gamma \rightarrow f^0$$

Photon-Photon  
Physik

und auf den Nachweis von "harten" Prozessen. Außerdem gelang die erste Beobachtung von Proton-Antiproton-Paarherzeugung:  $\gamma\gamma \rightarrow p\bar{p}$ . Abb. 41 zeigt das  $\pi^+\pi^-$ -Massenspektrum nach Abzug der Beiträge von  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-e^+e^-$  und  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$ . Es wird ein klares  $f^0$ -Signal beobachtet. Für die  $f\gamma\gamma$ -Breite wurde gemessen

$$\Gamma_{f\gamma\gamma} = 3.2 \pm 0.2 \pm 0.6 \text{ keV.}$$

Der Nachweis der Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow p\bar{p}$  wurde mit Hilfe der Flugzeitmessung geführt. Abb. 42 zeigt für Ereignisse vom Typ  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + h^+h^-$  ( $h^\pm$  geladene Teilchen) die Verteilung der Massen von Typ  $m_{h^+}^2$  gegen  $m_{h^-}^2$ . Die Ereignisse häufen sich bei  $m_{h^+}^2 = m_{h^-}^2 = 0$ . Ein isolierter Häufungspunkt wird aber auch bei  $m_{h^+}^2 = m_{h^-}^2 = (m_{\text{proton}})^2$  beobachtet. Diese Ereignisse stammen aus der Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow p\bar{p}$ . Für den Wirkungsquerschnitt wurde ein Wert von  $4.5 \pm 0.8 \text{ nb}$  gemittelt über  $\gamma\gamma$ -Schwerpunktsenergien von 2.0 — 2.6 GeV bestimmt.

Vorläufige Messungen an Teilchen aus  $\gamma\gamma$ -Stößen,

$$\gamma\gamma \rightarrow \text{Hadronen}$$

hatten darauf hingedeutet, daß die Transversalimpuls-Verteilung ( $p_T$ ) eine harte Komponente enthält. Die Existenz einer harten Komponente in  $\gamma\gamma$ -Stößen ist physikalisch sehr interessant. Sie wird z.B. erwartet, wenn ein Teil der Ereignisse aus der Quarkpaarbildung stammt:

$$\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q} \rightarrow \text{Hadronen}$$

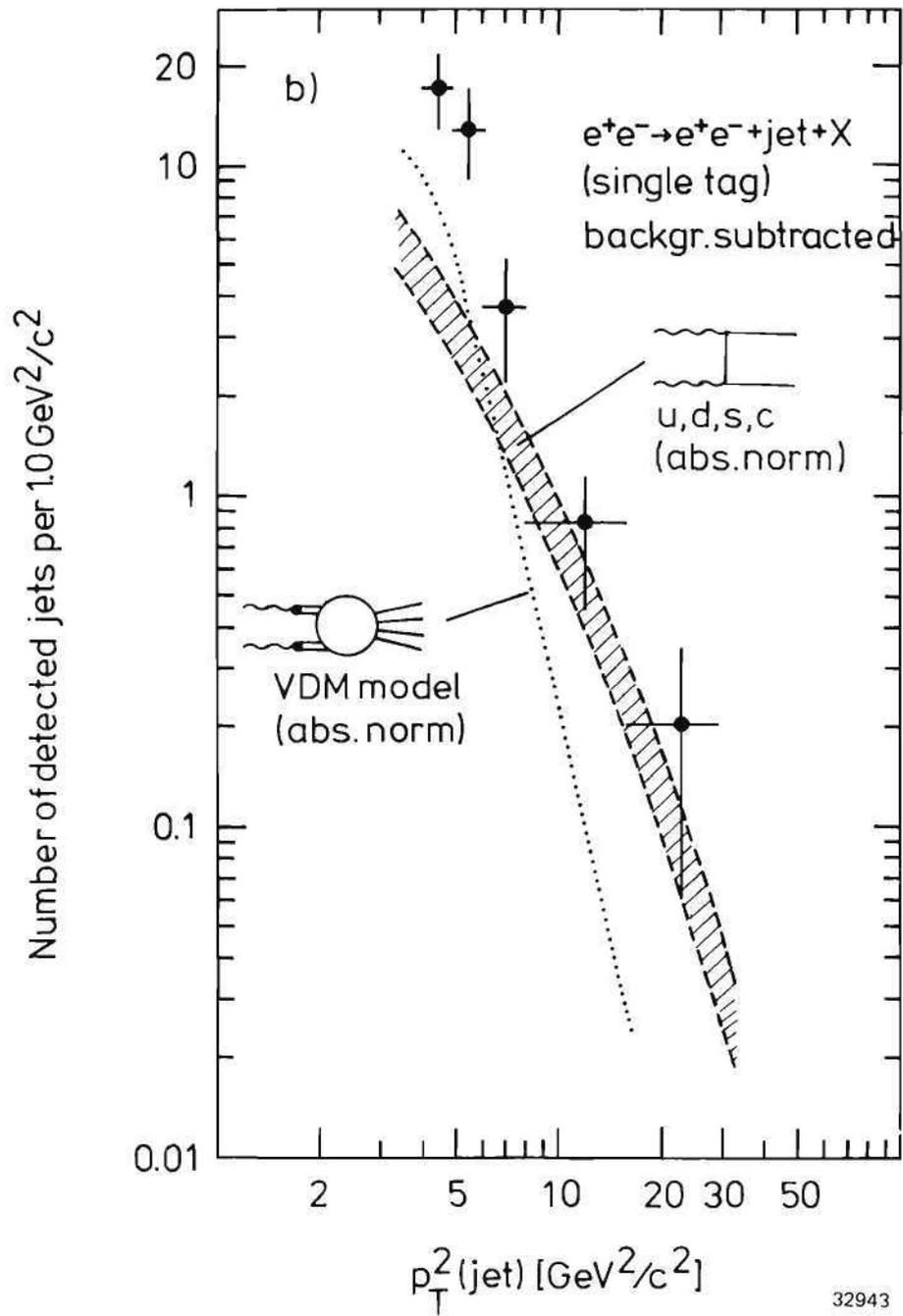


Abb. 44:  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \text{jet} + X$ : Das beobachtete  $p_T^2$  Spektrum der Jets. Die punktierte Kurve zeigt die VDM Vorhersage, der schraffierte Bereich die Vorhersage für  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- q\bar{q}$ .

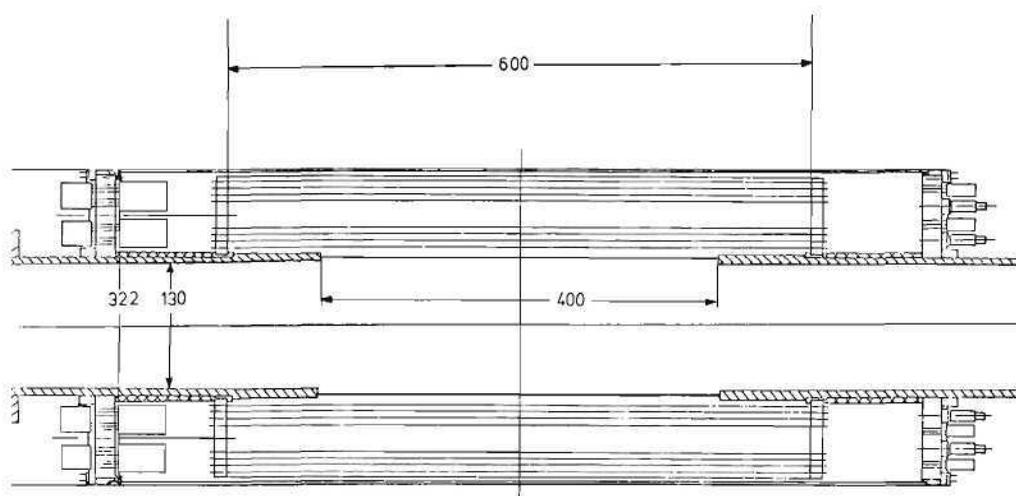


Abb. 45: Längsschnitt des Vertexdetektors.

Es wurden Ereignisse der Art

$$e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \text{Hadronen},$$

für die auch eines der gestreuten Elektronen nachgewiesen worden war, untersucht. Abb. 43 zeigt das  $p_T$ -Spektrum von geladenen Hadronen nach Abzug des Untergrunds, insbesondere der Beiträge der Ein-Photonvernichtung. Für mäßige  $p_T^2$ -Werte,  $p_T^2 \leq 2 \text{ GeV}^2$ , beobachtet man einen steilen Abfall. Dieser Abfall ist vergleichbar dem für Hadronstreuung an Hadronen und entspricht den Erwartungen für die hadronische Komponente des Photons ( $\gamma = \rho, \omega, \phi, \dots$ , VDM). Oberhalb  $p_T^2 \approx 2 \text{ GeV}^2$  zeigt das  $p_T^2$ -Spektrum einen erheblich flacheren Abfall. Die Topologie der Ereignisse, die Teilchen mit hohem Transversalimpuls enthalten, ist mit einer Zweijetstruktur verträglich, so wie es für Quarkpaarerzeugung zu erwarten ist. Das  $p_T^2$ -Spektrum der Jets aus diesen Ereignissen ist in Abb. 44 gezeigt. Es liegt beträchtlich über den Erwartungen für VDM. Mit wachsendem  $p_T^2$  nähern sich die Daten der Vorhersage für

$$\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q}, \sigma(\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q}) = 3 \sum e_q^4 \sigma(\gamma\gamma \rightarrow \mu^+\mu^-).$$

Weitere Messungen sind nötig, um den  $q\bar{q}$ -Beitrag klar zu isolieren.

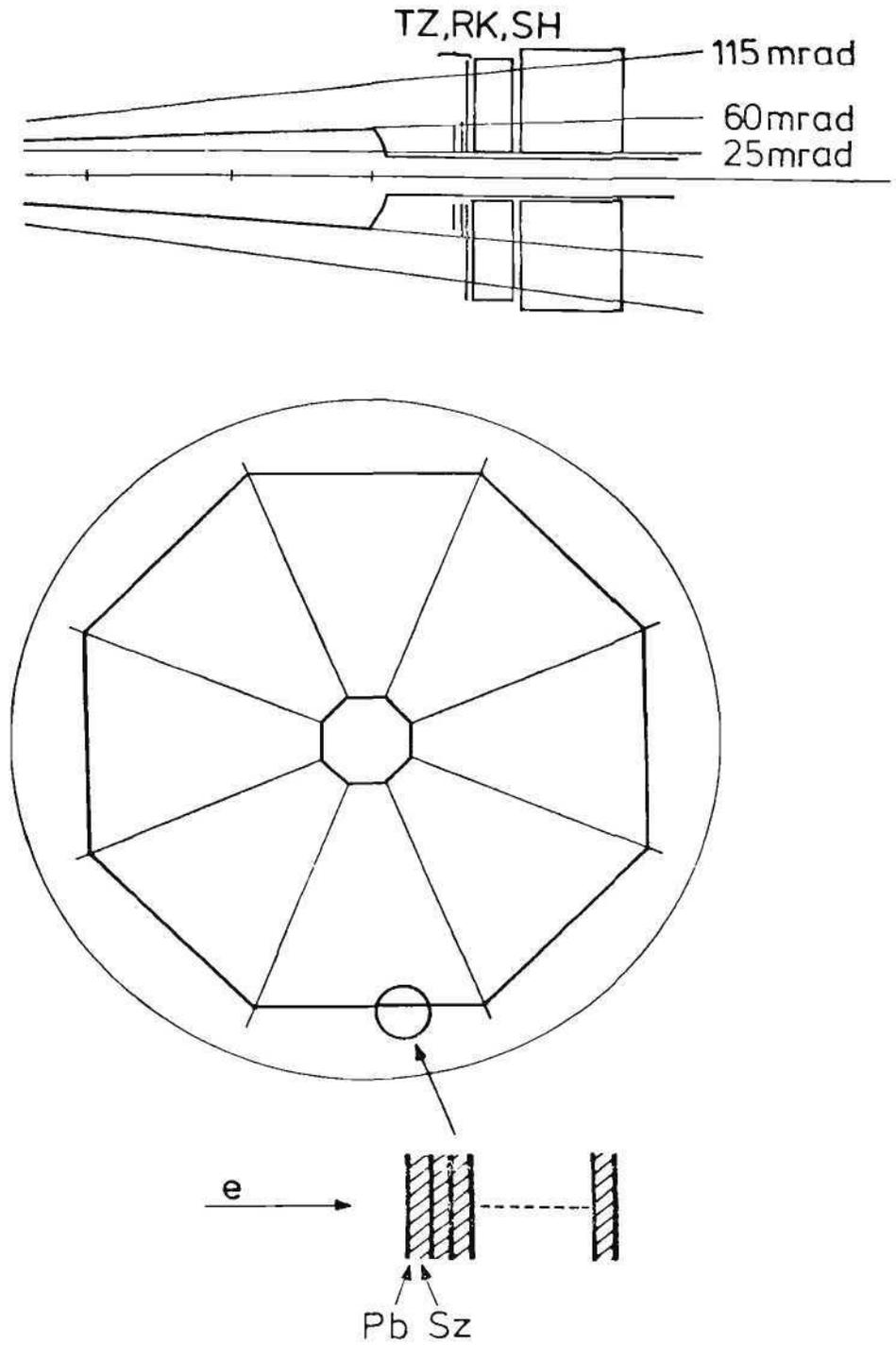


Abb. 46: Anordnung des Vorwärtsdetektors.

## Technische Entwicklungen

Im Berichtsjahr wurden für die Hadronarme großflächige Driftrohrkammern ( $2 \times 3 \text{ m}^2$ ) mit je vier waagerechten und vier senkrechten Rohrlagen gebaut. Diese Kammern wurden Ende 1981 an Stelle der bisherigen einlagigen Driftkammern eingebaut. Sie sind wesentlich besser geeignet, um Kernabsorption und elektromagnetische Schauer in der Magnetspule zu erkennen und verbessern die Teilchenidentifikation in den Hadronarmen.

*Driftkammer*

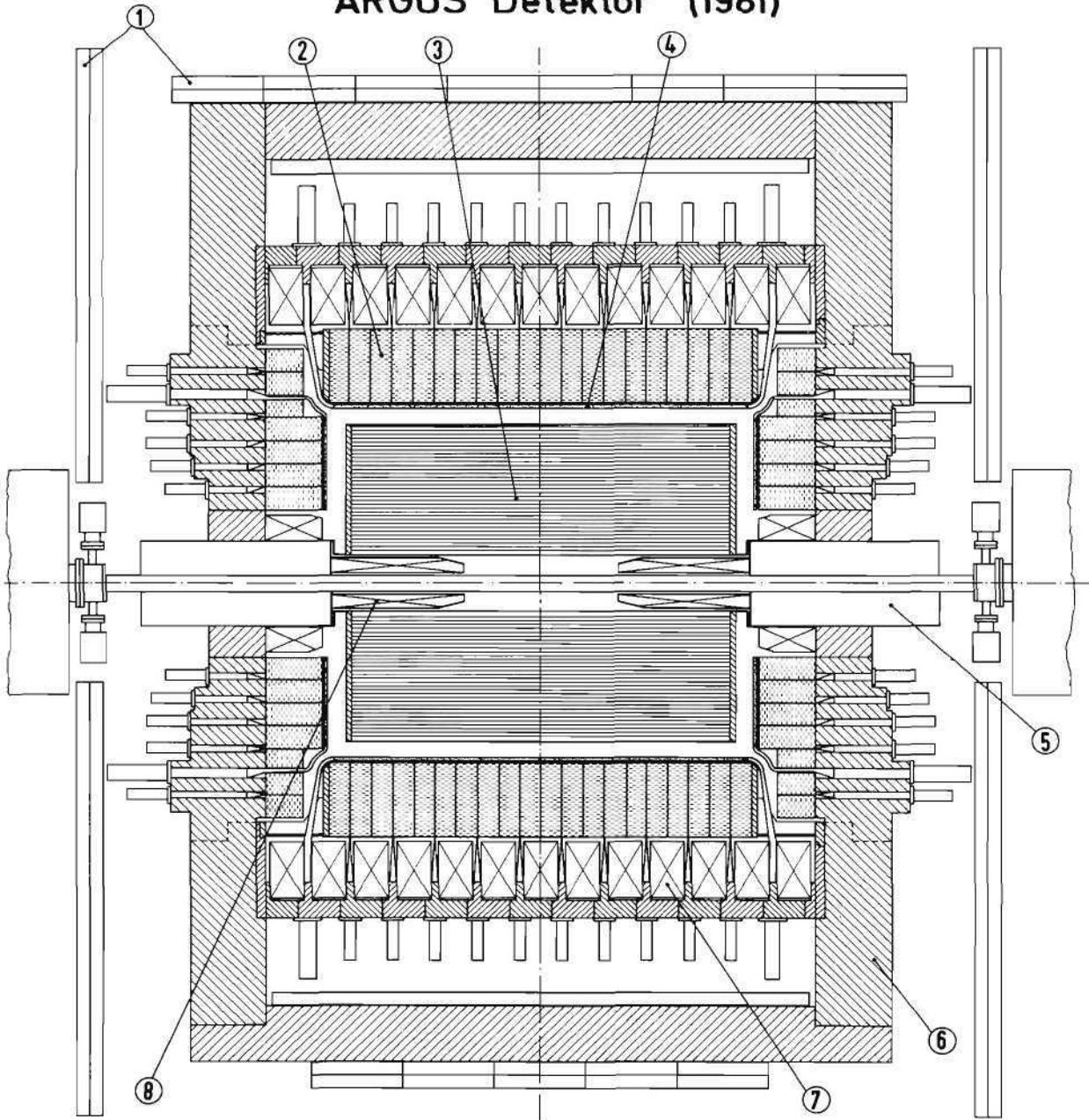
Die zylindrischen Kammern im zentralen Bereich werden durch einen hochauflösenden Vertexdetektor ergänzt, um Teilchen mit einer Lebensdauer von einigen  $10^{-13} \text{ sec}$  (z.B.  $\tau$  Leptonen:  $\tau_{\text{theor.}} = 2.8 \cdot 10^{-13} \text{ sec}$ ; D Charmteilchen:  $\tau_{D^+} \approx 10^{-12} \text{ sec}$ ) über den Zerfall nachzuweisen. Der Vertexdetektor besteht aus einer zylindrischen Driftkammer mit 8 Signalebenen auf Radien zwischen 8.1 und 14.9 cm (Abb. 45). Die erwartete Auflösung in  $\varphi$ -Richtung liegt bei  $50 \mu\text{m}$ . Um die Vielfachstreuung im Material vor der Kammer gering zu halten, wird ein Berylliumstrahlrohr mit 1.8 mm Wandstärke eingesetzt. Weitere Einzelheiten werden im Abschnitt "Detektorentwicklung" (S. 98) gegeben.

*Vertexdetektor*

Es wurde der Bau eines neuen Vorwärtsdetektors in Angriff genommen, der größere Winkelakzeptanz ( $25 - 115 \text{ mrad}$ ) und bessere Energieauflösung besitzt und den Auftreffpunkt des gestreuten Elektrons nachweist. Der Schauerzähler (Abb. 46) ist in acht  $45^\circ$ -Sektoren unterteilt. Jeder Sektor besteht aus je 40 Blei- und Szintillatorplatten mit einer Gesamtdicke von 21 Strahlungslängen. Das Licht wird über Wellenlängenschieber ausgelesen. Jeder Sektor wird von einer Proportionalkammer überdeckt. Jede Kammer besteht aus drei Doppelrohranlagen, die um je  $22.5^\circ$  gedreht angeordnet sind und eine Ortsauflösung von  $\sigma_x = \sigma_y \approx 5 \text{ mm}$  liefern.

*Vorwärtsdetektor*

### ARGUS Detektor (1981)



- 1. Myon Kammern
- 2. Schauerzähler
- 3. Driftkammer
- 4. Flugzeitzähler
- 5. Mini Beta Quadrupol
- 6. Eisenjoch
- 7. Hauptspule
- 8. Kompensationsspulen

Beteiligte Institute  
 DESY Hamburg  
 Univ. Dortmund  
 Univ. Heidelberg  
 Univ. Lund / Schweden  
 Univ. of South Carolina / USA  
 ITEP Moskau / UdSSR

Abb. 47: Der ARGUS-Detektor.

33251

## ARGUS - Kollaboration

Beteiligte Institute: DESY, Universität Dortmund, Universität Heidelberg, University of Lund/Sweden, University of South Carolina/USA und seit Herbst 1981: IPP Toronto/Kanada und University of Kansas/USA.

Der ARGUS-Detektor (s. Abb. 47) dient zum Nachweis von Hadronen, Leptonen und Photonen, die in der  $e^+e^-$ -Wechselwirkung entstehen. Ab September 1982 werden mit dem ARGUS-Detektor Experimente im Bereich der  $Y$ -Mesonen am umgebauten Speicherring DORIS II beginnen. Im Berichtsjahr 1981 konzentrierten sich die Aktivitäten der ARGUS-Gruppe auf die Fertigstellung und das Testen der einzelnen Detektor-Komponenten, sowie auf die Entwicklung von On-line- und Off-line-Software. Weiter wurde eingehend studiert, welche physikalischen Fragestellungen vorrangig mit Hilfe des ARGUS-Detektors untersucht werden sollten. Dazu wurde u.a. von der ARGUS-Gruppe im Februar 1981 ein Workshop veranstaltet, an dem über 100 Physiker aus aller Welt teilnahmen. Schließlich wurde die Auswertung des 1980 beendeten DASP-Experiments abgeschlossen.

*Einführung*

## Komponenten des Detektors

Herzstück des ARGUS-Detektors ist die zylindrische Driftkammer (s. Abb. 48), die der Messung der Spuren geladener Teilchen, sowie deren Energieverlust in der Kammer dient. 30528 Drähte für 5940 identische Driftzellen wurden innerhalb von 10 Monaten ohne größere Probleme gespannt. Dazu wurde eine selbstgebaute Drahtfädelmaschine eingesetzt. Die Überprüfung der Drahtspannung sowie der Hochspannungsfestigkeit verlief zufriedenstellend, so daß die Kammer geschlossen werden konnte. Nach Abschluß der Entwicklung der Driftkammer-Elektronik konnte der Auftrag zu deren Produktion vergeben werden.

*Driftkammer*

An Modellkammern wurde das zu erwartende Verhalten der Driftkammer für verschiedene Gasmischungen getestet. Dabei zeigten Messungen mit einer  $^{55}\text{Fe}$ -Quelle und Elektronenstrahlen, daß Propan das geeignete Füllgas ist. Gegenüber dem bisher vorwiegend verwendeten Argon liefert Propan eine um einen Faktor 1.5 bessere  $dE/dx$  Auflösung. Daher können von der ARGUS-Driftkammer gute Teilchentrennungseigenschaften erwartet werden.

64 Zylinder- und 96 Stirnseiten-Flugzeitähler wurden komplett hergestellt von IHEP Heidelberg. Die einzelnen Zähler wurden im Elektronenstrahl getestet und hinsichtlich ihrer optischen Eigenschaften vermessen. Die Zeitauflösung beträgt 230 psec für die Zylinder und 220 psec für die Stirnseiten.

*Flugzeitähler*

Die Serienproduktion von 1280 Barrel- und 489 Endcap-Schauerzählern wurde von Mitgliedern der Universität Dortmund weitgehend abgeschlossen (s. Abb. 49). Die Schauerzähler bestehen aus einem Blei-Szintillator-Sandwich von etwa 12 Strahlungslängen. Das in den Altustripe-Szintillatoren erzeugte Licht wird über Wellenlängenwandler ausgelesen. Die gute Energieauflösung von  $\sigma E/E = 7\%/E$ , die die bereits 1978 getesteten Prototypen zeigten, wurde auch in der Serienfertigung der Schauerzähler erreicht. Mit der Eichung sämtlicher Schauerzähler wurden Mitte 1981 am DESY-Synchrotron begonnen.

*Schauerzähler*

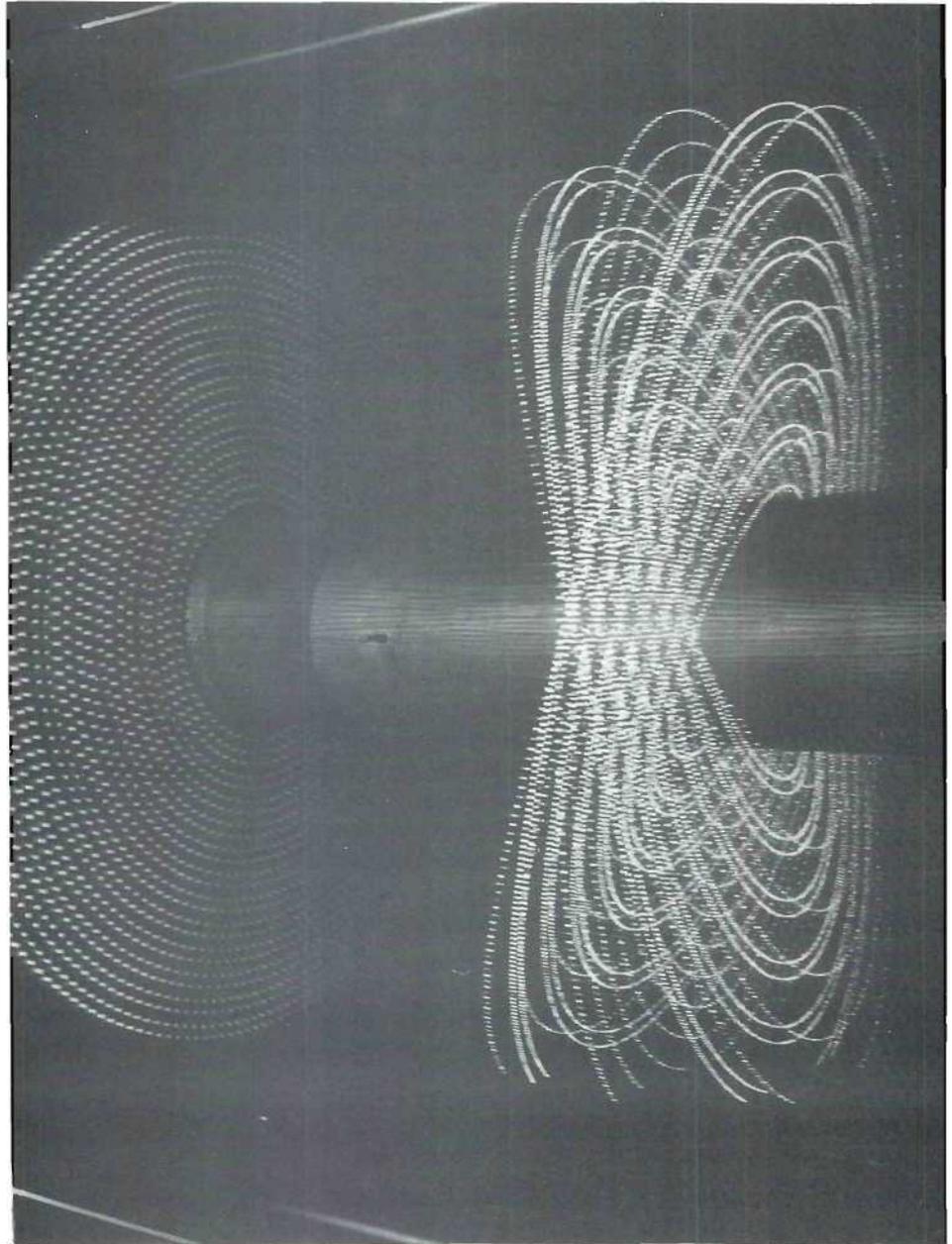
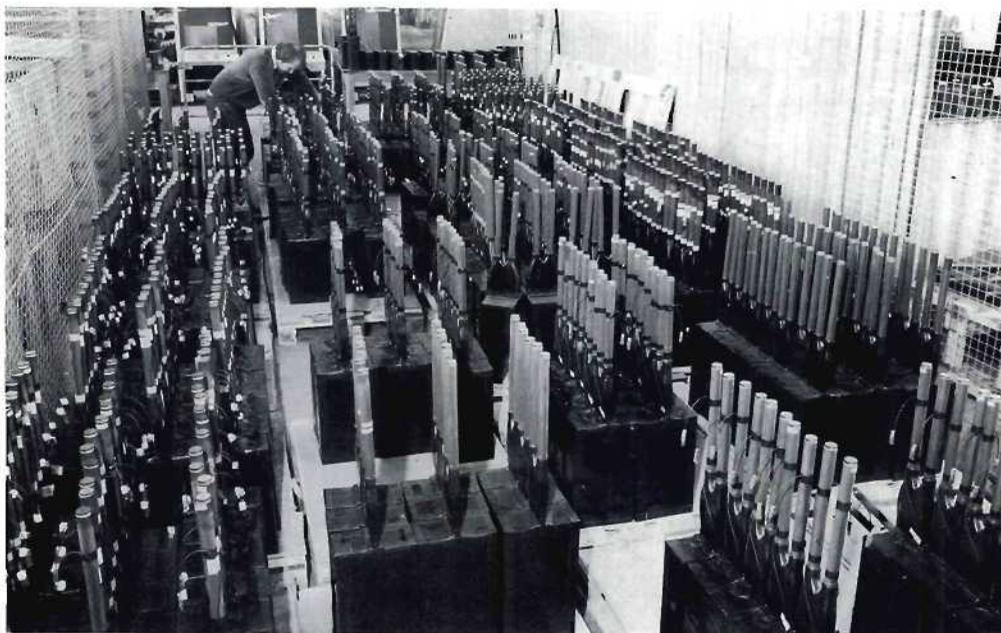


Abb. 48: Ein Blick in die ARGUS-Driftkammer nach Einziehen von über 15000 Drähten.



**Abb. 49: Testaufbau zum Eichen von Flugzeit- und Schauerzählern.**

Das Monitorsystem für die Szintillatoren wurde am IHEP- Heidelberg entwickelt und gebaut. Es besteht aus einem Stickstofflaser, dessen Licht über Glasfasern in die Flugzeit- und Schauerzähler eingekoppelt wird. Bei Testmessungen am Elektronenstrahl konnte das Monitorsystem seine Bewährungsprobe bestehen.

*Laser-Monitor-  
system für  
Szintillatoren*

Die am Eisenjoch des Magneten vorgesehenen Myonenkammern, bestehend aus Proportional-Rohrkammern, wurden am ITEP Moskau gebaut. Alle Kammern wurden 1981 bei DESY angeliefert und mit der endgültigen Elektronik getestet. Alle Fehler wie Undichtigkeiten, Drahrisse, etc. konnten vollständig behoben werden, so daß die Myonenkammern bereits fertig für die Endmontage sind.

*Myonkammern*

Das 400 to schwere Magnetjoch wurde in der DORIS-Halle auf das Fahrgestell gebaut. Die Montage von Spulen und Spulengehäuse schloß sich an. Die Abnahme des gesamten Magneten erfolgte im Herbst 1981. Die Kompensationsspulen sowie der Mini-beta-Quadrupol wurden hergestellt.

*Magnet*

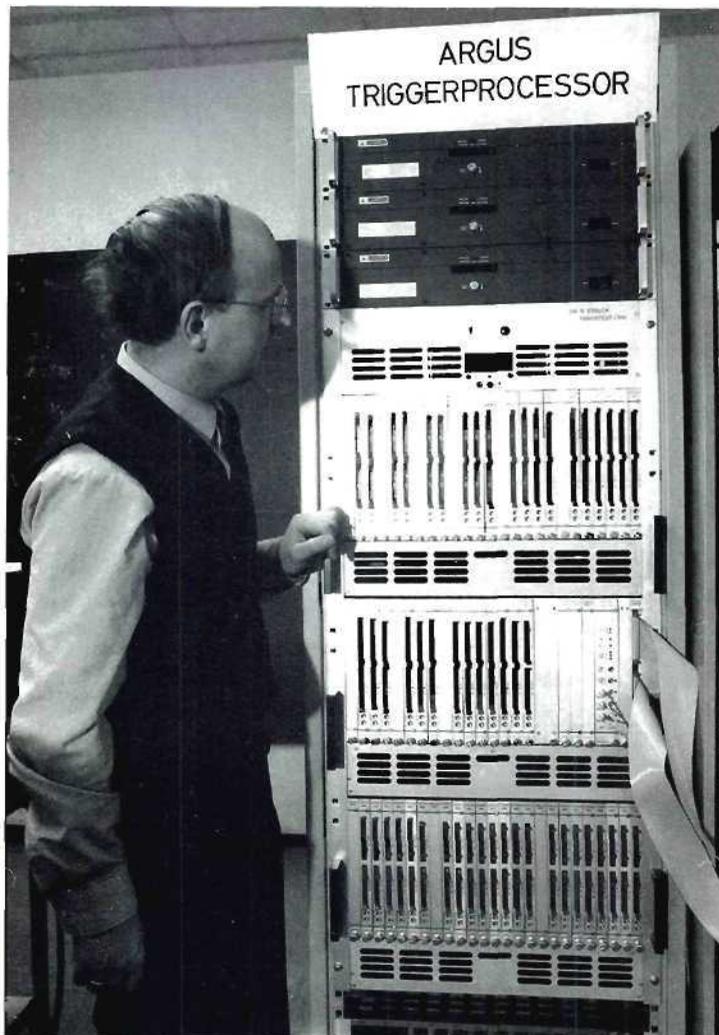


Abb. 50: Der ARGUS-Triggerprocessor.

### *Trigger*

Das ARGUS-Trigger-System ist zweistufig gebaut. Ein schneller Pretigger (Entscheidungszeit ca.  $1 \mu\text{s}$ ) in der ersten Stufe benutzt nur Informationen, die von den Szintillatoren geliefert werden. Eine spezielle Elektronik sorgt für ein Aufsummieren von bis zu 22 Schauerzähler-Signalen, sowie für eine Verzögerung der Signale. Diese Elektronik wurde fertiggestellt. In einer zweiten Stufe verarbeitet der ARGUS-Triggerprozessor Signale der Driftkammer und der Flugzeitzähler (s. Abb. 50). In dem programmierbaren ARGUS-Triggerprozess erkennt eine besondere Logik innerhalb von etwa  $20 \mu\text{s}$ , ob Teilchenspuren vorhanden sind, die auf die Wechselwirkungszone zeigen. Dieser Triggerprozessor ist vollständig ausgeliefert und getestet worden.

```

EXP 1
RUN 2
EVT 13
TRIG 0
PROJ SF
SCAL 0 054

```

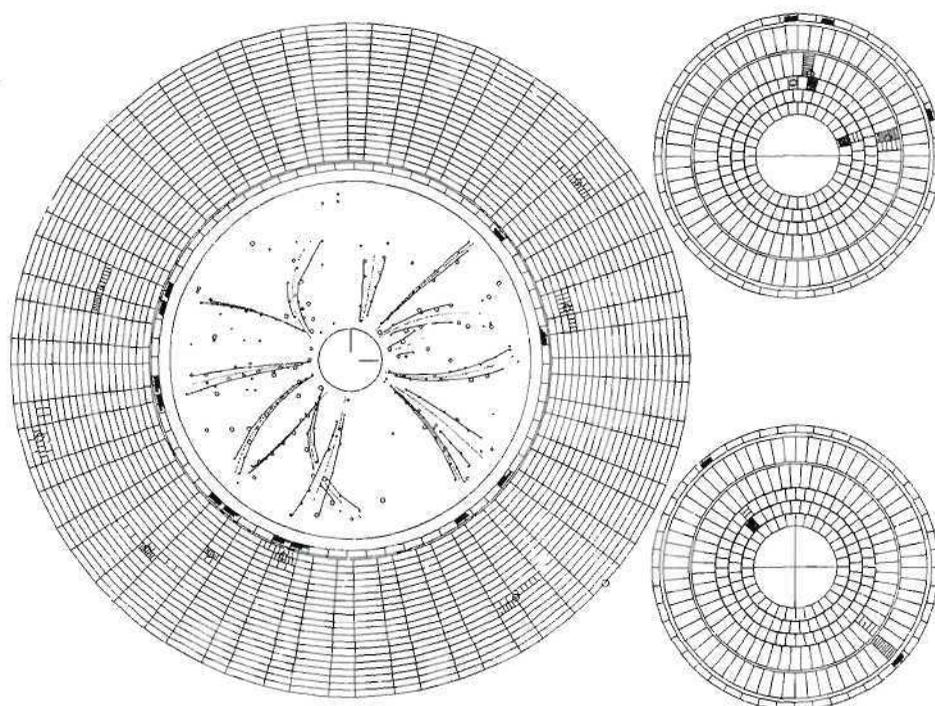


Abb. 51: Ein rekonstruiertes Monte Carlo Ereignis.

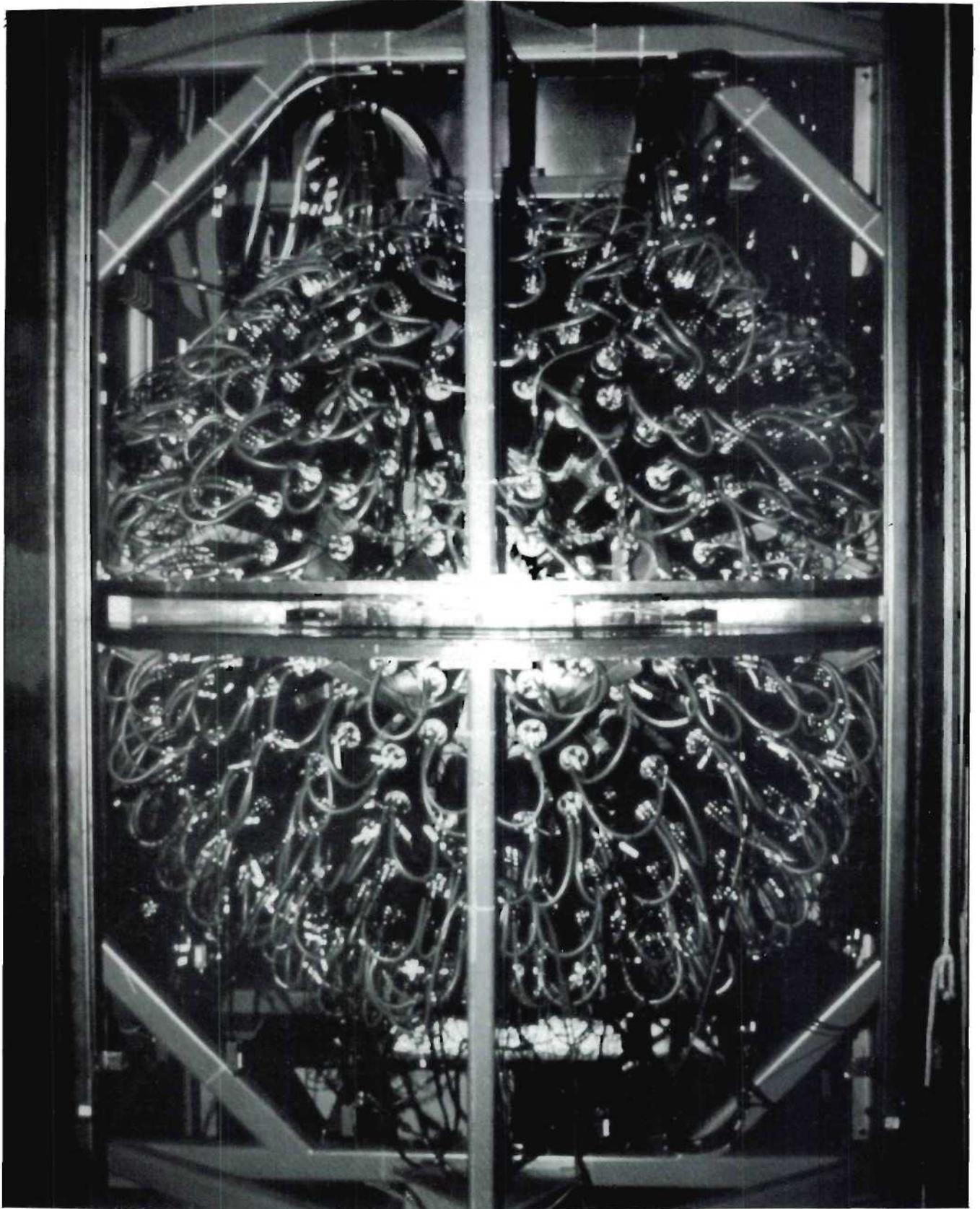
Die Datennahme im ARGUS-Experiment erfolgt mit Hilfe einer PDP 11-45. Diese wurde hinsichtlich Kern- und Plattenspeicher aufgestockt und mit einem RSX11MV-Betriebssystem versehen. Programme zur Steuerung des Datenflusses von der Einlese der Daten bis zum Datentransfer zur IBM werden erstellt. Für die Überwachung des Experiments wird ein Programmpaket entwickelt.

*online Software*

Ein umfangreiches Monte-Carlo Programm zur Simulation des ARGUS-Detektors wurde geschrieben. Die damit erzeugten Ereignisse dienen zur Erstellung und zum Austesten des ARGUS-Analyseprogramms zur Auswertung der Daten auf der IBM. Das Analyseprogramm konnte in wesentlichen Teilen abgeschlossen werden. Hierzu zählt im besonderen ein schnelles Spurerkennungsprogramm (ca. 20 ms/Spur auf der IBM 370/168), daß die Spuren von Teilchen innerhalb der Driftkammer im 3-dimensionalen Raum sehr effizient erkennt (s. Abb. 51). Sämtliche Programme wurden derart geschrieben, daß eine Installation auf den Rechenmaschinen der Gastinstitute ohne große Schwierigkeiten möglich war.

*offline Software*

Der 1981 gemachte Fortschritt beim Aufbau des ARGUS-Experiments läßt erwarten, daß der Detektor im Sommer 1982 vollständig fertiggestellt sein wird und an DORIS installiert werden kann. Damit wird es möglich sein, die  $e^+e^-$ -Wechselwirkung im Bereich der Y-Mesonen mit einem Universaldetektor zu untersuchen, der modernste Mittel zum Teilchennachweis besitzt.



## LENA-Kollaboration

Beteiligte Institute: Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, Institute of Nuclear Physics, Cracow, DESY, Universität Erlangen-Nürnberg, Universität Hamburg (I. Institut für Experimentalphysik), Universität und NIKHEF Nijmegen, CEN de Saclay, Tel Aviv University, Universität Würzburg

Der  $e^+e^-$ -Speicherring DORIS wurde im Jahre 1981 nicht für Hochenergie-Experimente betrieben. Deshalb blieben die aufgenommenen Meßdaten im Energiebereich von 7.4. — 9.4 GeV Schwerpunktsenergie auf die des Jahres 1980 beschränkt, wobei von 7.5. — 8.6. GeV eine Lücke besteht.

*Einführung*

Die Auswertung der Daten des LENA-Experimentes aus den Jahren 1979/1980 wurde fortgesetzt. Dabei haben sich zwei Fragestellungen herauskristallisiert: (1) die Bottonium-Spektroskopie und (2) die Eigenschaften des Gluons.

Im Jahresbericht 1980 wurden die Ergebnisse, die die LENA-Kollaboration bis dahin zur Spektroskopie der Teilchen der Y-Familie erhalten hat, zusammengestellt. Im Jahre 1981 wurden dem hinzugefügt:

*Bottonium-Spektroskopie*

1. Die Suche nach exklusiven Kanälen der Y-Zerfälle lieferte folgende obere Grenzen:

$$\begin{aligned} B(Y \rightarrow \rho\pi) &\leq 0.2 \% \quad (90 \% \text{ C. L.}) \\ B(Y \rightarrow J/\psi X) &\leq 1.2 \% \quad (90 \% \text{ C. L.}) \\ B(Y \rightarrow \gamma a) &\leq 0.09 \% \quad (90 \% \text{ C. L.}) \quad a = \text{axion} \\ B(Y \rightarrow \gamma\gamma) &\leq 1.1 \% \quad (90 \% \text{ C. L.}) \\ B(Y \rightarrow \gamma\gamma) &\leq 1.6 \% \quad (90 \% \text{ C. L.}) \end{aligned}$$

2. Die Suche nach  $\gamma\gamma$ -Zerfällen des  $Y'$ , die über einen Zwischenzustand mit Bahndrehimpuls 1 ablaufen können, lieferte ein Ereignis. Eine experimentell deutliche Signatur erhält man mit der Reaktionskette

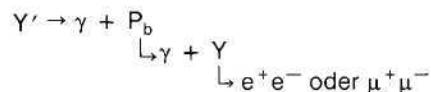
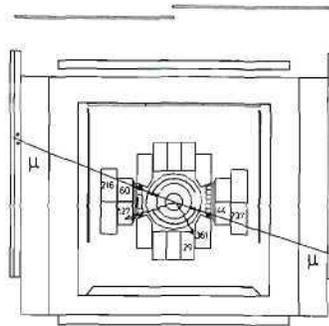


Abb. 52 zeigt den LENA-Detektor mit dem gefundenen Ereignis (es trat im  $\mu^+\mu^-$ -Endzustand auf). Es können jetzt obere Grenzen für das Verzweigungsverhältnis angegeben werden:

- für das Myon-Sample  $B(Y' \rightarrow \gamma\gamma Y) \leq 36 \% \quad (90 \% \text{ C. L.})$
- für das Elektron-Sample  $B(Y' \rightarrow \gamma\gamma Y) \leq 7 \% \quad (90 \% \text{ C. L.})$

(Die Akzeptanz für Elektronen ist größer als die für Myonenpaare).



Schwerpunktsenergie: 10.016 GeV  
 $E_{\gamma}(\text{high})$ : (390 ± 41) MeV  
 $E_{\gamma}(\text{low})$ : (127 ± 23) MeV

2-C-Fit  
 invariante Masse des  
 Leptonenpaares (Fit): (9 458 ± 93) MeV  
 $\chi^2$ -Wahrscheinlichkeit: 53.1 %

3-C-Fit  
 $\chi^2$ -Wahrscheinlichkeit: 63.0 %

Abb. 52: Das Ereignis des Typs  $e^+e^- \rightarrow Y' \rightarrow \gamma\gamma Y \rightarrow \gamma\gamma\mu\mu$ . In den LENA Detektor sind die Spuren der beiden Myonen sowie die Energieblöcke, in denen die Myonen oder die beiden  $\gamma$ -Teilchen Energie deponiert haben, eingezeichnet. Die Meßwerte für die  $\gamma$ -Energien sowie die Ergebnisse für die Fits sind angegeben.

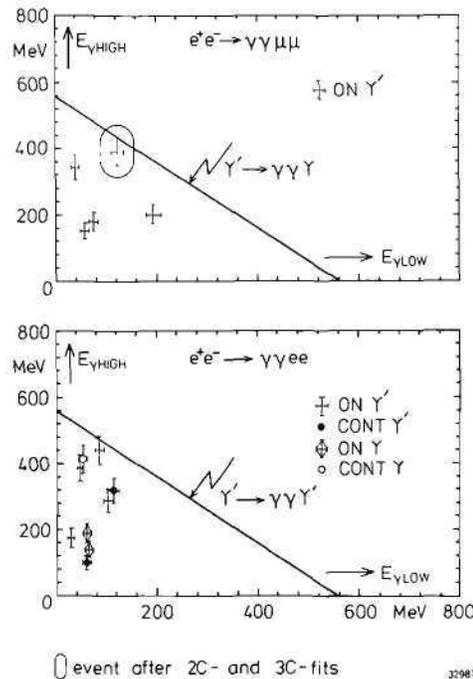


Abb. 53: Die beiden  $\gamma$ -Energien der Ereignisse  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma\mu\mu$  bzw.  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma ee$ . Für jedes Ereignis erfolgt eine Eintragung (Meßfehler sind angegeben). Für Ereignisse des Typs  $Y' \rightarrow \gamma\gamma Y$  ( $Y \rightarrow \mu\mu$  oder  $ee$ ) muß die Eintragung auf der eingetragenen Linie liegen. Nur ein Ereignis (eingerahmt) erfüllt alle kinematischen Bedingungen.

Die Auswahl der Kandidaten für diesen Ereignistyp erfolgte so:

Im ersten Schritt wurden Ereignisse mit zwei identifizierten Myonen (bzw. Elektronen), die innerhalb von  $12^\circ$  kollinear sind, und zwei weiteren Photonen ausgewählt. Abb. 53 zeigt für alle diese Ereignisse die beiden  $\gamma$ -Energien. Kandidaten mit einem Myonpaar wurden nur auf der  $Y'$ -Resonanz gefunden, nicht dagegen im Kontinuum oder auf der  $Y$ -Resonanz. Im zweiten Schritt wurden diese Kandidaten kinematisch gefittet. Es sind die Richtungen aller vier Teilchen des Endzustandes bekannt, dazu die Energien der beiden (niederenergetischen) Photonen. Das ergibt einen 2C-Fit. Für einen 3C-Fit nimmt man zusätzlich an, daß das Leptonpaar vom Zerfall der  $Y$ -Resonanz herrührt. Nur ein Ereignis ist mit den Fits verträglich. Es ist in Abb. 53 eingekreist. Damit ergeben sich für den Zerfall  $Y' \rightarrow \gamma\gamma Y$  die oben angegebenen Grenzen. Sie sind mit den Erwartungen des Standardmodells über Quarkonia verträglich.

Die Theorie der starken Wechselwirkung, die QCD, sagt, daß der hadronische Zerfall der Resonanz über einen Zwischenzustand mit drei Gluonen abläuft:

*Eigenschaften  
des Gluons*

$$Y \rightarrow 3g \rightarrow \text{Hadronen}$$

Die experimentellen Daten bestätigen diese theoretische Aussage. Damit steht uns durch die Zerfälle eine Gluonenfabrik zur Verfügung.

Schon im Jahresbericht 1980 konnte über zwei unabhängige Bestimmungen des Spins der Gluonen berichtet werden. Beide geben eine klare Evidenz für Spin-1 der Gluonen. Abb. 54 zeigt eine Zusammenstellung aller Experimente, die die Winkelverteilung der Thrust-Achse der Ereignisse ( $w(\Theta) \sim 1 + \alpha_T \cdot \cos^2\Theta$ ) gemessen haben. Die theoretischen Erwartungen sind im Kontinuum eine primäre Quark-Antiquark Produktion mit  $\alpha^{qq} = +1$ ; für die Resonanzzerfälle, gemittelt über alle Energien der Gluonen,

$$\begin{aligned} \text{bei Spin-1 Gluonen: } & \alpha_{\text{vector}}^{3g} = +.39 \\ \text{bei Spin-0 Gluonen: } & \alpha_{\text{scalar}}^{3g} = -.995. \end{aligned}$$

Die Daten sind in Übereinstimmung mit der Annahme von Spin-1 Gluonen.

Über die Messung der Kopplungskonstanten der starken Wechselwirkung  $\alpha_s(Q^2)$  wurde bereits im Jahre 1980 berichtet. Im Berichtsjahr 1981 wurden die Untersuchungen über die Topologie der  $Y$ -Zerfälle fortgesetzt mit dem Ziel, nach Unterschieden zwischen der Quarkfragmentation (Erzeugung von zwei Hadronenjets aus einem Quark-Antiquark-Paar) und der Gluonfragmentation (Erzeugung von drei Hadronenjets aus den drei Gluonen des  $Y$ -Zerfalls) zu suchen. Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Unterschiede noch nicht gefunden wurden. Die unterschiedliche Phänomenologie der Hadronenerzeugung im Kontinuum und bei  $Y$ -Zerfällen (z. B. in der geladenen Multiplizität und bei der Sphärizität bzw. beim Thrust) läßt sich darauf zurückführen, daß im Kontinuum **zwei** Jets, bei  $Y$ -Zerfällen **drei** Jets niedrigerer Energie erzeugt werden.

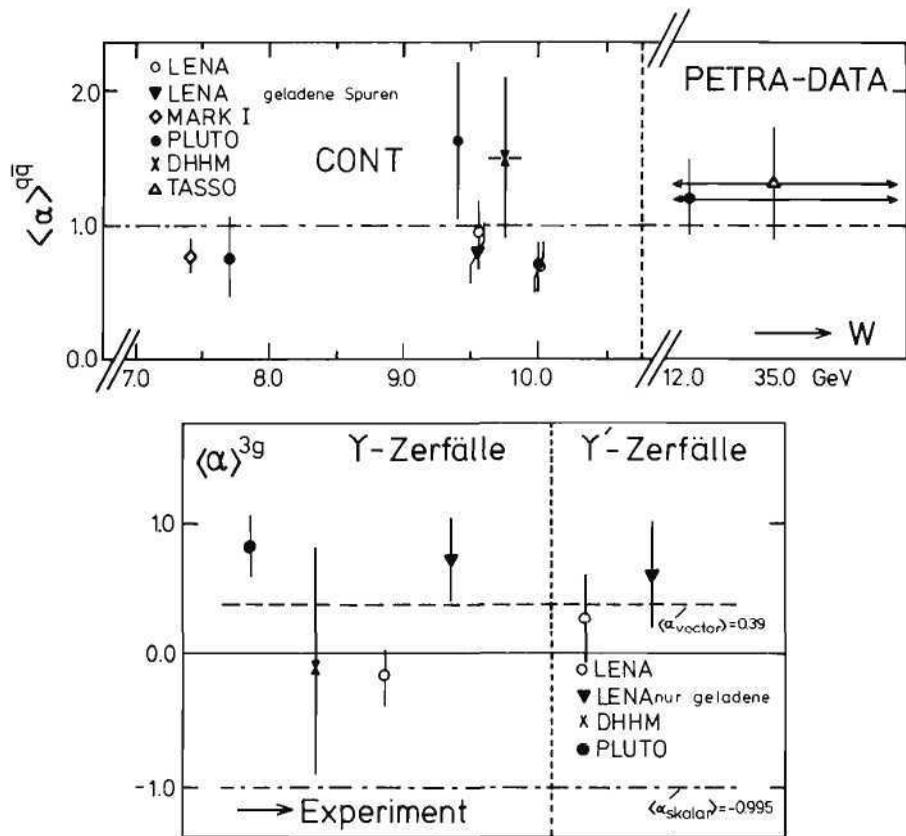


Abb. 54: Eine Zusammenstellung der Koeffizienten  $\alpha$  der Winkelverteilungen  $w(\Theta) \sim 1 + \alpha \cdot \cos^2\Theta$  der Thrustachsen. Im Kontinuum ist der Mittelwert unabhängig von der Schwerpunktsenergie,  $\langle \alpha \rangle^{q\bar{q}} = (1.10 \pm 0.14)$ . Der Mittelwert aus den verschiedenen Experimenten der  $Y$ - und  $Y'$ -Zerfälle ist  $\langle \alpha \rangle^{3g} = (+0.33 \pm 0.16)$  in Übereinstimmung mit der Erwartung für Spin-1 Gluonen.

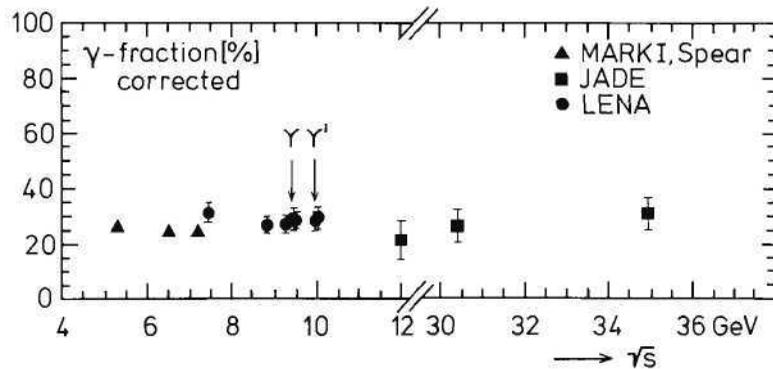


Abb. 55: Der  $\gamma$ -Anteil (Bruchteil der Energie eines Ereignisses  $e^+e^- \rightarrow$  Hadronen, der in Form von  $\gamma$ -Strahlung erscheint) als Funktion der Schwerpunktsenergie. Man erkennt, daß der  $\gamma$ -Anteil der Zerfälle der  $Y$ - und  $Y'$ -Resonanzen gleich dem des Kontinuums ist.

Zur Stützung der Aussage, daß Quark- und Gluon-Fragmentation gleich sind, werden hier zwei experimentelle Befunde gezeigt:

1. Der Bruchteil der  $\gamma$ -Energie der Ereignisse (auf Akzeptanz korrigiert) ist im Kontinuum und beim  $Y$ - und  $Y'$ -Zerfall gleich (Abb. 55).
2. Teilchenkorrelationen. Man untersucht die Winkelverteilung zwischen zwei Teilchen, genauer zwischen dem höchstenergetischen und dem zweithöchstenergetischen Teilchen (Energiedeposition im Detektor). Abb. 56 zeigt die Ergebnisse für das Kontinuum und die (Summe der) direkten  $Y$ - und  $Y'$ -Zerfälle.

Das Ergebnis ist, daß die Annahme des  $Y$ -Zerfalls in drei Gluonen plus eine Gluonfragmentation gleich der Quarkfragmentation (z. B. Field-Feynman-Parametrisierung) die Daten richtig beschreibt.

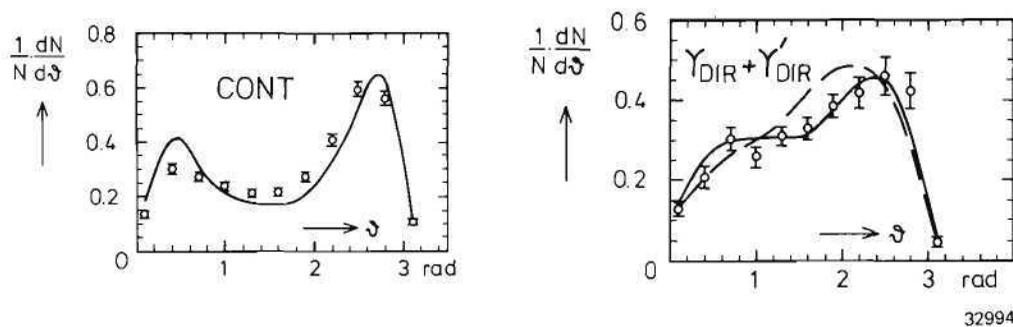


Abb. 56: Zweiteilchenkorrelation bei Kontinuumsreaktionen und bei direkten  $Y$ - und  $Y'$ -Zerfällen. Aufgetragen ist die Winkelverteilung zwischen dem energiereichsten und zweitenergiereichsten Teilchen. Die Ergebnisse werden im Text diskutiert.

## Crystal Ball-Kollaboration

Beteiligte Institute: California Institute of Technology, Carnegie-Mellon University, Pittsburgh, Institute of Nuclear Physics, Cracow, DESY, Harvard University, Cambridge MA, Princeton University, Stanford Linear Accelerator Center, Stanford University, Department of Physics and High Energy Physics, Universität Erlangen-Nürnberg, University and NIKHEF Nijmegen, Universität Würzburg

### Einführung

Während des DORIS Workshops im Februar 1981, als das Verbesserungsprogramm von DORIS öffentlich vorgestellt wurde, entstand die Idee, den Crystal-Ball-(CB)-Detektor von SLAC, wo er an SPEAR wesentliche Messungen zur Charmonium-Spektroskopie beigetragen hat, zu DORIS zu bringen. Es sollen Messungen zur Bottonium-Spektroskopie durchgeführt werden. Ein wesentlicher Teil der Arbeitskraft der Gruppe F 31 ging 1981 in das CB-Projekt. Die "alte" CB-Kollaboration verschmolz mit der LENA-Kollaboration zur "neuen" CB-Kollaboration.

Im Rahmen der Vorbereitung der CB-Experimente, deren Beginn für den Frühsommer 1982 vorgesehen ist, wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

1. Technische Studien zur Installation des CB bei DORIS. Nachdem geklärt wurde, daß die Installation des CB bei DORIS möglich ist, wurde bei DESY das Vorhaben "Installation des Crystal-Ball-Detektors" ausgearbeitet. Dieses wurde im September 1981 genehmigt.
2. Der Experimentevorschlag "Proposal for investigating  $b\bar{b}$  spectroscopy at DORIS using the Crystal Ball" wurde ausgearbeitet. Im Rahmen dieses Vorschlags haben Physiker der Universitäten Hamburg und Nijmegen sowie der DESY-Gruppe F 31 Untersuchungen über die Messung des Elektronenspektrums semileptonischer B-Meson-Zerfälle durchgeführt. Nur bei genauer Kenntnis der kinetischen Energie der B-Mesonen, die beim Zerfall der  $Y(4S)$  Resonanz entstehen, sowie der Hadronen des Endzustandes lassen sich die Messungen auswerten.

Aus einer Messung des Verzweungsverhältnisses

$$BR = \frac{B \rightarrow \text{Dev}}{B \rightarrow \text{Xev}}$$

(die Schwierigkeiten wurden soeben geschildert) lassen sich Aussagen über die Mischungswinkel der Kobayashi-Maskawa Theorie der schwachen Wechselwirkung mit sechs Quarks gewinnen. Abb. 57 zeigt, daß aus der Messung von BR das Verhältnis  $s_2/s_3 = \sin \Theta_2 / \sin \Theta_3$  und der Phasenwinkel  $\delta$  eingegrenzt werden können.

3. In einem CB Workshop im Dezember 1981 wurden ausführlich mögliche Erweiterungen des CB-Detektors für Messungen der schwachen Zerfälle der B-Mesonen studiert und diskutiert. Die Kollaboration hat daraufhin entschieden, daß kleinere Weiterentwicklungen ( $K^+$ -Nachweis, Flugzeitsysteme) sinnvoll sind. Mit ihrem Bau wurde begonnen.
4. Die DESY-Gruppe hat im Rahmen der "neuen CB-Kollaboration" an den Messungen des CB an SPEAR in der Zeit September-November '81 teilgenommen. Es wurden Daten zum  $\Psi'$  sowie bei 4,33 GeV Schwerpunktsenergie genommen.

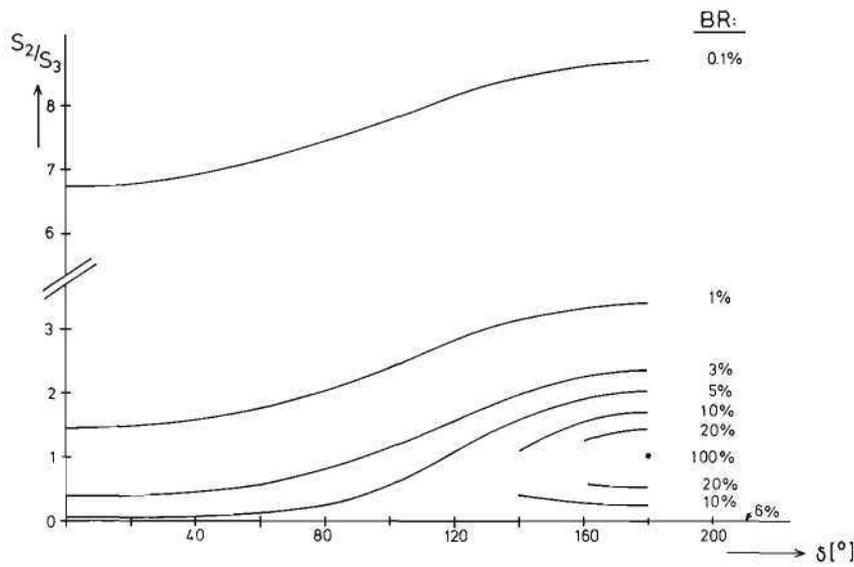
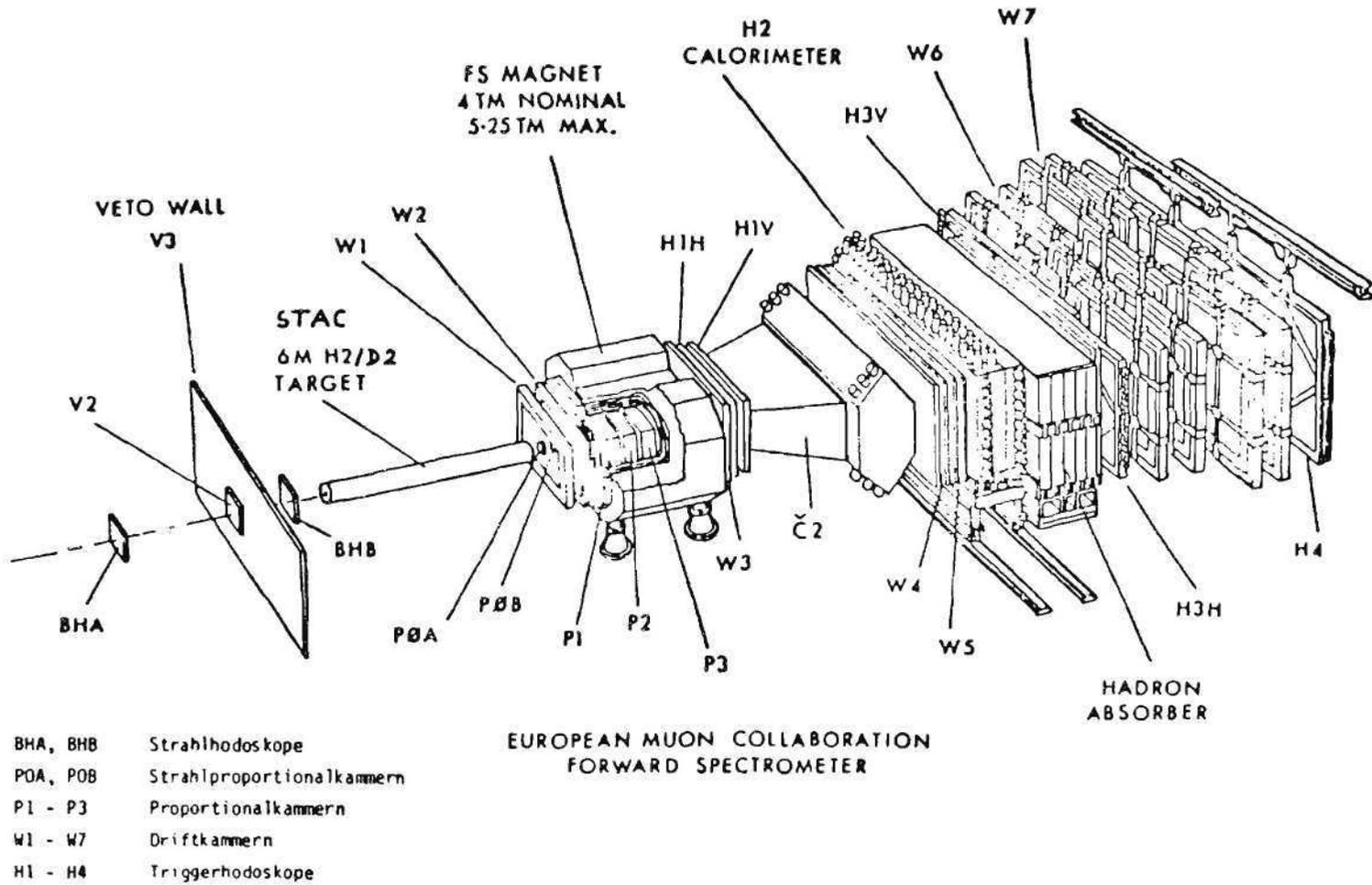


Abb. 57: Das Verzweigungsverhältnis  $BR = \frac{B \rightarrow De\nu}{B \rightarrow \text{all } e\nu}$  als Funktion des Verhältnisses  $s_2/s_3 = \sin\Theta_2/\sin\Theta_3$  der Mischungswinkel  $\Theta_2$  und  $\Theta_3$  und des Phasenwinkels  $\delta$ . Die Winkel sind empirisch zu bestimmende Parameter des Kobayashi-Maskawa Modells der schwachen Wechselwirkung mit 6 Quarks. Die Messung des Verzweigungsverhältnisses  $BR$  erlaubt eine Eingrenzung der Parameter des Modells.

Abb. 58: Experimenteller Aufbau des EMC Vorwärtsspektrometers, Experiment NA2 am CERN SPS.



## Europäische Myon Kollaboration EMC

### Myon Streuung am CERN SPS

Die Gruppe F 21 ist am Myon Streuexperiment der European Muon Collaboration EMC am 280 GeV Myon Strahl des CERN SPS beteiligt. Die Arbeiten konzentrierten sich im Jahr 1981 auf die Datenanalyse des NA2 Experimentes sowie auf die Inbetriebnahme des NA9 Detektors.

### Der EMC Detector

Während der Umbauperiode des CERN SPS in einen  $p\bar{p}$  Speicherring vom Juni 1980 bis Mai 1981 wurde der NA2 Detektor durch ein Vertexsystem erweitert. Der experimentelle Aufbau des NA2 Detektors ist in Abb. 58 und der des NA9 Detektors in Abb. 59 dargestellt. Das NA2 Spektrometer besteht aus einem Ablenkmagneten mit einer Öffnung von  $1 \times 2 \text{ m}^2$  und einer magnetischen Länge von 5.2 Tm. Die Ortsmessung der Teilchenspuren erfolgt außerhalb des Magnetfeldes und des Strahls mit Driftkammern. Im Magnetfeld befinden sich Proportionalkammern. Im Strahl wird mit Szintillatorhodoskopen und Proportionalkammern gemessen. Getriggert wird auf Ereignisse mit einem oder mehreren Myonen mit Hilfe von Triggerhodoskopen und schnellen Koinzidenzmatrizen. Für eine Strahlintensität von  $10^7$  / Burst ergibt sich für das 6 m Wasserstofftarget eine mittlere Luminosität von  $2.5 \cdot 10^{31}/\text{cm}^2\text{sec}$ . Wegen des offenen Magneten ist das Spektrometer besonders gut zum Nachweis der im Endzustand erzeugten Hadronen geeignet.

*NA2 Detektor*

Der Nachweis von Hadronen wurde durch die Erweiterung mit einem Vertexsystem auf nahezu  $4\pi$  ausgedehnt. Das Vertexsystem besteht aus einem supraleitenden Magneten, der in seinem Gap ein 1 m langes Wasserstofftarget und eine Streamerkammer enthält, sowie elektronischen Detektoren wie Proportionalkammern, Driftrohren, Flugzeitzählern und verschiedenen Cerenkovzählern (s. Abb. 59). Mit diesem System können auch Hadronen aus dem Targetjet (Rückwärtsrichtung im Schwerpunktsystem) nachgewiesen und identifiziert werden. Dadurch ist die Analyse des nahezu vollständigen hadronischen Endzustandes möglich. Besonderer Wert wurde dabei auf die Teilchenidentifikation gelegt. Sie erfolgt in den äußeren Bereichen mit den Flugzeithodoskopen F1 — F4, sowie den Aerogel Cerenkovzählern CA. Im Vorwärtsbereich befinden sich 3 Gascerenkovzähler CO, C1, C2. Für sehr langsame Teilchen kann auch die Ionisationsdichte in der Streamerkammer herangezogen werden.

*NA9 Detektor*

### Die wichtigsten physikalischen Resultate vom NA2 Experiment

#### 1. Strukturfunktionen

Das Skalenverhalten der Strukturfunktionen bei der tief inelastischen Lepton Nukleon Streuung kann gut mit dem Quark-Parton Modell beschrieben werden. Dabei wird angenommen, daß die Streuung an den punktförmigen Partonen, den Quarks, erfolgt, mit der Konsequenz, daß die Strukturfunktion nicht vom Impulsübertrag  $Q^2$  abhängt. Bei höheren Strahlenergien und/oder höheren Impulsüberträgen treten allerdings kleinere Abweichungen vom Skalenverhalten auf, die weitgehend im Rahmen der Quanten-Chromo-Dynamik (QCD) beschrieben werden können. Die Abb. 60 und Abb. 61 zeigen die  $Q^2$ -Abhängigkeit der Strukturfunktionen  $F_2$  für verschiedene  $x$ -Bereiche gemessen an Wasserstoff und Eisen. Die Größe  $x$  ist das Verhältnis von  $Q^2$  zu dem maximal möglichen  $Q^2$  für die Energie  $\nu$  des virtuellen Photons:

*Skalenverhalten*

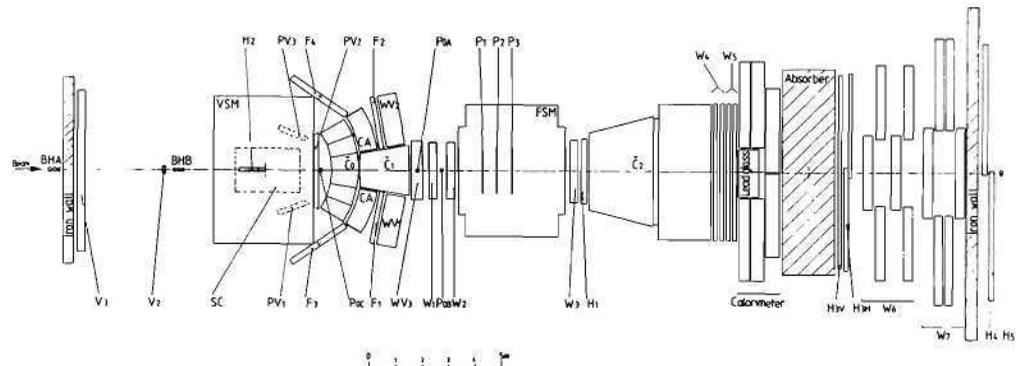


Abb. 59: Experimenteller Aufbau des NA9 Experiments.

$$x = Q^2 / 2 m v$$

Im Quark-Parton Modell entspricht  $x$  dem Impulsanteil des getroffenen Partons vom Gesamtimpuls des Nukleons. Die Abweichung vom Skalenverhalten zeigt sich bei kleinem  $x$  in einem Anstieg der Strukturfunktion mit  $Q^2$ , während bei großem  $x$  die Strukturfunktion mit  $Q^2$  abfällt.

Der Anstieg der Strukturfunktion mit  $Q^2$  bei kleinem  $x$  wird hauptsächlich durch die Erzeugung von Quark-Antiquark-Paaren an Gluonen verursacht, während der Abfall bei großem  $x$  durch Gluonbremsstrahlung dominiert wird. Zur Bestimmung der Quark-Gluon Kopplungskonstanten

$$\alpha_s = \frac{12\pi}{25 \ln(Q^2/\Lambda^2)}$$

wurde eine QCD Analyse für die Daten mit  $x > 0.25$  durchgeführt. Für den QCD-Skalenparameter  $\Lambda$  ergab sich daraus ein Wert zwischen 50 und 240 MeV. Dieser Bereich gibt den statistischen und systematischen Fehler des Experiments wieder. Das Ergebnis der QCD Analyse ist in Abb. 60 und Abb. 61 eingetragen.

Zur Überprüfung der Berechnung der Strahlungskorrekturen wurde für einen Teil der Daten die bei der Streuung emittierte Bremsstrahlung im Wasserstoff-Kalorimeter gemessen. Die gemessenen Werte stimmten gut mit den Tsai berechneten Werten überein.

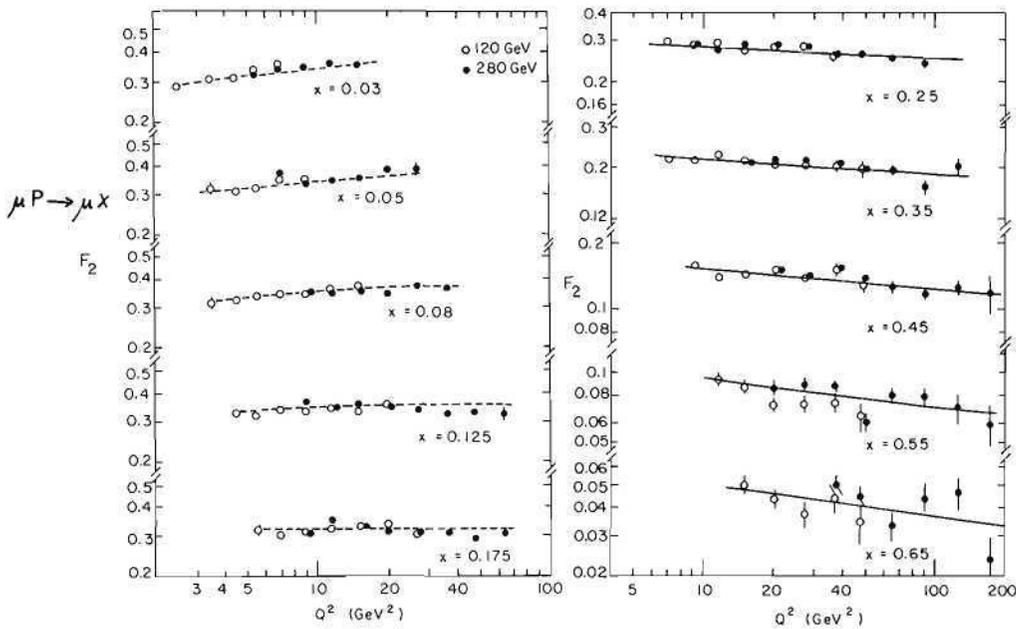


Abb. 60:  $F_2$  des Protons, gemessen an Wasserstoff für verschiedene  $x$ -Bereiche. Für  $x > 0.25$  erfolgte eine QCD Analyse mit Beiträgen nur von Valenzquarks (ausgezogene Kurve). Für  $x < 0.25$  wurde das Ergebnis der Analyse auf Seebeiträge ausgedehnt (gestrichelte Kurve).

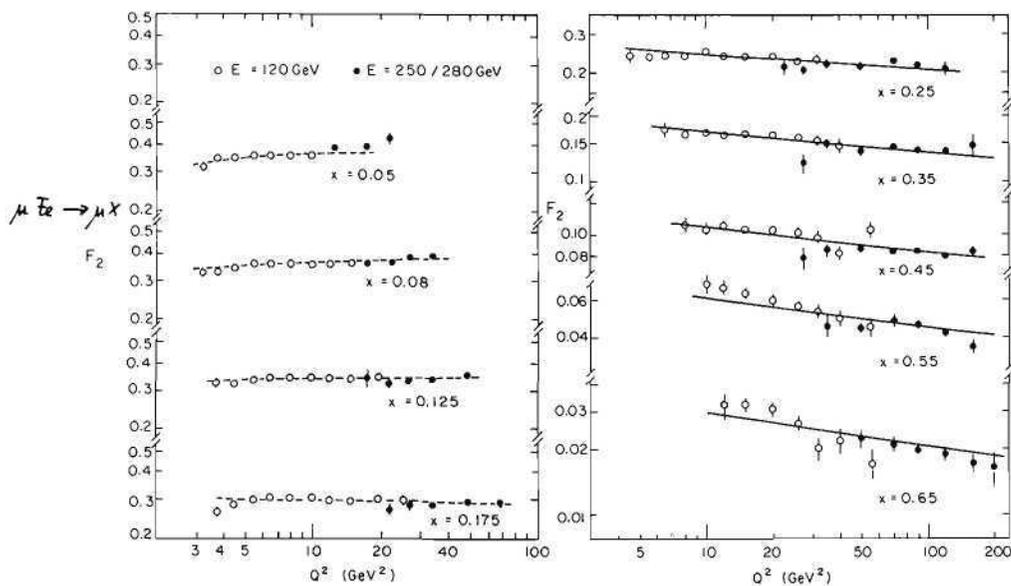
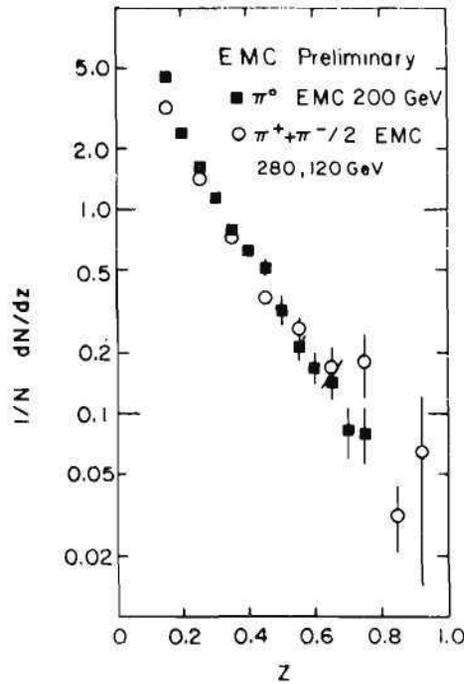


Abb. 61:  $F_2$  des Nucleons, gemessen an Eisen. Kurven wie in Abb. 60.



**Abb. 62:**  
Vergleich der z Verteilung von  $\pi^0$  Mesonen mit  $(\pi^+ + \pi^-)/2$ .

## 2. Hadronische Endzustände

Das EMC Spektrometer ist z. Zt. das einzige Spektrometer, mit dem hadronische Endzustände der Myon Nukleon Wechselwirkung untersucht werden können. Diese Untersuchungen sind deshalb interessant, weil sich in den Verteilungen der Hadronen die innere Struktur und Dynamik der Nukleonen widerspiegelt.

Im Quark-Parton Modell kann die Hadronerzeugung mit der Streuung des virtuellen Photons an einem Quark mit anschließender Fragmentierung des Quarks zu einem Hadron beschrieben werden. Man erwartet z.B. danach, daß die z-Verteilung der erzeugten  $\pi^0$  Mesonen gleich der z-Verteilung der gemittelten  $\pi^+$  und  $\pi^-$  Mesonen ist. Die Größe z ist dabei der vom virtuellen Photon auf das erzeugte Hadron übertragene Energieanteil. Die Abb. 62 zeigt die entsprechenden gemessenen Verteilungen für identifizierte  $\pi$  Mesonen. Aus dem Vergleich ergibt sich, daß das dargestellte Teilchenverhältnis gut mit dem einfachen Quark-Parton Modell beschrieben werden kann.

Bei einer quantitativen Analyse von Hadronverteilungen ist es jedoch unumgänglich, die Gluon-Bremsstrahlung sowie die Hadronerzeugung an Gluonen zu berücksichtigen. Bei einer Fragmentierung ohne vorherige Gluonemission erhält man einen Jet von Hadronen in der Richtung des virtuellen Photons. Bei der Bremsstrahlung eines hochenergetischen Gluons erhält man dagegen 2 Jets in Vorwärtsrichtung. Da diese beiden Jets relativ zum virtuellen Photon sich gegenüberliegen, spannen sie zusammen mit der Richtung des virtuellen Photons eine Ebene auf. Diese Jetebene erhält man aus den Daten durch Minimalisierung von  $\sum P_{\perp out}^2$ , wobei  $P_{\perp out}$  der Transversalimpulsanteil eines Hadrons aus dieser Ebene ist.

Die Abb. 63 zeigt die Summe der Quadrate der Transversalimpulse in der Jetebene. Diese Verteilung weicht deutlich vom einfachen Quark-Parton Modell ab, kann aber gut mit einer QCD Monte Carlo Rechnung beschrieben werden. Die Winkelverteilung der hadronischen

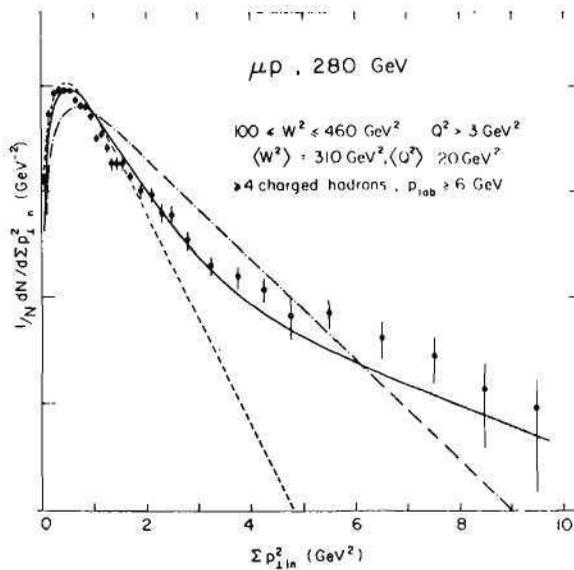


Abb. 63: Verteilung von  $\Sigma p_{1, \text{ln}}^2$  in der Jetebene. Die durchgezogene Kurve ist eine QCD Vorhersage nach dem Lund Modell. Für die beiden anderen Kurven wurde der QCD Beitrag abgeschaltet. Sie unterscheiden sich durch das angenommene  $\langle p_{1, \text{ln}}^2 \rangle$  der Fragmentierung.

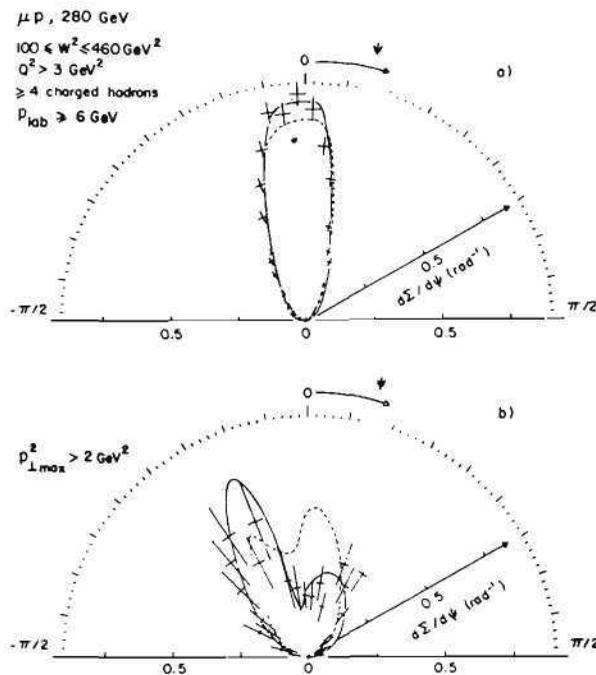
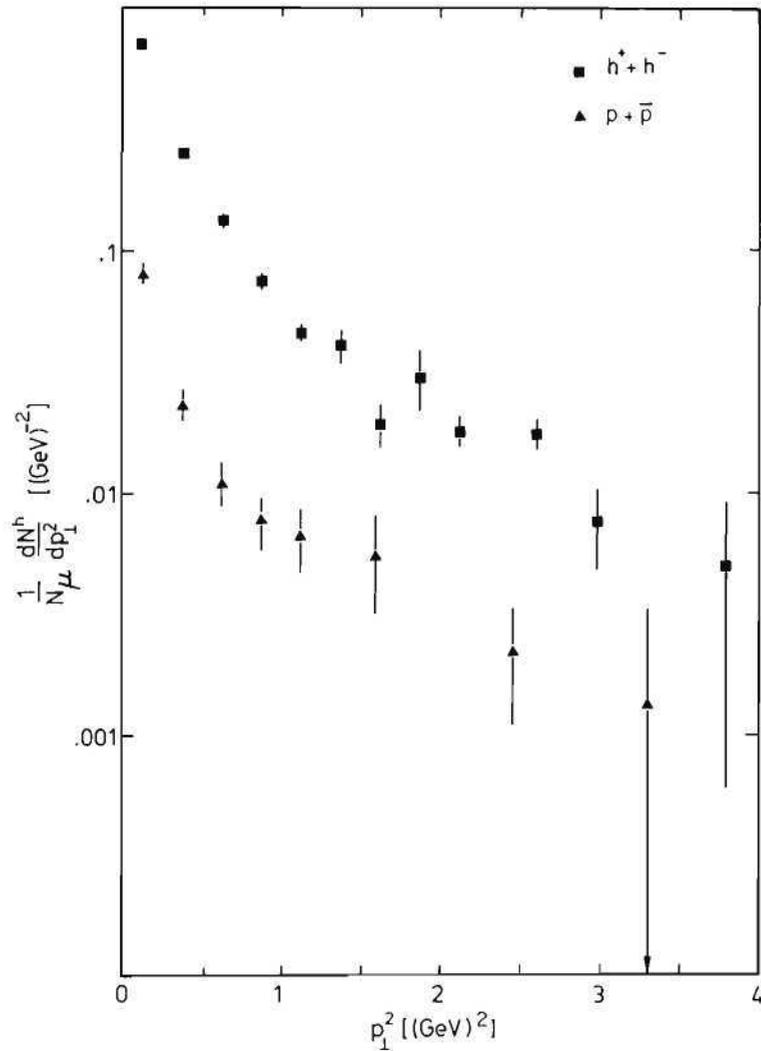


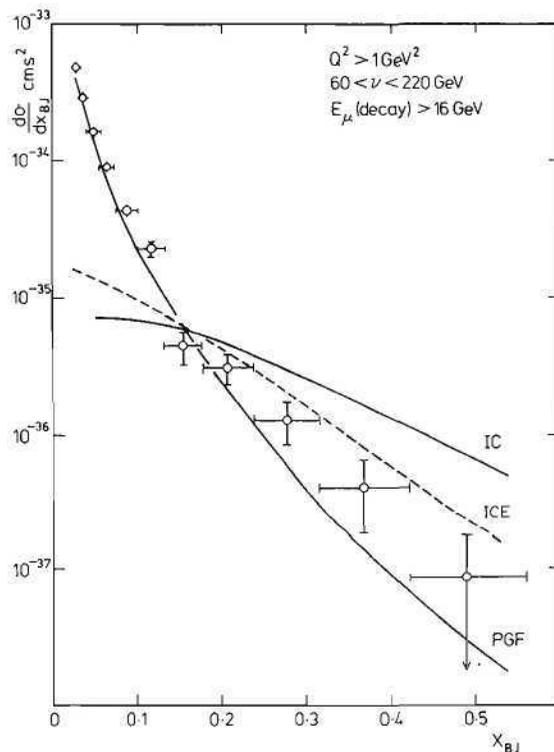
Abb. 64: Winkelverteilung der hadronischen Energie in der Jetebene. Abb. 64 enthält nur Ereignisse mit  $p_{1, \text{max}}^2 > 2 \text{ GeV}^2$ .



**Abb. 65:**  $p_{\perp}^2$ -Verteilung von Protonen und Antiprotonen verglichen mit allen geladenen Hadronen.

Energie in der Jetebene ist in Abb. 64 dargestellt. Die Richtung  $\Psi = 0$  entspricht der Richtung des virtuellen Photons. Die Abb. 64a enthält alle Ereignisse, während in Abb. 64b nur Ereignisse mit  $P_{\perp, \max}^2 > 2 \text{ GeV}^2$  enthalten sind. Für die hohen Transversalimpulse erkennt man deutlich die Struktur von 2 Jets.

Bei der Analyse von identifizierten Hadronen ergab sich ein erheblicher Anteil von Protonen und Antiprotonen (s. Abb. 65). Es bestanden zunächst Schwierigkeiten, diese Anteile zu erklären, die auch bei  $e^+e^-$ -Reaktionen bei PETRA beobachtet wurden. Inzwischen kann aber die Proton- und Antiprotonproduktion gut mit Diquark-Antidiquark Beiträgen bei der Fragmentierung beschrieben werden.



**Abb. 66: x-Verteilung der einfachen  $\mu$  Produktion. Die Kurven mit IC und ICE sind die Vorhersagen der Rate für einen inneren Charm von 1 %. ICE enthält eine  $Q^2$ -Abhängigkeit. PGF ist die Beschreibung mit dem Photon-Gluon-Fusions Modell.**

### 3. Multi $\mu$ -Produktion

Die Erzeugung energiereicher Myonen bei der Myon-Nukleon Streuung kann gut mit dem semileptonischen Zerfall von Mesonen und Baryonen erklärt werden, die jeweils ein Charm-Quark enthalten. Vergleiche der gemessenen Verteilungen, besonders mit dem Photon-Gluon Fusions Modell, wurden schon vor längerer Zeit publiziert.

Bei der Analyse der Daten wurden nun auch 3 Ereignisse gefunden, bei denen jeweils 2 Myonen mit der gleichen Ladung erzeugt wurden. Diese Ereignisse können nicht mit einer  $c\bar{c}$  Erzeugung erklärt werden, da das  $c$  nach der Fragmentierung nur in ein  $\mu^+$  und das  $\bar{c}$  in ein  $\mu^-$  zerfallen kann. Zur Erklärung dieser Ereignisse wurden 2 Möglichkeiten untersucht. Einmal könnten die Myonen aus dem Zerfall von  $B\bar{B}$ -Mesonen stammen, wobei das eine B Meson direkt semileptonisch zerfällt und das andere semileptonisch über ein D Meson. Eine andere Erklärung dagegen wären Übergänge  $D^0 \leftrightarrow \bar{D}^0$  durch  $D^0 / \bar{D}^0$  Mischung. Obwohl die gemessene Rate mit  $B\bar{B}$  Produktion nach dem Photon-Gluon-Fusions Modell übereinstimmt, können für die beiden Reaktionen nur obere Grenzen angegeben werden, da Untergrundreaktionen vom  $\pi$  und K Zerfall nicht vollständig ausgeschlossen werden können. Es ergibt sich

$$\sigma(\mu N \rightarrow \mu \bar{B} B X) < 12 \cdot 10^{-36} \text{ cm}^2 \text{ bei } 250 \text{ GeV}$$

$$D^0 / \bar{D}^0 \text{ Mischung} < 20 \%$$

Diese beiden Abschätzungen gelten mit 90% Wahrscheinlichkeit.

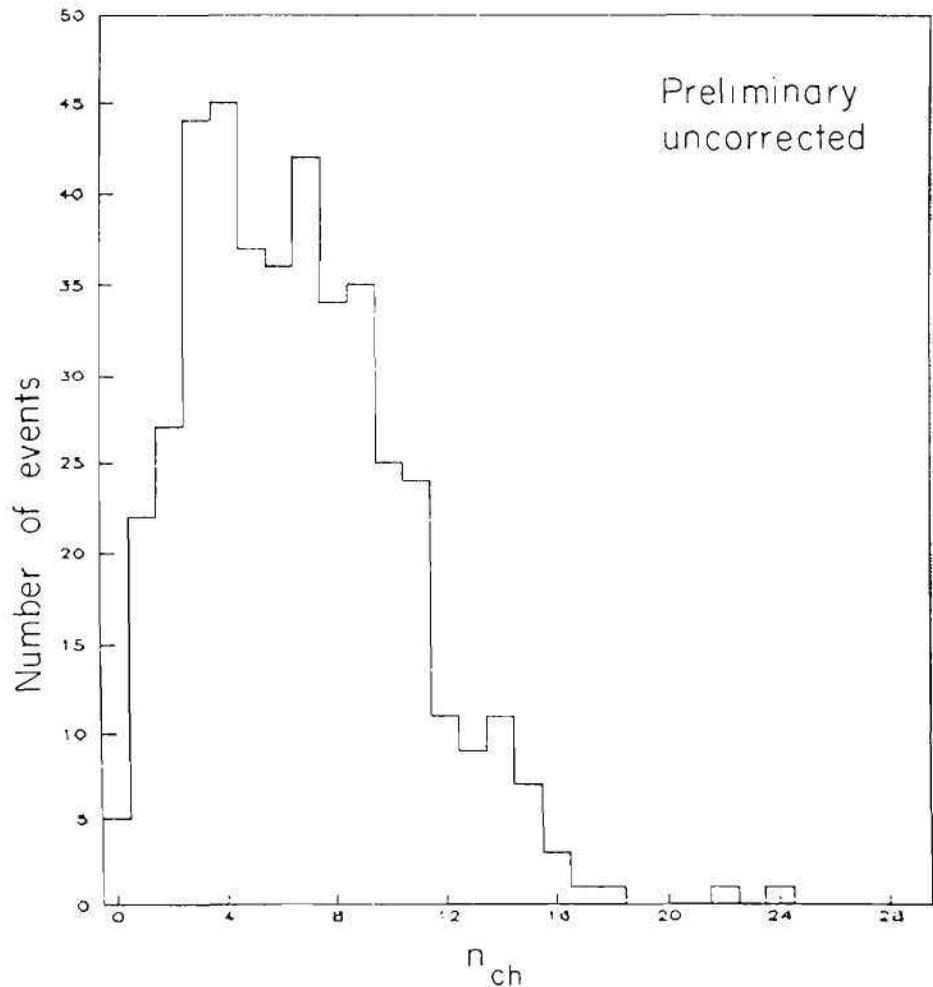
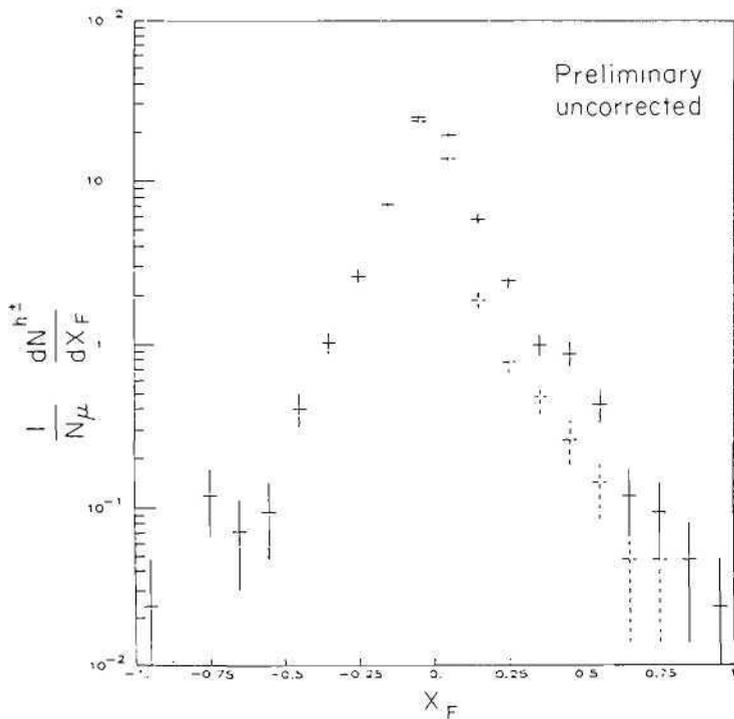


Abb. 67: Vorläufige Multiplizitätsverteilung für geladene Hadronen, gemessen mit dem NA9 Detektor.  $\langle W^2 \rangle = 252 \text{ GeV}^2$ .

Ein anderer Aspekt bei der Multi-Myon Analyse bestand in der Untersuchung, welcher Anteil im Quark-Antiquark See des Nukleons aus langlebigen  $c\bar{c}$  Paaren besteht. Ähnliche Untersuchungen wurden auch von Hadron Streuexperimenten angestellt, wobei ein Charm-Quark Anteil von 1 % bei ISR Energien gefunden wurde. Aus diesem Wert wurde die  $x$ -Verteilung für Einfach-Myon Produktion berechnet. Die Kurve ist in Abb. 66 dargestellt und mit IC bezeichnet. Die mit PGF bezeichnete Kurve ist dagegen die Beschreibung der Daten mit dem Photon-Gluon-Fusions Modell. Durch einen Vergleich mit den Daten ergibt sich daraus ein Anteil von Charm-Quarks im Nukleon von weniger als 0,28 % mit 90 % Wahrscheinlichkeit. Eine bessere Übereinstimmung mit den Hadron Experimenten erhält man, wenn man für den inneren Charm eine  $Q^2$  Abhängigkeit zulassen würde. Selbst bei der stärksten möglichen  $Q^2$  Abhängigkeit liegt die Vorhersage noch über den Daten, wie die gestrichelte Kurve veranschaulicht.



**Abb. 68:**  $x_F$ -Verteilung für vorläufige NA9 Daten. Für die gestrichelten Meßpunkte bei  $x_F > -0.1$  wurde die Spur auch in der Streamerkammer gesehen.

#### 4. Erste Resultate vom NA9 Experiment

Nach einer kurzen Testphase für das Vertexsystem konnte bereits im August 1981 mit der Datennahme begonnen werden. Langfristig ist vorgesehen, nur solche Streamerkammerbilder auszuwerten, für die im Vorwärtsspektrometer ein gestreutes Myon mit bestimmten kinematischen Bedingungen gefunden wurde. Für die ersten Daten wurden jedoch beide Analyseketten gleichzeitig begonnen, um möglichst schnell die Kombination der Streamerkammerinformation mit der Information aus den elektronischen Detektoren auszuteilen.

Die Abb. 67 zeigt eine sehr vorläufige Multiplizitätsverteilung für  $\langle W^2 \rangle = 252 \text{ GeV}^2$ . Die Daten enthalten nur geladene Teilchen mit einem Impuls von mehr als 100 MeV, weil kleinere Impulse in der Streamerkammer nicht gesehen werden. Außerdem könnten die Daten noch einige elektromagnetische Paare enthalten.

Die Energieverteilung der geladenen Hadronen ist in Abb. 68 als Funktion von Feynman  $x_F$  dargestellt. Die Daten überspannen den gesamten Bereich von  $-1$  bis  $+1$ . Für  $x_F > 0.2$  stimmen diese vorläufigen Messungen gut mit den in diesem Bereich vorhandenen NA2 Daten überein. Für  $x_F < -0.1$  stammen die Daten nur aus der Streamerkammeranalyse. Für  $x_F > -0.1$  ist der Anteil der Daten, für den die Streamerkammerinformation vorhanden war, gestrichelt dargestellt.

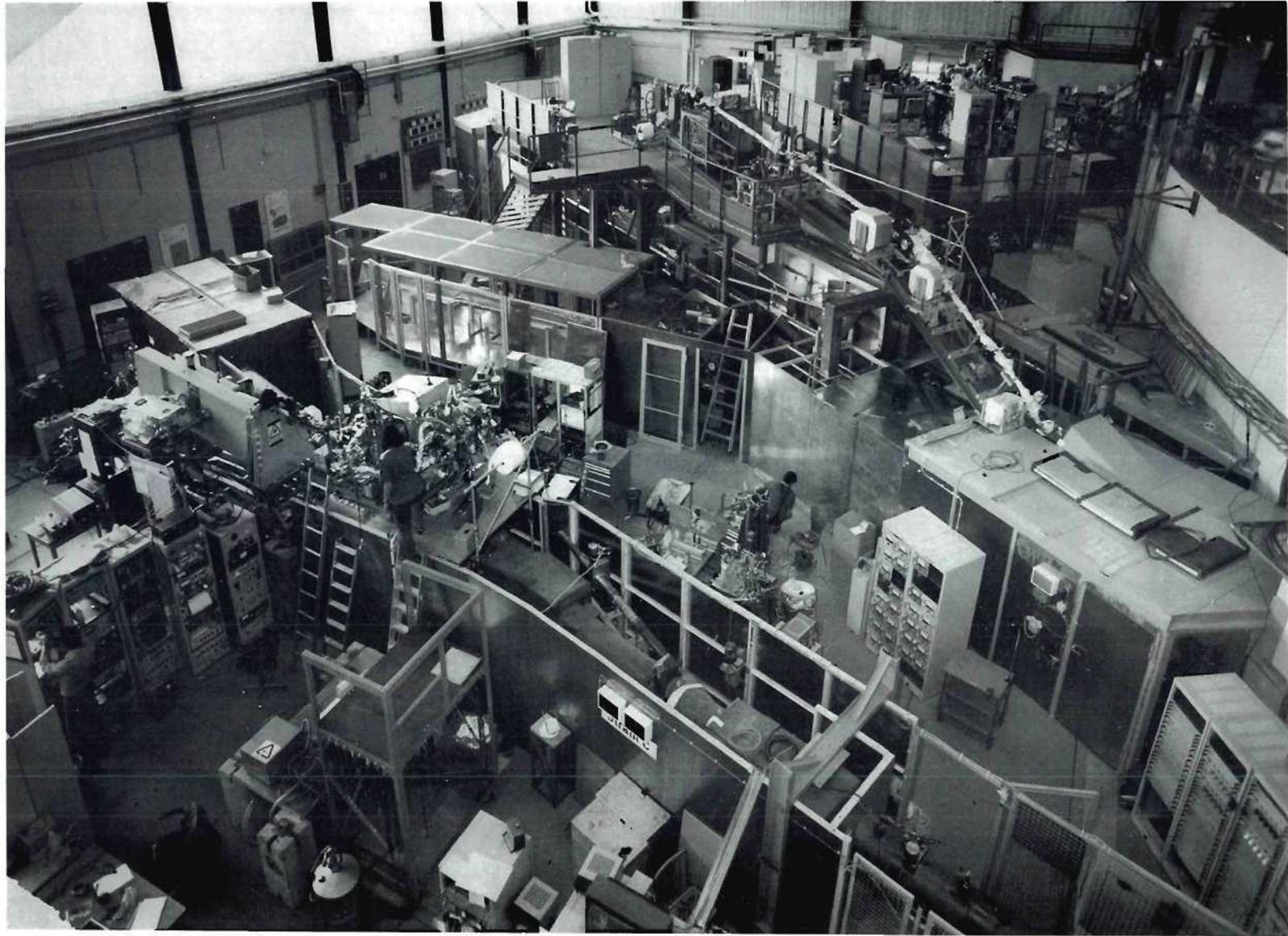


Abb. 69: Blick in die HASYLAB-Halle — August 1981.

## Experimente mit Synchrotronstrahlung

### Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB

Der Speicherring DORIS ist eine der stärksten Quellen für Synchrotronstrahlung auf der Welt. Synchrotronstrahlung ist elektromagnetische Strahlung, die von einem gespeicherten Elektronenstrahl mit hoher Intensität abgestrahlt wird. Diese wird im weichen (Vakuum-Ultraviolett) und harten Röntgengebiet für die Untersuchung der elektronischen und geometrischen Struktur der Materie und für technologische Anwendungen genutzt. Durch die hohe Energie der Elektronen in DORIS wird ein Spektrum emittiert, das bis in den sehr harten Röntgenbereich um 100 keV reicht.

*Synchrotronstrahlung*

Am Deutschen Elektronen-Synchrotron besteht eine mehr als 15jährige Tradition in der Anwendung der Synchrotronstrahlung. Diese fand ihren Niederschlag beim Aufbau der 24 neuen Meßplätze in der großen Experimentierhalle des HASYLAB (s. Abb. 69), an dem viele auswärtige Gruppen mit großem Einsatz und teilweise langjähriger Erfahrung mitwirkten. Während am Anfang des Berichtsjahres nur 5 Meßplätze in Betrieb waren, konnten in den letzten Monaten 19 Meßplätze mit Strahlung versorgt werden. Auch wenn viele der ganz neuen Instrumente noch über einen längeren Betrieb hin werden weiterentwickelt werden müssen, kann man das Jahr 1981 als das Jahr des Übergangs von der Aufbauphase in die Betriebsphase charakterisieren. Das kam auch bei der offiziellen Einweihung des HASYLAB am 29. Januar zum Ausdruck. Die feierliche Einweihung in Gegenwart der Vertreter des BMFT, der Hansestadt Hamburg und vieler befreundeter Institutionen am Vormittag ging am Nachmittag in ein wissenschaftliches Statusseminar über, das ganz im Zeichen der geplanten Experimente stand.

Im Berichtsjahr wurde DORIS ausschließlich für Experimente mit Synchrotronstrahlung betrieben. Die Gesamtbetriebszeit betrug 5040 Stunden, davon war die Maschine 4047 Stunden, d.h. 80 %, für Experimente bereit. Die Zeit war wie folgt verteilt (gerundet):

- 1 % Maschinenanlauf,
- 5 % Positronenstrahl für EMBL
- 13 % Elektronenstrahl für das Institut für Festkörpertechnologie der Fraunhofergesellschaft
- 25 % EMBL / HASYLAB Positronen und Elektronenstrahl im 12-Stunden-Wechsel
- 37 % Strahl für HASYLAB

*Meßzeit*

Besonders fruchtbar waren die letzten beiden Betriebsmonate Oktober und November, da zum Schluß 19 Meßplätze mit Strahlung versorgt wurden. An den Experimenten waren insgesamt 226 Wissenschaftler, Ingenieure und Techniker beteiligt. Davon waren überwiegend in Hamburg anwesend 61 Personen (einschließlich Diplomanden und Doktoranden der Universität Hamburg), 165 Gäste kamen während der Messungen von außerhalb. (Diese Zahlen beinhalten nicht die EMBL-Experimente und nicht die Untersuchungen der Fraunhofergesellschaft).

Wie bisher hatte HASYLAB enge Kontakte mit der Außenstelle des Europäischen Labors für Molekularbiologie, EMBL. Ein Meßplatz von EMBL in der HASYLAB - Halle ging bereits in Betrieb, zwei weitere sind im Aufbau. Dort wird in Zukunft auch der Schwerpunkt der EMBL - Aktivitäten liegen, sodaß künftig in Hauptbenutzerzeiten für Synchrotronstrahlung nur noch Elektronen gespeichert zu werden brauchen.

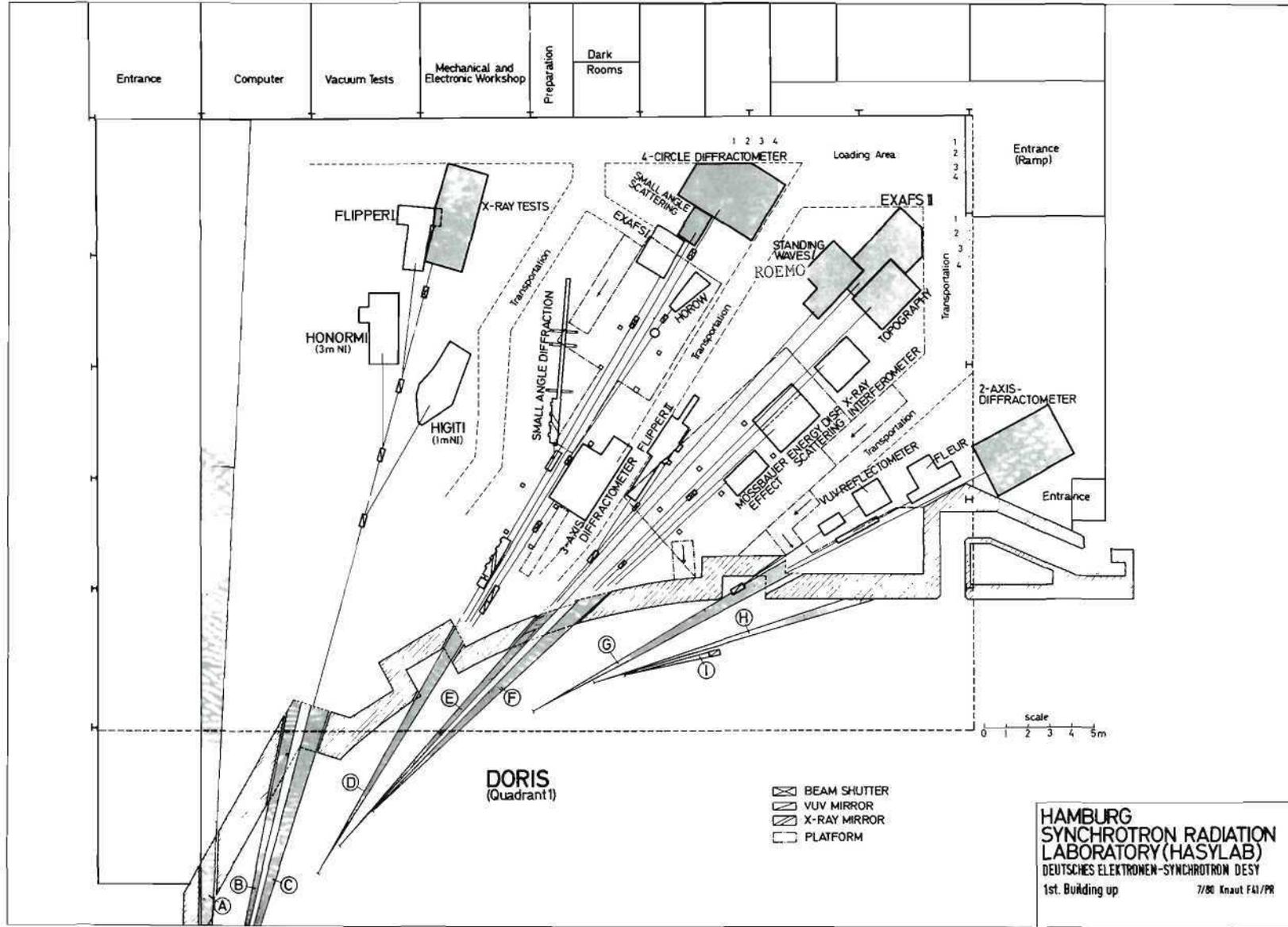


Abb. 70: Strahlführung zu den Experimenten des HASYLAB.

**Tabelle 1 : Meßplätze für Photonenenergie 5 — 50 eV**

Meßplatz	Energiebereich (eV)	horizontaler Anteil am Synchrotronstrahl (mrad)	an Planung, Aufbau und Nutzung beteiligte Institute
1 HONORMI 3 m Monochromator für hochaufgelöste Spektroskopie	5 - 35	1	HASYLAB Univ. München Univ. Kiel Univ. Kaiserslautern Univ. Hamburg
2 HIGITI 1 m Monochromator für Fluoreszenzspektroskopie	5 - 35	1	Univ. Hamburg Univ. Kaiserslautern Freie Univ. Berlin HASYLAB
3 SUPERLUMI 2 m Monochromator für Fluoreszenz- und Photoemissions-spektroskopie	5 - 35	50	Univ. Kiel Univ. Hamburg
4 1 m Seya Monochromator mit Elektronenspektrometer für winkelaufgelöste Photoemission	5 - 50	6	HASYLAB Univ. Hamburg verschiedene Kollaborationen
5 Weißer Strahl für Zeitauflösung (im Aufbau)	2 - 10		HASYLAB MPI Göttingen

Außerdem bestehen gute Kontakte zur Fraunhofergesellschaft, die in einem eigenen Labor an DORIS gemeinsam mit der Industrie Kopierverfahren für Mikrostrukturen entwickelt. Mit der Berliner Speicherring GmbH für Synchrotronstrahlung, BESSY, werden Fragen von gemeinsamen Interesse regelmäßig beraten.

**Tabelle 2 : Meßplätze für Photonenenergien 20 — 400 eV**

	Meßplatz	Energiebereich (eV)	horizontaler Anteil am Synchrotronstrahl (mrad)	an Planung, Aufbau und Nutzung beteiligte Institute
1	FLIPPER I bei variablem Winkel arbeitender Monochromator für Photoemissionsmessungen	20 - 400	1	Univ. Hamburg
2	FLIPPER II bei variablem Winkel arbeitender Monochromator für Photoemissionsmessungen	20 - 400	2	MPI Stuttgart
3	Toroidgittermonochromator für Photoemission an Atomen und Molekülen	30 - 250	10	Univ. Hamburg Univ. Freiburg
4	GLEISPIMO-VUV Reflektometer bei variablem Winkel arbeitender Monochromator für Reflexionsmessungen	20 - 300	1	Univ. Hamburg HASYLAB
5	HOROW 2 m Rowlandmonochromator	20 - 400	1	Univ. Hamburg
6	FLEUR 2 m Rowland für Röntgenfluoreszenz	20 - 400	1	Univ. München

Wie in den vergangenen beiden Jahren haben die einzelnen Gruppen über ihre Arbeiten in kurzen Beiträgen berichtet, die in einem ausführlichen Bericht "Hamburger Synchrotronstrahlungslabor am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY, Jahresbericht 1981" zusammengefaßt sind. Die Titel der einzelnen Beiträge geben einen guten Überblick über die Vielfalt der Aktivitäten und sind im folgenden wiedergegeben. Der bei weitem größte Teil der Gruppen kann erste Ergebnisse vorstellen. Darunter sind viele hervorragende neue Untersuchungen, die zeigen, daß das mühsam aufgebaute Instrumentarium die Anstrengung gelohnt hat und HASYLAB auf vielen Gebieten international voll konkurrenzfähig ist.

### Verzeichnis der Beiträge der Arbeitsgruppen

(Die Beiträge sind im Jahresbericht HASYLAB 1981 gesondert veröffentlicht und auf Anfrage erhältlich)

#### Atom- und Molekülphysik

- Photoemissionsspektroskopie an Metaldämpfen — Erste Messungen mit dem Toroidgittermonochromator (TGM)
- Photoionisation von Barium-Atomen im Bereich der 5p-Anregungen
- Elektronenspektrometrie mit monochromatisierter Synchrotronstrahlung
- Messung des Alignments von Photoionen
- Messung von Lebensdauern und Stoßlöschquerschnitten selektiv angeregter Zustände des molekularen Wasserstoffs
- Elektronische Struktur des  $\text{Cl}_2$ -Moleküls
- Moleküldynamik in Excimer-Systemen
- Fragmentation kleiner Moleküle
- Partielle Wirkungsquerschnitte und Zustandsdichte-Effekte bei der Photoemission von polykristallinen Aufdampfschichten kleiner organischer und anorganischer Moleküle
- Lichtstarke Vakuum-UV-Strahlführung und Matrixisolationsspektroskopie
- UHV-Rowland-Monochromator für Matrixspektroskopie
- Photoeffects in Fluid Xenon
- Photoleitung unpolarer organischer Flüssigkeiten

#### Festkörper- und Oberflächenphysik

- Hochaufgelöste Reflexion und Photoemission im Bereich 5 - 50 eV
- Photoemission aus angeregten Zuständen in festen Edelgasen
- Erste Ergebnisse an der Lumineszenz-Apparatur SUPERLUMI. Lumineszenz freier Exzitonen in festen Edelgasen und Alkalihalogeniden
- Ein optimierte Meßplatz für winkelaufgelöste Photoemission im Bereich  $5 \text{ eV} \leq h\nu \leq 50 \text{ eV}$
- Winkelaufgelöste Valenzband-Photoemission von Pb-Phthalocyanin-Filmen auf Cu(100)-Flächen
- Gitterrelaxationsprozesse nach Anregung von Rumpfexzitonen in Lithium- und Natriumhalogeniden
- Elektronische Struktur von Metalloberflächen
- Interschalen-Wechselwirkung in Photoemission an Festkörpern
- Kantennahe Struktur von  $\alpha$ - und  $\lambda$ -Cer
- Röntgenabsorptionsspektroskopie am Valenzübergang von SmS
- Photoemissionsuntersuchungen zur elektronischen Struktur von adsorbiertem und festem Pyridin auf Silber
- Beobachtung des Übergangs vom adiabatischen zum "sudden"-Bereich im Photo-

**Tabelle 3 : Röntgenmeßplätze**

	Meßplatz	horizontaler Anteil am Synchrotronstrahl (mrad)	an Planung, Aufbau und Nutzung beteiligte Institute
1	2-Achsen-Diffraktometer	3	Univ. Dortmund Univ. Saarbrücken
2	4-Kreis-Diffraktometer	1	Univ. Göttingen und verschiedene Kollaborationen
3	3-Achsen-Diffraktometer	1	Univ. Kopenhagen Riso Nat. Res. Inst.
4	Röntgentopographie	2	Fritz-Haber Inst. Univ. Berlin HASYLAB
5	Energiedispersive Röntgenbeugung	2	Univ. Kopenhagen Riso Nat. Res. Inst. HASYLAB
6	Fokussierter Röntgenstrahl für EXAFS II (im Aufbau)	4	Univ. Kiel und verschiedene Kollaborationen
7	RÖMO Röntgenmonochromator	2	KfA Jülich HASYLAB
8	Proteinkristallographie (im Aufbau)	2	EMBL
9	Kleinwinkelbeugung	1	EMBL
10	Fokussierter Röntgenstrahl für EXAFS (im Aufbau)	4	EMBL
11	Teststand für Mößbauereffekt	2	Univ. Hamburg
12	Röntgeninterferometer	1	Univ. Dortmund
13	Röntgenteststand	1	HASYLAB

elektronenspektrum des Nickel 3p-Rumpfniveaus

- Untersuchungen von Satellitenstrukturen im Valenz- Photoelektronenspektrum von CO auf Cu(110)
- Oberflächen- und volumenempfindliche Photoemission an Cu: "shake-up"-Strukturen im Valenzband- und Rumpfniveaubereich
- Photoemissions-Untersuchungen mit Synchrotronstrahlung
- Aufbau eines Photoemissionsmeßplatzes mit dem Planspiegelmonochromator FLIPPER II
- Testexperimente mit einem zweidimensionalen Analysator für winkelaufgelöste Photoelektronenspektroskopie an Festkörperoberflächen
- Emissionsspektroskopie im Bereich der ultraweichen Röntgenstrahlen
- Abstandsabhängige Abschirmeffekte bei Elektronenemission aus physisorbierten Kr-Schichten auf Cu(110)

### Strukturuntersuchungen

#### Triple Axis Spectrometer:

- Smectic-A surface of the nematic and isotropic bulk phase
- Hexagonal layer stacking in smectic-B phase of 70.7
- Pressure induced commensurate-incommensurate transition in Kr-monolayers on graphite
- Melting of 2-dimensional crystals
- Structure of CF<sub>4</sub> monolayers on graphite
- High resolution powder diffraction with synchrotron radiation
- EXAFS Untersuchung der Nahordnung in Cu<sub>3</sub>Au, CoPt<sub>3</sub> und Ni<sub>4</sub>Mo
- EXAFS Untersuchung an Zr-Al Katalysatoren für die Polymerisation von Ethylen
- EXAFS Untersuchung der Struktur von Co-Mo Wasserstoffschwefelungs-Katalysatoren
- EXAFS-Untersuchungen unter hydrostatischen Drucken an RbCN
- EXAFS-Untersuchungen an elektronenbestrahltem Al(Ag) und Al(Zn)
- Aufbau des Meßplatzes EXAFS II und Röntgenabsorptionsuntersuchungen
- Meßplatz für Röntgen-Interferenz-Topographie mit Synchrotronstrahlung
- An interpretation of White (synchrotron X-radiation) Laue (topograph) patterns by means for the gnomonic projection
- Stroboskopische Untersuchung von Schwingquarzen mit Synchrotronstrahlung
- Multistereo synchrotron X-ray topography
- Development and applications of the synchrotron X-ray topography
- CO<sub>2</sub>-Laser annealing of ion-implanted silicon
- X-ray scattering factors for large scattering vectors
- High pressure diffraction of YbH<sub>2</sub> up to 28 GPa
- Diffraction studies of US at high pressures up to 40 GPa
- Röntgenbeugung unter hohen Drucken und Temperaturen
- Energiedispersive Röntgenbeugung unter hohen Drucken
- Untersuchungen mit stehenden Röntgeninterferenzfeldern
- Zeitaufgelöste Untersuchungen von Laserpuls-induzierten Gitterrelaxationen an Cer-Terbium-Pentaphosphaten

*flüssige Kristalle*

*physisorbierte Filme auf Graphit*

- Fünfkreis-Diffraktometer mit durchstimmbarer Wellenlänge für Synchrotronstrahlung
- Röntgendiffraktionsmessung an NASICON ( $\text{Na}_{1+x}\text{Zr}_2\text{Si}_x\text{P}_{3-x}\text{O}_{12}$ ) Einkristallen
- Untersuchung der Kristallisation und des Schmelzens von Polymeren
- Eine Guinier-Heizkamera für Synchrotronstrahlung

#### **Neue Methoden und Angewandte Forschung**

- Röntgeninterferometer
- Röntgenfluoreszenzanalyse mit Synchrotronstrahlung
- High resolution inelastic scattering of X-rays
- Zweiachsendiffraktometer
- Ein Pulver-Polarimeter für Synchrotron-Röntgenstrahlung
- Arbeiten am VUV-Reflektometer
- Untersuchung zur Herstellung von Trenndüsenstrukturen mittels Röntgenlithographie
- Zeitaufgelöste Fluorimetrie
- Summary of the research activity of Chang and Coworkers at HASYLAB, DESY
- Erzeugung einer räumlich kohärenten, monochromatischen Röntgenlichtquelle
- Testmessungen zur Röntgen-Energie-Verlustspektroskopie mit Synchrotronstrahlung
- Mößbauereffekt mit Synchrotronstrahlung als Quelle
- Kernresonanzexperimente mit Synchrotronstrahlung

#### **An der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten beim Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB sind folgende Institute beteiligt:**

Rhein.-Westf. TH Aachen  
Institut für Kristallographie

University of Aarhus  
Institute of Physics

Freie Universität Berlin

Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft Berlin

Hahn-Meitner Institut für Kernforschung, Berlin

Universität Bonn  
Mineralogisch-Petrologisches Institut Lehrstuhl für Mineralogie und Kristallographie

Universität Dortmund  
Lehrstuhl für Experimentalphysik I

Universität Düsseldorf  
Physikalisches Institut

Universität GH Duisburg  
Labor für Festkörperphysik

Universität Freiburg  
Fakultät für Physik

Universität Göttingen  
Mineralogisch-Kristallographisches Institut

MPI für Biophysikalische Chemie, Göttingen  
Abteilung Molekulare Biologie

MPI für Experimentelle Medizin, Göttingen  
Abteilung Chemie

Institut Laue Langevin Grenoble

European Molecular Laboratory EMBL  
Außenstelle Hamburg

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
HASYLAB

Universität Hamburg  
Institut für Angewandte Physik  
Institut für Anorganische und Angewandte Chemie  
II. Institut für Experimentalphysik

Harvard University, Cambridge, Cambridge (USA)

University of Helsinki  
Department of Physics Instrument Laboratory, Technical Research Centre of Finland

University of Jerusalem

Kernforschungsanlage Jülich

Universität Kaiserslautern  
Fachbereich Physik

Forschungsanstalt Karlsruhe  
Europäisches Institut für Transurane

Universität Kiel  
Institut für Experimentalphysik

University of Copenhagen

Linköping University

Massachusetts Inst. Tech. (MIT), USA

Haldor Topsoe Res. Lab., Lyngby, Dänemark

Technical University of Denmark, Lyngby

Universität München  
Sektion Physik

Technische Universität München  
Physik Department

Gesamthochschule Paderborn  
Fachbereich 6 - Experimentalphysik

Universite Paris-Nord LIMPH, Villetaneuse

Universite Paris-Sud Lab. Phys. Plasmas, Orsay

CEN-Saclay, Gif-sur-Yvette

Riso National Laboratory, Roskilde, Dänemark

Universität des Saarlandes, Saarbrücken  
Fachrichtung 17.5 - Kristallographie

CNRS, Equipe de Spectroscopie, St. Etienne, Frankreich

Karolinska Institute, Stockholm

MPI für Festkörperforschung, Stuttgart

Tartu Estonian SSR, UdSSR

Brookhaven National Lab., Upton, USA

Gesamthochschule Wuppertal  
Fachbereich 9 - Physikalische Chemie

## Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL

Auch 1981 hat das Europäische Laboratorium für Molekularbiologie, trotz neuer technischer Aufgaben im HASYLAB sein wissenschaftliches Programm in der Synchrotronstrahlungsforschung in vollem Umfang weiterführen können. Hierzu gehört:

### 1. RÖNTGENSTREUUNG

- a. an Proteinkristallen - Tieftemperaturuntersuchungen - zeitaufgelöste Röntgenbeugung
- b. an teil- und nichtkristallinen Systemen - zeitaufgelöste Röntgenstreuung - Kleinstwinkelstreuung (Bonse-Hart-Kamera)

### 2. RÖNTGENSPEKTROSKOPIE

### 3. RESONANTE RÖNTGENSTREUUNG

- a. an Einkristallen
- b. an anderen Stoffen (Lösungen, Membrane, ...)

In dieser Gliederung kommt auch die Bedeutung der Synchrotronstrahlung zum Ausdruck. Der relative Anteil des Einsatzes von Synchrotronstrahlung nimmt von 1. nach 3. zu.

Die Röntgenstreuung profitiert ausschließlich von der hohen Intensität der Synchrotronstrahlung bei Wellenlängen um 1,5 Angström. Wer hierdurch angezogen wird, der vergleicht kritisch die Intensität der Cu-K $\alpha$ -Linie des Röntgenerators mit dem (in diesem Falle: leider) kontinuierlichen Spektrum der Synchrotronstrahlung. Der Gewinnfaktor gegenüber den heimischen Möglichkeiten liegt zwischen 10 und 1000. Der überwiegende Teil der Vorhaben des EMBL ist daher im ersten Abschnitt der Gliederung angesiedelt. Wir erwähnen nur einige Beispiele:

*Röntgenstreuung*

Mit der Synchrotronstrahlung haben die Tieftemperaturuntersuchungen an Proteinkristallen eine wahre Renaissance erlebt. Monatelange Untersuchungen unter extremen Bedingungen der Proteinkristalle lassen sich nunmehr in wenigen Tagen durchführen. Daß man auch vor dem Zeitalter der Synchrotronstrahlung diese sehr mühevollen Experimente nicht gescheut hat, wird verständlich, wenn wir daran erinnern, daß die beim schrittweisen Abkühlen einfrierenden Molekularbewegungen kristallographisch geortet werden können. Die detaillierte Untersuchung der Bewegungszustände des Enzyms kann entscheidende Hinweise für den Sinn seiner komplizierten makromologischen Struktur liefern.

Während die Haltbarkeit von Proteinkristallen noch mit der von konservierten Lebensmitteln vergleichbar ist, sind andere biologische Präparate weitaus kurzlebiger. Zelluläre und subzelluläre Strukturen (Muskeln, Mikrotubuli,...) gehören hierzu. Die Möglichkeit makromolekulare Zustände im Sekunden- und Millisekundenbereich beobachten zu können, hat der Synchrotronstrahlung den besonderen Ruf unter den Molekularbiologen und Physiologen eingebracht.

*Röntgen-  
spektroskopie*

Wir wenden uns nun der Wellenlängenabhängigkeit (Dispersion) der Wechselwirkung der Röntgenstrahlung mit Materie zu. Das kontinuierliche Spektrum der Synchrotronstrahlung bietet für die spektroskopischen Untersuchungen ideale Voraussetzungen. Das optische Theorem verknüpft den totalen Wirkungsquerschnitt (der neben elastischen auch inelastische Beiträge enthält) mit dem Imaginärteil der Streuamplitude in Vorwärtsrichtung. Es bieten sich somit zwei Forschungsrichtungen an: Die Absorptionsspektroskopie und die resonante Röntgenstreuung.

Photoelektrische Absorptionsquerschnitte übertreffen resonante Streuquerschnitte um das 100- bis 10.000-fache. Es ist daher nicht verwunderlich, wenn das besondere Interesse der Molekularbiologen sich auf die Röntgenabsorptionsspektroskopie richtet. Je nach dem Bindungszustand des angeregten Atoms und abhängig von der Konfiguration und Art der nächsten Nachbaratome wird der Röntgenabsorptionskante eine besondere Feinstruktur aufgeprägt. Die Absorptionsfeinstrukturanalyse (EXAFS, XANES) ist daher zu einem wichtigen Hilfsmittel zur Erforschung metallhaltiger Enzyme (Insulin [Zink], Hämoglobin [Eisen], ...) geworden. Das EMBL leistet auf diesem Gebiet einen wachsenden Beitrag.

*Resonante  
Röntgenstreuung*

Obwohl resonante Röntgenstreuquerschnitte klein gegen die totalen Wirkungsquerschnitte sind, gewinnen sie beträchtlich aufgrund ihrer Kohärenzeigenschaften. Diesem Umstand ist es mit zu verdanken, daß die resonante Streuung (oder anomale Dispersion des Atomfaktors) in der makromolekularen Kristallographie zur Phasenbestimmung und somit zur direkten Strukturbestimmung eingesetzt werden kann. Die resonanten Streuanteile in den Röntgenbeugungsreflexen erreichen allenfalls einige Prozent der Gesamtstreuung. Der mögliche Siegeszug dieser Methode ist an die Verfügbarkeit von hochauflösenden Flächenzählern und geeigneten Datenreduktionsprogrammen gebunden.

Bei teilkristallinen oder amorphen Substanzen und makromolekularen Lösungen fällt die resonante Streuung viel geringer aus als bei entsprechenden Einkristallen. Das Streubild ist einfacher (verwaschener), und läßt sich nur mit wenigen Strukturparametern eindeutig in Beziehung setzen. Entsprechend geringer sind die Anforderungen an Flächenzähler und Auswerteverfahren. Es erschien daher lohnend, diesen Weg zu beschreiten. Nach den ersten erfolgreichen Versuchen, die bekannte Eisenkonfiguration in gelöstem Hämoglobin zu bestimmen, ist es nunmehr gelungen, die resonante Streuung einer bakteriellen Katalase zu messen. Dieses Katalasemolekül mit einem Molekulargewicht von über 200 000 enthält nur 4 Eisenatome. Der resonante Streubeitrag ist kleiner als 0,002 der Gesamtstreuung. Dennoch konnte die resonante Streuung mit einer Genauigkeit ermittelt werden, die die Bestimmung der bisher in dieser Katalase unbekanntes Eisenkonfiguration ermöglicht. Die Anwendung dieser Methoden auf andere unbekanntes Proteinstrukturen, Gegenionenverteilungen von Polyelektrolyten aber auch auf metallische Werkstoffe ist begonnen worden.

## Theoretische Physik

Eichtheorien der starken, schwachen und elektromagnetischen Wechselwirkung bilden fast ausschließlich die Grundlage der theoretischen Diskussion in der Elementarteilchenphysik. Die Beiträge der Gruppe Theorie, des II. Instituts für Theoretische Physik und deren zeitweiliger Gäste stammen dementsprechend prinzipiell aus diesem Gebiet.

(i) Ein wichtiges Gebiet, das 1981 besondere Aufmerksamkeit erlangte, liegt in der Berechnung und Phänomenologie der QCD-Strahlungskorrekturen höherer Ordnung. Daneben wurden Ideen zur Berechnung des Quarkonium-Potentials, sowie phänomenologische Ansätze zur Teilchenproduktion im  $J/\Psi$ -Zerfall ausgeführt. Auch wurde der bei PETRA entdeckte große Wirkungsquerschnitt für Baryonen berechnet. Modelle für polarisierte tiefinelastische Streuung und das Partonmodell zogen Interesse auf sich. Außerdem wurden Polarisierungseffekte in 3-Jet-Ereignissen berechnet.

*Quantenchromodynamik*

(ii) Die Bedeutung der Gittereichtheorien wuchs im Laufe des Jahres 1981. Die ersten Berechnungen zum QCD-Teilchenspektrum ohne Fermionen (glueballs) wurden durchgeführt sowie Beiträge zur Confinement-Frage, insbesondere die Funktion von Monopolen und Vortices. Eine weitere interessante Untersuchung ist die der Thermodynamik des Gluonengases. Theoretische Arbeiten auf diesem Gebiet sind wichtig für das Verständnis der Gittermethode. Fermionen auf dem Gitter, störungstheoretische Korrekturen sowie das Heisenberg-Modell wurden untersucht.

*Gittereichtheorien*

(iii) Auf dem Gebiet der elektroschwachen Wechselwirkung wächst das Interesse an der Möglichkeit, daß Leptonen und Quarks selber gebundene Zustände sind. Im Rahmen der mehr traditionellen Theorie ist die Erzeugung von Fermionmassen, sowie das Verständnis der CP-Verletzung ein wichtiges Problem. Die Effekte der dynamischen Symmetriebrechung wurden ebenfalls diskutiert.

*elektro-schwache Interferenz*

(iv) Die Untersuchung grundlegender Fragen der Quantenfeldtheorie ist wichtig für zukünftige Fortschritte. Näher erörtert wurden diverse theoretische Fragen, die Aufmerksamkeit erlangten, wie die Fermi-Pseudopotentiale, Renormierbarkeitsfragen, Eigenschaften der Quantenelektrodynamik, nichtabelsche Theorien bei sehr hohen Energien, Fragen der statistischen Mechanik sowie der magnetische Fluß in nichtabelschen Theorien.

*Quantenfeldtheorie*



## Technische Entwicklungen und Dienste

### Speicherringexperimente Service

A. Der **Schwerpunkt** der Arbeit lag auch 1981 bei der Vorbereitung des Experiments **ARGUS**. Dabei sind im einzelnen zu nennen:

1. Die Fertigstellung von 80 Geräten für die Vorverarbeitung der Signale der 1760 Schauerzähler.
2. Der Abschluß der Entwicklungsarbeiten an den Schaltungen zur Nachstabilisierung der Hochspannungen für die Myonen- und Driftkammern. Insbesondere für die letzteren ist wegen der geplanten  $dE/dx$ -Messungen eine Instabilität von weniger als  $10^{-4}$  erforderlich. 12 Geräte werden nach den Prototypen gebaut.
3. Abgeschlossen wurde ebenfalls mit einem Mustergerät die Entwicklung der Acht-Kanal-Überstromwächter für die Hochspannungsversorgung der Drift- und Myonenkammern, deren Schwelle eingestellt werden kann etwa zwischen 10 und 30  $\mu\text{A}$  (d.h. etwa Faktor 100 über dem erwarteten Betriebsstrom) und die von dem Monitor-Rechner ausgelesen werden können. Die Fertigung für etwa 500 Kanäle wurde eingeleitet.
4. Prototypen für Geräte zur Messung der magnetischen Feldstärke im Magneten sowie der relativen Feuchte in der Nähe der Hochspannungszuführungen der Driftkammer wurden erstellt und zum Nachbauen gegeben.
5. Die Steuerung der beweglichen Teile des Magneten wurde unter Berücksichtigung der Sicherheitserfordernisse entworfen und in die Fertigung gegeben.
6. Weitere Mikroprozessoren der Type MIK 11 (basierend auf den LSI11-Bausteinen der Fa. DEC) wurden den speziellen Anforderungen entsprechend bestellt, zusammengesetzt und in Betrieb genommen.
7. Fertiggestellt wurde ebenfalls der Prototyp eines Fünfkanal-Verteilerverstärkers für das Eichen der Driftkammerelektronik. Es ist ausgelegt auf extreme Stabilität, auf eine den kurzen Prüfpulsen angepaßte hohe Breitbandigkeit und auf die große Amplitudenergiebigkeit von 7V an 50  $\Omega$ .

B. Weitere Arbeiten

1. Für HASYLAB wurden 2 Geräte fertiggestellt und mit Erfolg während der 1981er-Meßperiode eingesetzt:
  - 1.1 Ein Fang- und Stabilisierungsgerät für Monochromatoren, welches die vom Speicherring kommenden Schwankungen ausgleicht. Hierzu gehört auch eine schnell steuerbare Hochspannungsquelle für 0 bis 1000 V für den Betrieb der Piezokristalle.
  - 1.2 Ein "Röntgen-Pivot-Drive" genanntes Gerät, mit dem unter Benutzung einer Konstant-Strom-Schaltung durch den, den Abstand messenden Kondensator, eine exakte Wippbewegung erzielt wird, das darüber hinaus Langzeitänderungen ausgleicht durch Symmetrisieren der sog. "Rocking-curve".
2. Für das von der Gruppe B1 für die supraleitenden Magneten von HERA einzurichtende Meßlabor sind weitere Einrichtearbeiten geleistet worden, wie z.B. die Inbetriebnahme eines 20 MB Plattenspeichers.

3. Für das langfristige Entwicklungsprojekt FASTBUS wurde ein kostengünstiges "Backplane-segment" entwickelt und in Betrieb genommen. Darüber hinaus ist ein sog. "Aktiver Adapter" entworfen und in Betrieb genommen worden, der für Arbeiten mit Hochgeschwindigkeitsbussen unentbehrliche Voraussetzung ist. Zur allgemeinen Verbreitung der auf dies zukunftsgerichtete Vorhaben bezogenen Informationen wurde im März 1981 im DESY-Hörsaal eine Übersicht vorgetragen.
4. Zu den im Rahmen der PR-Arbeit DESY's veranstalteten Ausstellungen in Bonn und Amsterdam wurden 2 Beiträge geliefert:
  - 4.1 Das große DESY-DORIS-PETRA-Modell wurde mit einem neuen Ablaufprogramm versehen.
  - 4.2 Eine Flugzeit-Meßanordnung wurde erstellt, die unter Verwendung eines Positronen-Strahlers dem Besucher eine anschauliche Darstellung der zur Zeit üblichen Meßmethoden vermittelt.

### Detektorentwicklung

Anfang 1981 wurden die 2 letzten Schalen-Schauerzähler in Flüssig-Argon-Technologie fertiggestellt und bei TASSO eingebaut. Sie konnten genauso problemlos in Betrieb genommen werden wie die 2 oberen Zähler. Auch hier konnte das flüssige Argon mit nur 0.3 ppm O<sub>2</sub>-Gehalt in die Zähler eingebracht werden. Auch die Elektronik bereitete keine Schwierigkeiten.

Das entwickelte Auslesesystem der Flüssig-Argon-Schauerzähler besteht jetzt aus ca. 12.000 ADC-Kanälen mit je 12 bit, d.h., es werden bis zu 8 GeV mit einer Auflösung von 2 MeV gemessen. Dabei werden alle Kanäle auf Nullpunkts- und Verstärkungsfehler korrigiert. Die von uns dafür speziell entwickelten 48 schnellen Bit-Slice-Prozessoren stellen die korrigierten ADC-Werte nach ca. 1.5 ms dem TASSO-Experimenterechner zur Verfügung.

Außerdem wurde die Programm- und Elektronik-Entwicklung für die Überwachung der Schauerzähler weiter vorangetrieben. Auf Fernsehmonitoren wird der Zustand der Kälteversorgung der Flüssig-Argon-Tanks, wie die Stellungen der Ventile und Pumpen sowie momentaner Flüssigkeitsstand und Durchfluß usw., angezeigt. Bei der Überschreitung von Betriebswerten oder Ausfall von Geräten wird ein Alarm erzeugt, im Klartext eine Anzeige geliefert und protokolliert.

Nach Abschluß dieser Arbeiten wurde zusammen mit anderen TASSO-Gruppen mit Überlegungen und Entwicklungsarbeiten für einen hochgenauen Vertexdetektor für TASSO begonnen. Dieser hat die Aufgabe, Teilchen und Lebensdauern  $< 10^{-13}$  sec, wie z.B.  $\tau$ 's und D's nachzuweisen. Ferner verbessert der Detektor die Impuls-Meßgenauigkeit geladener Spuren.

Die Überlegungen führten zu einer Driftkammer mit integriertem, möglichst dünnem Strahlrohr, wobei die interessantesten Messungen eine Meßgenauigkeit in der Driftkammer von  $\leq 50 \mu$  sowie eine Wandstärke des Strahlrohrs unter 1 % einer Strahlungslänge erfordern. Die Driftkammer muß zur Erreichung der  $50 \mu$  Meßgenauigkeit bei ca. 4 Bar Gasdruck (z.B. 90 % Ar + 10 % CO<sub>2</sub>) betrieben werden. Wegen der Synchrotronstrahlung und hochenergetischer  $e^+e^-$ -Teilchen, die als Halo den eigentlichen Strahl umgeben, darf der Strahlrohrdurchmesser bei der augenblicklichen Mini- $\beta$ -Geometrie nicht kleiner als ca. 130

mm gewählt werden. Die metallische Wandstärke des Strahlrohrs darf nicht zu dünn sein, damit elektrische Störfelder der vorbeifliegenden  $e^+$ - und  $e^-$ -Bunche in der Driftkammer nicht zu groß werden. Andererseits muß das Rohrmaterial wegen der Vielfachstreuung eine möglichst niedrige Ordnungszahl besitzen.

Gute elektrische Leitfähigkeit ist ebenfalls erforderlich. Zwei Lösungen bieten sich an:

- a) Ein Strahlrohr aus 0.2 — 0.5 mm starkem Aluminium, verstärkt durch Glasfaser und Honigwaben-Material.
- b) Ein Strahlrohr aus ca. 1.8 mm starkem Beryllium.

Beide Wege wurden versucht. Der 1. Lösungsweg hat bisher nur zu Teilerfolgen geführt. Das Rohr wird mit ca. 1.3 % einer Strahlungslänge dicker sein als gewünscht. Hingegen konnte das Be-Rohr mit nur ca. 0,5 % einer Strahlungslänge von einer amerikanischen Firma gebaut werden.

Ferner wurden Arbeiten für das Gassystem dieser Driftkammer begonnen. Um die hohe Meßgenauigkeit in der Driftkammer zu erreichen, ist es erforderlich, die Gasmischung auf ca. 1 % genau einzuhalten und die Dichte des Gases (proportional  $P/T$ ) auf ca. 1 % konstant zu halten, bei gleichzeitig ständigem Gasfluß durch die Kammer. Steigt also die Temperatur des Gases, so muß der Druck entsprechend erhöht werden. Ein solches Gassystem befindet sich im Bau.

Im Berichtsjahr wurde ferner damit begonnen, einen  $R/\phi$ -Trigger-Prozessor zu entwickeln, der aus Drahtinformationen des TASSO-Vertex-Detektors (720 Driftzellen) Spuren in der  $R/\phi$ -Projektion sucht und innerhalb von  $1 \mu\text{s}$  nach dem Teilchendurchgang erkennt. Gültige Spurkombinationen werden in 196 Schreib-Lese-Speichern programmiert. Die Lage der Spuren in z-Richtung soll durch Ladungsteilung bestimmt werden. Dazu wurde begonnen, schnelle integrierende 8 bit Analog-Digital-Konverter zu entwickeln. Diese ADCs sollen in Abhängigkeit vom Ergebnis des  $R/\phi$ -Prozessors ausgelesen werden und eine Entscheidung nach ca. 1 ms ermöglichen. Der Prototyp des Prozessors, der die z-Rekonstruktion berechnen soll, wurde fertiggestellt. Er enthält den vollen Befehlssatz eines ND-100-Rechners von NORISK Data und erlaubt somit den Test und die Übersetzung von Programmen auf dem TASSO-Experimenterechner.

## Elektronik Service

Die Aufgabe der Gruppe Elektronik Service ist die Instandhaltung der elektronischen Meßgeräte aus Labor, Experiment und Beschleuniger. Mit Wartung und Reparatur der Geräte trägt diese Gruppe wesentlich zum störungsfreien Betrieb der Forschungsanlage DESY bei.

Der institutseigene Geräteservice hat sich dabei auf die Besonderheiten einer Forschungseinrichtung einzustellen. Für das Servicepersonal bedeutet diese Einarbeitung in eine Vielfalt unterschiedlicher hochentwickelter Gerätetypen. Schaltungsunterlagen und die wichtigsten Ersatzteile müssen für alle vorhandenen Geräte verfügbar sein. So ausgerüstet, lassen sich eilige Reparaturen meist innerhalb eines Tages ausführen und gerätebedingte Ausfallzeiten der teuren Forschungsanlagen kurzhalten.

### Geräteservice

Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht über die 1981 ausgeführten Reparaturen und deren Kosten.

	Eigen-Reparatur	Fremd-Reparatur	Garantie-Reparatur	Fremd-wartung
Geräte-anzahl	1153	64	16	73
Kosten DM	Ersatzteile 65.000,—	60.000,—	— — —	45.000,—

*Gerätepool*

Wegen der weitgehenden Standardisierung der Geräte ist ein hohes Maß an Austauschbarkeit erreicht. So kann auch der Gerätepool mit seinen Standardtypen im Geräteverleih ein breites Anwenderfeld bedienen. Sei es wegen eines plötzlichen Geräteausfalles oder wegen einer unvorhersehbaren Erweiterung einer Meßanordnung, Geräte vom Pool sind sofort verfügbar. Bei Geräteneuanschaffungen für den Pool wird sorgsam auf den Bedarf geachtet, er ergibt sich aus dem Gerätebestand und den Verleihvorgängen der letzten Zeit. Dabei werden Neuentwicklungen auf dem Gerätemarkt mit berücksichtigt.

*Beratung*

Alle Geräteanschaffungen werden im Elektronik-Komitee beraten. Zusammen mit dem Anwender wird für dessen Meßaufgabe ein geeignetes Gerät ausgewählt. Gesichtspunkte der Standardisierung und Erfahrungen des Geräteservice werden bei der Beratung berücksichtigt. Prüffeld und Dokumentation sorgen dafür, daß stets eine aktuelle Marktübersicht besteht. Diese geschlossene Form der Gerätewirtschaft garantiert einen wirtschaftlichen Einsatz der Geräte und hat sich so schon viele Jahre bei DESY bewährt.

### Spezielle Zählerelektronik

1. Der Trigger für den ARGUS-Detektor wurde Anfang 1981 ausgeliefert. Die Signale aus den Driftkammern gehen von den Vorverstärkern zu den TDC's. Zwischendurch werden die Signale derjenigen Kammern abgegriffen, die zur Triggerpulserzeugung benutzt werden. Es wurde dazu eine Wiringbox entwickelt, die diesen Abzweig organisiert. Sie nimmt die Signale von etwa 1500 Drähten an, mischt und verteilt sie dann über Ausgangsstecker auf die entsprechenden Eingänge der Wireinput Boards des ARGUS-Triggers.
2. Die Signale aus den ARGUS-Time of Flight Zählern werden ebenfalls zum Triggern herangezogen. Dazu wurde eine 32-bit breite Pattern Unit entwickelt, deren Eingangssignale aus den Szintillationszählern mit einem aus dem Beam Crossover-signal erzeugten Strobepuls auf Koinzidenz überprüft werden. Falls eine Koinzidenz vorliegt, wird der zugehörige Kanal registriert. Die Ausgänge der Pattern Unit werden über die Wiringbox an den Trigger angeschlossen. Die Pattern Unit ist über CAMAC schreib- und lesbar. 1981 wurden 9 Module gefertigt.
3. Zur Erzeugung des oben erwähnten Strobepulses wurde der passende Pulsgenerator entwickelt.
4. Der ARGUS-Trigger wurde dann mit Testevents, die über CAMAC erzeugt und eingeschrieben wurden, auf alle eingebauten Testfunktionen überprüft.

5. Für die TASSO-Gruppe wurde seit Herbst 1981 ein 'low noise, low impedance' Verstärkersystem entwickelt, das vom Detektor über längere (bis zu 20 m) Kabel angesteuert wird. Der Vorverstärker mißt direkt den Drahtsignalstrom, konvertiert ihn in eine Spannung, die dann rauscharm weiterverstärkt, integriert und differenziert wird, bis sie im ADC digitalisiert wird. Der Eingangsstrom hat eine Dynamik von 25 — 250  $\mu\text{A}$  bei Puls-längen von etwa 30-50 ns, die zulässige Rauschladung am Eingang sollte  $10^{-14}$  Coulomb nicht überschreiten. Die Entwicklung wird 1982 fortgesetzt.
6. Der 1978 entwickelte TASSO-Pretrigger wurde so umgebaut, daß die Maskenbereiche, die angesprochen haben, direkt in ein Register gegeben werden, das über CAMAC lesbar ist.
7. Die Entwicklung des Mikroprozessorsystems MC 68000 wurde 1981 fortgesetzt. Die Prozessorkarte sowie der Datenway-display wurden in Betrieb genommen, Es wurde eine neue Speicherkarte entwickelt, die mit CAM's bestückt ist, so daß auch assoziative Suchprogramme laufen können. Für in Spurensuchprogrammen häufig vorkommende Programmteile, die z.B. die Bahntangenten bestimmen, wurde ein Hardwaremodul entwickelt, das 16 Bit-Multiplikationen inklusive Addition bzw. Subtraktion von zusätzlichen Parametern in einem Prozessortakt gestattet. Außerdem wurde ein Floating Point Prozessormodul (mit Am 9512) entwickelt, das Datenformate nach dem IEEE-Format verwendet. Für beide Module wurden die zugehörigen Subroutinen geschrieben. Das System wird weiter ausgebaut.

## Digitale Datenerfassung

Der Ausbau des EXP-Online-Systems zwischen den Experimente-Kontrollrechnern und dem zentralen Rechenzentrum wurde weiter fortgesetzt. Inzwischen sind fast alle Benutzer über PADAC-Moduln an das Übertragungssystem angeschlossen, so daß der im alten Übertragungsweg noch betriebene Multiplexer demnächst stillgelegt werden kann.

*online-System*

Als weiterer Rechnertyp wurde eine VAX (Wisconsin Group) mit einem PADAC-Anschluß ausgestattet. Damit wurde die Möglichkeit geschaffen, auch diesen Maschinentyp auf standardisierte Weise mit dem EXP-Netzwerk zu verbinden. Zur Unterstützung der Anwendungsprogrammierer mußte dazu ein Driverprogramm entwickelt und getestet werden, das den PADAC-Online Modul (EXPU1) treibt und sämtliche Konventionen des VAX-Betriebssystems berücksichtigt. Die Online-Verbindung zur zentralen Rechenanlage kann damit wie jedes Standard-I/O-Gerät von beliebigen Programmiersprachen her angesprochen werden.

Zur Steuerung des EXP-Netzwerkes werden z. Zt. DCF-Schnittstellen an den IBM-Maschinen verwendet, die wegen geplanter Veränderungen in der Konfiguration der IBM-Anlagen in Zukunft nicht mehr zur Verfügung stehen werden. Deshalb mußten Überlegungen angestellt werden, wie der EXP-Kontrollrechner unter Verwendung einer weiteren IBM 2701/PDA-Schnittstelle (im Rechenzentrum vorhanden) angeschlossen werden kann (Abb. 73). Die Entwicklungsarbeiten für die dazu benötigte Hardware sind abgeschlossen, die Kabelverbindungen werden zur Zeit installiert. Der Testbetrieb für den neuen Anschluß kann nach den notwendig gewordenen Programmänderungen in naher Zukunft aufgenommen werden. Für die Benutzer wird diese Umstellung keinerlei Auswirkungen haben.

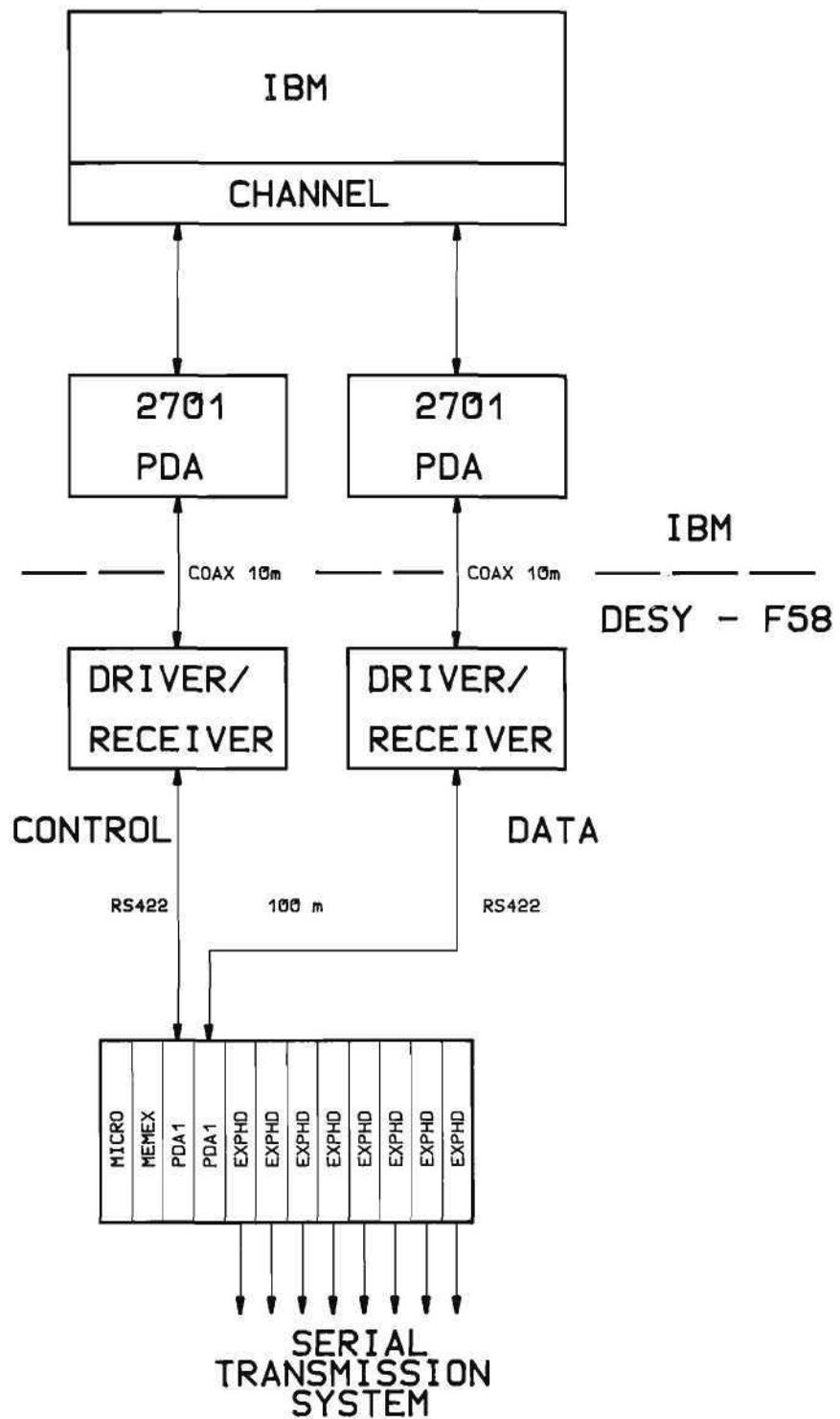


Abb. 73: Anschluß-Schema des EXP-Datennetzes.

Circa 15 Exemplare des auf dem TMS 9900 basierenden PADAC-Microcomputers wurden eingesetzt. Die Programmierunterstützung für den Microcomputer, die über das EXP-System zur Verfügung gestellt wird, wurde wesentlich verbessert. Unter anderem wurde eine umfangreiche Bibliothek implementiert, die Subroutinen für die Benutzung fast aller existierender PADAC-Moduln enthält. Der Microcomputer kann jetzt direkt an einem EXP-Anschluß betrieben werden, ohne daß (wie bisher) ein Minirechner zwischengeschaltet werden muß.

*PADAC-  
Microcomputer*

Die Vorarbeiten für ein wesentlich leistungsfähigeres Nachfolgemodell (TMS 99110, Floating Point Arithmetik, großer Speicher) sowie für die Implementierung einer höheren Programmiersprache (MODULA) wurden begonnen.

Bedingt durch die Weiterentwicklung der Infrastruktur für den Microcomputer wurde auf der IBM ein Software-Modul (SERVICE) entwickelt. Dieses Programm bietet unabhängig vom angeschlossenen Rechnertyp Servicefunktionen an, deren wichtigste der Assembler für den TMS 9900 und Möglichkeiten für den Filetransfer sind. Das Kopieren von symbolischen (ASCII / EBCDIC) und binären Datensätzen wird in beliebigen Formaten zwischen der IBM und den an das EXP-System angeschlossenen Rechnern ermöglicht. Damit existiert eine bequeme Möglichkeit, Datensätze zwischen Maschinen verschiedenen Typs (und unterschiedlichen Betriebssystemen) zu kopieren.

*SERVICE-Modul auf  
dem IBM-Computer*

Die Hard- und Software für das schon früher beschriebene Packet-Switching-System FPSS wurde überarbeitet. Der praktische Einsatz für die Verbindung der Kontrollrechner des TASSO-Experimentes wird z. Zt. vorbereitet.

*FPSS-System*

Zur Unterstützung der Entwicklung von gedruckten Schaltungen wurde ein Rechnersystem der Firma Applicon angeschafft. Es besteht u. a. aus vier interaktiven graphischen Arbeitsplätzen mit Farbbildschirmen und den dazugehörigen Bedienungselementen sowie einem Photoplotter. Das System soll in Zukunft einen wesentlichen Anteil der Arbeit bei der Entflechtung von Leiterplatten automatisch ausführen und sämtliche benötigten Fertigungsunterlagen erstellen. Wenn die Vorbereitungsarbeiten abgeschlossen sind, wird das System demnächst der Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Die dazu notwendigen Einführungskurse werden von Mitarbeitern der Gruppe "Digitale Datenerfassung" gehalten.

*Applicon  
Graphik-System*

Die in 1980 begonnenen Arbeiten wurden fortgeführt. Die für das STELLA-Experiment notwendige Hardware und Software (Interface zur Antenne und Software-Treiber) wurden implementiert und ausgetestet; die Testarbeiten sind noch nicht abgeschlossen.

*Datenübertragungsexperiment STELLA*

## Datenverarbeitung in der Medizin

Die Zusammenarbeit mit dem Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf auf dem Gebiet der medizinischen Datenverarbeitung wurde auch im Jahre 1981 erfolgreich fortgesetzt. 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.

### *Computer-Angiographie*

Das Kernprojekt bildete weiterhin die Computer-Angiographie, eine von der DESY-UKE-Arbeitsgruppe entwickelte Methode zur Analyse und Darstellung der Durchblutung 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. Im Berichtszeitraum wurden die medizinischen Anwendungen vorangetrieben, wie z. B. die Quantifizierung des Lungenblutflusses bei angeborenen Herzfehlern und des Blutflusses durch die Niere bei Hypertonikern. Die Methode wurde ferner zur Kontrasterhöhung bei der intravenösen Angiographie erweitert. Hierbei wird die prinzipiell einfache Methode der Integration von Bildern über lange Zeiträume und der Subtraktion des Untergrundes benutzt. Ein Problem ist jedoch das automatische Auffinden des optimalen Zeitpunktes für die Integration. Hierfür wurden Algorithmen entwickelt. Des weiteren wurde damit begonnen, ein allgemeines Modell für die Beschreibung dynamischer Vorgänge aus radiologischen Bildsequenzen zu entwickeln.

Aus Anlaß der plangemäßen Beendigung der BMFT-Förderung hielt die Arbeitsgruppe im Oktober 1981 ein Symposium "Digitale Bildverarbeitung in der Medizin" ab, das von über 200 Zuhörern besucht wurde.

### *Bildverarbeitungs-Hardware*

Die Entwicklung des Bildverarbeitungssystems CA-1 (Computer-Angiographie Eins) für die Verarbeitung und Analyse medizinischer Bildsequenzen wurde abgeschlossen. Obwohl derzeit kein System mit ähnlichen Fähigkeiten für die Verarbeitung von Bildsequenzen existiert, wurde mit der Konzipierung des Nachfolgesystems CA-2 begonnen. In dieses sollen die gemachten Erfahrungen sowie die neuen Möglichkeiten der inzwischen fortgeschrittenen Technologie einfließen.

### *relationale Datenbank*

Die von der Arbeitsgruppe entwickelte relationale Datenbank wurde in mehreren praktischen Anwendungen wie z. B. aus der Pathologie und der Grunddokumentation des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf angewendet. Hierbei wurden neue Erfahrungen für den Entwurf klinischer Datenbanken gewonnen. Der praktische Wert des sehr aufwendigen und komfortablen Systems wurde jedoch entscheidend dadurch gemindert, daß wegen des Datenschutzgesetzes eine Anonymisierung der Daten notwendig war.

## Bibliothek und Dokumentation

Die beiden nachfolgenden Tabellen zeigen die zahlenmäßige Entwicklung der Bibliothek.

### Bibliotheksbestand

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.81)
Monographien	474	27	10.923
gebundene Zeitschriftenbände	647*	—	11.253
laufend gehaltene Zeitschriften	4	1	312
Berichte und Reprints	5.233	3.257**	ca. 29.500

\* Hierin sind 48 Bände für EMBL enthalten

\*\* Veröffentlichte Preprints werden fortlaufend aus dem Bestand aussortiert.

### Bibliotheksnutzung

Leserzahl	1500
Entleihvorgänge	750 pro Woche
Entleihvorgänge im auswärtigen Leihverkehr	300

Das Projekt "Maschinenlesbare Erfassung des Buchbestandes" der Bibliothek wurde im Jahre 1981 fortgesetzt. Bis 31. 12. 1981 konnten ca. 20 % des Bestandes erfaßt werden. Es werden alle bibliographisch wichtigen Angaben und die Inhaltsverzeichnisse aufgenommen. Mit Hilfe dieser Daten sollen künftig die Bibliothekskataloge maschinell erstellt werden. Es wird dann die Möglichkeit bestehen, maschinelle Literaturrecherchen aus dem **gesamten** Buchbestand vorzunehmen, wozu das bestehende Retrievalprogramm der Dokumentation verwendet werden kann. Mehrere weitere für das Projekt nötige Programmierarbeiten müssen noch in Angriff genommen werden. Das Projekt wird voraussichtlich 1985 abgeschlossen sein.

*maschinenlesbare  
Erfassung des  
Buchbestandes*

Ca. 45.000 Kopien von neueingegangenen Berichten und Preprints wurden den DESY-Mitarbeitern im Jahre 1981 zur Verfügung gestellt.

15.642 Arbeiten aller Art (Preprints und Reports, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Monographien) aus den Gebieten Elementarteilchen- bzw. Hochenergiephysik, Quantenfeldtheorie und Beschleunigertechnologie wurden im Jahre 1981 dokumentarisch erfaßt, klassifiziert und mit Schlagwörtern versehen. Die so aufbereiteten Daten wurden auf Magnetbänder aufgenommen und fortlaufend kumuliert.

*Dokumentation*

Die Tabelle zeigt die von der Dokumentation im Jahre 1981 erfaßten Schriften:

	experimentell	instrumentell	theoretisch	insgesamt
Reports und Preprints	800	767	3.666	5.233
andere Veröffentlichungen (Zeitschriften, Konferenzen, Bücher)	1.883	1.506	7.020	10.409
gesamt	2.683	2.273	10.686	15.642

Preprints und Reports, über die der schnelle Informationsaustausch in der Hochenergiephysik läuft, wurden von der Dokumentation mit einer durchschnittlichen Verzögerung von eineinhalb Wochen 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 evtl. Veröffentlichung erfahrungsgemäß ein halbes Jahr beträgt.

Auch im Jahre 1981 erschienen etwa 10 % der aufgenommenen Artikel in russischer Sprache und wurden im Original erfaßt. Somit wurden sie etwa 10 Monate vor ihrem Erscheinen in englischer Übersetzung von der DESY-Dokumentation referiert.

### *Dokumentationsdienste*

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

- a) als vierzehntägig erscheinende Zeitschrift HIGH ENERGY PHYSICS INDEX (HEP) mit jährlich kumulierten Autoren- und Sachindices.
- b) als vierzehntägig herausgegebener SDI-Dienst (= Selective Dissemination of Information): Die 238 Teilnehmer (davon 52 Teilnehmer von DESY und der Universität Hamburg und 186 Teilnehmer von anderen deutschen und ausländischen Instituten) mit insgesamt 701 Anfragen erhalten vierzehntägig Maschinenausdrucke über neuerschienene Titel auf ihrem Forschungsgebiet.
- c) als Retrieval-Ausdruck: Eine Datenbank mit ca. 125.000 Publikationen ab 1969 steht für die einmaligen retrospektiven Literatursuchen zur Verfügung. Gesucht werden kann nach Titel, Titelteilen, Autoren, Quellen und Schlagwörtern. Insgesamt wurden im Berichtsjahr für 179 Teilnehmer 407 Retrievalanfragen erstellt.
- d) als Magnetbanddienst: Im Jahre 1981 wurden im Rahmen des wissenschaftlichen Austausches und der nationalen und internationalen Zusammenarbeit von DESY mit anderen Forschungsstätten 10 Institutionen regelmäßig mit Datenbändern des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX beliefert. Diese Institute benutzen die DESY-Datenbänder in ihren eigenen Informationssystemen für Retrieval und SDI. Institutionen, die den Magnetbanddienst der DESY-Dokumentation in Anspruch nehmen, verpflichten sich, die Datenbänder ausschließlich für Literaturinformationsdienste innerhalb ihrer Institute zu verwenden. Sie sind nicht berechtigt, die Datenbänder oder Kopien davon an Dritte weiterzugeben.

Für die Arbeit der Bibliothek ist die Tätigkeit der Dokumentation unentbehrlich. Der HIGH ENERGY PHYSICS INDEX dient der Bibliothek als Katalog für die gesamte Berichts- und Zeitschriftenliteratur. Ohne diesen Index wäre ein Auffinden dieser Literatur (ca. 125.000 Literaturstellen) nicht möglich.

### *Tagungskalender*

Seit Anfang 1981 erstellt die Dokumentation (rückwirkend ab Anfang 1979) einen Tagungskalender mit Angaben über Konferenzen, Schulen, Meetings usw., der laufend ergänzt wird und einmal monatlich als Anhang der Bibliotheksmittelungen erscheint. Dieser Tagungskalender dient u.a. der Bibliothek zur lückenlosen Beschaffung der Konferenzproceedings. So konnten 1981 etwa doppelt so viele Proceedings rechtzeitig bestellt und beschafft werden wie in den Vorjahren (1978: 68, 1981: 138).

11 Arbeiten größeren Umfanges mit insgesamt 100 Schreibmaschinenseiten wurden aus dem Russischen bzw. Französischen ins Deutsche oder Englische übersetzt. Ständig wurden Titel, Zusammenfassungen, Inhaltsverzeichnisse sowie andere bibliographische Angaben der in russischer Sprache erschienenen Arbeiten aus den wissenschaftlichen Zeitschriften, Reports, Konferenzen und Büchern ins Englische übersetzt.

*Übersetzungen*

Es wurden Druckaufträge für 105 DESY-Berichte, 90 Interne Berichte sowie 44 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften bearbeitet.

28.400 DESY-Berichte wurden außerhalb des offiziellen DESY- Verteilers an DESY-Mitarbeiter und an auswärtige Interessenten verteilt.

Zum ständigen Service von Bibliothek und Dokumentation gehören auch die wöchentlichen Bibliotheksmitteilungen, die fortlaufend kumulierte Anti-Preprint-Liste (Liste der zur Veröffentlichung gelangten Preprints) sowie die vierzehntägig kumulierte Fassung des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX. Seit Mitte 1978 liegt die kumulierte Anti-Preprint-Liste auch als Microfiche vor, die bei CERN unter Verwendung von DESY-Magnetbändern hergestellt werden. Die DESY-Anti-Preprint-Liste wird neben CERN auch an die Universitäten Aachen, Bielefeld, Bologna, Bonn, das Zentrum für Theoretische Physik in Marseille und das MPI für Physik in München geliefert.

*Anti-Preprint-Listen*



## **Bereich Maschine**



# Bereich Maschine

## INHALT

	Seite
Vorbemerkung	113
Speicherring PETRA	113
Speicherring DORIS	120
Synchrotron DESY	123
Arbeiten der Gruppen des M-Bereiches	124
Strahlenschutz	127
Speicherring HERA	128

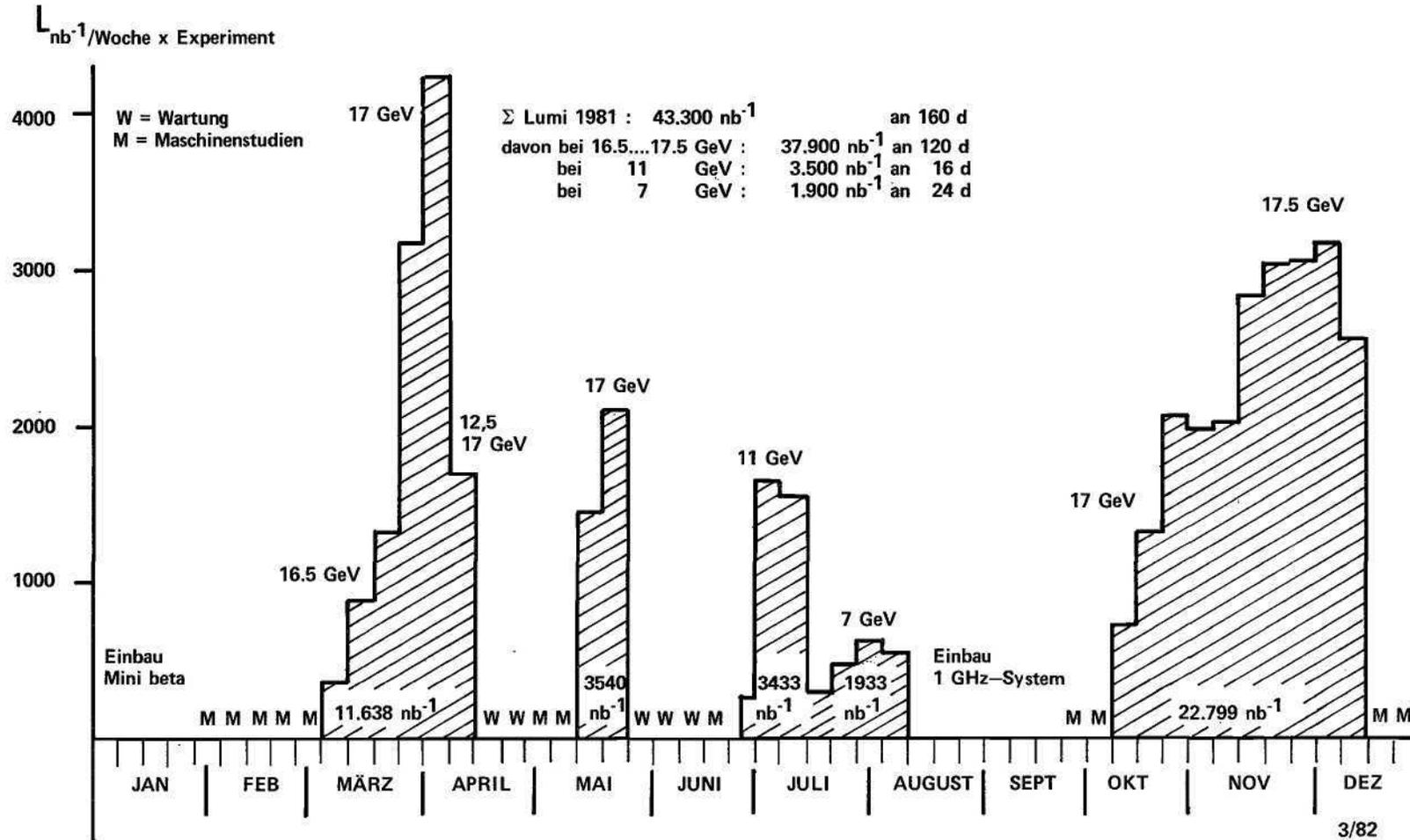


Abb. 74: Luminositätsstatistik in PETRA in 1981.

## Vorbemerkung

Die in den Vorjahren für PETRA geplanten Maßnahmen zur Erhöhung der Luminosität und der maximalen Energie wurden 1981 in Angriff genommen. Bereits im Februar konnte als erstes Projekt die unter der Bezeichnung "Mini-B" bekannte verstärkte Fokussierung für die Wechselwirkungspunkte erfolgreich in Betrieb genommen werden. Die erreichte Spitzenluminosität stieg dadurch schon in der für die Hochenergieexperimente im März/April 1981 durchgeführten Betriebsperiode bei 34 GeV Schwerpunktenenergie auf

$$1,7 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ (alter Höchstwert: } 5 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}\text{)}.$$

Im August konnte dann die ebenfalls mit der Zielsetzung "Luminositätserhöhung" geplante 1 GHz-Hochfrequenzversuchsanlage erstmals für Beschleunigerstudien eingesetzt werden. Dabei wurde die erwartete Bunchverlängerung um das Drei- bis Vierfache bestätigt, gleichermaßen wie die als Folge davon erwartete Verminderung des störenden Einflusses von Satellitenresonanzen und vertikalen Instabilitäten.

Die Erhöhung der maximalen PETRA-Strahlenergie von 19 auf 23 GeV mußte aus finanziellen Gründen in mehrere Phasen aufgeteilt und über vier Geschäftsjahre gestreckt werden. 1981 wurde mit dem Aufbau der neuen 500 MHz-Hochfrequenzsender im Westen und Osten von PETRA begonnen. Eine neue siebenzellige (statt früher fünfzellige) Beschleunigungsstruktur wurde entwickelt, der Prototyp getestet und die Serie für Auslieferung in 1982/83 in Auftrag gegeben.

Mit dem Ziel, den Verbrauch an elektrischer Energie drastisch zu senken bei gleichzeitiger Erhöhung der Strahlenergie von 5,1 auf 5,6 GeV und gleichzeitiger Erhöhung der erzielbaren Luminosität für Hochenergiephysikexperimente wurde im November 1981 mit dem Umbau von DORIS begonnen. In der Zeit bis dahin wurde DORIS ausschließlich als Synchrotronlichtquelle betrieben.

DESY lieferte weiterhin neben den Strahlen für DORIS und PETRA die drei Teststrahlen in den Hallen I und II. Daneben wurde der Umbau der elektronischen Anlagen im Hinblick auf die neue Rechnerkontrolle für die für 1982 geplante Fernbedienung vom zentralen Beschleunigerkontrollraum im DORIS-Speicherringgebäude aus weiter fortgeführt.

## Speicherring PETRA

Der 19 GeV Elektronen-Positronen Speicherring PETRA war im Winter 80/81 mit einer zusätzlichen Strahlfokussierung in jeder der 4 Experimentierzonen ausgerüstet worden mit dem Ziel, die Luminosität durch die stärkeren Strahlbündelungen auf das 2,5- bis 3-fache zu steigern<sup>1)</sup>.

*Übersicht*

Diese Maßnahme erwies sich als außerordentlich wirkungsvoll: Bei gleicher Betriebszeit wie 1980 konnte 1981 fünfmal mehr Luminosität für Hochenergiephysik zur Verfügung gestellt werden. Dieses günstige Ergebnis ist neben der neuen Fokussierung der stetigen Verbesserung von PETRA zuzuschreiben.

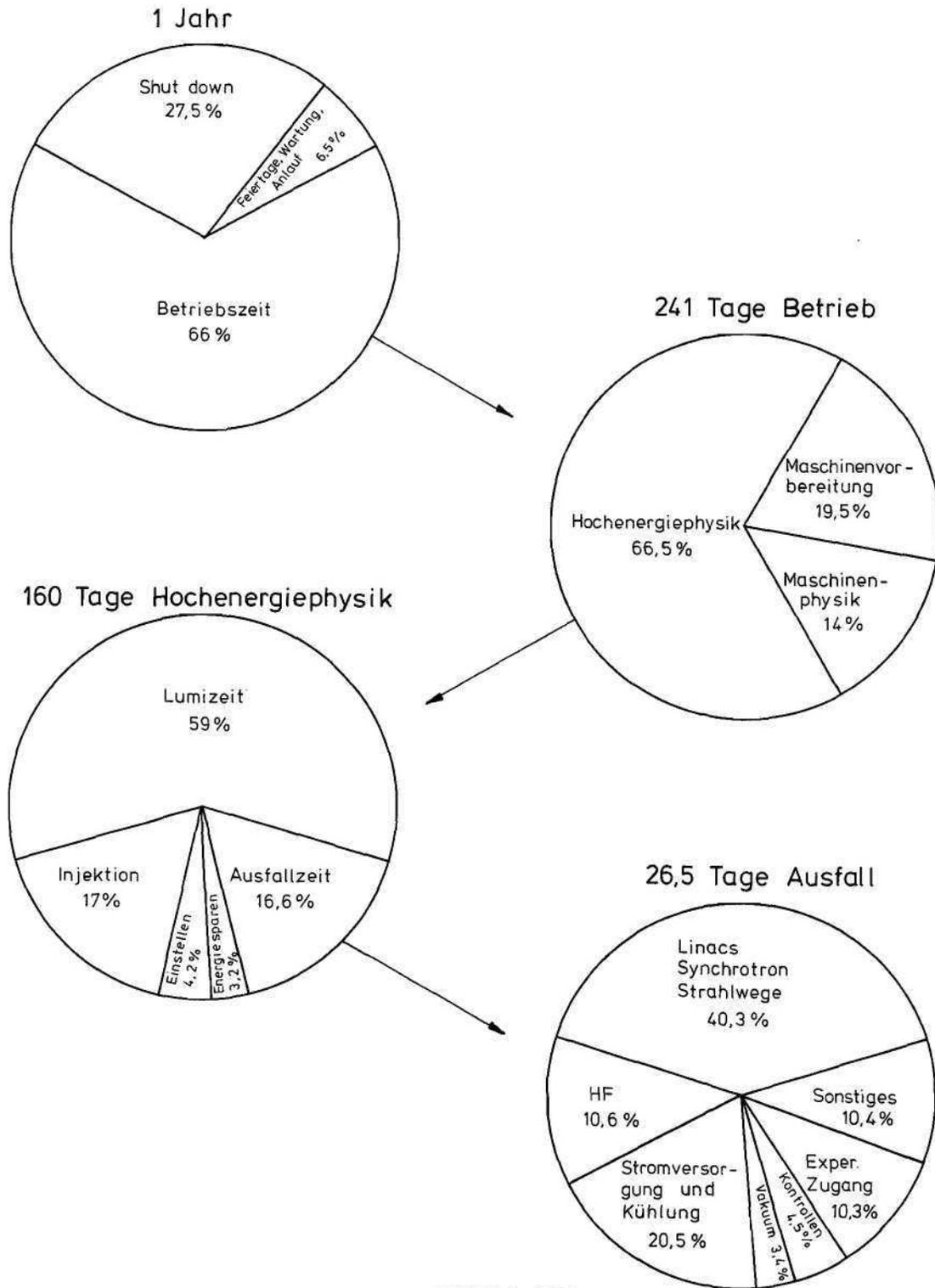


Abb. 75: Betriebs- und Stillstandszeiten von PETRA in 1981.

## Betriebsergebnis

PETRA war 1981 an 241 Tagen in Betrieb (1980 = 246 Tage). In der restlichen Zeit war die Maschine wegen Umbau- oder Wartungsarbeiten abgeschaltet. Von der Betriebszeit wurden 66 % oder 160 Tage (69 %, 169 Tage\*) für Hochenergiephysik genutzt, 14 % (17 %) für Maschinenentwicklung und 20 % (14 %) für die Vorbereitung von Hochenergiephysikschichten. Der höhere Anteil von Vorbereitungszeit ergab sich bei der Inbetriebnahme der verstärkten Fokussierung. Die pro Woche an die Experimente gelieferte Luminosität erreichte Spitzenwerte von über  $4000 \text{ nb}^{-1}$  ( $700 \text{ nb}^{-1}$ ) bei 17 GeV. Noch bemerkenswerter als die Spitzenluminosität im April von  $1.7 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  ist die im November und Dezember erzielte mittlere Luminosität von über  $3000 \text{ nb}^{-1}$  pro Woche, da in diesen Monaten in den sogenannten Starklastzeiten des Lichtnetzes die Maschinen abgeschaltet werden mußten, das hieß, an allen Werktagen von 7.00 — 9.00 und von 17.00 — 19.00 den Betrieb zu unterbrechen und anschließend neu zu beginnen. Einen Überblick über die Luminosität im Jahre 1981 gibt Abb. 74.

Im Frühjahr und im Herbst lief PETRA bei Energien von  $2 \times 17,0$  bis  $2 \times 17,5$  GeV, da in diesem Energiebereich das Maximum der erzielbaren Luminosität liegt. In den Sommermonaten wurde die Maschine auf niedrigere Energien eingestellt und lief 3 1/2 Wochen bei  $2 \times 7$  GeV sowie 2 1/2 Wochen bei  $2 \times 11$  GeV. Bei diesen Energien reicht 1/4 der installierten Hochfrequenzleistung zum Betrieb aus. Daher konnten zur Stromersparnis 3 von 4 Hochfrequenzsendern abgeschaltet werden, nachdem die zugehörigen Cavities durch Einschleiben eines Kupferrohres kurzgeschlossen worden waren.

Die Ausfälle beim PETRA-Betrieb infolge technischer Störungen konnten im Laufe des Jahres '81 gesenkt werden. Während im ersten Halbjahr noch 18,1 % der Betriebszeit durch Ausfälle verloren gingen, waren es im 2. Halbjahr nur noch 15,2 %. (Im Vorjahr gingen noch 21,5 % durch Ausfälle verloren). Abb. 75 gibt einen Überblick über Betriebs- und Ausfallzeiten.

## Erhöhung der Luminosität

Durch die zusätzliche Fokussierung an den Wechselwirkungspunkten, auch **Mini- $\beta$**  genannt, wurden die Amplitudenfunktionen im Fokus

von  $\beta_{z0} = 20 \text{ cm}$  auf  $\beta_{z0} = 8 \text{ cm}$  in vertikaler Richtung

und von  $\beta_{x0} = 2,6 \text{ m}$  auf  $\beta_{x0} = 1,3 \text{ m}$  in horizontaler Richtung

verkleinert<sup>2)</sup>. Da die Luminosität  $L \sim \frac{J^2}{\sqrt{\beta_{x0} \cdot \beta_{z0}}}$  ist, bringt diese Maßnahme einen

2,3-fachen Gewinn, falls die gleichen Ströme benutzt werden können.

Erzielt wird die Mini- $\beta$  Fokussierung durch zusätzliche Quadrupole innerhalb des bisher für Experimente freigehaltenen Raumes. Abb. 76 zeigt die neue Anordnung am Beispiel von JADE. Der Freiraum betrug früher  $2 \times 7,5 \text{ m}$  und wird jetzt auf  $2 \times 4,5 \text{ m}$  eingeengt. Die Maschinensymmetrie blieb erhalten, da die Zusatzquadrupole an allen Experimenten die gleiche Position erhielten. Um das zu ermöglichen, mußten an den Experimenten TASSO und JADE die Kompensationssolenoiden ausgebaut werden. Diese sorgten bisher für eine lokale Kompensation des Längsfeldes der großen Detektormagnete. Jetzt muß die Wirkung des JADE-Magneten kompensiert werden durch den TASSO-Magneten (durch Wahl der richtigen Polarität) und einer geeigneten PETRA-Optik. Ohne Kompensation weitet der Strahl durch Kopplung vertikal auf und die Luminosität sinkt. Außerhalb der Experimentierzonen war keinerlei Änderung nötig.

*Mini- $\beta$   
Fokussierung*

\*) In Klammern stehen jeweils die Vergleichswerte von 1980.

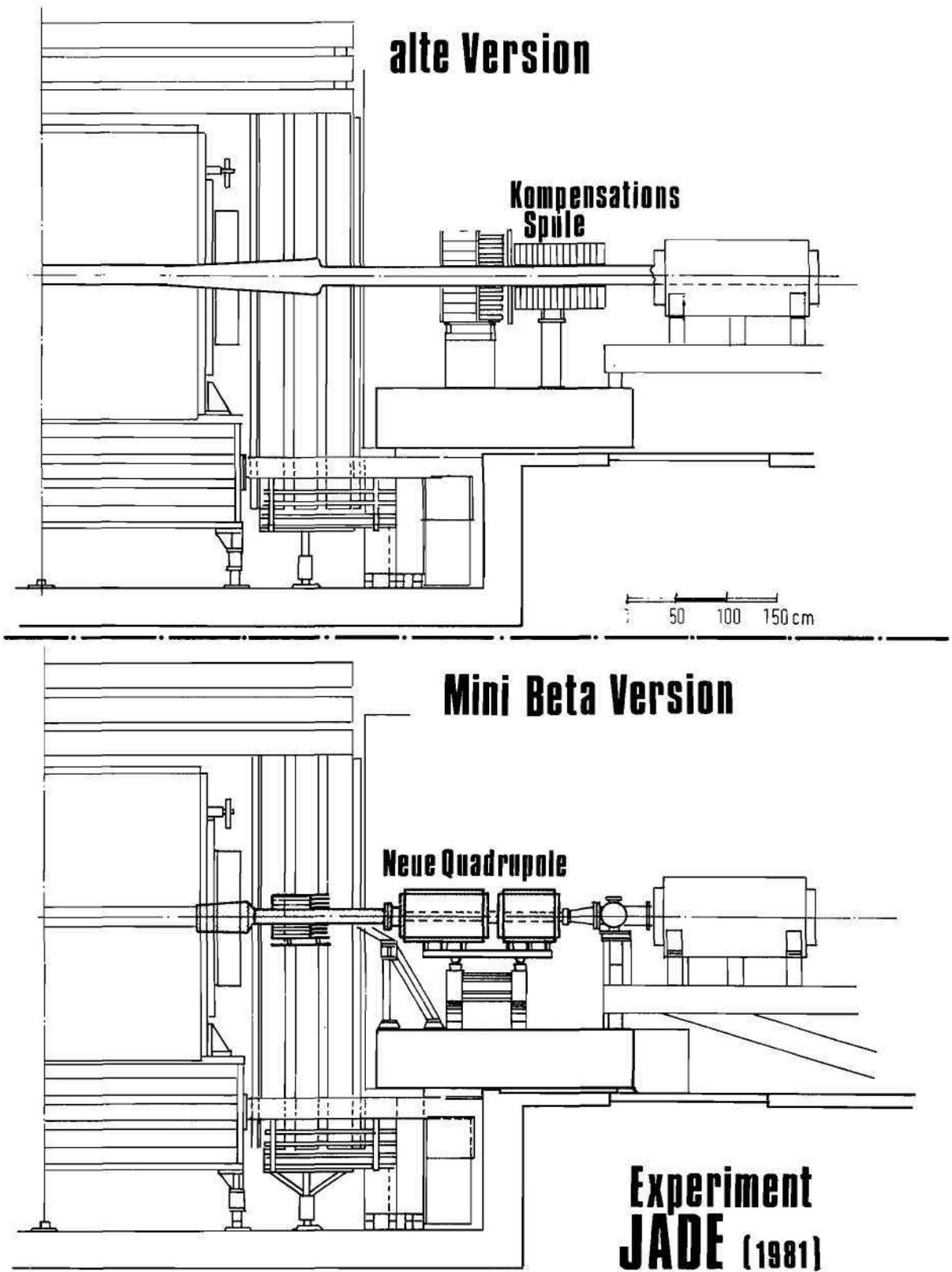


Abb. 76: Ein Beispiel für die Mini- $\beta$  Fokussierung bei PETRA.

Da nach Überwindung einiger Schwierigkeiten die früheren Ströme bis zu 5 mA pro Bunch wieder erreicht wurden, stieg bereits 3 Wochen nach Aufnahme des Experimentebetriebs die Luminosität  $L$  bei  $2 \times 17$  GeV auf  $L > 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ . Der etwas später registrierte Rekordwert betrug  $L = 1.7 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ <sup>3)</sup>. (Rekord vor Mini- $\beta$ :  $L = 5 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ).

Ebenfalls in dem Bemühen, letztendlich die Luminosität weiter zu steigern, wurde im August ein 1 GHz-HF-Versuchssystem eingebaut. Es besteht aus 8 siebenzelligen Cavities, gespeist aus einem 200 kW-Sender, der mit der doppelten Frequenz des Haupt-HF-Systems arbeitet und mit diesem phasenstarr verbunden ist. Die maximale Spannung in den Cavities ist etwa 5,5 MV. (Zum Vergleich: Die 500 MHz-Cavities liefern maximal 80 MV Spannung).

*1 GHz-Versuchssystem*

Mit diesem zusätzlichen HF-System, das zunächst nur als kleinere Versuchsanlage ausgelegt wurde, sollen die strombegrenzenden vertikalen Instabilitäten und die Satellitenresonanzen bekämpft werden. Durch geeignete Wahl von Amplitudenverhältnis und Phase zwischen beiden Hochfrequenzen gelingt es, die Bunche zu verlängern und durch die starke Nichtlinearität die Stärke der Satelliten zu verringern.

Die Versuche mit dem 1 GHz-Sender bestätigen die Voraussagen: Eine Bunchverlängerung um das drei- bis vierfache wurde gemessen, die vorher stark störenden Satellitenresonanzen waren nicht mehr aufzufinden und der durch die vertikalen Instabilitäten begrenzte Maximalstrom stieg in einer speziellen Optikeinstellung von 3 mA auf 16 mA.

Dieses Verfahren zur Bekämpfung der Instabilitäten wird dringend benötigt: Für die Erhöhung der Maximalenergie um 4 GeV je Strahl sollen 52 zusätzliche 500 MHz-Cavities in PETRA eingebaut werden. Dadurch verdoppelt sich die für die Instabilitäten verantwortliche Impedanz. Der speicherbare Maximalstrom würde ohne Gegenmaßnahmen auf die Hälfte abnehmen, die Luminosität auf ein Viertel. Die Instabilität ist energieabhängig, bei niedrigen Energien ist sie besonders stark. Zwischen der Einschubenergie von 7 GeV und etwa der doppelten Energie muß sie durch das 1 GHz-System unterdrückt werden. Dazu ist das derzeitige Verbundsystem zu schwach. Benötigt wird etwa die dreifache Spannung. Nach dem erfolgreichen Test wurde deshalb die erforderliche Erweiterung beschlossen.

## Maschinenstudien

Im Vordergrund der Maschinenstudien stand die Strahlaufweitung bei Strahl-Strahlwechselwirkung hervorgerufen durch das nichtlineare elektromagnetische Feld des Gegenstrahls, dem Raumladungseffekt<sup>4, 5, 6, 7)</sup>. Aus den seit 1980 durchgeführten Computersimulationen dieses Effektes ergaben sich Hinweise, wie die Aufweitung klein gehalten und dadurch die Luminosität gesteigert werden kann. Die vertikale Betatronfrequenz und die optische Symmetrie der Maschine sind dabei besonders wichtig. Dies ließ sich experimentell bestätigen: Bei kleinen Betatronfrequenzen ( $Q_z = 23.1$ ) und extrem guter Orbitkorrektur ( $\Delta \bar{z} = 0,5 \text{ mm}$ ) ließen sich höhere Ströme zur Kollision bringen, bis die Aufweitung einsetzte.

*Strahlaufweitung*

Auch die horizontale Emittanz des Strahls hat einen Einfluß auf den Raumladungseffekt. Eine größere Emittanz läßt die Kollision höherer Ströme zu, wodurch die Luminosität steigt. Der Versuch, eine größere Emittanz durch Wahl einer Optik mit geändertem ganzzahligen Anteil der Betatronfrequenz herzustellen, war jedoch nicht erfolgreich. Die Dispersionsanpassung in dieser Optik war für den praktischen Betrieb zu kritisch, ein Effekt, der inzwischen theoretisch untersucht und verstanden ist<sup>8)</sup>. Dagegen gelang eine Verdreifachung der Emittanz durch Variation der üblichen Optiken. Während der Luminositätsschichten bei 7 und 11 GeV wurde eine Optik mit verdoppelter Emittanz erfolgreich eingesetzt.

*Emittanz*

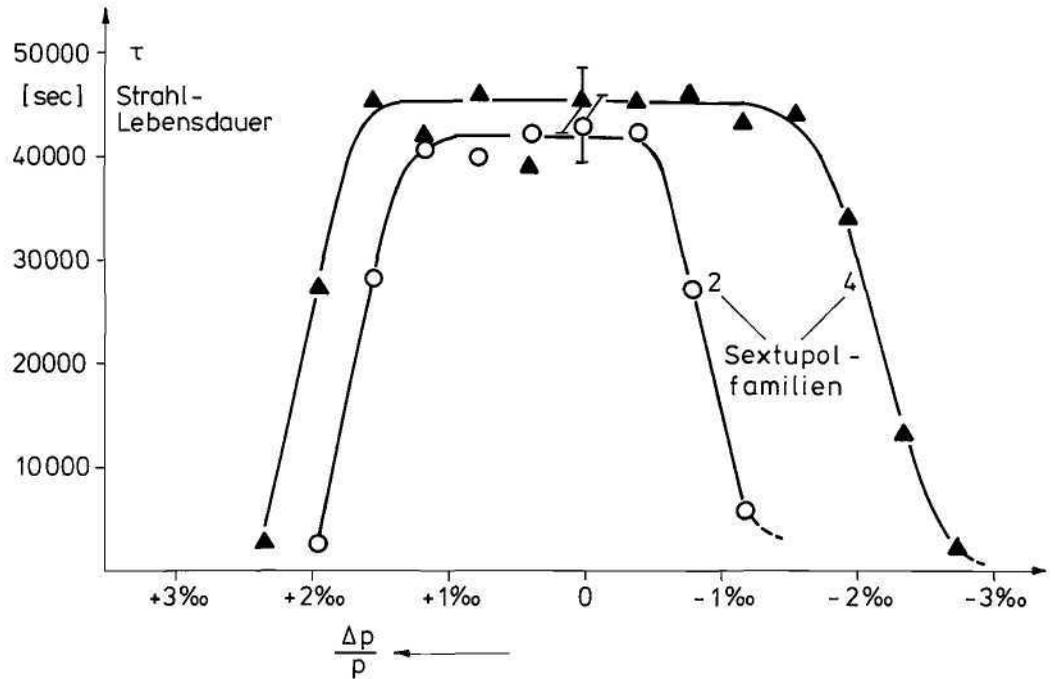


Abb. 77: Impulsakzeptanzgewinn in PETRA durch verbesserte Sextupolverteilung.

Sextupolverteilung

Bei hohen Energien ( $E \geq 16$  GeV) reicht der speicherbare Strom nicht aus, um die Raumladungsgrenze zu erreichen, besonders wenn die Emittanz groß ist. Daher müssen dort Optiken mit kleiner Emittanz verwendet werden<sup>9)</sup>. Ohne Veränderungen der Optik ist die erzielbare Luminosität  $L$  etwa proportional  $E^5$ . Durch Einsatz unterschiedlicher Optiken gelang es bei PETRA<sup>9)</sup>, einen sehr viel schwächeren Abfall der Luminosität zu kleinen Energien hin zu erzielen, etwa  $L \sim E^{2,5...3}$ . Eine verbesserte Sextupolverteilung wurde berechnet, durch Computersimulationen bestätigt und im September '81 in PETRA verwirklicht. Den Gewinn an longitudinaler Akzeptanz zeigt Abb. 77. Dadurch wurden Optiken mit stärkerer Fokussierung möglich, die am Jahresende erprobt wurden.

Strahlpolarisation

Ein Durchbruch konnte bei der Messung der Strahlpolarisation erzielt werden. Die jetzt wesentlich verbesserte Meßapparatur erlaubt eine schnelle, praktisch automatische Messung der Polarisation<sup>10)</sup>. Theoretische Überlegungen und Computersimulationen führten zu einem besseren Verständnis der depolarisierenden Effekte. Es gelang, eine Orbitkorrektur anzugeben, die die depolarisierenden Resonanzen gezielt ausschaltet und dies experimentell zu bestätigen. Damit ist der Weg frei zu einer systematischen Untersuchung der Strahlpolarisation in Speicherringen, die bisher durch die Unreproduzierbarkeit der Effekte behindert wurde.

Da im Sommer '81 während des Betriebes bei niedrigen Energien 3/4 aller Cavities kurzgeschlossen worden waren, konnte der Einfluß der Anzahl der Cavities auf Resonanzen, Instabilitäten und "Higher Order Mode Losses" (HOML) genauer gemessen werden. Die vertikale Instabilität begrenzte mit 60 Cavities den maximalen Einzelbunchstrom auf 3,5 mA bei normaler Bunchlänge. Mit 15 Cavities stieg der Strom auf 13 mA bei gleicher Bunchlänge.

*Einfluß der Anzahl der Cavities*

Mit Hilfe einer Kombination von Messungen an PETRA und theoretischen Berechnungen ergaben sich die Higher Order Mode Impedanzen zu  $361 \text{ M } \Omega (\sigma/\text{cm})^{-1,4}$  für alle Vakuumkammern und zu  $12 \text{ M } \Omega (\sigma/\text{cm})^{-1,1}$  pro 5-zelligem 500 MHz Cavity<sup>11, 12)</sup>, wobei  $\sigma$  die Bunchlänge ist. Der starke Einfluß der Cavities auf die Instabilitäten konnte durch Vergleich mit Computer-Simulationen bestätigt werden<sup>13)</sup>.

## Die zukünftige Entwicklung bei PETRA

Vorbereitet ist als erster Schritt eine Erhöhung der Maximalenergie um 2 GeV pro Strahl. Hierzu wird die Zahl der HF-Sender verdoppelt, die Zahl der Cavities bleibt zunächst konstant.

*Energieerhöhung*

In einem zweiten Schritt soll auch die Zahl der Cavities verdoppelt werden, wodurch die Energie um weitere 2 GeV pro Strahl steigt. Die zusätzlichen Cavities wurden bestellt und sollen bis Frühjahr 83 ausgeliefert sein. Sie wurden gegenüber den bisher benutzten Cavities durch Übergang von einer 5-zelligen auf eine 7-zellige Struktur erheblich verbessert. Das Prototypcavity der neuen Serie wurde Ende 1981 erfolgreich getestet. Zur Bekämpfung der durch die zusätzlichen Cavities entstehenden Instabilitäten ist eine Vergrößerung der 1 GHz-HF-Anlage auf das Dreifache in Vorbereitung.

Schließlich wird die Möglichkeit einer noch stärkeren Fokussierung der Strahlen an den Wechselwirkungspunkten untersucht, "Mikro-Beta", genannt<sup>14, 15)</sup>. Sie erfordert den Einsatz supraleitender Magnete, die in die Teilchendetektoren eingebaut werden müssen. Solche supraleitenden Quadrupole wären auch notwendig für jede weitere Energieerhöhung über 22,5 GeV hinaus, die allerdings an die erfolgreiche Entwicklung supraleitender HF-Cavities für Speicherringe gebunden ist.

*Strahlfokussierung*

## Zitate

- 1.) PETRA-Storage Ring Group, Interner Bericht M-81/07
- 2.) J. Roßbach, Interner Bericht M-81/01
- 3.) A. Piwinski, DESY 81/66
- 4.) D. Degele, R. Kose, A. Piwinski, M. Placidi, Interner Bericht M-81/03
- 5.) A. Piwinski, Interner Bericht M-81/06
- 6.) A. Piwinski, Interner Bericht M-81/31
- 7.) A. Piwinski, Vorläufige Mitteilung M/VM-81/11
- 8.) F. Willeke, Interner Bericht M-81/28
- 9.) J. Roßbach, Vorläufige Mitteilung M/VM-81/06
- 10.) H.D. Bremer, H.C. Lewin, H. Mais, R. Neumann, R. Rossmann, R. Schmidt, Vorläufige Mitteilung M/VM-81/03
- 11.) T. Weiland, Interner Bericht M-81/04
- 12.) T. Weiland, Interner Bericht M-81/23
- 13.) T. Weiland, DESY 81-088
- 14.) K. Steffen, G.-A. Voss, Interner Bericht M-81/17
- 15.) K. Steffen, G.-A. Voss, G. Wolf, Interner Bericht M-81/20

## Speicherring DORIS

### DORIS I

Im Jahre 1981 lief DORIS letztmalig in der alten Konfiguration ausschließlich für Synchrotronstrahlungsbenutzer (HASYLAB, EMBL und IFT) mit Strahlenergien bis zu 4 GeV. Bis Jahresmitte wurden noch wechselweise Positronen- und Elektronenstrahlen gespeichert, um sowohl den EMBL-Bunker als auch HASYLAB zu bedienen. Ab August wurden nur noch Elektronen benutzt, nachdem EMBL einen Meßstrahl im HASYLAB installiert hatte.

Die Maschine lief in diesem Jahr insgesamt 5040 Stunden, davon konnten 4047 Stunden an Benutzer abgegeben werden, d.h. 80,3% der gesamten Laufzeit. Während des Synchrotronstrahlungsbetriebes wurden je nach Anforderung des Benutzers unterschiedliche Ringfüllgrade gewählt; die hiervon und von der Energie abhängigen Maximalströme lagen zwischen 20 und 80 mA.

Am 2. Nov. 1981 um 6.30 h wurde DORIS I endgültig abgeschaltet und mit dem Umbau auf die Version DORIS II begonnen.

### DORIS II

Die Vorstudien zur Umgestaltung von DORIS wurden bis Anfang des Jahres soweit abgeschlossen, daß das Projekt am 10. und 11. Februar 1981 auf dem "Workshop on DORIS-Experiments" vorgestellt und diskutiert werden konnte<sup>1)</sup>. Daraus ergab sich die endgültige Festlegung der Parameter von DORIS II. Die wichtigsten Eigenschaften sind:

- Luminositätserhöhung um mehr als den Faktor 10 durch Mini- Beta-Fokussierung
- Erhöhung der Energie von 5,1 auf 5,6 GeV pro Strahl
- Reduzierung des Stromverbrauches bei gegebener Strahlenergie auf etwa die Hälfte des ursprünglichen Wertes

Die zuletzt verwendete Version von DORIS I war vom Betrieb her gesehen bekanntlich bereits als Einzelring geschaltet, mechanisch jedoch hatte die Maschine im Tunnel noch die ursprüngliche Doppelringgestalt. DORIS II wurde als völlig neue Einzelringmaschine unter Verwendung von Teilen aus DORIS I konzipiert. Die Aufstellung von DORIS II sollte jedoch so erfolgen, daß ein Umbau der aufwendigen Strahlenfächer für das Synchrotronlicht in Richtung HASYLAB mit entsprechender Neuaufstellung der HASYLAB-Experimente vermieden wurde.

Nachfolgend eine kurze Beschreibung des Projektstandes DORIS II am Ende des Jahres 1981.

#### *Magnete*

Die Erhöhung der Strahlenergie wie auch die Reduzierung des Stromverbrauches erforderten vor allem Modifikationen der DORIS-Magnete. Die Aperturen wurden verkleinert, der Kupferquerschnitt durch Einbau der Spulen aus dem nicht mehr benötigten zweiten Ring des ursprünglichen Doppelringes in die Magnete des verbleibenden Ringes verdoppelt.

Zur Verkleinerung der Magnetaperturen dienen Polauflagen aus lamellierten gestanzten Blechen, siehe Abb. 78.

<sup>1)</sup> K. Wille, DORIS II/III — a 5.6 GeV  $e^+e^-$ -Storage Ring with High Luminosity, DESY 81-047, August 1981.

Die Erhöhung der Strahlenergie auf 5,6 GeV machte es erforderlich, auch das gesamte Injektions- und Strahltransportsystem auf diese Maximalenergie zu bringen. Dabei wurde die Magnetstruktur in den Strahlwegen nach dem "FODO"-Prinzip völlig neu gestaltet. Die neuen Injektionskicker samt Impulsstromversorgungen wurden entwickelt, der Prototyp erprobt. Die vom Synchrotron übernommenen Septummagnete erhielten neue Leistungspulser.

*Injektion*

Der Umbau der Magnete machte es erforderlich, alle Vakuumkammern in DORIS und einem großen Teil der Transportwege neu zu bauen, insgesamt eine Kammerlänge von ca. 400 m. Die Konstruktion aller Kammern wurde im Berichtsjahr beendet und die Fertigung aller erforderlichen Halbzeuge wie auch der ersten kompletten Kammern begonnen.

*Vakuum*

Um eine möglichst einheitliche Bedienung für alle Maschinen zu haben, wurde für DORIS II dasselbe Kontrollsystem wie bei PETRA und den übrigen Beschleunigern eingesetzt. Dadurch konnten die meisten aller Datenübertragungseinheiten unverändert übernommen werden. Es brauchten nur entsprechende Stückzahlen nachgebaut zu werden. Dasselbe galt für die erforderliche Software, die lediglich den DORIS-Verhältnissen angepaßt werden mußte. Alle erforderlichen Arbeiten wurden begonnen und im Rahmen des Terminplans abgewickelt. Eine Reihe von neuen elektronischen Meßgeräten (Strommonitore, Schirmmonitore, Separatorplatten, Feedback, Bunch-Marker-System, Lagemonitore usw.) wurden entwickelt und mit dem Bau begonnen.

*Kontrollen,  
Elektronik*

Die alten DORIS-Sender wurden überarbeitet. Vor allem wurde eines der 6 Klystrons durch ein leistungsfähigeres Klystron vom PETRA-Typ ersetzt und mit einem Zirkulator versehen, um insbesondere beim Hochstrom-Multibunch-Betrieb zur Erzeugung von Synchrotronlicht unerwünschte Verkopplungen zwischen dem Strahl-Cavity-System und dem Sender zu unterbinden.

*HF-System*

Nach Abschalten von DORIS I am 2. Nov. 1981 begann die Demontage der alten Maschine, die bis Ende des Monats abgeschlossen war.

*Montage*

Parallel dazu begann schon die Neuaufrichtung der umgebauten Magnete im Tunnel und der Umbau in den Transportwegen. Bis Jahresende war die Gesamtmontage weiter vorgeschritten als im Plan vorgesehen. Zuvor waren Prototypmagnete und bereits fast alle Quadrupole sowie etwa ein Viertel der Ablenkmagnete umgebaut und vermessen worden.

Im Berichtsjahr erfolgte die Optimierung der DORIS II-Parameter und die Berechnung verschiedener Strahloptiken. Für die ersten Luminositätsruns wurde eine Optik mit  $\beta_z^* = 8 \text{ cm}$

*Maschinenphysik*

Monat	Gesamt Betriebs- zeit	für Hauptbenutzer vorgesehen	erhalten	erhalten DORIS h %	PETRA h %	Maschinen- studien	Wartungs- zeit	Montage- zeit	Nebenbenutzer am Synchrotron
Januar	144					144		5.1.-25.1.81	
Februar	672	583	539,6	537,2( 92,1)	539,6(92,6)	89			648
März	744	744	734,2	732,8( 98,5)	734,2(98,8)				744
April	624	440	431,9	417,2( 94,8)	431,9(98,2)		184		440
Mai	672	576	520,5	555,6( 96,5)	520,5(90,3)		96	29.5.-31.5.81	576
Juni	528	368	327,1	335,7( 93,3)	327,1(88,7)	88	72	1.6.-5.6.81	368
Juli	744	744	677	702,3( 94,4)	677 (91,0)				744
August	216	216	208,4	215,2( 99,6)	208,4(96,5)			10.8.-31.8.81	216
September	648	624	600	600 ( 96,2)	122,2(84,9)	24		1.9.-3.9.81	624
Oktober	744	744	712,3	728,5( 97,9)	712,3(95,7)				744
November	720	720	703,4	24 (100 )	703,4(97,7)				720
Dezember	544	544	508,7		508,7(93,5)			28.12.-30.12.81	544
Summe	7000	6303	5964,1	4848,5	5485,3	345	352		6368
1981		(90 %)	(94,6 %)	(76,9 %)	(87,0 %)	(4,9 %)	(5 %)		(91 %)

Tabelle: Betriebsstatistik des Synchrotrons DESY in 1981

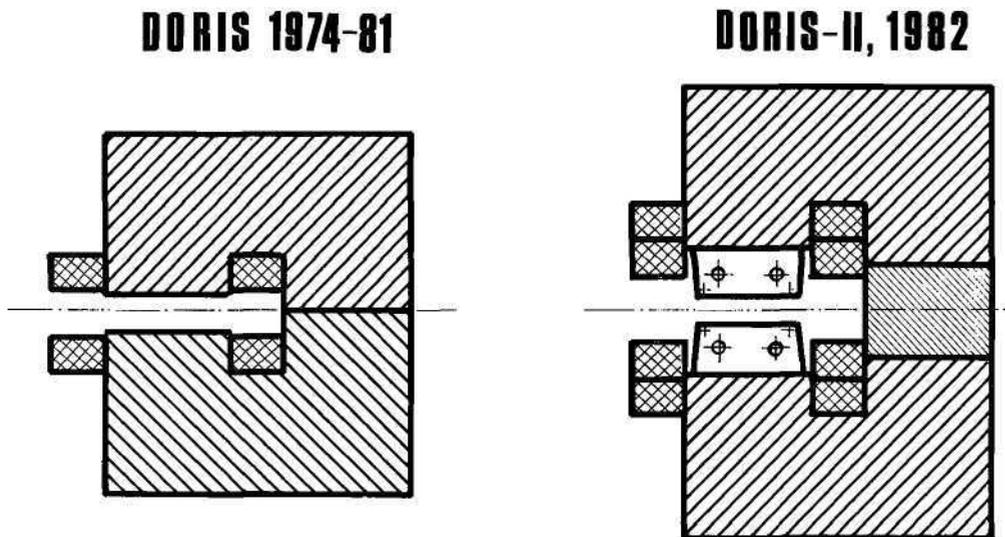


Abb. 78: Verkleinerung der Magnetapertur für DORIS II.

und eine weitere mit  $\beta_z^* = 4$  cm vollständig durchgerechnet einschließlich ihres nichtlinearen Verhaltens. Neben diesen "Mini-Beta-Optiken" für hohe Luminositäten wurde auch eine Spezialoptik für Synchrotronstrahlungsexperimente (EMBL, HASYLAB und IFT) entwickelt, die sich durch möglichst kleine Emittanzen und geringe Strahldivergenzen in den Synchrotronlicht-Quellpunkten auszeichnet.

Weitere Studien bezogen sich auf die automatische Strahlagekorrektur. Hier wurde neben der auch schon bei PETRA erfolgreich eingesetzten Methode eine weitere entwickelt, die die Korrekturdaten über eine Matrixinversion ermittelt. Schließlich wurde in Trackingprogrammen das Polarisationsverhalten des Strahls in DORIS II untersucht. Aufgrund der kurzen Polarisationszeiten von 2,2 min bei 5,6 GeV erscheint diese Maschine auch als interessantes Studienobjekt für Polarisation.

## Synchrotron DESY

Wie in den beiden Vorjahren diente auch in 1981 das Synchrotron zur Versorgung der beiden Speicherringe PETRA und DORIS mit Elektronen- und Positroneneinzelbunchen.

Während die Injektionsenergie PETRA's mit 7 GeV konstant war, wurde in DORIS mit wechselnder Teilchenenergie eingeschossen entsprechend den zwischen 1,5 und 4,5 GeV wechselnden Betriebsenergien von DORIS. Daneben wurden für's Testen von experimentellen Einrichtungen die parasitären  $\gamma$ -Strahlen 14, 22 und 26 zur Verfügung gestellt. Um den Aufwand für Betrieb und Wartung einschließlich der Linacs und der Strahltransportwege weiter zu verringern bei gleichzeitiger Verbesserung der Strahleigenschaften, wurde im Berichtszeitraum ein Verbesserungsprogramm durchgeführt.

Hierzu gehören u.a.:

1. Die Verbesserung der Anpassung des aus PIA ejizierten Positronenstrahls an die Optik DESY's, im wesentlichen durch zwei Maßnahmen:
  - a) Abschirmung des nichtlinearen Streufeldeinflusses auf den ejizierten PIA-Strahl im Bereich des PIA-Abienkmagneten. Dies führte zu einer Reduktion der effektiven Emittanz auf den durch den natürlichen Strahlquerschnitt in PIA vorgegebenen Wert von  $0,3 \pi$  mrad mm.

*Betriebsergebnis*

- b) Verbesserung auch der longitudinalen Anpassung des PIA-Bunches an das DESY-Bucket durch sogenannte "Bunchrotation" des PIA-Bunches im longitudinalen Phasenraum des PIA-Buckets.

Beide Maßnahmen gestatten es nunmehr, den PIA-Strahl verlustfrei in DESY zu akzeptieren. Weitere Verbesserungen an PIA führten zu einer Steigerung der PIA-Strahlintensität, so daß Ejektionserfolge verdoppelt werden konnten. Positronen- und Elektronen-Einzelbunche für die Speicherringe PETRA und DORIS werden seitdem mit der gleichen Rate (8 Hz) und vergleichbarer Intensität ( $2 \dots 2,5 \times 10^9$  e<sup>-</sup>/bunch und  $2 \dots 4 \times 10^9$  e<sup>+</sup>/bunch) bereitgestellt.

2. Ausbau und Inbetriebnahme einer neuen NORD-Rechner-Steuerung mit 2 gleichberechtigten Steuerkonsolen im DESY-Kontrollraum (HKR) und zusammen mit der PETRA- und DORIS-Kontrolle im gemeinsamen Beschleuniger-Kontrollraum (BKR). Im Zuge des Aufbaus dieser neuen Kontrolle mußten zahlreiche Komponenten des Synchrotrons umgebaut werden. Mit der Modernisierung der Steuerung und dem Rechneranschluß wurde eine bessere Reproduzierbarkeit aller Betriebszustände erreicht. Die Einstellprozeduren konnten schneller durchgeführt und somit die Ausfallzeiten reduziert werden.
3. Entwicklung eines genauen Energietaktgebers zur Messung und Festlegung der augenblicklichen Teilchenenergie im Synchrotron und des ejizierten Strahles zu den Speicherringen.
4. Inbetriebnahme eines neuen Strahlmeßsystems. In Verbindung mit dem über Rechner steuerbaren Strahlkorrektursystem wurde die Voraussetzung geschaffen, den closed orbit gezielt zu korrigieren (bei Einschubfeldstärke von ca. 60 Gauß für die L I-Injektion ist der orbit vielfältigen Störungen durch Fremdfelder, witterungsbedingter Änderung der Leckströme in der White-Schaltung u.a. ausgesetzt).
5. Die Betriebsstatistik des Synchrotrons weist eine Ausfallrate von 5 % aus, die im wesentlichen durch Ausfälle im Vakuumsystem, der Magnetstromversorgung und bei den Cavities bedingt war. Letztere konnten durch die bessere Rechnerkontrolle und Überwachung drastisch reduziert werden.

## Arbeiten der Gruppen des M-Bereiches

### *Maschinen- koordinatoren und Wissenschaftler*

Neben der Sorge für den durchlaufenden Maschinenbetrieb und die betriebsnahen kleinen technischen Verbesserungen der Beschleuniger sind die Koordinatoren naturgemäß mit der Planung der größeren Ausbauprogramme und der Ausrichtung der zum besseren technischen Verständnis der Maschinen erforderlichen Maschinenstudien befaßt. Sie werden hierbei von den Wissenschaftlern unterstützt. Im Berichtsjahr rückte neben PETRA als immer noch "neue" Maschine auch DORIS wieder in den Brennpunkt des Geschehens: Die Planung für DORIS II, vor allem getragen von den zuständigen Koordinatoren, wurde abgeschlossen. Bei PETRA bemühten sich die Wissenschaftler vor allem um das bessere Verständnis der Strahl-Strahl-Wechselwirkung, der Strahlpolarisation und der Berechnung neuer Optiken, welche die neu gewonnenen Erkenntnisse der maschinenphysikalischen Untersuchungen bei den unterschiedlichen Arbeitsenergien für die Verbesserung des Routinebetriebs nutzbar machen sollen. Eine Untersuchung größeren Umfangs galt der als "Mikro-B" bezeichneten, gegenüber dem "Mini-B" Schema noch stärkeren Strahlfokussierung an den Wechselwirkungspunkten mit Hilfe supraleitender Quadrupole. Ferner waren die Wissenschaftler mit Studien der Wechselwirkungen zwischen kurzen Bunchen und der metallischen Umgebung des Strahls und weiteren Vorarbeiten für HERA befaßt.

Die technischen Gruppen sahen sich im Zusammenhang mit den großen Vorhaben DORIS II und PETRA 23 GeV verstärkt mit dem Problem konfrontiert, mit zahlenmäßig begrenztem Personal sowohl den durchlaufenden Beschleunigerbetrieb mit geringen Ausfallraten zu ermöglichen, als auch die Entwicklungs- und Bauarbeiten für die neuen Anlagen voranzutreiben.

*technische  
Gruppen*

So mußten z.B. die Linacs, DESY und PETRA während des Umbaus von DORIS und der Vorbereitungen für die neuen Hochfrequenzanlagen im Osten und Westen von PETRA sowie der Fernbedienung von DESY durchlaufend für die Hochenergiephysik betrieben werden.

Die Hochfrequenzgruppen und die Energieversorgungsgruppe konnten den Aufbau der beiden 500 MHz-Doppelsender im Westen bis Ende des Jahres 1981 weit voranbringen, die Arbeiten im Osten wurden begonnen. Die mit dem Klystronhersteller gemeinsam mit Förderung durch das BMFT durchgeführten Entwicklungen zu höherer Leistung und verbessertem Wirkungsgrad (ca. 750 kW, Wirkungsgrad bei 70% bei 75 kV statt 60 kV Strahlspannung) brachten an den ersten beiden Klystron-Prototypen wichtige Zwischenergebnisse.

*Hochfrequenz*

Neben den Arbeiten für die 500 MHz-Systeme wurde die 1 GHz Versuchsanlage mit 8 siebenzelligen Cavities im Westen von PETRA installiert, erprobt und für Beschleunigerstudien erfolgreich genutzt. Das eingesetzte 1 GHz-Klystron ist ebenfalls ein Ergebnis einer vom Klystronhersteller gemeinsam mit DESY im Rahmen des o.g. Entwicklungsvorhabens durchgeführten Entwicklung. Die für 1981 abgesteckten Zwischenergebnisse wurden mit 220 bis 300 kW auch hier erreicht. Der erfolgreiche Versuchsbetrieb motivierte den Ausbau des 1 GHz-Systems in PETRA für den Einsatz im Routinebetrieb, welcher eine Verstärkung erfordert zur Aufrechterhaltung der Bunchverlängerung bis zu Strahlenergien von etwa 14 GeV. Dieses erfordert einen zusätzlichen Klystrondoppelsender und 16 zusätzliche Cavities. Um den Raum zwischen den Quadrupolen in den langen geraden Stücken von PETRA optimal zu nutzen, sollen immer 2 Stück 1 GHz-Cavities anstelle eines 500 MHz-Cavities eingebaut werden. Dieses erfordert die Entwicklung von sechszelligen statt siebenzelligen 1 GHz-Cavities. Die Komponenten für die Erweiterung der 1 GHz-Anlage wurden 1981 in Auftrag gegeben. Unter voller Ausnutzung des vorhandenen Gleichrichters sollen drei Klystrons ca. 600 kW<sub>cw</sub> liefern.

Auch für DORIS II mußten die Hochfrequenzgruppen tätig werden. Einer der Sender wurde speziell für den Multibunchbetrieb (zur Synchrotronlichterzeugung) hergerichtet durch Einbau eines Zirkulators, Cavities und Hohlleiter für DORIS waren neu anzuordnen.

Neben den genannten Großprojekten wurden Einzelentwicklungen wie z.B. Phasenregelungen für die HF-Systeme in PETRA, Neuerungen für Cavity- und Senderfernkontrollen u.ä. durchgeführt.

Die Energieversorgungsgruppe befaßte sich außer mit den bereits erwähnten neuen Hochspannungsanlagen für "PETRA 23" und dem PETRA 1 GHz-System, den Versorgungseinrichtungen für DORIS II und der Modernisierung vorhandener älterer Gleichstromquellen für Magnetversorgungen insbesondere auch mit der Inbetriebnahme und weiteren Projektierung von Einrichtungen zur Energieeinsparung und Abwärmenutzung.

*Energieversorgung*

Die Arbeiten der Kontrollgruppe und der Elektronikgruppe hatten zwei gemeinsame Schwerpunkte:

*Kontrolle und  
Elektronik*

- ein neues Kontrollsystem für DORIS II
- Modernisierung der DESY-Kontrollen im Zusammenhang mit der Vorbereitung für die

Fernbedienung vom gemeinsamen Beschleunigerkontrollraum "BKR" im Geb. 30 (derzeitiger DORIS/PETRA-Kontrollraum).

Daneben gab es in beiden Gruppen eine größere Anzahl von Einzelprojekten.

Für DORIS waren nicht nur die Bedienungspulte im Kontrollraum zusammen mit der Umstellung auf die ebenfalls bei PETRA eingesetzte Prozeßrechnerart neu zu erstellen, es mußte auch das Signal- und Steuerkabelnetz samt den zugehörigen Verteilern weitgehend umverlegt und erneuert werden. Ferner war die analoge Elektronik zu modifizieren, viele Anlagenteile wurden zudem entsprechend den PETRA-Erfahrungen für DORIS II neu gebaut (z. B. Zeitmarkensysteme, Q-Regelung, Strahlmeßeinrichtungen, Separatoren, Injektionssteuerung). Alle diese Arbeiten waren am Ende des Berichtsjahres im fortgeschrittenen Stadium.

Aus dem Vorhaben "Fernkontrolle alte Maschinen" konnte nach der bereits im Vorjahr erfolgten Inbetriebnahme der Einrichtungen für Linac II und PIA ein weiterer wichtiger Teilabschnitt dem Routinebetrieb zur Verfügung gestellt werden: DESY, Linac I und die Transportsysteme zwischen DESY und den Speicherringen sind unter NORD-Rechnerkontrolle über Konsolen sowohl vom alten Hauptkontrollraum wie vom BKR aus bedienbar. Die Technik war Ende 1981 soweit fertiggestellt, daß die praktische Erprobung ab Anfang 1982 begonnen werden konnte. Auch hier gilt, wie bei DORIS II, daß die neue Rechnerkontrolle einen Umbau- und Modernisierungsprozeß der analogen Anlagenelektronik bedingte. Als spezieller Erfolg der verbesserten Rechnersteuerung war gleich zu Anfang eine merkliche Ersparnis elektrischer Energie, da die Vorbeschleuniger und die Transportwege in den Füllpausen der Speicherringe abgeschaltet werden konnten, dank der schnellen und gut reproduzierbaren Wiedereinschaltmöglichkeit.

Aus der Menge der Einzelprojekte sollen hier noch ein neues Strahlmeßsystem für DESY und eine erheblich verbesserte Lebensdauermessung für PETRA erwähnt werden.

#### *Injektion*

Die Injektionsgruppe war naturgemäß beim Umbau von DORIS und an dem Vorhaben "Fernkontrolle der alten Maschinen" stark beteiligt. Darüberhinaus gab es Studien und Verbesserungen bei PIA, Untersuchungen über die Erzeugung von Magnetfeldern im Bereich von 2 bis 7 Tesla ohne Einsatz von Supraleitungstechnik (Anwendungen für den  $e^-/e^+$ -Konverter und die Transportsysteme PETRA/HERA), und Entwicklungs- bzw. Prototyparbeiten für die Einführung von Speichercavities in den Linac II.

#### *Vakuum*

Die Vakuumgruppe mußte 1981 in extrem kurzer Zeit das neue Vakuumsystem für DORIS II konzipieren, planen und teilweise bereits einbauen. Insgesamt hat das neue Vakuumsystem von DORIS über 400 m Länge und über 800 neue Vakuumkomponenten. Die knappen Termine, die hohe Leistung des Synchrotronlichts, die zusätzliche "HF-Glattheit" sowie die Vielzahl der komplizierten Auslaßkammern für Synchrotronlicht erforderten die Entwicklung neuer Technologien zur schnellen und kostensparenden Fertigung der Vakuumkomponenten. Zu diesem Zweck wurde das Vakuumsystem hauptsächlich aus nichtrostendem Stahl mit integrierten Synchrotronstrahlungsabsorbieren aus Kupfer konstruiert. Die Entwicklung von neuen Löttechniken bei MVA, die das Löten von nichtrostendem Stahl mit Kupfer ohne vorherige Vernickelung erlauben, sowie die Anwendung von Laserstrahlschweißen ermöglichten eine schnelle und kostensparende Fertigung der Vakuumkomponenten. Zusätzlich wurden neue Ionenzerstäuberpumpen für DORIS II mit einem nominalen Saugvermögen von 50 l/s bzw. 100 l/s entwickelt und in einer Serie von jeweils 50 Stck. gefertigt.

Neben diesen Arbeiten für DORIS II leistete die Vakuumgruppe Vorarbeiten für PETRA 23 und führte Verbesserungen und Neubauten elektronischer Geräte und Anlagen für die Kontrolle der Vakuumsysteme durch.

Die Gruppe "Aufbau von Beschleunigern und Experimenten" trug im Berichtsjahr die Hauptlast bei der Einrichtung der "Mini- $\beta$ -Fokussierung" für PETRA, wozu auch die Anpassung der Detektoren gehörte. Zudem wurden bei TASSO die restlichen Flüssig-Argon-Zähler eingebaut, bei MARK J die Driftkammern für den Nachweis von Myonen unter kleinen Winkeln ("R-Kammern"). PLUTO wurde umgebaut und mit den neuen Vorwärtsspektrometern für die "Zwei-Photon-Physik" ausgerüstet. Der zweite Schwerpunkt lag beim Umbau von DORIS. Für MEA fiel hiervon das komplette Ausräumen des DORIS-Tunnels und der Einschubkanäle in das Berichtsjahr. Mit Vorbereitungen für den Einbau des ARGUS-Detektors in die südliche Wechselwirkungszone von DORIS wurde begonnen. Aus dem Sachgebiet Vermessung müssen außer Kontrollmessungen die teilweise neue Konzeption der Vermessungssysteme von PETRA und DORIS erwähnt werden. Endlich verursachte der Neuaufbau der Strahlfächer für HASYLAB merklich Arbeit für die Gruppe MEA.

*Aufbau von Anlagen*

## Strahlenschutz

Alle Strahlenschutzmaßnahmen des Jahres 1981 zeigen, daß die Personendosen, die Ortsdosen in zugänglichen Gebieten, Aktivitätskonzentration in Luft und Wasser sowie staubförmige Kontaminationen in Beschleunigerräumen sicher unterhalb der zulässigen Grenzen lagen. Insbesondere lag die Strahlbelastung in den PETRA-Hallen bei Daueraufenthalt unter 1100 mrem/a, an den meisten Meßorten unter 500 mrem/a, wie die beiden unabhängigen Ortsdosis-Meßsysteme (Ionisationskammern und Neutronendetektoren sowie Festkörperdosimeter) und die täglichen Kontrollgänge ergaben.

*Strahlenschutzüberwachung*

Für das Projekt HERA wurde bereits im Vorjahr der Umweltschutzbericht zusammengestellt. Die Berechnung der Neutronendosis hinter dicker Abschirmung wurde fortgeführt.

*Abschirmuntersuchungen*

Die Messungen über die Ausbreitung mittelenergetischer Neutronen in Labyrinth wurden abgeschlossen. Die Ergebnisse sind in einer empirischen Formel zusammengefaßt; mit ihrer Hilfe kann die Neutronendosis an der Mündung von gewinkelten Zugängen zu Beschleunigern abgeschätzt werden.

Weiter fortgeführt wurde auch die Berechnung der Myon-Abschirmung für den Speicherring HERA. Vom Fermilab wurde das Monte-Carlo-Programm CASIMU zur Verfügung gestellt, mit dem auch der Myon-Anteil berechnet werden kann, der aus der in einem dicken Target produzierten hadronischen Kaskade herrührt.

Das Monte-Carlo-Programm EGS wurde zur Berechnung der Dosis durch die hochenergetische, zweifach gestreute Elektron-Photon-Komponente entlang der Experimentiergebiete des HASYLAB verwendet. Bei der Dimensionierung der Abschirmung an diesen Gebieten war dieser Strahlungsanteil vernachlässigt worden. Die Rechnungen bestätigen, daß diese Annahme gerechtfertigt ist.

Für den Betreiber eines hochenergetischen Elektronenspeicherrings ist die Kenntnis der Energieabstrahlung und der Deposition dieser Energie in den Anlageteilen von Wichtigkeit. Die Verteilung der durch Synchrotronstrahlung im PETRA-Tunnel verursachten Dosen, insbesondere entlang der Vakuumkammer wurde mit Glasdosimetern gemessen. Mit Hilfe des Rechenprogramms EGS können diese Dosen auch quantitativ berechnet werden, derart, daß ein Vergleich mit gemessenen Werten möglich ist. Es ergab sich gute Übereinstimmung zwischen den gemessenen und den berechneten Dosen.

*Synchrotronstrahlung im Speicherring PETRA*

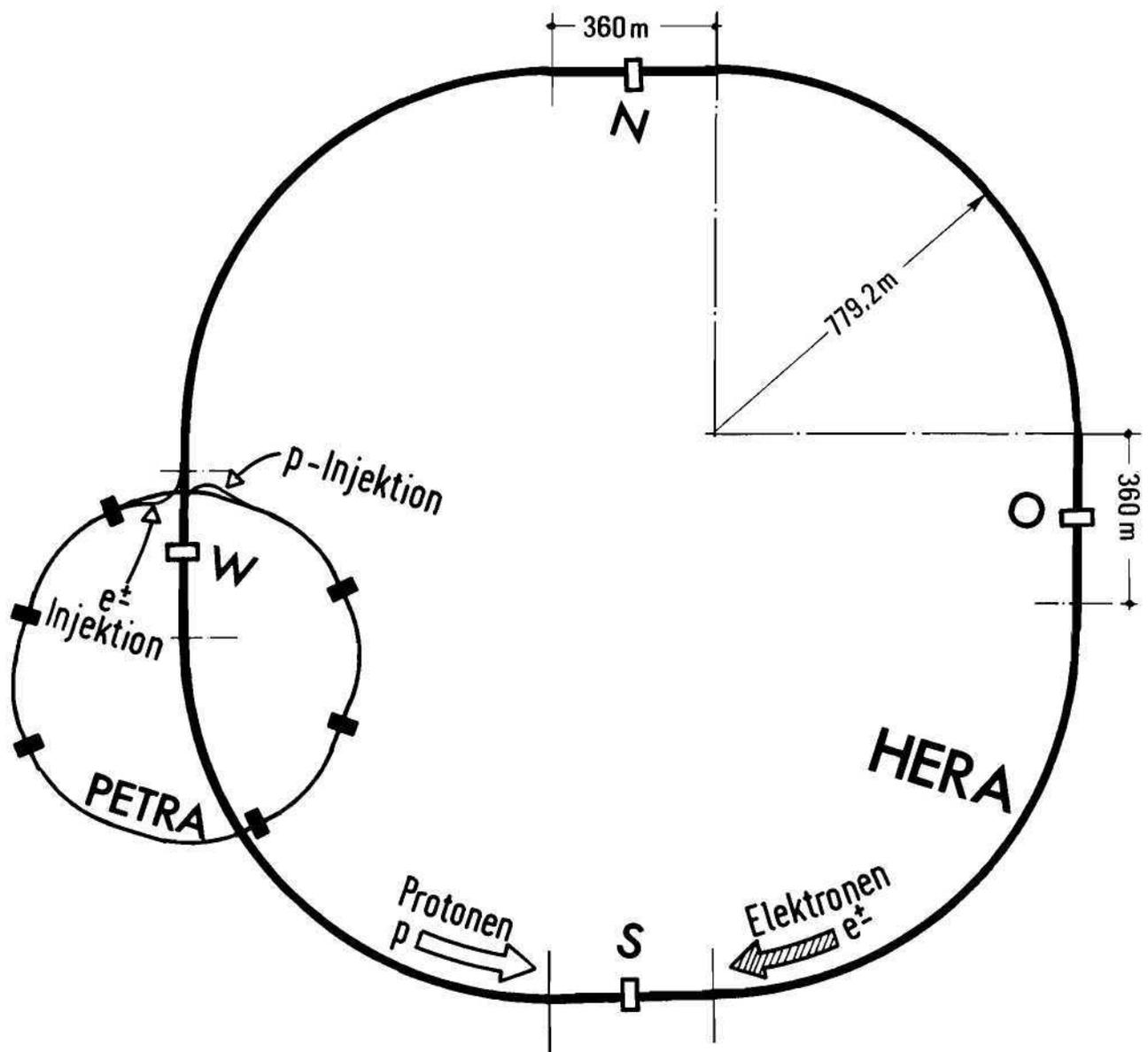


Abb. 78.1: Größenverhältnis der Speicherringe.

## HERA

Die Hadron-Elektron-Ring-Anlage HERA ist das große Zukunftsprojekt von DESY für das Forschungsprogramm der 90er Jahre. In HERA sollen Elektronen von 30 GeV mit Protonen von 820 GeV Maximalenergie zur Kollision gebracht werden.

Das Forschungsgebiet der Elektron-Proton-Wechselwirkungen, dem DESY sich mit dem Bau von HERA wieder zuwendet, ist komplementär zu den zukünftigen wissenschaftlichen Zielsetzungen der anderen großen Zentren der Elementarteilchenforschung: CERN in Genf wird den großen Elektron-Positron-Speicherring LEP bauen, in den U.S.A. wird der Schwerpunkt der Untersuchungen der Antiproton-Proton-Stöße beim FERMI-Laboratorium, der Proton-Stöße mit ISABELLE in Brookhaven und ebenfalls der Elektron-Positron-Wechselwirkung mit dem SLAC in Stanford liegen.

Im Juni 1981 wurde der technische Vorschlag für HERA mit dem Titel "HERA — A Proposal for a Large Electron-Proton Colliding Beam Facility at DESY" vorgelegt. Der Vorschlag basiert auf der DESY-ECFA-Studie, die im März 1980 von Wissenschaftlern verschiedener europäischer Institute erarbeitet wurde (ECFA 80/42, DESY-HERA 80/01). Diese Studie diente dem vom Bundesministerium für Forschung und Technologie berufenen Gutachterausschuß "Großprojekte in der Grundlagenforschung" (Vorsitz Prof. Pinkau) als Grundlage seiner Beratungen. In seinen abschließenden Empfehlungen im Februar 1981 hat der Ausschuß den Bau von HERA grundsätzlich empfohlen. Der Ausschuß sah es dabei als vertretbar an, wenn der eigentliche Bau von HERA nicht vor 1984 beginnt, da für DESY in den kommenden Jahren der Ausbau und die Nutzung von PETRA und die Entwicklung der supraleitenden Magnete für HERA im Vordergrund stehen sollten. In seinen Empfehlungen ging der Ausschuß davon aus, daß eine internationale Beteiligung auch am Bau von HERA zu erreichen sei. Im Hinblick auf HERA hat der Ausschuß ausdrücklich empfohlen, daß neben CERN langfristig ein zweites Hochenergiephysik-Laboratorium in Europa betrieben werden soll.

*technischer  
Bauvorschlag*

An der Erstellung des HERA-Vorschlags haben neben Mitarbeitern von DESY insgesamt 50 Wissenschaftler und Ingenieure von 22 Institutionen aus dem In- und Ausland mitgearbeitet. Die Maschinenparameter wurden in dem Vorschlag neu festgelegt und einzelne technische Komponenten wurden weiterentwickelt. HERA besteht aus einem Elektronen- und einem Protonen-Speicherring. Beide Beschleuniger sind übereinander in einem unterirdischen Ringtunnel von 3.2 m Durchmesser eingebaut. Der Beschleuniger setzt sich aus je vier geraden, 360 m langen Teilstücken (5,0 m Durchmesser) zusammen, die durch Bögen mit einem Radius von 779 m verbunden sind. Der Gesamtumfang beträgt 6.336 m, wobei sich die Wechselwirkungszonen in der Mitte der langen, geraden Teilstücke befinden (Abb.78.1). Von der ganzen Maschine wird an der Erdoberfläche nur sehr wenig zu sehen sein, der Ring und die vier Experimentierhallen befinden sich in 10 — 20 m Tiefe.

*Maschinen-  
parameter*

Der Elektronenring von HERA ist ein umfangmäßig um das 2,75-fache vergrößertes Abbild von PETRA. An Magneten werden benötigt: 584 Standard-Dipolmagnete, 700 Standard-Quadrupolmagnete, 604 Sextupolmagnete, 300 Dipol-Korrekturmagnete und 40 Spezialquadrupolmagnete sowie einige Spin-Dreh-Magnete. Das Hochfrequenzsystem zur Beschleunigung der Elektronen wird mit der gleichen Frequenz von 500 MHz wie bei PETRA aufgebaut, so daß zum Zeitpunkt der Fertigstellung von HERA ein Großteil des Hochfrequenzsystems von PETRA in HERA eingebaut werden kann. Die verbleibende Leistung an PETRA reicht dann noch aus, um PETRA als Injektor für HERA zu betreiben. Für das Vakuumsystem des Elektronenringes sind Vereinfachungen gegenüber der Konstruktion von PETRA vorgeschlagen worden.

*Elektronenring*

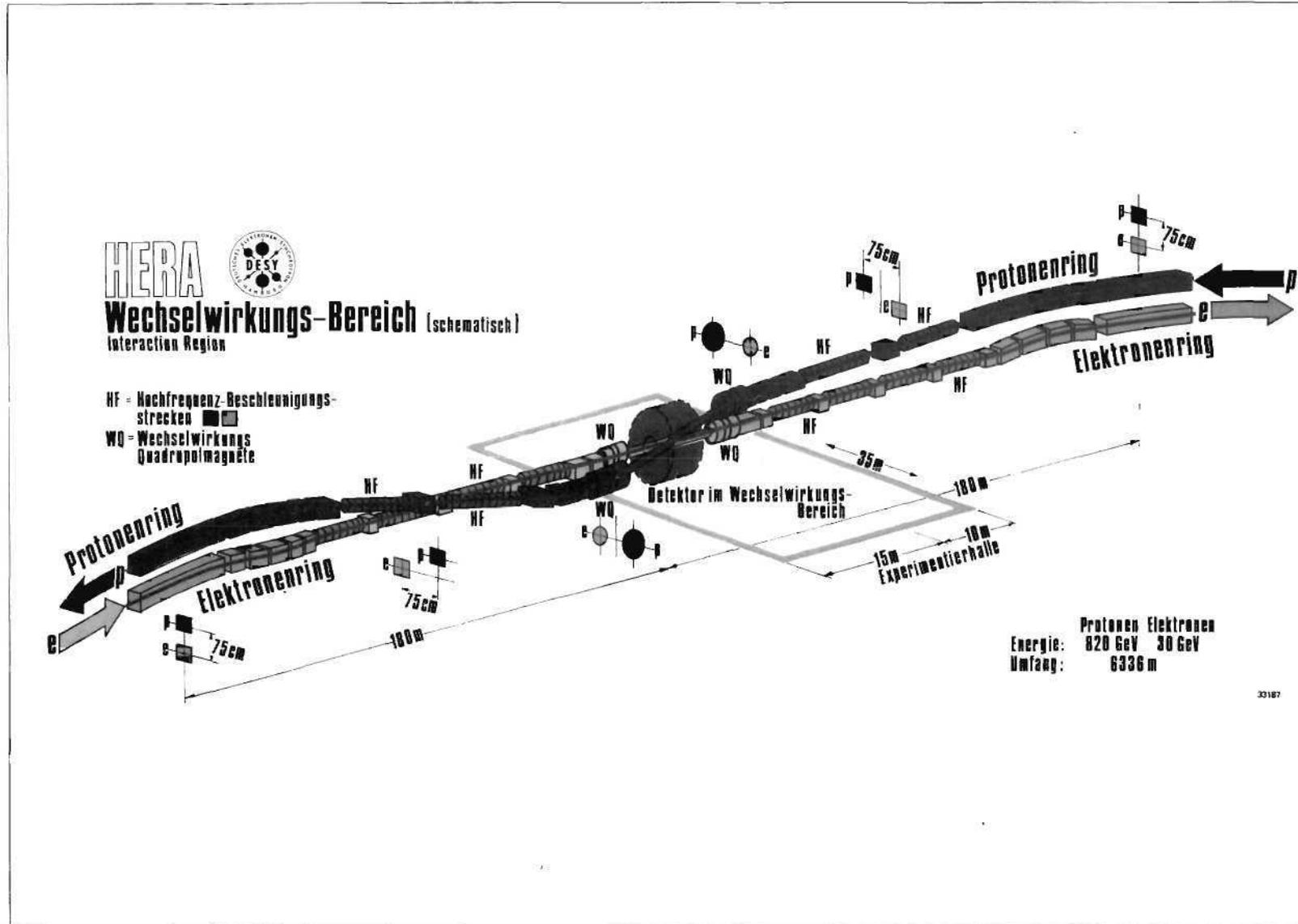


Abb. 78.2: Wechselwirkungsbereich bei HERA.

## HERA

Die Hadron-Elektron-Ring-Anlage HERA ist das große Zukunftsprojekt von DESY für das Forschungsprogramm der 90er Jahre. In HERA sollen Elektronen von 30 GeV mit Protonen von 820 GeV Maximalenergie zur Kollision gebracht werden.

Das Forschungsgebiet der Elektron-Proton-Wechselwirkungen, dem DESY sich mit dem Bau von HERA wieder zuwendet, ist komplementär zu den zukünftigen wissenschaftlichen Zielsetzungen der anderen großen Zentren der Elementarteilchenforschung: CERN in Genf wird den großen Elektron-Positron-Speicherring LEP bauen, in den U.S.A. wird der Schwerpunkt der Untersuchungen der Antiproton-Proton-Stöße beim FERMI-Laboratorium, der Proton-Stöße mit ISABELLE in Brookhaven und ebenfalls der Elektron-Positron-Wechselwirkung mit dem SLAC in Stanford liegen.

Im Juni 1981 wurde der technische Vorschlag für HERA mit dem Titel "HERA — A Proposal for a Large Electron-Proton Colliding Beam Facility at DESY" vorgelegt. Der Vorschlag basiert auf der DESY-ECFA-Studie, die im März 1980 von Wissenschaftlern verschiedener europäischer Institute erarbeitet wurde (ECFA 80/42, DESY-HERA 80/01). Diese Studie diente dem vom Bundesministerium für Forschung und Technologie berufenen Gutachterausschuß "Großprojekte in der Grundlagenforschung" (Vorsitz Prof. Pinkau) als Grundlage seiner Beratungen. In seinen abschließenden Empfehlungen im Februar 1981 hat der Ausschuß den Bau von HERA grundsätzlich empfohlen. Der Ausschuß sah es dabei als vertretbar an, wenn der eigentliche Bau von HERA nicht vor 1984 beginnt, da für DESY in den kommenden Jahren der Ausbau und die Nutzung von PETRA und die Entwicklung der supraleitenden Magnete für HERA im Vordergrund stehen sollten. In seinen Empfehlungen ging der Ausschuß davon aus, daß eine internationale Beteiligung auch am Bau von HERA zu erreichen sei. Im Hinblick auf HERA hat der Ausschuß ausdrücklich empfohlen, daß neben CERN langfristig ein zweites Hochenergiephysik-Laboratorium in Europa betrieben werden soll.

*technischer  
Bauvorschlag*

An der Erstellung des HERA-Vorschlags haben neben Mitarbeitern von DESY insgesamt 50 Wissenschaftler und Ingenieure von 22 Institutionen aus dem In- und Ausland mitgearbeitet. Die Maschinenparameter wurden in dem Vorschlag neu festgelegt und einzelne technische Komponenten wurden weiterentwickelt. HERA besteht aus einem Elektronen- und einem Protonen-Speicherring. Beide Beschleuniger sind übereinander in einem unterirdischen Ringtunnel von 3,2 m Durchmesser eingebaut. Der Beschleuniger setzt sich aus je vier geraden, 360 m langen Teilstücken (5,0 m Durchmesser) zusammen, die durch Bögen mit einem Radius von 779 m verbunden sind. Der Gesamtumfang beträgt 6.336 m, wobei sich die Wechselwirkungszonen in der Mitte der langen, geraden Teilstücke befinden (Abb.78.1). Von der ganzen Maschine wird an der Erdoberfläche nur sehr wenig zu sehen sein, der Ring und die vier Experimentierhallen befinden sich in 10 — 20 m Tiefe.

*Maschinen-  
parameter*

Der Elektronenring von HERA ist ein umfangmäßig um das 2,75-fache vergrößertes Abbild von PETRA. An Magneten werden benötigt: 584 Standard-Dipolmagnete, 700 Standard-Quadrupolmagnete, 604 Sextupolmagnete, 300 Dipol-Korrekturmagnete und 40 Spezialquadrupolmagnete sowie einige Spin-Dreh-Magnete. Das Hochfrequenzsystem zur Beschleunigung der Elektronen wird mit der gleichen Frequenz von 500 MHz wie bei PETRA aufgebaut, so daß zum Zeitpunkt der Fertigstellung von HERA ein Großteil des Hochfrequenzsystems von PETRA in HERA eingebaut werden kann. Die verbleibende Leistung an PETRA reicht dann noch aus, um PETRA als Injektor für HERA zu betreiben. Für das Vakuumsystem des Elektronenringes sind Vereinfachungen gegenüber der Konstruktion von PETRA vorgeschlagen worden.

*Elektronenring*

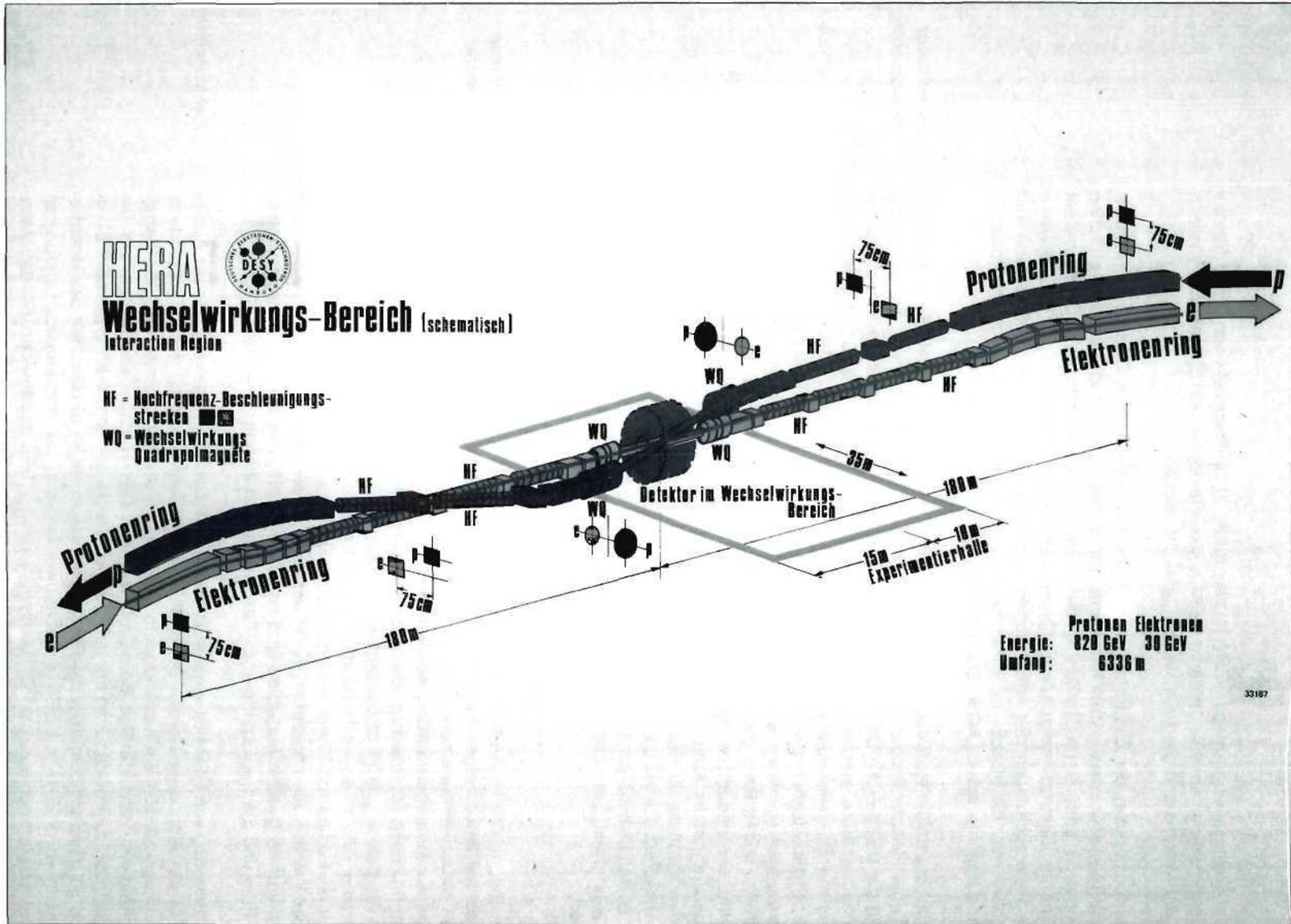


Abb. 78.2: Wechselwirkungsbereich bei HERA.

Tabelle 1: HERA Parameter

	p-Ring	e-Ring	
Nominelle Energie	820	30	GeV
$S = Q_{\max}^2$		98400	
Luminosität ( $Q_{\max}^2$ )		$0.6 \cdot 10^{32}$	$\text{cm}^{-2}\text{s}^{-1}$
Polarisationszeit		20	min
Zahl der Wechselwirkungszonen		4	
Länge der geraden Stücke		360	m
Umfang		6336	m
Ablenkradius	603.8	540.9	m
Magnetische Induktion	4.53	0.1849	T
Zahl der Teilchen	$6.3 \cdot 10^{13}$	$0.76 \cdot 10^{13}$	
Zahl der Bunche		210	
Emittance ( $\epsilon_x/\epsilon_z$ )	0.47/0.24	1.6/0.16	$10^{-8}\text{m}$
Beta function ( $\beta_x^*/\beta_z^*$ )	3/0.3	3/0.15	m
Änderung des Arbeitspunktes durch Strahl-Strahl-Wechselwirkung $\Delta Q_x/\Delta Q_z$	0.0006/0.0009	0.008/0.014	
Länge des Strahlpakets	9.5	0.93	cm
HF-frequency	208.189	499.667	
Maximale HF Spannung	100	290	MV
HF-Leistung	4.6	13.2	MW
Injektionsenergie	40	14	GeV
Energieverlust/Umlauf	$1.4 \cdot 10^{-10}$	142.3	MeV
Wärmeverlust bei 4.2 °	13.2		kW
Kabelung der Stromzuführungen	42.5		g/s
Wärmeverlust bei 50 °K	44.6		kW
Kälteanlage bei 4.2 °K	20		kW
flüssiges Helium	64		g/s
bei 50 °K	68		kW

Der Protonenring von HERA soll mit supraleitenden Magneten gebaut werden. Der Ring enthält etwas über 1100 Magnetelemente (624 Dipolmagnete, 208 Quadrupolmagnete, 208 Korrekturmagnete sowie 32 weitere Dipol- und 92 Quadrupolmagnete). Der Bau und der Betrieb eines so großen supraleitenden Systems ist ein technologisch anspruchsvolles Unternehmen, wie es bisher in Europa noch nicht in Angriff genommen wurde. Der Entwurf der Magnete für HERA basiert auf den Entwicklungen im FERMI-Laboratorium (U.S.A.), wo ein Protonenring mit fast den gleichen Dimensionen wie HERA mit supraleitenden Komponenten ausgerüstet wird.

*Protonenring*

Der Strahl quert die Wechselwirkungszone in der Ebene, die durch die Geometrie des Elektronenstrahls in den Bögen des Speicherrings vorgegeben ist. Der Protonenstrahl wird in den langen, geraden Teilstücken in diese Ebene gedreht und passiert den Elektronenstrahl unter einem horizontalen Kreuzungswinkel von 20 mrad. Für Experimente mit polarisierten Elektronen, muß die transversale Polarisation in eine longitudinale Polarisation an den Wechselwirkungspunkten umgewandelt werden. Diesem Zweck dienen sog. "Spinrotoren", von denen sich je ein Paar an jeder Wechselwirkungszone befindet. Eine ausführliche Untersuchung der verschiedenen Depolarisationsmechanismen des Elektronenspins hat zu einer gegenüber der Studie geänderten Auslegung der Wechselwirkungszone geführt (Abb.78.2).

Die Kosten für den Bau der gesamten Anlage werden auf 654 Millionen DM abgeschätzt (Preisstand Januar 1981). Dazu kommt ein Bedarf von Arbeitskräften in Höhe von 3000 Mann-Jahren, die größtenteils von DESY-Mitarbeitern, teils von Mitarbeitern auswärtiger, deutscher und ausländischer Institute geleistet werden sollen.

Die wichtigsten Parameter von HERA sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Entsprechend der Empfehlung des BMFT-Gutachterausschusses hat DESY 1981 in ersten Gesprächen im Ausland versucht, die Bereitschaft von verschiedenen Institutionen zur Beteiligung am Bau von HERA zu erkunden. DESY hat bei diesen Gesprächen angeregt, daß die ausländischen Partner ihren Beitrag in Form von Speicherring-Komponenten und anderen Bauteilen für HERA erbringen, die sie in ihren Werkstätten fertigen oder bei der dortigen Industrie in Auftrag geben. Dieses Vorgehen ist sehr ähnlich dem Verfahren, mit dem die Experimente an PETRA in vertraglich vereinbarter Zusammenarbeit vieler Institute des In- und Auslandes aufgebaut wurden. Die Leitungen einer Vielzahl von Institutionen im Ausland bekundeten großes Interesse am wissenschaftlichen Programm von HERA und zeigten sich grundsätzlich zu einer Mitarbeit beim Bau der Speicherringanlage bereit.

Zur Beurteilung des HERA-Vorschlags hat der Wissenschaftliche Rat von DESY im Juni 1981 eine international besetzte Kommission eingesetzt. Diese Kommission hat den HERA-Vorschlag eingehend geprüft und ist zu dem Schluß gekommen, daß sich HERA, wie im Vorschlag beschrieben, realisieren läßt. Die Kommission hat dabei auch die Kostenabschätzung sorgfältig geprüft. Der Wissenschaftliche Rat von DESY hat sich dieser Beurteilung angeschlossen und sie in einer Stellungnahme dem DESY-Verwaltungsrat in seiner Sitzung am 11. Dezember 1981 übermittelt. Der Verwaltungsrat von DESY nahm auf dieser Sitzung den HERA-Vorschlag und die Stellungnahme des Wissenschaftlichen Rates entgegen und war einverstanden mit der Fortführung der Arbeiten, die zur Entscheidungsvorbereitung über das Projekt dienen.

## **Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb**



# **Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb**

## **I N H A L T**

	<b>Seite</b>
Datenverarbeitung	137
Neue Technologien, Kältetechnik und Gase	144
Technische Dienste	149



## Datenverarbeitung

### Betrieb des Rechenzentrums

Obwohl gegenüber 1980 keine Veränderung der CPU-Kapazität erfolgte, konnte der Gesamtdurchsatz durch das Rechenzentrum und insbesondere auch die CPU-Ausnutzung weiter erhöht werden (s. Tab. 1).

*Gesamtdurchsatz*

	Jobs		TSO-Sessions		CPU-Ausnutzung
	Anzahl	CPU-h	Anzahl	CPU-h	
1980	600866	16470	269941	1621	61.3 %
1981	639541	18388	280779	2083	69.4 %

**Tab. 1: Gesamtdurchsatz der Rechner 1981 (Zeitangaben in 168-Stunden)**

Diese Erhöhung ist hauptsächlich durch folgende Maßnahmen erreicht worden:

- a) Im März wurden alle Magnetplattenlaufwerke von IBM und MEMOREX umgestellt auf den Typ 3350 mit 317.5 MB Kapazität. Diese Laufwerke haben kürzere Zugriffszeit und schnellere Übertragungsraten als die zuvor teilweise verwendeten Laufwerke vom Typ 3330 mit 200 MB Kapazität. Einige der neuen Laufwerke haben außerdem einen Festkopfbereich, von dem ohne mechanische Bewegung des Zugriffsmechanismus übertragen werden kann.

In diesen Bereich wurden kritische Dateien wie der Fortran-Compiler etc. gelegt. Insgesamt konnte dadurch die mittlere Wartezeit der CPU's auf Daten von der Plattenperipherie verkürzt werden. Zugunsten einer besseren Verfügbarkeit des Systems wird nicht in allen Fällen die größere Kapazität der neuen Laufwerke genutzt. Die neuen Laufwerke sind nicht mehr auswechselbar, so daß bezüglich Datensicherung geeignete Vorkehrungen getroffen werden mußten. Andererseits ist die Betriebssicherheit der neuen Laufwerke erheblich größer, so daß die zahlreichen Plattenausfälle (insbesondere der Memorex-Geräte) inzwischen der Vergangenheit angehören.

Durch den Wechsel des Plattentyps konnte so auch einer der Schwachpunkte der Ausfall-Statistik (s. Tab. 2) erfolgreich bekämpft werden.

- b) Die Erweiterung der Hauptspeicherkapazität der 3033 auf 12 MB hat das Antwortverhalten von TSO positiv beeinflusst, da erst bei dieser Speichergröße das 'logical swapping' des Betriebssystems MVS-SE1 faßt und viele zeitweise inaktive Benutzer dennoch im Speicher bleiben. Die Zahl der gleichzeitig zugelassenen aktiven TSO-Benutzer konnte auf 100 heraufgesetzt werden. Gegen Ende des Betriebsjahres registrierte das Rechenzentrum während der Stoßzeit am Nachmittag im Mittel 70 aktive Benutzer (95 im Maximum) bei 124 angeschlossenen TSO-Terminals.
- c) In Zusammenarbeit mit dem Benutzer-Komitee wurde der Scheduling-Algorithmus des JES 3 dahingehend verbessert, daß eine kürzere Verweilzeit für die langlaufenden Auswertejobs der PETRA-Experimente erreicht wurde. Der dadurch auf die Benutzer ausgeübte Anreiz, längere Jobs anzuliefern, wirkt sich positiv auf die CPU-Ausnutzung aus.

Ursache des Ausfalls	Zahl der Ausfälle			Ausfallzeit (h)			% der Gesamtausfallzeit		
	AA	BB	CC	AA	BB	CC	AA	BB	CC
Stromversorgung	9	7	7	37,07	44,68	33,02	19,9	17,8	24,0
Klima	1	2	2	2,87	32,95	2,85			
Umstellung Sommerzeit	1	2	1	1,95	2,30	0,33			
Bedienungsfehler	1	1	1	0,02	0,11	0,41			
Desynet	4	9	10	1,80	2,22	6,95			
Kopplungsprobleme Interlocks	9	14	8	7,04	8,27	1,53			
	5	4	3	1,18	1,21	1,45			
MVS	1	1	3	1,56	0,21	0,11			
JES3			10				3,36		
TSO			23				0,96		
Tape-Subsystem	1	3		0,25	6,62				
MSS	1	4	5	0,05	2,23	0,22			
Disk-Subsystem	17	23	31	28,71	23,55	15,83	15,4	9,4	11,0
Trommeln	1	1	1	4,29	1,62	2,23			
Kanäle	11	9	10	56,47	83,70	34,81			
CPU	10	7	9	34,67	29,78	29,93			
Unbekannt	33	20	35	8,04	5,82	4,41			
Total	105	143	159	185,77	251,27	138,73			

Tab. 2: Ausfallzeiten der 3 Rechner-Systeme 1981 (Zeitangaben in Echtzeit)

*Massenspeicher und Hierarchical Storage Manager*

Nachdem im Mai der Massenspeicher für ausgewählte Testbenutzer freigegeben wurde, konnte er im Oktober zusammen mit dem Hierarchical Storage Manager (HSM) der Allgemeinheit zur Verfügung gestellt werden. Damit wurde das bei DESY entworfene und seit 1974 eingesetzte Datenwanderungs-System Platte — Band abgelöst.

Dateien, die über einen gewissen Zeitraum nicht benutzt werden, wandern jetzt mit Hilfe des HSM automatisch vom globalen Plattenpool auf den Massenspeicher und werden bei Wiederbenutzung automatisch auf die Platte zurückgeholt, so dem Benutzer effektiv eine erheblich größere Online-Platten-Kapazität gebend. Die Rückholzeiten liegen bei 20 s bis 3 min gegenüber mehreren Stunden beim alten Platte-Band-System.

Der HSM ist für das Bewegen kleinerer Dateien gedacht. Daneben werden den Experiment-Gruppen Kontingente im Massenspeicher für direkten Zugriff zur Verfügung gestellt. Eine weitere logische Abteilung im Massenspeicher ist für Backup-Dateien reserviert. Von den ca. 1000 Massenspeicher-Volumes mit einer Kapazität von ca. 100 GB waren am Jahresende etwa 300 benutzt.

	Betriebszeit (h)	Verfügbarkeit	MTBF	MTTR
AA	8008,40	97,7 %	76,2 h	1,8 h
BB	7937,78	96,8 %	55,5 h	1,8 h
CC	8129,84	98,3 %	51,1 h	0,9 h

**Tab. 3: Verfügbarkeit der Rechner incl. Peripherie etc. 1981**

	Verfügbarkeit	MTBF	MTTR
AA	99,6 %	800,8 h	3,5 h
BB	99,6 %	1134,0 h	4,3 h
CC	99,6 %	903,3 h	3,3 h

**Tab. 4: Verfügbarkeit der CPUs 1981**

Seit März 1981 steht ein zweiter externer Drucker zur Selbstbedienung zur Verfügung. Ab gleichem Datum ist Ausdruck mit Groß-Klein-Schreibung ständig verfügbar. Im Mai 1981 wurde die Druckausgabe reorganisiert (Output-Bins), um die Suchzeiten für die Benutzer zu verringern.

*Druckausgabe*

Das Betriebssystem MVS-SE1 ist seit März 1981 auf einem modernen Stand. Damit wurden einige Fehler und Ungereimtheiten beseitigt. Seit Oktober steht den Benutzern ein PASCAL-Compiler zur Verfügung.

*Verschiedenes*

Im Januar wurde in einer größeren Umbauphase die 400 Hz- Versorgung der Rechner durch Installation eines neuen Schaltwerks bedienungsfreundlicher und sicherer gemacht.

## Rechnerperipherie

Die Schwerpunkte der Arbeit der Gruppe lagen im Berichtsjahr auf den Gebieten Rechnernetz DESYNET, graphisches System IPS und allgemeine Software.

### RECHNERNETZ DESYNET

DESYNET wurde im Laufe der letzten Jahre als ein allgemeines Rechnernetz entwickelt, das in der Lage ist, beliebige Benutzer untereinander und vor allem mit allen Großrechnern des DESY-Rechenzentrums zu verbinden. Die derzeitige Hauptanwendung ist der Betrieb graphischer Bildschirmstationen auf dem DESY-Gelände.

1. Der im Berichtsjahr erreichte Ausbau von DESYNET ist in Abbildung 79 dargestellt.<sup>1)</sup> Es arbeiten sieben Knotenrechner (große Kreise) im Netz-Verbund zusammen; weitere 8 Rechner sind als Terminalcontroller im Einsatz (kleine Kreise). Drei der Knotenrechner (A, I und H) arbeiten gleichzeitig auch als Terminalcontroller.
2. Die Entwicklungsarbeiten mit dem Microprocessor Z8000 der Firma Zilog wurden fortgesetzt und führten zum Aufbau und Test des Prototyps eines Display-Controllers, der mit dem bisher im IPS eingesetzten Gerät kompatibel ist.

<sup>1)</sup> Diese Abbildung wurde mit dem im Vorjahr testweise installierten graphischen System GIPSY erstellt (s. Jahresbericht 1980).

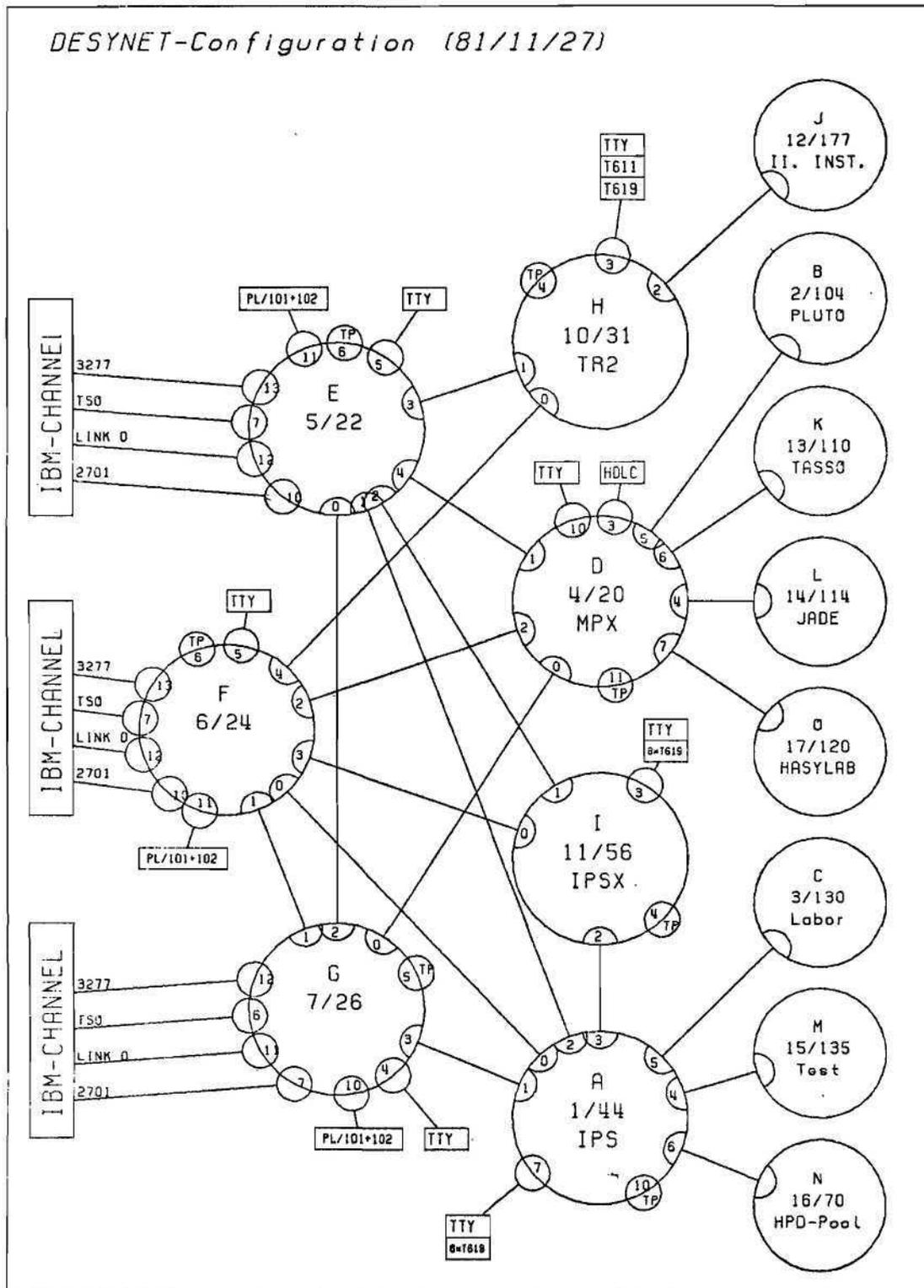


Abb. 79: DESUNET-Konfiguration Ende 1980.

3. Das System zur rechnergesteuerten Ferndiagnose, Kontrolle und Konfigurierung von Hardwaremoduln über eine serielle Verbindung (Eindrahtleitung - EDL) wurde durch den Einsatz des Ein-Chip-Prozessors Z8 der Firma Zilog wesentlich verbessert.
4. Ebenfalls mit Hilfe des Z8 wurde eine neue Technik für den Anschluß graphischer und alphanumerischer Peripheriegeräte entwickelt, die in Zukunft einen flexibleren Ausbau graphischer Stationen ermöglichen wird.
5. Es wurden Untersuchungen über den Einsatz von Bildschirmen in Rastertechnik als Alternative zu den im IPS bisher verwendeten Speicherröhren begonnen.
6. Zur Unterstützung der Systemprogrammierer des DESY- Rechenzentrums wurde der Anschluß einer JES3-Konsole über das DESYNET in Verbindung mit dem Postnetz realisiert.

#### DAS GRAPHISCHE SYSTEM IPS

Das Interactive Plotting System (IPS) ist über das Rechnernetz DESYNET mit dem Time-sharing System TSO der Großrechenanlage verbunden.

Im Berichtsjahr 1981 wurden 536 verschiedene Programme in 50232 IPS-Sitzungen von 545 verschiedenen Benutzern aktiviert. Dabei wurden 595 CPU-Stunden Rechenzeit (IBM 370/168 Einheiten) verbraucht. Die neu eingeführte Statistik nach "accounts" zeigte für die großen Experimente folgende Anteile: 33 % für MARK J, 27 % für JADE, 14 % für TASSO, 10 % für CELLO und 5 % für PLUTO. Der Rest von 11 % verteilte sich auf weitere 33 "accounts".

*Benutzungsstatistik*

Es wurden über 133000 (+ 11% gegenüber dem Vorjahr) Bilder mit einer Gesamtlänge von ca. 60 km von Benutzern aus 53 (+ 33%) verschiedenen Gruppen auf dem elektrostatischen Plotter ausgegeben.

Es arbeiten monatlich im Mittel ca. 250 (+ 27%) verschiedene Benutzer in ca. 4200 (+ 23 %) Sitzungen an graphischen Terminals.

Ein zweiter öffentlicher Terminal-Pool, bestehend aus einem Terminalrechner mit vier graphischen 619-Terminals, wurde im Laborgebäude 1 den Benutzern übergeben. Ein weiterer Terminalrechner mit einer graphischen Station wurde HASYLAB zur Verfügung gestellt.

*System-Konfiguration*

Ein zweiter elektrostatischer Plotter vom Typ GOULD 5200 wurde über DESYNET an IPS angeschlossen und als "externer" Plotter den Benutzern zur "Selbstbedienung" angeboten.

Alle sechs bereits vorhandenen Potentiometer auf den graphischen Eingabegeräten der IPS-Terminals wurden den Benutzerprogrammen über Software zugänglich gemacht, die eine analoge Eingabe von Daten ermöglichen. Sie sind besonders hilfreich bei Berechnungen von Maschinenoptiken.

### *graphische Software*

Auf dem Gebiet der anwendungsorientierten graphischen Software auf der Großrechnerseite gab es folgende Schwerpunkte:

#### a. Graphisches Editier Programm (GEP)

Im Berichtsjahr stieg die Benutzung von GEP weiter stark an: Die Zahl der Batch-Jobs um 60% auf über 100000, die Zahl der IPS-Sitzungen um 100% auf über 10000.

Die GEP-Beschreibung wurde völlig überarbeitet und kann über die NEWLIB Kommandoliste ((GEPGUIDE)) ausgedruckt werden.

Die Hauptentwicklung erfolgte am interaktiven GEP-Modul. Die damit verbundene Vergrößerung führte zur Strukturierung in dynamisch ladbare Teilmoduln. Für die Benutzer gab es folgende wichtige Verbesserungen:

- interaktives Zusammenfassen von "bins" bei Histogrammen mit vorgegebener Intervalleinteilung
- einfache Beschriftung der Bildachsen
- Erweiterung des interaktiven Compilers auf logische Verzweigungen
- Anschluß des externen Plotters
- gleichzeitige Darstellung verschiedener Bilder auf dem Schirm bzw. Plotter

#### b. Textverarbeitung

Der durch den Textformatierer SCRIPT und das zugehörige Darstellungsprogramm CALLIGRA gebotene Service wurde weiter verbessert. Es wurde erfolgreich eine Möglichkeit getestet, SCRIPT im Stapelbetrieb laufen zu lassen. Durch den Übergang zu einer PL/I-Version von CALLIGRA konnte der CPU-Zeitverbrauch drastisch gesenkt werden; außerdem wurde die Möglichkeit geschaffen, separat erzeugte graphische Daten mit SCRIPT Ausgabedaten zu mischen und so Berichte mit Abbildungen in einem CALLIGRA-Lauf herzustellen.

Durch den Einsatz einer verbesserten Version des Font Editier Programms EDITF ist es nun möglich, die verfügbaren Zeichensätze auf leichte Weise zu verändern und zu erweitern.

#### c. Plotausgabe Programm

Durch die Verwirklichung eines neuen Multitasking Konzepts im "external writer" WTRG, das die graphischen Darstellungen der IPS Benutzer auf den elektrostatischen Plottern ausgibt, wurde der CPU Zeitverbrauch für die Plotausgabe um ca. 50% reduziert.

#### d. Computer Output on Microfilm (COM)

Am Beispiel von CALLIGRA Output wurde in Zusammenarbeit mit der Kernforschungsanlage Jülich (KFA) die Möglichkeit zur Herstellung hochqualitativer graphi-

scher Darstellungen auf Mikrofilm erprobt. Dabei wurde das in der AGF entwickelte geräteunabhängige Datenformat (AGF FILE) zum Datentransport verwendet.

e. Zwei-Terminal-Option für IPS

Es wurde testweise ein "Zwei-Terminal" - Modus für graphische Anwendungsprogramme unter IPS implementiert, um die graphische Darstellung und Interaktion von dem reinen alphanumerischen Dialog vollkommen zu trennen. Dieses eröffnet u.a. die Möglichkeit, den Dialog auf Standard TSO Terminals im "full screen" Modus abzuwickeln.

#### ALLGEMEINE SOFTWARE FÜR TSO - BENUTZER

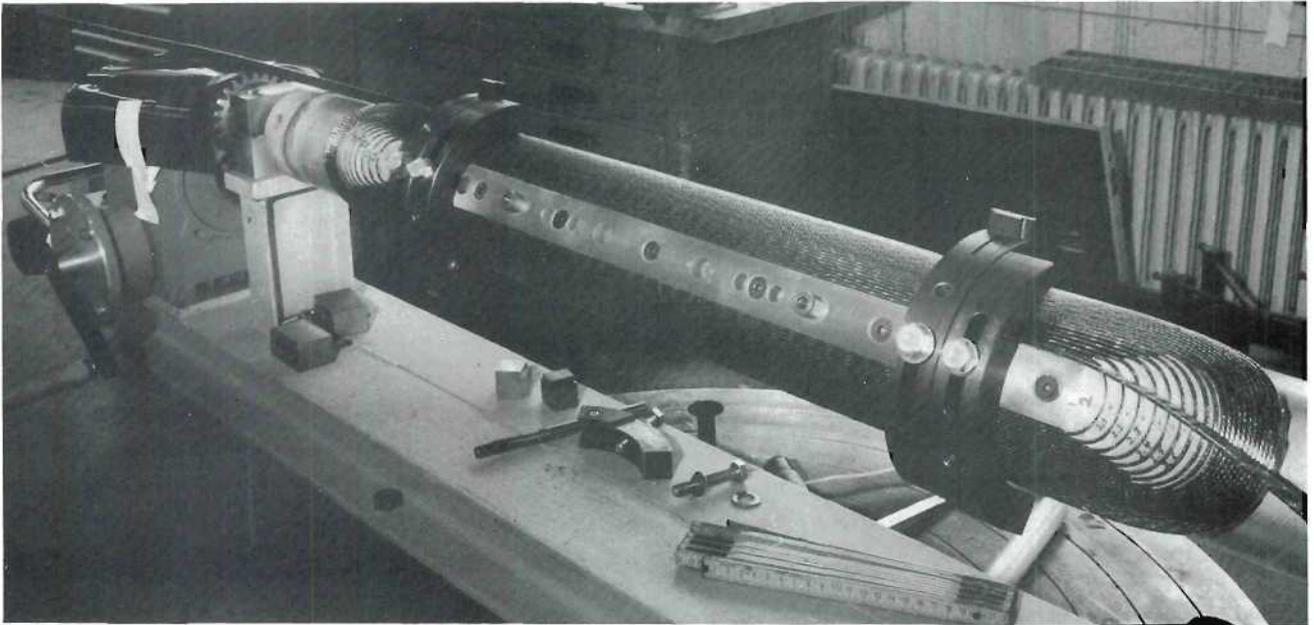
Das Hauptprodukt dieses Bereiches ist ein leistungsfähiger Editor (NEWLIB) für Programme in verschiedenen Sprachen, der auch die Kompilation und das Austesten der Programme unterstützt.

Im Berichtsjahr wurden weitere Verbesserungen am NEWLIB erreicht:

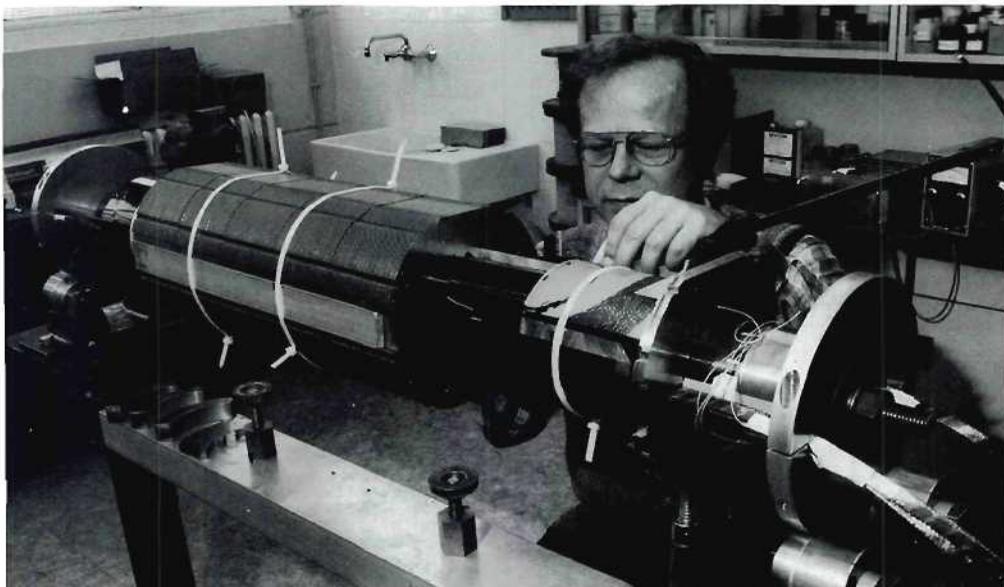
Eine wesentliche Hilfe zur Unterrichtung der Benutzer wurde mit der Commando Liste GUIDE gegeben, die insbesondere Anfängern den Einstieg in NEWLIB sehr erleichtert. Das HELP Kommando wurde durch Einführung eines assoziativen Index erweitert.

Das strukturierte Programmieren von Kommando-Listen wurde durch die Einführung von IF ... ENDIF Gruppen unterstützt.

NEWLIB wurde an die Benutzung des Massenspeichers MSS und HSM angepaßt.



**Abb. 81:** Die supraleitende 1 m Prototypspule beim Wickeln in der Wickelmaschine.



**Abb. 82:** Die supraleitende 1 m Prototypspule bei der Montage der Stahlklammern.

## Neue Technologien

Der Schwerpunkt der Arbeiten verlagerte sich im Berichtsjahr mehr und mehr auf die Entwicklung supraleitender Magnete, speziell Präzisionsdipole mit dem Ziel, später für die Anwendung im HERA-Protonenring eine genügend ausgereifte, an Prototypen erprobte Konstruktion, zur Verfügung stellen zu können. Neben diesen, bereits weitgehend im materiellen Realisierungsstadium befindlichen Entwicklungsarbeiten wurden die Planungsarbeiten für das Gesamtsystem "supraleitender Magnetring für den HERA Protonenspeicherring" in verstärktem Maße fortgesetzt.

Weitere Aktivitäten sind Betrieb, Wartung und Unterhalt der supraleitenden Detektormagnete PLUTO und CELLO, wobei ersterer von der DESY-Gruppe vollverantwortlich betreut wurde. Bei letzterem wurden Schicht- und Rufbereitschaftspersonal gestellt und technische Assistenz geleistet. Ferner wurden Beratung und Unterstützung auf kryotechnischem Gebiet und bei der Installation provisorischer Kälteversorgungen für Experimente mit supraleitenden Hochfrequenzresonatoren geleistet.

### ENTWICKLUNG SUPRALEITENDER MAGNETE

Erstes Nahziel ist der Bau eines 1 m langen Dipolprototyps. Hierzu waren erforderlich die Berechnungen von Magnetfeldern und Kräften, Entwurf und Konstruktion der Spulenkonfigurationen und der mechanischen Strukturen sowie Konstruktion und Bau von Präzisionsvorrichtungen wie Wickelmaschine, Ausbackvorrichtungen und hydraulischer Presswerkzeuge. Die im Vorjahr teilweise begonnenen Vorrichtungen wurden fertiggestellt, montiert, erprobt und bis zur Einsatzfähigkeit weiterentwickelt. Von besonderer Bedeutung waren hierbei umfangreiche Messungen der mechanischen Eigenschaften von Leiterstrukturen, für die spezielle Meßvorrichtungen gebaut werden mußten. Diese Daten über Elastizitätsmodul und plastisches Kompressionsverhalten gingen wesentlich in die endgültige Ausführung der Vorrichtungen ein.

*1 m Modell-Dipole*

In der zweiten Hälfte des Jahres wurden dann zunächst eine Testspule aus reinem Kupferkabel und anschließend eine Originalspule mit supraleitendem Kabel fertiggestellt. Letztere stand Ende des Jahres kurz vor der Erprobung. (Abb. 81 + 82).

Besondere Probleme tauchten bei der Gestaltung der Wickelköpfe auf. Zur Herstellung der hierzu benötigten Abstandsstücke zwischen den einzelnen Windungen an den Spulenden wurde eine Vorrichtung (Abb. 83) gebaut, die das Fräsen dreidimensionaler Formstücke auf einer normalen Fräsmaschine ermöglicht.

Mit den bei den 1 m-Modellen gewonnenen Erfahrungen sollen als nächster Schritt originallänge Prototypmagnete von 6 m Länge gebaut werden. Hierzu wurden Spulen- und Vorrichtungskonstruktionen weitgehend vorangetrieben, der Supraleiter spezifiziert, bestellt und geliefert und ein großer Teil der Hauptkomponenten bestellt. Zur Intensivierung der Entwicklungsarbeiten wurden neben Konstruktion, Arbeitsvorbereitung und Werkstatt auch Wissenschaftler und Techniker verschiedener Gruppen aus dem Forschungs-Bereich zur Mitarbeit gewonnen.

*6 m-Prototyp-dipole*

Zur Durchführung der notwendigen Tests an verkürzten und Originalprototypen wurden Präzisionsmeßvorrichtungen zur Messung der Magnetfelder und die erforderlichen Rechenprogramme und Elektronik zur Steuerung und Auswertung entwickelt. Für Hard- und Software der Elektronik bestand eine intensive Zusammenarbeit mit Gruppen aus dem Forschungsbereich.

*Meß- und Prüf-vorrichtungen*



**Abb. 83: Die dreidimensionale Fräsvorrichtung zur Herstellung von Abstandstücken für die Spulenköpfe.**

Für Kurzprobenmessungen an Supraleitern wurde ein vorhandener 3 T Magnet mittels einer selbstgewickelten Zusatzspule auf die erforderliche Induktion von 6 T aufgestockt. Die Montage ist noch nicht abgeschlossen.

Ein Badkryostat zur Aufnahme von 1 m Dipolen mit den erforderlichen kryogenischen Einrichtungen nebst He-Auffang- und Rückkompressionsstation wurden in Halle III aufgebaut und zusammen mit einer von MKK installierten Gleichstromversorgung von 10 V / 8000 A Leistung in einem ersten Test gasgekühlter Stromzuführungen erprobt. Von einer 400 W Heliumkälteanlage wurde der Kompressorteil von der Herstellerfirma installiert und erprobt und von der DESY-Gruppe "Neue Technologien" an das vorhandene Heliumnetz angeschlossen. Ein ca. 250 m langes Rohrsystem zwischen Kompressor und Kältemaschine wurde geplant und realisiert. Hiermit können frühzeitig Erfahrungen über den Betrieb räumlich ausgedehnter Heliumsysteme gewonnen werden.

#### *Quadrupole*

Mit dem CEA in Saclay besteht ein Kollaborationsvertrag über die Entwicklung eines für HERA geeigneten Quadrupols. Die Konstruktionsarbeiten für Magnet und Vorrichtungen waren bis Jahresende abgeschlossen, die Hauptkomponenten einschließlich Supraleiter bestellt.

Im Rahmen dieses Vertrages wird auch eine von Saclay vorgeschlagene Dipolversion untersucht. Zwei Kurzmodelle dieses Dipols sind bereits erfolgreich getestet.

#### *Zusammenarbeit mit der Industrie*

Nach Abschluß zweier im Vorjahr von DESY bei der Industrie in Auftrag gegebener Studien über Prototyp- und Serienherstellung von Dipolen wurden Entwicklung und Bau von 3 Dipolen einer alternativen Konstruktion (durchgelötete Kabel, vakuumvergossene Spulen, kaltes Eisen) bei der Industrie in Auftrag gegeben.

Die Arbeiten am supraleitenden Magnetsystem für den Protonenspeicherring von HERA wurden fortgesetzt. Die Ergebnisse dieser Studien sind aus Kap. 7.1 und 7.2 des HERA-Proposals vom Juli 1981 und aus einer überarbeiteten Fassung vom September 1981 zu ersehen. Dort sind auch alle weiteren, an der Studie beteiligten Personen, Gruppen und Institute verzeichnet. Eine vorläufige Studie über die Auswirkungen großer Lecks im Heliumsystem auf die Sicherheit im HERA Tunnel wurde erarbeitet.

*Studien zum  
HERA Protonenring*

## BETRIEB DER KÄLTEANLAGEN

Von Jahresbeginn bis August war der Detektor CELLO im Wechselwirkungspunkt in Betrieb. Die Kälteanlage lief unter der Verantwortlichkeit von Ingenieuren aus Saclay, jedoch mit Schichtpersonal und unter technischer Assistenz von der Gruppe "Neue Technologien". Durch Einsatz eines Mikrocomputers zur Überwachung konnte regelmäßig von ständiger Anwesenheit der Operateure zu Rufbereitschaftsbetrieb übergegangen werden.

Eine ähnliche Betriebsphilosophie unter Einbeziehung von Experimentatoren und Kontrolltechnikern wurde auch für die Kälteanlage des Detektors PLUTO entwickelt und in Versuchsruns getestet. Hierdurch wird in Zukunft der Personalaufwand für routinemäßig laufende Anlagen reduziert werden können.

Die Betriebszeiten der Kälteanlagen betragen im Berichtsjahr 193 Tage für CELLO und 214 Tage für PLUTO.

## SONSTIGES

Ein Helium-Rückgewinnungssystem einschließlich Anschluß an die He-Kälteanlagen zwecks Rückverflüssigung oder Speicherung für den Testbetrieb von supraleitenden Cavities in Halle W wurde entworfen und in Betrieb genommen. Bei der Durchführung von Cavity-Tests durch M-Gruppen wurde kryotechnische Beratung und Hilfe geleistet.

*Helium-  
Rückgewinnung*

Zu dem Vorschlag eines Mikrobetasystems für PETRA mit supraleitenden Cavities wurden Studienarbeiten geleistet und in zwei Berichten niedergelegt.

Mitarbeiter der Gruppe nahmen an der VII. International Conference on Magnet Technology in Karlsruhe teil. Ein Referat über "Superconducting Magnets for High Energy Accelerators" wurde, zusammen mit Koautoren anderer Institute, präsentiert.

## Kältetechnik und Gase

Der Betrieb des zentralen Gaselagers hat im Jahre 1981 einen ähnlichen Umfang gehabt wie in der Vergangenheit, wobei einzelne Positionen Zuwachsraten hatten, andere dagegen zurückgegangen sind. Darin spiegelt sich die Weiterentwicklung der Detektoren sowie die Stilllegung von DORIS Mitte des Jahres 1981 wieder. Wertmäßig steht flüssiger Stickstoff noch immer an der Spitze (24,1 %), gefolgt von flüssigem Argon (17,5 %) und flüssigem Helium (11,3 %). Es folgen dann Äthan 2.5 (10,6 %) und Helium-Gas (9,2 %), Isobutan (7,9 %) und Argon-Gas (5,3 %).

### *Umbau der DORIS-Magnete*

Diese Gase machen zusammen 85 % des wertmäßigen Umsatzes aus. Der in der Vergangenheit lückenlos durchgeführte Betrieb und die Wartung der Gaskreislaufanlagen an den PETRA-Experimenten mußte im letzten Drittel des Berichtsjahres erheblich eingeschränkt werden, um u.a. die Aufgabe übernehmen zu können, die für den Umbau des DORIS-Speicherrings erforderlichen, erheblichen Änderungen an Spulen und Magnetjochen der DORIS-Magnete vornehmen zu können. Bis zum Ende des Jahres konnten neben dem Prototyp 8 Magnete umgebaut an den M-Bereich abgeliefert werden. Zu diesem Zweck wurde in Halle V ein entsprechender Arbeits- und Montageplatz eingerichtet. Bis Ende März 1982 sollten alle Magnete umgebaut sein.

### *Gas- Kreislaufanlagen*

Daneben wurden die Arbeiten an den Gasanlagen für den ARGUS-Detektor vorangetrieben, die Anlage für die  $\mu$ -Kammern wurde fertiggestellt und getestet. Die Anlage für die Driftkammer befindet sich im Bau. In dem Zusammenhang wurde ein neuartiges System der Methylalzumischung entwickelt und erprobt, das gegenüber dem bisherigen System eine einfachere Regelung und höhere Betriebssicherheit ermöglicht. Das 1. System dieser Art wurde für die Tests der ARGUS-Kollaboration gebaut, ein 2. System wurde für die neu gebaute Gasmischanlage der PLUTO-Kollaboration und ein 3. System für die Driftkammer-Gasanlage des ARGUS-Detektors gebaut. Mit Beginn des Jahres 1982 soll die umgebaute Anlage für die PLUTO-Kammern in Betrieb gehen. Im übrigen wurde für den PLUTO-Detektor eine zusätzliche Argon/Methan-Mischanlage gebaut und in Betrieb genommen.

Um die Überwachung der Gasanlagen an den verschiedenen PETRA-Experimenten zu erleichtern, wurde eine Fernüberwachung im Gebäude 13 aufgebaut und weitgehend in Betrieb genommen. Dort können in einem Raum sämtliche wichtigen Parameter der von dieser Gruppe gebauten und betriebenen Gasanlagen überwacht werden.

### TECHNOLOGIETRANSFER

1981 wurden von DESY zwei weitere Arbeitnehmererfindungen in Anspruch genommen:

"Analog-Digital-Wandler mit logarithmischer Charakteristik"

und

"Magnetischer Flußkonzentrator".

Der Gesamtbestand an laufenden Patentanmeldungen beträgt 7; 2 Patente und damit insgesamt 4 wurden bis Ende 1981 erteilt.

Ein Lizenzvertrag über die Nutzung des DESY-Know-How auf dem Gebiet der Fertigung von geschweißten Edelstahl-Membranbälgen wurde abgeschlossen.

Durch die Teilnahme an der "Hamburger Informationsbörse" für Technologietransfer, die 1981 erstmalig stattfand, wurde die Hamburger Industrie und Öffentlichkeit über DESY's technisches Potential informiert. Grundlage für diese Information war auch der von DESY redaktionell betreute 140 Seiten umfassende "Stichwortkatalog für den Technologietransfer in Hamburg", der Auskunft darüber gibt, wer in Hamburg welche technische oder wissenschaftliche Leistung anbietet.

Durch Führungen von technisch interessierten Gruppen — so u.a. des VDI, des ZVEI und verschiedener Hochschulen — wurde diese Informationsarbeit unterstützt.

Zur Nutzung von Abwärme bei DESY — einem besonders aktuellen Thema — wurde ein zusammenfassender Bericht erstellt.

## Technische Dienste

In der Konstruktionsabteilung wurde an der Weiterentwicklung der Beschleuniger an zwei Schwerpunkten gearbeitet:

*Konstruktion*

1. Der Umbau von DORIS mit der Konstruktion eines neuen Vakuumsystems und der Konstruktion neuer Polschuhe, Ablenk- und Quadrupolmagnete.
2. Konstruktionsarbeiten von Komponenten für das neue 1 GHz- System bei PETRA. Außerdem wurden erste Konstruktionsentwürfe für ein supraleitendes Cavity angefertigt.

Für den Experimentierbereich wurden mit ARGUS, PLUTO und HASYLAB drei Großaufträge abgewickelt.

**ARGUS:** Umfangreiche Konstruktionsarbeiten für Montage- und Einbauvorrichtungen sowie Konstruktions- und Entwicklungsarbeit der dünnwandigen Zylinderwabe zur Aufnahme der Schauerzähler.

**PLUTO:** Konstruktion fahrbarer Schwerlastplattformen mit Fahrwerken und Schienen für das neue Vorwärtsspektrometer.

**HASYLAB:** Konstruktion der Komponenten für den Strahl Aufbau E.

Für den Bau der ersten Prototypen supraleitender Dipolmagnete wurden umfangreiche Konstruktionsarbeiten durchgeführt.

So wurden:

Eine Wickelmaschine zum Wickeln der verkürzten und originallangen Dipolspulen, Werkzeuge zum Pressen und Verschweißen der Collars, Montagevorrichtungen für den Zusammenbau von Spule und Stützringen sowie eine hydraulische Presse für 26 MN Preßkraft konstruiert.

Auch in diesem Jahr mußten wegen fehlender freier Kapazität ca. 770 Stunden für Detailkonstruktionen und Zeichenarbeit nach außerhalb vergeben werden.

Die umfangreicheren Werkstattaufträge im Jahre 1981 lassen sich zu Auftragsgruppen zusammenfassen, die den DESY-Großprojekten zuzuordnen sind. In etwa folgender Reihenfolge wurden Aufgaben an die Fertigung herangetragen und bearbeitet:

*mechanische  
Fertigung*

**HASYLAB:** Weitere Strahlrohre für die Exp.-Fächer, dazu Pb-Abschirmungen und Röntgenstrahlverschlüsse, ferner Spiegelkammern und Probenkammern sowie Probenverstellgetriebe, Goniometer.

**SUPRALEITENDE MAGNETE:** Für die verkürzten 1 m langen Prototypmagnete Shims und Folien, dazu beheizbare Foliendrückvorrichtung, weiterhin Teile für Spulenwickelmaschine u. Stapelvorrichtung für Halbjoche;

Präzisions-Meßeinrichtungen für Leiterposition und Magnetfeld;

für die 6 m langen Dipolmagnete Auftragserteilung zu hydr. Presse und Spulenwickelmaschine, Stapelvorrichtung

**PLUTO:** Ergänzung der Schienen für Erweiterung der Plattform und Bauteile für die zusätzlichen Detektoren LAT, SAT und  $\mu$ .

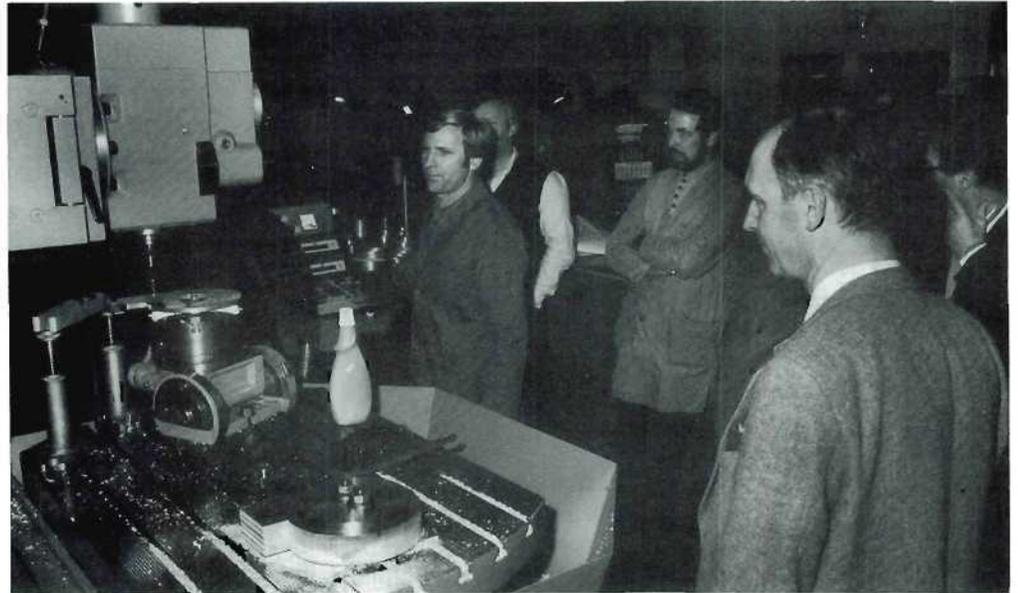


Abb. 84: MAHO "CNC 900"



Abb. 85: Röntgenmonochromator für HASYLAB.

- DORIS II:** Sämtliche Zusatzteile für den Magnet-Umbau einschl. der Magnete in den Strahlwegen vom Synchrotron, Gestelle, sowie vor allem das komplette neue Vakuumsystem, dessen Fertigung nach langwierigen Voruntersuchungen erst gegen Dezember richtig zum Laufen kam und nun mit enormen persönlichem Einsatz der Mitarbeiter vorangetrieben wird, um den vorgesehenen Termin für die Wiederinbetriebnahme von DORIS einzuhalten.
- ARGUS:** Weitere Einzelteile für die Driftkammer, erfolgreiche Aufstellung und Abnahme des Magnetjoches, Aufhängungen für die angeschlossenen Quadrupolmagnete und Montagevorrichtung für die Kompensationspulen;  
  
schließlich Auftragserteilung für die Stirn- und Zylinderwaben.
- PETRA u. HF:** Für das neue 1000 MHz-System Einkopplungen und Feinabstimmungen sowie weitere Modell-Resonatoren,  
  
neuartige, keramikgedichtete Koax-Absorber für 500 und 1000 MHz, Neubeu der Feinabstimmungen für die Synchrotron-Cavities (im partieweisen Austausch).  
  
Für die Energieerhöhung PETRA's für zusätzliche Cavities: Materialbeschaffung und Auftragserteilungen zur Fertigung von 140 Feinabstimmungen, 100 Einkopplungen, je 200 Meßschleifen und Winkelsteckern, 120 Feinverstellern für Phasenschieben, 160 Cu- Abschirmdichtungen, 65 der v.g. Koax-Absorber, 46 Pb-abgeschirmte Gehäuse für Elektronik u.ä.m.

Solch umfangreiches und komplexes Auftragsvolumen erforderte erhebliche externe Auftragsvergaben (allein 46 beschränkte Ausschreibungen von zusammen etwa 4,60 Mio DM).

Die internen Werkstätten waren nicht nur voll ausgelastet, sondern auch der im Laufe des Jahres ansteigende Termindruck ließ es in den letzten Monaten kaum noch zu, kleinere Versuchs- und Entwicklungsarbeiten für einige Gruppen des Forschungs- und Maschinen-Bereiches mit auszuführen.

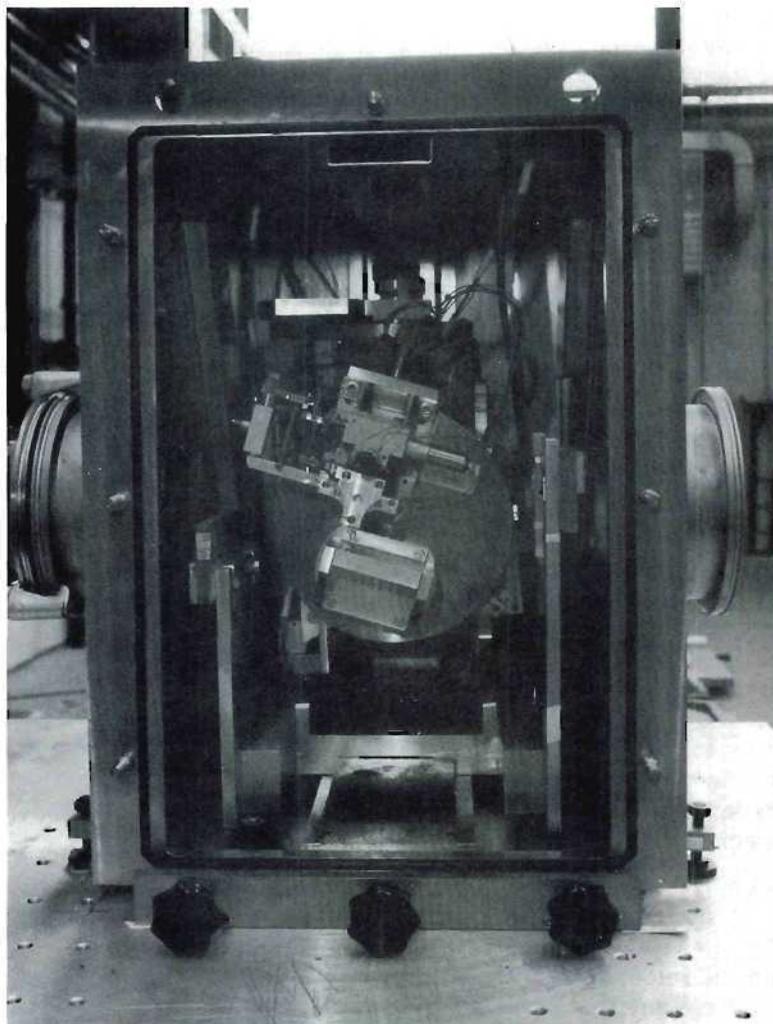
Mit der Ausrüstungserweiterung der mechanischen Hauptwerkstatt durch Inbetriebnahme einer C N C - F r ä s m a s c h i n e wurde ein Gebiet modernster Fertigungsmethoden bei DESY beschritten.

Der Gruppe Elektronik-Fertigung sind im Berichtsjahr 1981 646 (im Vorjahr 599) Aufträge zur Bearbeitung erteilt worden. Abgewickelt wurden 634 Aufträge (Vorjahr 546), Auftragsbestand am 1. 1. 82: 152 Aufträge (Vorjahr 140).

*Elektronik-  
Fertigung*

Im Laufe des Berichtsjahres wurden zahlreiche Komponenten, insbesondere für die PETRA-Energieerhöhung als auch für die 1 GHz-Bunchverlängerung fertiggestellt. (Aufbau von vier 500 MHz-Sendern sowie eines 1 GHz-Senders).

Fertiggestellt wurden ebenfalls diverse Geräte für Cavity-Kontrolle und -Überwachung sowie für die Fernkontrolle der vorhandenen Beschleuniger.



**Abb. 86: Spiegelhalterung und Spiegeljustierung für HASYLAB.**

Daneben wurde eine Vielzahl von Aufträgen der unterschiedlichsten Art und für die unterschiedlichsten Gruppen ausgeführt.

Schwerpunktmäßig hat mit Ablauf des Berichtsjahres eine Verlagerung in Richtung DORIS-Umbau und Aufbau von ARGUS stattgefunden.

*Tischlerei*

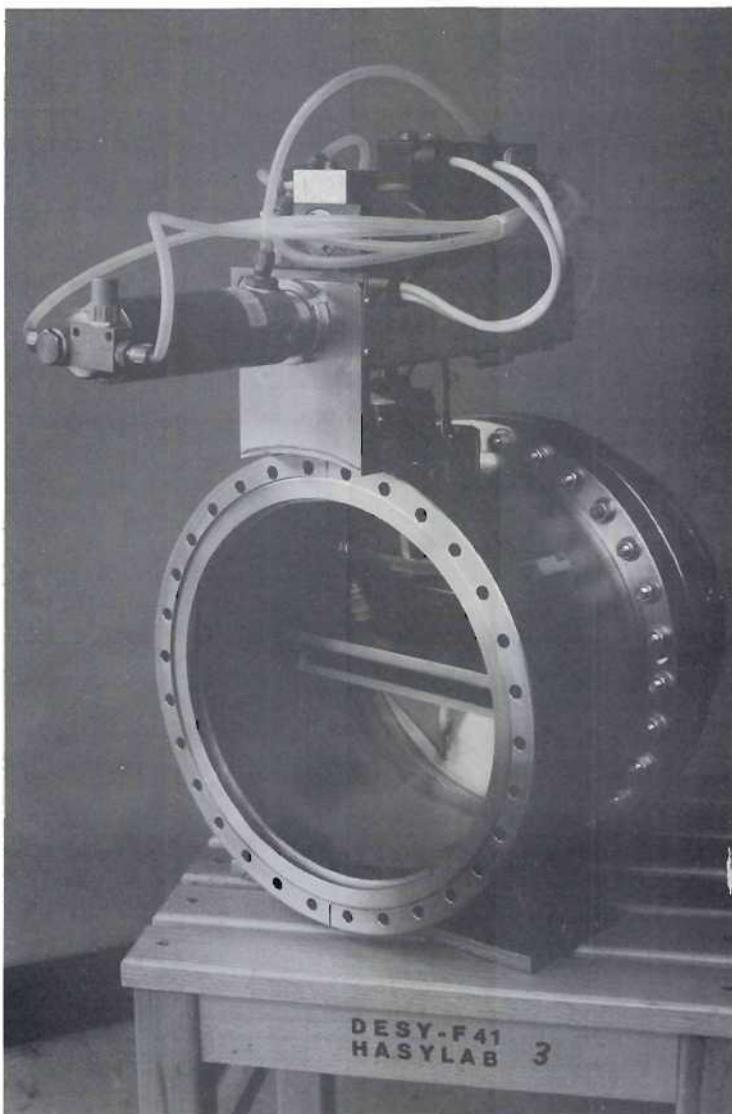
Die DESY-Tischlerei fertigte ein HERA-Tunnelmodell im Maßstab 1:1, 4,5 m lang. Dieses Modell wurde mit Magnetmodellen und sonstiger Tunnelausrüstung bestückt.

Nach Fertigstellung dieser Arbeiten wurde dieses Modell zeitweise in Bonn, in Amsterdam und in Aachen ausgestellt. Die Montage- und Demontearbeiten wurden von den Tischlern ausgeführt.

Außerdem wurde noch eine Ausstellung in Hamburg mit DESY-Modellen beschickt. Auch hier waren die Tischler beim Auf- und Abbau tätig.

Es wurde ein Ansichtsmodell im Maßstab 1:50 vom ARGUS-Experiment gebaut.

Schließlich wurde das JADE-Experimentiermodell umgearbeitet (neuester Stand).



**Abb. 87: Schnellschlußkappe (Schließzeit = 10  $\mu$ s)**

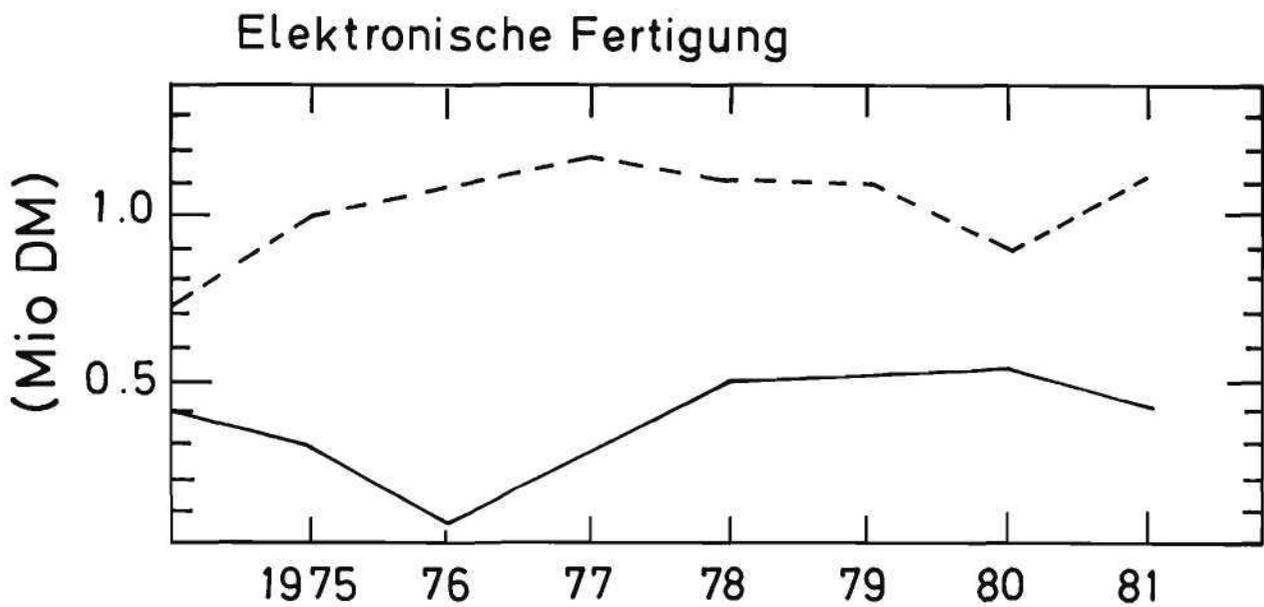
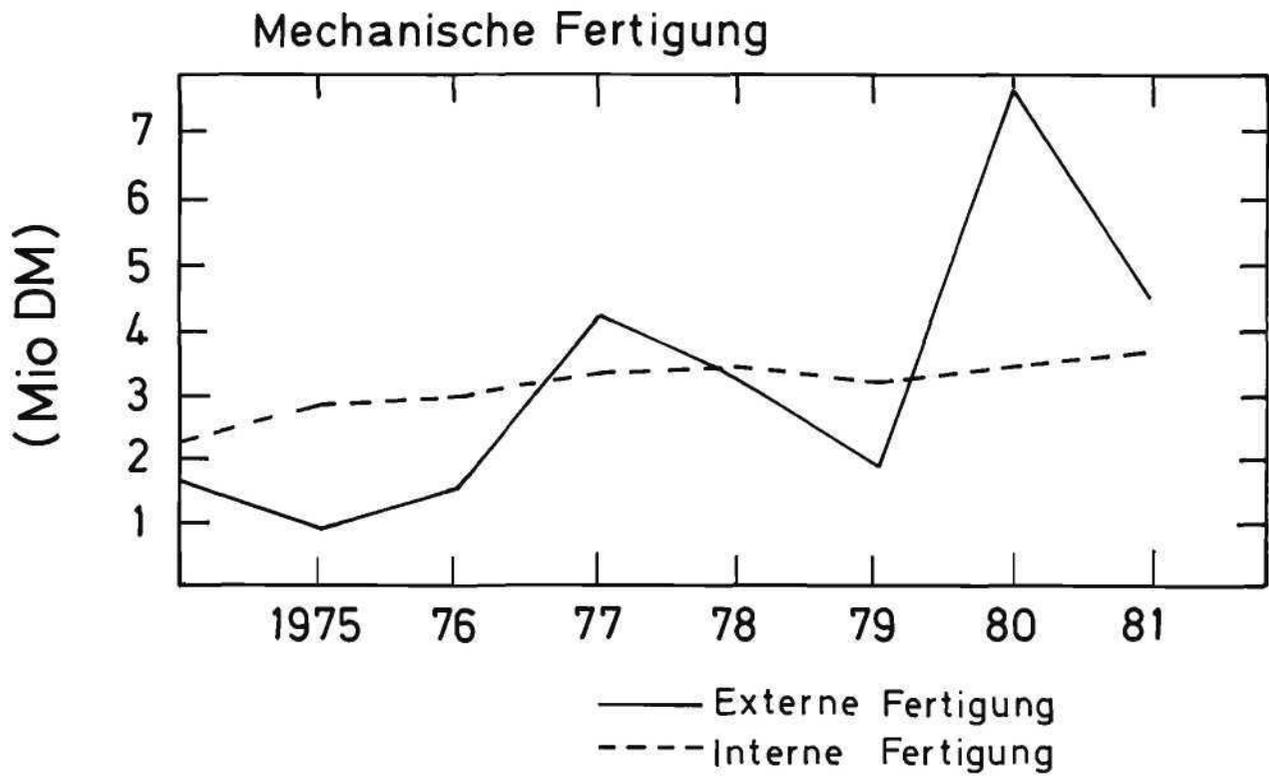


Abb. 88: Entwicklung der Fertigung (in Mio DM).

Zu den umfangreichsten Kabelarbeiten im Beschleunigerbereich gehörte die Einrichtung von 6 Verteilerschränken für die HF-Senderanlagen bei PETRA (4 Doppelsender, 1 GHz-Sender, 1 Testsender). Hier mußten Verteiler konstruiert, gefertigt, montiert und bestückt werden sowie Kabelverbindungen und Rangierungen hergestellt werden. Außerdem wurden Verteilerarbeiten für Netzgeräte-Steueranschübe und Steuerkabelarbeiten zu den PETRA-Steuerschränken durchgeführt.

*Fernmeldetechnik*

In den Kontrollräumen HKR/SKR wurden umfangreiche Kabeldemontagen, Rangierarbeiten am Hauptverteiler, Interlock-Arbeiten sowie Rauchmeldernetzänderungen inklusive der erforderlichen Dokumentation durchgeführt.

Im Bereich der Forschung lag ein Schwerpunkt bei der Verkabelung der Steuer- und Sicherheitsleitungen am Magneten ARGUS. Um Kosten zu sparen, wurden 240 Koaxialkabel aus Altanlagen ausgebaut und neu konfektioniert.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Installation von 8 Interlock- Gebieten mit insgesamt 15 Nebengebieten und 10 Strahlverschlüssen für HASYLAB. Es mußten die Systeme verkabelt und zu den zentralen Auflaufpunkten (Elektronikschränke) geführt werden.

An den DESY-Koaxkabelnetzen, insbesondere für das TSO-System und das on-line System, wurden umfangreiche Erweiterungen vorgenommen.

Eine Schwerpunktsarbeit war die Neukonzeption eines zentralen Koaxverteilers im Tiefkeller Laborgebäude IIb, der ausbaufähig ist und für TSO, IPS, Online u.a. HF-Signale Auflaufpunkte besitzt. Für den Fernmeldetrupp fielen laufend Änderungen oder Entstörungen von Teilnehmeranschlüssen an.

Für alle aufgeführten Kabelarbeiten wurden das Fernmelde-, das Fernsprech-, das Rauchmelde- und das Koaxkabelnetz zeichnerisch festgehalten und die Fernmeldekanal-, Verteilerübersichts-, Installationspläne ergänzt und archiviert.

## Ausbildung in gewerblichen Berufen

### Ausbildungswerkstatt

Die im Jahre 1980 in Betrieb genommene neue Ausbildungswerkstatt wurde weiter ausgestattet. Insbesondere wurde ein Raum für die elektronische Ausbildung geschaffen und mit 8 Arbeitsplätzen und diverser Ausrüstung eingerichtet.

In dieser Ausbildungswerkstatt wird nun die Grundausbildung in Metallverarbeitung für alle (DESY-) Ausbildungsberufe vermittelt, sowie die Grundkenntnisse und Handfertigkeiten für die Elektroberufe und die Ausbildung der Techn. Zeichner und Zeichnerinnen.

Außerdem werden laufend einige Fachhochschul- und Schülerpraktikanten als Gäste unterwiesen.

Die Anzahl der Auszubildenden auf gewerblichem Gebiet zeigt folgende Übersicht:

Beruf:	Ausbildende DESY-Gruppe	Ausbildungsstand:		neu be- gonnen	z. Zt. gesamt
		abgeschlos- sen	fortlaufend		
Techn. Zeichner	W1	—	6	2	8
Tischler	W7	—	3	—	3
Feinmechaniker	LA + W 41	2	8	4	12
Betr.-Schlosser	LA + G 11	—	3	—	3
Elektrogeräte- mechaniker	MKK 1	1	1	—	1
Elektroanlagen- Installateur	LA + MKK 1	—	—	2	2
Nachrichten- gerätemechaniker	LA + W5 sowie F + M	—	4	2	6
		3	25	10	35

## Sicherheit

Zur Sicherung gegen Brandgefahr wurden in einem Teil des PETRA-Tunnels Rauchmelder installiert. Die Entwicklung eines neuen Rauchmeldertyps gestattet es erstmalig, diese direkt im Tunnel anzubringen. In einem mehrmonatigen Lauf haben sie sich bisher gut bewährt. Die stark radioaktive Strahlung im Tunnel hat keine Verringerung der Empfindlichkeit bewirkt.

Weiterhin verfolgte die Gruppe durch Mitwirkung bei Abnahmeprüfungen durch das Amt für Arbeitsschutz, durch Betriebsbegehungen, durch Schulung von Mitarbeitern in Brandschutzfragen bzw. Erster Hilfe und allgemeine Sicherheitsbelehrungen die durch Gesetze und Verordnungen gegebenen Vorschriften.

Die Arbeit des Betriebsarztes teilte sich etwa zu je einem Drittel auf Beratungen, Untersuchungen und Betriebsbegehungen auf. Eine wachsende Zahl von Mitarbeitern ist bei DESY überwachungspflichtig geworden, so daß viel Zeit für arbeitsmedizinische Voruntersuchungen aufgewendet wurde. Der Betriebsarzt unterstützte die Gruppe Sicherheit durch seine Teilnahme an Betriebsbegehungen und Sitzungen des Arbeitsschutzausschusses.

## Bauten

Zu Beginn des Berichtsjahres konnte die neue Cafeteria und die neue Essensausgabe der Kantine in Betrieb genommen werden. Damit fand der Kantinenumbau, der sich über viele Monate erstreckte, seinen Abschluß. Lediglich die Renovierung des Speiseraumes wurde aus Mangel an Kassenmitteln zurückgestellt.

Die Arbeiten am Anbau Laborgebäude Ie, ebenfalls wegen Mittelknappheit unterbrochen, wurden wieder aufgenommen.

Umfangreich waren die Bauarbeiten im Zusammenhang mit der PETRA-Energieerhöhung vor den Hallen West und Ost. Hier wurden Gruben und Fundamente für Trafos und Kühltürme hergestellt. Zur Sicherung dieser Außeninstallationen gegen die Gefahr abrutschender Hänge mußten zuvor Betonstützwände errichtet werden. In den Hallen selbst wurden Stahlbühnen mit Hochspannungsräumen sowie Trennwände und Fundamente hergestellt.

Bei der Bauunterhaltung nahmen energiesparende Maßnahmen an Gebäuden einen breiten Raum ein. Zur Sicherung der PETRA-Hänge im Westen wurde versuchsweise ein neues Bodeninjektionsverfahren eingesetzt, das sich beim Deichbau bereits bewährt hat.



## **Veröffentlichungen und Vorträge**



## CELLO

## Veröffentlichungen und Vorträge

CELLO-COLLABORATION, H.-J. BEHREND  
ET AL.

CELLO - A new detector at PETRA  
Physica Scripta 23, 610-622 (1981)

CELLO-COLLABORATION, H.-J. BEHREND  
ET AL.

Measurement of  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  and  
 $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  at energies up to 36.7 GeV  
Phys. Lett. 103B, 148-152 (1981)

CELLO-COLLABORATION, H.-J. BEHREND  
ET AL.

Search for narrow quarkonium states and  
pair production of heavy quarks at c.m.  
energies from 33.0 to 36.7 GeV  
DESY 81/029 (zur Veröffentlichung in  
Physics Letters B eingereicht)

CELLO-COLLABORATION, H.-J. BEHREND  
ET AL.

Topology of hadronic  $e^+e^-$  annihilation  
events at 22 and 34 GeV c.m. energy  
DESY 81-080 (zur Veröffentlichung in  
Physics Letters B eingereicht)

H.-J. BEHREND

The fast trackfinder for the CELLO experi-  
ment at DESY  
Computer Physics Communications 22  
(1981), 365-374

G. FLÜGGE

The CELLO detector and LAr calorimeters  
at PETRA  
KEK-Workshop, KfK-Report 3286, 1981

D. FOURNIER

New results from PETRA on fragmentation  
and neutral particle production  
Proc. of the 1981 international symposium  
on lepton and photon interactions at high  
energies, Bonn, 1981

G. GRINDHAMMER

Results from CELLO  
Proc. of the 1981 international conference  
on high energy physics,  
Lissabon/Portugal, 1981

B. GUNDERSON

Totaler hadronischer Wirkungsquerschnitt  
in  $e^+e^-$ -Vernichtung  
Frühjahrstagung der DPG, Hamburg, 1981

G. HOPP

Linearität und Energieauflösung des  
CELLO-LAr Kalorimeters bei kleinen Ener-  
gien  
Frühjahrstagung der DPG, Hamburg, 1981

H. LIERL

First results from CELLO  
Cracow-Munich High Energy Physics Semi-  
nar, Krakau/Polen, 1981.

H. LIERL

Results from CELLO  
DESY-Seminar, Hamburg, 1981.

H. OBERLACK

The CELLO liquid argon calorimeter - de-  
sign, performance and comparison with  
other operational liquid argon systems  
General meeting on LEP, Villars/Schweiz,  
1981

H. RANDOLL

Aufbau und Betrieb des CELLO-Flüssig-  
Argon-Kalorimeters bei PETRA  
Frühjahrstagung der DPG, Hamburg, 1981

M.J. SCHACHTER-RADIG

Standards for data acquisition and linked  
mini-systems  
General meeting on LEP, Villars/Schweiz,  
1981

M.J. SCHACHTER-RADIG

Comparison of charged and neutral compo-  
nents in  $e^+e^-$ -annihilation processes  
MPI-Seminar, München, 1981

V. SCHRÖDER

The charged particle trigger of the CELLO  
detector  
Proc. of the topical conference on the ap-  
plication of microprocessors in high-energy  
physics experiments, CERN 81-07

## JADE

## Veröffentlichungen

JADE-COLLABORATION

Experimental limits on the strength of weak  
neutral currents in lepton pair production at  
PETRA energies.  
Phys. Lett. 99B (1981) 281

JADE-COLLABORATION

Experimental study of jets in electron-  
positron annihilation  
Phys. Lett. 101B (1981) 129

JADE-COLLABORATION

Search for narrow resonances in  $e^+e^-$ -  
annihilation at c.m. energies between 33.0  
and 36.72 GeV.  
Phys. Lett. 100B (1981) 364

JADE-COLLABORATION

A determination of quark weak couplings at  
PETRA energies.  
Phys. Lett. 101B (1981) 361

JADE-COLLABORATION

Energy carried by gamma rays and neutral  
particles in multihadron final states at  
PETRA.  
Z. Physik C9 (1981) 315

P. DITTMANN, V. HEPP

Test of QED and Electroweak Theories at  
PETRA  
Z. Physik C10 (1981) 283

JADE-COLLABORATION

Baryon production in  $e^+e^-$  annihilation at  
PETRA.  
Phys. Lett. 104B (1981) 325

JADE-COLLABORATION

Observation of high  $p_T$  jets in two-photon  
interactions.  
Phys. Lett. 107B (1981) 163

JADE-COLLABORATION

Observation of a charge asymmetry in  
 $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$   
to be published in Phys. Lett., DESY-Bericht  
81/072

B. NAROSKA

Experimental Study of Fragmentation in  
Three Jet Events  
Proceedings of the Sixteenth Rencontre de  
Moriond  
March 15 - 27, 81, edited by J. Tran Thanh  
Van

A. WAGNER

A Determination of the Quark Weak Coup-  
pling with the JADE Detector at PETRA  
Energies  
Proceedings of the Sixteenth Rencontre de  
Moriond  
March 15 - 27, 1981, 179, edited by J. Tran  
Thanh Van

## Vorträge

W. BARTEL

Backgrounds and Interaction regions at  
PETRA  
General Meeting on LEP, Villars, 1981,  
ECFA-Report 81/54

D. CORDS

Investigation of High  $P_T$  Jets in Two-  
Photon Interactions  
Proceedings of the 4th International Collo-  
quium on Photon-Photon Interactions,  
Paris, 1981, 229, edited by G.W. London

E. ELSÉN

Fragmentation von Quarks und Gluonen  
DPG-Tagung Hamburg, 1981

R. FELST

Recent Results from PETRA on R, on Ha-

hadronic Final States and on Inclusive Hadron Spectra  
Proceedings of the 10th International Symposium on Lepton and Photon Interactions at High Energies,  
Bonn, 1981

D. HAIDT  
Jets from Hadron-, Muon, Neutrino-Interactions in Comparison with Jets from  $e^+e^-$ -Annihilation  
Proceedings of the 10th International Symposium on Lepton and Photon Interactions at High Energies, Bonn, 1981

G. HEINZELMANN  
Quark- und Gluonjets in der  $e^+e^-$ -Vernichtung  
Hauptvortrag, DPG-Tagung Hamburg, 1981

G. HEINZELMANN  
Search for Free Quarks with JADE at PETRA  
Gordon Conference on Elementary Particle Interactions  
Andover, 1981

R.D. HEUER  
Performance of the Pictorial Drift Chamber of JADE  
General Meeting on LEP, Villars, 1981,  
ECFA-Report 81/54

S. KAWABATA  
A New General Monte Carlo Event Generator  
4th International Colloquium on Photon-Photon Interactions, Paris, 1981

T. KOBAYASHI  
Recent Results from JADE.  
Topical Conference on the Search on Charm, Beauty and Truth at High Energies.,  
Erice, 1981

J. OLSSON  
Measurement of the Reaction  
 $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\eta'$ .  
4th International Colloquium on Photon-Photon Interactions, Paris, 1981

A. PETERSEN  
Untersuchung zur Fragmentation von Quarks und Gluonen  
DPG-Tagung Hamburg, 1981

P. STEFFEN  
Weak Interaction; Gluon Jet Fragmentation  
IV Warsaw Symposium on Elementary Particle Physics, 1981

Y. TOTSUKA  
Results from  $e^+e^-$ -Experiment JADE at PETRA  
1981 INS Symposium on Quarks and Leptons, Tokyo, 1981

P. WARMING  
Multiplizitätsverteilung multihadronischer Endzustände in der  $e^+e^-$ -Vernichtung  
DPG-Tagung Hamburg, 1981

S. YAMADA  
Hadron Production by  $e^+e^-$  (Recent Results from PETRA)  
Gordon Research Conference on Elementary Particle Interactions  
Andover, 1981

## MARK J

### Veröffentlichungen

D.P. BARBER ET AL.  
Experimental Study of Electroweak Parameters at PETRA Energies  
( $12 \leq E_{\text{cms}} \leq 36.7$  GeV);  
Phys. Rev. Lett. 46 (1981), 1659

D.P. BARBER  
The Complete Quadrupole  
MARK-J Internal Report, 1981

A. BÖHM  
Experimental Tests of QED and Electroweak Theories in  $e^+e^-$ -Annihilation at PETRA  
PITHA 81/30, 1981

J.G. BRANSON  
Recent Experimental Tests of the Electroweak Theory  
DESY 81-073, 1981

MARK J COLLABORATION  
Measurement of Hadron Production and Three Jet Event Properties at PETRA,  
MIT-LNS Report No. 115, March 1981

MARTIN POHL  
Recent Tests of Quantum Flavordynamics at PETRA  
PITHA 81/10, 1981

### Vorträge

A. BÖHM  
Experimental Tests of QED and Electroweak Theories in  $e^+e^-$ -Annihilations at PETRA  
Lectures given at the Int. Advanced Course on Quantum Electrodynamics in Strong Fields,  
Lahnstein, Germany, 1981

J.G. BRANSON  
Recent Experimental Tests of The Electroweak Theory  
1981 International Symposium on Lepton and Photon Interactions at High Energies,  
Bonn, 1981

P. DUINKER  
Jet Formation in  $e^+e^-$ -Interactions  
International Conference on Physics in Collision: High Energy  $ee/pp$  Interactions,  
Blacksburg (Virginia, USA), 1981

P. DUINKER  
Searches for New Particles and Weak Interaction Effects in  $e^+e^-$ -Interactions  
Lisbon EPS Conference, 1981, and Erice Summer School, Sicily, 1981

H.B. NEWMAN  
MARK J-Results on Hadron and Inclusive Muon Production, and the Electroweak Interaction of Quarks  
Europhysics Study Conference on the Search for Charm, Beauty and Truth at High Energies, Erice, Sicily, 1981

M. POHL  
Recent Tests of Quantum Flavordynamics at PETRA  
XVth Rencontre de Moriond, Les Arcs, 1981

H. RYKACZEWSKI  
Hadron Production at PETRA  
Banff Summer Institute (C.A.P.) on Particles and Fields, Banff, Canada, 1981

G. BERGHOFF  
Inklusive Myonerzeugung bei PETRA  
Frühjahrstagung der DPG, Hamburg, 1981

M. POHL  
Suche nach Effekten der schwachen Wechselwirkung in  $e^+e^-$ -Reaktionen;  
Frühjahrstagung der DPG, Hamburg, 1981

H. RYKACZEWSKI  
Suche nach dem Top-Quark  
Frühjahrstagung der DPG, Hamburg, 1981

D. TEUCHERT  
Test des Quark- und Gluonsplins mit dem MARK J Detektor bei PETRA  
Frühjahrstagung der DPG, Hamburg, 1981

### Dissertationen

JEAN-PIERRE REVOL  
Electroweak Interaction in Electron-Positron Annihilation at PETRA  
Thesis, Cambridge 1981 (unpublished)

HANS RYKACZEWSKI  
Suche nach dem sechsten Quark in hadronischen Endzuständen der Elektron-Positron-Vernichtung bei PETRA  
Dissertation, Aachen 1981 (unveröffentlicht)

MARION M. WHITE  
A Search for New Particles at PETRA  
Thesis, Cambridge 1981 (unpublished)

## Diplomarbeiten

D. TEUCHERT

Messung der Struktur hadronischer Ereignisse mit dem MARK J Detektor bei PETRA (unveröffentlicht), Aachen 1981

## PLUTO

## Veröffentlichungen

PLUTO-COLLABORATION,  
CH. BERGER ET AL.  
Energy-Energy Correlations in  $e^+e^-$ -Annihilations into Hadrons  
Phys. Lett. 99B (1981) 292

PLUTO-COLLABORATION,  
CH. BERGER ET AL.  
Inelastic Electron Photon Scattering at Moderate Four-Momentum Transfers  
Phys. Lett. 99B (1981) 287

H.J. DAUM, H. MEYER, J. BÜRGER  
A Cluster Algorithm for Jet Studies  
Z. Phys. C8 (1981) 167

PLUTO-COLLABORATION,  
CH. BERGER ET AL.  
Observation of QCD Effects in Transverse Momenta of  $e^+e^-$ -Jets  
Phys. Lett. 100B (1981) 351

PLUTO-COLLABORATION,  
CH. BERGER ET AL.  
Experimental Test of Electroweak Effects at PETRA Energies  
Z. Phys. C7 (1981) 289

PLUTO-COLLABORATION,  
CH. BERGER ET AL.  
Topology of the  $\Upsilon$ -Decay  
Z. Phys. C8 (1981) 101

PLUTO-COLLABORATION,  
CH. BERGER ET AL.  
Lepton Pair Production and Search for a New Heavy Lepton in  $e^+e^-$ -Annihilation  
Phys. Lett. 99B (1981) 489

PLUTO-COLLABORATION,  
CH. BERGER ET AL.  
Inclusive  $K^0$ -Production in  $e^+e^-$ -Annihilation for  $9.3 \leq \sqrt{s} \leq 31.6$  GeV  
Phys. Lett. 104B (1981) 79

PLUTO-COLLABORATION,  
CH. BERGER ET AL.  
First Measurement of the Photon Structure Function  
Phys. Lett. 107B (1981) 168

PLUTO-COLLABORATION,  
CH. BERGER ET AL.  
Energy Dependence of Jet Measures in  $e^+e^-$ -Annihilation  
DESY 81/081, (to be published in Z. Phys. C)

PLUTO-COLLABORATION,  
PRESENTED BY J. BÜRGER  
Energy Dependence of Event Shapes in  $e^+e^-$ -Annihilation at C.M. Energies from 7.7 to 31.6 GeV  
to be published in the proceedings of the Int. Conference on High Energy Physics, Lisbon, July 1981; DESY 81-054

PLUTO-COLLABORATION,  
PRESENTED BY U. TIMM  
Energy-Energy Angular Correlations in  $e^+e^-$ -Collisions  
Proc. of the Sixteenth Rencontre de Moriond, Vol. I, QCD and Lepton Physics (J. Tran Thanh Van, Editor), p. 57

CH. BERGER  
The Total Hadronic Cross Section in  $e^+e^-$ -Interactions and the Structure Function of the Photon  
Fourth Int. Colloquium on Photon-Photon Interactions 1981 (G.W. London, Editor), p. 75

CH. BERGER  
Two-Photon Physics  
To be published in the proceedings of the Int. Conference on High Energy Physics, Lisbon, July 1981; CERN-EP/81-154, Nov. 1981

J. BÜRGER  
Recent Results from PETRA: Search for New Particles  
Proceedings 1981, Int. Symp. on Lepton and Photon Interactions at High Energies (W. Pfeil, Editor), Bonn 1981, p. 115, DESY 81-074

L. CRIGEE, G. KNIES  
Review of  $e^+e^-$ -Experiments with PLUTO from 3 to 31 GeV  
DESY 81/044, (to be published in Physics Report)

## Interne Berichte

OLAF ACHTERBERG  
Untersuchung von Hadronischen Endzuständen in der  $e^+e^-$ -Vernichtung bei Schwerpunktsenergien von 9.4 bis 31.6 GeV,  
(Dissertation HH) Interner Bericht DESY PLUTO-81/09

HANS-JÜRGEN DAUM  
Cluster-Analyse Hadronischer 3-Jet Ereignis-

nisse der Elektron-Positron-Vernichtung im Schwerpunktsenergiebereich von 27.0 GeV bis 31.6 GeV,  
(Dissertation WU)  
Interner Bericht DESY PLUTO-81/04

ARNIM DEUTER  
Untersuchungen an einem Gas-Cerenkovzähler,  
(Diplom AC) Interner Bericht DESY PLUTO-81/06

CORNELIA HEIN  
Spurrekonstruktion am PLUTO-Detektor,  
(Diplom WU)  
Interner Bericht DESY F32-81/03

HANS-HEINRICH B. JUNGE  
Entwicklung von großräumigen Driftkammern,  
(Diplom HH)  
Interner Bericht DESY F32-81/04

KLAUS KRASKI  
Messung der Driftgeschwindigkeit und der Ortsauflösung in verschiedenen Gasgemischen,  
(Diplom WU) Interner Bericht DESY F32-81/01

W. LACKAS  
Untersuchung Quanten-Chromodynamischer Effekte im Totalen Querschnitt der Elektron Positron Annihilation in Hadronen,  
(Dissertation AC) Interner Bericht DESY PLUTO-81/11

EGBERT LEHMANN  
Untersuchung von Zerfällen des Schweren Leptons mit dem Magnetischen Detektor PLUTO,  
(Dissertation HH) Interner Bericht DESY PLUTO-81/02

BIRGIT LEWENDEL  
Untersuchung von Driftkammern zur Genauen Impulsbestimmung im Vorwärtsspektrometer des Detektors PLUTO,  
(Diplom HH) Interner Bericht DESY PLUTO-81/05

WOLFGANG LÜHRSEN  
Untersuchung der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  und Test von Quantenelektrodynamik und Elektroschwachen Theorien im Energiebereich von 12 — 31.6 GeV,  
(Dissertation HH) Interner Bericht DESY PLUTO-81/07

HARALD MAXEINER  
Myonenidentifikation am PLUTO-Detektor,  
(Diplom WU) Interner Bericht DESY F32-81/02

**HANS-JÜRGEN MEYER**

Vergleich der Experimentellen Ergebnisse des  $\Upsilon$ -Zerfalls in Hadronen mit den Vorhersagen der Quantenchromodynamik, (Dissertation SI) Interner Bericht DESY PLUTO-81/08

**OLIVIA MEYER**

Untersuchung der Produktion schwerer Leptonen im Energiebereich von 9.4 — 31.6 GeV, (Dissertation WU) Interner Bericht DESY PLUTO-81/01

**PLUTO-KOLLABORATION**

Vorträge auf der DPG-Frühjahrstagung Hamburg, 23. — 27. 3. 1981 (Transparente) Interner Bericht DESY PLUTO 81/03

**F.A. RAUPACH**

Bestimmung des Totalen Hadronischen Wirkungsquerschnittes in der Photon-Photon-Streuung, (Dissertation AC) Interner Bericht DESY PLUTO-81/10

**Vorträge**

**F. BARREIRO**

Jets and QCD  
Kacimicroz, 1981

**Results from PLUTO**

Saclay, 1981

**J. BÜRGER**

Recent Results of the PLUTO experiment  
CERN, Genf 1981

**Properties of jet events in  $e^+e^-$ -**

Annihilation from 7.7 to 31.6 GeV  
EPS Conference, Lisbon, Portugal, 1981

**Recent results from PETRA on the search**

for new particles  
Intern. Sympos., Bonn, 1981

**C.Y. CHANG**

$\gamma\gamma \rightarrow \pi\pi$ , final states  
Invited talk, Moriond, 1981

**L. CRIEGEE**

Jet physics with the PLUTO detector  
Rutherford Labor., Rutherford/USA, 1981

**PLUTO results (PRC)**

Rutherford Labor., Rutherford/USA, 1981

**Photon-photon Wechselwirkungen**

Seminarvortrag, Univ. Siegen, 1981

**Photon-photon interactions,**

Selected topics from  $e^+e^- \rightarrow$  hadrons  
Krakow, 1981

**K. DERIKUM**

Erfahrungsbericht über den Bau einer zylindrischen Driftkammer für PLUTO  
Bonn, 1981

**A. DEUTER**

Vorstellung des neuen Vorwärtsspektrometers bei PLUTO  
DPG Tagung, Hamburg, 1981

**CH. GERKE**

QED tests and search for electro-weak interference at PETRA  
Paszkowke/Poland, 1981

**Gluon properties from  $\Upsilon$ -decays**

Paszkowke/Poland, 1981

**Neuere Ergebnisse der Elementarteilchenphysik**

Oidenburg, 1981

**R.G. GLASSER**

Gamma-gamma physics with the PLUTO-Detector  
Warsaw Univ., 1981

**C. GRUPEN**

Test of Quantum-Electrodynamics and Electroweak Theories at PETRA  
Univ. Tokyo, Tokyo/Japan, 1981

**The relevance of gluon production at cosmic ray energ. inferred from observation of energetic  $e^+e^-$ -interactions**

Waseda-Univ. Tokyo/Japan, 1981

**Detector components of the PLUTO-Experiment**

Nat. Lab. f. High Energy Physics, KEK, Tsukuba-gun, Japan, 1981

**Results from PLUTO at PETRA**

Nat. Lab. f. High Energy Physics, KEK, Tsukuba-gun, Japan, 1981

**Hadron production in  $e^+e^-$ -interactions at high energies**

Univ. Tokyo, Tokyo/Japan, 1981

**The observation of the gluon in  $e^+e^-$ -interactions**

Osaka City Univ., Osaka/Japan, 1981

**Gluon emission in  $e^+e^-$ -interactions**

Univ. of Kobe, Kobe/Japan, 1981

**Hadron production in  $e^+e^-$ -annihilation at high energies**

Nagoya Univ., Nagoya/Japan, 1981

**Recent results from PLUTO at PETRA**

Osaka Univ., Osaka/Japan, 1981

**The  $\Upsilon$ -Decay**

Universität Tokyo, Tokyo/Japan, 1981

**The hadronic structure function of the photon**

Matsue/Japan, 1981

**Charge correlations in  $e^+e^-$ -annihilation**

Univ. Tokyo, Tokyo/Japan, 1981

**The discovery of the gluon**

Mt. Norikura Observatory Shinshimashima, Japan, 1981

**PETRA and PETRA experiments**

Univ. Tokyo, Tokyo/Japan, 1981

**Photon-Photon Interactions at PETRA**

Univ. Tokyo, Tokyo/Japan, 1981

**Observation and Properties of the Gluon**

Univ. Tokyo, Tokyo/Japan, 1981

**G. KNIES**

Recent results from PETRA  
Krakow, Inst. of Nucl. Physics, 1981

**H. MEYER**

Experimental Tests of QCD in  $e^+e^-$ -Annihilation  
Tallahassee/USA, 1981

**Heavy flavour production in  $e^+e^-$ -Annihilation**

Erice/Italien, 1981

**B. NEUMANN**

Ladungskorrelationen in Jets aus  $e^+e^-$ -Annihilationen  
DPG Tagung, Hamburg, 1981

**Ladungskorrelationen in  $e^+e^-$ -Annihilation**

Universität Siegen, 1981

**Kinematik, Wirkungsquerschnitt und Tagging der 2- $\gamma$ -Reaktionen in  $e^+e^-$ -Streuung**

Univ. Siegen, 1981

**M. ROST**

Das 168/E-Rechner System, Einsatz des 168/E bei der Auswertung von HE-Experiment  
Heidelberg, 1981

**Das 168/E-Rechner System, Einsatz des 168/E bei der Auswertung von HE-Experiment**

Bonn, 1981

**K.H. STUPPERICH**

Kinematik, Wirkungsquerschnitt, Tagging von  $\gamma\gamma$ -Prozessen in der  $e^+e^-$ -Vernichtung  
Siegen, 1981

**U. TIMM**

Energy-energy angular correlations in  $e^+e^-$ -physics  
Rencontre de Moriond, 1981

A. TYLKA

Two photon physics at PLUTO  
High energy physics seminar, Univ. of Maryland, College Park, Md. USA, 1981

W. WAGNER

Two Photon Processes at PETRA  
Clermont-Ferrand, 1981

Two Photon Physics  
Moriond, 1981

## TASSO

### Veröffentlichungen

TASSO-COLLABORATION,

R. BRANDELIK ET AL.  
Evidence for Charged Primary Partons in  $e^+e^- \rightarrow 2$  Jets  
DESY 81/5 (1981);  
Phys. Lett. 100B (1981) 357

TASSO-COLLABORATION,

R. BRANDELIK ET AL.  
Two-Photon Excitation of the Tensor Meson  $f^0(1270)$   
DESY 81/26 (1981);  
Z. Phys. C 10 (1981) 117

TASSO-COLLABORATION,

R. BRANDELIK ET AL.  
 $\Lambda, \bar{\Lambda}$  Production at 33 GeV Centre of Mass Energy  
DESY 81/39 (1981);  
Phys. Lett. 105B (1981) 75

TASSO-COLLABORATION,

R. BRANDELIK ET AL.  
High  $p_T$  Hadron Production in Photon-Photon Collisions  
DESY 81/53 (1981);  
Phys. Lett. 107B (1981) 290

TASSO-COLLABORATION,

R. BRANDELIK ET AL.  
Exclusive Proton-Antiproton Production in Two-Photon Collisions  
DESY 81/58 (1981);  
Phys. Lett. 108B (1982) 67

TASSO-COLLABORATION,

R. BRANDELIK ET AL.  
 $\pi^0$  Production by  $e^+e^-$ -Annihilation at 14 and 34 GeV c.m. Energy  
DESY 81/69 (1981);  
Phys. Lett. 108B (1982) 71

W. BRAUNSCHWEIG

Recent Results from PETRA on Jet Formation  
PITHA 81/35 und "International Symp. on Lepton and Photon Physics" in Proceedings, Bonn, August 1981, Herausgeber: W. Pfeil

P. SÖDING AND G. WOLF

Experimental Evidence on QCD  
DESY 81/13 (1981) and Ann. Rev. Nuc. Sci. Vo. 31 (1981) 231

G. WOLF

A Microbeta Insertion for  $e^+e^-$ -Storage Rings  
KEK Report 81-5 (1981)

K. STEFFEN, G.A. VOSS, G. WOLF

PETRA 30 GeV Minibeta Section with Superconducting Quadrupoles and Two-Photon Forward Detection  
Internal Report DESY M81/20 (1981)

G. WOLF

High Energy  $e^+e^-$ -Interactions  
DESY 81/86 (1981), and Proceedings of the 1981 Cargèse Summer Institute on Fundamental Interactions

G. WOLF

Experimental Evidence on QCD  
Proceedings of the 5th General Conference of EPS on Trends in Physics, Istanbul

M. ALTHOFF

Inklusive Pionproduktion in der  $e^+e^-$ -Verrichtung bei höchsten Energien  
AC Intern 1981, Diplomarbeit

H. BOERNER

Die zylindrische Driftkammer des TASSO-Experiments am  $e^+e^-$ -Speicherring PETRA,  
Beschreibung der Konstruktion und Untersuchung ihrer Eigenschaften (Dissertation)  
Bonn-IR-81-27

D. HEYLAND

Messung der elastischen Streuung und der inklusiven Photonenerzeugung mit Flüssig-Argon-Kalorimetern in hochenergetischen  $e^+e^-$ -Stößen  
(Dissertation)  
Interner Bericht, DESY F1-81/01 (1981)

W. HILLEN

Photon-Photon Reaktionen im TASSO-Detektor (Messung am  $e^+e^-$ -Speicherring PETRA)  
(Dissertation)  
Bonn-IR-81-7

### Vorträge

T. BARKLOW

Status des 168/E Emulators bei TASSO  
CERN 168/E-Meeting, 1981

W. BRAUNSCHWEIG

Recent Results from PETRA on Jet Formation  
"International Symp. on Lepton and Photon Physics", Bonn, 1981

P. LEU

Exclusive Final States in  $\gamma\gamma$ -Reactions,  
XVth Rencontre de Moriond, Les Arcs, Frankreich, 1981

 $f^0$  Production in  $\gamma\gamma$ -Interactions

Intern. Coll. on Photon-Photon Interactions,  
Paris, 1981

S. COOPER

Two-Photon Production of  $f^0(1270)$   
Bonn, 1981

Charged Particle Pair Production

in  $\gamma\gamma$ -Scattering  
DPG-Frühjahrstagung, Hamburg, 1981

E. HILGER

Photon-Photon Stöße bei hohen Energien  
Heidelberg, 1981

Exclusive Channels in Two-Photon-

Scattering,  
Intern. Coll. on Photon-Photon Interactions,  
Paris, 1981

F.J. KIRSCHFINK

Klein-Winkel Bhabha-Streuung bei PETRA-Energien  
DPG-Tagung, Hamburg, 1981

H. KOLANOSKI

New Results on  $\gamma\gamma$ -Physics from TASSO  
DESY, 1981

Rho-Rho Erzeugung durch Photon-Photon

Streuung  
DPG-Frühjahrstagung, Hamburg, 1981

Rho-Rho Production in  $\gamma\gamma$  Interactions

Intern. Coll. on Photon-Photon Interactions,  
Paris, 1981

Two-Photon Production of High- $p_T$  Hadrons

and of Rho-Rho  
Intern. Conf. on High Energy Physics,  
Lissabon, 1981

K. LÜBELSMEYER

Inklusive Hadron Produktion mit dem TASSO-Detektor bei PETRA  
Freie Universität Brüssel, 1981

H.-U. MARTYN

Asymmetriemessungen in den Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  und  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$  mit dem TASSO Detektor  
RWTH Aachen, 1981

Hadron Production and Charge Correlations

in Jets  
16th Rencontre de Moriond, 1981, Les Arcs

Experimentelle Tests der QED und elektroschwachen Theorie in der  $e^+e^-$ -

Vernichtung  
DPG Tagung, Hamburg, 1981

D. NOTZ  
Status des 370/E Emulators CERN  
168/E-Meeting, 1981

Microprocessors at DESY  
"Topical Conference on the Application of  
Microprocessors to High-Energy Physics  
Experiments", CERN 1981

H.G. SANDER  
Untersuchung des Gluonspins in Drei-Jet-  
Ereignissen  
DPG-Tagung, Hamburg, 1981

P. SÖDING  
How well is QCD supported by  
 $e^+e^- \rightarrow$  hadrons?  
Weizmann Institut, 1981

The Evidence for Gluons  
Tagung der Division of Particles and Fields  
der Amerikanischen Physikalischen Gesell-  
schaft in Santa Cruz, 1981

Recent Results on  $e^+e^-$ -Interactions from  
DESY  
Symposium für Teilchenphysik: Eich-  
theorien und Lepton-Hadron-  
Wechselwirkungen,  
Visegrad, Ungarn, 1981

Experimentelle QCD  
Sommerschule der Deutschen Physikali-  
schen Gesellschaft, Bad Honef, 1981

High Energy  $e^+e^-$ -Annihilation and QCD  
Workshop on QCD, DESY, 1981

Present and Future Projects at DESY  
Tristan-Workshop im KEK, 1981

Jets von Quarks und Gluonen  
Univ. Konstanz, 1981

R.J. WEDEMEYER  
Review of Experimental Results on Photon-  
Photon Interactions,  
Intern. Symp. on Lepton and Photon Inter-  
actions at High Energies, Bonn, 1981

N. WERMES  
Evidence for Hard Scattering Processes in  
Two-Photon Collisions  
Intern. Coll. on Photon-Photon Interactions,  
Paris, 1981

MONICA — A Programmable Micro-  
processor for track recognition in the  
 $e^+e^-$ -Experiment TASSO at PETRA  
Topical Conf. on the Application of Micro-  
processors to High Energy Physics Experi-  
ments, CERN, Genf, 1981

G. WOLF  
PETRA Insertion  
CERN, Genf, 1981

The TASSO Detector  
KEK National Laboratory for High Energy  
Physics, Japan, 1981

The PETRA Interaction Regions  
KEK National Laboratory for High Energy  
Physics, Japan, 1981

Recent Results from PETRA  
KEK National Laboratory for High Energy  
Physics, Japan, 1981

The HERA Project at DESY  
KEK National Laboratory for High Energy  
Physics, Japan, 1981

Experimental Evidence on QCD from  
 $e^+e^-$ -Experiments at PETRA,  
Tokyo University, 1981

$e^+e^-$ -Annihilation at High Energies  
Kyoto University, Kolloquium, 1981; und  
Tohoku Universität, 1981

Experimental Evidence on QCD from  
 $e^+e^-$ -Annihilation  
Westfield College, London, 1981; Ruther-  
ford Appleton Laboratory, 1981

$e^+e^-$ -Physics at PETRA  
Cargese Summer Institute on Fundamental  
Interactions, 1981

Experimental Evidence on QCD,  
5th General Conference of EPS on Trends  
in Physics, Istanbul, 1981

Electron-Positron Annihilation  
International School of Elementary Particle  
Physics, Kupari-Dubrovnik, 1981

Gluonbremsstrahlung bei PETRA,  
Universität Mainz, 1981

Gluonbremsstrahlung in High Energy  
 $e^+e^-$ -Annihilation,  
Universite Catholique de Louvain, 1981

## ARGUS

### Vorträge

H. ALBRECHT  
Status of ARGUS - Pattern Recognition  
Methods  
Workshop on CESR II, 1981

H. ALBRECHT  
Methoden zur Spurerkennung in zylindri-  
schen Driftkammern

Universität Dortmund, 1981 und Universität  
Heidelberg, 1981

P. BÖCKMANN  
Trackfinding in rhw ARGUS-Driftchamber  
Lund University, 1981

W.R. FRISKEN AND N. ISGER  
Beauty at DESY  
2 Seminars at TRIUMF, Vancouver, Canada,  
1981

H. GENNOW  
The ARGUS-Detector at DORIS  
Universität Stockholm, 1981

L. JOENSSON  
ARGUS, a universal detector for DORIS  
Universität Hamburg, 1981

A. MARKEES  
Status report on ARGUS  
DORIS-workshop, Hamburg, 1981

W. SCHMIDT-PARZEFALL  
Resonance Parameters of  $Y$  and  $Y'$   
inclusive spectra measured at DORIS  
XVth Rencontre de Moriond, Les Arcs,  
1981

K.R. SCHUBERT  
A possible experimental program for  
ARGUS in view of DORIS II  
DORIS workshop, Hamburg, 1981

H.D. SCHULZ  
A trigger processor for ARGUS  
Topical conference on Applications of  
Micro-processors to high energy physics,  
CERN, Geneva, 1981

J. SPENGLER  
The ARGUS shower counters  
International Conference on high energy  
physics,  
Lisbon, Portugal, 1981

R. WALDI  
New Results on the  $Y$  system from DASP2  
Frühjahrstagung der DPG, Hamburg, 1981

D. WEGENER  
Results on  $e^+e^-$  annihilation in the  
 $Y$ -region from DASP2  
International Conference on High Energy  
Physics, Lisbon, Portugal, 1981

### Veröffentlichungen

H. ALBRECHT ET AL.,  
DESY-DORTMUND-HEIDELBERG-LUND-  
MOSKAU-KOLLABORATION  
Inclusive hadron production in the  $Y$ -region  
Phys. Lett. 102B (1981) 291

H. HASEMANN

Messung des hadronischen Wirkungsquerschnittes der Resonanzen  $Y$  und  $Y'$  und Bestimmung der totalen Zerfallsbreite des  $Y$ .  
 Interner Bericht DESY F15-81/02, 1981

R. HELLER ET AL.

Test measurements with the ARGUS time-of-flight counters  
 Interner Bericht IHEP-HD/ARGUS/81-2, IHEP Heidelberg, 1981

W. HOFMANN ET AL.

Characteristics of Lead-Scintillator sampling shower counters for the detection of electrons and photons in the energy range 70 MeV to 6 GeV.  
 DESY 81/045, 1981

W. SCHMIDT-PARZEFALL

Resonance Parameters of  $Y$  and  $Y'$  and inclusive spectra measured at DORIS  
 Proceedings of the XVth Rencontre de Moriond, Les Arcs, Vol. II, p. 155, 1981

K.R. SCHUBERT

Experimental Summary  
 XVth Rencontre de Moriond, Les Arcs, France, 1981.

H.D. SCHULZ AND H.J. STUCKENBERG

A Trigger Processor for ARGUS  
 Proceedings of the Topical Conference on the Application of Microprocessors to High-Energy Physics Experiments, CERN, Switzerland, 1981; CERN 81-07, 1981

E. STEINMANN

Messung inklusiver Hadronerzeugung im Energiebereich der Resonanzen  $Y$  und  $Y'$ .  
 Interner Bericht, DESY-F15-81/01, 1981

S. WESELER

Eine Messung des hadronischen Wirkungsquerschnittes der Elektron-Positron-Vernichtung bei 9.5 GeV  
 Interner Bericht IHEP-HD/ARGUS/81-3, IHEP Heidelberg, 1981

LENA

Veröffentlichungen

J.K. BIENLEIN

Recent Results from DORIS  
 (Int. Symposium on Lepton-Photon Interactions, Bonn, 1981) DESY 81-076, 1981

J.K. BIENLEIN

Results on  $Y$ ,  $Y'$ , and the  $7 - 10$  GeV Continuum from LENA  
 (Rencontre de Moriond, Les Arcs, March 1981) DESY-LENA 81-01, 1981

J.K. BIENLEIN

Physics interest in polarized  $e^+e^-$  reactions at PETRA/PEP energies  
 Int. Symposium on High Energy Physics with Polarized Beams and Polarized Targets, Lausanne, September 25 — October 1, 1980

FRED MESSING

New Results on  $Y'$  (10.01) Hadronic Decay  
 Int. Conference on High Energy Physics, Madison, 1980

B. NICZYPORUK ET AL.

Charged Hadron Production in  $e^+e^-$  Annihilation in the  $Y$ - and  $Y'$ -Region  
 DESY 81-008, January 1981

B. NICZYPORUK ET AL.

Total Width and Leptonic Branching Ratio of the  $Y$  (9.46)  
 Phys. Rev. Lett. 46 (1981) 92

B. NICZYPORUK ET AL.

$Y'$  (10.01) Resonance Parameters  
 Phys. Lett. 99B (1981) 169

B. NICZYPORUK ET AL.

Measurement of the Decay  $Y' \rightarrow Y \pi^+ \pi^-$   
 Phys. Lett. 100B (1981) 95

B. NICZYPORUK ET AL.

Charged Hadron Production in  $e^+e^-$  Annihilation in the  $Y$ - and  $Y'$ -Region  
 Z. Phys. C9 (1981) 1

A. SCHWARZ

Topologie und geladene Multiplizität hadronischer Ereignisse im Energiebereich der  $Y$ - und  $Y'$ -Resonanzen,  
 (Dissertation, Universität Hamburg) DESY-LENA 81/03, 1981

U. VOLLAND

Results from LENA Symposium on new Flavours and Hadron Spectroscopy  
 Rencontre de Moriond, Les Arcs — Savoie, 1981

Vorträge

J.K. BIENLEIN

Elementary Particle Physics and Recent Results from Desy  
 Cali/Kolumbien, 1981.

Elementary Particle Physics and Recent Results from Desy

Medellin/Kolumbien, 1981.

Recent Results from LENA

Bogota/Kolumbien, 1981.

Quarkonia — Spectroscopy and Decays

SIN, Villigen/Zürich, 1981.

Quarkonia — Spectroscopy and Decays  
 Florenz, 1981.

Quarkonia — Spectroscopy and Decays  
 Pisa, 1981.

Quarkonia — Spectroscopy and Decays  
 Orsay, 1981.

Elementary Particle Physics and Recent Results from DESY

Conference for the Creation of an Int. Center of Physics in Colombia, Bogota/Kolumbien, 1981.

Results on  $Y$ ,  $Y'$ , and the  $7 - 10$  GeV Continuum from LENA

Rencontre de Moriond, Les Arcs, 1981

Proposal for Investigating  $b\bar{b}$  Spectroscopy at DORIS using the Crystal Ball

DESY PRC, 1981

Weak B-Decays with the Crystal Ball  
 Crystal Ball Workshop at SLAC, 1981

E. BLOOM

DESY PRC, 1981

A. ENGLER

An Upgraded LENA Detector  
 DORIS Workshop, DESY, 1981

G. FOLGER

Verzweigungsverhältnis des Zerfalls  $Y' \rightarrow Y \pi^+ \pi^-$  und totale Breite der  $Y'$  Resonanz  
 Deutsche Physikalische Gesellschaft, Hamburg, 1981

A. FRIDMAN

Results from LENA  
 Nashville Conference, 1981 (Vanderbilt University)

R. GRAUMANN

Untersuchung der Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  und  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma\gamma$  im  $Y$  und  $Y'$  Energiebereich  
 Deutsche Physikalische Gesellschaft, Hamburg, 1981

F.H. HEIMLICH

Recent Results from LENA  
 Siegen, 1981.

Recent Results from LENA

SLAC, 1981.

Recent Results from LENA

DORIS Workshop, DESY, 1981

R.W. KRAEMER

Recent Results in  $e^+e^-$ -Annihilation using the LENA Detector  
 Westinghouse Research Lab, 1981

Recent Results in  $e^+e^-$ -Annihilation using the LENA Detector  
Case Western Reserve University, 1981

B. LURZ  
Suche nach Ereignissen vom Typ  $Y' \rightarrow \pi^+\pi^-Y$  im LENA Detektor am DORIS Speicherring  
Deutsche Physikalische Gesellschaft, Hamburg, 1981

F. MESSING  
LENA Progress Report: R and G-Parity  
Purdue University, 1981.

R. NERNST  
Produktion von  $\tau$ -Paaren in der  $e^+e^-$ -Annihilation im Bereich 7.4 - 10.0 GeV Schwerpunktsenergie  
Deutsche Physikalische Gesellschaft, Hamburg, 1981

B. NICZYPORUK  
Muon ToF with NaI  
Crystal Ball Workshop at SLAC, 1981

A. SCHWARZ  
Topologie hadronischer Ereignisse im Ypsilon-Bereich mit dem LENA Detektor  
Deutsche Physikalische Gesellschaft, Hamburg, 1981

Crystal Ball Possibilities for Open B-Physics  
Crystal Ball Workshop at SLAC, 1981

U. STROHBUSCH  
Results from LENA  
Gordon Conference, 1981

H.-J. TROST  
Scan of the Energy Region 7.4 - 9.4 GeV in  $e^+e^-$ -Annihilation  
Deutsche Physikalische Gesellschaft, Hamburg, 1981

U. VOLLAND  
Results from LENA  
Rencontre de Moriond, Les Arcs, 1981

H. WEGENER  
Results from LENA  
DESY PRC, 1981

P. ZSCHORSCH  
Untersuchung spezieller Zerfälle der  $Y(10.02)$  Resonanz mit dem LENA Detektor  
Deutsche Physikalische Gesellschaft, Hamburg, 1981

## EMC

### Veröffentlichungen

THE EUROPEAN MUON COLLABORATION, O.C. ALLKOFER ET AL.  
A large Magnetic Spectrometer System for High-Energy Muon Physics  
NIM 179 (1981), 445

THE EUROPEAN MUON COLLABORATION, J.J. AUBERT ET AL.  
Measurement of the Proton Structure Function F2 in Muon-Hydrogen Interactions at 120 and 280 GeV  
Phys. Lett. 105B (1981), 315

THE EUROPEAN MUON COLLABORATION, J.J. AUBERT ET AL.  
Measurement of the Nucleon Structure Function F2 in Muon-Iron Interactions at 120, 250 and 280 GeV  
Phys. Lett. 105B (1981), 322

THE EUROPEAN MUON COLLABORATION, J.J. AUBERT ET AL.  
A Measurement of Wide Angle Bremsstrahlung in a High Energy Muon Scattering Experiment as a Check and the Consistency of Radiative Correction Calculations  
Z. Phys. C 10 (1981), 101

THE EUROPEAN MUON COLLABORATION, J.J. AUBERT ET AL.  
Evidence for Planar Events and a Forward Double Jet Structure in Deep Inelastic Muon Scattering  
Phys. Lett. 100B (1981), 433

THE EUROPEAN MUON COLLABORATION, J.J. AUBERT ET AL.  
Forward Produced Protons and Antiprotons in Deep Inelastic Muon-Proton Scattering  
Phys. Lett. 103B (1981), 388

THE EUROPEAN MUON COLLABORATION, J.J. AUBERT ET AL.  
Observation of Wrong-Sign Tri-Muon Events in 250 GeV Muon-Nucleon Interactions  
Phys. Lett. 106B (1981), 419

THE EUROPEAN MUON COLLABORATION, J.J. AUBERT ET AL.  
An Experimental Limit on the Intrinsic Charm Component of the Nucleon  
CERN EP/81-161

J. GAYLER  
QCD Effects in Hadron Production by High Energy Muons. Results of the European Muon Collaboration  
DESY 81-063

### Vorträge

J. GAYLER  
Hadronische Endzustände in der Myon Nukleon Streuung  
DPG-Frühjahrstagung, Hamburg, 1981

Resultate der Europäischen Myon Kollaboration  
Seminarvortrag, MPI München, 1981

QCD Effects in Hadron Production by High Energy Muons. Results of the European Muon Collaboration  
Lissabon, 1981

Recent Results on Final States in Lepton-Nucleon Scattering  
DESY, 1981

C. GÖSSLING  
Beobachtung von inelastischen Multimyon Endzuständen in der tief inelastischen Myon Nukleon Streuung und deren Interpretation  
DPG-Frühjahrstagung, Hamburg, 1981

V. KORBEL  
Production of Heavy Quark States in Muon Iron Interactions  
Europhysics Study Conference, 1981

Erzeugung schwerer Quarks in Myon Eisen Wechselwirkungen  
Seminarvortrag, Universität Heidelberg, 1981

## Theoretische Physik

### Veröffentlichungen

K.SYMANZIK  
Schrödinger Representation and Casimir Effect in Renormalizable Quantum Field Theorie  
DESY 81-004

M. TEPER  
Net Charge of Quark Jets in (Anti)Neutrino Interactions  
DESY 81-007

H.D. DAHMEN, B. SCHOLZ, F. STEINER  
First Results of a Calculation of the Long Range Quark-Antiquark Potential from Asymptotic QCD Dynamics  
DESY 81-010

M. GÖPFERT and G. MACK  
Iterated Meyer Expansion  
DESY 81-014

- A. ALI  
QCD in  $e^+e^-$  Annihilation  
DESY 81-016
- C.J. MAXWELL and M.J. TEPER  
Measuring the Charges of QCD Jets  
DESY 81-017
- A.S. JOSHIPURA, P. ROY  
A Model of Deep Inelastic Polarized  
Electroproduction  
DESY 81-020
- H.S. SHARATCHANDRA, H.J. THUN  
Susskind Fermions on a Euclidean Lattice  
DESY 81-022
- A.S. JOSHIPURA and G. KRAMER  
Parton Transverse Momentum Corrections  
in Leptonproduction Jet CrossSection  
DESY 81-024
- G. KRAMER and I. MONTVAY  
Radiative Quark Mass Generation and a  
Fourth Quark Family  
DESY 81-027
- A. ALI  
Implications of Dynamical Symmetry  
Breaking for High Energy Experiments  
DESY 81-032
- J.G. KÖRNER and D. McKAY  
Difficulties for a simple picture of spon-  
taneous CP violation  
DESY 81-034
- K. FABRICIUS, I. SCHMITT, G. KRAMER,  
G. SCHIERHOLZ  
Higher Order Perturbative QCD Calculation  
of Jet Cross Sections in  $e^+e^-$  Annihilation  
DESY 81-035
- M. GÖPFERT and G. MACK  
Proof of Confinement of Static Quarks in  
3-Dimensional U(1) Lattice Gauge Theory  
for all Values of the Coupling Constant  
DESY 81-038
- C.H. ALBRIGHT, B. SCHREMPP,  
F. SCHREMPP  
Light Composite Fermions and Anomaly  
Matching Revisited  
DESY 81-038
- A.S. JOSHIPURA and I. MONTVAY  
Superweak CP-Violation and Right-Handed  
Horizontal Interactions  
DESY 81-040
- G. SCHIERHOLZ, M. TEPER  
Baryon Production in QCD Jets  
DESY 81-041
- G. SCHIERHOLZ  
On Higher Order Corrections to Three-Jet  
Cross Sections  
DESY 81-042
- J.G. KÖRNER, D.H. SCHILLER  
Helicity Description of  
 $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$  and  
 $e^+e^- \rightarrow QQ(1^{--}) \rightarrow g\bar{g}g$   
on and off the  $Z^0$ : Quark, Gluon and Beam  
Polarization Effects  
DESY 81-043
- G. MACK and H. MEYER  
A Disorder Parameter that Tests for  
Confinement in Gauge Theories with Quark  
Fields  
DESY 81-050
- P. De CAUSMAECKER, R. GASTMANN,  
W. TROOST, T.T. WU  
Multiple Bremsstrahlung in Gauge Theories  
at High Energies  
I: General Formalism for Quantum Electro-  
dynamics  
DESY 81-050
- R. TARRACH  
The Renormalization of FF  
DESY 81-052
- A. GROSSMANN, T.T. WU  
Fermi Pseudopotential in Higher Dimen-  
sions  
DESY 81-056
- A. HOLTkamp  
The 2-Dimensional O(4) Symmetric Heisen-  
berg Ferromagnet in Terms of Rotation  
Invariant Variables  
DESY 81-057
- A. ALI  
The QCD Effective Coupling Constant in  
 $e^+e^-$  Annihilation  
DESY 81-059
- A. ALI  
Phenomenology of the Higgs Boson  
DESY 81-060
- H.S. SHARATCHANDRA  
Local Observables in Non-Abelian Gauge  
Theories  
DESY 81-061
- H.D. DAHMEN, B. SCHOLZ AND  
F. STEINER  
Infrared Dynamics of Quantum Electro-  
dynamics and the Asymptotic Behavior of  
the Electron Form Factor  
DESY 81-062
- G. MACK, E. PIETARINEN  
Monopoles, Vortices, and Confinement  
DESY 81-067
- K. SYMANZIK  
Some Topics in Quantum Field Theory  
DESY 81-068
- I. MONTVAY, E. PIETARINEN  
Stefan-Boltzmann Law at High Temperature  
for the Gluon Gas  
DESY 81-077
- J. BARTELS and M. LOEWE  
The Nonforward QCD Ladder Diagrams  
DESY 81-078
- P. MITTA  
Proof of Bander's Conjecture Concerning  
Ambiguities of Magnetic Flux  
DESY 81-079
- Z.Y. ZHU  
Some Rare Processes in a Model of  
Composite Quarks and Leptons  
DESY 81-082
- H.S. SHARATCHANDRA and P.H. WEISZ  
Perturbative Corrections to Monte Carlo  $\Delta$   
Parameter Determinations  
DESY 81-083
- L.M. JONES  
Constraints on Recombination Functions  
from  $J/\psi$  Decays  
DESY 81-085
- A.S. JOSHIPURA and I. MONTVAY  
Horizontal Gauge Interactions and CP-  
Violation in the  $B^0 - \bar{B}^0$  System  
DESY 81-087
- K. ISHIKAWA, M. TEPER and  
G. SCHIERHOLZ  
The Glueball Mass Spectrum in QCD: First  
Results of a Lattice Monte Carlo Calcula-  
tion  
DESY 81-089

## Spezielle Zählerelektronik

### Veröffentlichungen und Vorträge

- H. D. SCHULZ, H.-J. STUCKENBERG  
A Trigger Processor for ARGUS  
Topical Conf. on the Appl. of Micro-  
processors to High Energy Experiments,  
CERN 81-07, 194, 1981
- P. SCHILDT, H.-J. STUCKENBERG,  
N. WERMES  
MONICA - A Programmable Microprocessor  
for Track Recognition in an  $e^+e^-$ -  
Experiment at PETRA  
Topical Conf. on the Appl. of Micro-  
processors to High Energy Experiments,  
CERN 81-07, 38, 1981

H.-J. STUCKENBERG  
Two Level Triggering in Storage Ring Experiments  
Topical Conf. on the Appl. of Micro-processors to High Energy Experiments, CERN 81-07, 460, 1981

U. BEHREND  
instant - An Intelligent and Small Track Analyzer and Trigger System  
Diplom-Ing. Arbeit der Fachhochschule Wedel, 1981

R. PIEPER  
Hardware Gleitkommaarithmetik als Peripherie zum MC 68000 Mikroprozessorsystem  
Diplom-Ing. Arbeit der Fachhochschule Wedel, 1981

## Digitale Datenerfassung

### Veröffentlichungen

J. HAGEMANN, E. GRABBE, B. SONNE, M. BÖHM, W. HUPE  
Computer-Angiographie bei transplantierten Nieren  
Fortschritt. Roentgenstr. 134 (1981) 343-470

U. OBERMÖLLER, M. BÖHM, K.H. HÖHNE  
Functional Images from Serial Computer Tomograms  
Technical Note, Med. Progr. Technol. 8 (1981) 99-101

K.H. HÖHNE, U. OBERMÖLLER, M. BÖHM  
X-Ray Functional Imaging Evaluation of the Properties of Different Parameters  
Proc. Conference on Digital Radiography, Stanford, 1981, Proc. SPIE 314 (1981) 224-228

M. BÖHM, K.H. HÖHNE  
The Processing and Analysis of Radiographic Image Sequences  
Digital Image Processing in Medicine (K.H. Höhne ed), Lecture Notes in Medical Informatics 15 (1981) 15-36

G.C. NICOLAE, M. DE RIJKE  
Struktur und Entwurfsaspekte eines 8 Mbyte-Bildsequenzspeichers  
Interner Bericht DESY 81/01, 1981

G.C. NICOLAE  
Konzept eines interaktiven Rasterdisplay-Systems auf der Basis logischer Indexbilder  
DESY-Bericht DV 81/01, 1981

K.H. HÖHNE (ed.)  
Digital Image Processing in Medicine  
Lecture Notes in Medical Informatics, Springer, Berlin-Heidelberg-New-York, 1981

U. OBERMÖLLER, K.H. HÖHNE  
Restauration von Gefäßdarstellungen in der intravenösen Angiographie  
Informatik-Fachberichte 49, Springer 1981, 83-90

## Datenverarbeitung

### Veröffentlichungen

D. MÖNKEMEYER  
Performance Factors for large computer systems from a DESY benchmark file  
Interner Bericht DESY R1-81/01

D. MÖNKEMEYER  
The Full Screen Program Package FSP  
Interner Bericht DESY R1-81/02

O. HELL  
Code in Haste-Debug at Leisure  
Interner Bericht DESY R1-81/03

P.K. SCHILLING  
IPS User's Guide  
Interner Bericht DESY R02/81-1

E. BASSLER  
GEP - Graphical Editor Programm for presenting physical data  
Interner Bericht DESY R02/81-2

P.K. SCHILLING  
Implementing and Using Hershey Fonts  
Interner Bericht DESY R02/81-3

### Vorträge

E.L. BOHNEN  
Das Rechnernetz DESYNET - ein Statusbericht  
DESY Rechnerseminar-Vortrag, 1981

K. DAHLMANN  
Natürlichsprachliche Kommunikation mit Datenbanken  
IMDM der Universität Hamburg, 1981

## Neue Technologien

G. HORLITZ et. al.  
HERA, A Proposal for a large Electron-Proton Colliding Beam Facility at DESY  
DESY HERA 81/10, 1981

Studygroup "Superconducting Magnets for HERA"  
The Superconducting Proton Magnet Ring for HERA  
DESY HERA 81/12, 1981

G. HORLITZ  
Einige Folgen großer Lecks im Heliumsystem des supraleitenden Magnetsystems von HERA, ihre Auswirkungen auf die Tunnelatmosphäre und Konsequenzen für den Personenschutz  
DESY HERA 81/13, 1981

S. WOLFF  
Methods to Power a Superconducting Magnet  
Vorläufige Mitteilung  
1981 (interner Bericht)

G. HORLITZ  
Kälteversorgung für die supraleitenden Quadrupole des Mikrobetasystems für PETRA  
Technischer Bericht DESY - B1 - Nr. 1/82

H. BRECHNA, E.J. BLESER, Y.P. DMITREVSKIY, H.E. FISK, G. HORLITZ, J. GOYER, H. HIRABAYASHI and J. PEROT  
Proc. VII Intern. Conf. on Magnet Technology IEEE Transactions on Magnetics Vol. Mag - 17, Number 5, 1981

## Bereich Maschine

### Veröffentlichungen

H. DINTER und K. TESCH  
Some measurements of absorbed dose due to synchrotron radiation in the PETRA tunnel  
Interner Bericht D3/34 und Nucl. Instr. Meth. (im Druck)

K. TESCH  
The attenuation of the neutron dose equivalent in a labyrinth through an accelerator shielding  
Interner Bericht D3/35 (1981) und Particle Accelerators (im Druck)

K. TESCH  
Comments on the determination of transverse shielding for proton accelerators  
Interner Bericht D3/36 (1981) und Health Physics (im Druck)

H. DINTER  
Abschätzung des Beitrages zwelfach gestreuter Elektron-Photon-Strahlung zur Dosis in Experimentiergebieten  
Interner Bericht D3/37 (1981)

CH. YAMAGUCHI  
Absorbed dose and energy deposition calculation due to synchrotron radiation from PETRA, HERA and LEP  
Interner Bericht D3/38 (1981)

CH. YAMAGUCHI

A manual for EGS3 user codes at DESY for synchrotron radiation problems  
Interner Bericht D3/39 (1981)

CH. YAMAGUCHI

Comparison of absorbed dose to RPL glass dosimeter, calculated by EGS code, and kerma  
Interner Bericht D3/40

H. DINTER und K. TESCH

Ergebnisse von Strahlenschutzmessungen am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY im Jahre 1981  
Interner Bericht D3/41

K. WILLE

DORIS II/III - A 5.8 GeV  $e^+e^-$  Storage Ring with high luminosity  
DESY 81/47

A. PIWINSKI

Review of mini beta luminosities in PETRA at different energies  
DESY 81/66

T. WEILAND

On the quantitative prediction of bunch lengthening in high energy electron storage rings  
DESY 81/88

J. ROSSBACH

PETRA mini beta optics  
DESY M-81/01

F. LÖFFLER

Ergebnisse der Lagevermessungen im PETRA-Tunnel  
DESY M-81/02

D. DEGELE, R. KOSE, A. PIWINSKI,

M. PLACIDI  
Study of the beam-beam effect in PETRA  
DESY M-81/03

T. WEILAND

Parasitic energy loss due to cavities in PETRA  
DESY M-81/04

F. LÖFFLER

Höhenmessung im PETRA-Tunnel  
DESY M-81/05

A. PIWINSKI

Computer simulations of the beam-beam interaction and measurements with PETRA  
DESY M-81/06

PETRA-Storage Ring Group

J. ROSSBACH  
New development at PETRA  
DESY M-81/07

MACHINE CONTROL GROUP

Two years of experience with the PETRA control system  
DESY M-81/08

W. EBELING, H. GERKE, H. HARTWIG,  
M. NAGI, H.P. SCHOLZ, M. SOMMERFELD,  
A. ZOLFAGHARI

The radiofrequency-system of PIA  
DESY M-81/09

W. EBELING

The transverse feedback system in DESY  
DESY M-81/10

W. EBELING

Fast beamprofil measurement  
DESY M-81/11

G. STANGE

A new type of pulsed air-core multipoles of extremely simple construction  
DESY M-81/12

W. RADLOFF

The new beam position measurement for the DESY synchrotron  
DESY M-81/13

G. HEMMIE, M. LENEKE

Reduction of the horizontal antidamping in the DESY electron synchrotron  
DESY M-81/14

H. MUSFELDT, H. KUMPFERT;  
Dr. W. SCHMIDT

A new generation of high power cw-klystron for accelerator and storage ring application, practical experience and aspects for future developments  
DESY M-81/15

H. NARCISS

High voltage dc-power supplies for rf-klystron-transmitters in accelerators and storage rings  
DESY M-81/16

K. STEFFEN, G.-A. VOSS

Mini-beta-interaction regions with superconducting quadrupoles  
DESY M-81/17

H. NESEMANN, J. SUSTA

Aufstellung von DORIS II  
DESY M-81/18

M. SZILAGYO

Design considerations for low-beta straight sections at PETRA  
DESY M-81/19

K. STEFFEN, G.-A. VOSS, G. WOLF

PETRA 30 GeV Mini beta section with

superconducting quadrupoles and two-photon forward detection  
DESY M-81/20

R. NEUMANN

Depolarisation des Strahls am Speicherring PETRA mit Hilfe von zeitabhängigen Magnetfeldern (Diplomarbeit)  
DESY M-81/21

A. PIWINSKI

Bestimmung der kohärenten Betatronfrequenzen mit Hilfe einer Satellitenresonanz  
DESY M-81/22

T. WEILAND

PETRA's Impedance  
DESY M-81/23

R. ROSSMANITH, R. SCHMIDT

Laser diagnostics in high energy accelerators  
DESY M-81/24

U. SCHNEEKLOTH

Untersuchung der Eigenschaften von Zr/Al-Legierungen als Hauptgetterpumpen in Elektronenspeicherringen (Diplomarbeit)  
DESY M-81/25

CHR. FALLAND

Dichtigkeitsprüfung und Lecksuche. Methodenübersicht und Entwicklung bei DESY  
DESY M-81/26

H. MAIS, G. RIPKEN

Theory of coupled synchro-betatron oscillations (I)  
DESY M-81/27

F. WILLEKE

Verbotene Q-Werte für PETRA  
DESY M-81/28

F. FAISST

Untersuchungen am Positronenstrahl im Speicherring PIA am DESY (Diplomarbeit)  
DESY M-81/29

MASCHINEN-KONTROLL-GRUPPE

PETRA's Pulsschlag  
Darstellung von Maschinendaten bei Energien zwischen 7 und 17 GeV  
DESY M-81/30

A. PIWINSKI

Computer Simulation of Beam-Beam Interaction for Various Betatron Frequencies  
DESY M-81/31

H. KAISER

Umbau der DORIS-Ablenkmagnete  
DESY M/VM-81/01

H. KAISER

Idee für Verbesserung der Feldverteilung  
des supraleitenden HERA-Dipols  
DESY M/VM-81/02

H.D. BREMER, H.C. LEWIN, H. MAIS,  
R. NEUMANN, R. ROSSMANITH, R.  
SCHMIDT

Zusammenfassung der Ergebnisse der  
Polarisationsmeßschichten Mai 1981  
DESY M/VM-81/03

H. HARTWIG

Verwendung von Aluminium-  
Stahlverbindungen nach dem DESY-  
Verfahren  
DESY M/VM-81/04

D. DEGELE

Sättigungsverhalten und magnetische  
Länge der PETRA Quadrupole vom Typ QA  
DESY M/VM-81/05

J. ROSSBACH

M-Optiken mit minimalem momentum  
compaction factor und minimaler Emittanz  
DESY M/VM-81/06

F. WILLEKE

Nicht vierersymmetrische Optiken für  
PETRA  
DESY M/VM-81/07

F. WILLEKE

PETRA Optik für 23 GeV  
DESY M/VM-81/08

G. MEYER

Untersuchung der Spannungen und Verfor-  
mungen der Kammer  
DESY M/VM-81/09

H. MAIS, G. RIPKEN

Polarization in DORIS II  
DESY M/VM-81/10

A. PIWINSKI

Vorschlag für einen neuen Arbeitspunkt bei  
PETRA  
DESY M/VM-81-11

J. ROSSBACH

Zur Kompensationsmöglichkeit der trans-  
versalen Fehlaufstellung eines mini- $\beta$ -  
Quadrupols durch benachbarte Korrektur-  
dipole  
DESY M/VM-81/12

R. ROSSMANITH

Laser Diagnostics in High Energy  
Accelerators  
Opto-Elektronik in der Technik, Springer-  
Verlag, Berlin

### Vorträge

A. PIWINSKI

Computer simulations of the beam-beam  
interaction and measurements with PETRA  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

PETRA-Storage Ring Group

J. ROSSBACH

New development at PETRA  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

MACHINE CONTROL GROUP MKR

Two years of experience with the PETRA  
control system  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

W. EBELING, H. GERKE, H. HARTWIG,

M. NAGL, H.P. SCHOLZ, M. SOMMERFELD,  
A. ZOLFAGHARI

The radiofrequency-system of PIA  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

W. EBELING

The transverse feedback system in DESY  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

W. EBELING

Fast beamprofile measurement  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

G. STANGE

A new type of pulsed air-core multipoles of  
extremely simple construction  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

W. RADLOFF

The new beam position measurement for  
the DESY synchrotron  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

G. HEMMIE, M. LENEKE

Reduction of the horizontal antidamping in  
the DESY electron synchrotron  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

H. MUSFELDT, H. KUMPFERT;

Dr. W. SCHMIDT

A new generation of high power  
cw-klystron for accelerator and storage ring  
application, practical experience and  
aspects for future developments  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

H. NARCISS

High voltage dc-power supplies for  
rf-klystron-transmitters in accelerators and  
storage rings  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

K. STEFFEN, G.-A. VOSS

Mini-beta-interaction regions with super-  
conducting quadrupols  
The 1981 Particle Accelerator Conference  
Washington, D.C., 1981

## EMBL

### Vorträge

H.B. STUHRMANN

Neue Anfärbetechniken in der Kleinwinkel-  
streuung zur Untersuchung des Ribosomen  
Moleküls  
Annual meeting on neutron scattering,  
Universität Würzburg, 1981

M.H.J. KOCH, P.J. BENDALL

An interactive data evaluation program for  
multichannel analyser-type data  
DECUS UK Symposium, Warwick (England),  
1981

J. MAEDA, H.D. BARTUNIK, M. JUST,

K. GÜTH, R.S. GOODY

X-ray diffraction experiments on contrac-  
ting arthropod muscle  
Gordon Research Conference, New Hamp-  
shire (U.S.A.), 1981

H.D. BARTUNIK, E. JERZEMBEK,

D. PRUSS, G. HUBER, H.C. WATSON

Time-resolved protein crystallography using  
synchrotron radiation  
XIIth meeting of the International Union of  
Crystallography, Ottawa (Canada), 1981

H.B. STUHRMANN

Synchrotron Radiation

XIth meeting of the International Union of  
Crystallography, Ottawa (Canada), 1981

J. BORDAS, M.H.J. KOCH

A camera and data acquisition system for  
time resolved x-ray diffraction.  
XIIth meeting of the International Union of  
Crystallography, Ottawa (Canada), 1981

H.B. STUHRMANN

The determination of the shapes of  
ribosomal proteins in situ using neutron  
scattering  
EMBO Symposium on Ribosomes, Heidel-  
berg, 1981

F. GOLDING, P.J. BENDALL,  
D.M. DAINTON  
The addition of auxiliary processors to a  
CAMAC data collection system without  
changes to the user software  
DECUS Europe Symposium, Hamburg, 1981

J. BORDAS  
A time resolved X-ray scattering study of  
"in vitro" tubulin assembly  
EMBL Outstation und Institut Laue -  
Langevin, Grenoble (Frankreich), 1981

H.B. STUHRMANN  
Anomalous Small Angle X-ray Scattering  
from Hemoglobin Solutions  
Biozentrum, Basel (Schweiz), 1981

H.B. STUHRMANN  
Anomale Röntgenstreuung zur Erforschung  
makromolekularer Strukturen  
Makromolekulares Kolloquium der  
Universität Freiburg, 1981

H.B. STUHRMANN, K. BARTELS  
Neuere Methoden der Röntgenstruktur-  
forschung mit Synchrotronstrahlung  
Gesellschaft für Biochemischer Forschung,  
Braunschweig, 1981

M.H.J. KOCH  
Recent results in time resolved X-ray  
diffraction with synchrotron radiation  
HASYLAB, DESY, Hamburg, 1981

P. LAGGNER  
Struktur und Dynamik in Lipoproteinen und  
Membranen  
Institut für Medizinische Chemie und Bio-  
chemie, Universität Innsbruck (Österreich),  
1981

P. LAGGNER  
Structure and dynamics of lipoproteins and  
membranes  
Karolinska Institutet, Department of  
Medical Biophysics, Stockholm  
(Schweden), 1981

H.D. BARTUNIK, E. JERZEMBEK,  
D. PRUSS, G. HUBER  
Time-resolved 3-dimensional study of the  
MbCO structure following laser photolysis  
of the ligand  
Jahrestagung der Deutschen Bio-  
physikalischen Gesellschaft, Hannover,  
1981

J. HENDRIX  
A 10 MHz conversion rate time digitizer for  
delay-line read-out systems  
Institute of Electrical and Electronics  
Engineers, Nuclear Science Symposium  
1981, San Francisco (U.S.A.)

M.H.J. KOCH  
The use of synchrotron radiation in  
molecular biology  
Annual meeting of the Japanese Crystallo-  
graphic Society;  
Kyushu University, Fukuoka (Japan), 1981

H.B. STUHRMANN  
Anomalous X-ray scattering using synchro-  
tron radiation  
Nuclear Research Centre,  
Riso (Dänemark), 1981

H.B. STUHRMANN  
Anomale Röntgenstreuung und Synchro-  
tronstrahlung  
Universität Bayreuth, 1981

H.B. STUHRMANN  
Anomalous X-ray Scattering  
Akademie der Wissenschaften der UdSSR,  
Institute of Crystallography, Moskau  
(UdSSR), 1981

H.B. STUHRMANN  
New experimental techniques in X-ray  
scattering, using Synchrotron Radiation  
Academy of Sciences, Institute of High  
Energy Physics, Novosibirsk (UdSSR), 1981

H.B. STUHRMANN  
Resonant X-ray Scattering as a Tool in  
Macromolecular Structure Research  
Institute of Bio-organic Chemistry,  
University of Taschkent (UdSSR)

H.B. STUHRMANN  
Contrast Variation  
EMBO Course on Modern Analysis of Bio-  
physical Structures, Pavia (Italien), 1981

P. LAGGNER  
Partial Volumes and Thermal Expansion of  
Lipid-Protein Complexes  
Internationale Sommer Schule in Biophysik,  
Dubrovnik (Jugoslawien), 1981

P. LAGGNER  
X-ray and Neutron Scattering Analysis of  
Lipoprotein Structure  
Internationale Sommer Schule in Biophysik,  
Dubrovnik (Jugoslawien), 1981

H.D. BARTUNIK  
Time-resolved 3-dimensional structural  
study of MbCO following laser photolysis  
of the ligand  
Universität Philadelphia (U.S.A.), 1981

M.H.J. KOCH  
Recent results from the EMBL Outstation  
at DESY  
Tsukuba (Japan), 1981

H.D. BARTUNIK  
Low-temperature protein crystallography  
using synchrotron radiation  
Uppsala, Wallenberg Laboratory (Schwe-  
den), 1981

K.S. BARTELS  
Röntgenstrukturanalyse biologischer  
Makromoleküle  
Ruhr-Universität, Bochum, 1981

M.H.J. KOCH  
Time resolved X-ray diffraction studies on  
striated and smooth muscle using synchro-  
tron radiation  
Department of Physiology, Teikyo  
University, Tokio (Japan), 1981

M.H.J. KOCH  
Biological applications of synchrotron  
radiation  
Jichi Medical School, Minamikawachi  
(Japan), 1981

M.J.H. KOCH  
Applications of synchrotron radiation in  
biology and polymer science  
Biophysics Laboratory, Kyoto University,  
Kyoto (Japan), 1981

M.H.J. KOCH  
Diffraction studies on biological material  
using synchrotron radiation  
Department of Biophysical Engineering,  
Osaka University, Osaka (Japan), 1981

M.H.J. KOCH  
Application of synchrotron radiation to  
structural problems in molecular biology  
and polymer science  
Department of Chemistry, Fukui University,  
Fukui (Japan), 1981

M.H.J. KOCH  
X-ray diffraction on biological systems  
using synchrotron radiation  
Biophysics Department, Nagoya University,  
Nagoya (Japan), 1981

H.D. BARTUNIK  
Dynamics and kinetics of protein structures  
at subzero temperatures by synchrotron  
radiation  
Universität Groningen, Groningen (Holland),  
1981

#### Veröffentlichungen

H.-D. BARTUNIK, P. SCHUBERT  
Crystal cooling for protein crystallography  
with synchrotron radiation.  
J.Appl. Cryst. No. 15 (Im Druck).

J. BORDAS  
Applications of X-ray spectroscopy to bio-  
chemical problems.

In: Uses of Synchrotron Radiation in Biology (H.B. STUHRMANN ed.) Academic Press, London (im Druck)

J. BORDAS, E. MANDELKOW  
Time resolved X-ray scattering from solutions using Synchrotron Radiation  
In: Fast methods in Physical Biochemistry and Cell Biology (R.I. Shaafi and S.M. Fernandez eds.), Elsevier/North Holland Biomedical Press

C.D. GARNER, S.S. HASNAIN, I. BREMNER, J.BORDAS  
An EXAFS study of the Zinc sites in sheep liver metallothionein.  
J. Inorg. Biochemistry, (im Druck)

F. GOLDING, P.J. BENDALL, D.M. DAINTON  
The addition of auxiliary processors to a CAMAC data collection system without changes to the user software.  
Proc. of the Digital Equipment Computer Users Society 8 (1981), 261-264

J. HENDRIX, W. WEBER  
A 10 MHz conversion rate time digitizer for delay-line read-out systems.  
IEEE Trans. on Nucl. Sci. (im Druck)

H.E. HUXLEY, A.R. FARUQI, M. KRESS, J. BORDAS, M.H.J. KOCH  
Time resolved X-ray diffraction studies of the myosin layer-line reflections during muscle contraction.  
J. Mol. Biol. (im Druck)

G. JÜRGENS, G.M.J. KNIPPING, P. ZIPPER, R. DEGOVIES, C. P.LAGGNER  
Structure of two subfractions of normal porcine (sus domesticus) serum low density lipoproteins. X-ray small angle scattering studies.  
Biochemistry, 20 (1981), 3231-3237

W. KNOLL, J. HAAS, H.B. STUHRMANN, H.-H. FÜLDNER, H. VOGEL, E. SACKMANN.  
Small angle neutron scattering of aqueous dispersions of lipids and lipid mixtures. A contrast variation study.  
J. Appl. Cryst. 14 (1981), 191-202

M.H.J. KOCH, P.J. BENDALL  
INSCOM: an interactive data evaluation program for multichannel analyzer-type data.  
Proc. of the Digital Equipment Computer Users Society. (1981), DECUS UK 13-16

M.H.J. KOCH, A. TARDIEU  
Quand les rayons X voient les mouvements moléculaires  
La Recherche 128 (1981), 1438-1440

P. LAGGNER  
Lateral diffusion of lipids in sarcoplasmic reticulum membranes is area-limited.  
Nature, 294 (1981) 373-374

P. LAGGNER  
Lipids, lipoproteins and membranes.  
In: X-ray small angle scattering (O. Kratky and O. Glattner, eds. Academic Press, New York (im Druck))

P. LAGGNER  
X-ray and neutron small angle scattering on plasma lipoproteins.  
In: Supramolecular structure and function (G. Pifat, ed.), Plenum Press, London (im Druck)

P. LAGGNER  
Physicochemical characterization of high density lipoproteins.  
In: High density lipoproteins (C.E. Day, ed.) pp. 43-72; Marcel Dekker, New York

H.D. BARTUNIK, E. JERZEMBEK, D. PRUSS, G. HUBER  
Time-resolved 3-dimensional study of the MbCO structure following laser photolysis on conformational changes of the sarcoplasmic reticulum Ca ATPase induced by synergistic action of CA and ATP.  
Z. Naturforsch., 36b (1981), 1136-1143

E. MANDELKOW, E.M. MANDELKOW, J.BORDAS  
Stages of tubulin assembly studied by time resolved X-ray scattering.  
European Journal of Cell Biology, Vol. 24 (1981), 336

J.C. PHILLIPS, J. BORDAS, A.M. FOOTE, M.H.J. KOCH, M.F. MOODY  
The Zinc-Sulphur bonds of aspartate transcarbamylase studied by X-ray absorption spectroscopy.  
Biochemistry, (im Druck)

Z. SAYERS, S.B. WHITBURN, M.H.J. KOCH, K.M. MEEK, G. ELLIOT, A. HARMSSEN  
A synchrotron X-ray diffraction study of corneal stroma. (im Druck)

H.B. STUHRMANN  
Anomale Röntgenstreuung zur Erforschung makromolekularer Strukturen.  
Die Makromolekulare Chemie (1982) (im Druck)

H.B. STUHRMANN  
Anomalous small angle scattering.  
Quarterly Review of Biophysics 14 (1981), 443 - 460

H.B. STUHRMANN  
Anomalous X-ray scattering from macromolecular structures using synchrotron radiation.  
(in Russian)  
Kristallografiya 26 (1981), 956 -966

H.B. STUHRMANN  
Contrast variation.  
In: Small angle x-ray scattering; (C. Kratky and O. Glatter, eds.) Academic Press, London (1982) (im Druck)

H.B. STUHRMANN  
Small angle scattering of macromolecules in solutions.  
In: Synchrotron radiations small angle scattering. Quarterly Review of Biophysics 14 (1981), 443 - 460

P. LAGGNER  
Physicochemical characterization of high density lipoproteins.  
In: High density lipoproteins (C.E. Day, ed.) pp. 43-72; Marcel Dekker, New York

P. LAGGNER, G.KOSTNER, U. RAKUSCH, D. WORCESTER  
Neutron small angle scattering on selectively deuterated human plasma low-density lipoproteins: the location of polar phospholipid head-groups.  
J. Biol. Chem., (1981), 11832-11839

P. LAGGNER, J. SUKO, C. PUNZENGRUBER, R. PRAGER  
Electron spin resonance studies on conformational changes of the sarcoplasmic reticulum Ca ATPase induced by synergistic action of CA and ATP.  
Z. Naturforsch., 36b (1981), 1136-1143

H.B. STUHRMANN  
Small angle scattering of macromolecules in solutions.  
In: Synchrotron radiation research (H. Winick and S. Doniach, eds.) Plenum Publishing Corporation, (1981) 513-531

H.B. STUHRMANN, A. GABRIEL  
A small angle camera at the storage ring DORIS for anomalous dispersion experiments.  
J. Appl. Cryst. (1982) (im Druck)

H.B. STUHRMANN, H. NOTBOHM  
Configuration of the four iron atoms in dissolved human hemoglobin as studied by anomalous dispersion.  
Proc. Nat. Acad. Sci. USA 78 (1981), 6216-6220

J. WALTER, W. STEIGEMANN, T.P. SINGH, H.D. BARTUNIK, W. BODE, R. HUBER  
On the disordered activation domain in trypsinogen: Chemical labelling and low temperature crysrallography.  
*Acta Cryst.* (im Druck)

H.D. BARTUNIK, C. BOULIN  
Rapid data handling system using frame selection by hardware for time resolved diffraction experiments with an area detector.  
*Proc. Workshop on "X-ray position-sensitive detectors and energy discriminating detectors* (im Druck)

H.D. BARTUNIK, P.N. CLOUT, B. ROBRAHN  
Rotation data collection for protein crystallography with time-variable intensity from synchrotron radiation sources.  
*J. Appl. Cryst.* 14 (1981), 134-136

H.D. BARTUNIK, R. FOURME, J.C. PHILLIPS  
Macromolecular crystallography using synchrotron radiation.  
In: *Uses of Synchrotron Radiation in Biology*: ed. H.D. Stuhmann, Academic, London, (im Druck)

H.D. BARTUNIK, P. JOLLES, J. BERTHOU, A.J. DIANOX  
Intramolecular low-frequency vibrations in lysozyme by neutron time-of-flight spectroscopy.  
*Biopolymers* (im Druck)

B.N. BURAS, R. FOURME, M.H.J. KOCH  
X-ray diffraction - Principles and applications.  
In: *Handbook of Synchrotron Radiation*. (eds. D.E. Eastman and Y. Farge. Vol 1: E.E. Koch; Elsevier/North Holland, (im Druck)  
Preprints: Internal Report HASYLAB 81/11

P.N. CLOUT  
Data acquisition.  
In: *Uses of Synchrotron Radiation in Biology* (ed. H.B. Stuhmann), Academic Press, London (im Druck)

S.S. HASNAIN, G.P. DIAKUN, N.J. BLACKBURN, J. BURDAS, M.H.J. KOCH, J.C. PHILLIPS, P.F. KNOWLES, R.N. MILLER, C.D. GARNER  
A study of copper sites of native, cyanide and azide bound bovine superoxide dismutase by X-ray absorption spectroscopy.  
*J. Amer. Chem. Soc.* (im Druck)

J. HENDRIX  
X-ray detector systems.  
In: *Uses of Synchrotron Radiation in Biology* (ed. H.B. Stuhmann), Academic, Press, London (im Druck)

H.E. HUXLEY, R.M. SIMMONS, A.R. FARUQI, M. KRESS, J. BORDAS, M.H.J. KOCH  
Millisecond time-resolved changes in X-ray reflections from contracting muscle during rapid mechanical transients, recorded using synchrotron radiation.  
*Proc. Nat. Acad. Sci., USA*, 78 (1981), 2297-2300

Z. KAM, M.H.J. KOCH, J. BORDAS  
Fluctuation X-ray scattering from particles in frozen solution using synchrotron radiation.  
*Proc. Nat. Acad. Sci., USA*, 78 (1981), 3359-3562

M.H.J. KOCH, H.B. STUHRMANN, A. TARDIEU, P. VACHETTE  
Small-angle scattering of solutions. In *Uses of Synchrotron Radiation in Biology* (ed. H.B. Stuhmann), Academic Press, London, (im Druck)

M.A. MAZID, T. RAZI, J. SADLER, G.N. GREAVES, S.J. GURMAN, M.H.J. KOCH, J.C. PHILLIPS  
An EXAFS study of gold co-ordination in the anti-arthritis drugs "myocrisin" and "solganol".  
*J. Chem. Soc. Chem. Commun.*, (1980), 1261-1263

K.M. MEEK, G.F. ELLIOT, Z. SAYERS, S.B. WHITBURN, M.H.J. KOCH  
Interpretation of the meridional X-ray diffraction pattern from collagen fibrils in corneal stroma.  
*J. Mol. Biol.* 149 (1981), 477-488

## HASYLAB

### A. Beiträge in Büchern, Zeitschriften und Konferenzproceedings

E.E. KOCH, M. IWAN, K. HERMANN, P.S. BAGUS  
3d - Valence Orbital Structure of Zn-Phthalocyanine; Results from Photoemission Experiments and Cluster Calculations  
*Chem. Phys.* 59, 249 (1981), DESY SR-81/01

B.S. CLAUSEN, H. TOPSOE, R. CANDIA, J. VILLADSEN, B. LENGELER, J. ALS-NIELSEN, F. CHRISTENSEN  
An EXAFS Study of the Structure of Co-Mo Hydrodesulfurization Catalysts,  
*J. Phys. Chem.* in press, DESY SR-81/02

I.T. STEINBERGER, U. ASAF, W. GRAEFF, Z.H. KALMAN  
Laue Photography of Fine Crystalline Particles  
*J. Appl. Cryst.*, in press, DESY SR-81/03

H. OERTEL, M. KRATZAT, J. IMSCHWEILER, T. NOLL  
Fluorescence from  $^1\Pi_u$  and  $^1\Sigma_u^+$  States of Molecular Nitrogen Excited with Synchrotron Radiation between 12.4 eV and 18.8 eV  
*Chem. Phys. Lett* 82, 522 (1981), DESY SR-81/04

B.F. SONNTAG  
Atomic Spectroscopy with Synchrotron Radiation  
*Proc. of 9th Intern. Conf. on Atomic Spectroscopy*, Tokyo (Japan) 4-8 Sept. 1981 published by Pergamon Press, DESY SR-81/05

U. HAHN, R. HAENSEL, N. SCHWENTNER  
Kr and Xe Guest Atoms in Ar Matrix: Emission Spectra, Excitation Spectra and Lifetimes  
*phys. stat. sol. (b)* 109, (1982), DESY SR-81/06

L.C. DAVIS  
Theory of Resonant Photoemission Spectra of 3d Transition Metal Oxides and Halides,  
*DESY SR-81/07*

R. KAMMERER, J. BARTH, F. GERKEN, A. FLODSTRÖM, L.I. JOHANSSON  
4f-Surface Binding Energy Shift for Eu and Gd Metals  
*Solid State Comm.* in press, DESY SR-81/08

F. GERKEN, J. BARTH, C. KUNZ  
Excited Multiplet Lines in Resonant Photoemission Spectra of Gd  
*Phys. Rev. Letts.* 47, 993 (1981), DESY-SR-81/09

J. STAUN OLSEN, B. BURAS, L. GERWARD, S. STEENSTRUP  
A Spectrometer for X-Ray Energy-Dispersive Diffraction Using Synchrotron Radiation  
*J. Phys. E: Scient. Instrum.* 14, 1154 (1981), DESY SR-81/10

F. GERKEN, J. BARTH, R. KAMMERER, L.I. JOHANSSON, A. FLODSTRÖM  
Surface Shifts on Rare Earth Metals  
Contributed Paper IV Europ. Conf. on Surface Science, Münster 1981, *Surface Science*, DESY SR-81/11

U. BONSE, K. FISCHER  
The New Multi-Purpose Two-Axis Diffractometer for Synchrotron X-Rays at DORIS  
*Nucl. Instr. Meth.*, in press, DESY SR-81/12

J. STAUN OLSEN, B. BURAS, L. GERWARD, B. JOHANSSON, B. LEBECH, H. SKRIVER, S. STEENSTRUP  
High Pressure Diffraction Studies of YBH<sub>2</sub> up to 28 GPa  
Proc. of Intern. Symp. on Physics of Solids under High Pressure, 1981 in press, DESY SR-81/13

E.E. KOCH, J. BARTH, J.-H. FOCK, A. GOLDMANN, A. OTTO  
Surface Photoemission in the 4d Band from Polycrystalline Silver Surfaces  
Sol. State Comm., in press, DESY SR-81/14

W. GRAEFF, G. MATERLIK  
Milli-eV Energy Resolution in Bragg Backscattering  
in Proc. of National Conf. on Synchrotron Radiation Instr., Ithaca, New York, 1981, DESY SR-81/15

J.H. WEAVER, C. KRAFKA, D.W. LYNCH, E.E. KOCH  
Optical Properties of Metals, Part I: The Transition Metals 0.1 < hν < 500 eV, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Hf, Ta, W, Re, Os, Ir, Pt.  
Fachinformationszentrum Energie Physik Mathematik GmbH, Karlsruhe  
Physik Daten/Physics Data No. 18-1 (1981), Int. Rep. HASYLAB 81/01

J.H. WEAVER, C. KRAFKA, D.W. LYNCH, E.E. KOCH  
Optical Properties of Metals, Part II: Noble Metals, Aluminium, the Lanthanides and the Actinides, 0.1 < hν < 50 eV, Cu, Ag, Au; Al; Sc; Y; La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu; Th, U, Am  
Fachinformationszentrum Energie Physik Mathematik GmbH, Karlsruhe, Physik Daten/Physics Data No. 18-2 (1981), Int.Rep. HASYLAB 81/05

G. ZIMMERER  
Investigation of Ionic Crystals with Synchrotron Radiation  
Proc. of the Intern. Conf. "Defects in Insulating Crystals" Riga, May 18-23, 1981, ed. by K.K. Shvarts, Int. Rep. HASYLAB 81/06

E.E. KOCH, D.E. EASTMAN, Y. FARGE  
Synchrotron Radiation - Characteristics, Instrumentation and Principles of Research Applications - an Introduction  
publ. in "Handbook on Synchrotron Radiation", Vol. I, ed. by E.E. KOCH (North Holland Publishing Company), Int.Rep. HASYLAB 81/08

B. BURAS, R. FOURME, M.H.J. KOCH  
X-ray Diffraction, Principles and Applications  
publ. in "Handbook on Synchrotron Radia-

tion", Vol. I, ed. by E.E. KOCH (North Holland Publishing Company), Int. Rep. HASYLAB 81/11

G. MATERLIK  
Properties of Synchrotron Radiation to be published in: "Uses of Synchrotron Radiation in Biology"  
Ed. H.B. Stuhmann, Academic Press: London, Int. Ber. HASYLAB 81/15

H. ARNOLD, K. KOSTEN  
Eine Guine-Heizkamera zur Untersuchung von Phasenumwandlungen mit Synchrotronstrahlung  
Z. Kristallogr. 156, 7 (1981)

O. BEIMGRABEN, W. GRAEFF, U. HAHN, J. KNABE, E.E. KOCH, C. KUNZ, G. MATERLIK, V. SAILE, W. SCHMIDT, B.F. SONNTAG, G. SPRÜSSEL, E.W. WEINER, R. ZIETZ  
HASYLAB, das neue Hamburger Synchrotronstrahlungslabor am DESY, ein Zentrum für VUV-, Röntgen-Spektroskopie und Strukturforschung  
Phys. Blätter 37, 2, 1981

K.L.I. KOBAYASHI, F. GERKEN, J. BARTH, C. KUNZ  
A Study of Al/Si (111) - Cleaved Interface by Photoemission, Auger Electron Yield, and Auger Electron Spectroscopies  
Solid State Comm. 39, 851 (1981), DESY SR-80/08

E. TEGELER, M. IWAN, E.E. KOCH  
Electronic Structure of the Valence Bands of H<sub>2</sub>, Mg- and Pt-Phthalocyanine Derived from Soft X-Ray Emission and Photoelectron Emission Spectra  
J. Electr. Spectr. 22, 297 (1981), DESY SR-80/10

E. TEGELER, G. WIECH, A. FAESSLER  
Carbon K-Emission Spectra and Electronic Structure of Solid Naphthalene and Anthracene  
J. Phys. B: At.Mol.Phys. 14, 1273 (1981), DESY SR-80/15

G. WIECH  
X-Ray Emission Spectroscopy  
in: Emission and Scattering Techniques, ed. Peter Day, Nato Advanced Study Institutes Series, Series C: Mathematical and Physical Sciences, D. Reidel Publishing Company Vol. 73, 103 (1981)

N. SCHWENTNER, G. MARTENS, H.W. RUDOLF  
Free Exciton Energy Transfer in Kr-Au Sandwiches

phys. stat. sol. B. 106, 183 (1981), DESY SR-80/16

G. TOLKIEHN, P. RABE, A. WERNER  
Experimental Investigation of the Systematic K- and Z Dependence of EXAFS-Backscattering Amplitudes and Comparison with Theory  
publ. in Inner-Shell and X-Ray Physics of Atoms and Solids, Eds. D.J. Fabian, H. Kleinpoppen and L.M. Watson (Plenum Press, New York) p. 675 (1981)

P. RABE  
Selected Topics in EXAFS: Systematics and Applications  
publ. in EXAFS for Inorganic Systems, Eds. C.D. Garner and S.S. Hasnain, p. 76 (1981), (DARESBURY Report DL/SCI/R17)

G. ELSNER, H.G. ZACHMANN, J.R. MILCH  
Study of the Crystallization Process of Oriented Polyethylene Terephthalate by Means of Synchrotron Radiation  
Makromol. Chem. 182, 657 (1981), DESY SR-79/18

G. ELSNER, M.H.J. KOCH, J. BORDAS, H.-G. ZACHMANN  
Time Resolved Small Angle Scattering During Isothermal Crystallisation of Un-oriented Polyethyleneterephthalate Using Synchrotron Radiation  
Makromol. Chem. 182, 1263 (1981)

W. GUDAT, M. CAMPAGNA, R. ROSEI, J.H. WEAVER, W. EBERHARDT, F. HULLIGER, E. KALDIS  
Surface Binding Energy Shifts, Mixed Valence and Localization of 4f Electrons: Ce vs Sm  
J. Appl. Phys. 52 (3), 2123 (1981)

G. TOLKIEHN, P. RABE, A. WERNER  
Structure Investigation on the Hexacyanoferrate(II) and -(III) Complexes  
publ. in EXAFS for Inorganic Systems, Eds. C.D. Garner and S.S. Hasnain, p. 130, 1981 Daresbury Report DL/SCI/R17, Daresbury, (1981)

F.J. HIMPSEL, E.E. KOCH, D.E. EASTMAN  
Free Electron-Like Bulk and Surface States for Zn (0001)  
Phys. Rev. B 24, 1687 (1981)

M. IWAN, E.E. KOCH, F.J. HIMPSEL  
Resonant 5f-Valence Band Satellite at the 5d-Threshold in Uranium Metal  
Phys. Rev. B 24, 613 (1981)

E.E. KOCH  
Synchrotron Radiation and Alternative VUV-Light Sources, Brief Notes on a Discussion

Ber. Bunsenges. Phys. Chemie 85, 172 (1981)

J.H. WEAVER, C. KRAFKA, D.W. LYNCH, E.E. KOCH  
Optical Properties of Metals  
Applied Optics 20, 1124 (1981)

W.F. SCHMIDT, H. BÖTTCHER, W. DÖLDISSEN, U. HAHN, E.E. KOCH  
Photo-Conductivity of Liquid Tetramethylgermanium Studied by Means of Synchrotron Radiation  
Proceedings of 7th Int. Conf. on Conduction and Breakdown in Dielectric Liquids, Berlin, 27-31 July 1981, p. 94

W.F. SCHMIDT, H. BÖTTCHER, W. DÖLDISSEN  
Photoconductivity of Liquid Tetramethylgermanium Studied by Means of Synchrotron Radiation  
submitted to J. Electrostatics

K.L.I. KOBAJASHI, Y. SHIRAKI, F. GERKEN, J. BARTH  
Use of  $L_{1,2,3}$  Auger Transition for an Electron-Structure Study of the Al-Si (111)-(2x1) Interface  
Phys. Rev. B24, 3575 (1981)

J. STAUN OLSEN, B. BURAS, L. GERWARD, S. STEENSTRUP  
An X-Ray Energy-Dispersive Diffractometer for Synchrotron Radiation  
Acta Cryst. A37, C-309 (1981)

J.D. STEPHENSON  
Synchrotron Radiation Topography of (100) Co-8wt%Fe Binary Alloy  
phys. stat. sol. (a) 63, 557 (1981) and Acta Cryst. A37, C252 (1981)

J.D. STEPHENSON  
An Interpretation of White (Synchrotron) X-Radiation Laue (Topograph) Patterns by Means of the Gnomonic Projection  
phys. stat. sol. (a) 65, 601 (1981)

T. TUOMI, K. NUKKARINEN  
Multiple Diffraction Lines in the Synchrotron X-Ray Topographs of Elastically Bent Silicon Single Crystals  
Helsinki University of Technology, Lab. of Physics, Report P6/1981 Phys. Rev. B 24, (1981)

T. TUOMI, V. KELHÄ, K. NUKKARINEN, M. BLOMBERG  
Synchrotron X-Ray Topography: a Multi-stereoscopic Imaging Technique, Helsinki University of Technology, Lab. of Physics, Report P17/81  
Acta Polytechnica Scandinavica, Applied Physics Series, Ph, in press

K. NAUKKARINEN, T. TUOMI  
Explanation of Contrast Effects in Synchrotron X-Ray Topographs of Bent Crystals by Means of Multiple Diffraction  
Helsinki University of Technology, Lab. of Physics, Report P13/1981  
phys. stat. sol. in press

G. WILL  
Energiedispersion und Synchrotronstrahlung.  
Eine neue Methode und eine neue Strahlungsquelle für die Röntgenbeugung  
Fortschr. Min. 59, 31 (1981)

W. GROSSHANS  
Excitation of the Ruby Luminescence in Diamond Cells by Synchrotron Radiation in: High Pressure in Research and Industry Proc. of 8th AIRAPT & 19th EHPRG Conference, Uppsala, 1981

L.I. JOHANSSON, A. FLODSTRÖM, S.-E. HORNSTRÖM, B. JOHANSSON, J. BARTH, F. GERKEN  
Chemically Shifted Surface Core-Levels and Surface Segregation in Eu-Au and Yb-Au Alloys  
Solid State Comm. in press

J. BARTH  
Comment on Amplitude Modulations in the UPS Valence Band Spectra of Au and Ag  
Phys. Rev. B 23, 4276 (1981)

J. LECALVE, M.C. CASTEX, D. HAAKS, B. JORDAN, G. ZIMMERER  
Time-Resolved Study of the UV Fluorescence of Chlorine under Synchrotron Radiation Excitation of Cl<sub>2</sub>/Rare Gas Mixtures  
Il Nuovo Cimento 63 B, 265 (1981)

E. FELDBACH, I. KUUSMANN, G. ZIMMERER  
Excitons and Edge Luminescence in MgO  
Proc. Intern. Conf. on Luminescence, Berlin, 1981  
J. Luminescence in press

R.L. JOHNSON  
Grazing-Incidence Gratings and Mirrors-Case Studies  
SPIE Proceedings, Reflecting Optics for Synchrotron Radiation,  
Vol. 315 (1981)

B. LEWANDOWSKI, J. GANZ, H. HOTOP, M.-W. RUF  
On the Photoionisation of Ba Atoms between 54 and 60 nm  
J. Phys. B. ... (Atomic and Molecular Physics), L. ... in press

U. BONSE, R. TEWORTE  
A Rotation Stage for Precise Alignment at

the  $10^{-3}$  sec. of Arc Level  
J. Phys. E.: Sci Instr. Vol. 1982 in press

U. BONSE, K. FISCHER, S. HEINRICH, U. DRETZLER  
Das neue Zweiachsendiffraktometer im Hamburger Synchrotronstrahlungslaboratorium (HASYLAB)  
21. Diskussionstagung der Arbeitsgemeinschaft Kristallographie, Karlsruhe, 1981  
Z. Krist. 156, 20 (1981)

K. FISCHER  
Partial or Complete Circumvention of the Phase Problem in Crystal Structure Determination Using Synchrotron Radiation  
XII. Internat. Congress of Crystallography, Ottawa/Canada, 1981  
Acta Cryst. A37, Suppl. S. C 308 (1981)

K. FISCHER  
Mapping Parts of the Electron Density Distribution from X-Ray Bragg Scattering Intensities (Lambda Techniques)  
Zeitschrift für Naturforschung a (1981) in press

K. FISCHER, A. RIBBENS, J. SPILKER, G. SCHÄFER  
Kristallstrukturanalyse mit durchstimmbaren Wellenlänge: eine partielle Umgehung des Phasenproblems  
21. Diskussionstagung der Arbeitsgemeinschaft Kristallographie, Karlsruhe, 1981  
Z. Krist. 156, 3 (1981)

**B. Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationsschriften und Staatsexamensarbeiten (teilweise als interne HASYLAB-Berichte)**

P. RABE  
Die Röntgenabsorptionsfeinstruktur und ihre Anwendung auf Strukturuntersuchungen  
Habilitationsschrift Univ. Kiel, 1980,  
Int.Ber. HASYLAB 81/02

G. SPRÜSSEL  
Feinstruktur und Temperaturabhängigkeit äußerer Rumpfezitonen in Kaliumhalogeniden und III-V Halbleitern  
Dissertation Univ. Kiel, 1980,  
Int.Ber. HASYLAB 81/03

M. RAMM  
Winkelabhängige Photoemission und elektronische Struktur von Graphit und Graphiteinlagerungsverbindungen mit 3d-Metalchloriden  
Diplomarbeit Univ. Hamburg, 1980,  
Int.Ber. HASYLAB 81/04

H. OERTEL  
Photoinduzierte Bildung von negativen Ionen

nen aus O<sub>2</sub>, NO, CO und N<sub>2</sub>  
Dissertation Freie Univ. Berlin, 1981,  
Int.Ber. HASYLAB 81/07

**G. GRÜNDLER**

Untersuchung der Photoleitfähigkeit von Natrium-dotierten Xenon-Matrixen  
Diplomarbeit Univ. Hamburg, 1981,  
Int.Ber. HASYLAB 81/09

**G. ELSNER**

Der Einfluß uniaxialer und biaxialer Orientierung auf die Kristallisation und die morphologische Struktur von Polyethylenterephthalat  
Dissertation Univ. Hamburg, 1981,  
Int.Ber. HASYLAB 81/10

**H. DIEBOLD**

Untersuchung der Eigenschaften eines Elektronenenergieanalysators für Photoemissionsmessungen mit einem N<sub>2</sub>-Laser  
Staatsexamensarbeit Univ. Hamburg, 1981,  
Int.Ber. HASYLAB 81/12

**R. ENGELHARDT**

Röntgenphotoemissionsmessungen an Fe-, Ni-, Cu- und Zn-Phthalocyaninen unter besonderer Berücksichtigung der bei den Rumpfniveaus auftretenden Satellitenstrukturen  
Diplomarbeit Univ. Hamburg, 1981,  
Int.Ber. HASYLAB 81/13

**P. FUNKE**

Der Einfluß stehender Wellenfelder in einem Germanium-Röntgeninterferometer auf die K-Fluoreszenzstrahlung der Germanium Atome  
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1981

**R.R. GRIEGAT**

Untersuchung der elektronenangeregten Lumineszenz des festen Stickstoff vom sichtbaren bis zum vakuum-ultravioletten Spektralbereich  
Diplomarbeit Univ. Hamburg, 1981

**C. HERMES**

Aufbau der ersten Stufe einer Anlage zur Verwendung von Synchrotronstrahlung für Mößbauerexperimente  
Dissertation T.U. München, 1981

**J. LAUTERJUNG**

Röntgenbeugungsuntersuchungen am MnSO<sub>4</sub> im Druckbereich bis 40 kbar und Temperaturbereich bis 600 °C mit Hilfe der Methode der energiedispersiven Röntgenbeugung unter Benutzung von Synchrotronstrahlung  
Diplomarbeit Univ. Bonn, 1981

**G. MARTENS**

Die Röntgenabsorptionsfeinstruktur in der

Elektronenausbeute und in der Totalreflexion  
Dissertation Univ. Kiel, 1981

**W. WEBER**

EXAFS-Messungen an Elektronenbestrahlten verdünnten AgAl-Legierungen  
Dissertation Univ. München, 1981

**C. Interne Berichte und Technische Notizen**

**D. RIEGER, V. SAILE, R. SCHNELL, W. STEINMANN**

Testexperimente zur Erprobung eines Display, Type Analysators für winkelaufgelöste Photoelektronenspektroskopie mit Synchrotronstrahlung  
Int.Ber. HASYLAB 81/14

**R.-P. HAELBICH**

Eine Einführung in die Programmierung von PDP 11-Rechnern mit FORTRAN für Anfänger  
Techn. Notiz HASYLAB 81/01

**Vorträge Frühjahrstagung der DPG Festkörperphysik in Münster (9. - 14.3.1981)**

**S. BERNSTORFF, V. SAILE, D. RIEGER, W. STEINMANN**

Untersuchung der Exzitonen in festen Edelgasen mit einer Kombination von Synchrotronstrahlung und N<sub>2</sub>-Laser  
Verhandl. DPG (VI) 16, 150 (1981)

**J. BARTH, F. GERKEN, A. FLODSTRÖM, L.I. JOHANSSON**

Valenzänderungen von oxydiertem Eu  
Verhandl. DPG (VI) 16,

**R. KAMMERER, J. BARTH, F. GERKEN, C. KUNZ**

Untersuchung von Oberflächenzuständen am Natrium mit hochauflösender Photoelektronenspektroskopie  
Verhandl. DPG (VI) 16,

**J. BAHRDT, J. BARTH, F. GERKEN, C. KUNZ**

Augerzerfall von Rumpfanregungen in Ionen- und Molekülkristallen  
Verhandl. DPG (VI) 16, 237 (1981)

**J. BAHRDT, J. BARTH, F. GERKEN, C. KUNZ**

Anregung und Zerfall von Rumpfexzitonen in Natriumhalogeniden  
Verhandl. DPG (VI) 16, 238 (1981)

**E.E. KOCH, M. IWAN, K. HERMANN, P.S. BAGUS**

3d-Valenz Orbital Struktur von Zn-Phthalocyanin:  
Ergebnisse von Photoemissionsexperimenten und Cluster-Rechnungen  
Verhandl. DPG (VI) 16, 222 (1981)

**R. ENGELHARDT, M. IWAN, E.E. KOCH**  
Shake-up Satelliten in XPS von 2p- und 3p-Rumpfniveaus in Cu- und Ni-Phthalocyanin  
Verhandl. DPG (VI) 16, 222 (1981)

**I. KUUSMANN, G. ZIMMERER, W. BÖHMER**  
Reflexions- und Lumineszenzmessungen an MgO-Einkristallen  
Verhandl. DPG (VI) 16, 232 (1981)

**C. KUNZ**

Das neue Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB  
Verhandl. DPG (VI) 16, 557 (1981)

**G. MARTENS, W. NIEMANN, P. RABE**  
Der Einfluß von Mehrfachstreuung der Photoelektronen auf die Röntgenelektronen auf die Röntgenabsorptionsfeinstruktur  
Verhandl. DPG (VI) 16, 237 (1981)

**W. WEBER, H. PEISL**

EXAFS-Untersuchungen an elektronenbestrahlten verdünnten AlAg-Legierungen  
Verhandl. DPG (VI) 16, 329 (1981)

**European Conference on Atomic Physics EPS, Heidelberg, 6.-10. April 1981**

**W. BÖHMER, F. BOURSEY, M. CHERGUI, R. HAENSEL, N. SCHWENTNER**  
1s-2p Absorption and Emission Bands of H Atoms in Solid Ne  
EPS Conference Abstracts 5A, Part I, p. 434 (1981)

**J. BARTH, F. GERKEN, C. KUNZ**  
Excited Multiplet Lines in Resonance Photoemission Spectra of Gd  
EPS Conference Abstracts 5A, Part II, p. 1052 (1981)

**B.JORDAN, P. GÜRTLER, D. HAAKS, TH. MÖLLER, G. ZIMMERER**  
Formation and Radiative Decay of Rare Gas Monohalides in Halogen Doped Rare Gases  
EPS Conference Abstracts 5A, Part I, p. 331 (1981)

**TH. MÖLLER, P. GÜRTLER, D. HAAKS, B. JORDAN, G. ZIMMERER**  
VUV Absorption and Resonance Fluorescence of the Chlorine Molecule  
EPS Conference Abstracts 5A, Part I, p. 335 (1981)

E.E. KOCH, M. IWAN

On the Electronic Structure of Phthalocyanines, New Results from Photoemission Experiments  
EPS Conference Abstracts 5A, Part I, p. 302 (1981)

**IV European Conference on Surface Science, Münster, 14. — 16. Sept. 1981**

F. GERKEN, J. BARTH, R. KAMMERER, L.I. JOHANSSON, A. FLODSTRÖM  
Surface Shifts on Rare Earth Metals  
publ. in Surface Science

L.I. JOHANSSON, A. FLODSTRÖM, S.-E. HORNSTRÖM, B. JOHANSSON, J. BARTH, F. GERKEN  
Surface Shifted Core Levels Used as a Tool to Identify Surface Segregation in Eu-Au and Yb-Au Alloys  
publ. in Surface Science

**XV Annual Conference of the Finnish Physical Society, 6. - 7. Februar, 1981, Turku, Finland**

T. TUOMI, K. NAUKKARINEN  
Multiple Diffraction Lines in the Synchrotron X-Ray Topographs of Elastically Bent Crystals,  
paper 6:1

M. LUOMAJÄRVI, K. NAUKKARINEN, T. TUOMI  
Channeling Study of CO<sub>2</sub> Laser-Annealed Ion-Implanted Silicon  
paper 6:8

**2nd International Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation Cornell University, Ithaca/USA, Juli 1981**

C. KUNZ  
Instrumentation at HASYLAB  
Invited Paper

G. MATERLIK  
The Proposal for a European Synchrotron Radiation Source

U. BONSE, K. FISCHER  
An Inconventional Multi-Purpose Diffractometer for Synchrotron X-Ray at DORIS

**Weitere Vorträge (Seminare, Kolloquien, Konferenzen etc.)**

E.E. KOCH  
Core Spectroscopy of Organic Molecules and Crystals  
Invited Talk, Trieste International Symposium on Core Level Excitations in Atoms, Molecules and Solids, 22-26 June, 1981, Extended Abstracts Int. Centre for Theoretical Physics, Trieste

J.-H. FOCK, H.-J. LAU, E.E. KOCH  
Valence Band Photoemission from Pure and Matrix Isolated Cyodeposited Small Molecules, Extended Abstract  
Int. Matrix Isolation Spectroscopy Conference, Nottingham, 20-24 July, and to be published

E.E. KOCH  
Synchrotron Radiation Studies of Higher Excited States of Molecules and Molecular Crystals: Overview and Recent Results  
Invited Talk, 182 nd National Meeting American Chemical Society, New York, August 26th, 1981

E.E. KOCH  
Untersuchung hochangeregter Zustände von Molekülen und Molekülkristallen mit Synchrotronstrahlung; Übersicht und einige neuere Ergebnisse  
Physikalisch-Chemisches Kolloquium Univ. Marburg 12.2.1981

E.E. KOCH  
Spektroskopie und Strukturuntersuchungen mit Synchrotronstrahlung  
Physikalisches Kolloquium TU Clausthal 6.5.1981

E.E. KOCH  
Zur elektronischen Struktur von Phthalocyaninen — Ergebnisse der Photoelektronenspektroskopie  
Oberseminar Sektion Physik Univ. München 19.5.1981

E.E. KOCH  
Anwendung der Synchrotronstrahlung in der Spektroskopie und bei Strukturuntersuchungen  
Stuttgarter Physikalisches Kolloquium 16.6.1981

E.E. KOCH  
Electronic Structure of Organo-Metallic Compounds  
IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, 31.8.1981

E.E. KOCH  
Ergebnisse der Photoelektronenspektroskopie zur elektronischen Struktur von Phthalocyaninen  
Univ. Hamburg, Seminar Oberflächenphysik 11.11.1981

E.E. KOCH  
Neue Ergebnisse bei der Spektroskopie mit Synchrotronstrahlung an Molekülen und Molekülkristallen  
Univ. Göttingen, Physikalisch-Chemisches Kolloquium 26.11.1981

E.E. KOCH  
Application of Synchrotron Radiation in Spectroscopy and for Structural Research ILL-Inst. Laue Langevin, Grenoble 17.12.1981

C. KUNZ  
Synchrotronstrahlung  
eingeladener Vortrag: Leopoldina Symposium: Fortschritte — Methoden — Neue Anwendungen  
Halle (Saale) 29.11.1981

C. KUNZ  
Experimente mit Synchrotronstrahlung  
Seminarvortrag Univ. Tübingen 22.6.1981

C. KUNZ  
Resonant Photoemission Spectroscopy on Rare Earths  
Seminarvortrag Brookhaven National Laboratory, Upton, N.Y. USA, 13.7.1981

C. KUNZ  
Spektroskopie mit Synchrotronstrahlung  
Eingeladener Vortrag Fachausschuß Festkörperphysik der Österreichischen Physikalischen Gesellschaft, Wien, 21.9.1981

B. SONNTAG  
Synchrotron Radiation for X-Ray Chemical Analysis  
Plenarvortrag 18th Annual Conference on X-Ray Chemical Analysis  
Sept. 12-15, 1981 Kyoto, Japan

H. BRADACZEK, G. HILDEBRANDT  
Bericht über erste Erfahrungen mit dem Topographie-Meßplatz am HASYLAB (DESY, Hamburg); Gründung einer Interessengemeinschaft "Realzeit-Topographie", Arbeitskreis Röntgentopographie, Burghausen, 1981

M.C. CASTEC, J. CALVE, D. HAAKS, B. JORDAN, G. ZIMMERER  
Etude spectrale et cinétique des mélanges de Cl<sub>2</sub> et gaz rare excité par le rayonnement synchrotron  
Nationale Tagung der Société Française de Physique, 29. Juni — 4. Juli, 1981, Clérmont-Ferrand

M. CHERGUI, E. BOURSEY, W. BÖHMER, R. HAENSEL, N. SCHWENTNER  
Effet de densité sur les mécanismes de relaxation dans les états excités de la molécule NO  
Congrès de la Société Française de

Physique, Clérmont-Ferrand, 1981

K. FISCHER

Phasenproblem bei der Kristallstruktur-analyse

Vortrag Einweihungsfeier HASYLAB, Januar 1981

K. FISCHER

Experimentelle Phasenbestimmung mit Synchrotronstrahlung

Eingeladener Vortrag Tagung des Arbeitskreises "Kristallstrukturanalyse von Molekülverbindungen" (KSAM), Martinsried, März 1981

R. HAENSEL

On the Different Possibilities of EXAFS Spectroscopy  
International Centre for Theoretical Physics Trieste, 3.7.1981

R. HAENSEL

EXAFS an Metallclustern  
Mikrocluster-Symposium Universität Konstanz, Sept. 1981

R. HAENSEL

EXAFS:  
Eine Methode zur Untersuchung der lokalen Ordnung in Festkörpern  
Phys. Kolloquium Univ. Kaiserslautern, 26.1.81

Phys. Kolloquium Univ.-Gesamthochschule Paderborn, 12.2.81

Phys. Kolloquium Univ. Würzburg, 19.2.81  
Kolloquium des Institutes für Angewandte Kernphysik, Kernforschungszentrum Karlsruhe, 20.5.81

Phys. Kolloquium, Techn. Univ. Hannover, 24.11.81

R. HAENSEL

Nutzung der Synchrotronstrahlung für die chemische und physikalische Forschung  
Kolloquium TU Dresden, 16.6.81  
Chem. Kolloquium Karl-Marx-Universität Leipzig, 18.6.81

R. HAENSEL

Ultraviolett- und Röntgenspektroskopie mit Synchrotronstrahlung  
Kolloquium Univ. Konstanz, 30.6.1981

G. HILDEBRANDT

Röntgen-Interferenz-Topographie, konventionell und mit Synchrotronstrahlung  
Proc. 2nd europ. conf. non-destructive-testing, Wien, 1981, p. 91

R.L. JOHNSON

Recent Development in Synchrotron Radiation Instrumentation at HASYLAB  
IOP Meeting, "Advances in VUV Instrumentation and Applications", 13.5.1981

R.L. JOHNSON

Grazing-incidence gratings and mirrors-case studies,  
Brookhaven Conferences on Synchrotron Radiation, 16.-20.11.1981

V. KUPCIK

Strukturuntersuchung mit Synchrotronstrahlung

Festkolloquium zum 100-jährigen Bestehen der TU Hannover

V. KUPCIK, I. VALENA, A. PÄHLER

5-Kreisdiffraktometer mit durchstimmbarer Wellenlänge für Synchrotronstrahlung  
Martinsrieder Symposium vom 9. - 13.3.1981

I. KUUSMANN, W. BÖHMER, G. ZIMMERER

Optical Properties of Crystalline MgO in the Far Ultraviolet

Int. Conf. "Defects in Insulating Crystals", Riga, 18-23.5., 1981

Abstracts of Contributed Papers ed. by K.K. Shvarts and Ya. A. Ekmanis,  
Zinatne Publishing House, Riga, p. 427

G. MATERLIK

Bestimmung der Lage von Fremdatomen im Gitter und an der Oberfläche durch stehende Röntgeninterferenzfelder  
Seminar LMU München, 1.12.1981

P. RABE

Die Feinstruktur der optischen Konstanten im Röntgengebiet  
Kolloquium am Fachbereich Physik, Freie Univ. Berlin, Januar 1981

M.-W. RUF

Verzweigungsverhältnisse bei der Photoionisation an Atomen  
Seminarvortrag Univ. Freiburg 24.6.1981

V. SAILE

Ionisation von Exzitonen in festen Edelgasen mit einem N<sub>2</sub>-Laser  
Festkörperkolloquium der Univ. Kiel, 22.1.1981

V. SCHMIDT

Elektronenspektrometrie mit monochromatisierter Synchrotronstrahlung  
Seminarvortrag Freie Univ. Berlin, 16.2.1981

W. STEINMANN

Two-Photon-Photoemission  
Seminarvortrag Scuola Internazionale Superiore di Studi Avanzati Trieste, 25.5.1981

J.D. STEPHENSON

An Interpretation of White Synchrotron X-Radiation Laue (Topograph) Patterns by Means of the Gnomonic Projection

Arbeitskreis Röntgentopographie, Burg-hausen, 1981

G. TOLKIEHN, P. RABE, A. WERNER

Structure Investigation on the Hexacyanoferrate(II) and -(III) Complexes  
Poster Session "EXAFS for Inorganic Systems, 28.-29.3.1981, Daresbury, England

T. TUOMI

X-Ray Imaging with Synchrotron Radiation  
Invited Paper Nordic Solid State Physics Conference 1981,

H.C. Ørsted Institute, Copenhagen, 10.-12.8.1981, p. 95

K. NAUKKARINEN, M. LUOMAJÄRVI,

T. TUOMI

CO<sub>2</sub> laser induced recrystallisation and damage of silicon

5th General Conf. of the European Physical Society in collaboration

with the Turkish Physical Society, Istanbul, 7.- 11.9.1981, p. 277

M. BLOMBERG, V. KELHÄ,

K. NAUKKARINEN, T. TUOMI

Development and Applications of the Synchrotron X-Ray Topography,  
8th Annual Stanford Synchrotron Radiation Laboratory Users Group Meeting,  
22.-23.10.1981, SSRL Report No. 81-03, p. 72

T. TUOMI

Teilchenbeschleuniger zum nutzbaren Gebrauch

Radiovortrag im Finnischen Rundfunk Yleisradio, Mai 1981,

Wiedersendung im Oktober 1981  
(in finnisch)

V. SCHMIDT

Photoelectron and Auger Electron Spectroscopy of Core States in Atoms

Int. Symposium on Core Level Excitations in Atoms, Molecules and Solids,  
Trieste, 22.-26.6.1981

V. SCHMIDT

Elektronenspektroskopie mit monochromatisierter Synchrotronstrahlung

Seminarvortrag DESY, Hamburg, 5.6.1981

H. SCHMORANZER

VUV-Emissionsspektroskopie von Kr<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>  
Phys. Kolloquium, TU Berlin, 26.11.1981

H. SCHMORANZER, J. IMSCHWEILER

Absolute Electronic Quenching Cross Sections of H<sub>2</sub> (B 2p <sup>1</sup>Σ<sub>g</sub><sup>+</sup>, v')-Molecules in H<sub>2</sub>  
Abstracts XIIIth ICPEAC (ed. S. Datz, Gatlinburg, Tenn. 1981), Vol. 2, p. 964

H. SCHMORANZER, J. IMSCHWEILER

Measurement of Radiative VUV-Lifetimes

and Quenching Cross Sections of Molecular Hydrogen  
Abstracts 5th General Conf. of the EPS (Istanbul 1981), p. 105

N. SCHWENTNER  
Relaxationsprozesse und stimulierte Emission in Edelgaskristallen  
Kolloquium Univ. Bayreuth, 21.1.1981  
Kolloquium FU Berlin, 5.2.1981

J. STAUN OLSEN, B. BURAS, L. GERWARD, B. JOHANSSON, H. SKRIVER, S. STEENSTRUP  
High Pressure Diffraction Studies of  $\text{YbH}_2$  up to 28 GPa  
Nordic Solid State Conf., Copenhagen, Denmark, 10.-12.8.1981  
Intern. Symposium on the Physics of Solids Under High Pressure, Bad Honnef, 10.-14.8.1981

T. TUOMI, K. KAUKKARINEN  
Multiple Diffraction Lines Observed in Synchrotron X-Ray Topographs  
Statusseminar Experimente mit Synchrotronstrahlung HASYLAB, 29.01.1981

W. WEBER, H. PEISL  
Extended X-Ray Absorption Fine Structure of Electron-Irradiated Dilute Aluminium Alloys  
Yamada Conf. V on Point Defects and Defect Interactions in Metals  
November 1981

G. WIECH  
Angular Dependencies in X-Ray Emission Spectroscopy  
International Seminar on X-Ray and Photoelectron Spectroscopy,  
veranstaltet von der Polnischen Akademie der Wissenschaften (Prof. Auleytner) in Jabonna bei Warschau (19.-21.5.1981);

G. WIECH  
Synchrotron Radiation: its application to angular dependent x-ray emission spectroscopy  
Vortrag gehalten am Physikalischen Institut der Tschechoslowakischen Akademie der Wissenschaften in Prag, 2.12.1981

G. WILL  
Compressibility Measurements in a Diamond Anvil Squeezer and a Miniatur Piston Cylinder Press at the DESY Hamburg  
Seminarvorträge: Osaka, Kijoto, Sendai, Saporro, Tokyo / Japan 1981

G. WILL  
Application of Energiedispersive X-Ray Diffraction for High Pressure Research in Mineralogy  
Invited contribution,  
12th Intern. Congress of Crystallographie, 16.-25.8.1981, Ottawa/Canada

W. NUDING, G. WILL, E. HINZE, J. LAUTERJUNG  
Röntgenbeugungsexperimente mit Hilfe der Energiedispersionsmethode am Deutschen Elektronen-Synchrotron DESY  
21. Diskussionstagung der Arbeitsgemeinschaft Kristallographie, Karlsruhe, 1981

W. NUDING, G. WILL, E. HINZE  
Compressibility Measurements in a Miniatur Piston Cylinder Press and a Diamond Anvil Squeezer at the DESY Hamburg  
12th Inter. Congress of Crystallographie, 16.-25.8.1981, Ottawa/Canada

H.G. ZACHMANN  
Synchrotron Radiation as a Technique for Study of Polymers  
European Science Foundation, Strasbourg, France, 2.3.1981

H.G. ZACHMANN  
Anwendung der Synchrotronstrahlung auf die Physik der Polymeren  
Tagung des Fachausschusses "Physik der Hochpolymeren" in Marburg, 19.3.1981

H.G. ZACHMANN  
Thermal Stability of the Crystalline Phase in Oriented Polymers  
Europhysics Symposium on Macromolecular Physics, Leeds, England, 10.4.1981

H.G. ZACHMANN  
Orientierung und mechanische Eigenschaften von Polyethylenterephthalat  
Vortrag Univ. Erlangen, 1.12.1981

C.C. GLÜER, W. GRAEFF, H. MÖLLER  
Stroboskopische Untersuchungen an Schwingquarzen mit Synchrotronstrahlung  
Arbeitskreis Röntgentopographie, Burg-hausen, Oktober 1981

