

DESY

UEBER ABTEILUNG ~~MAV~~ AN VI

*u*  
*20 JBD*  
*He.*  
*z. U. -*  
*Meinlau*  
V10  
V12



# WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT 1982

# DESY

V104 z d A







(Freigabe Nr. 262181, Luftamt Hamburg)

---

# **Wissenschaftlicher Jahresbericht 1982 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**

## **Inhalt**

	Seite
Vorwort	5
Organe der Stiftung und Gremien	8
Organigramm	12
Kollaborationen	13
Bereich Forschung	17
Bereich Maschine	149
Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb	185
Veröffentlichungen und Vorträge	211



## Vorwort

DESY gibt im vorliegenden wissenschaftlichen Jahresbericht 1982 wieder einen möglichst umfassenden Überblick über die wissenschaftlichen Arbeiten und Ergebnisse und über die technische Entwicklung des Labors in diesem Jahr.

*Überblick*

Einige wichtige Ereignisse, die für das Leben bei DESY in diesem Jahr in besonderer Weise Bezug haben, seien hier dem Bericht vorangestellt.

Im Mai wurde nach nur sechsmonatiger Bauzeit der Speicherring DORIS II in Betrieb genommen, ein neuer Speicherring im alten DORIS-Tunnel, der ein interessantes Forschungsprogramm im Bereich der Y-Resonanzen eröffnet.

Für das Hochenergie-Programm an DORIS II wurden zwei neue Detektoren installiert:

- Der Crystal Ball – nach sehr erfolgreichen Jahren bei SPEAR im April aus Kalifornien eingeflogen und in der ehemaligen DASP-Zone aufgebaut, wo er schon in den ersten Monaten nach seiner Installation gute Daten bei der Y'-Resonanz genommen hat.
- ARGUS – ein neuer magnetischer Detektor, der besonders für das Studium der b-Quark-Zerfälle ausgelegt ist und jetzt den Platz einnimmt, den sich bei DORIS I der DESY-Heidelberg-Detektor (später LENA) und PLUTO teilten. ARGUS war nach kurzer Anlaufzeit voll funktionsfähig zur Datennahme.

Der Speicherring PETRA hat nach der ersten Stufe des Programms zur Energieerhöhung eine Strahlenergie von 20 GeV erreicht und bis zu Schwerpunktenergien von 39 GeV Luminosität für alle 4 PETRA-Detektoren zur Verfügung gestellt.

Im Frühjahr 1982 konnten zum ersten Mal mit einem supraleitenden Resonator Elektronen in PETRA beschleunigt werden. Die einzellige Struktur für dieses erfolgreiche Experiment, das einen wichtigen Schritt bei der Entwicklung supraleitender Beschleunigungsresonatoren für Speicherringe darstellt, wurde beim Kernforschungszentrum Karlsruhe entwickelt und gebaut.

Die ersten 1 m langen supraleitenden Prototyp-Magnete für HERA erreichten die volle Feldstärke bei ausgezeichneter Feldqualität.

Die wichtigsten Forschungsinstrumente von DESY sind heute die Speicherringanlagen DORIS II und PETRA, in denen Elektronen und ihre Antiteilchen, 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*

### *Synchrotronstrahlung*

Ein weiteres, 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. Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB, das im Januar 1981 eröffnet worden war, sind mittlerweile 23 Meßplätze in Betrieb.

## Entwicklung der bisherigen Anlagen

Eine wesentliche Voraussetzung für ein lebendiges Forschungsprogramm in einem Hochenergie-Labor sind gut funktionierende technische Anlagen, die in ihren Möglichkeiten stets an neue Fragestellungen angepaßt werden. DESY hat auch im Jahr 1982 der Weiterentwicklung seiner Beschleuniger und Speicherringe besondere Bedeutung zugemessen.

### *Synchrotron DESY*

Das DESY-Synchrotron, das vor fast 20 Jahren den ersten Elektronenstrahl beschleunigt hat und heute überwiegend als Injektor dient, zeigt seit einiger Zeit ernstliche "Alterserscheinungen", die in zunehmendem Maße zu Ausfällen des Speicherringbetriebes führen. Der beste Weg zu einem zuverlässigen Injektor für die kommenden Jahre, der sich auch ohne große Störung des laufenden PETRA- und DORIS II-Betriebes realisieren läßt, ist – dies haben eingehende Diskussionen gezeigt – der Neubau eines speziellen Injektor-Synchrotrons, das im DESY-Tunnel neben dem alten Synchrotron installiert wird.

Die Planung für diese "DESY II" genannte Maschine wurde aufgenommen, der Bau soll voraussichtlich im Jahr 1983 in Angriff genommen werden. Es ist vorgesehen, erst nach Fertigstellung von DESY II das bisherige Synchrotron stillzulegen, um so eine längere Unterbrechung des DORIS II- und PETRA-Betriebes zu vermeiden.

### *Speicherring DORIS II*

Der neue DORIS-Speicherring, DORIS II, wurde im Mai 1982 fertiggestellt. Schon im Juni wurde der Experimentierbetrieb für Experimente mit der Synchrotronstrahlung, im Juli für Hochenergie-Experimente aufgenommen. DORIS II ist ein neuer Speicherring, der zum Teil unter Verwendung von Komponenten der ursprünglichen DORIS-Ringe gebaut wurde, so insbesondere mit den wesentlich modifizierten Magneten, und der auch ein ganz neues Vakuumsystem erhielt. DORIS II ist für eine Strahlenergie von 5.6 GeV ausgelegt und kann damit alle 4 Y-Resonanzen erreichen; die Luminosität wird über  $10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$  liegen.

Durch den Umbau wurde der Verbrauch an elektrischer Energie auf weniger als die Hälfte im Vergleich zum ursprünglichen DORIS-Ring gesenkt (bei 5 GeV Strahlenergie).

DORIS II eröffnet insbesondere Forschungsmöglichkeiten für das Studium der Y-Resonanzen und der b-Quark-Zerfälle.

### *Speicherring PETRA*

Als erste Stufe des PETRA-Ausbauprogramms zur Erhöhung der Strahlenergie wurden in den Hallen West und Ost je vier Klystron-Sender installiert, so daß jetzt insgesamt die doppelte Hochfrequenzleistung zur Verfügung steht. Mit den im Jahr 1982 zur Verfügung stehenden Beschleuniger-Resonatoren ließ sich eine maximale Strahlenergie von 20 GeV erreichen. Das weitere Ausbauprogramm wird Ende 1983 zum Abschluß kommen und zu einer Strahlenergie von 22.5 GeV führen.

Von besonderem Interesse ist die Beobachtung von transversal polarisierten Elektronen im PETRA-Ring. Durch den Einsatz von Korrekturfeldern konnte ein Polarisationsgrad von 80 % erreicht werden.

Die Vorarbeiten für das große Zukunftsprojekt von DESY, die Hadron-Elektron-Ring-Anlage HERA konzentrierten sich im Jahr 1982 auf die Entwicklung supraleitender Dipolmagnete. Das Entwicklungsprogramm hat zum Ziel, kostengünstige und betriebssichere Magnete mit der erforderlichen Feldgenauigkeit zur Serienreife zu entwickeln. Eine 1 m lange Prototyp-Dipolspule wurde erfolgreich getestet. Als Vorbereitung für den Bau von 6 m langen Original-Spulen wurden Werkzeuge wie Wickelmaschine, Presse und Jochstapel-Maschine entwickelt, mit denen im Jahr 1983 mehrere Magnete gebaut werden sollen.

*HERA-Projekt*

Die Gespräche für eine internationale Zusammenarbeit beim Bau von HERA wurden intensiv fortgesetzt mit Vertretern von Laboratorien und Forschungsorganisationen in Kanada, Frankreich, Großbritannien, Italien, den Niederlanden und Norwegen. Bei einem Treffen am 10. Mai 1982 bei DESY wurden die Grundzüge der Zusammenarbeit eingehend diskutiert; es ergab sich dabei ein ermutigender Ansatz für Beiträge in Form von Komponenten zum Bau der Maschine aus mehreren der genannten Länder.

## 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 1982 betragen die Zuwendungen für Betriebsmittel und Investitionen 141.3 Mio DM.

Die Stellenkürzungen im Rahmen der 7.5 %-Aktion treffen DESY besonders empfindlich angesichts der seit vielen Jahren angespannten Personalsituation bei gleichzeitig wachsenden Aufgaben: Für HASYLAB ist noch immer eine ungenügende Zahl von Stellen bewilligt worden und die Vorbereitungsarbeiten für HERA erfordern zusätzliche Anstrengungen, die sich schlecht mit einer Verringerung der Zahl der Mitarbeiter vereinbaren lassen.

## 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 1982 waren in den Hochenergie-Experimenten 80 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY (von rund 1100 DESY-Mitarbeitern) und etwa 400 wissenschaftliche Gäste beteiligt, die von deutschen Universitäten und Forschungsinstituten und von 36 ausländischen Instituten zu DESY kamen. (Die beteiligten Institute sind auf S. 13 ff. aufgeführt.)

*Gastwissenschaftler*

An Experimenten mit der Synchrotronstrahlung im HASYLAB waren 8 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY und 220 Gäste von 40 überwiegend deutschen Universitäten und Forschungsinstituten beteiligt.

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.

*Ausbildung junger Wissenschaftler*



## Organe der Stiftung und weitere Gremien

### Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland:

MinDir Dr. **G. Lehr** – (Vorsitzender)  
Stellvertreter: MinDirig Dr. **J. Rembser**  
MinR Dr. **E. Haffner**  
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**  
ab 15.6.1982: ORR Dr. **J. Mediger**  
(Finanzbehörde)

### Direktorium

Prof. Dr. <b>V. Soergel</b>	(Vorsitzender)
SenDir <b>R. Laude</b>	(kaufmännisches Mitglied)
Prof. Dr. <b>P. Söding</b>	(Bereich Forschung)
MinR Dr. <b>W. Schött</b>	(Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb)
Prof. Dr. <b>G.-A. Voss</b>	(Bereich Maschine)

## Wissenschaftlicher Rat (WR)

Prof. Dr. **K. H. Althoff**  
Physikalisches Institut der Universität Bonn

Prof. Dr. **S. Brandt**  
Fachbereich Physik der Gesamthochschule Siegen

Prof. Dr. **G. Buschhorn**  
Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik  
Werner-Heisenberg-Institut für Physik München

Prof. Dr. **G. Flügge**  
Kernforschungszentrum KfK, Karlsruhe,  
Institut für Kern- und Teilchenphysik

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. **H. Lehmann**  
II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg

Prof. Dr. **K. Lübelmeyer**  
I. Physikalisches Institut der RWTH Aachen  
(Vorsitzender)

Dr. **A. Minten**  
European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

Prof. Dr. **H. Piel**  
Fachbereich Physik der Gesamthochschule Wuppertal  
(ab 1.5.1982)

Prof. Dr. **D. Schildknecht**  
Abteilung Theoretische Physik der Universität Bielefeld  
(bis 30.4.1982)

Prof. Dr. **H. Schopper**  
European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

Prof. Dr. **B. Stech**  
Institut für Theoretische Physik der Universität Heidelberg

Prof. Dr. **G. Weber**  
II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg  
(Stellvertretender Vorsitzender)

Dr. **M. Wilkens**  
Max-Planck-Institut für Metallforschung  
Institut für Physik, Stuttgart

Dr. **C. Zettler**  
European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

## Erweiterter Wissenschaftlicher Rat (EWR)

Prof. Dr. **J. Als-Nielsen**  
Risø National Laboratory, Roskilde/Dänemark

Dr. **P. Darriulat**  
European Organization for Nuclear Research CERN, Genf/Schweiz

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

Prof. Dr. **I. Mannelli**  
European Organization for Nuclear Research CERN, Genf/Schweiz

Prof. Dr. **J. Perez-y-Jorba**  
Laboratoire de L'Accélérateur Linéaire und 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)

Prof. Dr. <b>G. Altarelli</b>	(Rom)	Prof. Dr. <b>E. Hilger</b>	(Bonn)
Dr. <b>W. Bartel</b>	(DESY)	Prof. Dr. <b>K. Kleinknecht</b>	(Dortmund)
Prof. Dr. <b>U. Becker</b>	(Cambridge, USA)	Prof. Dr. <b>H. Meyer</b>	(Wuppertal)
Prof. Dr. <b>K. Berkelman</b>	(Cornell, USA)	Prof. Dr. <b>O. Nachtmann</b>	(Heidelberg)
Prof. Dr. <b>I. Butterworth</b>	(London)	Prof. Dr. <b>P. Söding</b>	(DESY)
Dr. <b>L. Criegee</b>	(DESY)	Prof. Dr. <b>V. Soergel</b>	(DESY, Vorsitzender)
Dr. <b>M. Davier</b>	(Orsay)	Prof. Dr. <b>D. Treille</b>	(CERN)
Dr. <b>E. Gabathuler</b>	(CERN)	Prof. Dr. <b>G.-A. Voss</b>	(DESY)
Dr. <b>J. Gayler</b>	(DESY)	Prof. Dr. <b>D. Wegener</b>	(Dortmund)
(ab Sept. 82)		Prof. Dr. <b>S. Yamada</b>	(Tokio)

## Mitglieder des Wissenschaftlichen Ausschusses (WA)

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

Dr. **D. Degèle** (MPE)

Dr. **G. Drews** (F 15)

Dr. **J. Engler** (F 36)  
KfK Karlsruhe, IEKP

**C. Falland** (MVA)

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

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

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

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

**H.-R. Heller** (MDE)

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

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

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

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

Dr. **V. Korbel** (F 21)

Dr. **P. Leu** (F 12)  
Universität Hamburg

Dr. **H.-U. Martyn** (F 34)  
RWTH Aachen

**H. Narciss** (MKK)

**W. Niemann** (F 41)  
FU Berlin, Universität Kiel,  
MPI Stuttgart

**R. Pamperin** (W)

Dr. **R. Rossmannith** (MPY)

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

Prof. Dr. **D. Schmidt** (F 32)  
Gesamthochschule Wuppertal

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

Prof. Dr. **U. Strohbusch** (F 31)  
Universität Hamburg

Dr. **H.-J. Stuckenberg** (F 56)

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

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

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

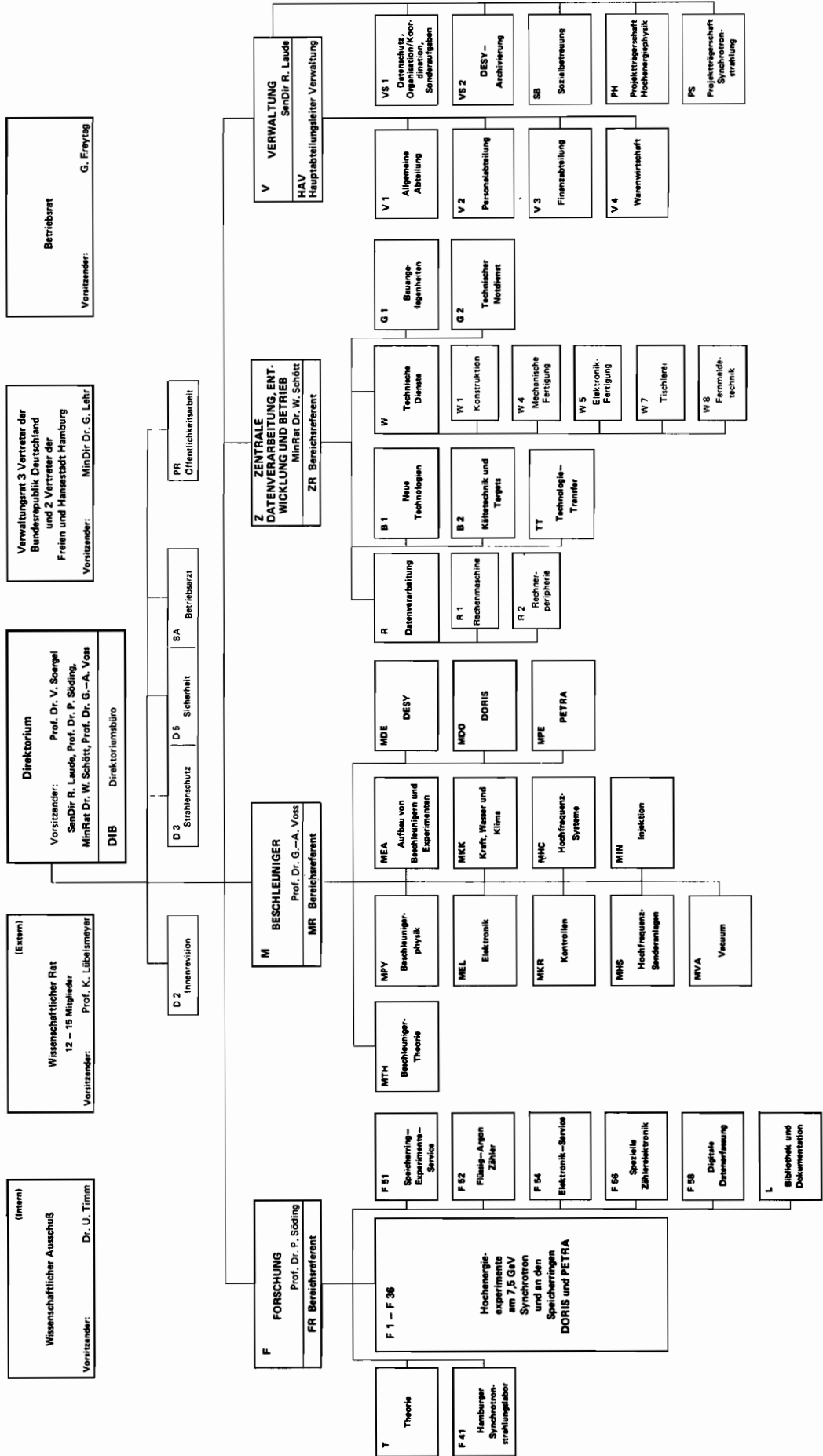
Dr. **T. Walsh** (T)

Prof. Dr. **R. Wedemeyer** (F 12)  
Universität Bonn

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

# DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

Organigramm für das Geschäftsjahr 1982  
Stand: 16. Februar 1982



# Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten

## Am Speicherring DORIS II:

### ARGUS

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
 Physikalisches Institut der Universität Dortmund  
 Inst. für Hochenergiephysik der Universität Heidelberg  
 Canadian Inst. of Particle Phys. IPP, Toronto (Canada)  
 Inst. of Physics, Kansas University, Lawrence KS (USA)  
 Institute of Physics, University of Lund (S)  
 Dept. of Physics, South Carolina Univ., Columbia SC (USA)

### Crystal Ball

Lauritsen Laboratory of Physics, California Inst.  
 of Technology CALTEC, Pasadena CA (USA)  
 Dept. of Physics, Univ. of Cape Town (South Africa)  
 Department of Physics,  
 Carnegie-Mellon University, Pittsburgh PA (USA)  
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg  
 Physikalisches Institut der Universität Erlangen  
 Dept. of Physics, Univ. and Istituto Nazionale di Fisica  
 Nucleare INFN, Firenze (I)  
 I. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg  
 Dept. of Physics, Harvard University, Cambridge MA (USA)  
 High Energy Physics Laboratory,  
 Institute of Nuclear Physics, Cracow (PL)  
 Physics Laboratory, University and National Inst. for  
 Nucl. and High Energy Phys. NIKHEF, Nijmegen (NL)  
 Elementary Particles Laboratory,  
 Princeton University, Princeton NJ (USA)  
 Stanford Linear Accelerator Center SLAC, Stanford CA (USA)  
 High Energy Physics Laboratory and  
 Dept. of Physics, Stanford Univ., Stanford CA (USA)  
 Physikalisches Institut der Universität Würzburg

## Am Speicherring PETRA:

- CELLO**
- Centre d'Etudes Nucléaires CEN, Saclay (F)
  - Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
  - Dept. of Natural Philosophy, University of Glasgow (GB)
  - II. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg
  - Institut für Experimentelle Kernphysik der Universität Karlsruhe
  - Kernforschungszentrum Karlsruhe,  
Institut für Kern- und Teilchenphysik
  - Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire Lal, Orsay (F)
  - Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik  
Werner-Heisenberg-Institut für Physik, München
  - Laboratoire de Physique Nucleaire et Hautes Energies,  
Université de Paris-VI (F)
  - Department of Physics and Astronomy,  
University of Tel Aviv (Israel)
- JADE**
- Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
  - II. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg
  - Institut für Physik der Universität Heidelberg
  - Department of Physics, University of Lancaster (GB)
  - Department of Physics, University of Manchester (GB)
  - Department of Physics and Astronomy,  
Maryland University, College Park MD (USA)
  - Rutherford Appleton Laboratory, Chilton (GB)
  - Lab. of Int.Coll. on Elementary Particle Physics  
and Inst. of Physics, University of Tokyo (Japan)
- MARK J**
- III. Physikalisches Institut der RWTH Aachen
  - California Inst. of Technology CALTEC, Pasadena CA (USA)
  - Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
  - Institute of High Energy Physics IHEP  
Chinese Academy of Science, Peking (VR China)

Junta de Energia Nuclear JEN, Madrid (E)

Laboratory of Nuclear Science, Massachusetts  
Institute of Technology MIT, Cambridge MA (USA)

National Inst. for Nuclear Physics and High Energy  
Physics NIKHEF, Amsterdam (NL)

**PLUTO**

I. Physikalisches Institut der RWTH Aachen

Department of Physics, University of Bergen (N)

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg

Dept. of Natural Philosophy, University of Glasgow (GB)

II. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg

Department of Physics and Astronomy,  
Maryland University, College Park MD (USA)

Fachbereich Physik der Gesamthochschule Siegen

Department of Physics and Astronomy,  
University of Tel Aviv (Israel)

Fachbereich Physik der Gesamthochschule Wuppertal

**TASSO**

I. Physikalisches Institut der RWTH Aachen

Physikalisches Institut der Universität Bonn

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg

II. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg

Department of Physics, Imperial College, London (GB)

Department of Nuclear Physics, University of Oxford (GB)

Rutherford Appleton Laboratory, Chilton (GB)

Physikalisches Institut, Gesamthochschule Siegen

Weizmann Institute, Rehovot (Israel)

Dept. of Physics, Wisconsin University, Madison WI (USA)





---

# Bereich Forschung

## Inhalt

	Seite
Übersicht	18
Experimente am Speicherring PETRA:	
CELLO-Kollaboration	22
JADE-Kollaboration	38
MARK J-Kollaboration	50
PLUTO-Kollaboration	66
TASSO-Kollaboration	80
Experimente am Speicherring DORIS II:	
ARGUS-Kollaboration	102
Crystal Ball-Kollaboration	110
Myon-Streuung am CERN SPS:	
Europäische Myon-Kollaboration ECM	118
Experimente mit der Synchrotronstrahlung	
HASYLAB, das Hamburger Synchrotronstrahlungslabor (Kurzbericht)	128
EMBL, Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie Außenstelle Hamburg bei DESY	132
Theoretische Physik	134
Technische Entwicklungen und Dienste	136
Bibliothek und Dokumentation	145

## Übersicht

Die Eigenschaften des Speicherrings PETRA und das Zusammenspiel des Beschleunigers mit den Experimenten sind inzwischen so vervollkommen worden, daß während der ersten Jahreshälfte 1982 mehr Daten über hochenergetische Elektron-Positron-Wechselwirkungen aufgenommen werden konnten als in der gesamten vorherigen Laufzeit von PETRA. Die Auswertung dieser Messungen erbrachte eine Fülle wichtiger Ergebnisse, die in den nachfolgenden Berichten der einzelnen Kollaborationen niedergelegt sind. An dieser Stelle soll auf einige besonders interessante Resultate hingewiesen werden.

### *Elektroschwache Interferenz*

Eine Frage von erstrangiger physikalischer Bedeutung ist die Frage nach dem Zusammenhang zwischen der schwachen und der elektromagnetischen Wechselwirkung, zweier der vier heute bekannten grundlegenden Arten von Wechselwirkungen. Ein solcher Zusammenhang wird durch die Glashow-Weinberg-Salam-Theorie postuliert. Einer der wichtigsten experimentellen Tests der Theorie besteht in der Messung der Paarerzeugung von Leptonen und Anti-Leptonen durch Elektron-Positron-Vernichtung

$$e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-, \quad e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-, \quad (\tau = \text{Tau-Lepton})$$

da an diesen Prozessen die schwachen und die elektromagnetischen Kräfte gleichzeitig beteiligt sind. Die Asymmetrie der Winkelverteilungen der in diesen Reaktionen erzeugten Myonen und Tau-Leptonen ist ein direktes Maß für die Interferenzeffekte zwischen den beiden Kräften. Messungen dieser Reaktionen bei PETRA sind besonders interessant, weil PETRA unter allen  $e^+e^-$ -Speicherringen die mit Abstand höchste Energie erreicht und sich infolgedessen die schwachen Kräfte, die sich bei kleinen Distanzen und daher hohen Energien zunehmend auswirken, in Experimenten an PETRA viel stärker zeigen als in allen anderen bisher durchgeführten Experimenten. Deshalb ist dieser Test für die einheitliche Theorie der schwachen und der elektromagnetischen Kräfte besonders signifikant.

### *Ladungsasymmetrie in Leptonen-Paarerzeugung*

Der Asymmetrieeffekt in der Winkelverteilung der Leptonen-Paarerzeugung konnte in PETRA-Experimenten zum ersten Mal im Jahre 1981 beobachtet werden. Im Berichtsjahr gelang es, die Genauigkeit der Messungen bedeutend zu steigern. Die aus allen PETRA-Experimenten zusammengefaßten Resultate für den Asymmetrieeffekt

$$A_{\mu\mu} = -(10,4 \pm 1,3)\%, \quad A_{\tau\tau} = -(7,9 \pm 2,3)\%,$$

sind zu vergleichen mit einer Erwartung von  $-9.3\%$  nach der Glashow-Weinberg-Salam-Theorie. Damit ist der Effekt für beide Arten der Leptonen nunmehr zweifelsfrei gezeigt. Wir stellen quantitative Übereinstimmung mit der Theorie fest. Die Ergebnisse erlauben einen weiteren Schluß: Die Glashow-Weinberg-Salam-Theorie fordert die Existenz von bisher unbeobachteten schweren Teilchen, deren Austausch die schwache Wechselwirkung vermittelt ebenso wie der Austausch von Photonen die elektromagnetische Wechselwirkung. Unter der Voraussetzung der Gültigkeit der Theorie erlauben die PETRA-Messungen nunmehr einen ersten Rückschluß auf die Masse eines solchen Teilchens, des  $Z^0$ ; man erhält  $M_Z = 71^{+7}_{-10}$  GeV. Seit der ursprünglichen Formulierung der Theorie der schwachen Wechselwirkung durch Fermi im Jahre 1934 ist dies der erste experimentelle Hinweis darauf, daß die schwache Wechselwirkung durch ein Teilchen

mit einer großen Masse übertragen wird oder, was damit gleichbedeutend ist, daß die schwachen Kräfte eine kleine, aber meßbare Reichweite von etwa einem Tausendstel des Protonendurchmessers haben. Diese Tatsache ist für unser Verständnis der Theorie außerordentlich wichtig, weil eine endliche Reichweite die notwendige Voraussetzung dafür ist, daß man eine gemeinsame Formulierung der schwachen und der elektromagnetischen Phänomene überhaupt in Betracht ziehen kann.

Wenn die einheitliche Theorie der schwachen und der elektromagnetischen Kräfte richtig und allgemein gültig ist, so muß sie auch für Quarks gelten. Eine Ausdehnung der Untersuchungen von den Leptonen auf die Quarks ist also der nächste wichtige Schritt. Von besonderem Interesse sind hierbei für DESY die schweren Quarks, die sogenannten Charm- und Bottom-Quarks, da diese in "gewöhnlicher" Materie so gut wie nicht vorhanden sind, sich aber durch hochenergetische Elektron-Positron-Vernichtung in großer Zahl erzeugen lassen. Während noch 1981 die Aussichten zur Erkennung der schweren Quarks an PETRA pessimistisch beurteilt wurden, sind im Berichtsjahr in den PETRA-Experimenten erste Versuche zur Identifizierung der schweren Quarks gelungen, und zwar sowohl auf statistische Weise (über sogenannte leptonische Zerfälle) wie auch in einzelnen Ereignissen (über den Nachweis der  $D^*$ -Resonanz, durch die sich ein Charm-Quark "markieren" läßt). Diese Verfahren ermöglichten es, erste Ergebnisse über die Interferenz der schwachen und der elektromagnetischen Wechselwirkung bei der Erzeugung dieser Quarks zu erhalten. Die Ergebnisse liefern eine – allerdings noch vorläufige – qualitative Bestätigung der Glashow-Weinberg-Salam-Theorie auch für die schweren Quarks.

*Ladungsasymmetrie in Quark-Paarherzeugung*

Auf dem Gebiet der Untersuchung der starken Kräfte zwischen den Quarks und der durch sie hervorgerufenen Teilchenbündel, der sogenannten Jets, erbrachten die neuen an PETRA gewonnenen Meßdaten eine Vertiefung und Verfeinerung früherer Ergebnisse. So konnte der besonders wichtige Wert der Erzeugungsrate von Quark-Antiquark-Paaren bei der Vernichtung von Elektronen und Positronen jetzt auf etwa 3% genau und bis zu Schwerpunktsenergien von 38.6 GeV herauf bestimmt werden. Eine Vielzahl von Fragmentationsprodukten der Quarks konnte in den Jets identifiziert werden; die Liste umfaßt die Teilchen  $e^\pm$ ,  $\mu^\pm$ ,  $\pi^\pm$ ,  $\pi^0$ ,  $K^\pm$ ,  $K^0$ ,  $\bar{K}^0$ ,  $\rho^0$ ,  $K^{*\pm}$ ,  $D^{*\pm}$ ,  $p$ ,  $\bar{p}$ ,  $\Lambda$ ,  $\bar{\Lambda}$ . Qualitativ neu ist der Befund einer sog. "harten Fragmentationsfunktion" der schweren Quarks. Die Deutung der Fragmentation ist bisher noch auf Modelle angewiesen. Der Einfluß der Fragmentation auf die Bestimmung der Kopplungskonstanten  $\alpha_s$  der starken Wechselwirkung, das Auftreten von 4-Jet-Ereignissen (neben den dominierenden 2- und 3-Jet-Zuständen), sowie die besonderen Eigenschaften der Jets aus Gluonen wurden weiter intensiv untersucht. Auch alle neuen Ergebnisse sind, so wie die früheren, mit der in den letzten Jahren entwickelten Theorie der Quarkkräfte der Quantenchromodynamik in Übereinstimmung. Die Vermutung, daß mit der Quantenchromodynamik die fundamentale Theorie der starken Wechselwirkung gefunden ist, wird dadurch weiter gestützt.

*Jet-Erzeugung*

Auch von theoretischer Seite wurde bei DESY der Quantenchromodynamik im Rahmen mannigfaltiger Untersuchungen über Gittereichtheorien besondere Aufmerksamkeit gewidmet. Insbesondere arbeitet man hier auf das außerordentlich interessante Ziel hin, durch numerische Rechnungen mit sogenannten Monte-Carlo-Methoden den Aufbau von Teilchen aus Quarks und Gluonen direkt aus der Quantenchromodynamik heraus verstehen und berechnen zu können.

*Quantenchromodynamik*

### *Suche nach neuen Teilchen*

Eine der wichtigsten Aufgaben für die PETRA-Experimente ist die Suche nach neuartigen physikalischen Phänomenen und neuen Teilchen. Bei der Elektron-Positron-Vernichtung entsteht ja zunächst reine Energie; diese steht dann zur Erzeugung neuer Teilchen vollständig zur Verfügung. Durch Erhöhung der Senderleistung des Hochfrequenz-Beschleunigungssystems wurde die Energie von PETRA im Herbst 1982 auf über 20 GeV gebracht. Gleichzeitig ist der PLUTO-Detektor in der Nordost-Halle wieder durch das Experiment CELLO ersetzt worden. Eine sorgfältige Suche insbesondere nach dem vermuteten sechsten Quark, dem sogenannten Top-Quark, in den Detektoren CELLO, JADE, MARK J und TASSO schloß sich an. Diese Suche wird im Jahr 1983 bei noch höheren Energien fortgesetzt.

Von besonderem theoretischen Interesse sind zur Zeit Ideen und Spekulationen über eine mögliche Supersymmetrie. Nach diesen Vorstellungen gibt es einen engen Zusammenhang zwischen den zwei bisher als grundsätzlich verschieden angesehenen Arten von Teilchen in der Natur, den Fermionen und den Bosonen (Teilchen mit halbzahligen bzw. ganzzahligen Drehimpuls). Die Supersymmetrie könnte manche der im Rahmen gegenwärtiger Theorien noch unverständlichen Zusammenhänge erklären. Eine notwendige Folge dieser Theorie ist die Existenz einer Anzahl neuartiger Teilchen mit besonderen Eigenschaften. Zwar kann die Masse dieser Teilchen nicht genau vorhergesagt werden, aber man hat Grund zur Annahme, daß in der gegenwärtigen Generation von Beschleunigern PETRA ganz besonders geeignet wäre, diese neuartigen Teilchen zu erzeugen und nachzuweisen. Ähnliches gilt übrigens auch für die bisher stets vergeblich gesuchten, bereits in der Glashow-Weinberg-Salam-Theorie vorhergesagten Higgs-Teilchen. Die Methoden für das Aufspüren solcher Teilchen in den PETRA-Experimenten konnten weiter verfeinert und zugleich der untersuchte Massenbereich erweitert werden. Anzeichen für die Existenz eines dieser Teilchen haben sich bisher nicht gezeigt; ein weiterer Bereich von Massen kann schon jetzt ausgeschlossen werden.

### *Y-Mesonen*

Die Forschungsarbeiten am Speicherring DORIS II sind nach erfolgtem Abschluß der Aufbauarbeiten des Speicherrings und der beiden Hochenergiedetektoren Crystal Ball und ARGUS gegen Jahresmitte planmäßig angelaufen. DORIS II ist in der Hochenergie-Betriebsart speziell auf die eingehende Untersuchung der schweren Bottom-(b)-Quarks hin ausgelegt; es ist die leistungsfähigste Maschine zur Erzeugung von b-Quarks in der Welt. Die b-Quarks bilden zusammen mit den zugehörigen Antiquarks ( $\bar{b}$ ) im Gebiet von etwa 10 GeV zahlreiche atomähnliche Systeme. Diese sogenannten Y-Zustände aus ( $b\bar{b}$ ) werden mit DORIS II direkt und ohne störende Untergrundteilchen erzeugt, so daß man ihre Eigenschaften sehr präzise untersuchen kann. Im Unterschied zu Atomen werden die Y-Zustände aber nicht durch die wohlbekanntesten elektromagnetischen Kräfte, sondern durch starke chromodynamische Kräfte (Austausch von Gluonen) zusammengehalten. Durch Messung der verschiedenen Anregungszustände und der Übergänge zwischen ihnen kann man daher die Gluonen-Kräfte der Quantenchromodynamik ähnlich detailliert erforschen, wie man in der Atom- und Molekülspektroskopie die elektromagnetischen Kräfte im Atom und Molekül erforscht hat. Die Physik der Bottom-Quarks wird zusätzlich dadurch bereichert, daß diese Quarks wegen ihrer großen Masse nach einer gewissen Zeit durch schwache Wechselwirkung zerfallen. Die Messung ihrer Zerfälle wird uns Kenntnis grundlegender Zusammenhänge in der schwachen Wechselwirkung zwischen den Quarks liefern.

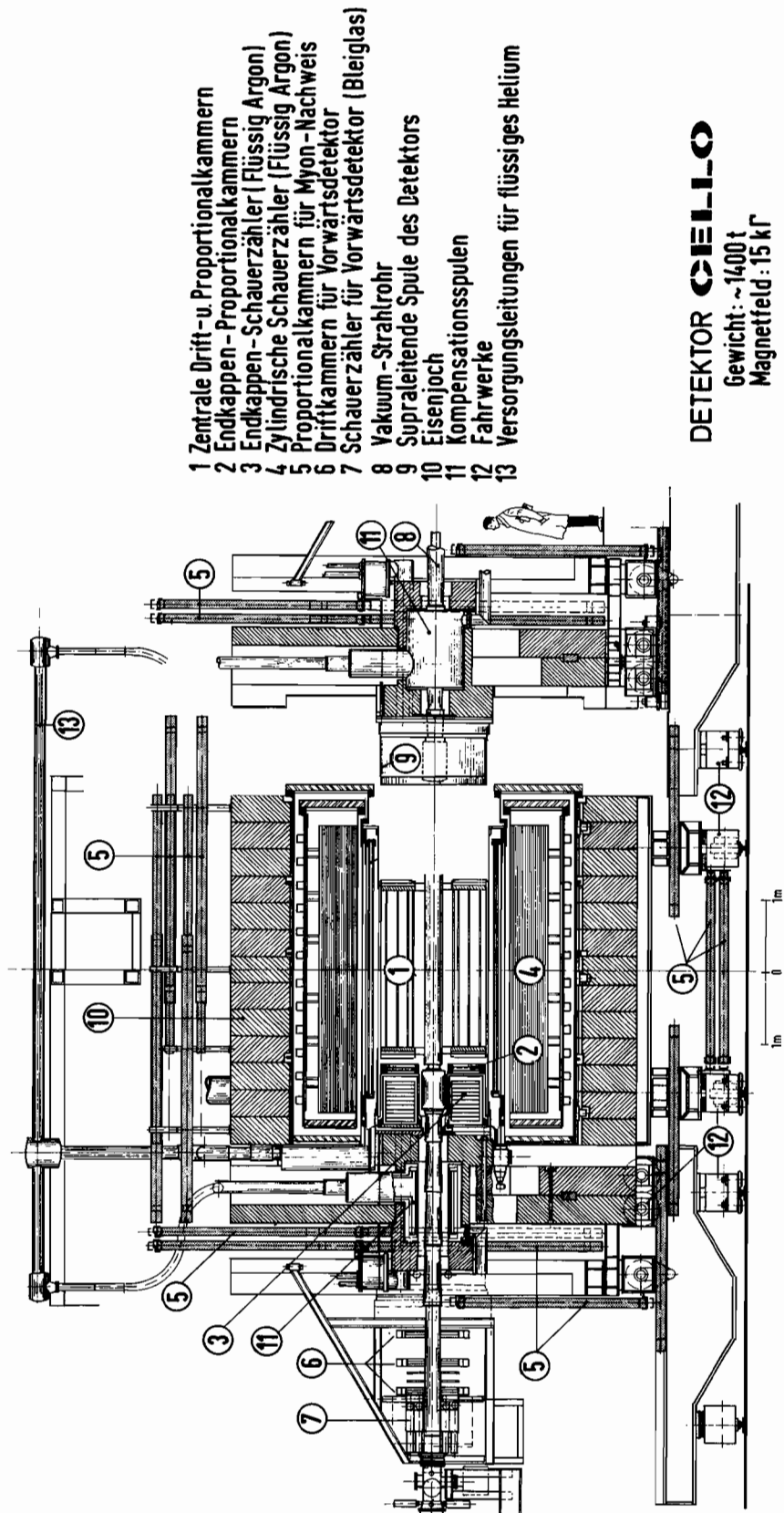
Mit dem von einer internationalen Kollaboration aus Stanford (USA) herübergebrachten und für die DORIS II-Experimente noch verbesserten Crystal Ball-Detektor steht ein ideales Instrument für die Untersuchung der  $\Upsilon$ -Zustände zur Verfügung. Der bei DESY ebenfalls von einer internationalen Kollaboration in den vergangenen Jahren aufgebaute ARGUS-Detektor bietet, neben guter Eignung für die  $\Upsilon$ -Spektroskopie, darüberhinaus besonders weitreichende Möglichkeiten für die Untersuchungen der Zerfälle der  $b$ -Quarks. Im Berichtsjahr konnten bereits mehr als 10 000  $\Upsilon$ -Zustände in jedem der beiden Detektoren nachgewiesen werden; ihre Analyse ist im Gang.

*Experimente  
an DORIS II*

Den beschriebenen Experimenten standen 2/3 der Experimentierzeit an DORIS II zur Verfügung. In der gleichen Zeit konnten neben den Experimenten der Teilchenphysik auch Experimente, welche die an DORIS II auftretende Synchrotronstrahlung nutzen, durchgeführt werden. Wegen der relativ hohen Strahlenenergie von 5 GeV in dieser Betriebsart von DORIS II ist dies besonders für Röntgenstrahl-Experimente interessant. Im restlichen Drittel der Experimentierzeit wurde ausschließlich Synchrotronstrahlung erzeugt und den Nutzern des Hamburger Synchrotronstrahlungslabors HASYLAB nach deren Wünschen zur Verfügung gestellt. Hierzu wurde bei Strahlenenergien um 3.5 GeV ein möglichst hoher Elektronenstrom gespeichert; im Gegensatz zur Teilchenphysik arbeitet man hierbei mit Strahlen aus vielen "Bunchen", d.h. vielen einzelnen Teilchenpaketen. Gegen Jahresende war die Zahl der für den Experimentierbetrieb im HASYLAB zur Verfügung stehenden Meßplätze auf 23 angewachsen. Die Synchrotronstrahlungs-Experimente arbeiten teils im Vakuum-Ultraviolett und teils im Röntgengebiet. Die Experimente umfassen ein weites Spektrum von Strukturuntersuchungen der verschiedensten Art an Atomen, Molekülen, Flüssigkeiten, Festkörpern und anderen Oberflächen sowie an Polymeren und biologischen Strukturen. Pläne für eine weitere Verbesserung der Strahleigenschaften durch den Einbau eines Wiggler-Magneten wurden in Angriff genommen.

*Experimente mit  
Synchrotron-  
strahlung*

Soweit die kurze Zusammenfassung der wichtigsten Forschungsaktivitäten beim DESY. Vollständigere und mehr ins Einzelne gehende Angaben über das Forschungsprogramm finden sich in den folgenden, nach Forschungsgruppen oder Sachgebieten unterteilten Darstellungen.



- 1 Zentrale Drift- u. Proportionalkammern
- 2 Endkappen - Proportionalkammern
- 3 Endkappen - Schauerzähler (Flüssig Argon)
- 4 Zylindrische Schauerzähler (Flüssig Argon)
- 5 Proportionalkammern für Myon - Nachweis
- 6 Driftkammern für Vorwärtsdetektor
- 7 Schauerzähler für Vorwärtsdetektor (Bleiglas)
- 8 Vakuum - Strahlrohr
- 9 Supraleitende Spule des Detektors
- 10 Eisenjoch
- 11 Kompensationsspulen
- 12 Fahrwerke
- 13 Versorgungsleitungen für flüssiges Helium

Abb. 1.1: Aufbau des CELLO-Detektors.

# CELLO-Kollaboration

**Beteiligte Institute:** CEN Saclay, DESY, Univ. Glasgow, Univ. Hamburg, Univ. und KfK Karlsruhe, LAL Orsay, MPI München, Univ. Paris-VI, Univ. Tel Aviv.

## Überblick

Der CELLO-Detektor zeichnet sich besonders durch seine hohe Nachweiswahrscheinlichkeit für Leptonen, Photonen und Hadronen über den fast vollen Raumwinkelbereich aus. Abb. 1.1 zeigt seine schematische Darstellung. Seine wesentlichen Komponenten sind der Spurdetektor (im Solenoidfeld einer dünnwandigen supraleitenden Spule), bestehend aus 12 zylindrischen Drift- und Proportionalkammern, ein Flüssig-Argon-Kalorimeter zum Nachweis von Photonen und Elektronen, und großflächige Drahtkammern hinter dem 80 cm dicken Eisenjoch des Magneten zum Nachweis von Myonen. Eine komplexe Triggerlogik ermöglicht neben Kombinationen von Kalorimeter- und Spurtriggern auch reine Zweispurtrigger, die bei der Messung leptonischer Endzustände von Bedeutung sind.

Im Berichtszeitraum wurden die Daten der 1. Meßperiode (März 1980 – August 1981) ausgewertet. Diese Daten wurden bei Schwerpunktsenergien von 34 GeV ( $\int Ldt = 11.2 \text{ pb}^{-1}$ ), 22 GeV ( $2.7 \text{ pb}^{-1}$ ) und 14 GeV ( $1.0 \text{ pb}^{-1}$ ) genommen. Die Analysen konzentrierten sich auf folgende physikalische Fragestellungen:

- Messung der Beiträge der schwachen Wechselwirkung zur Lepton-Paarzeugung. Die Beiträge äußern sich in der Asymmetrie der Produktionswinkelverteilungen.
- Bestimmung von Eigenschaften des Tau ( $\tau$ )-Leptons wie Lebensdauer, Zerfalls- und Verzweigungsverhältnissen etc.
- Suche nach skalaren Partnern der herkömmlichen Leptonen, wie sie von supersymmetrischen Theorien vorhergesagt werden.
- Einfluß von Fragmentationsmodellen auf die Bestimmung der QCD-Kopplungskonstante  $\alpha_s$ .
- Bestimmung der Strukturfunktionen des Photons.

Während der einjährigen Betriebspause wurden am CELLO-Detektor Verbesserungen im Hinblick auf die zu erwartenden höheren Energien bei PETRA angebracht: Es wurde eine Neuverdrahtung des Flüssig-Argon-Kalorimeters durchgeführt, die eine höhere Energie- und Ortsauflösung bei komplizierten Jet-Ereignissen ermöglicht. Außerdem wurde das Strahlrohr mit zwei Lagen von Driftröhren umgeben, die die Impulsauflösung für geladene Teilchen um etwa einen Faktor 2 verbessern. Es wurde ein Zähler-system zur Messung von Elektronen aus dem 2-Photon-Prozeß im Vorwärtsbereich (100-150 mrad) installiert, bestehend aus Bleiglaszählern und davor angebrachten Szintillationszählern. Im August 1982 wurde der verbesserte CELLO-Detektor wieder in der Wechselwirkungszone installiert.

## Physikalische Ergebnisse

Im folgenden wird auf einige der im Berichtszeitraum durchgeführten Analysen eingegangen.



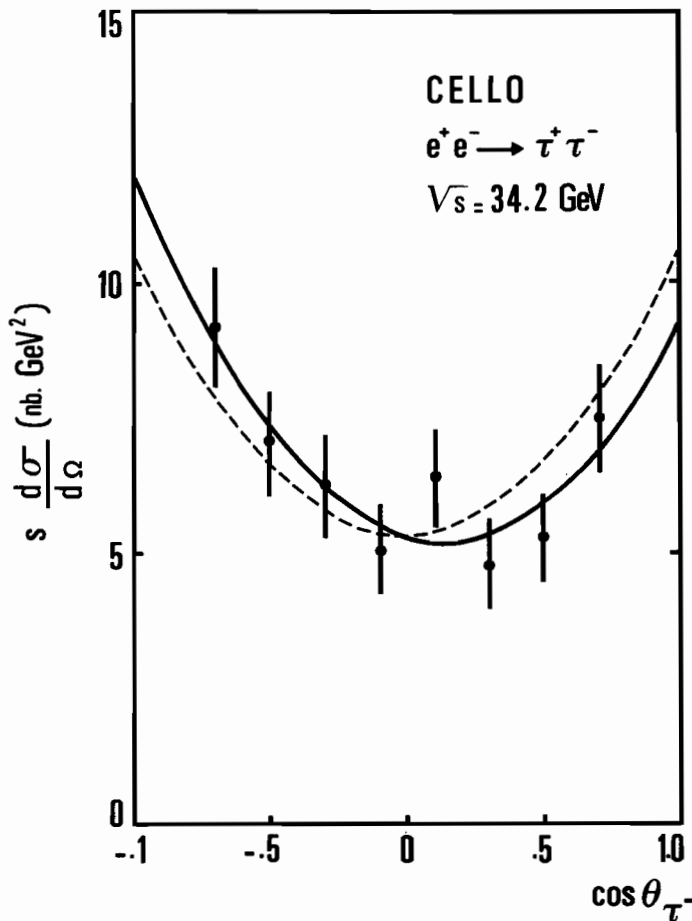


Abb. 1.2: Polare Winkelverteilung der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ . Eingezeichnet ist die Vorhersage der QED (gestrichelt) und das Ergebnis eines Fits für elektroschwache Beiträge  $A_{\tau^+\tau^-} = (-10.3 \pm 5.2)\%$ .

### Leptonische Endzustände und elektroschwache Interferenz

*Ladungsasymmetrie*

Die  $e^+e^-$ -Vernichtung in Leptonpaare ( $e^+e^-$ ,  $\mu^+\mu^-$ ,  $\tau^+\tau^-$ ) und die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  liefern bei niedrigen Schwerpunktsenergien ( $\sqrt{s} < 30 \text{ GeV}$ ) die klassischen Tests für die Quantenelektrodynamik (QED). Eine Vielzahl von Experimenten, so auch CELLO, haben die Gültigkeit der QED bis zu Abständen  $< 2 \times 10^{-16} \text{ cm}$  nachgewiesen. Im Rahmen einer vereinheitlichten Theorie der elektromagnetischen und schwachen Wechselwirkung (Glashow-Weinberg-Salam-Modell) werden bei höheren Energien (also kleineren Abständen zwischen den wechselwirkenden Teilchen) Abweichungen von der reinen QED-Vorhersage erwartet, die sich durch einen Parameter  $\sin^2\Theta_w$  ( $\Theta_w$  wird Weinberg-Winkel genannt) charakterisieren lassen. In der  $e^+e^-$ -Vernichtung in  $\mu^+\mu^-$ - und  $\tau^+\tau^-$ - Paare führen die zusätzlichen schwachen Beiträge (elektroschwache Interferenz) zu Asymmetrien ( $A_{\mu^+\mu^-}$  bzw.  $A_{\tau^+\tau^-}$ ) der polaren Winkelverteilung. Diese Asymmetrie ist anschaulich die relative Differenz der bezüglich des einlaufenden Elektrons vorwärts ( $\cos\Theta > 0$ ) und rückwärts ( $\cos\Theta < 0$ ) gestreuten Leptonen gleicher Ladung (daher auch Ladungsasymmetrie):

$$A(\mu^+\mu^-, \tau^+\tau^-) = \frac{N(\text{vorwärts}) - N(\text{rückwärts})}{N(\text{vorwärts}) + N(\text{rückwärts})}$$

Im GWS-Modell wächst die Asymmetrie  $A$  etwa proportional zum Quadrat der Schwerpunktsenergie  $\sqrt{s}$  und beträgt bei  $\sqrt{s} = 34$  GeV  $-9.1\%$ . Abb. 1.2 zeigt den differentiellen Wirkungsquerschnitt für  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ , der aus 434 Ereignissen gewonnen und für den eine Asymmetrie von  $(-10.3 \pm 5.2)\%$  bestimmt wurde.

Zusammen mit der Messung der Myonasymmetrie von  $(-6.4 \pm 6.4)\%$  ergibt sich eine statistisch signifikante Abweichung von der QED-Erwartung, die mit den Vorhersagen des GWS-Modells übereinstimmt. Aus der Asymmetrie der  $\tau$ -Paarerzeugung ergibt sich die Kopplungskonstante  $a_\tau$  (Stärke der Kopplung des axial-vektoriellen Anteils der schwachen Wechselwirkung an  $\tau^+\tau^-$ ) zu  $-1.12 \pm 0.57$ , in Übereinstimmung mit der Vorhersage von  $-1$  aus dem GWS-Modell.

Die beobachtete Ladungsasymmetrie bedeutet natürlich nicht eine Verletzung der QED, sondern weist lediglich auf die bei höheren Energien erwarteten, zunehmenden Beiträge der schwachen Wechselwirkung hin.

Aus den Messungen der Ladungsasymmetrie der Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ ,  $\tau^+\tau^-$  lassen sich die Produkte der Axialvektorkopplungskonstanten  $a_e a_i$  ( $i = \mu, \tau$ ) ermitteln. Mit Hilfe der Bhabha-Streuung ( $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ ) und der Annahme der Universalität der schwachen Wechselwirkung ( $a_e = a_\mu = a_\tau = a$ ,  $v_e = v_\mu = v_\tau = v$  = Stärke der Kopplung des vektoriellen Anteils der schwachen neutralen Wechselwirkung an ein geladenes Leptonpaar) wurden die Kopplungskonstanten  $v^2$  und  $a^2$  in einer Anpassung an die differentiellen Wirkungsquerschnitte bzw. Asymmetrien bestimmt. Das Ergebnis ist:

*Kopplungskonstanten  
des neutralen Stroms*

$$\begin{aligned} a^2 &= 1.22 \pm 0.47 \\ v^2 &= -0.12 \pm 0.33 \end{aligned}$$

Die Abbildungen 1.3a und 1.3b zeigen die experimentellen Daten und die Resultate der Anpassung.

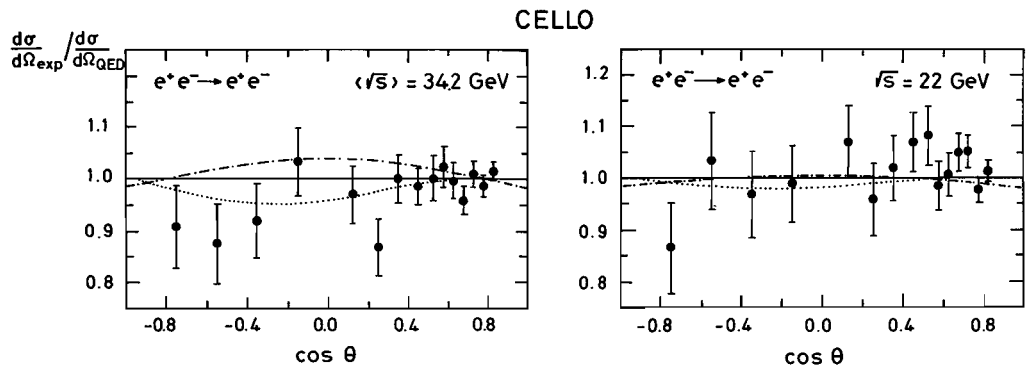
Im GWS-Modell erwartet man die Werte

$$\begin{aligned} a^2 &= 1 \\ v^2 &= (1-4\sin^2\Theta)^2 = 0.008, \quad \text{für } \sin^2\Theta_w = 0.228 \end{aligned}$$

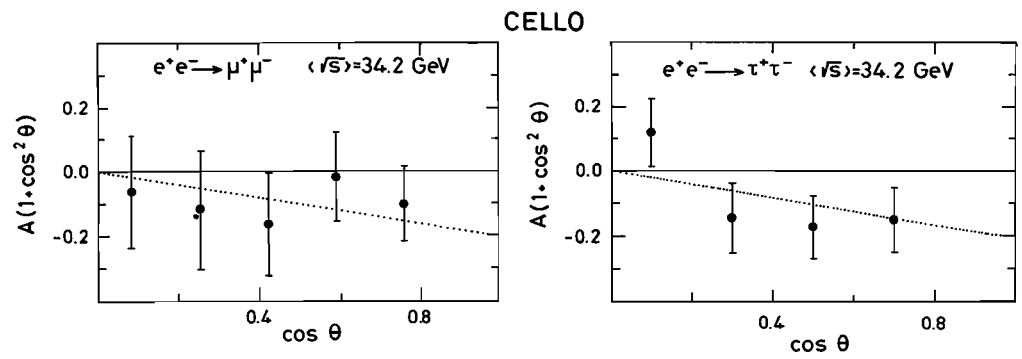
Die Ergebnisse sind in Übereinstimmung mit dieser Vorhersage, die auf Messungen des Weinberg-Winkels in der Neutrino-Streuung bei niedrigen Energien beruht. In Abb. 1.4 ist das 95%-Konfidenzintervall der Anpassung in der  $v^2$ -,  $a^2$ -Ebene dargestellt. Die Vektor-dominierte Lösung ( $v^2 \gg a^2$ ) aus der Neutrino-Elektron-Streuung ist mit über 4 Standardabweichungen ausgeschlossen, in Einklang mit der Axialvektor-dominierten Lösung ( $a^2 \gg v^2$ ) des GWS-Modells. Analysiert man die Daten im Rahmen dieses Modells (einziger freier Parameter  $\sin^2\Theta$ ), so erhält man

$$\sin^2\Theta = 0.21^{+0.14}_{-0.09}$$

in Übereinstimmung mit den Werten aus anderen Experimenten. Für die Masse des  $Z^0$ -Bosons kann die untere Grenze  $M(Z^0) > 57$  GeV (95% C.L.) angegeben werden. Weiterhin lassen sich in der Leptonpaarerzeugung zusätzliche Beiträge zum Vektorstrom untersuchen, die in den paritätsverletzenden Reaktionen wie der Neutrino-Elektron-Streuung nicht beobachtet werden können. Solche Abweichungen vom GWS-Modell werden durch einen Parameter  $C$  charakterisiert, für den die obere Grenze  $C < 0.031$  (95% C.L.) ermittelt wurde.



**Abb. 1.3a:** Differentielle Wirkungsquerschnitte für  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ , normalisiert auf QED. Die punktierte Linie zeigt den besten Fit für  $v^2$  und  $a^2$ .



**Abb. 1.3b:** Gewichtete Asymmetrie für  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  und  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ . Die punktierte Linie zeigt den besten Fit für  $v^2$  und  $a^2$ .

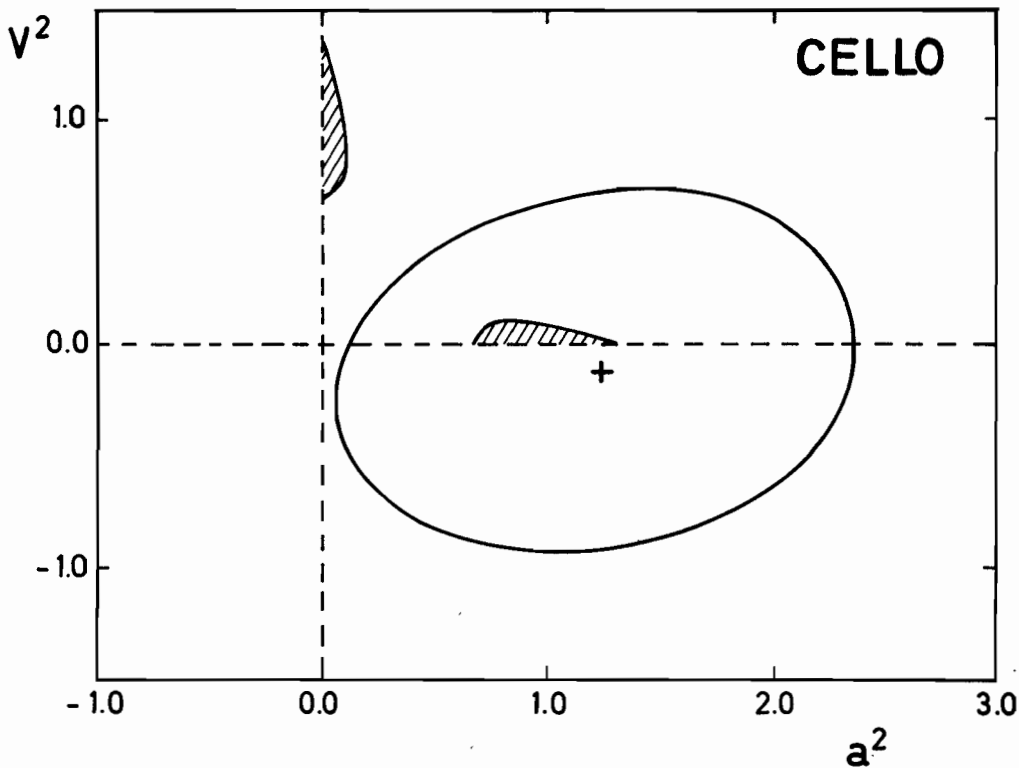


Abb. 1.4: 95%-C.L.-Kontur der Anpassung für  $v$  und  $a$ . Schraffiert sind die beiden Lösungen der Neutrino-Elektron-Streuung dargestellt.

Im Gegensatz zur Leptonpaarerzeugung tragen in der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  keine schwachen neutralen Ströme in niedrigster Ordnung bei. Man erwartet also, daß diese Reaktion bei den höchsten Energien nach wie vor nur durch die QED beschrieben wird. Tatsächlich stimmt der gemessene Wirkungsquerschnitt mit der QED-Vorhersage überein. Obere Grenzen für die QED-Abschneideparameter ergaben sich zu

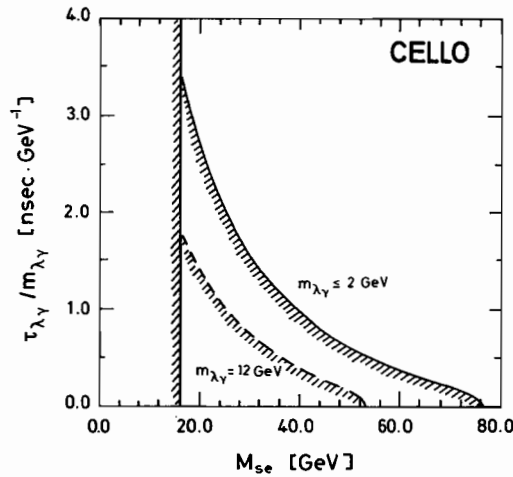
$$\Lambda_+ > 59 \text{ GeV und } \Lambda_- > 44 \text{ GeV}$$

Im Rahmen von supersymmetrischen Theorien, die versuchen Fermionen und Bosonen in gemeinsamen Darstellungen gewisser Gruppen (Supersymmetriegruppen) zu vereinen, werden skalare geladene Teilchen als Partner der beiden Helizitätszustände eines Leptons erwartet. Diese skalaren Teilchen können nur in ihren Leptonpartner und ein sogenanntes Photino, einen dem Neutrino ähnlichen Träger der supersymmetrischen Ladung, zerfallen. Supersymmetrische skalare Teilchen sucht man deswegen in rein leptonischen Endzuständen mit fehlender Energie (wegen der nicht nachgewiesenen Photinos). Die Suche nach solchen Teilchen blieb bisher erfolglos. Mit einer Vertrauensgrenze von 95% können folgende Teilchen ausgeschlossen werden:

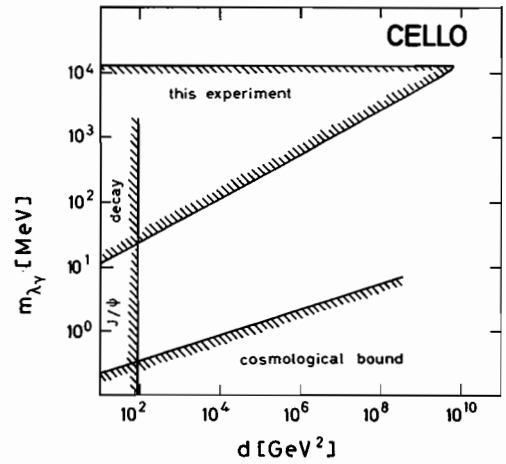
- skalare Elektronen im Massenbereich 2 GeV bis 16.8 GeV
- skalare Myonen im Massenbereich 3.3 GeV bis 16 GeV
- skalare  $\tau$ -Leptonen in den Bereichen 1.8 GeV bis 3.8 GeV und 6 GeV bis 15.3 GeV

Die Reaktion  
 $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

Suche nach neuen  
Teilchen



**Abb. 1.5a: 95% C.L. untere Grenzen für das Verhältnis von Lebensdauer zu Masse eines schweren Photinos, aufgetragen gegen die Masse eines skalaren Elektrons.**



**Abb 1.5b: 95%-C.L.-Grenzen für die Masse eines massiven Photinos, aufgetragen gegen den Skalenparameter  $d$  ( $m_{se} = 40$  GeV).**

Die Messung der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  wurde dazu benutzt, nach Reaktionen der Art

$$e^+e^- \rightarrow \lambda\gamma\bar{\lambda}\gamma \rightarrow \gamma\gamma + \text{fehlende Energie},$$

also direkter Produktion von Photinos ( $\lambda\gamma$ ) zu suchen. Dazu betrachtet man die Energie- und Impulsbilanz der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ . Auch muß man verlangen, daß das Photino innerhalb der Akzeptanz des CELLO-Detektors zerfallen ist, da es selbst keine Spur im Detektor hinterläßt. Es wurden im Rahmen der Auflösung des Detektors keine kollinearen  $\gamma$ -Paare mit fehlender Energie gefunden. Die nicht-kollinearen Paare waren verträglich mit Prozessen der Art  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma\gamma$ , wobei eines der  $\gamma$ -Quanten in der Apparatur nicht nachgewiesen wurde. Daraus erhält man eine obere Grenze von 1.1 pb für den Wirkungsquerschnitt für die Produktion eines leichten  $m(\lambda\gamma) < 2$  GeV Photino-Paares, das innerhalb der Apparatur zerfällt. Quantitativ kann man die Grenzen für die Existenz von Photinos am besten mit Hilfe der Diagramme 1.5a und 1.5b beschreiben. In Abb. 1.5a sind obere Grenzen für das Verhältnis von Lebensdauer zur Masse des Photinos angegeben, aufgetragen gegen die Masse des bei diesem Prozeß ausgetauschten skalaren Elektrons, und zwar für zwei verschiedene Annahmen für die Photino-Masse. In Abb. 1.5b ist die Masse des Photinos aufgetragen gegen den Skalenparameter  $d$  ( $\tau(\lambda\gamma) = 8\pi d^2 / m(\lambda\gamma)^5$ ). Die schraffierten Flächen sind durch bisherige Messungen ausgeschlossen.

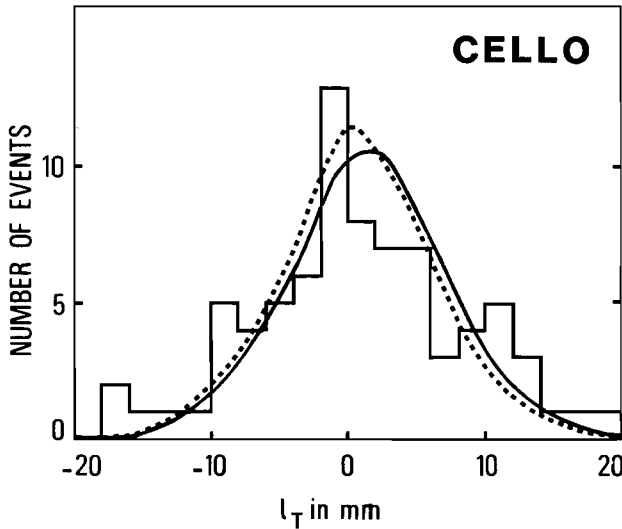


Abb. 1.6: Transversale Zerfallslängenverteilung für Tau-Leptonen. Die gepunktete Kurve ist die erwartete Verteilung für verschwindende Lebensdauer, die durchgezogene das Ergebnis einer Likelihood-Anpassung.

## Eigenschaften des Tau-Leptons

Im Vorausgegangenen wurde die Universalität der schwachen Kopplungen an die Leptonen vorausgesetzt. Eine unabhängige Bestimmung der Kopplungen des  $\tau$ -Leptons an den geladenen und neutralen schwachen Strom und ihr Vergleich mit den bekannten  $e$ - und  $\mu$ -Kopplungen stellen somit einen wichtigen Test dieser Annahme dar.

Die Messung der Lebensdauer  $T_\tau$  liefert eine direkte Bestimmung der Kopplungsstärke des  $\tau$ -Leptons an den geladenen schwachen Strom.  $T_\tau$  kann experimentell aus der mittleren Wegstrecke eines  $\tau$ -Leptons von seinem Entstehungs- bis zu seinem Zerfallspunkt ermittelt werden. Abb. 1.6 zeigt die Zerfallslängenverteilung von den 78  $\tau$ -Kandidaten, die in 3 geladene Teilchen zerfallen. Aus ihr wurde durch eine Likelihood-Anpassung die mittlere Lebensdauer  $T_\tau$  zu

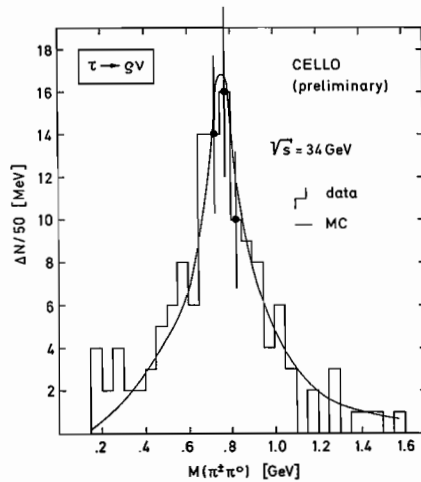
*Lebensdauer*

$$T_\tau = 4.7^{+3.9}_{-2.9} \times 10^{-13} \text{ [sec]}$$

bestimmt. Das Resultat ist in Übereinstimmung mit der Vorhersage aus der  $\mu$ - $\tau$ -Universalität:  $T_\tau = (2.8 \pm 0.25) \times 10^{-13} \text{ [sec]}$  und den Messungen am SLAC-Speicherring PEP.

Die besondere Triggerlogik des CELLO-Detektors ermöglicht es, Ereignisse auszuwählen, in denen mit großer Wahrscheinlichkeit  $\tau^+\tau^-$ -Paare erzeugt werden, wobei die  $\tau$ -Leptonen größtenteils in jeweils nur ein geladenes Teilchen (und Neutrinos) zerfallen. Zur Unterdrückung konkurrierender Untergrundprozesse wie  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ ,  $e^+e^-$  und leptonischer Zwei-Photon-Prozesse wurde auf die Analyse von solchen  $\tau^+\tau^-$ -Endzuständen verzichtet, bei denen **beide** Taus in  $\mu$  oder  $e$  zerfallen. Dadurch reduziert sich der

*Topologische Verzweungsverhältnisse*



**Abb. 1.7: Invariante Masse aus geladenen und neutralen Pionen für Ein-Spur-Zerfälle des Tau-Leptons.**

Anteil der analysierbaren  $\tau$ -Zerfallskanäle auf  $\sim 92\%$  des gesamten Wirkungsquerschnitts. Dieser hohe Anteil an meßbaren  $\tau^+\tau^-$ -Ereignissen ermöglicht eine genaue Bestimmung der Verzweungsverhältnisse  $B_i$  als Funktion der Ladungsmultiplizität  $i$  (topologische Verzweungsverhältnisse). Als Resultate ergaben sich:

$$\begin{aligned} B_1 &= 0.84 \pm 0.02 \\ B_3 &= 0.15 \pm 0.02 \\ B_5 &= 0.01 \pm 0.004 \end{aligned}$$

Das Verzweungsverhältnis  $B_1$  weicht um mehr als 3 Standardabweichungen vom bisherigen Weltmittelwert ab. Neuere Messungen mit dem MARK II-Detektor am Speicherring PEP scheinen die CELLO-Werte zu bestätigen.

*Hadronische Zerfälle*

Der Zerfall des  $\tau$ -Leptons in  $\rho^\pm$  und Neutrino ( $\nu$ ) kann dazu benutzt werden, die Polarisation der  $\tau$ -Leptonen und somit die Vektorkopplungskonstante  $v_\tau$  des neutralen Stromes zu messen, über die bisher keine Daten existieren. Zum Nachweis des  $\rho^\pm$ , welches in  $\pi^\pm\pi^0(\rightarrow\gamma\gamma)$  zerfällt, wurden jene Ereignisse, in denen ein  $\tau$ -Lepton in nur 1 geladenes (+neutrale) Teilchen zerfällt, auf zusätzliche, neutrale Schauer im Argon-Kalorimeter untersucht, die mit einer Schauerentwicklung für Photonen (aus dem  $\pi^0$ - Zerfall) verträglich sind.

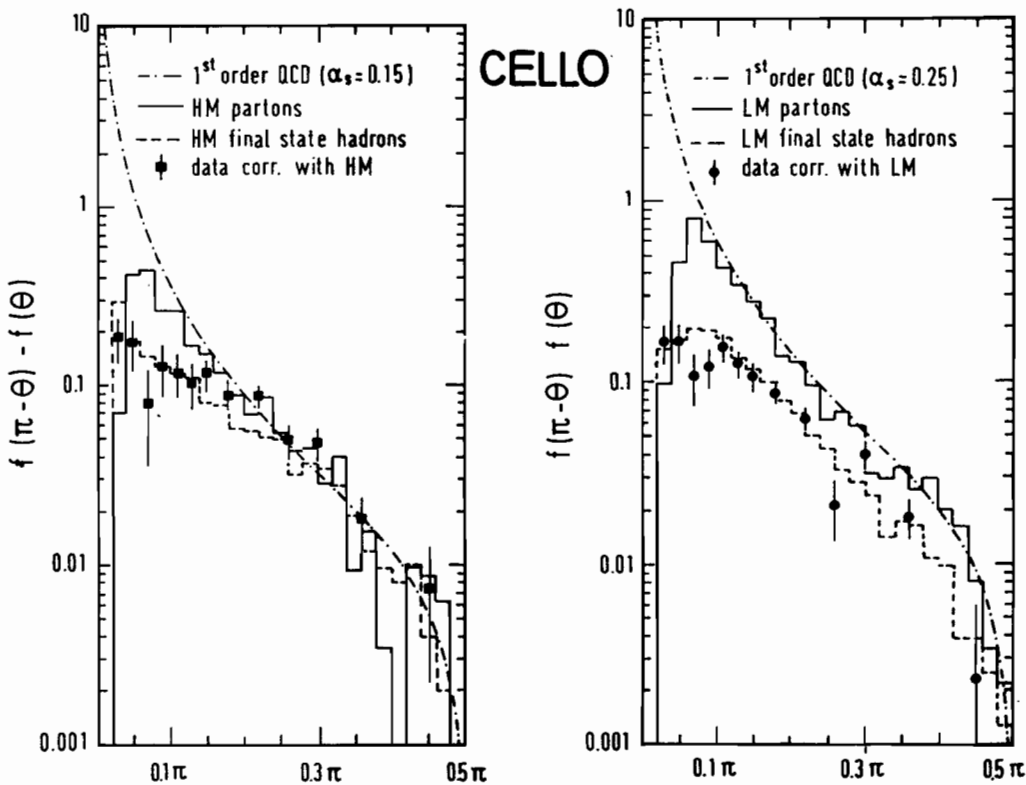
Die invariante Masse aus der geladenen Spur, interpretiert als  $\pi^\pm$ , und den akzeptierten Photonschauern im Kalorimeter ist in Abb. 1.7 gezeigt. Das nahezu untergrundfreie  $\rho$ -Signal (110 Ereignisse im Intervall 0.35 bis 1.2 GeV) stimmt in Masse und Breite mit den erwarteten Werten überein. Die durchgezogene Kurve stammt von einer Monte-Carlo-Simulation des  $\tau \rightarrow \rho\nu$ -Zerfalls im CELLO-Detektor. Die Arbeiten an der Bestimmung der  $\tau$ -Polarisation mit Hilfe des  $\rho$ -Zerfalls werden fortgesetzt.

Die Zerfälle des  $\tau$ -Leptons in 3 geladene (+ neutrale) Teilchen wurden auf ihre Resonanzstruktur hin untersucht. In Übereinstimmung mit Ergebnissen anderer Experimente laufen diese Zerfälle im wesentlichen über  $\tau \rightarrow A_1(\rightarrow\rho\pi)$  ab. Die Masse des  $A_1$  wurde zu  $1.13 \pm 0.04$  GeV bestimmt. Dieser Wert stimmt mit anderen  $\tau$ -Analysen überein, steht aber wie diese im Widerspruch zu Streuphasenanalysen von  $\pi$ -Nukleon-Experimenten, die Massen um 1.28 GeV für die Resonanz mit Spinparität  $1^+$  finden.

## Hadron-Produktion

Die Bündelung der sekundären Teilchen in zwei Jets (entsprechend der Erzeugung eines Quark-Antiquark-Paares ( $q\bar{q}$ )) ist wohl das hervorstechende Merkmal der multihadronischen  $e^+e^-$ -Ereignisse bei hohen Energien. Analysen der Ereignistopologie konnten neben den hauptsächlich auftretenden kollinearen 2-Jet-Ereignissen auch solche mit 3 Jets isolieren. Das Auftreten von 3-Jet-Ereignissen wird im allgemeinen als Gluonbremsstrahlung interpretiert, ein Effekt, der von der Quantenchromodynamik (QCD) vorhergesagt wird ( $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$ ). Die Rate der 3-Jet-Ereignisse ist im Prinzip durch die effektive QCD-Kopplungskonstante  $\alpha_s$  gegeben. Da QCD nur Aussagen über die Partonen ( $q, \bar{q}, g$ ) im Endzustand macht, müssen für den Vergleich mit den Daten empirische Modelle für den Übergang der Partonen in die beobachtbaren Hadronen (Fragmentation) herangezogen werden. Zwei Fragmentationsmodelle haben sich bei der Beschreibung der hadronischen Endzustände bewährt: Das Hoyer-Modell (HM), das auf dem Field-Feynman-Ansatz der unabhängigen Fragmentation der Quark- und Gluon-Jets basiert, und das Lund-Modell (LM), das die Quarks mit "Colorstrings" verbindet, die dann in Hadronen fragmentieren. Im Gegensatz zum HM sind die Fragmentationen der Quarks und Gluonen im LM nicht mehr unabhängig voneinander.

*Bestimmung der QCD-Kopplungskonstanten  $\alpha_s$*



**Abb. 1.8: Asymmetrie  $f(\pi-\Theta)-f(\Theta)$  der energiegewichteten Winkelkorrelationsfunktion für die Daten und die beiden Fragmentationsmodelle HM und LM (siehe Text).**



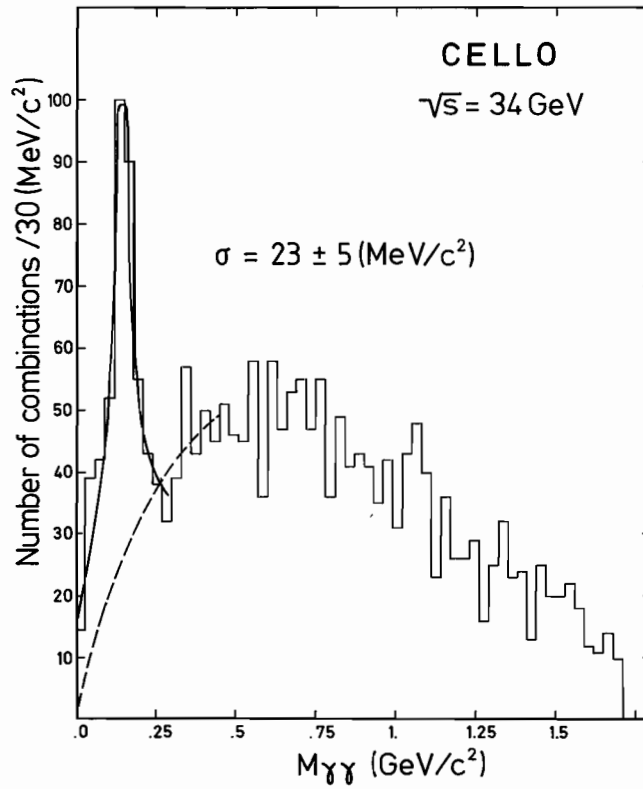


Abb. 1.9: Verteilung der invarianten Masse von Photonpaaren bei 34 GeV. Eine Gauß-Anpassung mit Polynomuntergrund an die Daten im  $\pi^0$ -Peak ist ebenfalls eingezeichnet.

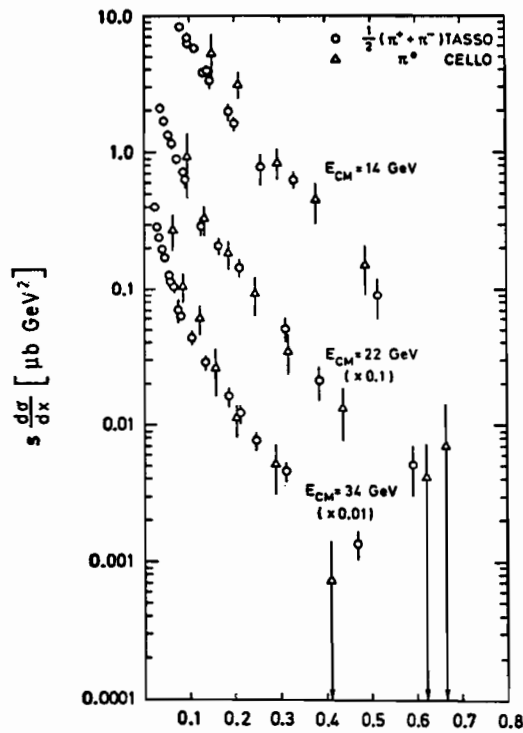


Abb. 1.10: Differentielle Wirkungsquerschnitte für inklusive  $\pi^0$ -Produktion bei 14, 22 und 34 GeV. Die Querschnitte für geladene  $\pi$ -Mesonen aus anderen Experimenten sind ebenfalls angegeben.

Erstmalig wurde nun die Abhängigkeit des Ergebnisses für  $\alpha_s$  vom zugrundegelegten Fragmentationsmodell untersucht. Dabei ergaben sich mit dem Lund-Modell systematisch höhere Werte für  $\alpha_s$ . Anschaulich bedeutet dies, daß im LM 3-Jet-Ereignisse mehr Ähnlichkeit mit 2-Jet-Ereignissen aufweisen (Kollimation) als im HM. Der Kollimationseffekt ist in Abb. 1.8 zu sehen, wo die Asymmetriefunktion der energiegewichteten Winkelkorrelationen geladener Hadronen für beide Modelle und die Daten aufgetragen sind. Bei 3-Jet-Ereignissen erwartet man eine Asymmetrie in der Winkelkorrelation, weil das Gluon unter kleinen Winkeln relativ zum Quark abgestrahlt wird. Die Diskrepanz bei LM zwischen Partonverteilung (Histogramm mit durchgezogener Linie) und Verteilung der Hadronen (Histogramm mit unterbrochener Linie) im Endzustand ist offensichtlich. Da beide Modelle jedoch die Daten gleich gut beschreiben (vergl. Abb. 1.8), ist dies keineswegs ein Einwand gegen das Lund-Modell. Es zeigt jedoch, daß man nicht ohne weiteres aus den Verteilungen der Fragmentationsprodukte auf Eigenschaften der erzeugenden Partonen rückschließen kann.

In bereits abgeschlossenen Untersuchungen konnte die Ähnlichkeit der Energieflüsse der geladenen und neutralen Komponenten von multihadronischen Ereignissen gezeigt werden. Weiterführend wurde versucht, neutrale  $\pi$ -Mesonen aus den im Flüssig-Argon-Kalorimeter gemessenen Schauern, die keiner Spur im Innendetektor zugeordnet werden konnten, nachzuweisen. Die Untersuchungen sind dadurch erschwert, daß aufgrund der Teilchenbündelung häufige Überlappungen der von Photonen herrührenden Schauer untereinander und mit denen von geladenen Spuren und anderen neutralen Teilchen ( $K^0$ ,  $n$ ) auftreten. Durch die gute Tiefenunterteilung des Kalorimeters ist es jedoch möglich, die Schauer in ihrer longitudinalen Entwicklung zu verfolgen und somit weitgehend von Untergrund zu befreien. Die Verteilung der invarianten Masse für Paarkombinationen der als Photonen akzeptierten Schauer bei einer Schwerpunktsenergie von 34 GeV ist in Abb. 1.9 gezeigt. Die Breite des  $\pi^0$ -Signals entspricht der Energieauflösung für Photonen von  $\sigma_E/E = 0.13/\sqrt{E}$  (GeV).

*Inklusive Produktion von  $\pi^0$ -Mesonen*

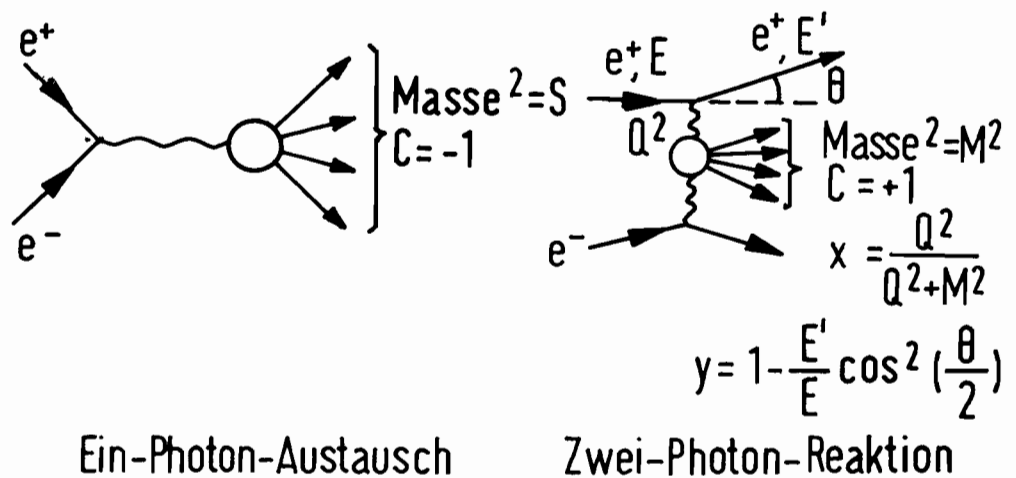
Die resultierenden inklusiven Wirkungsquerschnitte für die  $\pi^0$ -Produktion bei 14, 22 und 34 GeV als Funktion von  $x = 2E/\sqrt{s}$  sind in Abb. 1.10 gezeigt. Zum Vergleich sind auch die  $x$ -Verteilungen für geladene  $\pi$ -Mesonen aus dem TASSO-Experiment bei den jeweiligen Energien angegeben. Ein Vergleich der Daten deutet auf sehr ähnliche Wirkungsquerschnitte von geladenen und neutralen  $\pi$ -Mesonen hin, zumindest für große  $x$ .

Die Suche nach Elektronen in multihadronischen Ereignissen hat zum Ziel, das semileptonische Verzweigungsverhältnis von  $b$ -Quarks (mit der Eigenschaft Bottom) zu messen. Elektronen werden identifiziert, indem ihre im Kalorimeter gemessene Energie mit dem im Spurdetektor bestimmten Impuls verglichen wird. Die Tiefenentwicklung des Schauers muß mit der Erwartung für einen elektromagnetischen Schauer übereinstimmen. Die Kriterien reduzieren den Untergrund von Hadronen im erwarteten Elektronensignal zu weniger als 10%. Zur Anreicherung von Elektronen aus dem  $b$ -Quark-Zerfall wird ein minimaler transversaler Impuls der Elektronen bezüglich der Sphärizitätsachse des Ereignisses verlangt. Nach Korrekturen für Konversionselektronen und Subtraktion des Untergrundes aus  $u, d, s, c$ -Quark-Zerfällen erhält man einen vorläufigen Wert für das Verzweigungsverhältnis  $B(b \rightarrow e\nu X)$  von etwa 18%.

*Suche nach inklusiven Elektronen*

## Zwei-Photon-Reaktionen

Bei höheren Energien treten neben der bisher diskutierten Elektron-Positron-Vernichtung in Leptonen oder Hadronen zunehmend Reaktionen auf, bei denen sich  $e^+$  und  $e^-$  nicht vernichten, sondern, neben den produzierten Teilchen, auch im Endzustand erscheinen. Die Sekundärteilchen werden hier nicht durch einen virtuellen Ein-Photon-Zustand gebildet ( $C = -1$ ), sondern durch Kollision von 2 virtuellen Photonen ( $C = +1$ ), die von  $e^+$  und  $e^-$  abgestrahlt werden (siehe Skizze).



Ein-Photon-Austausch

Zwei-Photon-Reaktion

Während der Wirkungsquerschnitt für Ein-Photon-Austauschreaktionen mit  $1/s$  abfällt, steigt derjenige für Zwei-Photon-Prozesse logarithmisch mit der Energie an ( $s$  ist das Quadrat der Schwerpunktsenergie des  $e^+e^-$ -Systems).

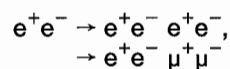
Physikalisch interessant sind die Zwei-Photon-Prozesse bei hohen Energien vor allem deshalb, weil sich in den **tiefinelastischen** Reaktionen ( $Q^2 \gg 1 \text{ GeV}^2$ ) die hadronischen Strukturfunktionen des Photons messen lassen. Mit den Variablen  $x$  und  $y$  (siehe Skizze) lautet der differentielle Wirkungsquerschnitt für tiefinelastische Streuung:

$$\frac{d\sigma}{dx dy} = \frac{1}{Q^4} (1-y) F_2(x, Q^2)$$

Die Beiträge zu  $F_2(x, Q^2)$  für  $Q^2 \rightarrow \infty$  lassen sich im Rahmen der QCD berechnen und stellen somit im Vergleich mit den Daten einen wichtigen Test der QCD dar.

*Tiefinelastische  
Produktion von  
Leptonpaaren*

Als Testreaktion für die tiefinelastische Produktion von Hadronen (siehe nächster Abschnitt) wurde die Produktion von Leptonpaaren untersucht:



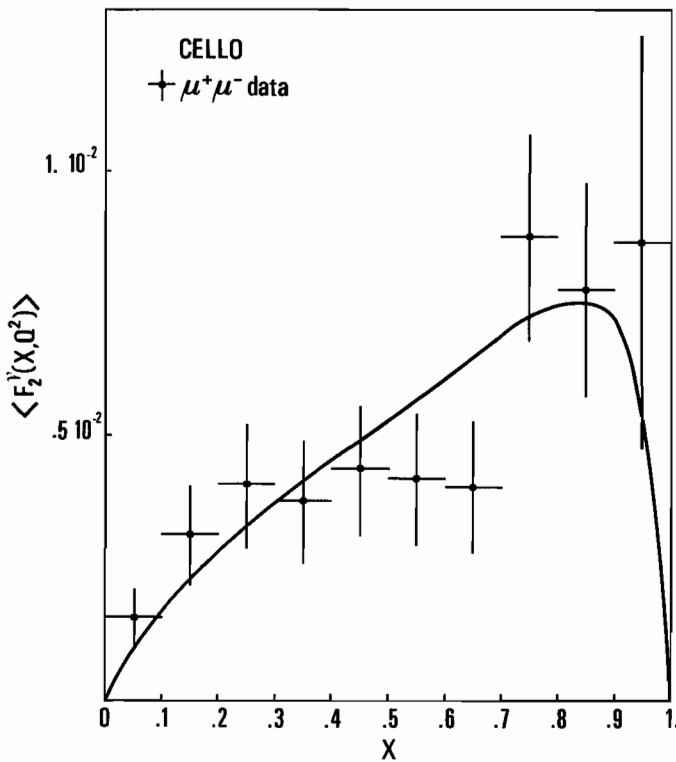


Abb. 1.11:  $F_2(x)$  für die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$ . Die Daten sind akzeptanzkorrigiert. Die Kurve entspricht der Vorhersage von QED.

Dieser Prozeß wird vollständig durch die QED ( $\sim \alpha^4$ ) beschrieben. Der kinematische Bereich der tiefinelastischen Streuung wird dadurch erreicht, daß ein  $e^+$  ( $e^-$ ) im Endkappenkalorimeter ( $7^\circ < \Theta < 21^\circ$ , siehe Abb. 1.1) verlangt wird mit einer Mindestenergie von 3.6 GeV. Die korrigierte Strukturfunktion  $F_2(x)$  für  $\mu^+\mu^-$ -Produktion (111 Ereignisse), gemittelt über den experimentellen  $Q^2$ -Bereich, ist in Abb. 1.11 gezeigt zusammen mit der Vorhersage der QED. Der mittlere Impulsübertrag für die gezeigten Ereignisse beträgt  $\langle Q^2 \rangle \sim 10$  [GeV/c] $^2$ .

Wie im Fall der Leptonpaare wurde auch bei der Hadronproduktion der kinematische Bereich der tiefinelastischen Streuung durch ein  $e^-$  ( $e^+$ ) im Endkappenkalorimeter festgelegt. Die Zahl der geladenen Spuren des hadronischen Systems mußte **größer** als 2 sein. Die akzeptanzkorrigierte Strukturfunktion  $F_2(x)$  ist in Abb. 1.12 gezeigt. Die gemessene Ereignisrate liegt weit über dem Vektordominanzmodell (VDM) (Kurve IV in Abb. 1.12), woraus geschlossen werden kann, daß das Photon bei tiefinelastischen Stößen in  $q\bar{q}$ -Paare fragmentiert. Die statistische Genauigkeit der Daten reicht noch nicht aus, um über die Notwendigkeit von QCD-Strahlungskorrekturen (Kurve I  $\rightarrow$  Kurve II) zu entscheiden, doch sind die Unterschiede groß genug für interessante Messungen in der Zukunft.

*Tiefinelastische  
Produktion von  
Hadronen*

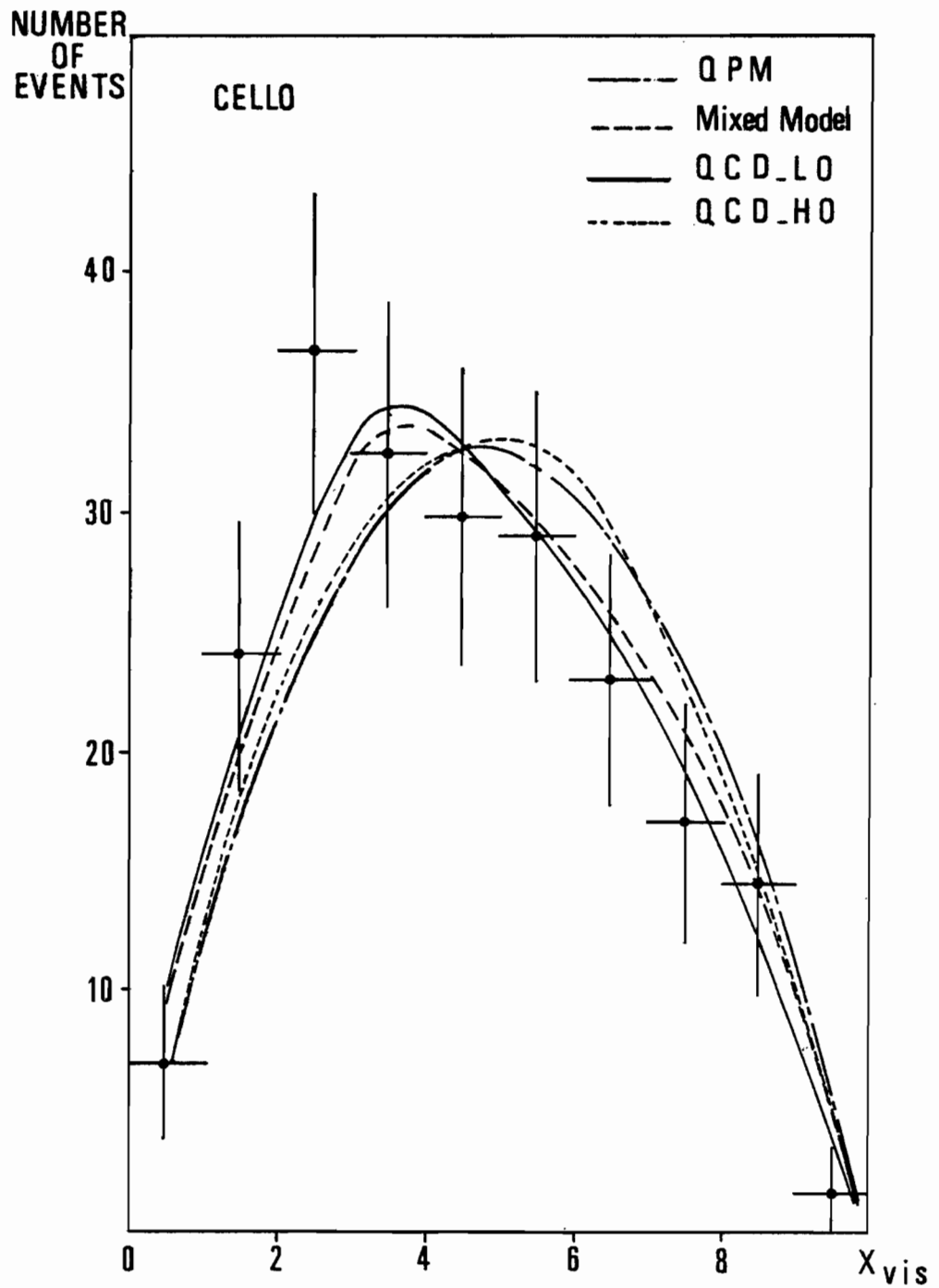


Abb. 1.12: Hadronische Photon-Strukturfunktion  $F_2(x)$ . Die Kurven entsprechen verschiedenen Vorhersagen (siehe Text).

## Apparative Verbesserungen am Detektor

Die einjährige Betriebspause von CELLO konnte genutzt werden, um folgende apparative Verbesserungen anzubringen:

Aus Kostengründen waren bisher räumlich weit getrennte Kanäle des Kalorimeters zu einem gemeinsamen elektronischen Kanal zusammengefaßt worden. Diese "Sternverdrahtung" erlaubte bei niedriger Anzahl ausgelesener Kanäle, die gute lokale Winkelauflösung zu erhalten, führte aber auch zu Mustererkennungsproblemen in komplizierten hadronischen Ereignissen. Die Sternverdrahtung wurde jetzt aufgehoben, außerdem wurde zur besseren Auflösung der Longitudinalentwicklung der Schauer die Tiefenstruktur verfeinert. Insgesamt erhöhte sich dadurch die Zahl der elektronischen Kanäle pro Kalorimeter von 384 auf 576.

*Neuverdrahtung  
der Flüssig-Argon-  
Kalorimeter*

Die Analyse der in der ersten Experimentierphase mit dem CELLO-Detektor genommenen Daten hat gezeigt, daß die Impulsauflösung des Zentraldetektors für geladene Teilchen bei den bisher bei PETRA erreichbaren Energien ( $E_{CM} < 38.7$  GeV) ausreicht, um die kleine, durch Beiträge der schwachen Wechselwirkung bedingte Ladungsasymmetrie bei der  $\mu$ - und Tau-Paarzeugung und grob die Lebensdauer des Tau-Leptons zu messen.

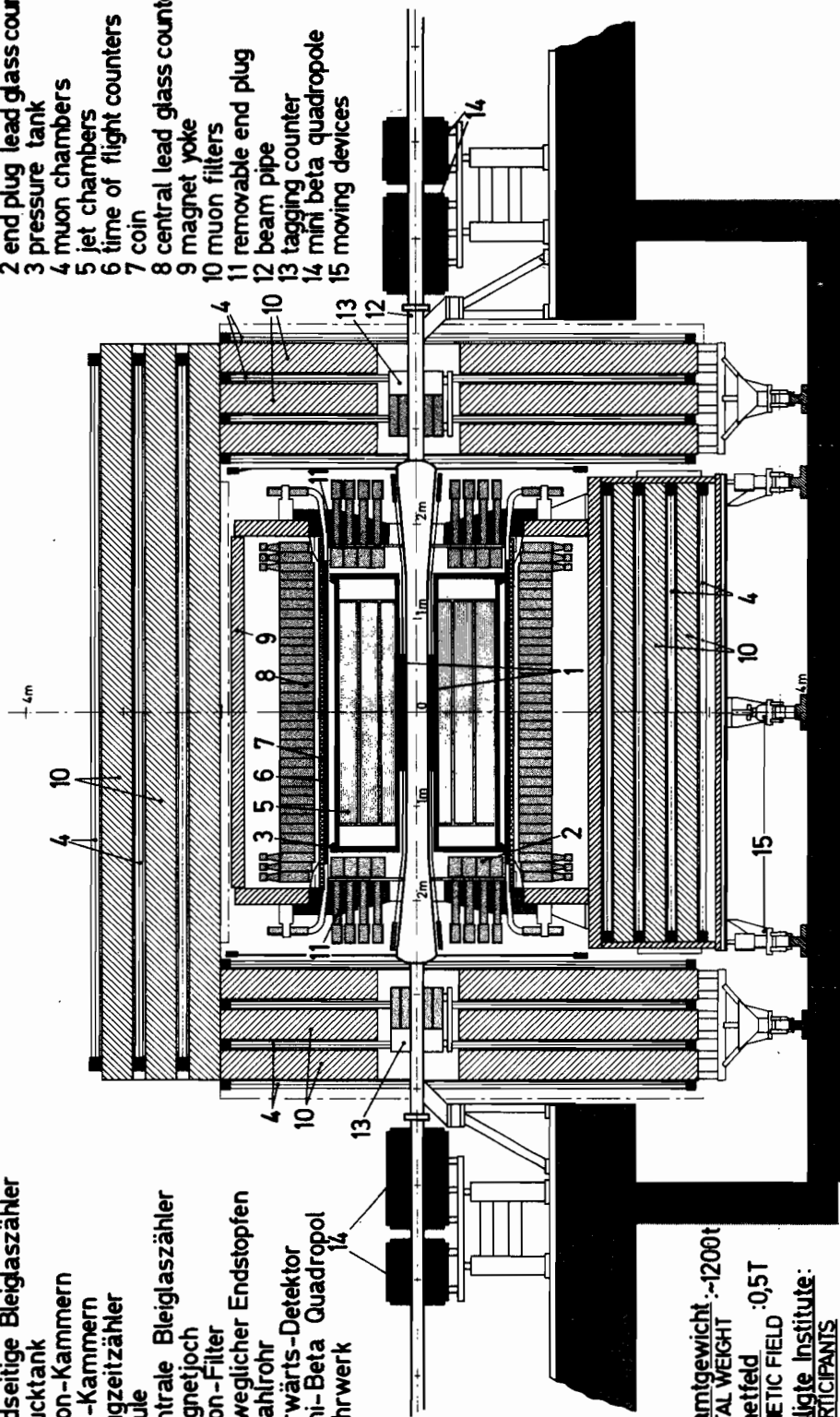
*Bau einer  
Driftrohrkammer*

Im Hinblick auf die kommenden Experimente bei höheren Energien ist jedoch eine Verbesserung der Impulsgenauigkeit, Vertexbestimmung und Zeitauflösung wünschenswert. Für diesen Zweck wurde ein neues dünnwandigeres Aluminium-Strahlrohr (2 mm Wandstärke) mit engerem Durchmesser (150 mm) gewählt und eine zylindrische Driftrohrkammer mit einem mittleren Radius von 111 mm in den Zentraldetektor eingefügt. Die Kammer besteht aus 2 dichtgepackten Lagen miteinander verklebter Al-Rohre (128 Rohre pro Lage, Rohrdurchmesser 5.3 bzw. 5.5 mm, Wandstärke 180  $\mu$ m), auf deren Achse jeweils 1 Zähl draht gespannt ist. In jedem einzelnen Rohr kann der Durchtrittsort eines geladenen Teilchens durch Driftzeitmessung mit einer Genauigkeit von etwa 200  $\mu$ m bestimmt werden. Diese zusätzliche Spurinformaton sollte sowohl die Impuls- als auch die Vertexgenauigkeit um etwa einen Faktor 2 steigern. Durch Vergleich der Zeitmessung in 2 einander überlappenden Driftrohren läßt sich neben dem Durchtrittsort auch der Durchtrittszeitpunkt einer Spur bestimmen. Die erwartete Genauigkeit beträgt einige Nanosekunden und sollte Untergrund von nicht mit dem  $e^+e^-$ -Kollisionspunkt korrelierter Höhenstrahlung wirksam unterdrücken. Die Strahlrohrkammer wurde im August in den Detektor eingebaut und zeigte bisher in Testmessungen mit Höhenstrahlung das erwartete Verhalten.

**MAGNETDETEKTOR JADE**  
MAGNETDETEKTOR

- 1 Strahlrohrzähler
- 2 Endseitige Bleiglaszähler
- 3 Drucktank
- 4 Myon-Kammern
- 5 Jet-Kammern
- 6 Flugzeitzähler
- 7 Spule
- 8 Zentrale Bleiglaszähler
- 9 Magnetjoch
- 10 Myon-Filter
- 11 Beweglicher Endstopfen
- 12 Strahlrohr
- 13 Vorwärts-Detektor
- 14 Mini-Beta-Quadropol
- 15 Fahrwerk

- 1 beampipe counters
- 2 end plug lead glass counters
- 3 pressure tank
- 4 muon chambers
- 5 jet chambers
- 6 time of flight counters
- 7 coil
- 8 central lead glass counters
- 9 magnet yoke
- 10 muon filters
- 11 removable end plug
- 12 beam pipe
- 13 tagging counter
- 14 mini beta quadropole
- 15 moving devices



Gesamtgewicht : ~1200t  
TOTAL WEIGHT  
Magnetfeld : 0,5T  
MAGNETIC FIELD  
Beteiligte Institute:  
PARTICIPANTS  
DESY, Hamburg, Heidelberg,  
Lancaster, Manchester,  
Rutherford Lab., Tokio

Abb. 2.1: Skizze des JADE-Detektors als Vertikalschnitt durch die Strahlachse.

## JADE-Kollaboration

**Beteiligte Institute:** DESY, Univ. Hamburg, Univ. Heidelberg, Univ. Lancaster, Univ. Manchester, Maryland Univ., Rutherford Appleton Lab. Chilton, Univ. Tokyo.

### Überblick

Während der gesamten 1982 bei PETRA zur Verfügung stehenden Meßzeit wurden mit dem JADE-Detektor, der in Abb. 2.1 mit seinen verschiedenen Komponenten skizziert ist, Daten genommen. Gleichzeitig wurde intensiv an der Datenanalyse und an Detektorverbesserungen gearbeitet. Bevor auf diese apparativen Weiterentwicklungen eingegangen wird, werden die wichtigsten 1982 erzielten Ergebnisse skizziert.

### Physikalische Ergebnisse

Ende 1981 gelang es erstmalig, eine signifikante Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie der  $\mu$ -Paare aus dem Prozeß  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  nachzuweisen. Diese Asymmetrie wird durch die Interferenz von elektromagnetischer und schwacher Wechselwirkung erklärt. Die Fehler dieser Messungen konnten 1982 wesentlich verringert werden. Die Abweichungen von der QED-Vorhersage sind in Abb. 2.2 klar zu erkennen. Die auf den vollen Winkelbereich extrapolierte Asymmetrie beträgt

*Elektroschwache  
Interferenzeffekte*

$$A_{\mu^+\mu^-} = (-11.6 \pm 1.9 \text{ (stat.)} \pm 1.0 \text{ (system.)})\%$$

und weicht somit um mehr als  $5\sigma$  von dem Wert  $A_{\mu^+\mu^-} = 0$  ab, wie er von der QED ohne Berücksichtigung neutraler schwacher Ströme vorausgesagt wird. Der gemessene Wert stimmt mit den theoretischen Vorhersagen der  $\gamma$ - $Z^0$ -Interferenz ( $A_{\mu^+\mu^-} = 9.4\%$  im GSW-Modell) innerhalb der experimentellen Unsicherheiten überein und erlaubt, für die Masse des  $Z^0$ -Bosons eine untere Grenze von 55 GeV (95% C.L.) zu setzen. Auch die gemessene Asymmetrie der Tau ( $\tau$ )-Paare  $A_{\tau^+\tau^-} = (-7.9 \pm 3.9)\%$  und die Winkelverteilung der  $e^+e^-$ -Paare aus der Bhabha-Streuung sind mit diesen theoretischen Vorhersagen gut verträglich, doch sind bei diesen Prozessen die Interferenzeffekte noch nicht so klar nachgewiesen wie bei der  $\mu$ -Paarerzeugung.

Eine genaue Kenntnis des Wirkungsquerschnitts für die Hadronenproduktion ist für die Elementarteilchenphysik von großer Wichtigkeit. Nach unseren heutigen Vorstellungen werden bei der Hadronproduktion, ganz analog zur Leptonpaarerzeugung, primär Quark-Antiquark-Paare erzeugt, die anschließend in die beobachteten Hadronen konvertieren. Der Wirkungsquerschnitt gibt nicht nur Aufschluß über die Anzahl der erzeugbaren Quarktypen und mögliche innere Strukturen dieser Quarks, sondern auch über die Quark-Gluon-Kopplungsgröße  $\alpha_s$  und den elektroschwachen Mischungswinkel  $\sin^2\Theta_W$ . Es gelang uns 1982, den systematischen Fehler dieser Messungen auf 3% zu reduzieren. Die Ergebnisse, die in Abb. 2.3 dargestellt sind, zeigen im Bereich  $12.0 \leq \sqrt{s} \leq 36.4$  GeV einen  $1/s$ -Verlauf und damit einen konstanten Wert für das Verhältnis  $R = \sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen})/\sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$ ; der mittlere Wert ist

*Hadronerzeugung  
durch  
 $e^+e^-$ -Annihilation*

$$\langle R \rangle = 3.97 \pm 0.05 \text{ (statistisch)} \pm 0.10 \text{ (Normalisierung)}.$$



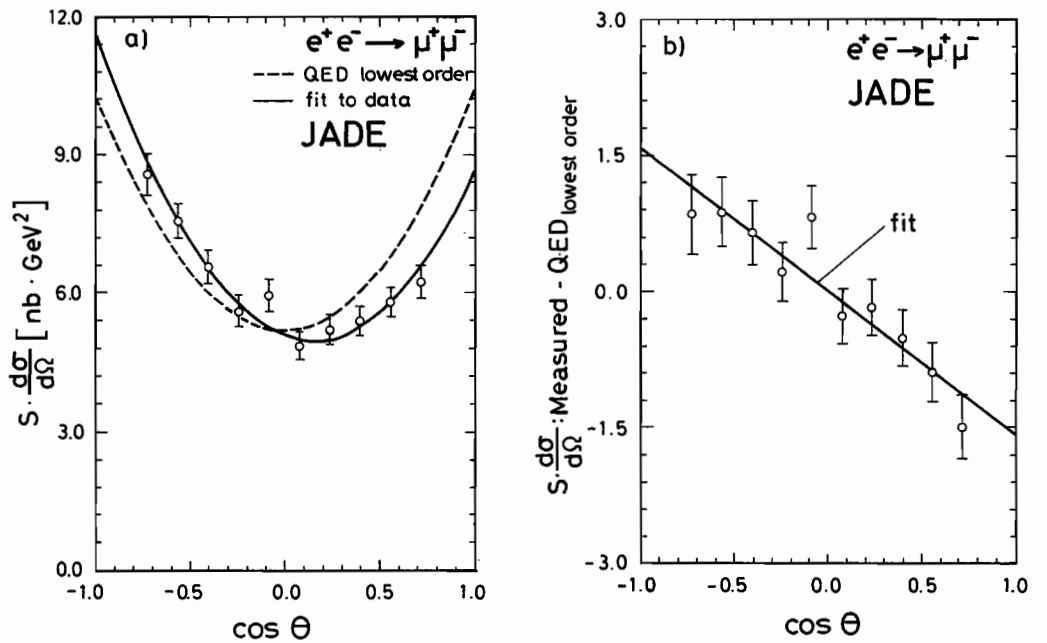


Abb. 2.2: Gemessene Winkelverteilung der in der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  erzeugten Myonen (a) und die Abweichungen der gemessenen Verteilung gegenüber der Vorhersage der Quantenelektrodynamik (b). Die ausgezogene Kurve gibt die Anpassung an die Daten unter Einbeziehung der  $\gamma$ - $Z^0$ -Interferenz wieder.

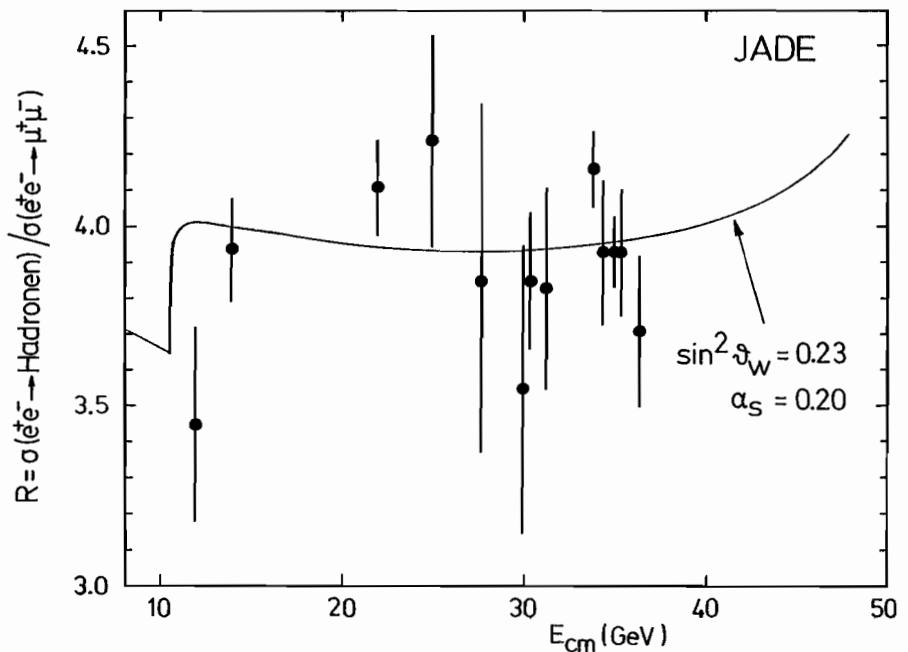


Abb. 2.3: Der Wirkungsquerschnitt für die Hadronenerzeugung durch  $e^+e^-$ -Vernichtung in Abhängigkeit von der Schwerpunktsenergie. Die eingezeichnete Kurve gibt den im Rahmen der Quantenchromodynamik unter Berücksichtigung der schwachen Wechselwirkung erwarteten Verlauf wieder.

Man kann diesen Messungen entnehmen, daß im Bereich  $15.0 \leq \sqrt{s} \leq 35.0$  GeV die Erzeugung eines weiteren Quarks mit Ladung  $2/3$ , neben den bekannten u-, d-, s-, c- und b-Quarks, ausgeschlossen werden kann, und daß die Erzeugung eines Quarks der Ladung  $1/3$  sehr unwahrscheinlich ist. Ein möglicher Quark-Formfaktor  $F(s) = 1 \pm s/(s - \Lambda_{\pm}^2)$  müßte Werte von  $\Lambda > 230$  GeV aufweisen, was einer oberen Grenze des mittleren quadratischen Ladungsradius von  $\sqrt{\langle r^2 \rangle} < 2.1 \times 10^{-16}$  cm entspricht. Außerdem wurde aus diesen Daten die Quark-Gluon-Kopplungsstärke zu

$$\alpha_s(Q^2 = 900 \text{ GeV}^2) = 0.20 \pm 0.08$$

und der elektroschwache Mischungswinkel zu

$$\sin^2 \Theta_W = 0.23 \pm 0.05$$

bestimmt.

Die Hadronen werden in der  $e^+e^-$ -Vernichtung bei hohen Energien vorwiegend in 2 entgegengesetzten Teilchenbündeln, 2 sogenannten Jets, erzeugt. Ereignisse mit 3 Jets werden bei PETRA seit 1979 beobachtet und untersucht. Sie wurden erfolgreich als Gluonbremsstrahlung ( $e^+e^- \rightarrow q\bar{q} + g$ ) im Rahmen der Quantenchromodynamik (QCD) interpretiert. Die bei diesem Prozeß erzeugten Partonen (Quark, Antiquark und Gluon) werden nicht direkt beobachtet, sondern konvertieren in Teilchenbündel, die dann im Experiment nachgewiesen werden.

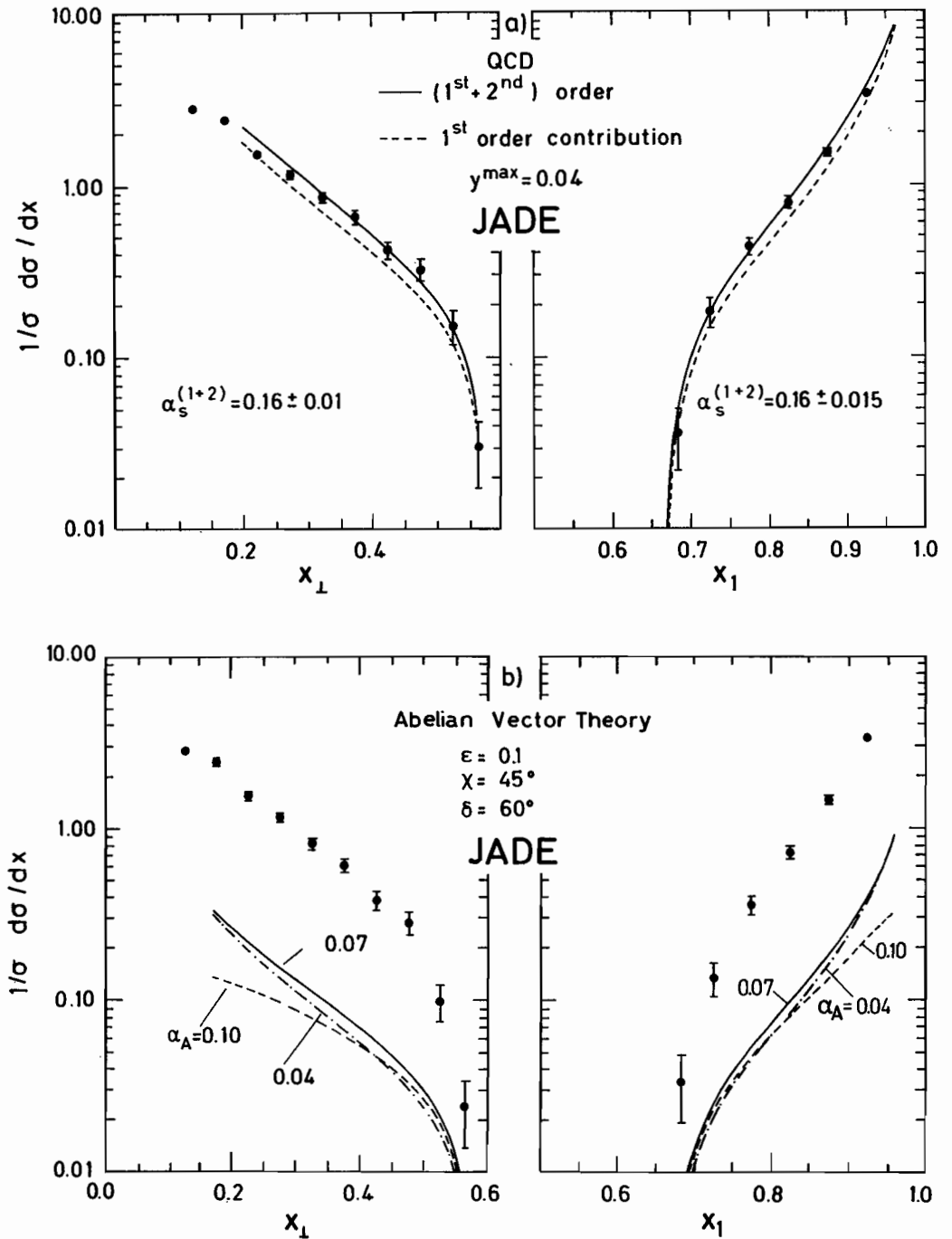
*Gluonbremsstrahlung  
und Verbreiterung  
des Gluonjets*

In Zusammenarbeit mit G. Kramer und G. Schierholz vom II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg konnte gezeigt werden, daß die QCD auch bei vollständiger Berücksichtigung der Terme 2. Ordnung in  $\alpha_s$  die beobachteten 3-Jet-Strukturen gut zu beschreiben vermag (Abb. 2.4a). Die nicht-Abelsche Struktur der QCD führt bekanntlich, anders als bei der QED, zur Selbstwechselwirkung der Feldquanten, die zuerst in Diagrammen 2. Ordnung als 3-Gluon-Kopplung in Erscheinung tritt. Es ist daher bemerkenswert, daß die Daten durch eine analoge Abelsche Theorie nicht beschrieben werden können (Abb. 2.4b).

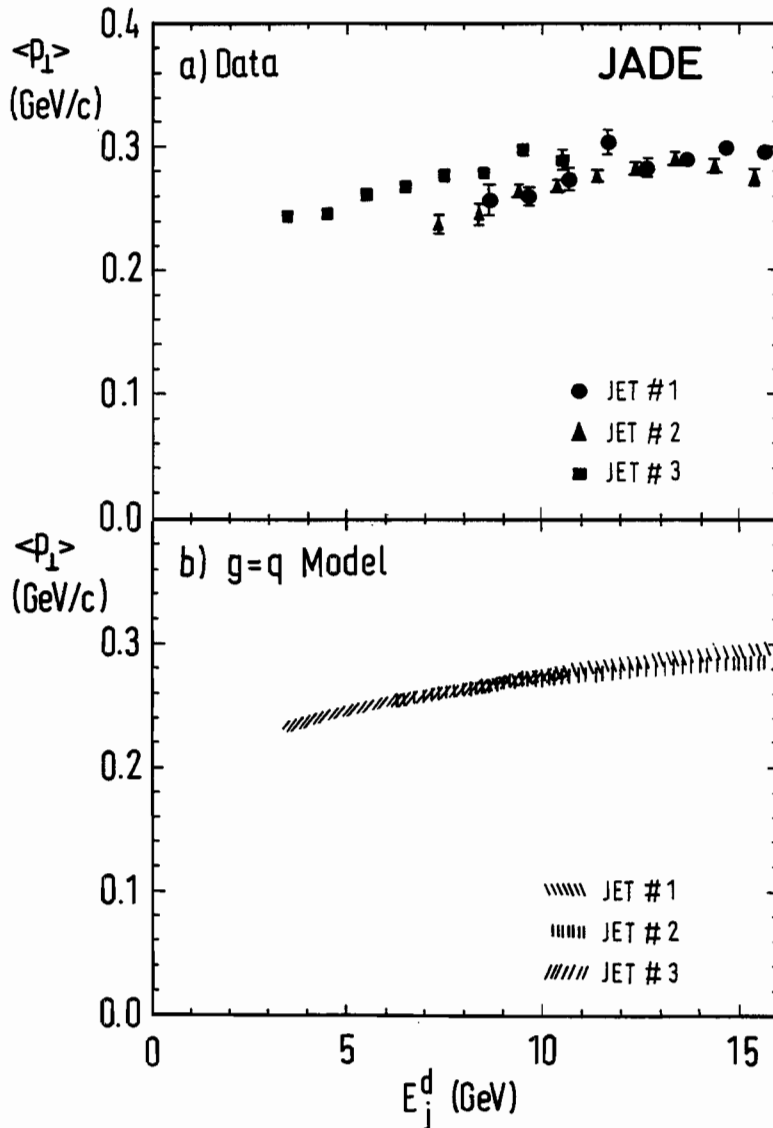
Eingehende Untersuchungen und Vergleiche der einzelnen Jets aus 3-Jet-Ereignissen ergaben, daß die Teilchenbündel der Gluonen breiter sind als die der Quarkteilchen. Als Maß für die Breite ist in Abb. 2.5 der mittlere Transversalimpuls der zu einem Jet gehörenden Teilchen bezüglich der Jetachse als Funktion der Jetenergie aufgetragen. Dabei stellt Jet #3 mit größter Wahrscheinlichkeit den Gluonjet dar. Die experimentellen Daten (Abb. 2.5a) zeigen, daß bei gleicher Energie der Gluonjet ein höheres  $\langle p_{\perp} \rangle$  besitzt als die beiden Quarkjets (#1 und #2). Modellrechnungen, in welchen Gluon und Quark völlig gleichwertig behandelt werden (Abb. 2.5b), zeigen dagegen keinen derartigen Effekt. Der beobachtete höhere Transversalimpuls des Gluonjets ist von besonderem Interesse, weil man im Rahmen der QCD bei hohen Energien in der Tat ein breiteres Gluonbündel erwartet.

Neben den 2- und 3-Jet-Ereignissen, die bei PETRA beobachtet werden, erwartet man auch mit geringerer Rate 4-Jet-Ereignisse. Diesen Ereignissen liegen QCD-Prozesse höherer Ordnung zugrunde, wie z.B.  $e^+e^- \rightarrow q\bar{q} + g + g$ . Es gelang 1982, mit den Daten des JADE-Experimentes 4-Jet-Ereignisse nachzuweisen. Dazu wurde eine statistische

*4-Jet-Struktur*



**Abb. 2.4:** Der Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung von Ereignissen mit 3-Jet-Struktur in Abhängigkeit der normierten Energie  $x_1$  des höchstenergetischen von den 3 Jets,  $x_1 = E_{\text{jet}}^{\text{max}}/E_{\text{beam}}$ . Die Daten werden in (a) mit den Vorhersagen der QCD verglichen und in (b) mit den Vorhersagen der QED ähnlichen abelschen Theorie. Für beide Vorhersagen wurde das  $\overline{\text{MS}}$  Renormierungsverfahren benutzt.



**Abb. 2.5: Der mittlere Transversalimpuls der Teilchen in einem Jet als Funktion der Jetenergie. Jet #3 hat die größte Wahrscheinlichkeit, den Gluonjet darzustellen. Die experimentellen Daten sind in (a) gezeigt, Modellrechnungen (b), in denen Quark und Gluon gleich behandelt werden, reproduzieren die beobachteten Unterschiede nicht.**

Analyse für zwei Meßgrößen (Akoplanarität und Tripodity) gemacht, die beide empfindlich sind auf das Vorhandensein von 4-Jet-Ereignissen. Beide Meßgrößen zeigen ein deutliches Signal (Abb. 2.6). Die Häufigkeit der 4-Jet-Ereignisse entspricht der Erwartung, wenn man die gemessene Kopplungskonstante  $\alpha_s$  zugrunde legt. Der Nachweis dieser 4-Jet-Ereignisse ist eine weitere Bestätigung der QCD und ein weiterer Schritt, Prozesse der starken Wechselwirkung in höherer als erster Ordnung zu untersuchen.

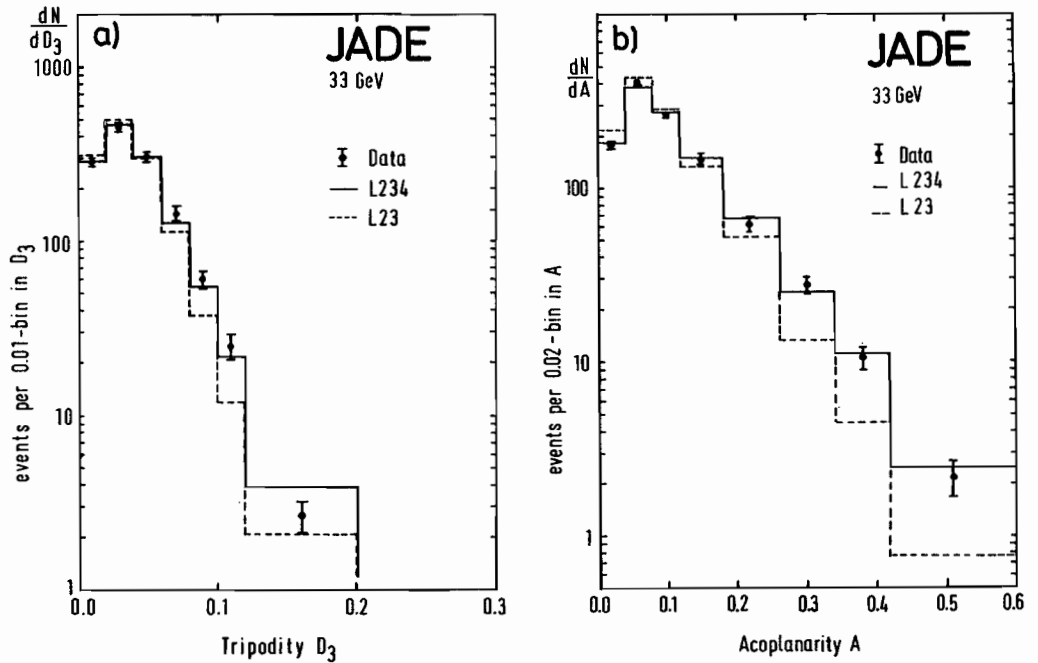


Abb. 2.6: Verteilung der hadronischen Ereignisse als Funktion der Größen "Tripodity" (a) und "Akoplanarität" (b). Diese Größen sind empfindlich auf 4-Jet-Beiträge. Die ausgezogenen Kurven schließen 4-Jet-Beiträge mit ein und stimmen gut mit den Daten überein, während das ohne 4-Jet-Beiträge nicht der Fall ist.

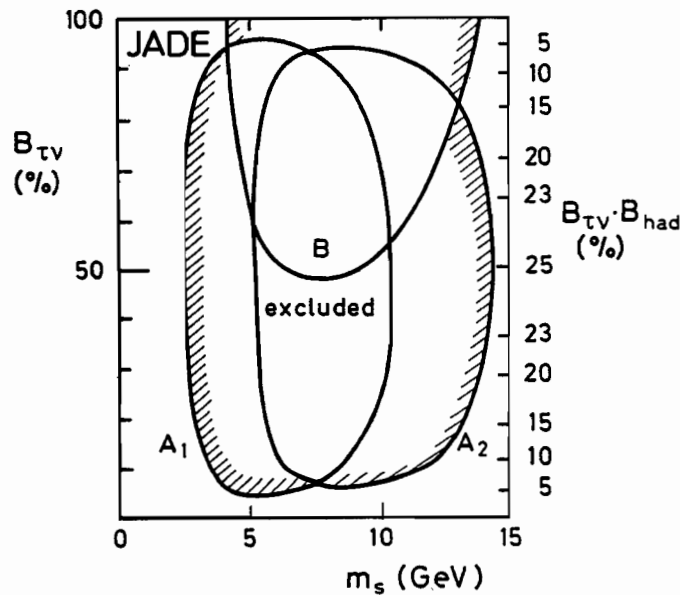


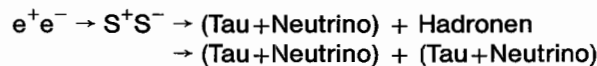
Abb. 2.7: Grenzen für den Zerfall eines geladenen spinlosen punktförmigen Teilchens S in ein schweres Lepton  $\tau$  und das dazugehörige Neutrino  $\nu$  als Funktion der Masse des Teilchens S. Der schraffierte Bereich kann durch die JADE-Messungen ausgeschlossen werden.

Aus der Verteilung der beobachteten Versetzungen von Myonspuren aus multihadronischen Ereignissen gegenüber dem Wechselwirkungspunkt konnte eine obere Grenze für die Lebensdauer ( $\tau$ ) des B-Mesons von  $\tau < 1.4 \times 10^{-12}$  sec bestimmt werden. Aus dieser Größe ergeben sich untere Grenzen für die sogenannten "schwachen Mischungswinkel".

*Obere Grenze für die Lebensdauer des B-Mesons*

Die  $e^+e^-$ -Annihilation eignet sich in hervorragender Weise für die Suche nach schweren punktförmigen geladenen Teilchen, da deren Erzeugungsquerschnitt sicher vorausgesagt werden kann. Im Berichtsjahr wurde u.a. nach der Erzeugung von Paaren geladener Spin-0-Teilchen gesucht:

*Suche nach geladenen Spin-0-Teilchen*



Dabei wurde in Übereinstimmung mit den Vorhersagen verschiedener theoretischer Modelle angenommen, daß diese neuen skalaren Teilchen bevorzugt in (Tau+Neutrino) oder in Hadronen zerfallen. Es wurden keine Anzeichen für die Erzeugung derartiger Teilchen beobachtet und es konnten die in Abb. 2.7 skizzierten Grenzen für das Verzweungsverhältnis  $S \rightarrow (\text{Tau} + \text{Neutrino})$  angegeben werden.

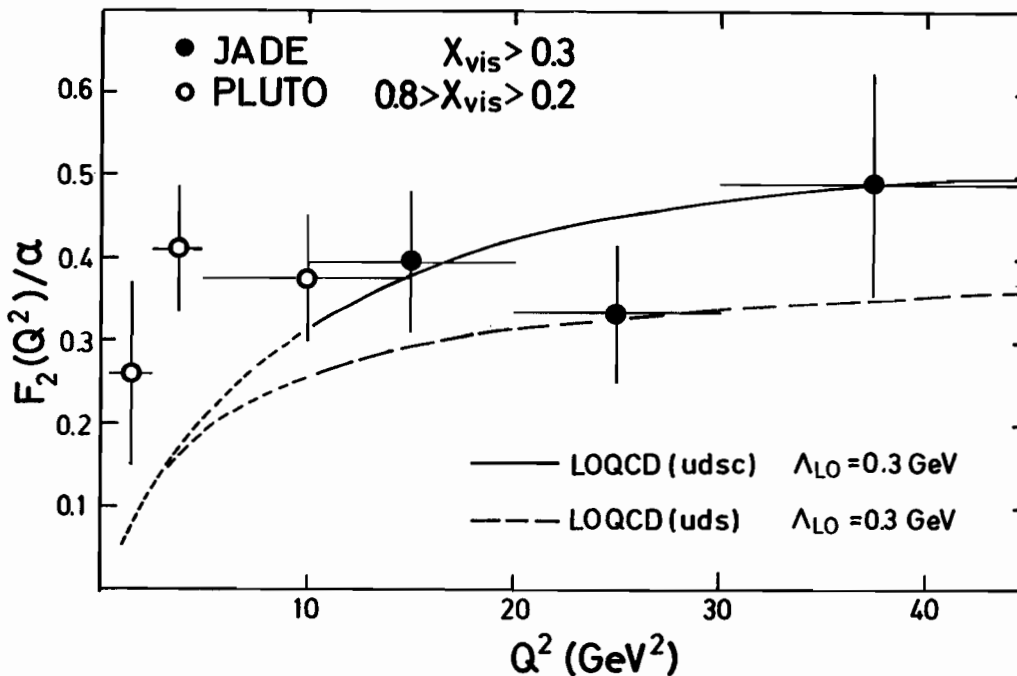


Abb. 2.8: Die Photon-Strukturfunktion  $F_2/\alpha$  als Funktion von  $Q^2$  in Vergleich zu QCD-Vorhersagen. Die eine Vorhersage schließt den theoretisch noch unsicheren Beitrag vom Charm-Quark ein, die andere nicht.

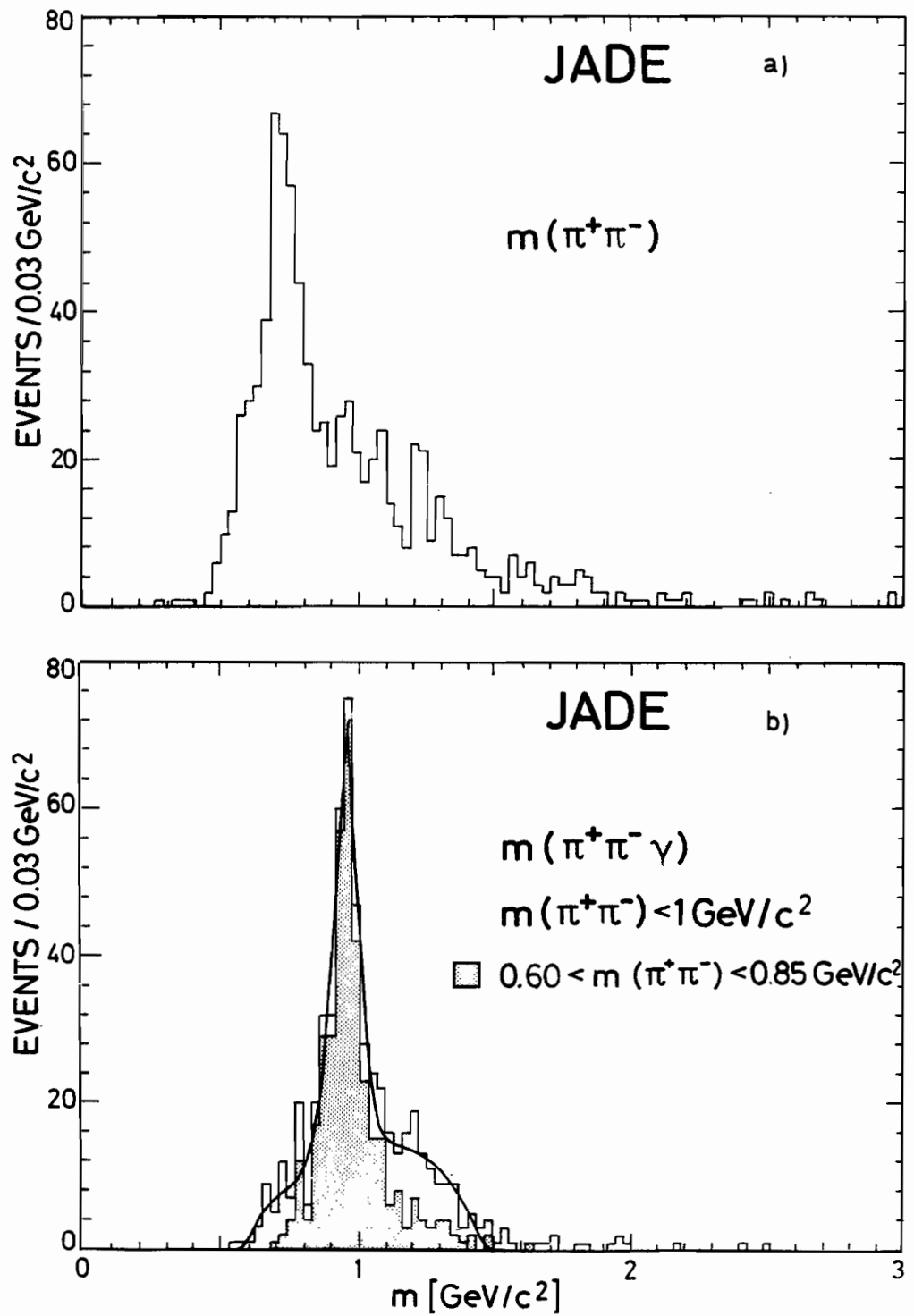


Abb. 2.9: Massenspektren der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \gamma \pi^+\pi^-$ . Das  $\pi^+\pi^-$ -Massenspektrum ist in (a) gezeigt und in (b) das  $\pi^+\pi^-\gamma$ -Massenspektrum, das ein deutliches eta'-Signal zeigt.

Neben der Hadronenerzeugung durch  $e^+e^-$ -Annihilation wurde auch die Erzeugung durch Kollision zweier nahezu reeller Photonen  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \text{Hadronen}$  untersucht, insbesondere die Erzeugung der Resonanzen:

*Zwei-Photon-Prozesse*

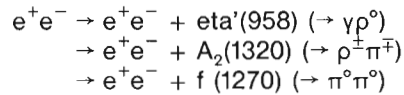


Abb. 2.9 zeigt die  $m(\pi^+\pi^-)$ - und  $m(\pi^+\pi^-\gamma)$ -Massenspektren für den Prozeß  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \eta'(958)$ . Aus diesen Daten konnte die Zerfallsbreite des  $\eta'$  bestimmt werden:

$$\Gamma(\eta' \rightarrow \gamma\gamma) = 5.0 \pm 0.5 \text{ (stat.)} \pm 0.9 \text{ (system.) [keV]}$$

Wird eines der gestreuten Elektronen in dem Prozeß  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \text{Hadronen}$  unter großen Winkeln zur Strahlachse nachgewiesen, so kann man diesen Prozeß als Streuung eines Elektrons an einem fast reellen Photon betrachten. Dadurch wird es möglich, die Strukturfunktionen des Photons zu bestimmen, ähnlich wie durch die inelastische Elektron-Nukleon-Streuung die Strukturfunktionen des Nukleons bestimmt wurden. Diese Messungen sind von großem Interesse, weil die Strukturfunktionen des Photons theoretisch leichter zugänglich sind als die des Nukleons. Abb. 2.8 zeigt einen Vergleich der ersten Messungen, die 1982 zu wesentlich größeren  $Q^2$  hin ausgedehnt werden konnten, mit den Vorhersagen der Quantenchromodynamik.

## Apparative Verbesserungen am Detektor

Die Weiterentwicklung des JADE-Detektors zielte 1982 darauf, die im Zusammenhang mit der Energieerhöhung von PETRA erhöhten Anforderungen an das Energieauflösungsvermögen und die Untergrunddiskriminierung zu erfüllen.

Dazu wurde im Frühjahr 1982 das Triggersystem durch ein System schneller Koinzidenzen zwischen den Bleiglas- und Flugzeitzählern erweitert.

*Trigger*

Eine Gruppe von Physikern der Universität Helsinki hat ein Mikroprozessor-System entwickelt, das eine erste Auswertung unmittelbar nach der Datennahme zu machen erlaubt. Hardware und Software dieses Systems wurden 1982 weitgehend fertiggestellt.

Außerdem wurde ein z-Trigger entwickelt, der eine schnelle Entscheidung darüber ermöglicht, ob ein Ereignis aus der  $e^+e^-$ -Wechselwirkungszone kommt. Diese Entscheidung kann in der Zeit zwischen zwei Strahlkollisionen getroffen werden und verursacht somit keine Totzeit. Der Trigger verwendet schnelle ADC's (Flash ADC).



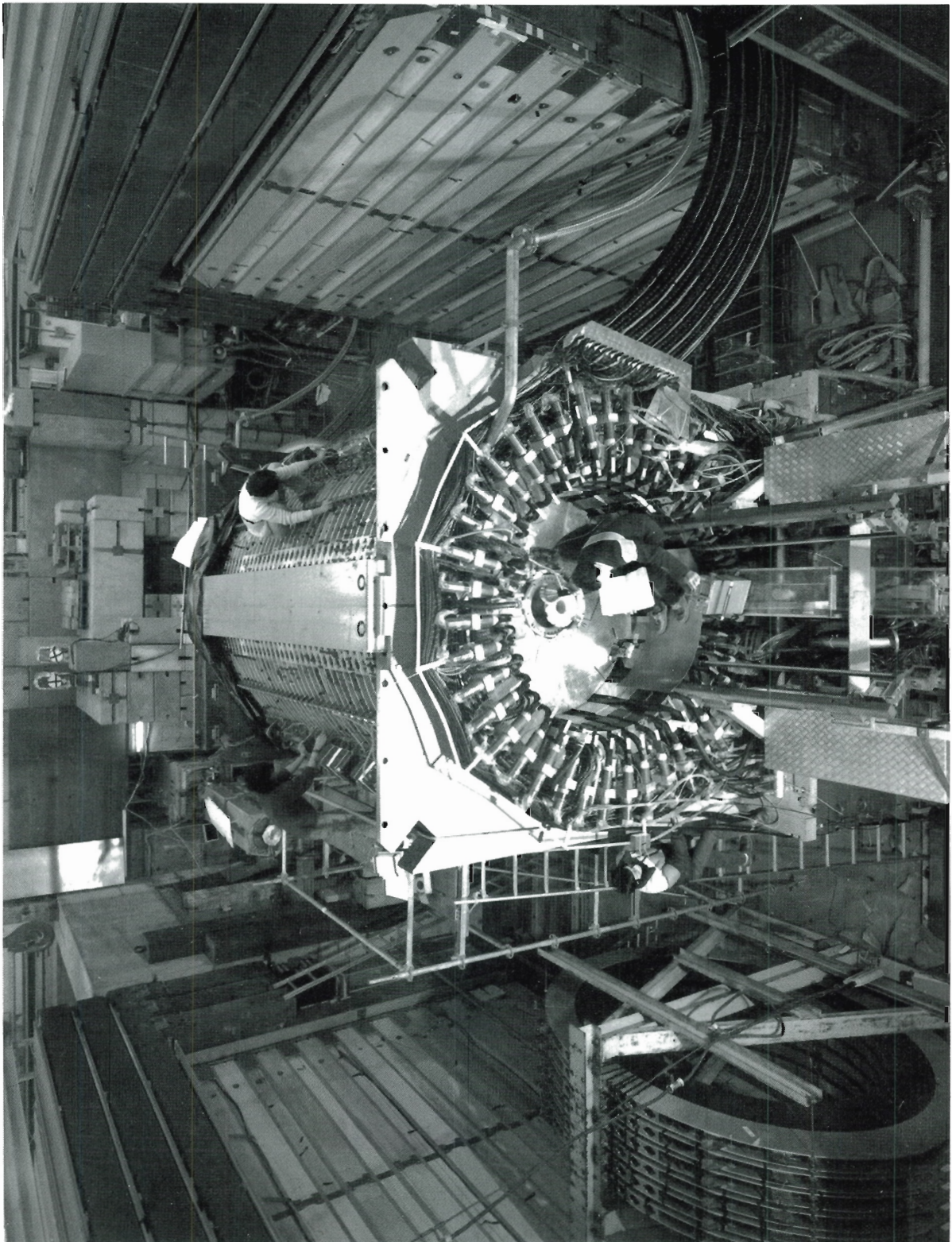
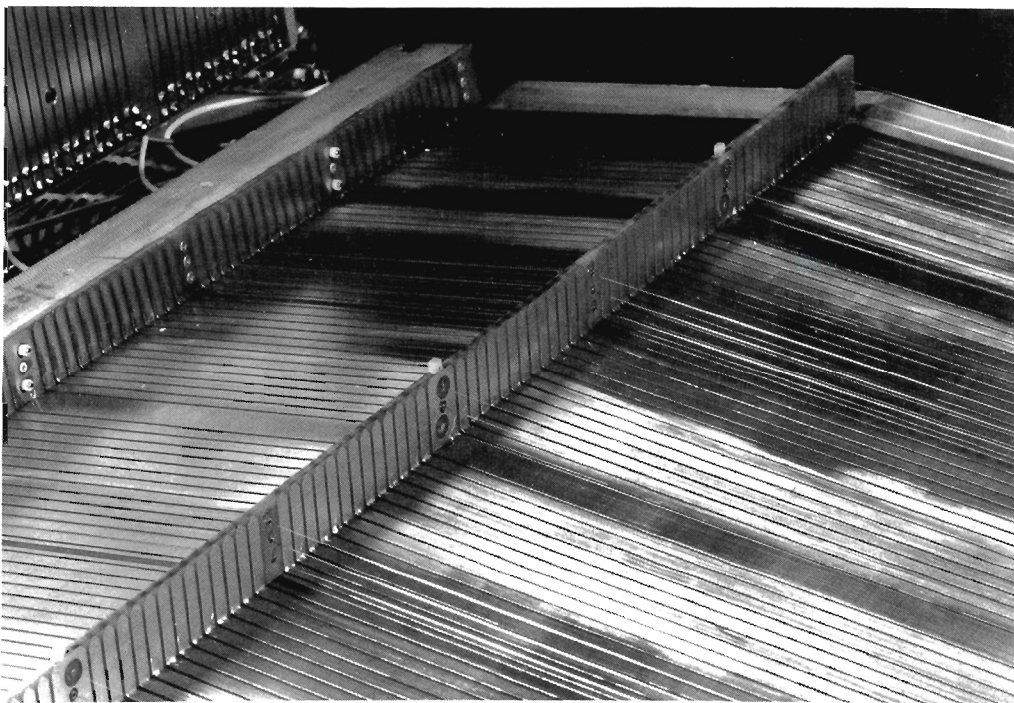


Abb. 2.10: Der JADE-Detektor geöffnet für den Einbau der neuen Bleiglaszähler.



**Abb. 2.11: Der Prototyp der neuen z-Kammer.**

Zur Verbesserung der Energieauflösung bei der Messung hochenergetischer Elektronen und Photonen wurde 1982 der zentrale Teil der Bleiglaszähler ( $\sim 20\%$ ) durch dichteres Bleiglas ersetzt. Das neue Bleiglas ist bei gleichen äußeren Abmessungen jetzt  $17.3 X_0$  statt bisher  $12.5 X_0$  tief und erfaßt jetzt auch für hochenergetische Elektronen und Photonen nahezu die volle Schauerentwicklung. Abb. 2.10 wurde während des Einbaus der Bleiglaszähler aufgenommen.

*Detektorkomponenten*

Ferner wurde eine Vertexkammer, die zwischen Strahlrohr und Jetkammer eingebaut werden soll, entwickelt und erfolgreich getestet. Diese zusätzliche Kammer erlaubt eine bessere Impulsauflösung und Vertexrekonstruktion.

Zur genauen Messung der z-Koordinate wurde eine Driftkammer entwickelt, welche die Jetkammer außen umfaßt und deren Driftfeld in Strahlrichtung verläuft. Mit einer genauen Messung der z-Koordinate können invariante Massen mit größerer Genauigkeit bestimmt werden. Testmessungen wurden 1982 erfolgreich abgeschlossen. Abb. 2.11 zeigt den Prototyp dieser Kammer.

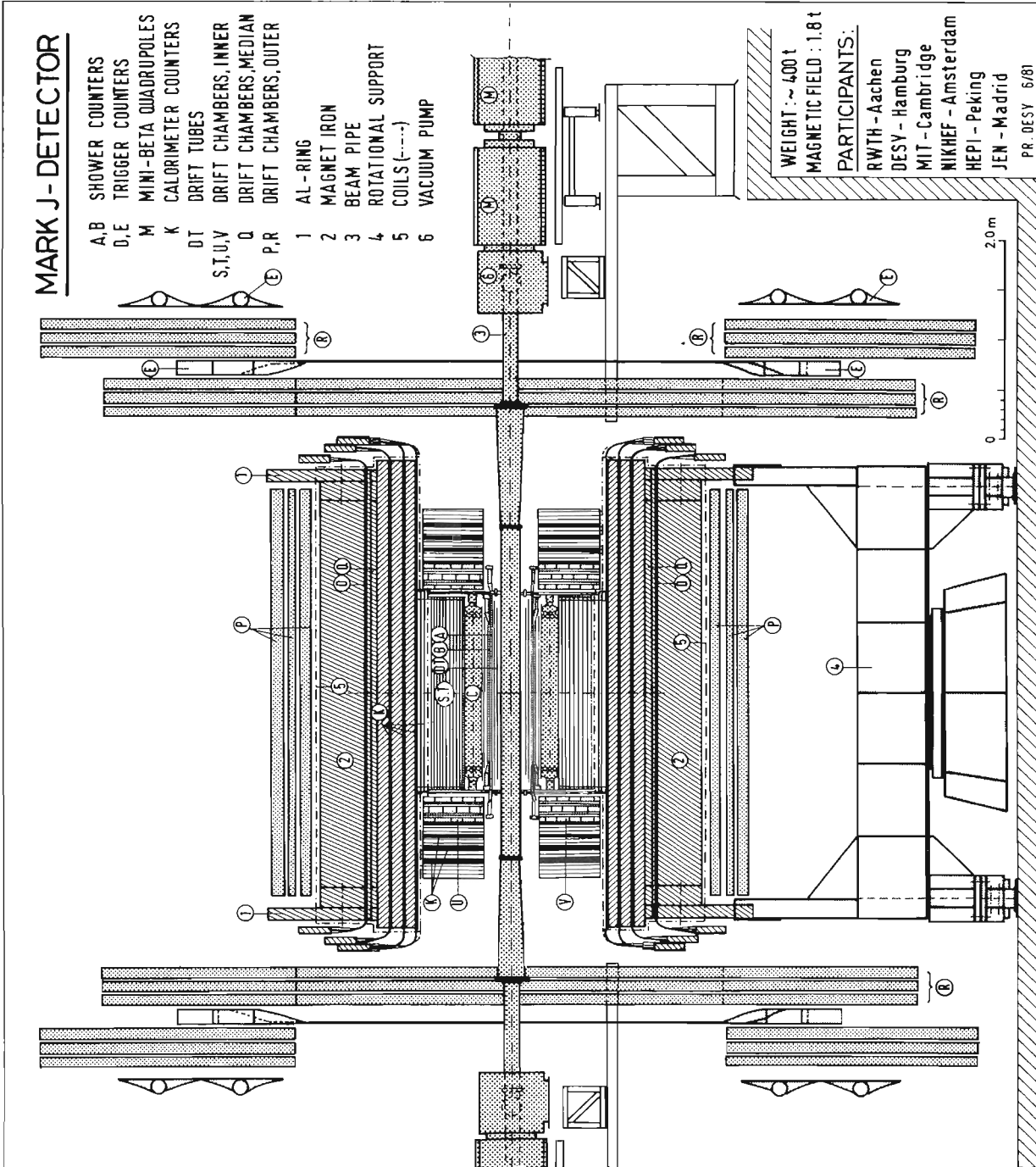


Abb. 3.1: Aufbau des MARK J-Detektors (Längsschnitt).

# MARK J-Kollaboration

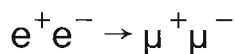
**Beteiligte Institute:** RWTH Aachen, CALTEC Pasadena, DESY, IHEP Peking, JEN Madrid, MIT Cambridge (USA), NIKHEF Amsterdam.

## Überblick

Der MARK J-Detektor ist als ein – im Vergleich zu anderen PETRA-Detektoren – relativ einfaches und kompaktes Meßgerät geplant und aufgebaut worden. Die wichtigsten experimentellen Ziele waren der Test der QED, die Messung der Interferenz zwischen elektromagnetischer und schwacher Wechselwirkung in der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  und die Suche nach neuen Leptonen und Quarks. Der MARK J-Detektor wurde im Jahre 1978 in der Süd-West-Halle am PETRA-Speicherring aufgebaut. Im Jahre 1980 wurden großflächige Driftkammern und Triggerzähler in Vorwärtsrichtung installiert und Ende 1981 wurden die Driftröhren, die die Strahlröhre umgeben, von 1000 auf 2500 Stück erweitert, so daß sie jetzt den gesamten Polarwinkelbereich zwischen  $12^\circ$  und  $168^\circ$  überdecken. Abb. 3.1 stellt den jetzigen Aufbau des MARK J-Detektors in einem Längsschnitt dar und Abb. 3.2 zeigt einen Blick auf den Detektor in der Süd-West-Halle.

Angesichts der ab Oktober 1982 zu erwartenden Erhöhung der PETRA-Energie wurden keine Änderungen an MARK J vorgenommen, um den Detektor in getesteter Form mit gut verstandenen Komponenten zur Suche nach dem Toponium einzusetzen. In der Meßperiode des ersten Halbjahres 1982 wurden von MARK J bei 34.6 GeV Daten mit einer integrierten Luminosität von  $47.3 \text{ pb}^{-1}$  gemessen. Die zweite Meßperiode nach dem Umbau der Hochfrequenz von PETRA für größere Energien ergab in der Zeit vom 10.11. bis 20.12.82 insgesamt  $3.0 \text{ pb}^{-1}$  im Bereich 36 bis 38.6 GeV. Zusammen mit den Messungen der Vorjahre stehen damit 30 000 hadronische Ereignisse und ca. 4500 Myonpaar-Ereignisse (bei  $E > 30 \text{ GeV}$ ) für die Analyse zur Verfügung.

## Physikalische Ergebnisse



Nach der elektroschwachen Theorie von Glashow, Salam und Weinberg (GSW) verläuft die Erzeugung von Myonpaaren in PETRA nicht nur über die elektromagnetische, sondern auch über die schwache Wechselwirkung, genauer gesagt, über die schwachen neutralen Ströme. Die Interferenz beider Prozesse ruft eine Asymmetrie in der Polarwinkelverteilung der Myonpaare hervor, die wir als eine Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie beobachten können,

*Ladungsasymmetrie*

$$A = \frac{N(\Theta < 90^\circ) - N(\Theta > 90^\circ)}{N(\Theta < 90^\circ) + N(\Theta > 90^\circ)}$$

Dabei bezeichnet  $\Theta$  den Winkel des erzeugten negativen Myons zur Richtung des einlaufenden Elektronstrahls.  $N(\Theta < 90^\circ)$  ist die Zahl der Ereignisse, bei denen das Myon in die Vorwärtsrichtung geht.  $N(\Theta > 90^\circ)$  ist die entsprechende Zahl in der Rückwärts-

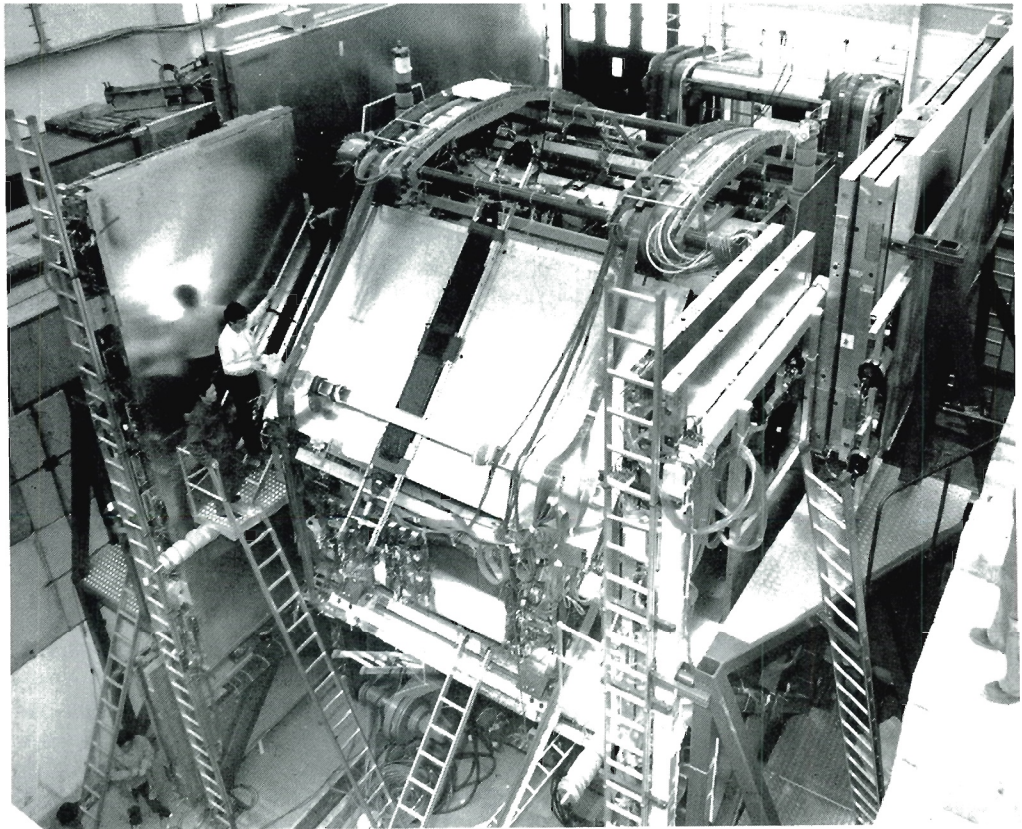


Abb. 3.2: Blick auf den MARK J-Detektor.

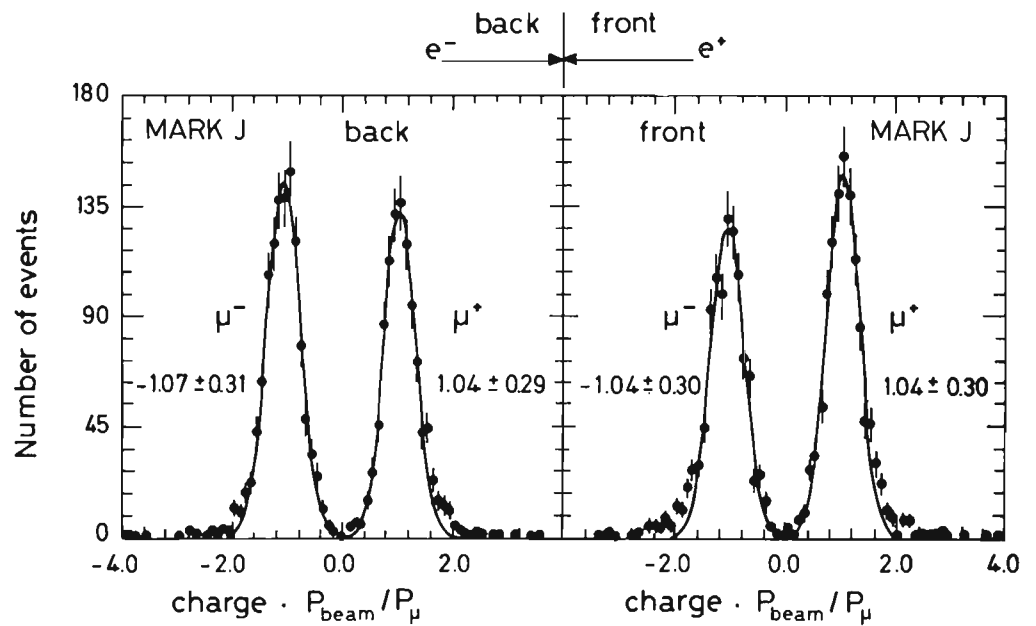


Abb. 3.3: Impulsauflösung für positive und negative Myonen der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  getrennt aufgetragen für die Vorwärts- und Rückwärtshemisphäre.

richtung. Die Asymmetrie mißt die Stärke der schwachen Wechselwirkung beim Austausch eines neutralen  $Z^0$ -Teilchens (schwache neutrale Ströme) im Vergleich zur elektromagnetischen Wechselwirkung, die durch den Austausch eines Photons beschrieben wird. Da der Effekt mit dem Quadrat der Schwerpunktsenergie zunimmt, muß man versuchen, diese Messung bei möglichst hoher Energie durchzuführen. In der GSW-Theorie erwartet man für die Asymmetrie einen Wert von  $-9.7\%$  bei einer Schwerpunktsenergie von  $35\text{ GeV}$ .

Auch die elektromagnetische Wechselwirkung (QED) erzeugt eine kleine, jedoch positive Asymmetrie von etwa  $+1.5\%$ . Die Meßwerte werden um diesen Beitrag korrigiert, so daß sie direkt mit der Vorhersage der GSW-Theorie in niedrigster Ordnung verglichen werden können.

Bevor die Resultate diskutiert werden, wird auf die Genauigkeit der Messung eingegangen. Da der statistische Fehler, der mit dem jetzigen Datum  $1.7\%$  beträgt, schon relativ klein ist, muß der systematische Fehler genau abgeschätzt werden. Für die Messung der Asymmetrie muß die Ladungsmessung, d.h. die Impulsauflösung in Vorwärts- und Rückwärtsrichtung gleich sein.

*Meßgenauigkeit*

Die Impulsauflösung ist in Abb. 3.3 getrennt für positive und negative Myonen in der Vorwärts- und Rückwärtshemisphäre dargestellt. Um eine symmetrische Verteilung zu erreichen, ist  $1/p$  aufgetragen. Weiterhin wurde der Impuls noch auf die Strahlenenergie  $E_b$  normiert und mit der Myonladung  $Q$  multipliziert, so daß positive Myonen bei  $+1.0$  und negative Myonen bei  $-1.0$  liegen sollten. Man erkennt, daß die Impulsauflösung und die Lage des Mittelwerts für positive und negative Myonen in beiden Hemisphären gleich sind.

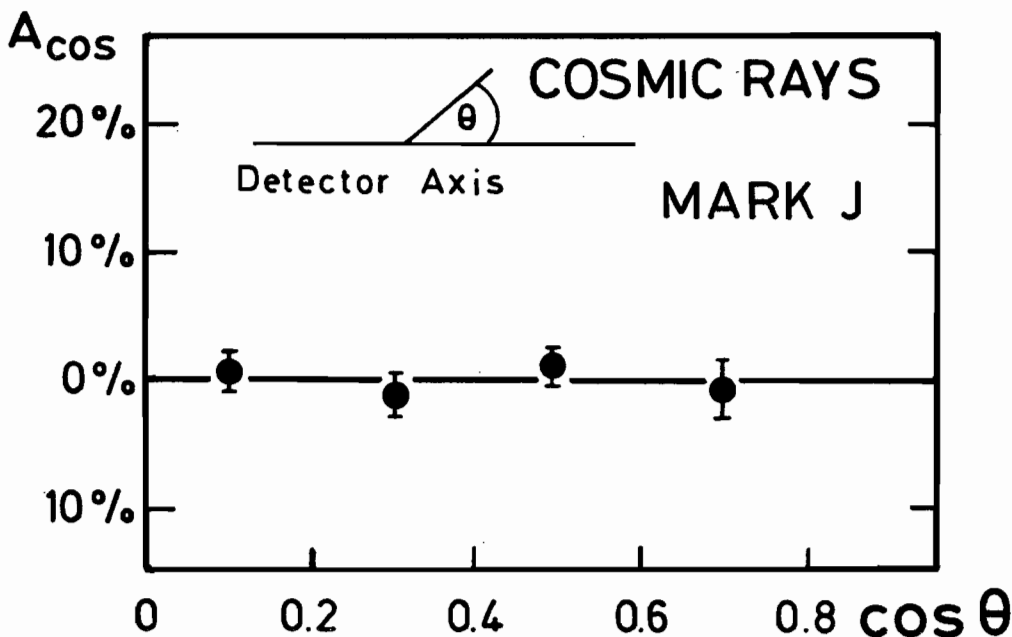
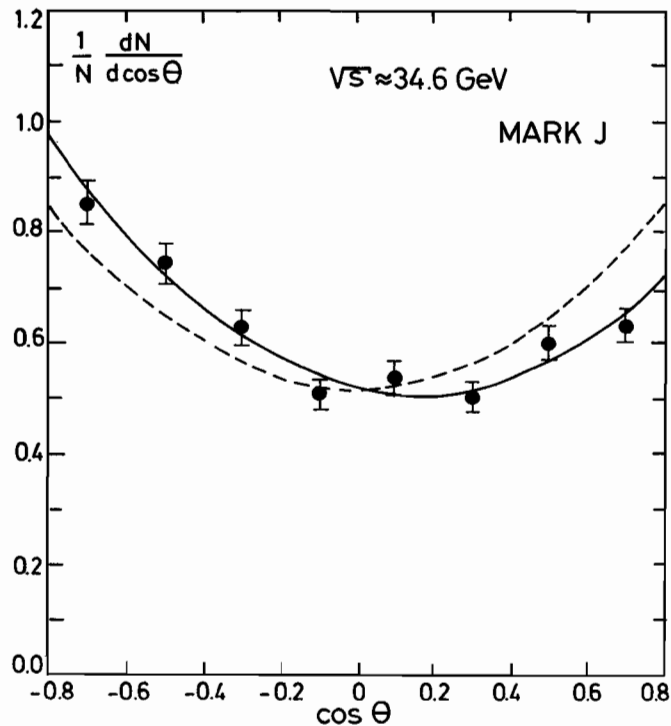


Abb. 3.4: Die aus kosmischen Myonen bestimmte Detektorasymmetrie als Funktion des Polarwinkels der Myonen zur Strahlachse.

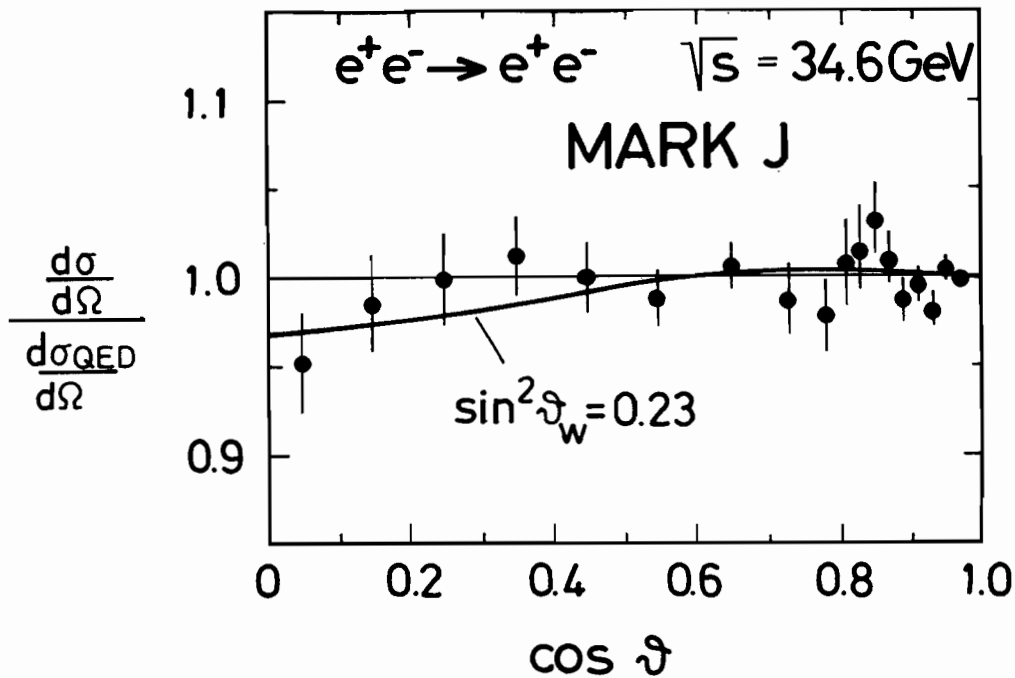


**Abb. 3.5: Gemessene Winkelverteilung der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ . Die gestrichelte Kurve ist die QED-Vorhersage, die durchgezogene Linie eine Anpassung an die Daten, wobei man einen Effekt der schwachen Wechselwirkung wahrnimmt.**

Um eine etwaige Asymmetrie in der Akzeptanz des Detektors festzustellen, wurden kosmische Myonen untersucht, die während der Datennahme aufgezeichnet wurden. Sie spiegeln daher auch zeitliche Instabilitäten in der Funktionsfähigkeit der Zähler und Kammern wieder. Insgesamt wurden 20 000 kosmische Myonen mit  $p > 10$  GeV für diesen Test benutzt. Die gemessene Asymmetrie der Akzeptanz als Funktion des Polarwinkels  $\Theta$  ist in Abb. 3.4 dargestellt. Aus dem Studium kosmischer Strahlen folgt, daß die gesamte Detektorasymmetrie ( $+0.4 \pm 1.2\%$ ) ist, d.h. daß sie sehr klein und mit Null verträglich ist. Um jede noch übrig bleibende Detektorasymmetrie auszuschalten, wird das Feld unseres Detektormagneten periodisch umgepolt, so daß man gleiche Datenmengen mit beiden Polaritäten erhält. Da positive Myonen bei umgekehrter Polarität wie negative Myonen abgelenkt werden, sollten sich alle Detektorasymmetrien bezüglich der Ladungsmessung aufheben, wenn man beide Datensätze addiert. Insgesamt kann man daher bei sehr konservativer Abschätzung sagen, daß der systematische Fehler in der Asymmetrie sicher kleiner als 1% ist.

*Vergleich mit der GWS-Theorie*

Die Winkelverteilung der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  bei hohen Energien ist in Abb. 3.5 dargestellt. Die Messungen wurden auf Strahlungseffekte der QED korrigiert, so daß sie direkt mit einer  $(1+\cos^2\Theta)$ -Verteilung verglichen werden können, wie sie die QED in niedrigster Ordnung vorhersagt (gestrichelte Kurve). Man sieht, daß die Meßpunkte deutlich davon abweichen und eine negative Asymmetrie zeigen. Die durchgezogene Linie gibt die Vorhersage der GSW-Theorie an, wobei die Asymmetrie als freier Parameter angepaßt wurde. Man erhält dann eine Asymmetrie von  $(-11.7 \pm 1.7)\%$ , die innerhalb von zwei Standardabweichungen mit der Vorhersage der GSW-Theorie von  $-8.6\%$  übereinstimmt. Die Asymmetrie erlaubt einen wichtigen Test der  $e$ - $\mu$ -Universalität in schwachen neutralen Strömen. Benutzt man die axialvektorielle Kopplungskonstante des Elektrons,



**Abb. 3.6:** Verhältnis des gemessenen Wirkungsquerschnittes der Bhabha-Streuung zur berechneten QED-Vorhersage. Die durchgezogene Linie ist die Vorhersage der GSW-Theorie mit  $\sin^2 \Theta_w = 0.23$ .

wie sie in der Neutrino-Elektron-Streuung zu  $g_A^e = -0.51 \pm 0.04$  gemessen wurde, so erhält man aus der Asymmetrie die axialvektorielle Kopplung des Myons zu  $g_A^\mu = -0.68 \pm 0.15$ . Dieser Wert stimmt gut mit der Vorhersage  $g_A^\mu = g_A^e = -1/2$  in der GSW-Theorie überein und ist die erste Bestätigung der Elektron-Myon-Universalität bei schwachen neutralen Strömen.

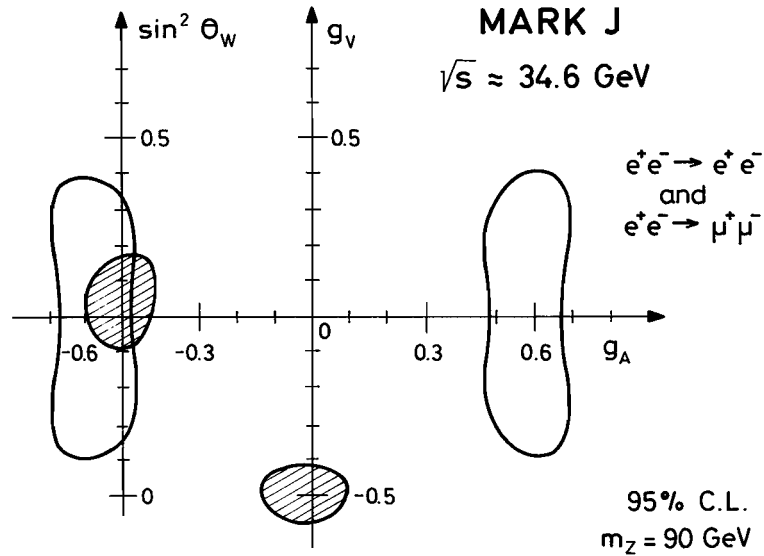
$$e^+e^- \rightarrow e^+e^-$$

Die Bhabha-Streuung ( $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ ) ist gekennzeichnet durch einen stark ansteigenden Wirkungsquerschnitt bei kleinem Streuwinkel. Da dort die Ereignisrate hoch ist und Effekte der schwachen Wechselwirkung vernachlässigbar klein sind, benutzt man diesen Winkelbereich zur Messung der Luminosität. Bei großen Streuwinkeln kann man versuchen, Effekte der elektroschwachen Kraft zu finden. In Abb. 3.6 ist das Verhältnis von gemessenem Wirkungsquerschnitt zum berechneten QED-Wirkungsquerschnitt aufgetragen und mit der Vorhersage der GSW-Theorie für  $\sin^2 \Theta_w = 0.23$  verglichen. Man findet eine gute Übereinstimmung. Ein Effekt der schwachen Wechselwirkung läßt sich aber noch nicht eindeutig nachweisen.

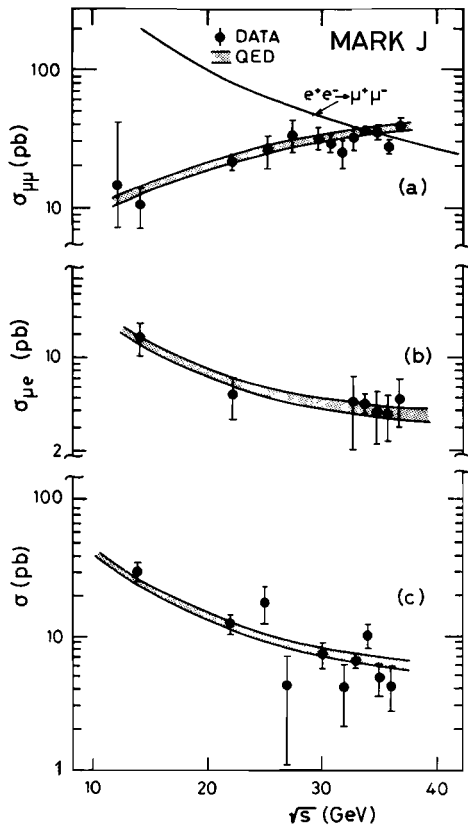
Man kann nun e-μ-Universalität annehmen und aus beiden Reaktionen,  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  und  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ , zusammen die vektorielle Kopplungskonstante  $g_V$  und die axialvektorielle Kopplungskonstante  $g_A$  bestimmen. Da die Werte, wenn auch schwach, von der Masse des  $Z^0$ -Bosons abhängen, wird die Bestimmung für eine  $Z^0$ -

*Kopplungskonstanten  
des neutralen Stroms*





**Abb. 3.7:** Bereich der Kopplungskonstanten  $g_V$  und  $g_A$ , wie sie aus der Messung der Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  und  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  bestimmt wurden. Der erlaubte Bereich liegt innerhalb der geschlossenen Kurve. Die schraffierten Bereiche geben die Wertebereiche an, die die Neutrino-Elektron-Streuexperimente zulassen. Die vektorartige Lösung ist klar ausgeschlossen.



**Abb. 3.8:** Gemessener Wirkungsquerschnitt der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^- \mu^+\mu^-$ , wobei man die im Text angegebenen Kategorien (a) bis (c) beobachtet. Die Messungen stimmen gut mit der QED-Vorhersage überein. Das punktierte Band gibt die Genauigkeit der durch eine Monte-Carlo-Rechnung ermittelten Vorhersage an.

Masse von 90 GeV durchgeführt. Abb. 3.7 zeigt die Bereiche, innerhalb derer die Kopplungskonstanten  $g_V$  und  $g_A$  mit 95% Konfidenz liegen. Die Bereiche haben in der  $(g_V, g_A)$ -Ebene eine vierfache Symmetrie, da in der  $e^+e^-$ -Streuung ohne polarisierte Strahlen nur Quadrate der Kopplungskonstanten gemessen werden können. Die schraffierten Bereiche geben die Werte von  $g_V$  und  $g_A$ , die die Neutrino-Elektron-Streuung mit 95% Konfidenz erlaubt. Dort waren noch zwei Lösungen für die Kopplung der schwachen neutralen Ströme zugelassen, nämlich eine vektorartige Kopplung oder eine axialvektorartige Kopplung. Die Messungen schließen die vektorartige Lösung klar aus und erlauben die Lösung  $g_A = -1/2$  und  $g_V \approx 0$ , wie sie auch in der GSW-Theorie für  $\sin^2\Theta \approx 0.23$  erwartet wird. Bemerkenswert ist noch, daß diese Bestimmung der Struktur der elektroschwachen Kopplung mit reinleptonischen Reaktionen, Neutrino Elektron  $\rightarrow$  Neutrino Elektron und  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  oder  $\mu^+\mu^-$ , erfolgte.

Man kann nun noch etwas anders vorgehen, indem man die Kopplungskonstanten zu  $g_A = -0.5$  und  $g_V \approx 0$  festlegt und dann eine Grenze für die Masse des  $Z^0$ -Bosons angibt. Aus den Messungen findet man dann, daß die  $Z^0$ -Masse mit 95% Konfidenz zwischen 46 GeV und 92 GeV liegen muß.

$Z^0$ -Masse

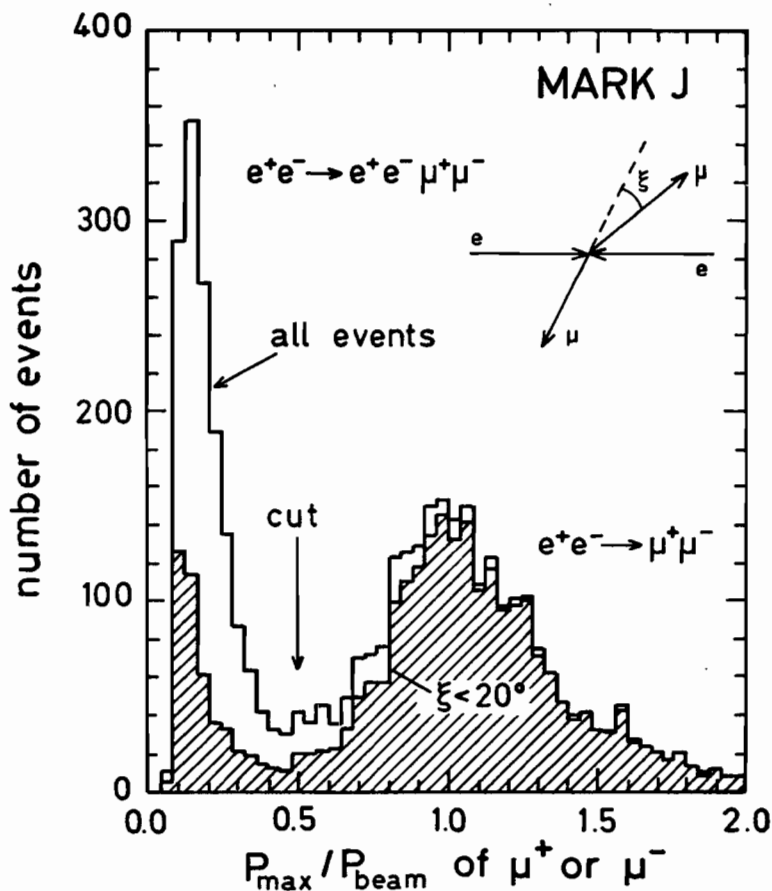


Abb. 3.9: Gemessene Verteilung des höchsten Impulses  $p_{\max}$  des  $\mu^+$  oder  $\mu^-$  in der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  oder  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$ . Der Impuls ist auf den Strahlimpuls normiert. Das schraffierte Histogramm gibt die Impulsverteilung der kollinearen Myonpaare mit einem Zwischenwinkel kleiner als  $20^\circ$  an.

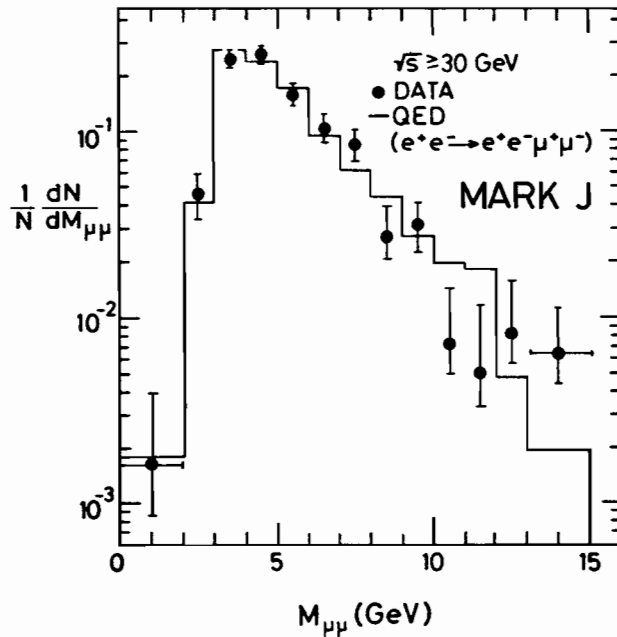


Abb. 3.10: Verteilung der invarianten Masse der Myonpaare aus der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$ . Sie stimmt gut mit der QED-Vorhersage (durchgezogene Linie) überein.

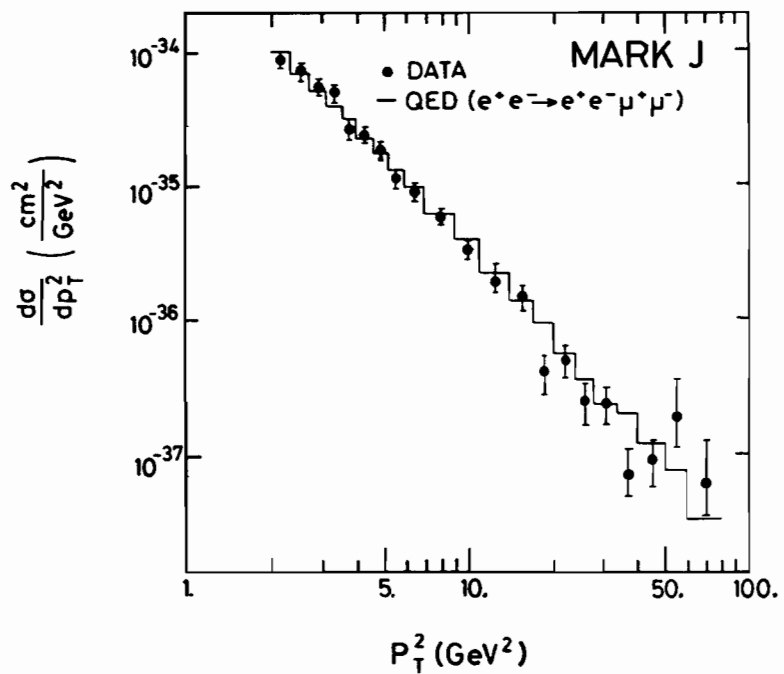


Abb. 3.11: Verteilung des Quadrates des Transversalimpulses der Myonen bezüglich der Strahlrichtung und Vergleich mit der QED-Vorhersage.

## Zwei-Photon-Reaktion: $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$

Die Zwei-Photon-Austauschreaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$  erlaubt einen direkten Test der Quantenelektrodynamik bis zur 4. Ordnung in  $\alpha=1/137$ . Da diese Ereignisse vorwiegend einen kleinen Impulsübertrag aufweisen, Elektron und Positron also nur unter kleinen Winkeln zur Strahlrichtung gestreut werden, ist es meistens nicht möglich, alle vier Teilchen des Endzustands zu beobachten. Daher haben wir die nachgewiesenen Endzustände in drei Kategorien eingeteilt:

*QED-Test*

- $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$ ,  $\mu\mu$  beobachtet (a)
- $\mu e$  beobachtet (b)
- $\mu\mu e$  oder  $\mu\mu e e$  beobachtet (c)

Abb. 3.8 zeigt die gemessenen Wirkungsquerschnitte der Kategorien (a) bis (c) als Funktion der Schwerpunktsenergie  $\sqrt{s}$ . Die Messungen stimmen gut mit der Vorhersage der QED ( $\alpha^4$ ) überein. Zum Vergleich ist in Abb. 3.8a auch der Wirkungsquerschnitt für die Erzeugung von Myonpaaren aus dem Ein-Photon-Austausch eingezeichnet. Man sieht, daß man mit dem MARK J-Detektor bei hohen Energien etwa gleich viele Myonpaare aus dem Ein-Photon- wie aus dem Zwei-Photon-Austausch erhält. Beide Prozesse lassen sich jedoch leicht trennen, wie in Abb. 3.9 gezeigt wird. Der Ein-Photon-Austausch liefert Myonpaare, die entgegengesetzt kollinear auseinanderfliegen und einen hohen Impuls, etwa von der Größe des Strahlimpulses, haben. Myonenpaare aus dem Zwei-Photon-Austausch sind meist akollinear und haben kleine Impulse.

Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$  wurde in ihren kinematischen Eigenschaften detailliert untersucht. Zwei Beispiele sollen hier gezeigt werden. Abb. 3.10 zeigt die Verteilung der invarianten Massen der Myonpaare. Sie stimmt gut mit der QED-Vorhersage überein und zeigt kein Anzeichen für ein Teilchen, das die Ladungspartität  $C = +1$  hat und in ein Myonpaar zerfällt. Als zweites Beispiel sei die Verteilung des Transversalimpulses der Myonen bezüglich der Strahlrichtung gezeigt (Abb. 3.11). Auch diese Messungen stimmen gut mit der QED Vorhersage überein. Die Verteilung hat die Form  $P_t^{-n}$ , wobei  $n = 4.9 \pm 0.2$  ist. Sie zeigt, daß der erwartete  $P_t^{-4}$ -Verlauf erst bei wesentlich höheren Energien erreicht wird. Insgesamt zeigt das Studium der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$  die Gültigkeit der QED in der Ordnung  $\alpha^4$  bei hohen Energien und bis zu einem Impulsübertrag von etwa 50 GeV<sup>2</sup>.

*Kinematik*

## Suche nach neuen Teilchen

Da der Beschleuniger PETRA die höchsten Energien in  $e^+e^-$ -Stößen erreichte und damit einen neuen Energiebereich erschloß, ist es außerordentlich wichtig, hier nach neuen Teilchen zu suchen; es wurde nach einer Vielzahl von neuen Teilchen gesucht. Um den Umfang dieses Berichtes nicht unnötig zu vergrößern, werden die Resultate der Teilchensuche nur kurz zusammengefaßt.

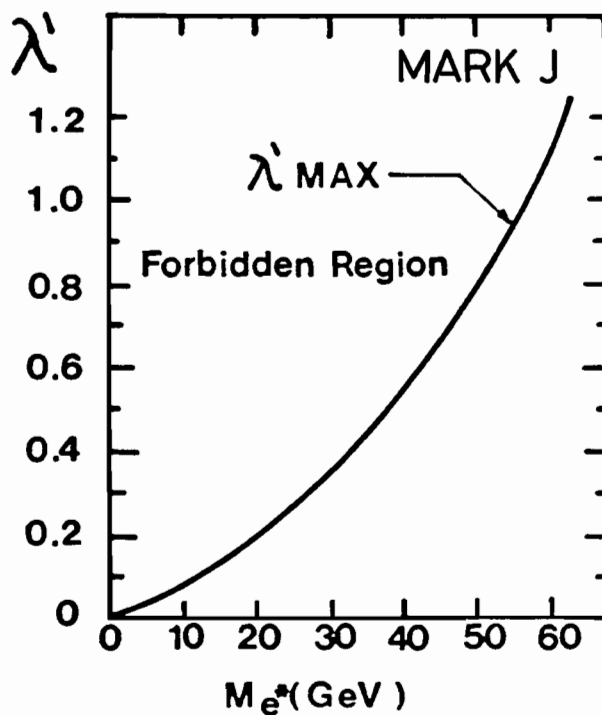


Abb. 3.12: Grenze der Masse des angeregten Elektrons  $e^*$  als Funktion seines Kopplungsparameters  $\lambda$ . Die ausgeschlossene Region liegt oberhalb der durchgezogenen Linie.

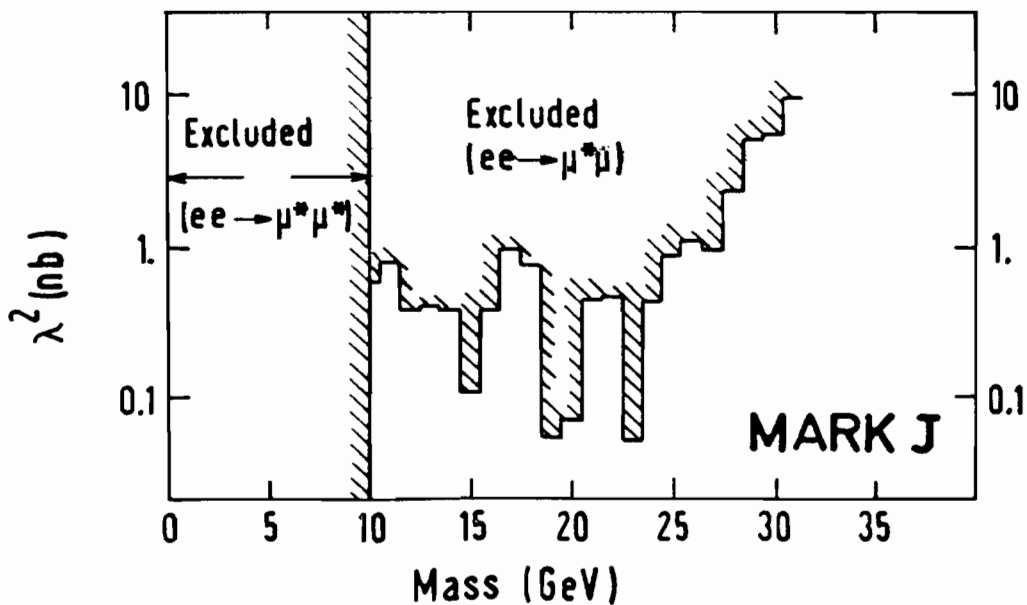


Abb. 3.13: Massenbereich, in dem die Existenz eines angeregten Myons ausgeschlossen ist (schraffiert). Für Massen über 10 GeV können nur Grenzen für den Kopplungsparameter  $\lambda^2$  angegeben werden.

Wenn Leptonen zusammengesetzte Teilchen sind, sollte man angeregte Zustände dieser Leptonen beobachten. Falls ein angeregtes Elektron  $e^*$  existierte, würde der Prozeß  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  durch den Austausch eines virtuellen  $e^*$  beeinflusst. Da der Wirkungsquerschnitt der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  jedoch gut mit der QED übereinstimmt, kann man eine Grenze für die Masse des angeregten Elektrons je nach Stärke des Kopplungsparameters  $\lambda$  angeben. Abb. 3.12 zeigt die ausgeschlossene Region, die oberhalb der durchgezogenen Kurve liegt. Dies bedeutet, daß für  $\lambda = 1$  die Masse des angeregten Elektrons mit 95 % Konfidenz größer als 58 GeV sein muß.

*Angeregte  
Leptonen*

Weiterhin wurde nach einem angeregten Myon  $\mu^*$  gesucht, das unter Aussendung eines Photons in ein Myon zerfällt. Die angeregten Myonen könnten gemäß der Reaktion  $ee \rightarrow \mu^*\mu^*$  in Paaren erzeugt werden. Es wurde kein Anzeichen für eine solche Reaktion gefunden und man kann sagen, daß die Masse des  $\mu^*$  mit 95 % Konfidenz größer als 10 GeV ist. Bei höheren Massen könnte ein angeregtes Myon noch durch die Reaktion  $ee \rightarrow \mu^*\mu$  erzeugt werden. In dieser Reaktion ist allerdings der Kopplungsparameter  $\lambda$  unbekannt. Abb. 3.13 gibt die obere Grenze für den Kopplungsparameter als Funktion der Masse des  $\mu^*$  an, wie sie aus den Messungen bestimmt wurde.

Nach einem neuen geladenen Lepton, das die Reihe e,  $\mu$  und  $\tau$  fortsetzt, wurde schon in einer früheren Analyse gesucht. Damals wurde herausgefunden, daß seine Masse größer als 16 GeV sein muß. Es ist aber auch denkbar, daß das zugehörige Neutrino schwerer ist als das geladene Lepton selbst. Dann wäre das neue Lepton,  $L^\pm$ , praktisch stabil und würde nach seiner Paarerzeugung im MARK J-Detektor wie ein Myonpaar erscheinen. Allerdings würde wegen der hohen Masse der Impuls kleiner als derjenige der Myonen sein, die Flugzeit dagegen länger. Es wurde kein Signal für ein schweres, stabiles Lepton gefunden und seine Existenz für Massen unterhalb von 14 GeV kann mit 95 % Konfidenz ausgeschlossen werden.

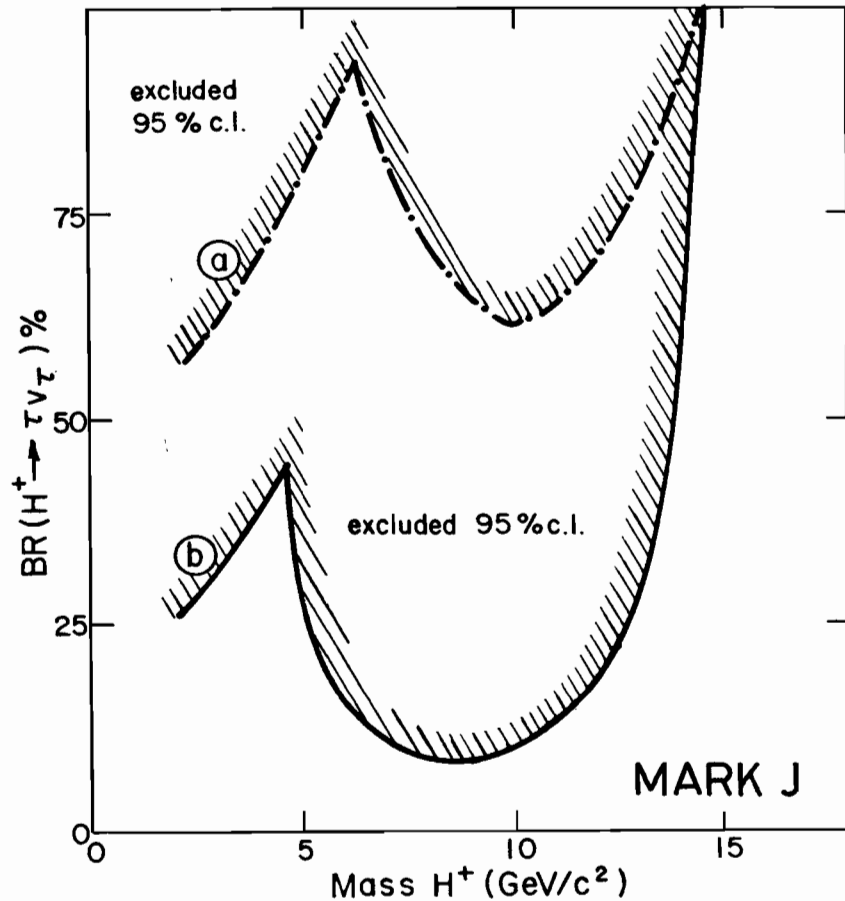
*Schweres Lepton*

Theorien der Supersymmetrie verlangen eine Symmetrie zwischen Leptonen und Bosonen. In der einfachsten Version sollten Leptonen und Quarks mit Spin  $\frac{1}{2}$  bosonische Partner mit Spin 0 haben. Wir haben nach den supersymmetrischen Partnern des Myons und Taus gesucht. Da sie geladen sind, sollten sie in  $e^+e^-$ -Reaktionen in Paaren erzeugt werden und dann rasch in das zugehörige Lepton und ein Photino (oder Goldstino) zerfallen. Da die Photinos mit Materie praktisch nicht wechselwirken und deshalb unbeobachtet bleiben, würde man nur ein Leptonenpaar im Detektor vorfinden, dessen Gesamtenergie allerdings kleiner als die Schwerpunktsenergie wäre. Aus einer genauen Analyse ergibt sich, daß die Existenz supersymmetrischer Partner des Myons mit Massen zwischen 3 und 15 GeV und des Taus mit Massen zwischen 1.8 und 14 GeV ausgeschlossen sind.

*Supersymmetrische  
Partner der Leptonen*

Spontan gebrochene Eichsymmetrien sagen die Existenz neuer skalarer Teilchen, der sogenannten Higgs-Teilchen, voraus. In Theorien der elektroschwachen Wechselwirkung benötigt man im einfachsten Fall nur ein ungeladenes Higgs-Teilchen. Es ist jedoch auch möglich, daß geladene Higgs-Teilchen auftreten. In anderen Theorien, den Technicolor-Theorien, gibt man der Symmetriebrechung einen dynamischen Ursprung und benutzt zusammengesetzte Higgs-Teilchen. Dann treten dort relativ leichte pseudo-skalarer Teilchen, die Technipionen, auf. Higgs-Teilchen und Technipionen haben die Eigenschaft, daß sie am stärksten an schwere Quarks und Leptonen koppeln. Geladene Teilchen würden also in ein Tau und sein Neutrino oder in ein Quark-Antiquark-Paar aus Charm- und Strange-Quarks zerfallen.

*Higgs-Teilchen,  
Technipionen*



**Abb. 3.14:** Bereich der Masse und des Verzweungsverhältnisses in  $\tau\nu_\tau$ , in dem die Existenz eines Higgs-Teilchens oder Technipions ausgeschlossen ist. Bei Kurve (a) werden nur die Zerfälle in  $\tau\nu_\tau$ , betrachtet, bei Kurve (b) kann eines der neuen Teilchen auch in ein Quark-Antiquark-Paar von Charm- und Strange-Quarks zerfallen.

Wir haben nach geladenen Higgs-Teilchen  $H^\pm$  und Technipionen  $P^\pm$  gesucht, die in  $e^+e^-$ -Reaktionen in Paaren gemäß  $e^+e^- \rightarrow H^+H^-$  oder  $e^+e^- \rightarrow P^+P^-$  erzeugt werden. Dazu wurde mit Hilfe von Computerprogrammen simuliert, wie solche Ereignisse im Detektor nachgewiesen werden und dann wurden Kriterien für die Auswahl von Kandidaten festgelegt. In den Messungen wurde jedoch kein Ereignis dieser Art gefunden. Für welchen Massenbereich die Existenz dieser Teilchen ausgeschlossen werden kann, hängt vom Verzweungsverhältnis des Zerfalls in ein Tau ( $\tau$ ) und sein Neutrino ( $\nu_\tau$ ) ab. Abb. 3.14 zeigt die ausgeschlossenen Bereiche als Funktion der Masse und des Verzweungsverhältnisses in  $\tau\nu_\tau$ . Es sind jeweils Werte ausgeschlossen, die oberhalb der schraffierten Kurve liegen. Kurve (a) erhält man, wenn man nach Ereignissen sucht, bei denen beide erzeugten Teilchen  $H^\pm$  oder  $P^\pm$  in Taus zerfallen. Bei Kurve (b) wurde zusätzlich der Fall betrachtet, daß ein Teilchen in ein Tau und sein Neutrino, das andere Teilchen in ein Quark-Antiquark-Paar von Charm- und Strange-Quarks zerfällt. Man sieht aus Abb. 3.14, daß die Existenz geladener Higgs-Teilchen oder Technipionen mit Massen zwischen 5 und 13 GeV ausgeschlossen ist, falls das Verzweungsverhältnis in  $\tau\nu_\tau$  größer als 25% ist.

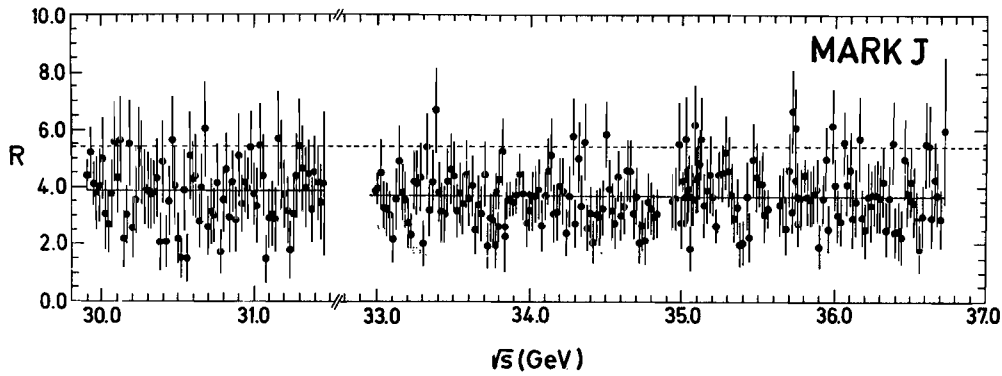


Abb. 3.15: Das Verhältnis  $R = \sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadron})/\sigma_{\text{pt}}$  gemessen zwischen 29.9 und 36.7 GeV in Schritten von 30 MeV. Die durchgezogene Linie gibt den Mittelwert der Messungen an, die gestrichelte Linie die QCD-Vorhersage, falls die Schwelle für die Erzeugung eines Top-Quarks überschritten wurde.

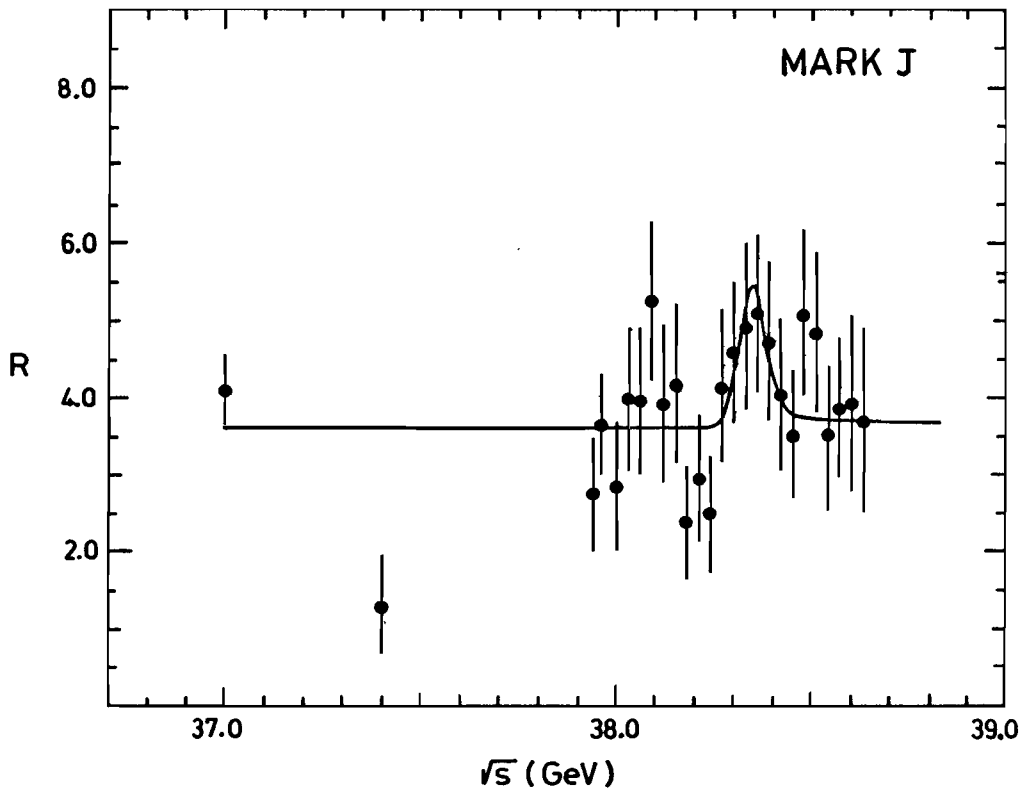


Abb. 3.16: Der relative hadronische Wirkungsquerschnitt  $R$  als Funktion der Schwerpunktsenergie zwischen 37 GeV und 38.63 GeV. Die durchgezogene Linie gibt den höchstmöglichen Wert für ein Resonanzsignal in den Daten an.



## Suche nach dem Top-Quark

### Hadronischer Wirkungsquerschnitt

Nach der Energieerhöhung von PETRA im Herbst 1982 wurde der neu gewonnene Energiebereich in Schritten von 30 MeV nach Resonanzen im hadronischen Wirkungsquerschnitt,  $\sigma$  ( $e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}$ ), abgesucht. Zunächst wird in Abb. 3.15 das Ergebnis von früheren Messungen im Energiebereich von 29.9 bis 36.7 GeV gezeigt. Der Meßwert  $R$  ist das Verhältnis des hadronischen Wirkungsquerschnitts dividiert durch den punktförmigen Wirkungsquerschnitt  $\sigma_{\text{pt}} = 4\pi\alpha^2/3s$ . Der Wert sollte konstant, d.h. unabhängig von der Schwerpunktsenergie sein, falls keine neuen Quarks erzeugt werden. Die Meßdaten ergeben einen Mittelwert von  $R = 3.76 \pm 0.05$ . Abb. 3.16 zeigt die neue Messung im Bereich von 37.94 bis 38.63 GeV mit einem Mittelwert  $R = 3.91 \pm 0.19$ . Außer dem eingezeichneten statistischen Fehler haben die Daten noch einen systematischen Fehler von 6%, um den alle Meßwerte gemeinsam nach oben und unten verschoben werden können. Die Meßwerte stimmen gut mit der QCD-Vorhersage von  $R \approx 3.8$  für die Erzeugung der fünf bekannten Quarks überein, während man bei zusätzlicher Erzeugung eines Top-Quarks einen Wert von  $R \approx 5.2$  erwartet.

### Jets

Zusätzlich wurde die Jetartigkeit der Ereignisse, z.B. durch die Variable Thrust untersucht. Wenn neue schwere Quarks, wie das Top, erzeugt werden, erwartet man eine Anhäufung von Ereignissen mit breiten Jets, d.h. kleinem Thrust. Abb. 3.17 zeigt die Thrustverteilung der neuen Daten. Um bis zu möglichst hohen Schwerpunktsenergien, d.h. hohen Quarkmassen, empfindlich zu sein, wurden die Daten über 38.54 GeV in Abb. 3.17 nochmals gesondert aufgetragen. In keinem Fall ist ein Anzeichen für die Erzeugung eines Top-Quarks zu sehen. Da der hadronische Wirkungsquerschnitt und die Thrustverteilung meßtechnisch unabhängig voneinander sind, kann man mit großer Sicherheit die Erzeugung eines Top-Quarks der Ladung  $2/3 e$  bis zu einer Schwerpunktsenergie von 38.54 GeV ausschließen.

### Toponium

Man kann nun noch nach gebundenen Zuständen eines Quark-Antiquark-Paares von Top suchen. Sie sollten in Form einer schmalen Resonanz im hadronischen Wirkungsquerschnitt auftreten. Aus den Daten in Abb. 3.15 und Abb. 3.16 kann man eine obere Schranke für den Resonanz-Wirkungsquerschnitt angeben und daraus eine Grenze für das Produkt  $B_h \Gamma_{ee}$  ermitteln, das mit 95% Konfidenz kleiner als 2.0 keV sein muß.  $\Gamma_{ee}$  ist dabei die  $e^+e^-$ -Zerfallsbreite und  $B_h$  das hadronische Verzweigungsverhältnis. Experimentell beobachtet man für die Grundzustände der Vektormesonen  $\rho$ ,  $\omega$ ,  $\Phi$ ,  $J/\psi$  und  $Y$ , daß  $\Gamma_{ee}/Q_c^2 \approx 10$  keV ist. Setzt man für das hadronische Verzweigungsverhältnis  $B_h \approx 0.7$  an, so sollte die Erzeugung des Grundzustandes des Toponium einen Wert von  $B_h \Gamma_{ee} \approx 3.1$  keV ergeben, wenn das Top-Quark die Ladung  $Q = 2/3 e$  hat. Ein solcher Wert wird durch diese Messungen ausgeschlossen.

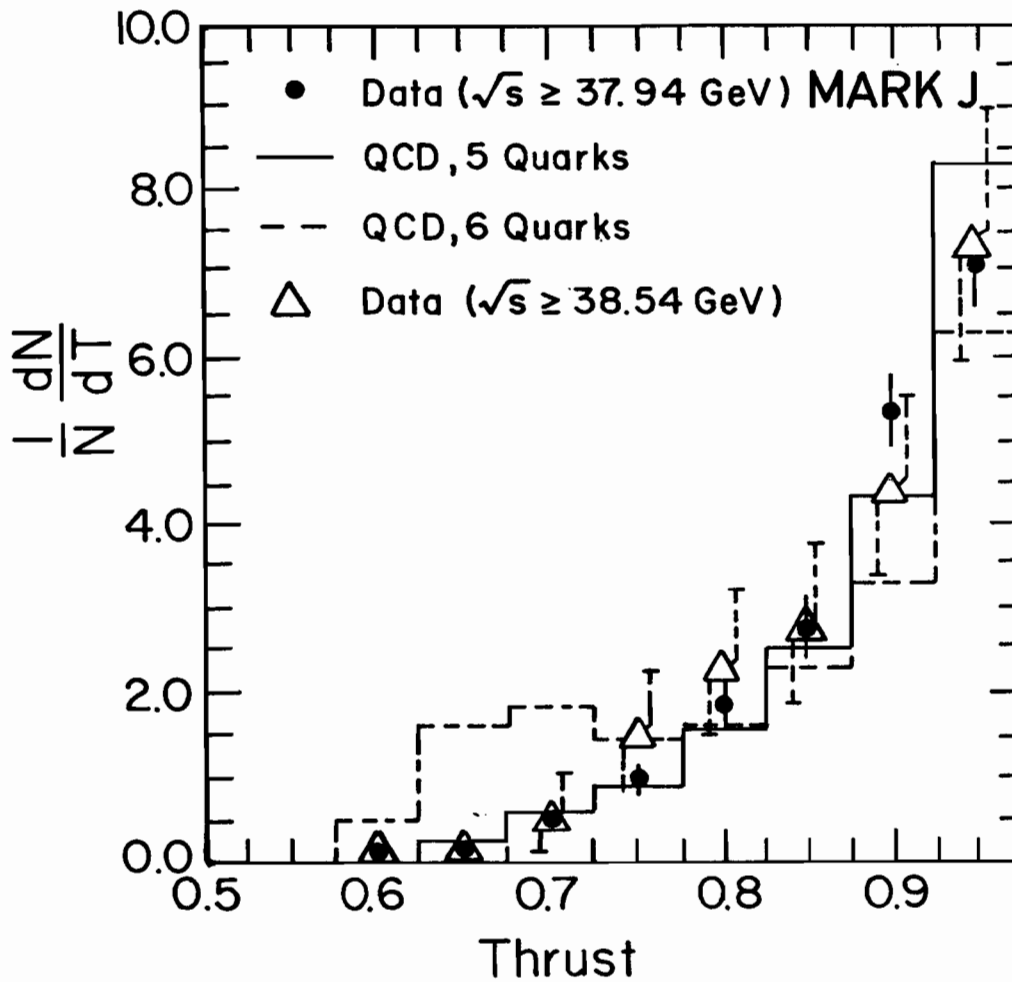
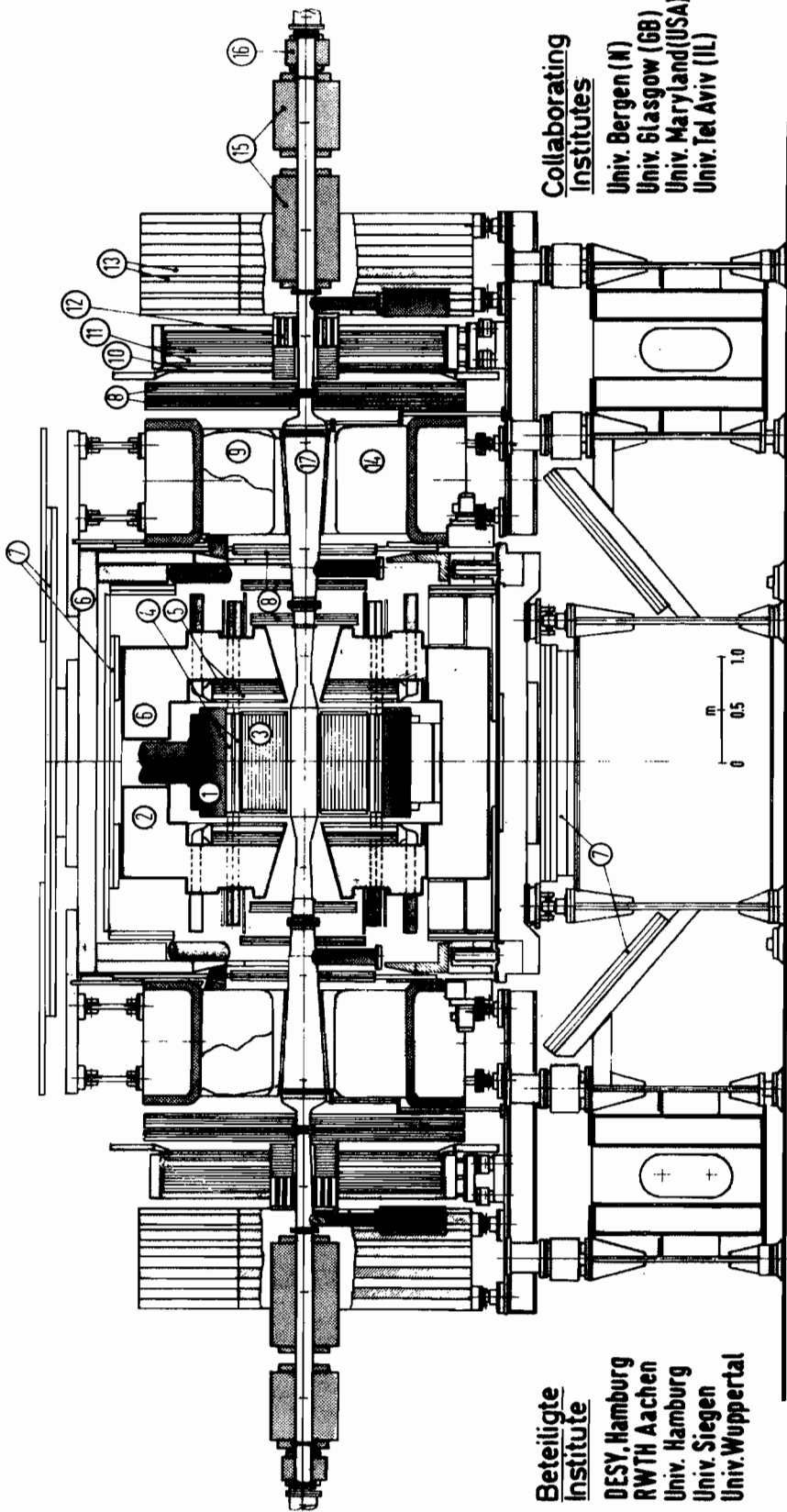


Abb. 3.17: Thrustverteilung der Ereignisse im Energiebereich zwischen 37.94 und 38.63 GeV und im Bereich zwischen 38.54 und 38.63 GeV. Die Messungen sind mit der Vorhersage für fünf Quarksorten (durchgezogene Linie) und für sechs Quarksorten, d.h. einschließlich des Top-Quarks, verglichen (gestrichelte Linie).

# PLUTO Detektor (1982)



**Beteiligte Institute**  
 DESY, Hamburg  
 RWTH Aachen  
 Univ. Hamburg  
 Univ. Siegen  
 Univ. Wuppertal

**Collaborating Institutes**  
 Univ. Bergen (N)  
 Univ. Glasgow (GB)  
 Univ. Maryland (USA)  
 Univ. Tel Aviv (IL)

- 1 Supraleitende Spule / Superconductive coil
- 2 Eisenjoch / Magnet yoke
- 3 Zylindr. Driftkammern / Cylindr. driftchambers
- 4 Zylindr. Schauerzähler / Barrel shower counter with helix-tubes
- 5 Endkappen Schauerzähler / Endcap shower counters with proportional chambers
- 6 Hadron-Absorber / Hadron absorber
- 7 Myon-Kammern / Muon chambers
- 8 Vorwärts-Driftkammern / Forward driftchambers
- 9 Cerenkov Zähler / Cerenkov counter
- 10 Flugzeit-Zähler / Time-of-flight counters
- 11 Weitwinkel Schauerzähler / Large angle tagger (LAT) with proport. kamern with proport. tubes
- 12 Schauerzähler / Small angle tagger (SAT)
- 13 Vorw. Myon Detektor / Forward muon detector
- 14 Septum Magnet / Septum magnet
- 15 Mini-Beta Quadrupol / Mini beta quadrupole
- 16 Korrektur Quadrupol / correction quadrupole
- 17 Vakuumkammer / Vacuum pipe

Abb. 4.1: Der PLUTO-Detektor mit erweiterten Vorwärtsspektrometern.

W. Knaut, Ph. JES

## PLUTO-Kollaboration

**Beteiligte Institute:** RWTH Aachen, Univ. Bergen, DESY, Univ. Glasgow, Univ. Hamburg, Maryland Univ., Univ. Siegen, Univ. Tel Aviv, Univ. Wuppertal.

### Datennahme und physikalische Ziele

Mit dem durch zwei verbesserte Vorwärtsspektrometer erweiterten PLUTO-Detektor wurden im Berichtsjahr am Speicherring PETRA bis August 1982 Daten genommen. Es wurde eine integrierte Luminosität von  $45\,000\text{ nb}^{-1}$  bei der Schwerpunktsenergie  $2E = 34.7\text{ GeV}$  gesammelt.

Abb. 4.1 zeigt einen Querschnitt durch den Detektor. Die Vorwärtsspektrometer gestatten eine Impulsmessung im Winkelbereich  $5^\circ$  bis  $14^\circ$  zur Strahlachse (Septum-Magnet und Vorwärtsdriftkammern); sie erlauben in diesem Bereich eine  $e/\pi$  Trennung (Cerenkovzähler), eine Flugzeitmessung (Flugzeitzähler) und Energiemessung von Elektronen und Photonen (Weitwinkel-Schauerzähler, Kleinwinkel-Schauerzähler). Auch vorwärts gehende Myonen werden nachgewiesen (Vorwärts-Myon-Detektor).

Mit dem erweiterten Detektor wird insbesondere ein verbesserter Nachweis von Zwei-Photonen-Reaktionen erreicht. Solche Reaktionen treten auf, wenn die im Speicherring kollidierenden Elektronen und Positronen je ein Photon abstrahlen, die anschließend wechselwirken. Das Studium dieser Streuung von "Licht an Licht" bei extrem kurzen Wellenlängen ist erst durch die hohe Energie des PETRA-Speicherrings möglich geworden. Die Reaktionsprodukte werden bevorzugt nahe der Strahlachse emittiert. Abb. 4.2 zeigt ein Ereignis mit drei Spuren in einem der Vorwärtsspektrometer, von denen eine durch das Ansprechen des Cerenkovzählers (C) als Positron von  $13.0\text{ GeV}$  Energie (LAT) ausgewiesen ist. Die beiden anderen Spuren sind Pionen ( $h^+$ ) mit Impulsen von  $0.43$  bzw.  $1.13\text{ GeV}/c$ . Abb. 4.3 zeigt die Qualität der Teilchenidentifizierung durch den Flugzeitzähler im Impulsbereich von  $0.3$  bis  $2.5\text{ GeV}/c$ . Die bisher erzielte Zeitauflösung ist  $\sigma_T = 0.3\text{ nsec}$ . Die Abbildung zeigt  $\beta = v/c$  für positive und negative Teilchen. Die Meßdaten liegen als Bänder um die eingezeichneten Linien für Pionen, Kaonen und Protonen. Unter den Teilchen überwiegen Pionen und aus der Vakuumkammer rückgestreute Protonen (positive Ladung).

Die Datenreduktion wurde bis Ende des Jahres abgeschlossen. Schwerpunkte der laufenden Auswertung sind neben Tests der Quantenelektrodynamik und der elektroschwachen Wechselwirkung insbesondere die folgenden Gebiete der Zwei-Photonen-Physik:

- Totaler  $\gamma\gamma$ -Wirkungsquerschnitt
- Strukturfunktion  $F_2$  des Photons
- Jets bei hohen Transversalimpulsen
- Erzeugung von Resonanzen

Eine Reihe von Analysen der in früheren Jahren genommenen Daten bis zu Schwerpunktsenergien von  $31\text{ GeV}$  wurden im Berichtsjahr abgeschlossen; über neue Ergebnisse aus diesen Arbeiten wird im folgenden berichtet.

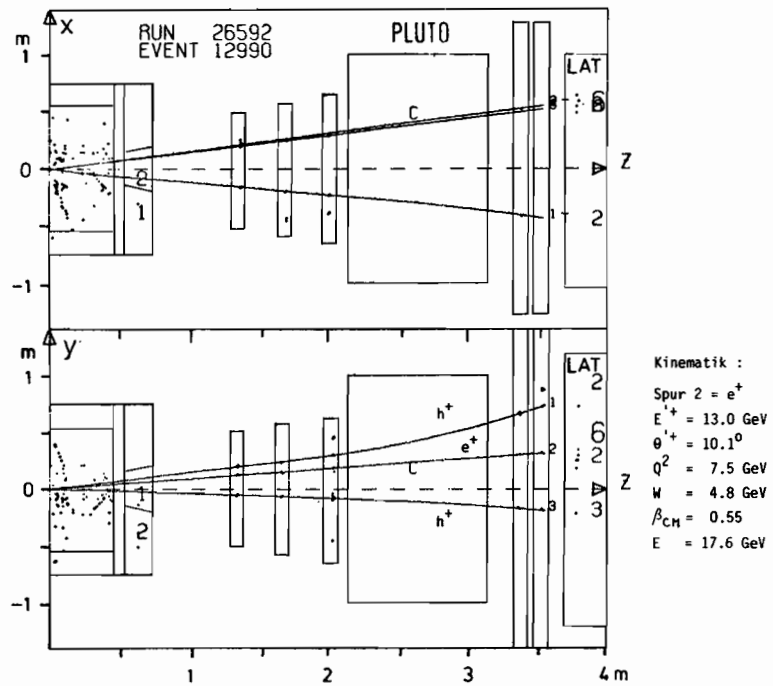


Abb. 4.2: Spuren im Vorwärtsspektrometer. Das Positron  $e^+$  ist durch Ansprechen des Cerenkovzählers C identifiziert,  $h^+$  sind positiv geladene Hadronen.

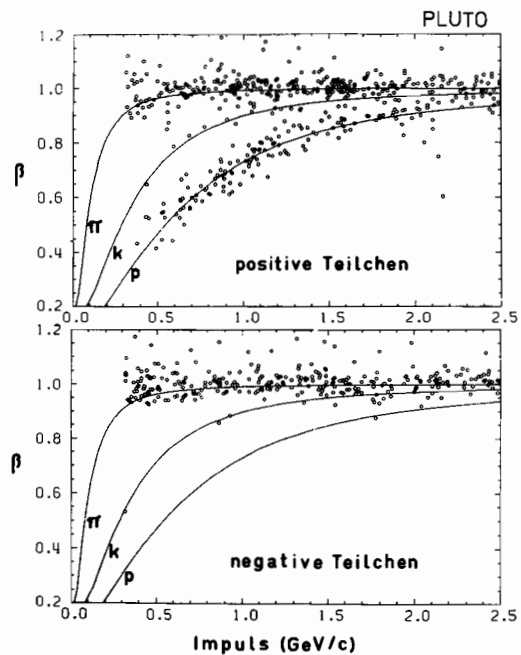
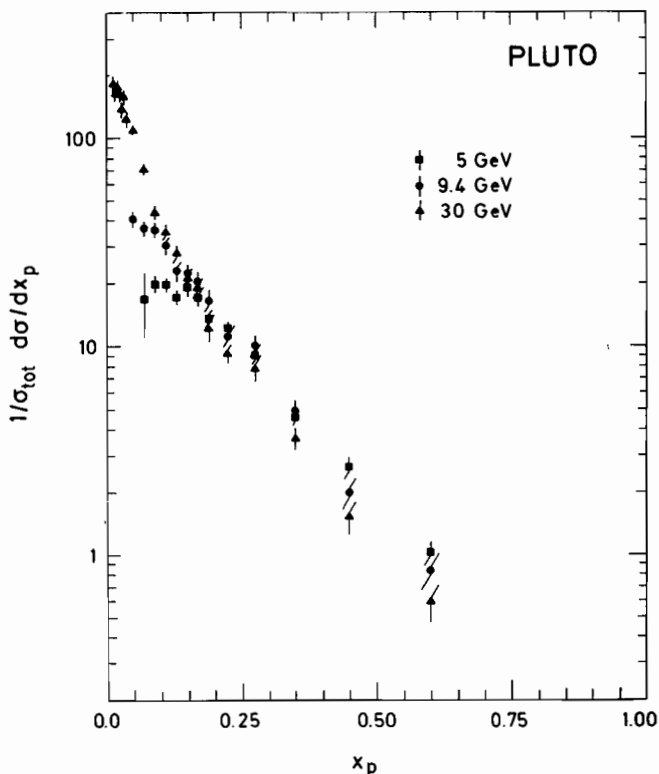


Abb. 4.3: Geschwindigkeit  $\beta = v/c$  aus Impuls- und Zeitmessung. Die Kurven geben die Zuordnung zu Protonen p, Kaonen K, und Pionen  $\pi$ . Die zahlreichen positiven Protonen stammen aus der Strahl-Gas-Streuung.

## Physikalische Ergebnisse

Es wurden die Impulsverteilungen geladener Teilchen ( $\pi$ , K, p) in hadronischen Endzuständen aus der  $e^+e^-$ -Annihilation über einen weiten Bereich der Schwerpunktsenergie (3.6 bis 31 GeV) gemessen. Abb. 4.4 zeigt die Spektren in der normierten Form  $(1/\sigma_{\text{tot}}) d\sigma/dx_p$  ( $x_p = p/E$  ist der auf die Strahlenergie E normierte Teilchenimpuls) für die drei Schwerpunktsenergien von 5,0, 9.4 und 30.5 GeV. Die Meßdaten wurden bei DORIS und PETRA in den Jahren 1976 bis 1979 gewonnen. Bei kleinen  $x_p$  ( $< 0.15$ ) nimmt der differentielle Wirkungsquerschnitt mit der Schwerpunktsenergie stark zu (logarithmische Ordinate). Dagegen fallen die Meßpunkte für die größeren  $x_p$  ( $> 0.2$ ) für alle Energien fast aufeinander; dies wird als Skalenverhalten bezeichnet. Der relative Anteil von Teilchen mit kleinen Impulsen wächst mit steigender Schwerpunktsenergie stark an, was eine Zunahme der Multiplizität (mittlere Zahl der Teilchen pro Ereignis) bedeutet; der relative Anteil von produzierten Teilchen mit hohen Impulsen ist in erster Näherung konstant. Trägt man denselben Wirkungsquerschnitt statt gegen  $x_p$  als Funktion der Schwerpunktsenergie  $E_{\text{CM}}$  auf, so lägen bei exaktem Skalenverhalten die Meßpunkte für konstante  $x_p > 0.2$  auf horizontalen Geraden (keine  $E_{\text{CM}}$ -Abhängigkeit).

*Inklusive  
Impulsspektren*



**Abb. 4.4:** Inklusive Impulsspektren für die  $e^+e^-$ -Annihilation bei Energien von 5,0, 9,4 und 30 GeV,  $x_p = p/E$ .

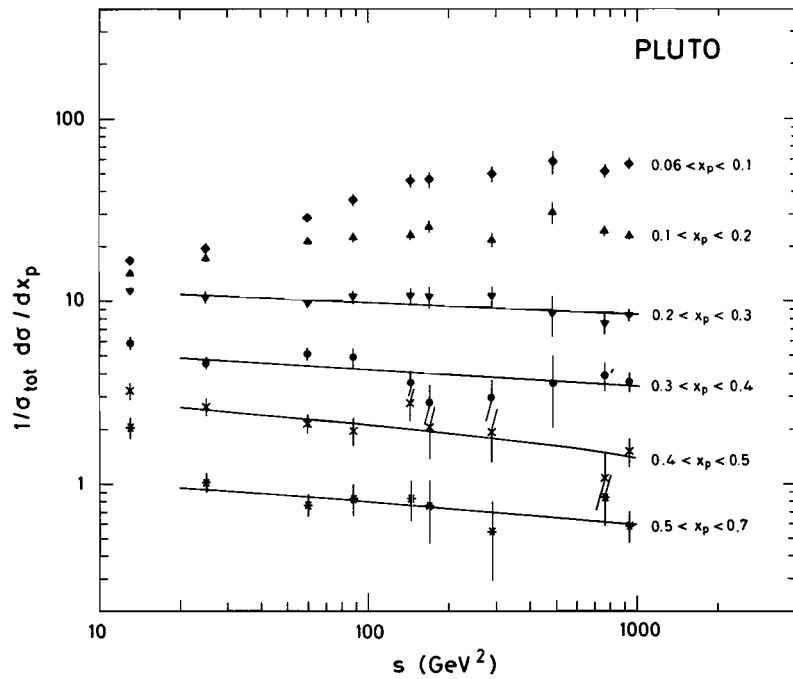


Abb. 4.5: Inklusive Impulsspektren als Funktion von  $s = 4 E^2$ , aufgeteilt in  $x_p$ -Intervalle. Die Kurven sind eine Anpassung der Funktion  $f(s) = a\{1+b \times \ln(s/c)\}$  an die Daten. Für  $x_p < 0.2$  wird Skalenverhalten nicht erwartet.

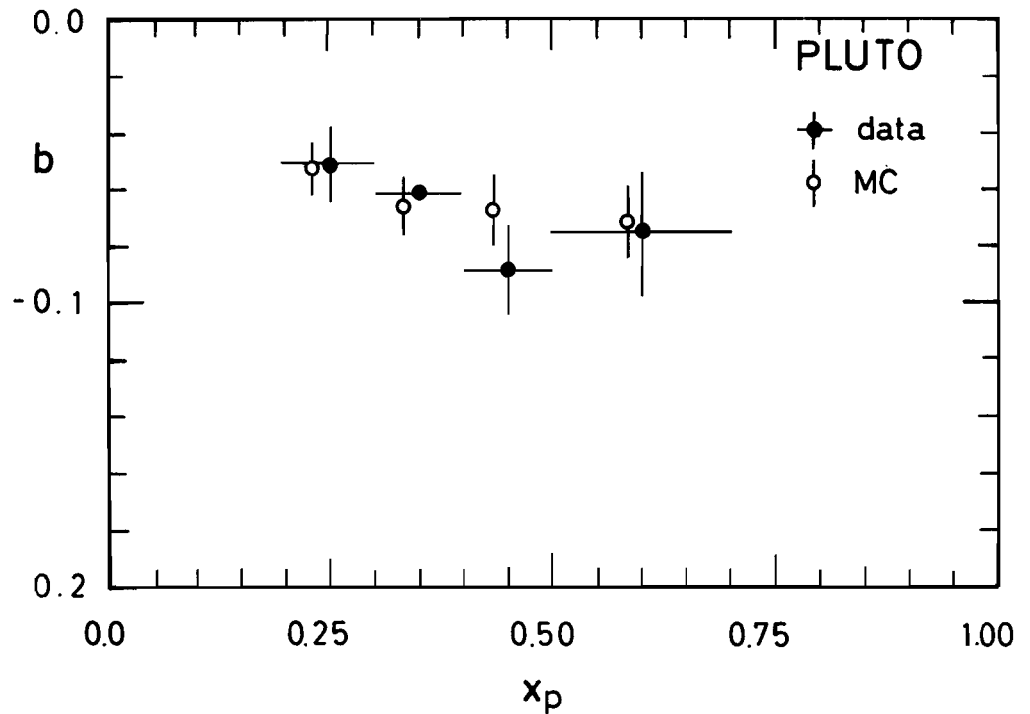


Abb. 4.6: Der Parameter  $b < 0$  als Funktion von  $x_p$  aus der Anpassung von Abb. 4.5 weist auf Skalenverletzung hin.

In Abb. 4.5 ist  $(1/\sigma_{\text{tot}}) d\sigma/dx_p$  gegen  $s$  ( $\sqrt{s} = 2E = \text{Gesamtenergie} = E_{\text{CM}}$ ) für 10 Energien von  $E_{\text{CM}} = 3.6$  bis  $30.5$  GeV aufgetragen, wobei die Meßdaten in sechs  $x_p$ -Bereiche eingeteilt sind. Man kennt einen leichten Abfall der vier oberen  $x_p$ -Bereiche ( $x_p > 0.2$ ) mit  $s$ , das Skalenverhalten ist also nicht exakt erfüllt, während die Meßpunkte in den unteren beiden Bereichen wie erwartet mit  $s$  ansteigen. Die eingezeichneten Kurven stellen eine Anpassung der Funktion

$$f(s) = a \{ 1 + b \times \ln(s/c) \}, \quad c = 1 \text{ GeV}^2$$

dar, um die Verletzung des Skalenverhaltens zu quantifizieren. Sie wird durch den Parameter  $b$  beschrieben ( $b = 0$  für Skalenverhalten).

Abb. 4.6 zeigt den Parameter  $b$  als Funktion von  $x_p > 0.2$ . Er ist deutlich negativ, man beobachtet also eine Skalenverletzung. Diese wird von der Theorie der Quantenchromodynamik (QCD) vorhergesagt, und der Effekt ist in Übereinstimmung mit der Beobachtung. Das zeigen die offenen Punkte in Abb. 4.6, die aus Monte-Carlo-Studien am Hoyer- und (übereinstimmend) am Lund-Modell gewonnen wurden. Eingehendere Studien zeigen aber, daß ein großer Teil der beobachteten Verletzung ( $b < 0$ ) nicht vom QCD-Anteil in den Modellen herrührt, sondern schon durch Zerfälle primärer Mesonen und durch den Mechanismus der Energie-Impuls-Erhaltung erklärt werden kann. Die inklusiven Impulsspektren sind offenbar keine geeignete Größe zur Messung von QCD-Effekten.

Es besteht eine einfache Beziehung zwischen dem inklusiven Impulsspektrum  $d\sigma/dx_p$  und der mittleren Multiplizität  $\langle n \rangle$  geladener Teilchen, nämlich

*Multiplizität*

$$\sigma_{\text{tot}}^{-1} \int_0^1 \frac{d\sigma}{dx_p} dx_p = \langle n \rangle$$

Da die Spektren am unteren Ende nur für  $p > 0.2$  GeV/c gemessen sind und am oberen Ende nicht nur der statistische Fehler wächst, sondern auch der Meßfehler, erfordert die Auswertung des Integrals sorgfältige Korrekturen. Andererseits kann die mittlere Multiplizität durch Abzählen und nach Akzeptanzkorrekturen auch direkt gemessen. Abb. 4.7 zeigt das Ergebnis beider Methoden für Energien von  $3.6$  bis  $31$  GeV (offene Punkte: Spektren, volle Punkte: direkte Messung). Die ausgezogene Kurve ist eine Anpassung der im Rahmen der QCD abgeleiteten Abhängigkeit

$$\langle n \rangle = a + b \times \exp(c \sqrt{\ln(s/\Lambda^2)})$$

Für  $\Lambda = 0.1$  GeV erhält man  $a = 2.4 \pm 0.4$ ,  $b = 0.008 \pm 0.005$ ,  $c = 2.1 \pm 0.2$ . Die Anpassung ist aber gegen den Wert von  $\Lambda$  ( $0.02 \leq \Lambda \leq 3$  GeV) unempfindlich. Besser noch paßt eine auf rein statistischen Überlegungen beruhende Relation zu den Daten:

$$\langle n \rangle = a \times s^{1/4}, \quad \text{mit } a = 2.44 \pm 0.02$$



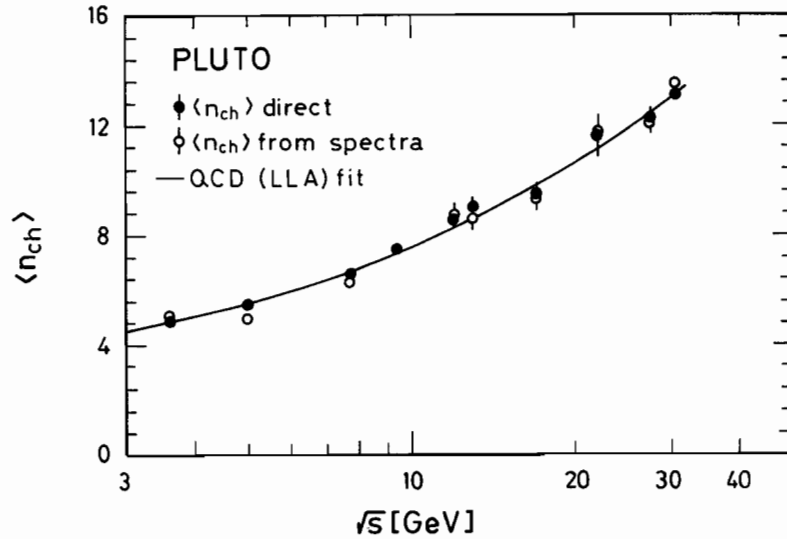


Abb. 4.7: Mittlere geladene Multiplizität  $\langle n_{ch} \rangle$  als Funktion von  $\sqrt{s} = 2 E$ . Die Kurve ist eine Anpassung der QCD-Vorhersage.

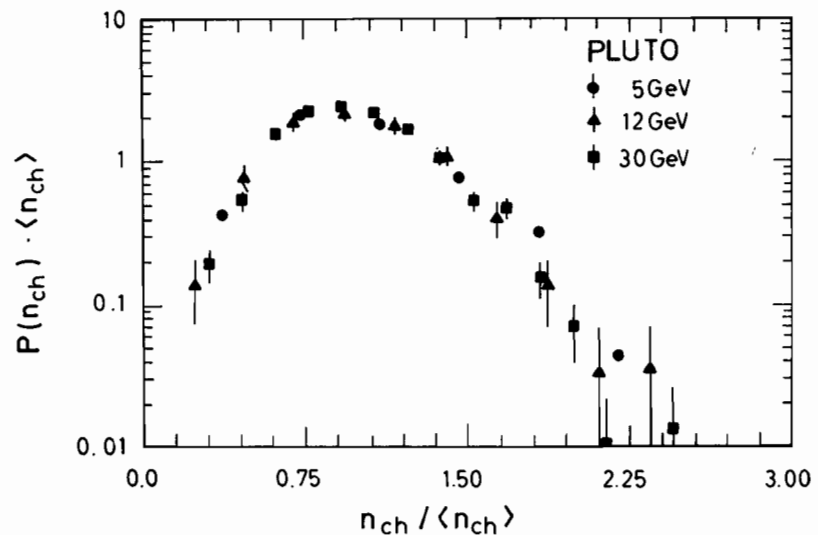
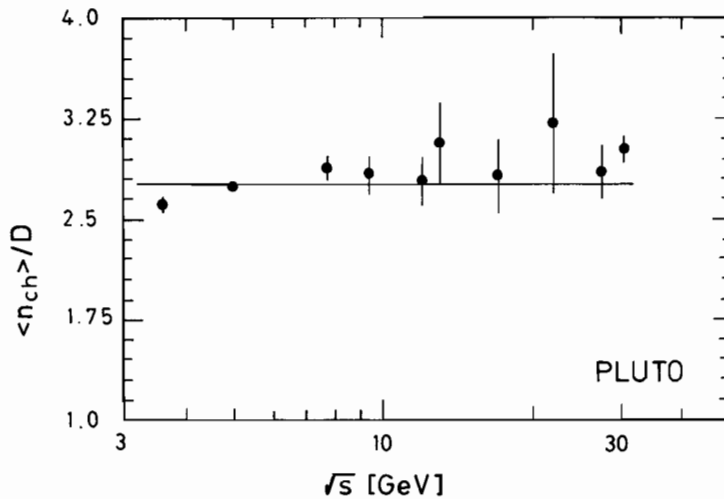


Abb. 4.8: KNO-Darstellung der mittleren geladenen Multiplizität für die Schwerpunktsenergien 5, 12 und 30 GeV.

In Abb. 4.8 ist die normierte Verteilung der geladenen Multiplizität ( $n_{ch} = n$ ) gegen  $\langle n \rangle \times P(n)$ , ( $P(n) = \sigma(n)/\sigma_{tot}$ ) aufgetragen. Die so normierten Verteilungen für  $\sqrt{s} = 5, 12$ , und  $30$  GeV fallen aufeinander, was man als KNO-Skalenverhalten bezeichnet. Wie gut diese Skalierung ist, sieht man deutlicher, wenn man das Verhältnis  $\langle n \rangle / D$  ( $D = \sqrt{\langle n^2 \rangle - \langle n \rangle^2}$  = Dispersion) über alle gemessenen Energien von  $3.6 - 30.5$  GeV aufträgt (Abb. 4.9). Über den Energiebereich gemittelt ergibt sich unter der Annahme einer Energieunabhängigkeit:

$$\langle n \rangle / D = 2.74 \pm 0.07$$



**Abb. 4.9: Mittlere Breite  $\langle n_{ch} \rangle / D$  der KNO-Verteilung als Funktion der Energie. Die Kurve stellt das Mittel der Meßwerte dar.**

Wenn man in folgender Weise "Momente" der inklusiven Verteilung geladener Teilchen definiert:

$$M^{(n)} = \sigma_{tot}^{-1} \int_0^1 x_p^n \frac{d\sigma}{dx_p} dx_p,$$

dann stellt die mittlere Multiplizität das nullte Moment dar,  $M^{(0)} = \langle n \rangle$ . Das erste Moment hängt mit der mittleren geladenen Energie  $\langle E_{ch} \rangle$  zusammen:

$$\langle M^{(1)} \rangle = 2 \langle E_{ch} \rangle / \sqrt{s},$$

wobei  $\langle \sum p_i \rangle = \langle \sum E_i \rangle$  angenommen ist. Der Meßwert für dieses Moment ergibt Werte von  $\langle M^{(1)} \rangle$  zwischen 1.05 und 1.29, über den Energiebereich 12 bis 30 GeV gemittelt erhält man  $\langle M^{(1)} \rangle = 1.20$ . Mit  $\sqrt{s} = \langle E_{ch} \rangle + \langle E_n \rangle$  bestimmt sich daraus der Anteil der mittleren gemessenen neutralen Energie  $E_n$ :

$$\langle E_n \rangle / \sqrt{s} = 1 - M^{(1)}/2 = 0.40 \pm 0.03, \quad 12 \leq \sqrt{s} \leq 30 \text{ GeV}$$

Dieser Wert läßt sich mit einer direkten Messung der in den Schauerzählern deponierten neutralen Energie vergleichen:

$$\langle E_n \rangle / \sqrt{s} = 0.385 \pm 0.026 \quad 12 \leq \sqrt{s} \leq 30 \text{ GeV}$$

Die unabhängig gewonnenen Werte der mittleren neutralen Energie stimmen gut überein. Man beobachtet aber einen leichten Abfall von  $\langle E_n \rangle / \sqrt{s}$  mit steigender Energie (im Bereich  $3.6 \leq \sqrt{s} \leq 30$  GeV ergeben die Spektren den Wert  $0.42 \pm 0.04$ ).

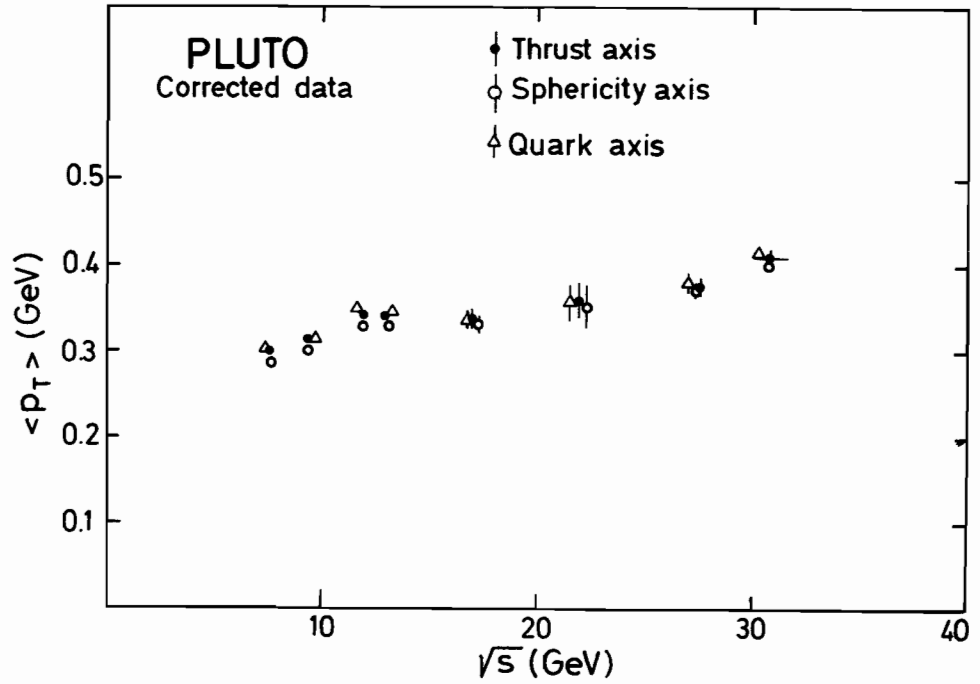


Abb. 4.10: Mittlere Transversalimpulse  $\langle p_T \rangle$  von Jets aus der  $e^+e^-$ -Annihilation als Funktion der Schwerpunktsenergie.

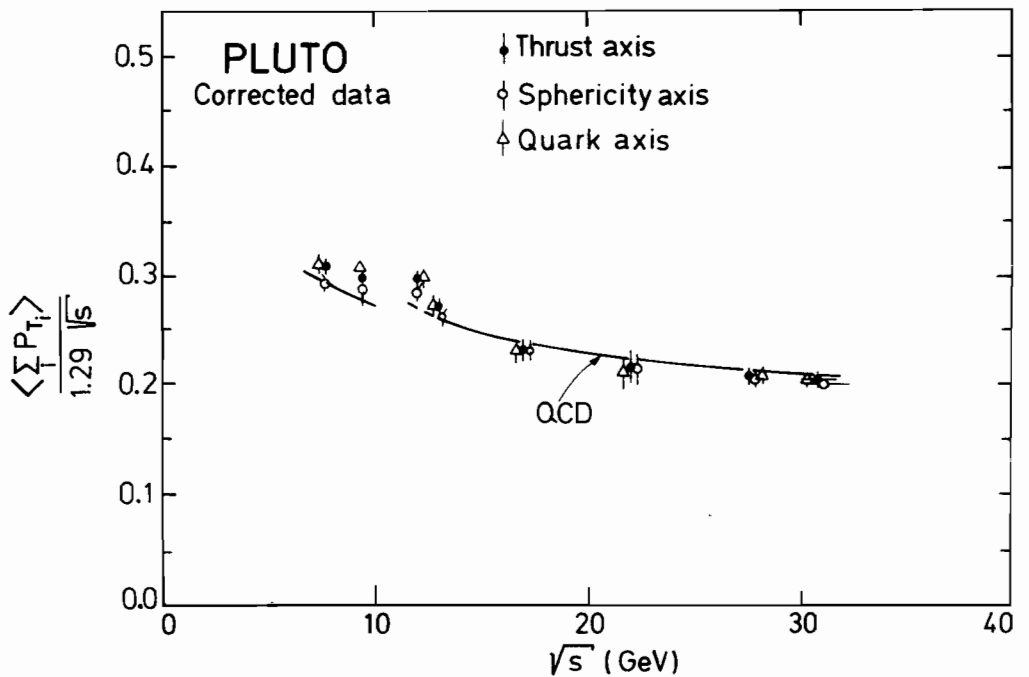
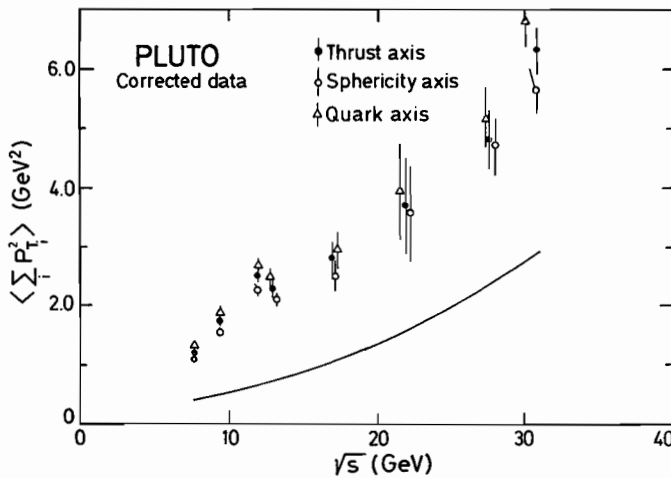


Abb. 4.11: Mittlere Transversalimpuls-Summen von Jets, in der Form  $\alpha_s = \langle \sum p_T \rangle / 1.29\sqrt{s}$ , dargestellt als Funktion von  $\sqrt{s}$ . Die Kurve ist eine Vorhersage einer perturbativen QCD-Rechnung.



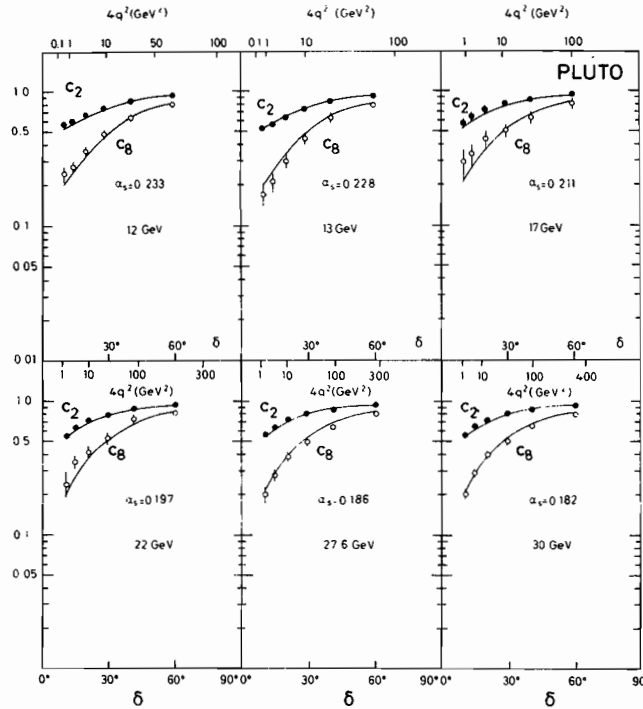
**Abb. 4.12: Mittlere Quadratsummen der Transversalimpulse von Jets als Funktion von  $\sqrt{s}$ , verglichen mit einer Vorhersage der perturbativen QCD.**

Es ist schon seit langem bekannt, daß die aus dem primären Quark-Antiquark-Paar  $q\bar{q}$  entstehenden Hadronen mit begrenztem Transversalimpuls  $p_T \approx 0.3 \text{ GeV}/c$  emittiert werden. Die entstehenden Jets werden daher mit zunehmender Schwerpunktsenergie stärker kollimiert, da die Longitudinalimpulse  $p_L$  stark, die Transversalimpulse  $p_T$  aber wenig wachsen. Andererseits verknüpft die QCD die Jetbreite (Öffnungswinkel  $\delta \approx p_T/p_L$ ) mit der Emission von Gluonen und sagt voraus, daß die Transversalimpulse mit der Energie wachsen. Dieser Effekt verlangsamt das Schrumpfen der Jetbreite mit wachsender Energie. Da der PLUTO-Detektor, wie aus den schon geschilderten Analysen hervorgeht, Daten über einen weiten Energiebereich genommen hat, lassen sich diese Voraussagen durch das Studium der Transversalimpulse sehr gut prüfen und mit Modellen vergleichen. Es wurden Daten zwischen 7.7 und 31.6 GeV untersucht; die Analyse umfaßt geladene und ungeladene Teilchen. Die Daten sind auf Detektor- und Strahlungseffekte korrigiert.

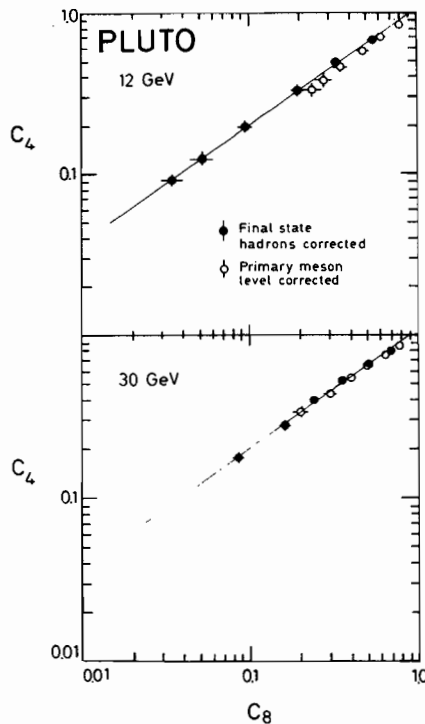
*Messung von Transversalimpulsen in Jets*

Die Transversalimpulse sind auf die Jetachse bezogen, deren Berechnung experimentell einen gewissen Spielraum zuläßt und daher zu einem systematischen Fehler der Meßdaten führt. In den folgenden Diagrammen sind die Daten jeweils für die Thrust-, Sphärizitäts- und für die "Quark"- (schnellstes Teilchen) Achsen gezeigt. Die in Abb. 4.10 gezeigte Verteilung bestätigt den von der QCD vorhergesagten Anstieg der mittleren Transversalimpulse  $\langle p_T \rangle$  mit der Energie. Die Daten stimmen mit dem Monte Carlo-Modell von Hoyer et al. gut überein und hängen von der Wahl der Jetachse kaum ab.

Perturbative QCD-Rechnungen, in denen der Effekt der Abstrahlung weicher Gluonen in der Leading Logarithm-Näherung (LLA) berücksichtigt ist, wurden von Rakow und Webber (Nucl. Phys. B191 (1981) 63) veröffentlicht und können mit den Meßdaten verglichen werden. Die Autoren berechnen die Variablen  $\langle \Sigma p_T \rangle$  und  $\langle \Sigma p_T^2 \rangle$ . In Abb. 4.11 sind die Meßdaten für  $\langle \Sigma p_T \rangle$  in der vorhergesagten Form  $\alpha_s = \langle \Sigma p_T \rangle / 1.29 \times \sqrt{s}$  gegen  $\sqrt{s}$  aufgetragen. Die Kurve ist eine Anpassung der erwarteten Abhängigkeit von  $\alpha_s$ . Die Abnahme der starken Kopplung mit wachsender Energie wird durch die Daten bestätigt. Der energieunabhängige Abschneideparameter wird gemessen zu  $\Lambda = 600 \pm 25 \text{ MeV}$ , entsprechend einer Kopplung  $\alpha_s = 0.20 \pm 0.01$  bei  $\sqrt{s} = 30 \text{ GeV}$ . Die zweite Vorhersage wird in Abb. 4.12 mit den Daten verglichen. Es ist der Mittelwert  $\langle p_T^2 \rangle$  gegen  $\sqrt{s}$  aufgetragen, die Kurve der Vorhersage liegt aber signifikant unter den Meßpunkten, d.h. der theoretische Ansatz ist offenbar in sich nicht konsistent.



**Abb. 4.13:** Energie-Momente  $C_2$  und  $C_8$  als Funktion von  $\delta(4q^2)$  für die Energien  $\sqrt{s} = 12, 13, 17, 22, 27.6$  und  $30$  GeV. Die Meßdaten sind auf den Zerfall primärer Mesonen korrigiert. Die theoretischen Kurven stellen die Anpassung mit einem einzigen Parameter  $\Lambda = 464 \pm 10$  (stat.) MeV dar.



**Abb. 4.14:** Energie-Momente  $C_4$  gegen  $C_8$ . Die offenen Datenpunkte sind auf den Zerfall primärer Mesonen korrigiert, die Gerade entspricht der vorhergesagten Steigung  $A_4^+ / A_8^+ = 0.722$ .

Die Erzeugung von Hadronen in Lepton-Lepton-Wechselwirkungen, wie  $e^+e^-$ , wird in der Theorie der perturbativen QCD als ein Zwei-Stufen-Prozeß verstanden. In der ersten Stufe strahlt ein Quark oder Gluon Energie und Color (= Farbquantenzahl) in einen Konus begrenzter Öffnung ab. Es bildet sich eine Quark-Gluon-Kaskade aus. In der zweiten Stufe, wenn die Massen dieser Partonen den charakteristischen Wert  $\Lambda$  unterschritten haben, kondensieren sie in die farbneutralen Hadronen. Experimentelle Evidenz liegt vor für die Abstrahlung harter Gluonen (3-Jet-Struktur) und auch für die Emission weicher Gluonen (z.B. Energie-Energie-Korrelationen). Aber die Einzelheiten der Quark-Gluon-Kaskade werden noch nicht voll verstanden. Das gilt noch mehr für die Stufe der Hadronisierung. Es gibt aber experimentelle Hinweise dafür, daß die Hadronen des Endzustandes nicht direkt, sondern als Zerfallsprodukte von Resonanzen (Vektormesonen und Pseudoskalaren = "primäre Hadronen") erzeugt werden. Energie-Momente von Quarkjets zum Studium dieses Zwei-Stufen-Prozesses wurden vorgeschlagen von Konishi, Ukawa, Veneziano (Nucl. Phys. B157 (1979) 45, 'Jet calculus'). Abb. 4.13 zeigt für die sechs Energien  $12 \leq \sqrt{s} \leq 30$  GeV die beiden Momente  $C_2$  und  $C_8$  als Funktion von  $\delta$  (bzw.  $4q^2$ , obere Skala). Für die Analyse wird der durch die Jetachse definierte Halbraum in  $N_j = 2^j$  ( $j = 1$  bis 6) flächengleiche Minikegel der Öffnung  $\delta$  zerlegt und die in ihnen deponierte Energie  $E_j$  gemessen. Das Moment eines Jets, in Abhängigkeit der Feinmaschigkeit  $\delta$ , ist dann gegeben durch

$$C_n(\delta) = \sum_{j=1}^{n_j} (E_j/E_v)^n, \quad \delta = 2 \times \arcsin \sqrt{1/2^{j+1}}$$

( $E_v$  = gemessene Gesamtenergie der Jets,  $n_j < N_j$  = Anzahl der Flächendifferentiale mit  $E_j \neq 0$  in dem Jet).

Die Datenpunkte sind Mittelwerte über alle gemessenen Jets. Wenn die Daten auf den Zerfall von Hadron-Resonanzen korrigiert werden, lassen sich die Momente  $n \geq 2$ , für alle Energien mit einem einzigen Parameter  $\Lambda = 464 \pm 10$  (stat.) MeV anpassen (ausgezogene Kurven). Die noch energieabhängigen Werte  $\alpha_s(s) = 4\pi/b \times \ln(s/\Lambda^2)$  sind in der Abbildung angegeben.

In logarithmischer Darstellung sollten die Momente  $C_n$  gegen  $C_m$  für  $n \geq 4$  auf einer Geraden mit aus den anomalen Dimensionen berechenbarer Steigung liegen. Abb. 4.14 zeigt die aus den Daten ermittelten Werte für die Momente  $C_4(\delta)$  gegen  $C_8(\delta)$  für zwei Energien. Mit  $A_4^+ = -0.96$  und  $A_8^+ = -1.33$  wird eine Steigerung von  $A_4^+/A_8^+ = 0.722$  erwartet. Dabei sind Daten vor (volle Punkte) und nach (offene Punkte) der Reduktion auf primäre Mesonen zum Vergleich eingetragen. Sie fallen bei 30 GeV auf die vorberechnete Gerade, während das bei 12 GeV nicht der Fall ist. Man kann das als eine Bestätigung dafür interpretieren, daß die Fragmentationseffekte in den Energie-Momenten bei hohen Energien stark reduziert sind. Der experimentelle Vergleich ist im Prinzip für die Vorhersagen des 'Jet calculus' sehr befriedigend, sie hängen aber ab von der Interpretation der invarianten Partonmasse  $q^2$ . Die von Konishi et al. vorgeschlagene Reaktion  $q^2 = s \cdot \sin^2\delta$  kann die Meßdaten nicht beschreiben.

Mit den im Berichtsjahr genommenen Daten bei 34.7 GeV wurde die Asymmetrie der Myon-Paarherzeugung  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  gemessen. Zur Analyse wurden 1549 Ereignisse verwendet. Abb. 4.15 zeigt die Trennung der Myonpaare von den Myonen aus der Höhenstrahlung durch Messung der Flugzeitunterschiede. Abb. 4.16 gibt das Impulsspektrum wieder, aus dem eine Auflösung von  $\sigma(p)/p = 0.0126 \cdot p$  gemessen wird.

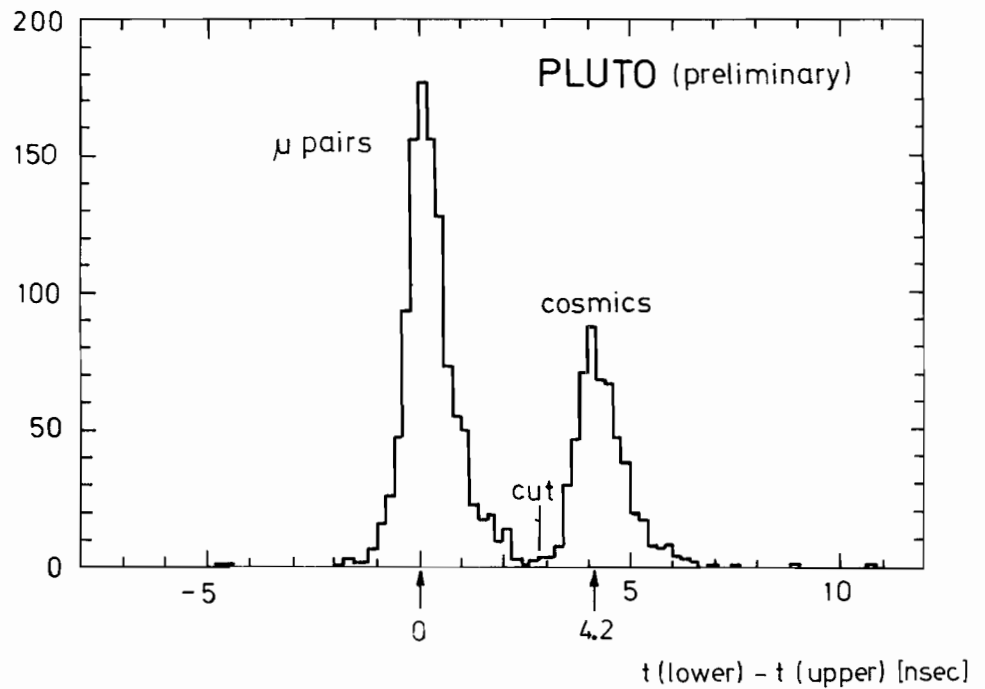


Abb. 4.15: Trennung der Myon-Paare aus der Annihilation  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  von den Myonen der kosmischen Strahlung durch Messung der Zeitdifferenz im zylindrischen Schauerszähler (Nr. 4 in Abb. 4.1).

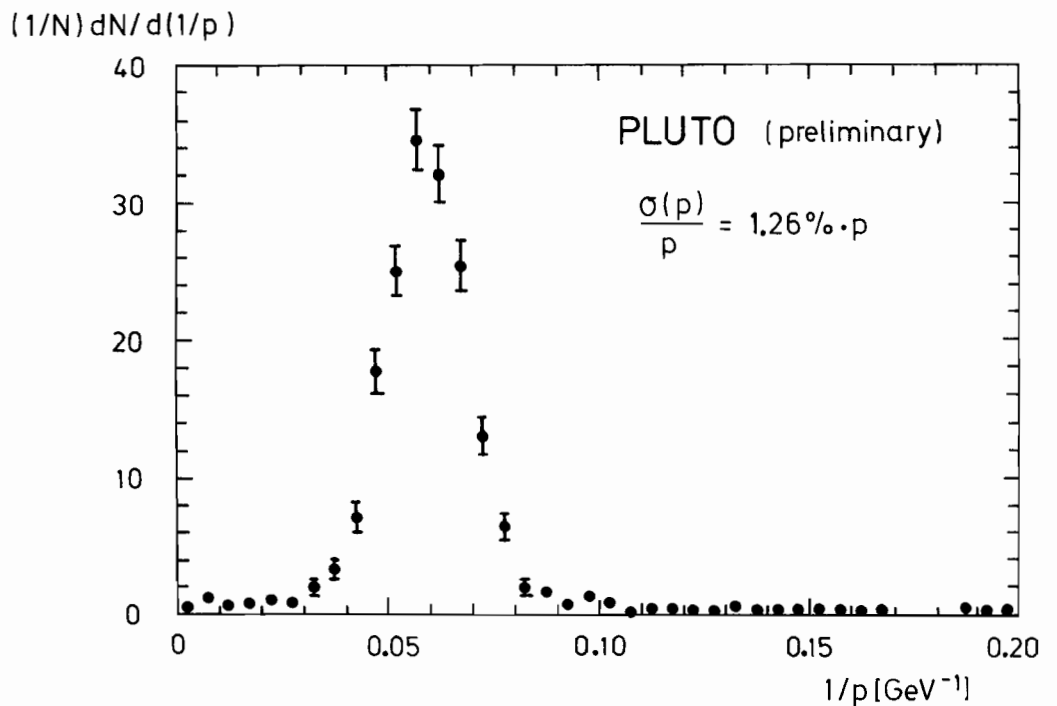


Abb. 4.16: Impulsspektrum der Myonpaare,  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ . Die Spitze der Verteilung liegt bei  $E_{\text{CM}}/2 = 17.4$  GeV.

Myonpaare werden in der  $e^+e^-$ -Annihilation bei kleinen Energien über ein virtuelles Photon erzeugt. Erst bei höheren Energien trägt auch die Erzeugung über das  $Z^0$ -Boson bei, ein hypothetisches Teilchen hoher Masse der schwachen Wechselwirkung. Der im Erzeugungswinkel  $\Theta$  (zur Strahlachse) differenzielle Wirkungsquerschnitt ist dann gegeben durch:

$$\frac{d\sigma}{d\Omega} = \frac{\alpha^2}{4s} [F_1(1+\cos^2\Theta) + F_2 \times \cos \Theta]$$

Der zweite Term ( $F_2 = 4 s \times g \times a^2 M_z^2 (s-M_z^2)^{-1}$ ) beschreibt eine Asymmetrie für positive (negative) Myonen bezüglich der Vorwärts-Rückwärtsrichtungen.

In erster Näherung ist  $F_1 = 1$ . Die Parameter  $g = 4.5 \times 10^{-5} \text{ GeV}^{-2}$ ,  $a = 1$  und  $M_z = 89 \text{ GeV}$  beschreiben den Effekt der schwachen Wechselwirkung nach der Vorhersage von Glashow, Salam, Weinberg (GSW). Die effektive Masse des  $Z^0$ -Bosons erscheint durch Strahlungskorrekturen höher:  $M_z = 94 \text{ GeV}$ . Wegen der Kleinheit von  $g$  ist für kleine Energien der erste Term dominant und man findet eine in  $\cos\Theta$  symmetrische Verteilung (gestrichelte Kurve in Abb. 4.17). Die erst bei hohen Energien meßbare Asymmetrie  $A_{\mu\mu}$  wird beschrieben durch die Differenz der Myonen eines Vorzeichens mit  $\cos\Theta > 0$  und  $\cos\Theta < 0$  in Relation zu ihrer Summe, oberhalb eines Grenzwinkels  $\Theta_{\max} = 41.2^\circ$ . Man erwartet bei  $\sqrt{s} = 34.7 \text{ GeV}$  eine Asymmetrie von  $-8.0\%$ . Der gemessene Wert von

$$A_{\mu\mu} = -10.1 \pm 2.7\% \quad (\sqrt{s} = 34.7 \text{ GeV}, \Theta_{\max} = 41.2^\circ)$$

ist damit in guter Übereinstimmung. Abb. 4.17 zeigt die Meßwerte mit der nach der Formel  $a(1 + \cos^2\Theta + b \cos \Theta)$  angepaßten Kurve ( $b = -0.319 \pm 0.073$ ). Das Ergebnis ist noch vorläufig.

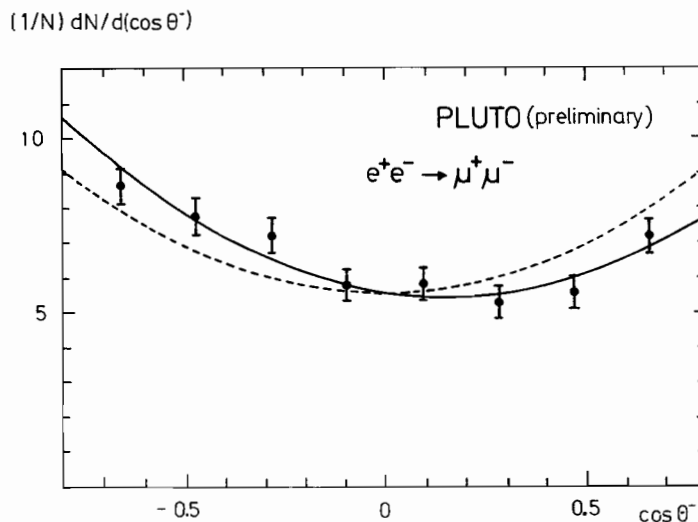
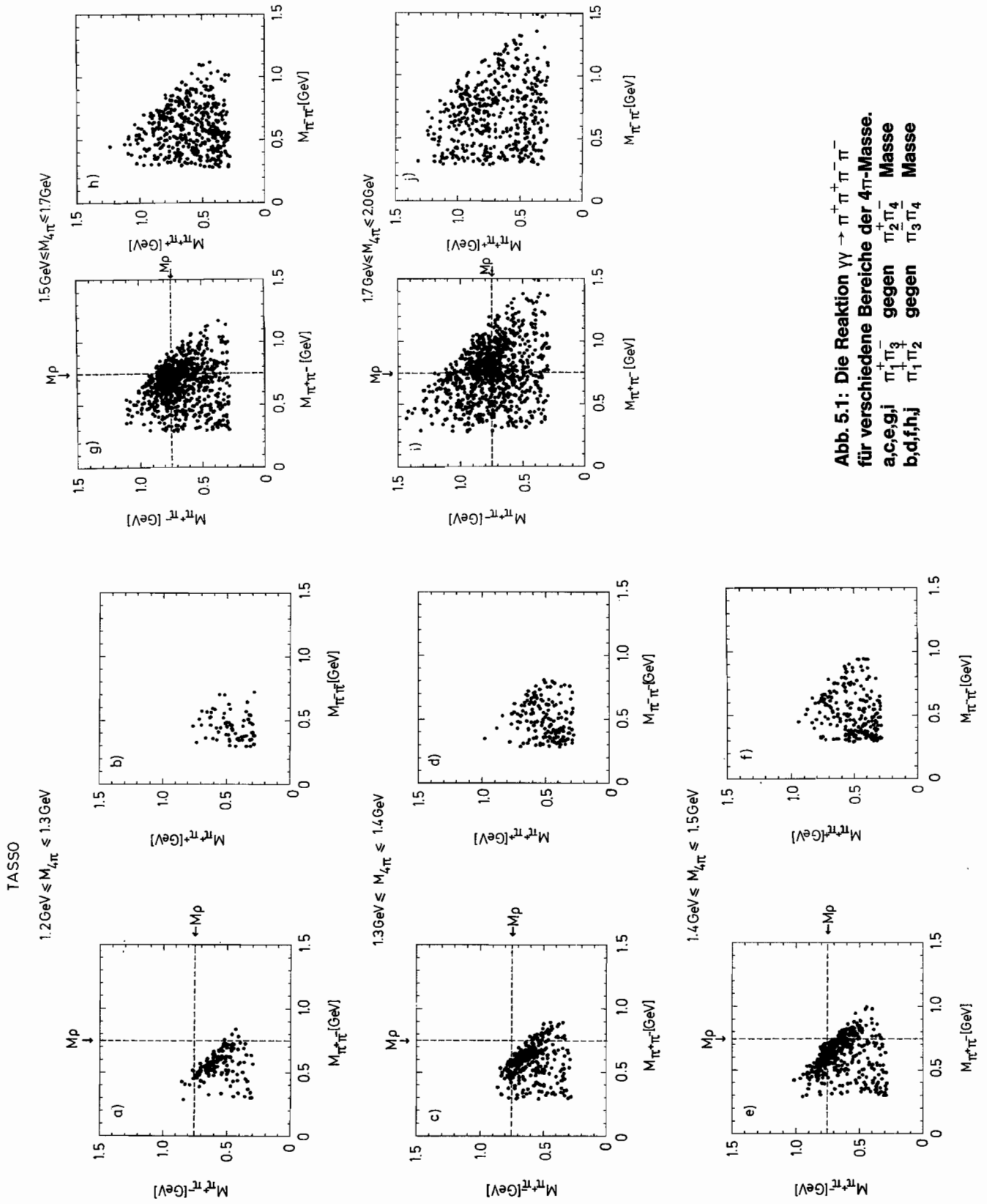


Abb. 4.17: Winkelverteilung der Myonen eines Ladungsvorzeichens. Die Kurve stellt die Anpassung der Funktion  $a(1 + \cos^2\Theta + b \times \cos\Theta)$  an die Meßdaten dar. Die gestrichelte Kurve zeigt zum Vergleich die symmetrische Verteilung mit  $b = 0$ .





**Abb. 5.1: Die Reaktion  $Y^* \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^-$  für verschiedene Bereiche der  $4\pi$ -Masse. a,c,e,g,i  $\pi_1^+ \pi_3^-$  gegen  $\pi_2^+ \pi_4^-$  Masse b,d,f,h,j  $\pi_1^+ \pi_2^-$  gegen  $\pi_3^+ \pi_4^-$  Masse**

# TASSO-Kollaboration

**Beteiligte Institute:** RWTH Aachen, Univ. Bonn, DESY, Univ. Hamburg, Imperial Coll. London, Univ. Oxford, Rutherford Appleton Lab. Chilton, Univ. Siegen, Weizmann Inst. Rehovot, Wisconsin Univ.

## Überblick

In der ersten Jahreshälfte von 1982 wurden Daten bei Schwerpunktsenergien von  $W = 34 - 35$  GeV mit einer Gesamtluminosität von  $52 \text{ pb}^{-1}$  genommen. Damit konnte die Anzahl der Ereignisse bei hohen Energien ( $W \geq 30$  GeV) mehr als verdoppelt und die Beobachtung der schwachen-elektromagnetischen Interferenz wesentlich verbessert werden. Insgesamt standen am Jahresende etwa 27 000 Ereignisse vom Typ

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

zur Verfügung.

In der Sommerpause wurde die HF-Senderleistung von PETRA verdoppelt und damit die Endenergie auf etwa 20 GeV erhöht. Danach konzentrierte sich das Meßprogramm auf die Suche nach dem Top-Quark.

Die physikalischen Möglichkeiten des TASSO-Detektors wurden durch den Einbau von neuen Vorwärtsdetektoren und eines Vertexdetektors zum Nachweis kurzlebiger Teilchen erweitert.

## Physikalische Ergebnisse

Der Schwerpunkt der Auswertung lag bei folgenden Themen:

- $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0 \rho^0$
- $\gamma\gamma \rightarrow f' \rightarrow K\bar{K}$
- Suche nach skalaren Leptonen, geladenen Higgs-Teilchen und Technipionen,
- Fragmentation von Quarks und Gluonen in Hadronen,
- Elektroschwache Interferenzen in Lepton- und Quark-Paarzeugung,
- Suche nach dem Top-Quark.

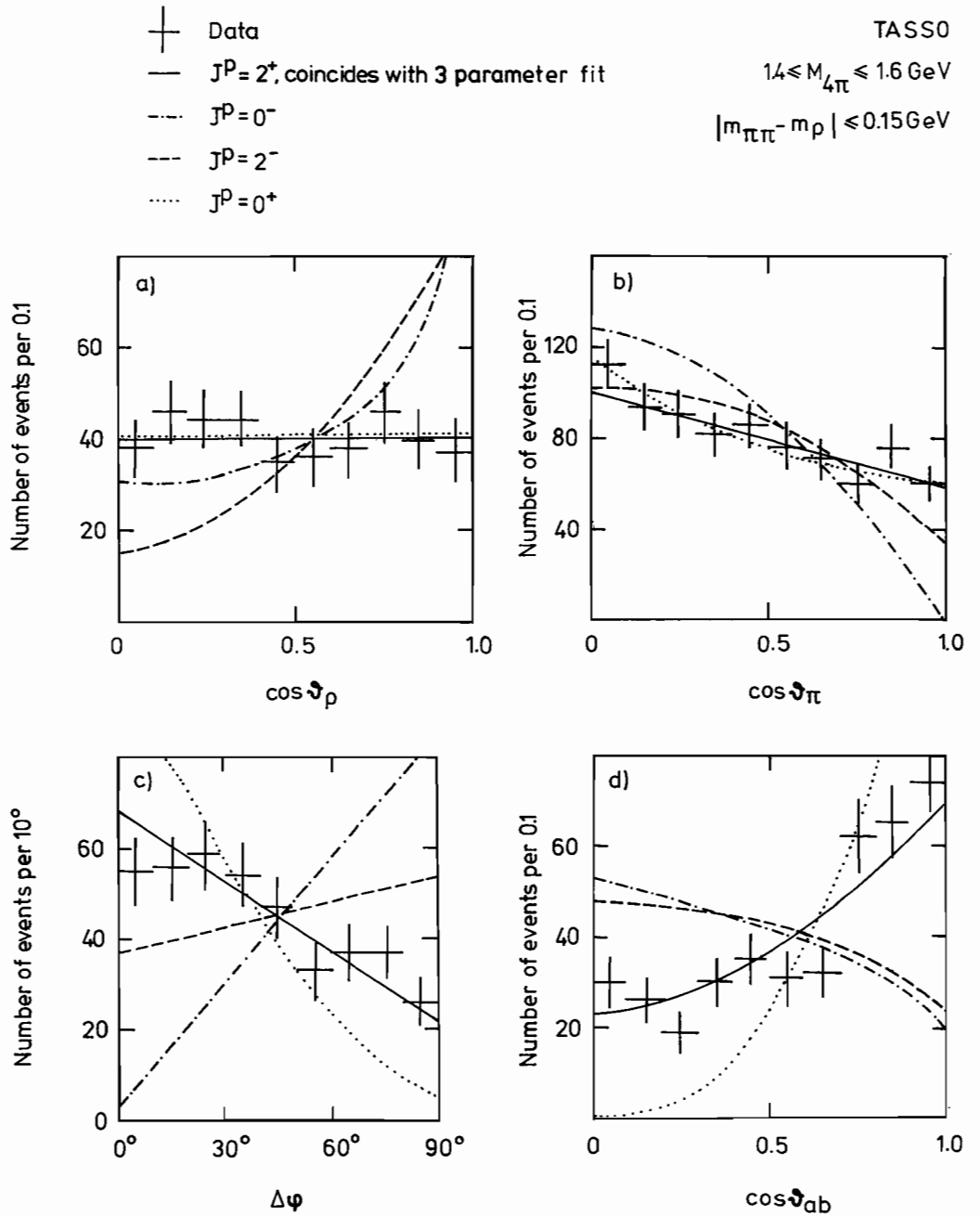
Der erste Nachweis der Reaktion

$\rho^0$ -Paarerzeugung

$$\gamma\gamma \rightarrow \rho^0 \rho^0 \rightarrow \pi^+ \pi^+ \pi^- \pi^-$$

gelang der TASSO-Kollaboration 1980. Der Wirkungsquerschnitt zeigt ein Maximum direkt an der Schwelle ( $W \approx 1.5$  GeV) und fällt zu höheren Energien hin rasch ab. Dieses Verhalten wurde in einigen theoretischen Modellen als Hinweis auf die Erzeugung eines Gluonballs mit Spin und Parität  $J^P = 0^-$  gedeutet. Inzwischen wurde die verfügbare Datenmenge um mehr als einen Faktor 20 erhöht und mit Hilfe der Winkelkorrelationen der Pionen eine Partialwellenanalyse unternommen. Für  $4\pi$ -Massen nahe der Schwelle,  $M_{4\pi} < 1.7$  GeV, überwiegt der  $J^P = 0^+$  Beitrag, für höhere Massen derjenige von  $J^P = 2^+$ . Die Beiträge von Zuständen negativer Parität sind klein. Abb. 5.1 zeigt die Verteilungen der effektiven Massen

$M_{\pi_1^+ \pi_3^-}$  gegen  $M_{\pi_2^+ \pi_4^-}$ , und  $M_{\pi_1^+ \pi_2^-}$  gegen  $M_{\pi_3^+ \pi_4^-}$  für verschiedene  $M_{4\pi}$ -Bereiche.



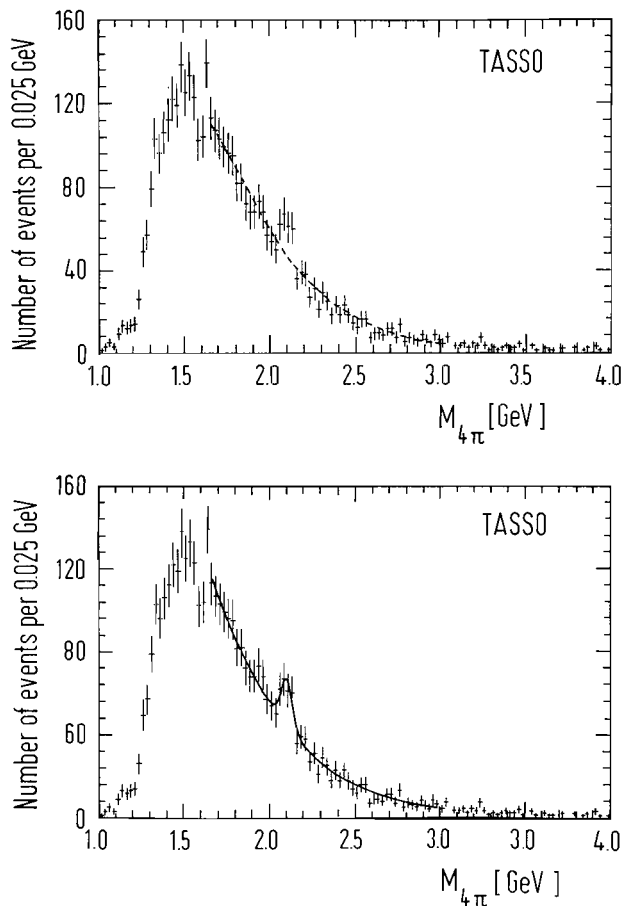
**Abb. 5.2:** Die Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$ . Winkelverteilungen für  $1.4 < M_{4\pi} < 1.6 \text{ GeV}$ . Die Kurven zeigen für  $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\rho^0$  den Verlauf für isotrope Erzeugung und Zerfall und für  $J^P = 0^+$  (ausgezogene Kurve), für  $J^P = 0^-$  (strichpunktiert), für  $J^P = 0^+$  (punktiert) und für  $J^P = 2^-$  (gestrichelt).

Der beherrschende Prozeß ist  $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\rho^0$ . Abb. 5.2 zeigt einige Winkelverteilungen im Massenbereich  $1.4 < M_{4\pi} < 1.6$  GeV als Beispiel für die Winkelkorrelationsanalyse. Der Polarwinkel  $\delta_\rho$  der  $\rho^0$ -Erzeugungssachse (Abb. 5.2a) ist im  $\gamma\gamma$ -Schwerpunktssystem berechnet. Die Winkel  $\delta_\pi$  und  $\varphi_\pi$  (Abb. 5.2b) beschreiben den  $\rho^0$ -Zerfall im  $\rho$ -Helizitätssystem.  $\Delta\varphi = \varphi_{\pi a} - \varphi_{\pi b}$  ist der Winkel zwischen den beiden  $\rho^0$ -Zerfallsebenen (Abb. 5.2c) und  $\delta_{ab}$  ist der Öffnungswinkel zwischen den beiden  $\pi^+$ -Richtungen, jede in ihrem zugehörigen  $\rho^0$ -System berechnet. Die ausgezogenen Kurven zeigen die Erwartung für  $\rho^0\rho^0$ -Erzeugung. Sie stimmen gut mit den Daten überein, während die Vorhersagen für  $J^P = 0^+$  (punktiert),  $0^-$  (strichpunktiert) und  $2^-$  (gestrichelt) zum Teil stark von den Daten abweichen.

Die Untersuchung lieferte auch obere Grenzen für die Kopplung der Gluonball-Kandidaten  $\text{iota}(1440)$  und  $\Theta(1640)$  an  $\gamma\gamma$  und  $\rho^0\rho^0$ :

$$\Gamma(\text{iota} \rightarrow \gamma\gamma)B(\text{iota} \rightarrow \rho^0\rho^0) < 1.0 \text{ keV}$$

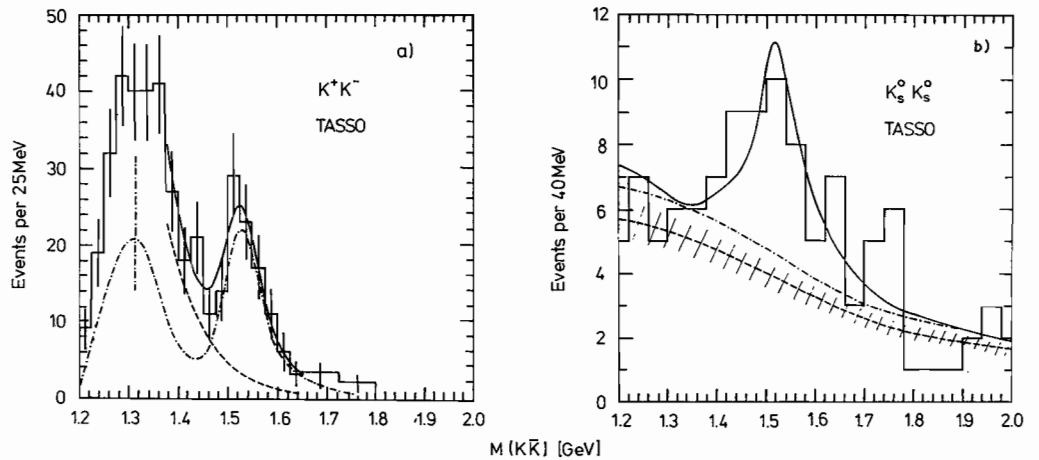
$$\Gamma(\Theta \rightarrow \gamma\gamma)B(\Theta \rightarrow \rho^0\rho^0) < 1.2 \text{ keV}$$



**Abb. 5.3: Die Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$ : Die  $4\pi$ -Massenverteilung.**

**a) Die Kurve zeigt eine Polynom Anpassung.**

**b) Die Kurve zeigt das Ergebnis einer Anpassung mit Polynom plus einer Breit-Wigner-Verteilung für die 2.1-GeV-Struktur.**



**Abb. 5.4:** a) Die Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow K^+K^-$ : Die  $K^+K^-$ -Massenverteilung. Die strichpunktigte Kurve zeigt den Beitrag der interferierenden  $f^0$ -,  $A_2$ - und  $f$ -Resonanzen; die gestrichelte Kurve zeigt den nichtresonanten Beitrag. Die ausgezogene Kurve zeigt die Summe der Beiträge.  
 b) Die Reaktion  $\gamma\gamma \rightarrow K_s^0K_s^0$ : Die  $K_s^0K_s^0$ -Massenverteilung.

Die  $4\pi$ -Massenverteilung von

$$\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^+\pi^-\pi^-$$

zeigt bei  $M_{4\pi} = 2.1$  GeV ein schmales Signal (Abb. 5.3) mit einer statistischen Signifikanz von 4.3 Standardabweichungen. Die Interpretation dieses Signals als Resonanzzustand liefert für Masse und Breite:

$$M = 2.10 \pm 0.02 \text{ GeV}, \quad \Gamma = 0.030 \pm 0.034 \text{ GeV}$$

Die  $\gamma\gamma$ -Partialbreite hat den Wert:

$$\Gamma_{\gamma\gamma} = (1.25 \pm 0.5 \pm 0.5) \text{ keV} \frac{1}{(2J+1)B(4\pi^\pm)}$$

(J ist der Spin und B das  $4\pi^\pm$ -Verzweigungsverhältnis des Zustands)

*f'-Erzeugung*

Die Untersuchung der Kanäle

$$\begin{aligned} \gamma\gamma &\rightarrow K_s^0K_s^0 \\ \gamma\gamma &\rightarrow K^+K^- \end{aligned}$$

lieferte ein klares Signal für die Erzeugung des  $f'(1515)$ -Tensormesons (Abb. 5.4). Für die  $f'$ -Kopplung an  $\gamma\gamma$  wurde folgender Wert erhalten:

$$\Gamma(f' \rightarrow \gamma\gamma)B(f' \rightarrow K\bar{K}) = 0.11 \pm 0.02 \pm 0.04 \text{ keV}$$

wobei angenommen wurde, daß das  $f'$  im Helizitätszustand  $\lambda = 2$  erzeugt wird. Aus  $\Gamma(f' \rightarrow \gamma\gamma)$  ergibt sich, daß der Anteil von u- und d-Quarks am  $f'$  kleiner als 3% ist.

In supersymmetrischen Theorien wird die Existenz von skalaren Leptonen  $s_L$  postuliert, die Partner zu den bekannten Leptonen  $L = e, \mu, \tau$  sind. Diese skalaren Leptonen zerfallen mit sehr kurzer Lebensdauer in das zugehörige Lepton und ein Photino oder Goldstino:

$$s_L \rightarrow L + \lambda$$

*Suche nach skalaren Leptonen*

Da die  $s_L$  geladen sind, können sie paarweise über  $e^+e^-$ -Stöße erzeugt werden und führen zu Ereignissen mit  $L^+L^-$  und fehlendem Impuls und Energie im Endzustand.

$$L^+L^- \rightarrow s_L^+ s_L^- \rightarrow L^+L^- + X$$

Eine Untersuchung der  $e^+e^-X$ - und  $\mu^+\mu^-X$ -Endzustände zeigte, daß die Existenz skalarer Elektronen mit Massen bis zu 16.6 GeV und skalarer Myonen bis 16.4 GeV ausgeschlossen werden kann.

Die Existenz skalarer Teilchen ist auch für andere Theorien von großer Bedeutung. So wird in der Weinberg-Salam-Theorie der schwachen Wechselwirkung die Masse der  $W^\pm$ - und  $Z^0$ -Bosonen durch ein skalares neutrales Teilchen, das Higgs, erzeugt. Falls das Higgs einen geladenen Partner,  $H^\pm$ , hat, kann dieses in  $e^+e^-$ -Stößen erzeugt und nachgewiesen werden. In dem Technicolour-Modell entstehen diese skalaren Teilchen durch dynamische Symmetriebrechung und sind nicht elementar, sondern aus Konstituenten aufgebaut. Diese sogenannten Technipionen sollten eine verhältnismäßig kleine Masse im Bereich zwischen 5 und 14 GeV haben. Für Higgs und Technipionen sind Zerfälle in die schwersten kinematisch erlaubten Quarks und Leptonen bevorzugt, wie z.B.  $H^+ \rightarrow c\bar{s}$  und  $H^+ \rightarrow \tau\nu_\tau$ . Im Technicolour-Modell ist das Verhältnis der leptonischen zu hadronischen Zerfallsraten entweder sehr groß oder sehr klein:

*Suche nach Higgs-Teilchen*

$$\frac{\Gamma(H^- \rightarrow \bar{c}s)}{\Gamma(H^- \rightarrow \bar{\nu}_\tau)} = \frac{M_c^2}{M_\tau^2} \times \frac{1/3}{27} \left\{ \begin{array}{l} \text{Lösung I} \\ \text{Lösung II} \end{array} \right.$$

Während der Fall großer leptonischer Zerfallsraten (Lösung I) bereits durch Experimente von JADE, CELLO, MARK J und MARK II (am PEP-Speicherring in Stanford/USA) ausgeschlossen werden konnte, war Lösung II noch möglich. Falls  $H^\pm$  überwiegend in Quarks zerfallen, treten 4-Jet-Endzustände auf, z.B.

$$e^+e^- \rightarrow H^+H^- \rightarrow c\bar{s} \bar{c}s$$

Die TASSO-Kollaboration hat nach solchen Ereignissen mit negativem Erfolg gesucht. Zusammen mit den Ergebnissen über die leptonischen Zerfälle konnte, wie Abb. 5.5 zeigt, die Existenz von geladenen Higgs und Technipionen im Massenbereich 5 – 13 GeV ausgeschlossen werden.

Bei hohen Energien werden die hadronischen Endzustände in der  $e^+e^-$ -Vernichtung fast ausschließlich über die Fragmentation von Quarks und Gluonen erzeugt, wobei die Quarkbeiträge überwiegen:

*Quark-, Gluon-fragmentation*

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

Anders als z.B. bei Hadron-Hadron-Stößen wird in der Vernichtung der Fragmentationsprozeß nicht durch Spektatormaterie gestört, so daß hier die Entwicklung der hadro-

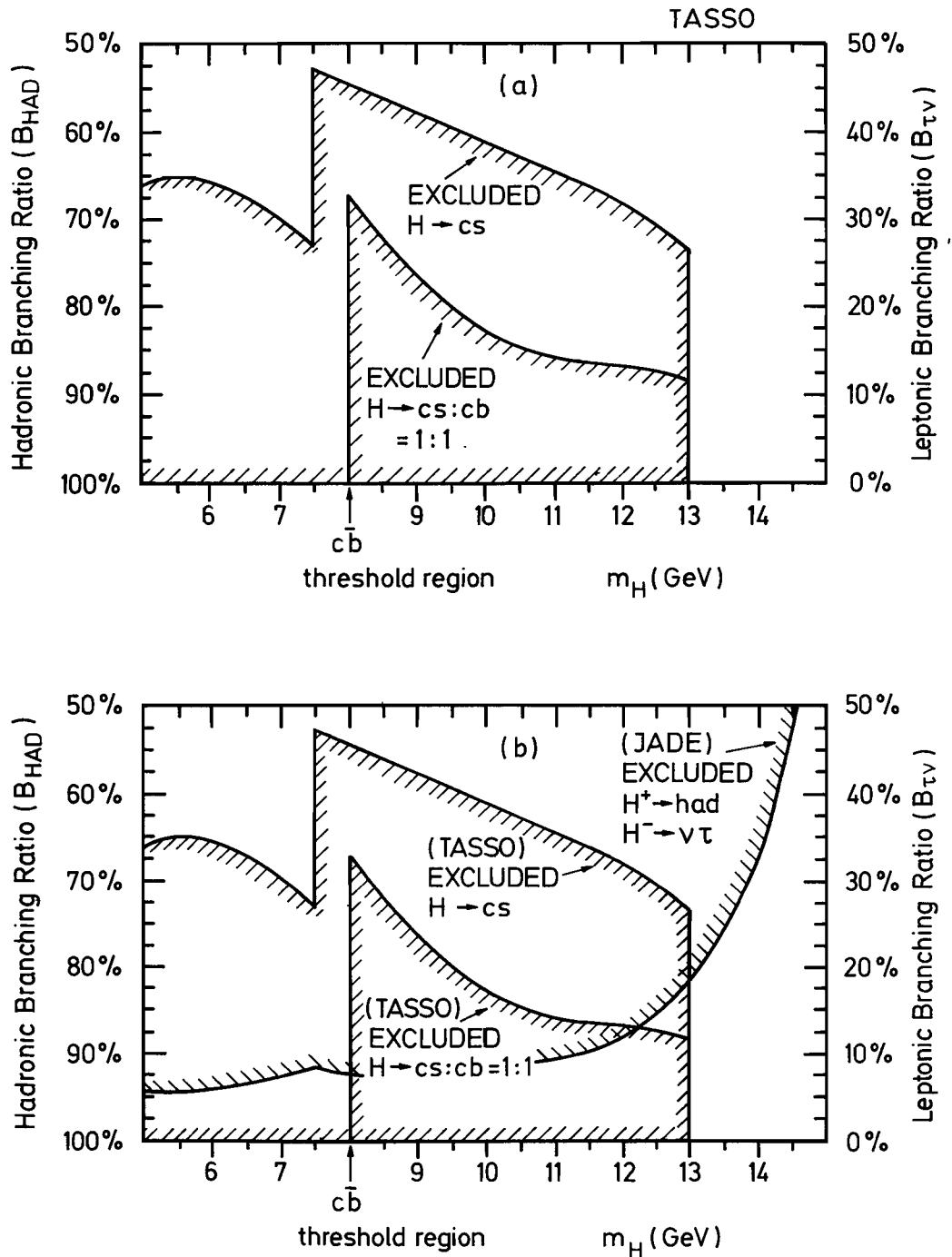


Abb. 5.5: a) Grenzen für das hadronische Verzweungsverhältnis ( $B_{had}$ ) geladener skalarer Teilchen  $H^\pm$ , für den Fall (A)  $e^+e^- \rightarrow H^+H^-$  mit  $H^- \rightarrow c\bar{s}$ ,  $H^+ \rightarrow c\bar{s}$  und für den Fall (B)  $e^+e^- \rightarrow H^+H^-$  mit  $(H \rightarrow cs) : (H \rightarrow cb) = 1 : 1$ . Der schraffierte Bereich ist durch die Messungen ausgeschlossen.

b) Die Grenzen für das leptoniche Verzweungsverhältnis für  $H^+ \rightarrow \tau^+\nu$ ,  $H^- \rightarrow \tau^-\bar{\nu}$  und  $H^+ \rightarrow \tau^+\nu$ ,  $H^- \rightarrow Hadronen$  nach JADE zusammen mit den in (a) gezeigten Grenzen.

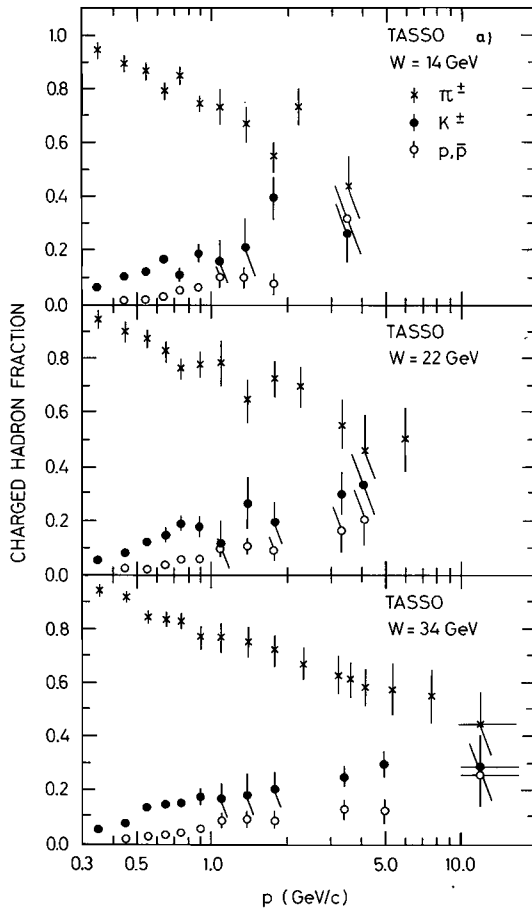
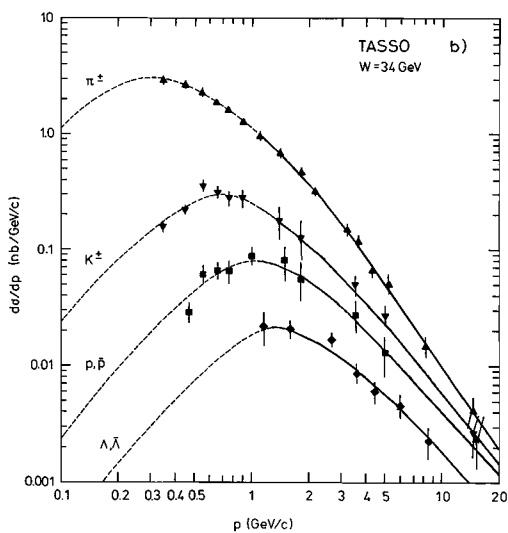
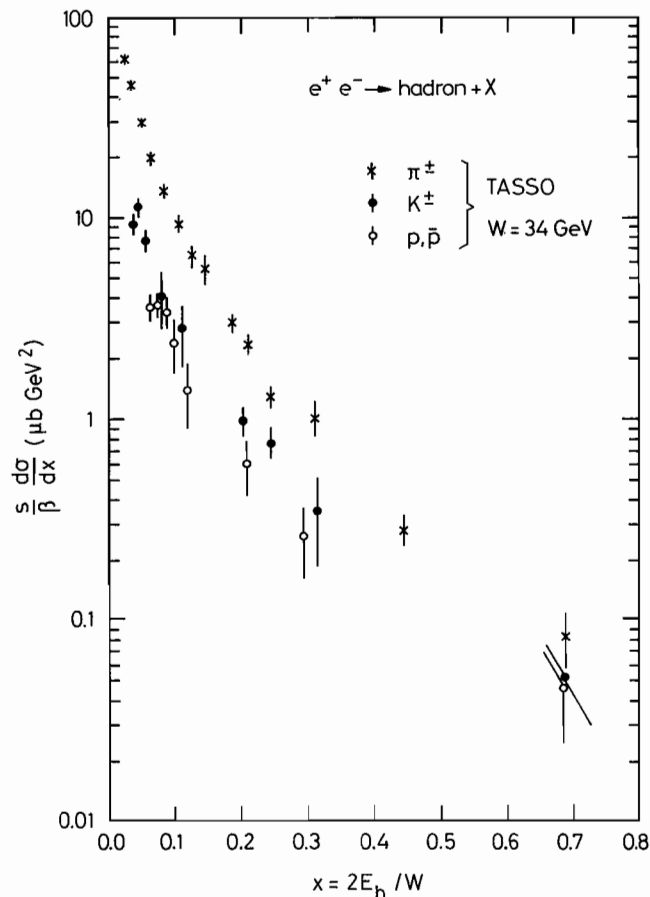


Abb. 5.6: a) Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow h^\pm X$ . Der relative Anteil von  $\pi^\pm$ ,  $K^\pm$ ,  $p, \bar{p}$  in Abhängigkeit vom Teilchenimpuls für  $W = 14, 22$  und  $34$  GeV.



b) Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow h^\pm X$  bei  $W = 34$  GeV. Die differentiellen Wirkungsquerschnitte für  $(\pi^+ + \pi^-)$ -,  $(K^+ + K^-)$ - und  $(p + \bar{p})$ -Erzeugung. Die gestrichelten Kurven sind von der Form  $E/p^2 d\sigma/dp \sim \exp(-bE)$ . Die ausgezogenen Kurven sind handgezogen und folgen den Daten.





**Abb. 5.7:** Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow h^+X$  bei  $W = 34 \text{ GeV}$ . Die skalierten Wirkungsquerschnitte für  $(\pi^+ + \pi^-)$ -,  $(K^+ + K^-)$ - und  $(p + \bar{p})$ -Erzeugung.

nischen Kaskade von Quarks besonders rein zu beobachten sein sollte. Die TASSO-Kollaboration hat inzwischen mittels Flugzeitmessung, Cerenkovanalyse und effektiven Massenverteilungen für eine Vielzahl von Teilchen die Impulsspektren bestimmt:

$$\pi^0, \pi^\pm, K^\pm, K^0, \rho^0, K^{*0}, K^{*\pm}, p, \Lambda, D^*$$

In Abb. 5.6a sind die relativen Beiträge von  $\pi^\pm$ ,  $K^\pm$ ,  $p, \bar{p}$  in Abhängigkeit vom Teilchenimpuls für  $W = 14, 22$  und  $34 \text{ GeV}$  aufgetragen. Für alle Schwerpunktsenergien wird derselbe Verlauf beobachtet. Bei kleinen Impulsen ( $p < 0.4 \text{ GeV}/c$ ) sind mehr als 90% der geladenen Teilchen Pionen. Mit wachsendem Impuls nimmt der Pionanteil ab und die Anteile von  $K^\pm$  und  $p, \bar{p}$  nehmen zu. Bei  $W = 34 \text{ GeV}$  und  $p > 10 \text{ GeV}/c$  betragen die Teilchenverhältnisse ungefähr:

$$\pi^\pm : K^\pm : p, \bar{p} = 45\% : 30\% : 25\%$$

In Abb. 5.6b sind die Impulsspektren von  $\pi^\pm$ ,  $K^\pm$ ,  $p, \bar{p}$  und  $\Lambda, \bar{\Lambda}$  bei  $W = 34$  GeV aufgetragen. Die Wirkungsquerschnitte wachsen zunächst bei kleinen Impulsen mit  $p$ , gehen dann durch ein Maximum und fallen zu hohen Impulsen hin rasch ab. Die Lage des Maximums verschiebt sich mit wachsender Teilchenmasse zu größeren Impulsen hin. Dieses Einschaltphänomen rührt im wesentlichen vom Phasenraum her: Unter der Annahme, daß für den lorentzinvarianten Wirkungsquerschnitt  $E/4\pi p^2 \cdot d\sigma/dp = c(p)$  gilt, folgt daraus:

$$d\sigma/dp \sim \frac{p^2}{E} c(p) \approx \frac{p^2}{m} c(p) \text{ für } p \ll m$$

Da für Impulse  $p < 1$  GeV/c  $c(p) = \exp(-bE)$  mit  $b = 2 - 4$  GeV<sup>-1</sup> eine gute Beschreibung der Daten liefert (gestrichelte Kurven in Abb. 5.6), ist die  $p$ -Abhängigkeit bei kleinen Impulsen im wesentlichen durch den Faktor  $p^2/m$  bestimmt. Abb. 5.7 zeigt für  $W = 34$  GeV die skalierten Wirkungsquerschnitte

$$s/\beta \, d\sigma/dx = 4\pi\alpha^2 \left\{ m\bar{W}_1(x,s) + \frac{1}{6} x \, v\bar{W}_2(x,s) \right\}$$

für  $x = 2E/W$ ,  $v =$  Energieübertrag,  $\beta = p/E$  und  $s = W^2$ ;  $\bar{W}_1$  und  $\bar{W}_2$  sind unbekannte Strukturfunktionen. Man beachte, daß in der Definition des skalierten Wirkungsquerschnitts der Phasenraumeinfluß berücksichtigt ist:

$$\frac{s}{\beta} \frac{d\sigma}{dx} = \frac{s^2}{4} x \left( \frac{E}{p^2} \frac{d\sigma}{dp} \right)$$

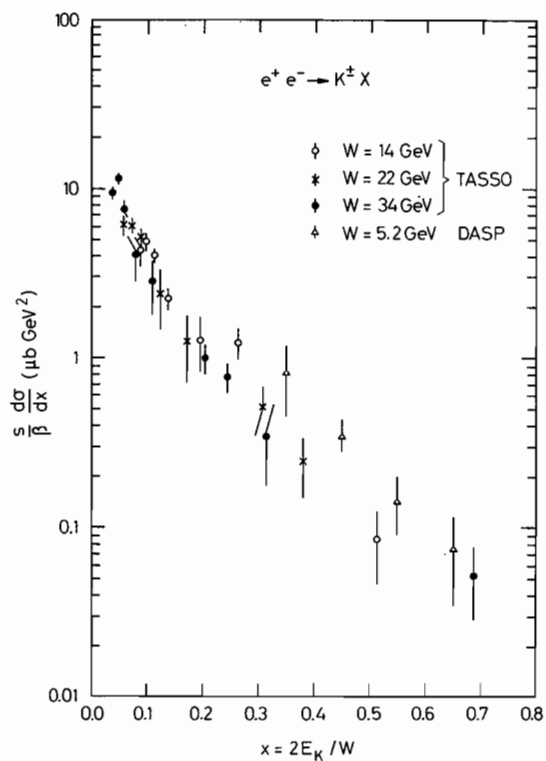
Wie aus Abb. 5.7 ersichtlich, zeigen die skalierten Wirkungsquerschnitte für  $\pi^\pm$ ,  $K^\pm$  und  $p, \bar{p}$  ein ähnliches Verhalten; sie fallen alle mit wachsendem  $x$  rasch ab. Im Quark-Parton-Modell wird erwartet, daß der skalierte Wirkungsquerschnitt  $W$ -unabhängig ist (Skaleninvarianz). Die Daten für  $\pi^\pm$ ,  $K^\pm$  und  $p, \bar{p}$  zeigen zwischen  $W = 14$  und  $34$  GeV keine signifikante  $W$ -Abhängigkeit (Abb. 5.8, 5.9). Im Vergleich mit den Daten bei  $5.2$  GeV liegen jedoch die Hochenergieerwerte tiefer.

Abb. 5.10 zeigt das  $\pi^+\pi^-$ -Massenspektrum (berechnet unter der Annahme, daß alle geladenen Teilchen Pionen sind) bei  $W = 34$  GeV. Die Daten zeigen ein klares  $\rho^0$ -Signal. Es ist dies die erste Beobachtung des  $\rho^0$  in  $e^+e^-$ -Vernichtung bei hohen Energien. Der skalierte  $\rho^0$ -Wirkungsquerschnitt zeigt im Vergleich zu den  $\pi^\pm$ -Daten einen schwächeren Abfall zu großen  $x$  hin (Abb. 5.11). Dies ist z.B. zu erwarten, wenn der überwiegende Teil der Pionen nicht direkt sondern über den Zerfall anderer Mesonen, z.B.  $\rho$ -Mesonen, entsteht.

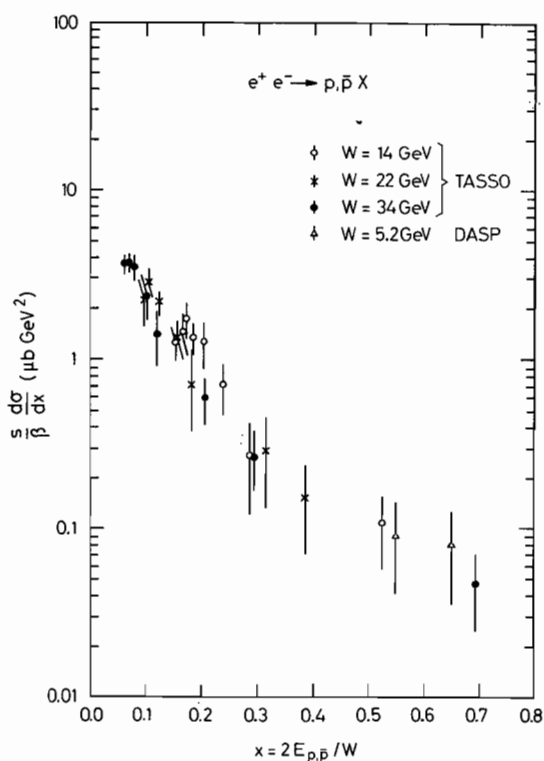
Einen ersten Hinweis auf  $K^{*\pm}(890)$ -Erzeugung gibt das in Abb. 5.12 dargestellte  $K^0\pi^\pm$ -Massenspektrum.

Für die leichten Quarks ( $u, d, s$ ) ist es bisher nicht gelungen, diejenigen Hadronen zu erkennen, die die primären Quarks enthalten, da gleichzeitig viele andere aus  $u, d$  oder  $s$  aufgebaute Hadronen erzeugt werden. Für Charm-Quarks ist die Lage anders. Hadronen mit Charm enthalten im allgemeinen das primäre  $c$ -Quark, da  $c\bar{c}$ -Erzeugung aus der See vernachlässigbar und der erwartete Beitrag aus  $b$ -Quark-Zerfällen verhältnismäßig klein ist. In Abb. 5.13 ist der Nachweis der  $D^{*\pm}$ -Erzeugung dargestellt. Er beruht auf der Tatsache, daß im  $D^{*+} \rightarrow \pi^+ D^0$ -Zerfall der  $Q$ -Wert nur  $5.8$  MeV beträgt ( $M_{D^{*+}} = 2.0101 \pm 0.0007$  GeV,  $M_{D^0} = 1.8647 \pm 0.0006$  GeV). Dementsprechend hat das  $\pi^+$  nahezu die  $D^0$ -Richtung und seine Impulswerte sind stark eingeschränkt. Es wurden alle möglichen  $(K^-\pi^+)$ - und  $(K^+\pi^+)\pi^+$ -Massenkombinationen  $M_{K^-\pi^+}$  und  $M_{K^+\pi^+}$  gebildet unter der Annahme, daß

*D<sup>\*</sup>-Erzeugung*



**Abb. 5.8:** Die Reaktion  $e^+ e^- \rightarrow K^\pm X$ . Der skalierte Wirkungsquerschnitt für verschiedene Schwerpunktsenergien.



**Abb. 5.9:** Die Reaktion  $e^+ e^- \rightarrow p(\bar{p})X$ . Der skalierte Wirkungsquerschnitt für verschiedene Schwerpunktsenergien.

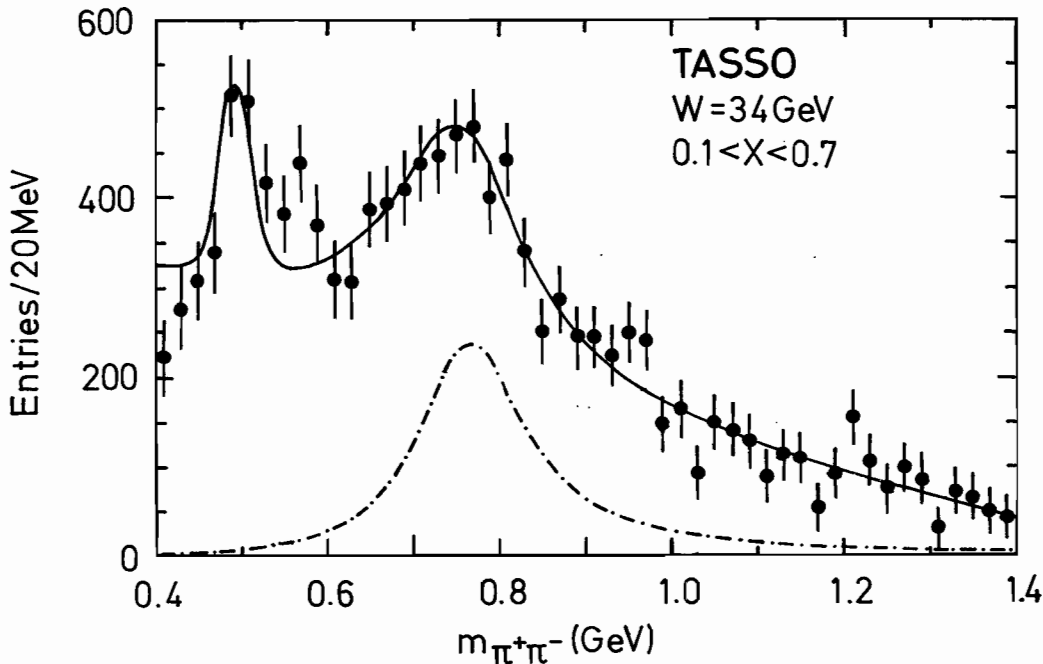


Abb. 5.10: Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-X$  bei  $W = 34$  GeV. Das  $\pi^+\pi^-$ -Massenspektrum für  $\pi^+\pi^-$ -Kombinationen mit der skalierten Energie  $x = 2E_{\pi^+\pi^-}/W$  im Bereich  $0.1 < x < 0.7$ .

jedes geladene Teilchen ein Kaon bzw. Pion ist. Abb. 5.13a zeigt die Verteilung der Massendifferenz  $\Delta M = M_{K^-\pi^+\pi^+} - M_{K^-\pi^+}$  für Kombinationen mit  $x > 0.5$ , wobei  $x = 2E_{K^-\pi^+\pi^+}/W$  ist. Man beobachtet ein schmales Signal bei  $\Delta M = 0.145$  GeV, das einen ersten Hinweis auf  $D^{*\pm}$ -Erzeugung liefert. Verlangt man  $\Delta M < 0.15$  GeV, so zeigt die  $(K^-\pi^+)$ -Verteilung (Abb. 5.13c) ein klares  $D^0$ -Signal und eine Häufung bei 1.62 GeV, die hauptsächlich aus dem Zerfall  $D^0 \rightarrow K^-\rho^0(\rightarrow \pi^+\pi^-)$  herrührt.

Der skalierte Wirkungsquerschnitt für  $D^{*\pm}$ -Erzeugung zeigt ein völlig anderes Verhalten als das der oben untersuchten Teilchen (Abb. 5.14). Der mittlere  $x$ -Wert liegt bei 0.6. Die Bevorzugung großer  $x$ -Werte liefert einen klaren Hinweis dafür, daß die beobachteten  $D^{*\pm}$ -Mesonen das primäre Charm-Quark enthalten. Für den integrierten  $D^{*\pm}$ -Wirkungsquerschnitt erhält man für  $x > 0.3$ :

$$R_{D^{*\pm}}(x > 0.3) \equiv \{\sigma_{D^{*+}}(x > 0.3) + \sigma_{D^{*-}}(x > 0.3)\} / \sigma_{\text{inn}} = 1.25 \pm 0.32 \pm 0.44$$

Unter der Annahme, daß  $D^{*0}$  und  $D^{*+}$  mit gleicher Rate erzeugt werden, gilt für die totale  $D^*$ -Rate:

$$R_{D^*}(x > 0.3) = 2.50 \pm 0.64 \pm 0.88$$

Das kann mit der erwarteten totalen integrierten Charm-Quark-Rate verglichen werden:

$$R_c = 2 \times \frac{4}{3} \left(1 + \frac{\alpha_s}{\pi}\right) \approx 2.80$$

Man sieht also, daß ein großer Teil der Charm-Erzeugung über  $D^*$ -Bildung abläuft.

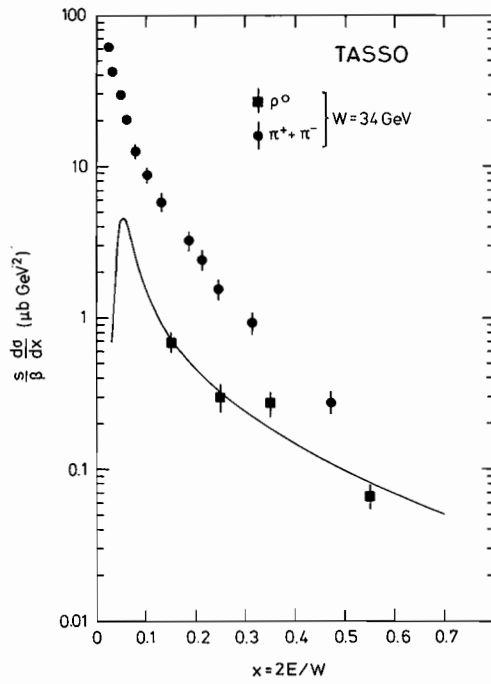


Abb. 5.11: Die skalierten Wirkungsquerschnitte für  $e^+e^- \rightarrow \pi^\pm X$  und  $e^+e^- \rightarrow \rho^0 X$  bei  $W = 34 \text{ GeV}$ .

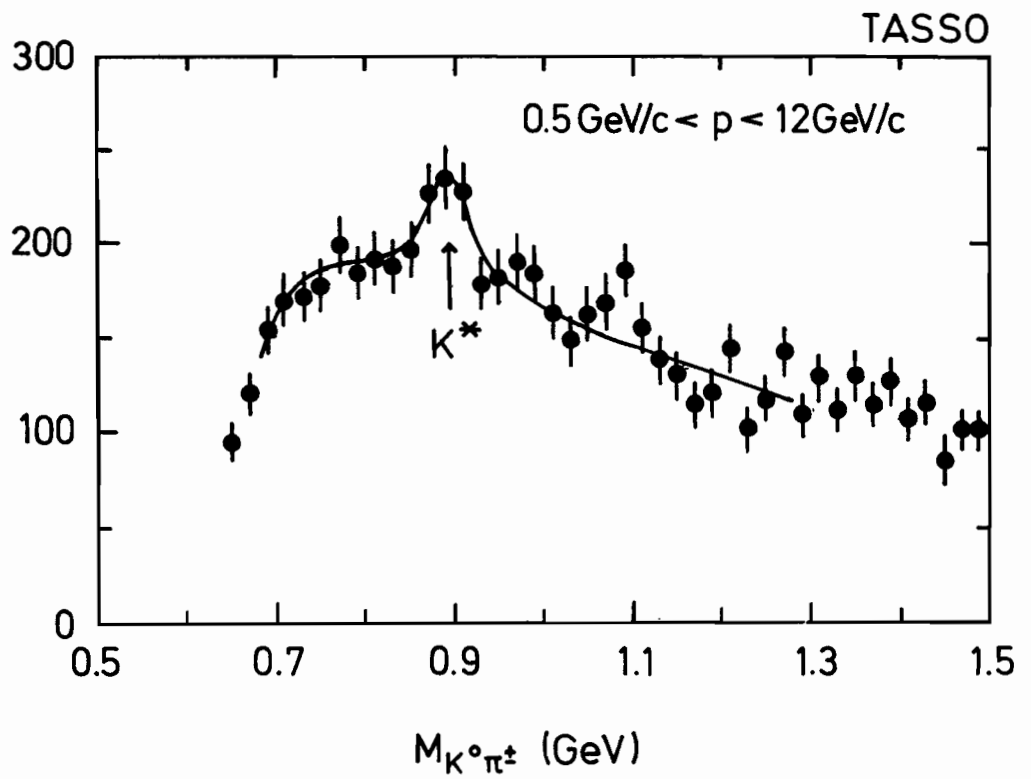


Abb. 5.12: Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow K^0\pi^\pm X$ . Das  $K^0\pi^\pm$ -Massenspektrum.

Aus den gemessenen Impulsspektren ergeben sich für  $W = 34$  GeV folgende mittlere Teilchenmultiplizitäten:

$\pi^\pm$	$10.3 \pm 0.4$
$\pi^0$	$6 \pm 2$
$K^\pm$	$2.0 \pm 0.2$
$K^0, \bar{K}^0$	$1.4 \pm 0.1$
$K^{*\pm}$	$0.55 \pm 0.11$
$K^{*0}, \bar{K}^{*0}$	$0.84 \pm 0.13$
$p, \bar{p}$	$0.8 \pm 0.1$
$\Lambda, \bar{\Lambda}$	$0.28 \pm 0.04$
$D^{*\pm}$	$0.31 \pm 0.08 \pm 0.11$

Noch einige Anmerkungen zu dieser Aufstellung:

- Etwa 30% der  $\pi^\pm$  stammen aus dem  $\rho$ -Zerfall, 10% aus dem  $K^*$ -Zerfall.
- Ungefähr 25% der  $p, \bar{p}$  kommen aus  $\Lambda, \bar{\Lambda}$ -Zerfällen.
- Die  $K^\pm$ -Rate ist deutlich größer als für  $K^0, \bar{K}^0$ .

$K^-/K^0$ -Ratenunterschiede treten z.B. auf bei Kaonen, die das primäre Quark enthalten ( $K^- : K^0 \cong 2 : 1$ ) und vermutlich auch durch unterschiedliche Zerfallsraten für  $D^* \rightarrow K^- X$  und  $D^* \rightarrow K^0 X$ .

- Unter der Annahme, daß ebenso viele Neutronen wie Protonen entstehen, wird im Mittel je Ereignis ein Baryon-Antibaryon-Paar erzeugt.

Um die hohe Baryonrate besser zu verstehen, wurden Ereignisse untersucht, in denen mindestens zwei Protonen bzw. Antiprotonen beobachtet wurden. Dafür wurde der  $p, \bar{p}$ -Impulsbereich auf  $0.4 < p < 1.2$  GeV/c beschränkt. Unter 19 676 hadronischen Ereignissen bei 34 GeV wurden 47 Ereignisse mit  $p$  und  $\bar{p}$  beobachtet. Abb. 5.15a zeigt die Verteilung des Winkels  $\Theta_{p\bar{p}}$  zwischen  $p$  und  $\bar{p}$ . Sie ist mit einer konstanten Verteilung verträglich. In Abb. 5.15b ist die Differenz  $\Delta\Phi$  der Azimutwinkel in der Ebene senkrecht zur Jetachse aufgetragen. Die Verteilung ist flach, während man naiverweise eine Häufung nahe  $\Delta\Phi = 180^\circ$  erwartet, falls  $p$  und  $\bar{p}$  in aufeinanderfolgenden Fragmentationsprozessen entstehen. Die Verteilung der Differenz der Rapiditäten,  $\Delta y = |y_p - y_{\bar{p}}|$ , ist in Abb. 5.15c gezeigt. Es ist interessant zu sehen, daß die Daten das statistische Modell von Cerny u.M. ausschließen (strichpunktierte Kurve). Dort werden statistisch verteilt  $q$  und  $\bar{q}$  erzeugt und nach statistischen Gesetzen Mesonen und Baryonen erzeugt. In diesem Modell werden  $p$  und  $\bar{p}$  selten mit derselben Rapidität ( $\Delta y = 0$ ) erzeugt, da in diesem Fall  $3q$  und  $3\bar{q}$  dicht beieinander liegen und dann bevorzugt Mesonen und nicht  $p, \bar{p}$  entstehen. Modelle, in denen neben  $q\bar{q}$ -Paaren auch Diquark- bzw. Di-Antiquarkpaare ( $qq, \bar{q}\bar{q}$ ) von der See aufgefischt werden und zu Baryonerzeugung führen, beschreiben die Daten auf befriedigende Weise (ausgezogene und gestrichelte Kurven in Abb. 5.15).

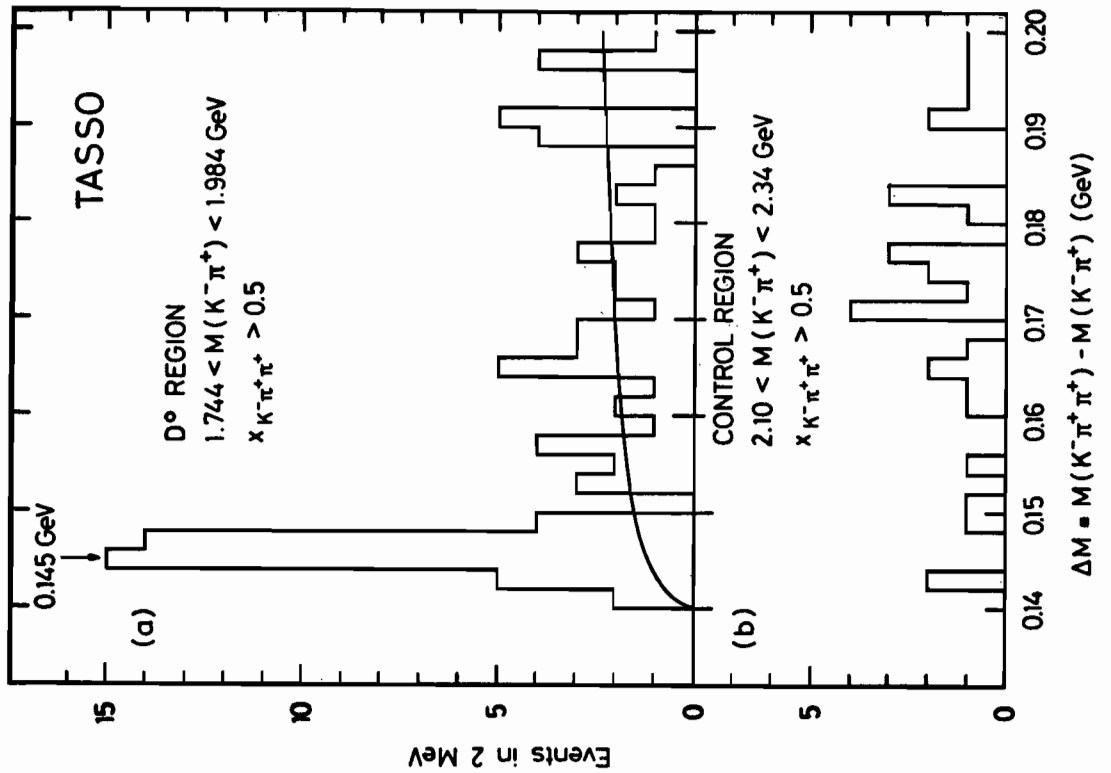
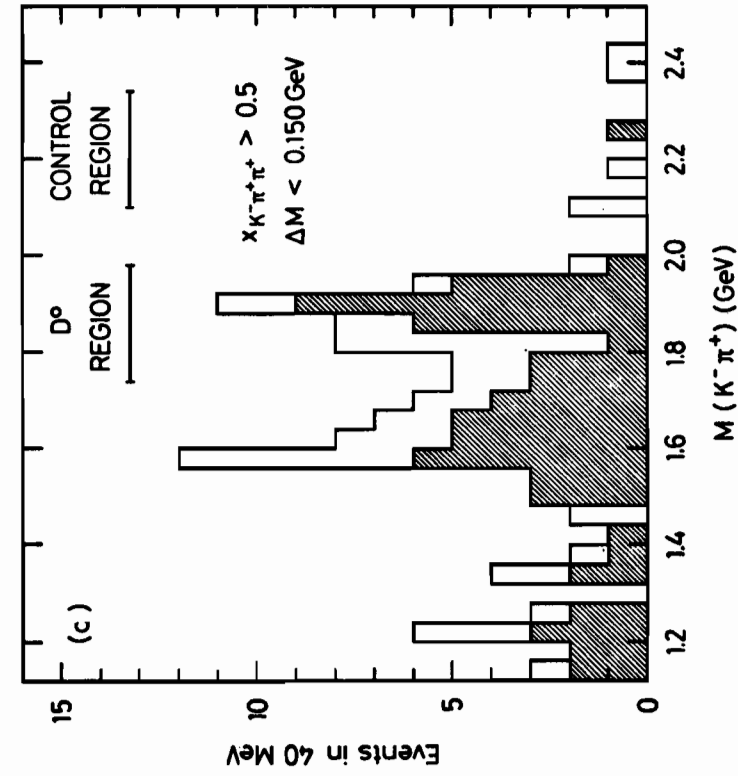


Abb. 5.13: a) Die Verteilung der Massendifferenz  $\Delta M = M(K^- \pi^+ \pi^0) - M(K^- \pi^+)$  für  $(K^- \pi^+)$ -Kombinationen im D<sup>0</sup>-Bereich (1.744 - 1.984 GeV).  
b) wie a) für  $(K^- \pi^+)$  im Kontrollbereich  $2.10 < M(K^- \pi^+) < 2.34 \text{ GeV}$ .  
c) Die Verteilung der  $(K^- \pi^+)$ -Masse für solche  $(K^- \pi^+ \pi^0)$ -Kombinationen mit  $\Delta M < 0.15 \text{ GeV}$ .

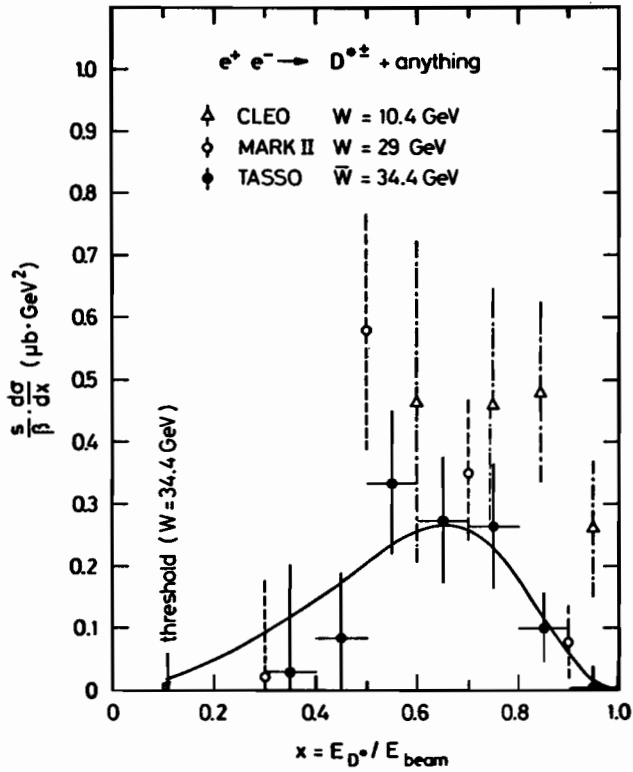


Abb. 5.14: Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow D^{*\pm} X$ : Der skalierte Wirkungsquerschnitt.

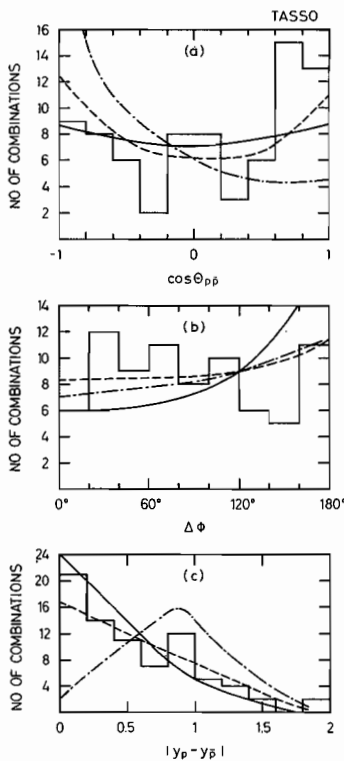


Abb. 5.15: Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow p\bar{p}X$ . Proton-Antiproton-Korrelationen für Ereignisse mit mindestens einem  $p$  und einem  $\bar{p}$  bei  $W = 14, 22$  und  $34 \text{ GeV}$ . a)  $\cos \Theta_{p\bar{p}}$ , wobei  $\Theta_{p\bar{p}}$  der Winkel zwischen  $p$  und  $\bar{p}$  ist. b) Die Differenz  $\Delta \Phi$  der Azimutwinkel von  $p$  und  $\bar{p}$ , gemessen in der Ebene senkrecht zur Jetachse. c) Differenz der Rapiditäten  $\Delta y = |y_p - y_{\bar{p}}|$ . Die Kurven zeigen Modellvorhersagen für Baryonerzeugung nach Th. Meyer (ausgezogene Kurve), Lund (gestrichelt) und im Phasenraummodell (strichpunktirt).



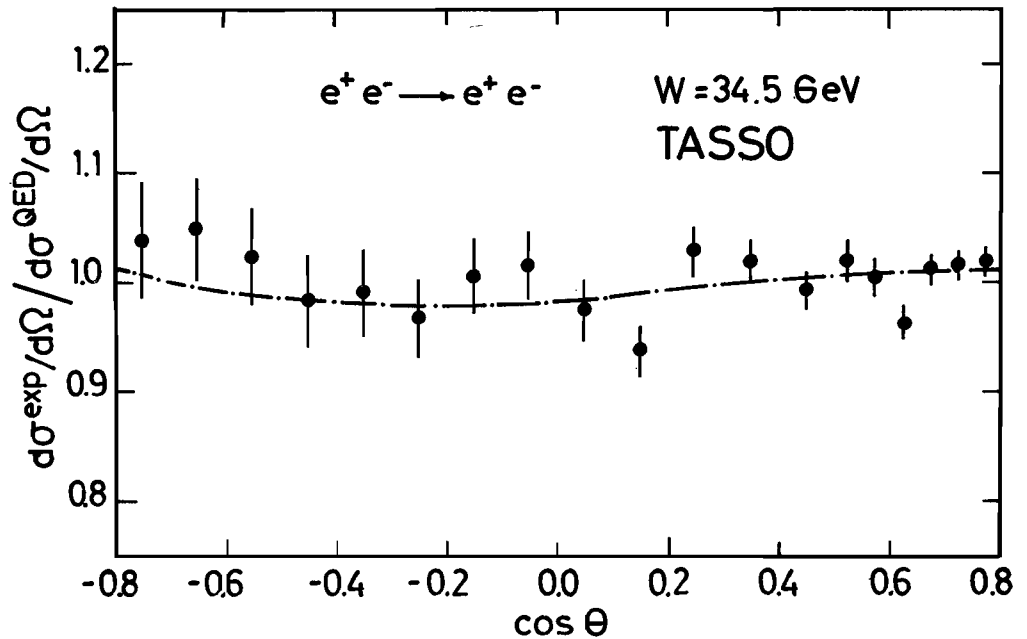


Abb. 5.16: Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  bei  $W = 34.5 \text{ GeV}$ . Verhältnis des strahlungskorrigierten gemessenen Wirkungsquerschnitts zur QED-Vorhersage in Abhängigkeit von  $\cos\Theta$ , wobei  $\Theta$  der Winkel zwischen ein- und auslaufendem  $e^+$  ist.

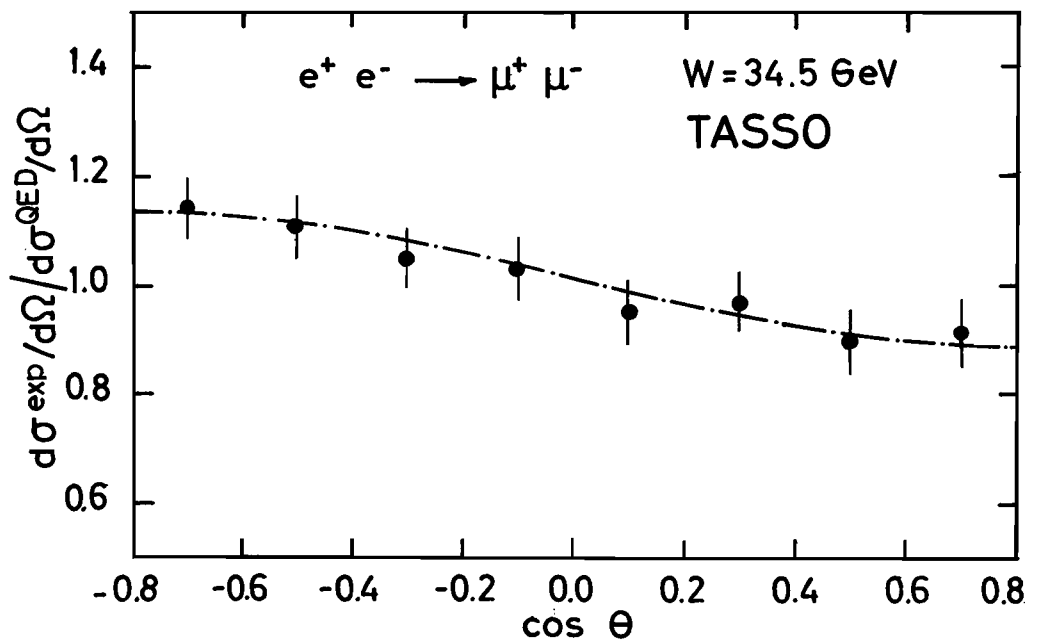


Abb. 5.17: Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  bei  $34.5 \text{ GeV}$ . Verhältnis des strahlungskorrigierten gemessenen Wirkungsquerschnitts zur QED-Vorhersage in Abhängigkeit von  $\cos\Theta$ , wobei  $\Theta$  der Winkel zwischen einlaufendem  $e^+$  und auslaufendem  $e^-$  ist.

Die verstärkte Datennahme bei hohen Energien erlaubte eine Präzisionsmessung der elektroschwachen Beiträge zur Bhabha-Streuung und Myon-Paarzeugung. Die Ereigniszahlen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

*Ladungsasymmetrie bei Elektron- und Myon-Paarzeugung*

	Anzahl der Ereignisse	Mittlere Gesamtenergie
$e^+e^- \rightarrow e^+e^-$	73801	34.45 GeV
$e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$	2673	34.45 GeV

Abb. 5.16 zeigt den differentiellen Wirkungsquerschnitt für  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$  im Verhältnis zur QED-Vorhersage. Innerhalb der Fehlergrenzen gibt es keine Abweichung von eins. Die Kurve zeigt die Vorhersage der Weinberg-Salam-Theorie für  $\sin^2\Theta_W = 0.26$ . In Abb. 5.17 ist der differentielle Wirkungsquerschnitt für  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  aufgetragen. Man beobachtet eine deutliche Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie A, die extrapoliert bis  $\cos\Theta = \pm 1$  den Wert

$$A = -9.1 \pm 2.3\%$$

hat. Der von der Weinberg-Salam-Theorie vorhergesagte Wert von  $A = -9.5$  stimmt damit überein.

Eine gemeinsame Analyse von Bhabha-Streuung und  $\mu$ -Paarerzeugung liefert

$$\sin^2\Theta_W = 0.26 \pm 0.07$$

und für die schwachen Kopplungskonstanten von e,  $\mu$

$$g_V^2 = 0.034 \pm 0.052$$

$$g_A^2 = 0.220 \pm 0.054$$

Die theoretischen Vorhersagen liefern  $g_V^2 = 0$ ,  $g_A^2 = 0.25$ .

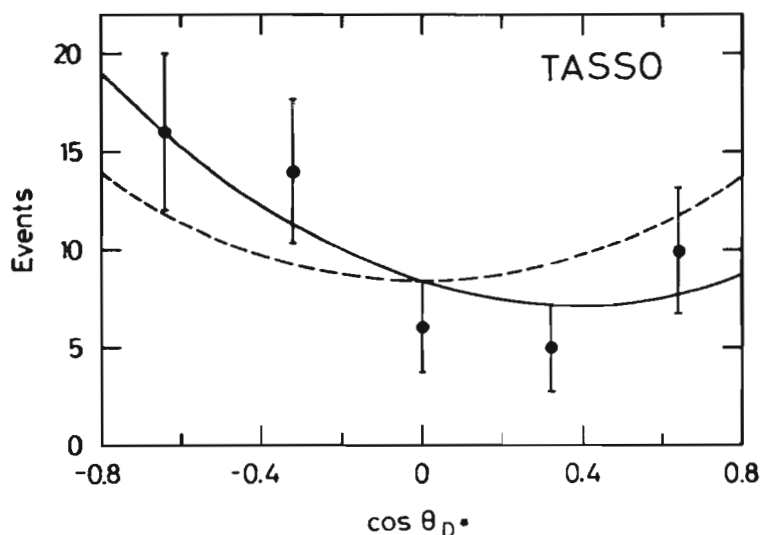


Abb. 5.18: Die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow D^{*\pm}X$  bei  $W = 35$  GeV.  $\Theta_{D^*}$  ist der Winkel zwischen einlaufendem  $e^-$  ( $e^+$ ) und auslaufendem  $D^{*+}$  ( $D^{*-}$ ).

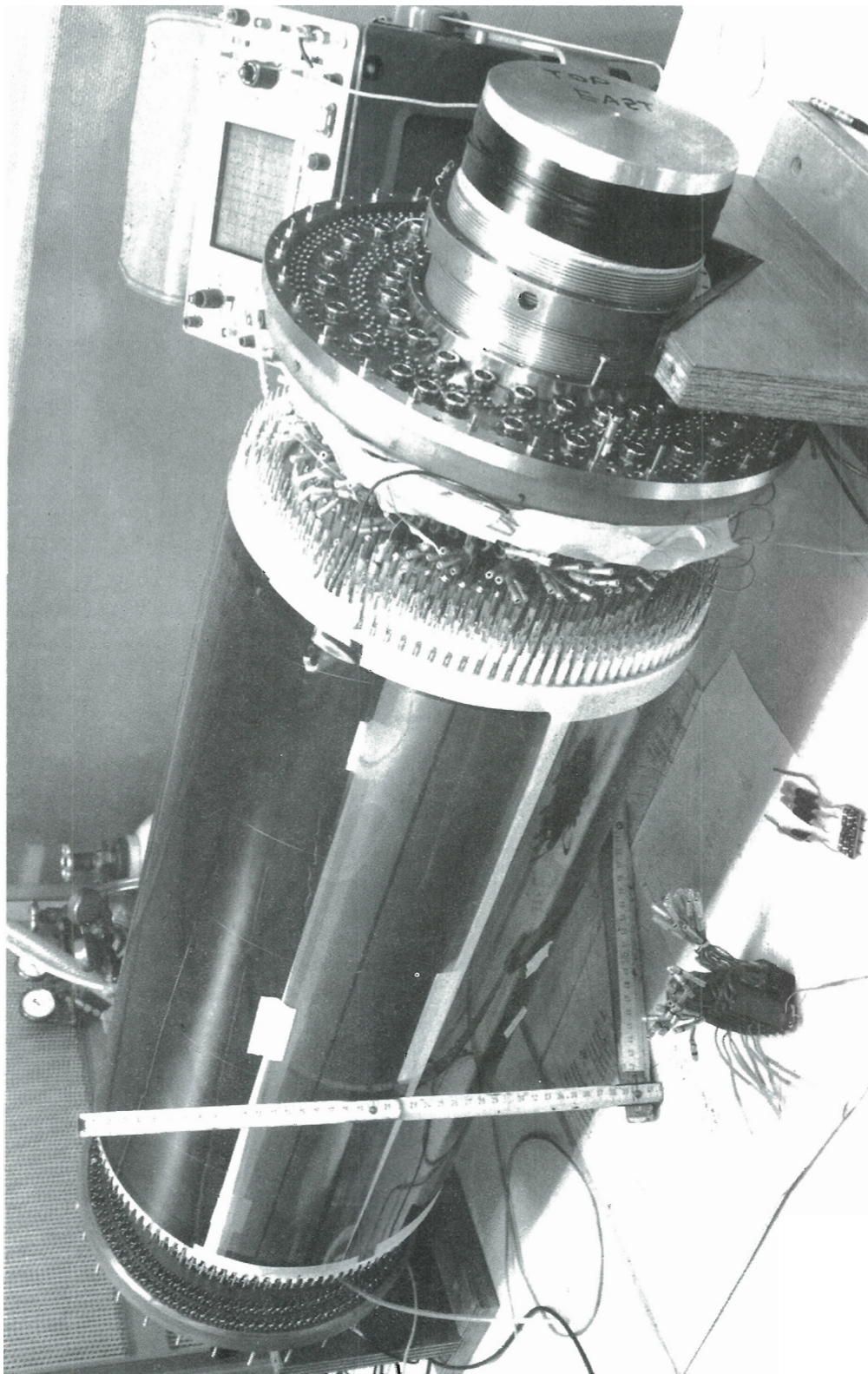


Abb. 5.19: Gesamtansicht des Vertexdetektors ohne Druckmantel während der Montage der Durchführungsflansche und Verbindungen zu den Signalfanschen.

Wie bereits oben angemerkt tragen die beobachteten  $D^*$ -Mesonen mit großer Wahrscheinlichkeit das primär erzeugte Charm-Quark,  $e^+e^- \rightarrow c\bar{c} \rightarrow D^*X$ . Ähnlich wie bei Lepton-Paarzeugung sollte sich auch bei Quark-Paarzeugung der Beitrag des schwachen Stroms zuerst in einer Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie  $A$  zeigen. Die Vorhersage der Weinberg-Salam-Theorie ist

*Ladungsasymmetrie  
bei Charm-Quark-  
Paarzeugung*

$$A \simeq \frac{3}{2} \frac{g_A^e g_A^c}{e_c} \frac{G_F}{2\sqrt{2}\pi\alpha} \frac{W^2}{1-W^2/M_Z^2}$$

wobei  $M_Z$  die  $Z^0$ -Masse,  $e_c = 2/3$  die Ladung des Charm-Quarks,  $G_F$  die Fermi-Kopplungskonstante und  $g_A^e, g_A^c$  die Elektron und c-Quark Axialvektorkopplungskonstanten sind. In der Weinberg-Salam-Theorie erwartet man

$$g_A^e = -0.5, g_A^c = 0.5 \text{ und } A = -0.14 \text{ für } M_Z = 94 \text{ GeV.}$$

Abb. 5.18 zeigt die Verteilung von  $\cos\Theta$  der Winkel zwischen Elektronstrahlrichtung und  $D^{*+}$ -Richtung ist. Die beobachtete Winkelverteilung ist von der Form

$$d\sigma/d\cos\Theta \sim 1 + a \cos\Theta + \cos^2\Theta$$

und liefert (extrapoliert nach  $\cos\Theta = \pm 1$ )  $A = -0.28 \pm 0.13$ . Dies ist der erste experimentelle Hinweis auf einen Beitrag des schwachen Stroms zur Quark-Paarzeugung in der  $e^+e^-$ -Vernichtung. Vorzeichen und Größe von  $A$  sind verträglich mit der Weinberg-Salam-Theorie. Aus dem Wert von  $A$  und unter Verwendung unserer Messung  $|g_A^e|^2 = 0.220 \pm 0.054$  erhält man für  $|g_A^c| = 1.06 \pm 0.50$ . Dies stellt die erste Messung von  $|g_A^c|$  dar.

## Apparative Verbesserungen am Detektor

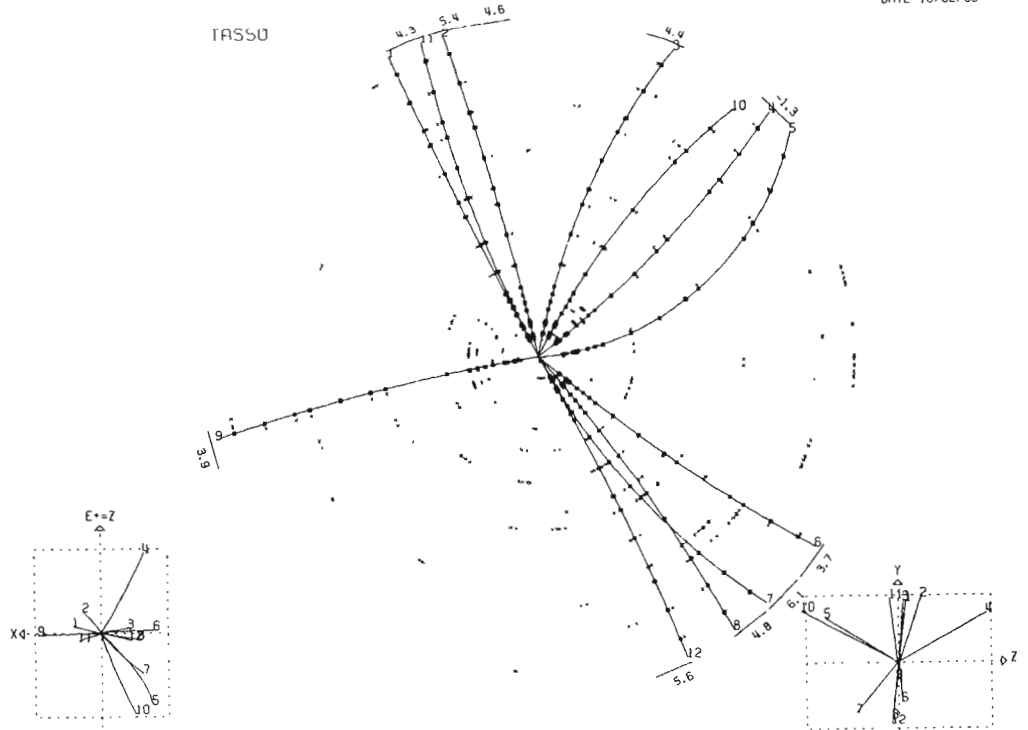
Um vor allem die Nachweiswahrscheinlichkeit von D-Mesonen zu erhöhen, wurde im Sommer des Berichtsjahres ein Vertexdetektor eingebaut. Er besteht aus einer achtlagigen Driftkammer mit der innersten Lage bei  $R_i = 8.1$  cm und der äußersten bei  $R_a = 14.9$  cm (Abb. 5.19).

Im folgenden werden Einzelheiten dieses Detektors gegeben:

Der Vertexdetektor wurde als Driftkammer mit integriertem dünnen Beryllium-Strahlrohr aufgebaut, um die Impulsmeßgenauigkeit geladener Spuren zu verbessern. Zur Erzielung einer Meßgenauigkeit von ca.  $50 \mu$  in der Driftkammer wird mit bis zu 4 Bar Gasdruck gearbeitet, wobei die Dichte und Zusammensetzung des Gases (z.B. 90% Argon, 10%  $\text{CO}_2$ ) bei gleichzeitigem ständigem Gasdurchfluß auf besser als 0.5% konstant gehalten wird.

*Vertexdetektor*

F12L0E.ZZ.HAD30.NOV82 RUN 6294 EVENT 2671 EBEAM= 19.03 GEV TRIGGER= 00001010000010 VERSION 9.4  
 DATE 18/02/83



F12L0F.ZZ.HAD38.NOV82 RUN 6294 EVENT 2671 EBEAM= 19.03 GEV TRIGGER= 000010100000010 VERSION 9.4  
 DATE 18/02/83

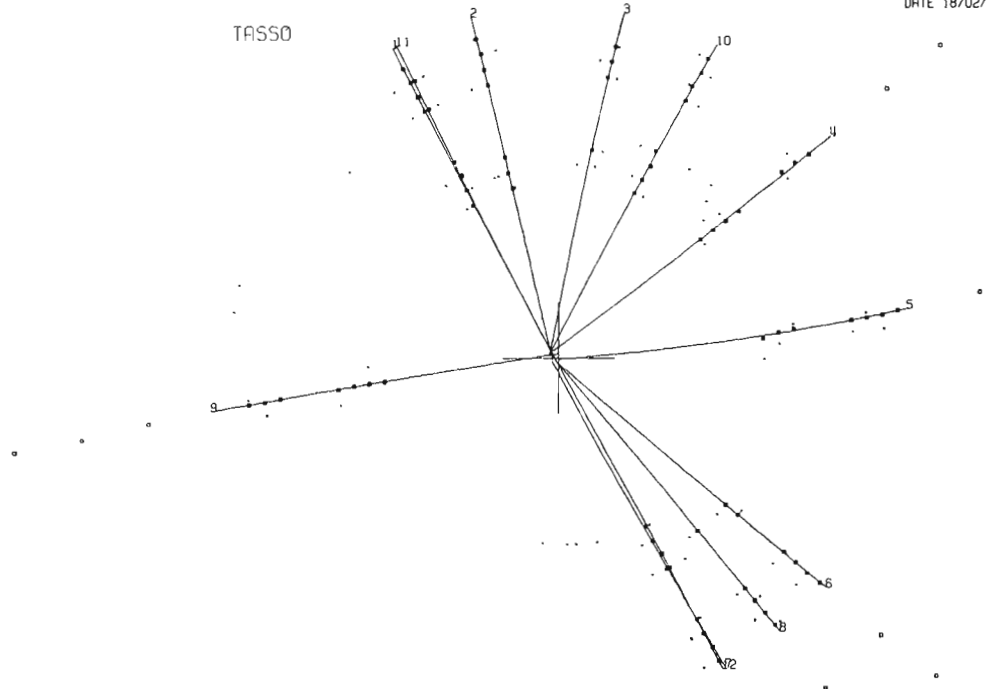


Abb. 5.20: a) Ein Ereignis vom Typ  $e^+e^- \rightarrow$  Hadronen bei  $W=38$  GeV im TASSO-Detektor.  
 b) Dasselbe Ereignis im Vertexdetektor allein.

Der Strahlrohrdurchmesser beträgt in der Vertexkammer statt bisher 280 mm nur noch 130 mm, ein Wert, der bei der augenblicklichen Mini- $\beta$ -Geometrie wegen des Strahl-Halo und der Synchrotronstrahlung wohl kaum unterschritten werden kann. Erste Messungen an PETRA ergaben, daß der Gesamtstrom in der großen Driftkammer als Folge der Synchrotronstrahlung erheblich größer war als früher. Hier konnte inzwischen durch den Einbau weiterer Blenden Abhilfe geschaffen werden.

Das 1.8 mm starke Beryllium-Rohr ist zur Absorption von Synchrotronstrahlung innen verkupfert ( $12 \mu$  Cu). Dem gleichen Zweck dient ein 4 mm starkes Xenon-Volumen, das das Be-Rohr außen umgibt und durch Kapton und Aluminiumfolie vom eigentlichen Gasvolumen getrennt ist. Das Xe kann, falls gewünscht, durch Argon ersetzt werden. Insgesamt hat das Strahlrohr eine Dicke von 0.8% Strahlungslängen, davon 0.5% Beryllium und jeweils 0.1% für Kupfer, Xenon und Kapton mit Aluminiumfolie.

Die Driftkammer des Vertexdetektors hat 720 Signaldrähte in 8 Lagen sowie 1440 Kathodendrähte von 60 cm Länge. Der Beryllium-Teil des Strahlrohrs in der Vertexkammer ist 400 mm lang, während die gesamte Kammer mit Flanschen und gasdichten Durchführungen 1000 mm lang ist. Der Druckzylinder besteht aus 1.5 mm starkem Aluminium von 322 mm Außendurchmesser und 800 mm Länge. Die gasdichten Fiberglasflansche tragen auf der Kammer-Innenseite die erforderlichen Widerstände und Kondensatoren zur Impulsauskopplung und auf der Außenseite Emitterfolger zur Impedanzanpassung an die  $50 \Omega$  Signalkabel. Die Hochspannung wird auf 48 abschaltbare  $30^\circ$ -Segmente zu je 4 Lagen verteilt. Dadurch ist es möglich, einzelne Bereiche der Kammer außer Betrieb zu setzen.

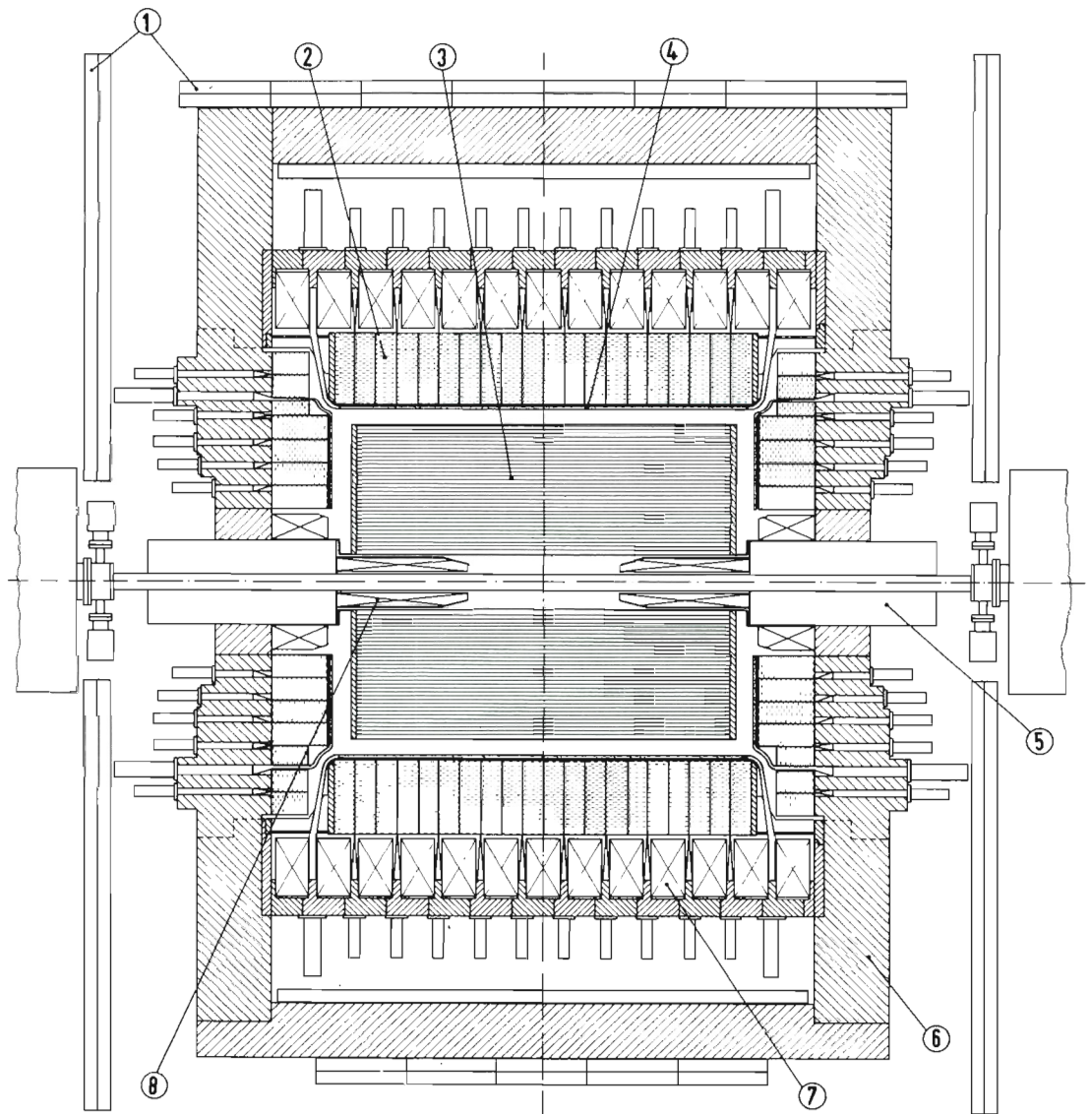
Die Ausgänge der Signaldrähte werden über Verstärker und Diskriminatoren zu TDC's geführt, deren Zeitauflösung eine Ortsgenauigkeit von  $50 \mu$  gestattet. Zur Spurerkennung wurde ein  $R\phi$ -Trigger-Prozessor entwickelt und im Experiment in Betrieb genommen. Dieser Prozessor erkennt innerhalb  $1 \mu$  sec nach Teilchendurchgang gültige Spurkombinationen in der  $R\phi$ -Projektion des Vertexdetektors.

Die Hälfte der 720 Signaldrähte ist zur z-Auslese mittels Ladungsteilung vorgesehen. Die zugehörigen 8 Bit Analog-Digital-Konverter wurden entwickelt und befinden sich zur Zeit noch in der Fertigung.

Die Entwicklung und Tests der Triggerelektronik erfolgen auf einem Meßplatz, der mit einem selbstentwickelten NORD-100-Emulator ausgerüstet ist. Dieser Rechner enthält den vollen Befehlssatz des TASSO-Experimente-Rechners und erlaubt somit die Benutzung der komfortablen Grafikprogramme für die Elektronikentwicklung.

Abb. 5.20 zeigt ein Hochenergieereignis im Vertexdetektor, das bei  $W = 38$  GeV beobachtet wurde. Der Detektor arbeitet problemlos und für echte Annihilations-Ereignisse praktisch untergrundfrei. Die Eichung des Detektors ist noch nicht abgeschlossen. Es wird eine Auflösung in  $R\phi$  von  $50 \mu$  angestrebt.

## ARGUS



- |                               |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| <b>1. Myon Kammern</b>        | Muon chambers           |
| <b>2. Schauerzähler</b>       | Shower counters         |
| <b>3. Driftkammer</b>         | Drift chamber           |
| <b>4. Flugzeitzähler</b>      | Time of flight counters |
| <b>5. Mini Beta Quadrupol</b> | Mini beta quadrupole    |
| <b>6. Eisenjoch</b>           | Iron yoke               |
| <b>7. Hauptspule</b>          | Solenoid coils          |
| <b>8. Kompensationsspulen</b> | Compensation coils      |

**Abb. 6.1: Schematische Darstellung des ARGUS-Detektors.**

## ARGUS-Kollaboration

**Beteiligte Institute:** DESY, Univ. Dortmund, Univ. Heidelberg, IPP Toronto, ITEP Moscow, Kansas Univ., Univ. Lund, South Carolina Univ.

### Überblick

Die Arbeiten der Kollaboration konzentrierten sich auf die Fertigstellung des Detektors. Die Abb. 6.1 zeigt seine schematische Darstellung. Der Detektor erreichte auf Anhieb die erwarteten Nachweiseigenschaften, so daß mit den Messungen begonnen werden konnte.

Die Auswertung des DASP 2-Experiments wurde im Berichtsjahr endgültig abgeschlossen.

### Fertigstellung des Detektors

Der Magnet war schon 1981 fertiggestellt worden. Die Kompensationsspulen und Mini-beta-Quadrupole wurden im Februar 1982 geliefert und installiert (Abb. 6.2). Im März konnte das Magnetfeld vermessen werden. Eine Gruppe vom CERN unter Leitung von Dr. Wittgenstein führte die Messungen durch. Die erwarteten Feldstärken und Symmetrieeigenschaften des Feldes wurden innerhalb der Meßgenauigkeit exakt bestätigt.

*Detektor-Magnet*

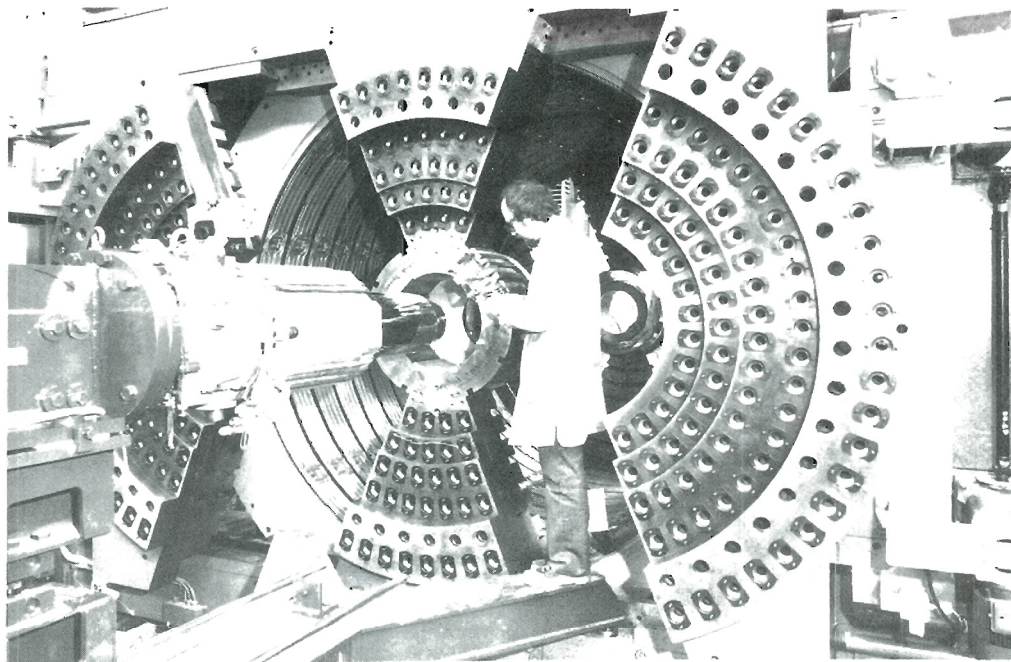
Vor der Installation der Detektorkomponenten mußte die Zylinderwabe, die Tragekonstruktion für die Schauerzähler, installiert werden (Abb. 6.3). Zum Einbau der von der Universität Dortmund gelieferten Schauerzähler diente eine Füllvorrichtung, mit deren Hilfe die Zählerblöcke schnell und präzise in die Wabenfächer gebracht wurden (Abb. 6.4). Nach zwei Wochen waren sämtliche 1760 Zähler eingebaut und auf Funktionsfähigkeit geprüft. Danach konnten die Flugzeitzähler der Universität Heidelberg eingebaut und in Betrieb genommen werden.

*Installation der Komponenten*

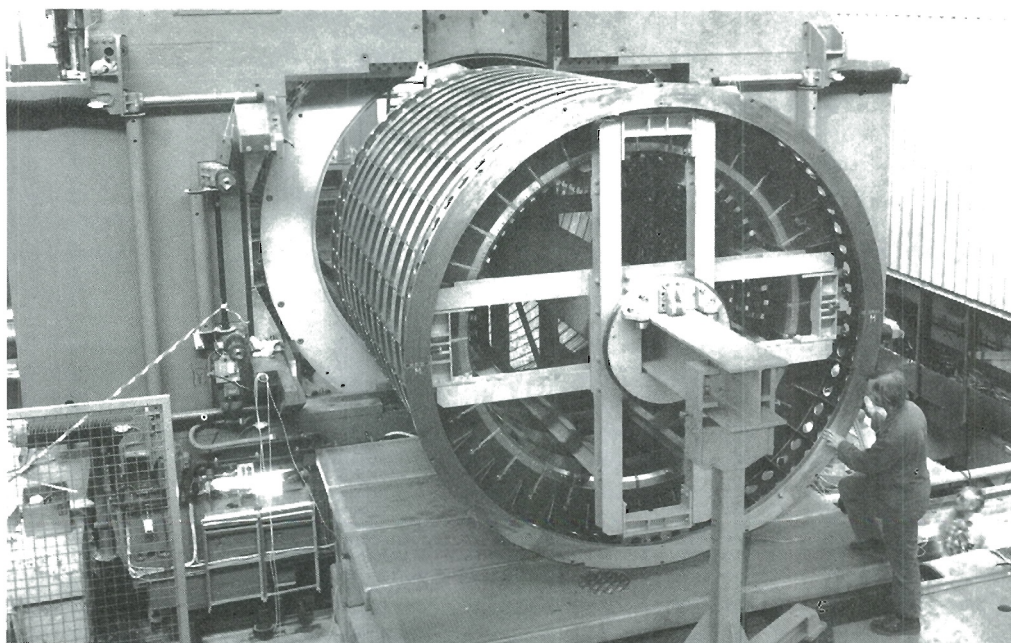
Die Driftkammer war rechtzeitig fertiggestellt und mit Zählgas gefüllt worden. Staub, der sich während des Drahtspannens trotz Verwendung eines staubfreien Raumes auf einigen Drähten abgelagert hatte, mußte vorsichtig so abgebrannt werden, daß die empfindlichen Zählröhren nicht beschädigt wurden. Es gelang, sämtliche 5940 Signaldrähte in Betrieb zu nehmen. Es war eine schwierige Aufgabe, die über 60 000 Durchführungen der Kammer gasdicht zu bekommen.

Nach dem Verkabeln der Driftkammer (Abb. 6.5) wurden die vom ITEP Moskau gelieferten Müon-Kammern (Abb. 6.6) am Eisenjoch angebracht. Pünktlich zum vorgesehenen Termin konnte der vollständig fertiggestellte Detektor in die Wechselwirkungszone gefahren werden; Grund genug für die ARGUS-Kollaboration, sich mit einer Party (Abb. 6.7) bei allen DESY-Mitarbeitern zu bedanken, die durch ihren Einsatz diesen Erfolg ermöglicht haben.





**Abb. 6.2:** Einbau von Mini-beta-Quadrupol und Kompensationspule.



**Abb. 6.3:** Montage der Zylinderwabe.

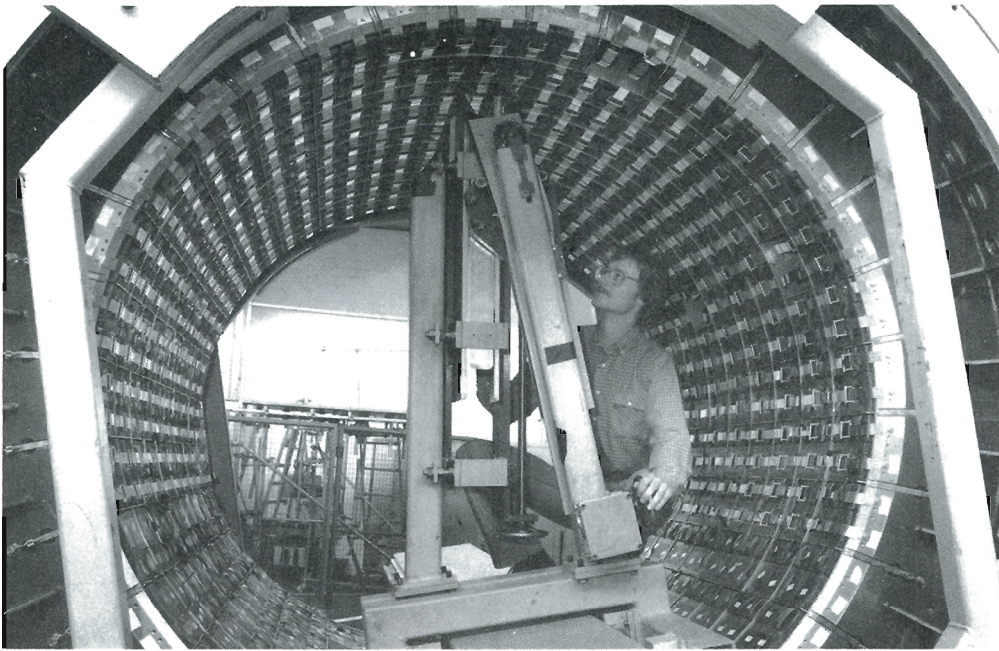


Abb. 6.4: Einbau der Schauerzähler.

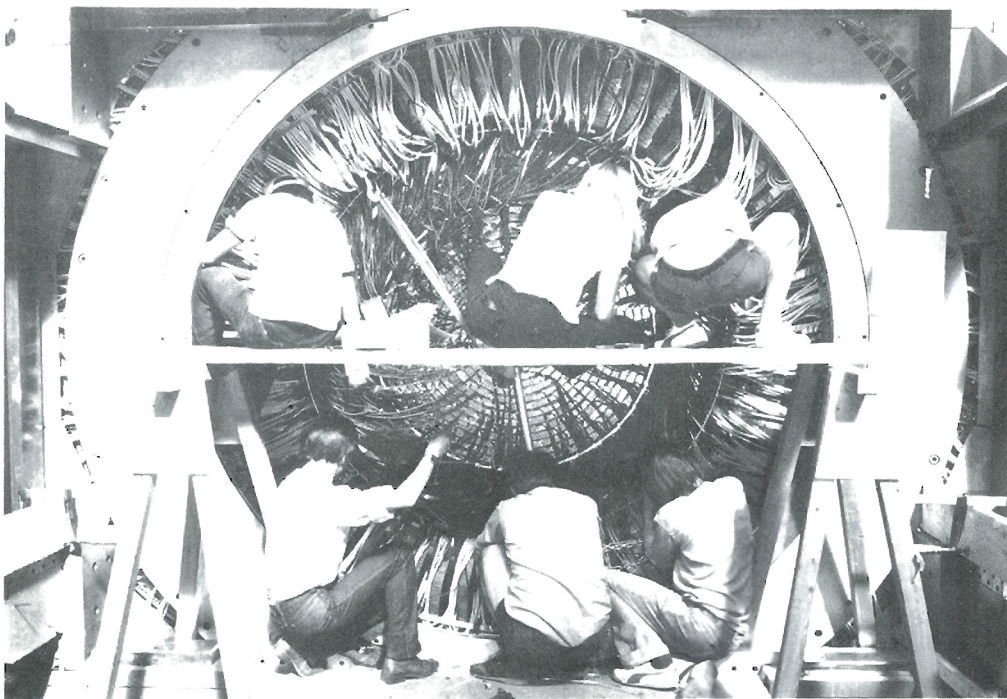


Abb. 6.5: Verkabeln der Driftkammer.

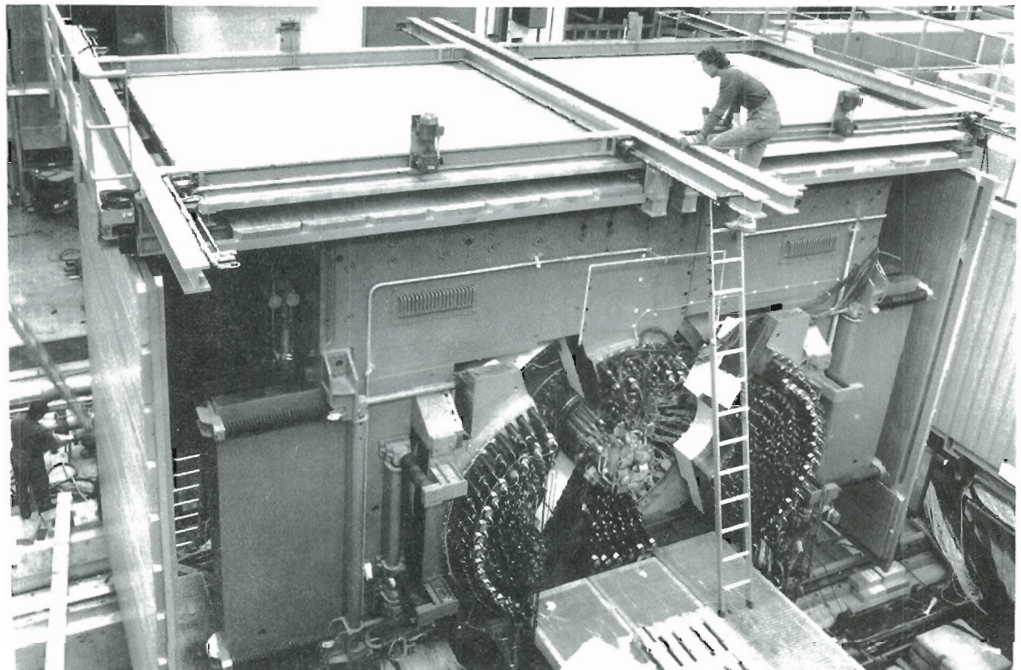


Abb. 6.6: Montage der Myon-Kammern.



Abb. 6.7: ARGUS – Fertigstellung-Party.

Schon bevor der Detektor in die Wechselwirkungszone gefahren wurde, war er mit Höhenstrahlung überprüft worden. Zu Beginn der Meßzeit am Speicherring waren alle Komponenten vollständig funktionsfähig. Die eigentliche Aufgabe bestand darin, die störenden Einflüsse zu beseitigen, die Detektor und Speicherring aufeinander ausüben.

Der Detektor stört den Speicherring durch sein Magnetfeld. Um Strom zu sparen, waren die Kompensationsspulen nur halb erregt worden. Das führte zu Strahlaufweitungen. Daher mußte die Verschaltung der Spulen so geändert werden, daß das Detektorfeld weitgehend (87%) kompensiert wurde.

Ein neuartiger Weg war bei der Integration der Mini-beta-Quadrupole des Speicherrings in den Detektor beschränkt worden. Die Quadrupole ragen in das Solenoidfeld hinein, um möglichst nahe an die Wechselwirkungszone heranzukommen und so eine möglichst hohe Luminosität zu gewährleisten. Die Quadrupole werden durch Kompensationsspulen abgeschirmt. Umfangreiche Berechnungen haben gezeigt, daß eine vollständige Abschirmung unmöglich war. Daher stellte das neuartige Mini-beta-Konzept ein erhebliches Risiko für den Betrieb von DORIS dar. Bei der Inbetriebnahme zeigte sich tatsächlich eine Schwächung der Quadrupole, die aber durch ein zusätzliches Stromversorgungsgerät exakt ausgeglichen werden konnte. Auf diese Weise wurde das Mini-beta-Konzept erfolgreich in den Detektor integriert.

Durch vier Effekte wird der Detektor vom Speicherring gestört:

Elektronische Störungen der empfindlichen Driftkammer-Verstärker war befürchtet worden, ist aber dank des neuen Vakuumsystems von DORIS II nicht aufgetreten. Daher kann die Driftkammer mit einer besonders niedrigen Gasverstärkung von  $2 \times 10^4$  betrieben werden, was zur genauen Messung der Ionisation der Teilchen unumgänglich ist.

Zur Abschirmung der Synchrotronstrahlung waren fahrbare Absorber in den Speicherring eingebaut worden. Es erwies sich als unmöglich, den Detektor zu betreiben, ohne die Absorber genau zu platzieren. Andererseits zeigte sich, daß sie auch zur völligen Abschattung der Synchrotronstrahlung ausreichen.

Weicher Untergrund, von niederenergetischen Teilchen, die aus dem Speicherring kommend in den Detektor gelangen, stellt das ernsteste Problem dar. Die Driftkammer wird diese Strahlenbelastung voraussichtlich nur zwei Jahre lang aushalten. Dann ist mit Ablagerungen auf den Signaldrähten zu rechnen.

Harter Untergrund von hochenergetischen Teilchen führt zu einer hohen Rate von Untergrundeignissen, die Totzeit im Datenerfassungssystem und hohen Verbrauch von Rechenzeit für die Analyse zur Folge hat. Um diesen Untergrund genügend klein zu halten, war eine häufige Optimierung des Speicherrings unumgänglich. Trotz der hohen Untergrundrate sind aber die eigentlichen  $e^+e^-$ -Vernichtungsereignisse sehr untergrundfrei. Die Qualität der Daten wird durch den Untergrund nicht beeinträchtigt.

Sobald die Untergrundverhältnisse den Betrieb des Detektors erlaubten, zeigte sich, daß die im Proposal angegebenen Auflösungen und Nachweiseigenschaften praktisch auf Anhieb erreicht wurden. Ende November 1982 konnte mit der regulären Datennahme begonnen werden.

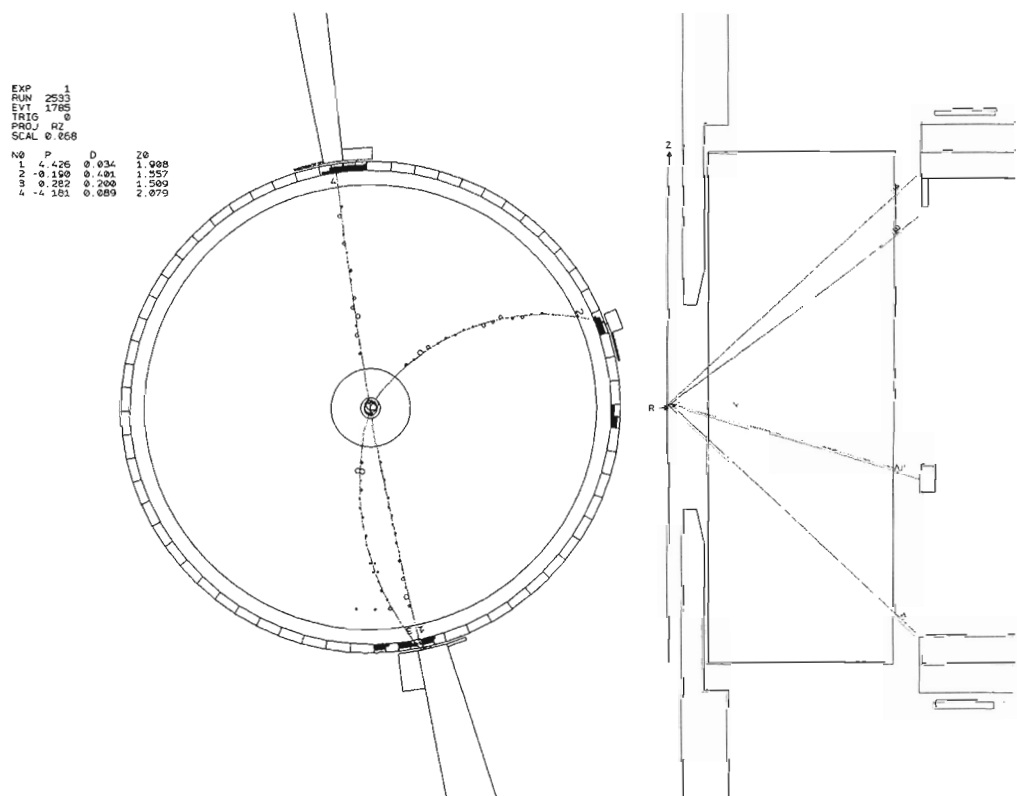


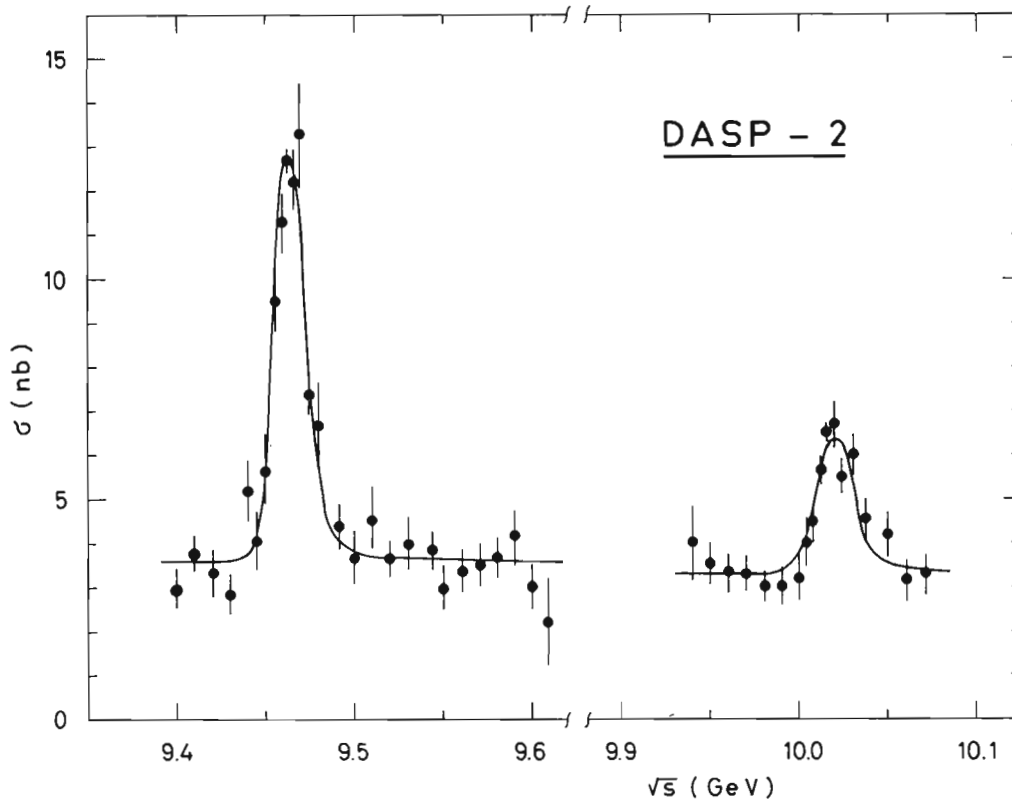
Abb. 6.8: Rekonstruktion eines Ereignisses der Reaktion  $Y' \rightarrow \pi^+\pi^- Y(\rightarrow e^+e^-)$ .

*Software*

Ein wesentlicher Teil der Arbeiten der Kollaboration bestand im Erstellen von Rechner-Programmen. Die Datenerfassung wird mit einer PDP11-45 durchgeführt; die Erfassungs- und Diagnose-Programme waren rechtzeitig zur Inbetriebnahme des Detektors fertiggestellt. Das IPP Canada installierte im Sommer '82 zusätzlich eine VAX II-780. Sie wird Monitor- und Filter-Aufgaben wahrnehmen. Die auf dem Hauptrechner des Rechenzentrums laufenden Rekonstruktionsprogramme standen vom Beginn der Datennahme ab zur Verfügung. Ein vollständig rekonstruiertes Ereignis der Reaktion  $Y' \rightarrow \pi^+\pi^- Y(\rightarrow e^+e^-)$  ist in Abb. 6.8 dargestellt.

*Erweiterungen*

Eine weitere Driftkammer von hoher Präzision ist zum Einbau innerhalb der vorhandenen Driftkammer vorgesehen. Diese sogenannte Vertex-Kammer wird zur Zeit beim IPP Canada gebaut.



**Abb. 6.9: Die Resonanzen  $\Upsilon$  und  $\Upsilon'$ .**  
**Wirkungsquerschnitt für die Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}$  in der  $\Upsilon$  und  $\Upsilon'$ -Region als Funktion der Schwerpunktsenergie  $\sqrt{s}$ .**

## Physikalische Ergebnisse aus den DASP 2-Messungen

Das DASP 2-Experiment wurde mit einer abschließenden Veröffentlichung beendet: Die wichtigsten Parameter der Resonanzen  $\Upsilon$  und  $\Upsilon'$  wurden mit der endgültig erreichten Meßgenauigkeit angegeben; die Resonanzkurven sind in Abb. 6.9 dargestellt.



Abb. 7.1: Die Ankunft des Crystal Ball-Detektors am Frankfurt/Main Flugplatz.

## Crystal Ball-Kollaboration

**Beteiligte Institute:** CALTEC Pasadena, Univ. Cape Town, Carnegie-Mellon Univ., DESY, Univ. Erlangen, Univ. und INFN Firenze, Univ. Hamburg, Harvard Univ., Inst. for Nucl. Phys. Cracow, Univ. und NIKHEF Nijmegen, Princeton Univ., SLAC und Univ. Stanford, Univ. Würzburg.

Am 14. September 1981 hat das DESY PRC den Vorschlag genehmigt, mit dem Crystal Ball-Detektor am  $e^+e^-$ -Speicherring DORIS II Experimente zur Spektroskopie des Bottoniums durchzuführen. Das Bottonium besteht aus dem schweren 5. Quark, dem Bottom-Quark, und seinem Antiteilchen. Einige Zustände, die  $^3S_1$ -Niveaus (in spektroskopischer Bezeichnungsweise), können durch  $e^+e^-$ -Anregung beobachtet werden und wurden bei DESY erstmals 1978 vermessen. Andere Zustände des Bottoniums, die  $^3P_J$  ( $J=0, 1, 2$ )-Niveaus, können nur durch Messung der  $\gamma$ -Übergänge von höher gelegenen  $^3S_1$ -Niveaus beobachtet werden. Das erste Experiment an DORIS II soll die  $1^3P_J$ -Niveaus messen durch  $\gamma$ -Spektroskopie der Reaktion ( $2^3S_1$ )  $\rightarrow \gamma$  ( $1^3P_J$ ).

*Überblick*

Die wesentlichen technischen Daten des Crystal Ball-Detektors werden in Abb. 7.2 gezeigt. Der Detektor wurde Ende Dezember 1981 bis Anfang Januar 1982 am Speicherring SPEAR des Stanford Linear Accelerator Center abgebaut und für den Versand verpackt. Gleichzeitig wurden einige Umbauten vorgenommen, die den Betrieb bei DORIS erleichtern sollten. Eine sorgfältige Analyse der unterschiedlichen Transportmöglichkeiten (Schiff San Francisco - Hamburg, Landweg San Francisco - New York und dann Schiff, Lufttransport) und der Risiken für den Crystal Ball-Detektor (mechanische Erschütterungen, Notwendigkeit trockener und temperaturkonstanter Atmosphäre in den Transportbehältern der beiden Halbkugeln des Balls) wurden durchgeführt. Es ergab sich, daß der Lufttransport der sicherste war. Die US-Airforce stellte ein Großraumflugzeug C5A "Galaxie" für den Flug San Francisco - Frankfurt/Main zur Verfügung. Der anschließende Straßentransport nach Hamburg war der gefährlichste Teil der Reise. Am 21. April 1982 traf der Crystal Ball bei DESY ein. Abb. 7.1 zeigt die Entladung des "Ball Trailors" (ein speziell gebauter Trockenraum) aus der "Galaxie" am Flughafen Frankfurt/Main.

*Transport des Detektors*

Bei DESY war inzwischen der Meßplatz am  $e^+e^-$ -Speicherring DORIS hergerichtet worden. Das Gestell des Ball-Raumes wurde von SLAC gebracht, war jedoch gegenüber dem ursprünglichen Ball-Raum wesentlich verkleinert. Neue Wände des Trockenhauses sowie neue Innenanlagen wurden eingebaut. Ferner wurde ein neuer Luftrockner in Betrieb genommen, während der alte Trockner, der auch auf dem Transport benutzt worden war, als Reservetrockner bereit steht. Gleichzeitig wurde der Meßraum mit der Elektronik eingerichtet. In den 3 Wochen 21. Juni bis 11. Juli 1982 wurde dann der Crystal Ball-Detektor zusammen mit dem Trockenhaus in die nördliche Wechselwirkungszone an DORIS II gesetzt. Der Detektor wurde verkabelt und erstmal mit kosmischer Strahlung getestet. Der Speicherring DORIS II stand vom 26. Juli bis 16. August 1982 erstmals für Hochenergiephysik-Experimente zur Verfügung. Der Crystal Ball-Detektor wurde am Doris II-Strahl betrieben. Es zeigte sich, daß der Detektor trotz der hohen Strahlenempfindlichkeit des Natriumjodids bei DORIS II mit Mini-Beta-Optik laufen kann, wenn auch die Überwachung und Verringerung des Strahlenuntergrundes ständig erfolgen muß. Es wurden dann die Anregungsfunktion  $e^+e^- \rightarrow$  Hadronen gemessen und die  $Y(1S)$ -Resonanz bei einer Masse  $M = 9.460$  GeV in Übereinstimmung mit früheren DORIS-Messungen und einer Absolutmessung in Novosibirsk wiedergefunden. Während drei Tagen konnten Daten auf dem  $Y(1S)$  genommen werden. Abb. 7.3 zeigt die Verteilung der gesehenen Energie für kollidierende und für separierte Strahlen.

*Inbetriebnahme an DORIS II*



Crystal Ball

LOCATION	DORIS $e^+e^-$ ring DESY, Hamburg, W. Germany
SCINTILLATOR	16 $X_0$ of NaI(Tl)
(MAIN ARRAYS)	(1 nuclear absorption length) Segmentation: 672 truncated triangular pyramidal crystals Solid angle covered = 93% of $4\pi$ Resolution on $\gamma$ or $e^-$ : $\sigma_E/E = 0.026/E^{1/4}$ $\sigma_\theta = 1$ to $2^\circ$ , depending on energy $\sigma_\phi = \sigma_\theta/\sin\theta$
(ENDCAP ARRAYS)	NaI(Tl) - 40 hexagonal crystals, extending solid angle coverage to 98% of $4\pi$
TRACKING	3 double layers of drift tubes with charge division readout (640 tubes total) $\sigma_\phi = 1^\circ-2^\circ$ $\sigma_z = 1-2\%$ of length (66 cm inner layer, 33 cm outer layer) Solid angle covered = 98% of $4\pi$ (inner layer), 75% of $4\pi$ (outer layer)
LUMINOSITY MONITOR	4 scintillator + shower counter telescopes

REFERENCES

1. M. Oreglia et al., Phys. Rev. **D25** (1982) 2259.
2. R. Chestnut et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. **NS 26** (1978) 4395.
3. G.I. Kirkbride et al., IEEE Trans. Nucl. Sci. **NS 26** (1979) 1535.
4. Proposal of the Crystal Ball collaboration to the DESY Physics Research Committee, PRC 81/09, June 30, 1981.

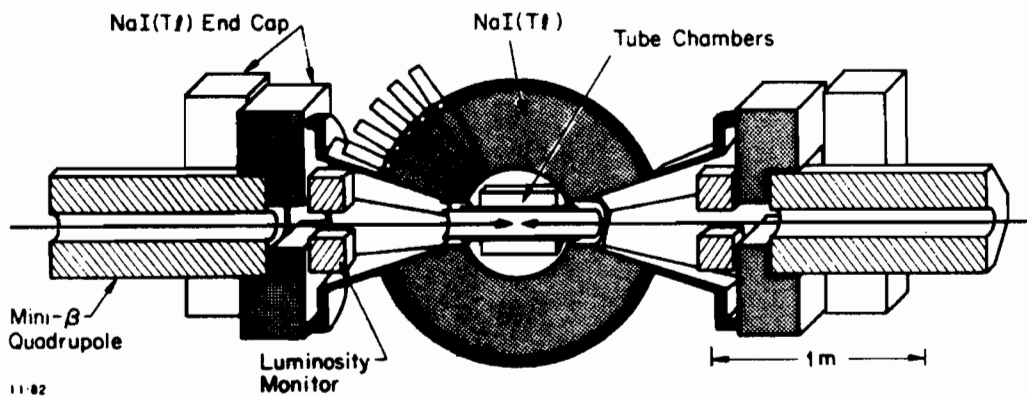
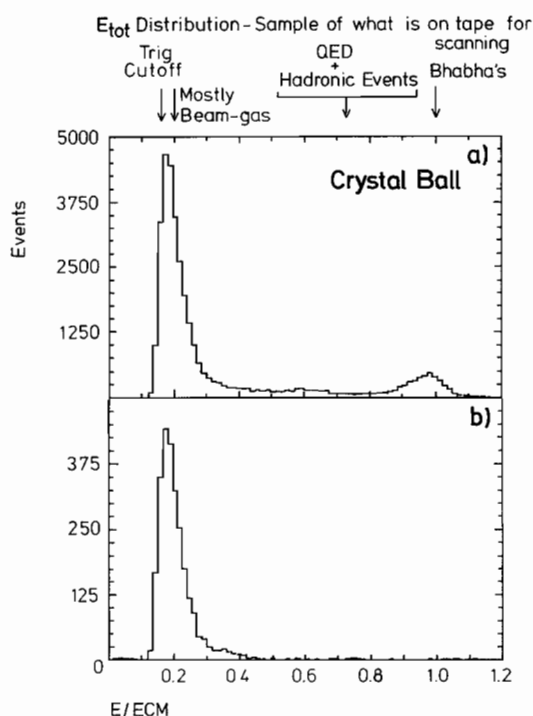


Abb. 7.2: Die wesentlichen technischen Daten des Crystal Ball-Detektors.



**Abb. 7.3: Die Verteilung der gesehenen Energie der Ereignisse mit kollidierenden (a) und separierten (b) Strahlen.**

In der Meßperiode im Herbst 1982 (13. Sept. bis 15. Dez.) wurde erstmals mit DORIS II die  $\Upsilon(2S)$ -Energie angeregt. Mit der 8-cm-Optik von DORIS II wurde insgesamt eine integrierte Luminosität von  $4377 \text{ nb}^{-1}$  auf dem  $\Upsilon(2S)$  neben  $336 \text{ nb}^{-1}$  zum Scan der Resonanz gesammelt. Eine Überprüfung der Crystal Ball-Detektor-Eigenschaften beim Einsatz bei DORIS II zeigte, daß die  $\gamma$ -Energieauflösung, die wesentliche Eigenschaft des Detektors, durch den Transport nicht gelitten hat. Man erreicht wieder, wie schon bei SPEAR, eine Energieauflösung von

*Erste Messungen*

$$\sigma_E/E = 2.6\% / \sqrt[4]{E}$$

( $\gamma$ -Energie in GeV). Abb. 7.4 zeigt die Energieverteilung von Bhabha-Elektronen von 5.01 GeV Energie.

Es wurde eine Programmkette zur raschen Datenauswertung aufgesetzt. Dadurch wurde es möglich, die Qualität der experimentellen Daten laufend zu überwachen und ein erstes Gefühl für die Probleme der Datenauswertung zu bekommen.

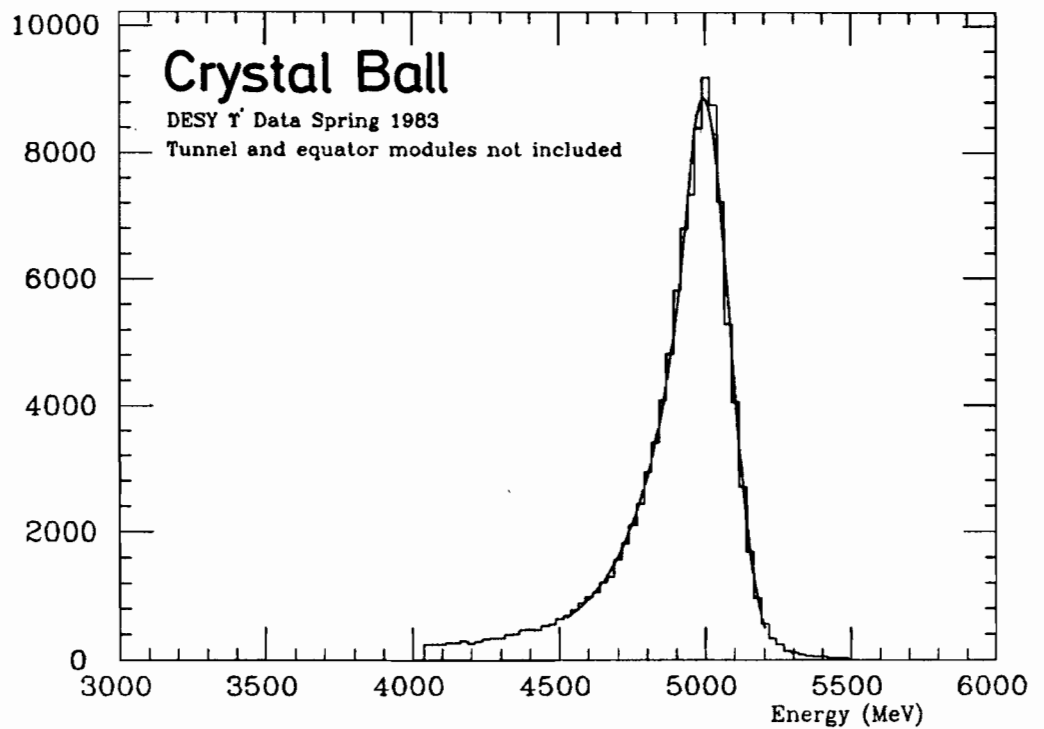


Abb. 7.4: Die Energieverteilung von Bhabha-Elektronen von 5.01 GeV.

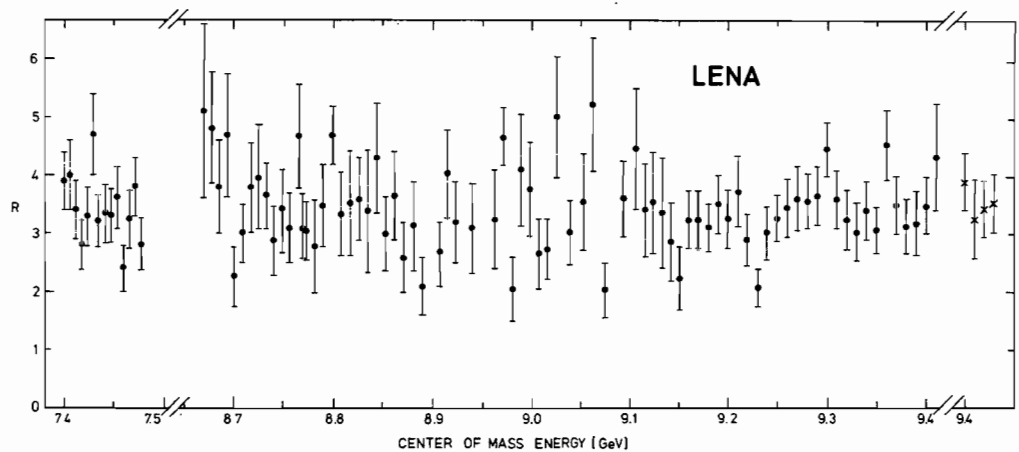


Abb. 7.5:  $R = \sigma_{\text{tot}}(e^+e^- \rightarrow h) / \sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$  als Funktion der Schwerpunktsenergie  $\sqrt{s}$ .

## Physikalische Ergebnisse aus den LENA-Messungen

**Beteiligte Institute:** Inst. for Nucl. Phys. Cracow, Univ. Erlangen, DESY, Univ. Hamburg, Univ. and NIKHEF Nijmegen, Carnegie-Mellon Univ., CEN Saclay, Univ. Tel Aviv, Univ. Würzburg.

Die Datennahme der LENA-Kollaboration war in den Jahren 1979 und 1980 erfolgt. Es gab 3 Datenläufe: Y(1S) im Herbst 1979, Y(2S) im Winter 1980 (jeweils mit benachbartem Kontinuum) und eine Messung des Kontinuums für Schwerpunktsenergien von 7.4-9.4 GeV im Sommer 1980. Die Datenauswertung wurde 1982 fortgesetzt. Es wurde an 3 Problemen gearbeitet.

*Überblick*

Schon 1981 wurde gefunden, daß in dem Energiebereich  $\sqrt{s} = 7.4 - 9.4$  GeV keine (schmale) Resonanz und keine Stufe im totalen Wirkungsquerschnitt  $e^+e^- \rightarrow$  Hadronen vorliegt. Messungen am Speicherring SPEAR bei SLAC hatten diese Vermutung aufkommen lassen. Im Berichtsjahr wurde die Auswertung der Absolutmessung des totalen Wirkungsquerschnittes abgeschlossen. Hadronische Ereignisse wurden aus den Triggern bis zu sichtbaren Energien  $E_{vis} = 1100$  MeV hinunter selektiert. Dadurch wurde eine hohe Nachweiswahrscheinlichkeit von 85% erreicht. Da der LENA-Detektor einen sehr guten Schauerdetektor hat, war die Identifizierung der Bhabha-Ereignisse zur Luminositätsmessung leicht möglich. Die Effizienz der Hadronenselektionsprogramme wurde durch Messungen mit nur einem Strahl und mit kosmischer Strahlung getestet. Die Nachweiswahrscheinlichkeit wurde unter Berücksichtigung der Strahlungskorrekturen (nach Behrens und Kleiss) mit Hilfe der Lund-Programme berechnet. Die Brauchbarkeit dieser Rechnungen wurde durch Vergleich mit der geladenen Multiplizität und der gesehenen Energie geprüft.

*Totaler hadronischer Wirkungsquerschnitt*

Das Ergebnis für den Energiebereich  $\sqrt{s} = 7.4 - 9.4$  GeV ist

$$R = 3.37 \pm 0.06 \text{ (statistisch)} \pm 0.23 \text{ (systematisch)}$$

Die Abb. 7.5 zeigt das experimentelle Ergebnis. Die QCD gibt für den totalen Wirkungsquerschnitt  $e^+e^- \rightarrow$  Hadronen die Formel

$$R = R_{\text{parton}} (1 + \alpha_s / \pi)$$

an  $R_{\text{parton}}$  ist unterhalb der Schwelle zur Erzeugung von b-Quarks  $^{10}/_3$ . Aus dem experimentellen Ergebnis für R kann damit eine Grenze für die starke Kopplungskonstante  $\alpha_s$  angegeben werden:

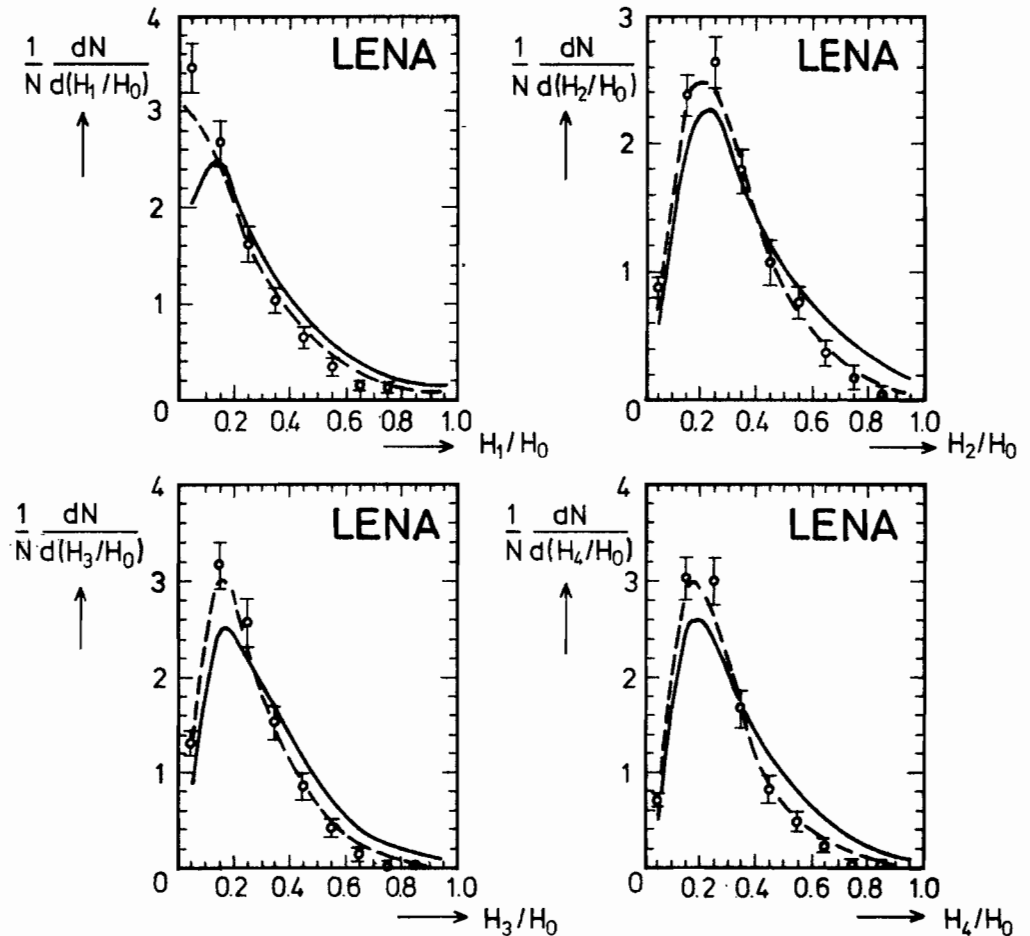
*QCD-Kopplungskonstante  $\alpha_s$*

$$\alpha_s < 0.31 \text{ (68\% C.L.)}$$

Die Daten wurden benutzt, um nach den exklusiven Y(1S) – Zerfällen  $Y(1S) \rightarrow \rho^0 \pi^0$  und  $Y(1S) \rightarrow \gamma a$  (a = axion) sowie dem inklusiven Zerfall  $Y \rightarrow J/\psi X$  zu suchen. Die Zerfallskanäle wurden nicht beobachtet. Die Schranken sind (90% C.L.):

*Y-Zerfälle (Verzweigungsverhältnisse)*

$$\begin{aligned} \text{BR}(Y \rightarrow \rho\pi) &< 2.1 \times 10^{-3} \\ \text{BR}(Y \rightarrow J/\psi) &< 2.0 \times 10^{-2} \\ \text{BR}(Y \rightarrow \gamma a) &< 9.1 \times 10^{-4} \end{aligned}$$



**Abb. 7.6:** Die Verteilung der Verhältnisse von Fox-Wolfram-Momenten. Nur photonische Energie-Depositionen für  $Y(1S)$ -Zerfälle wird benutzt. Vergleich mit Modellen: ausgezogene Linien: "Standard"-Modell (siehe Text) gestrichelte Linien: das führende Teilchen ist isoskalar.

*Gluonfragmentation bei  $Y$ -Zerfällen*

Die Topologie der  $Y(1S)$ -Zerfälle läßt sich weitgehend beschreiben durch die beiden Annahmen ( $g = \text{Gluon}$ ):

$Y \rightarrow 3g$ , Matrixelement der QCD

Gluonfragmentation = Quarkfragmentation (à la Field-Feynman)

Die  $Y$ -Zerfälle wurden daraufhin untersucht, ob nicht doch Unterschiede der Gluon- und der Quarkfragmentation in Hadronen gefunden werden können. Das LENA-Datenmuster bot dafür eine gute Möglichkeit. Neben den Resonanzzerfällen gab es eine vergleichbare Datenmenge im Kontinuum bei Energien unterhalb der Resonanz. Somit konnte die Fragmentation der Gluonen vom  $Y(1S)$ , deren Energie im Mittel geringer ist als die halbe Ruheenergie, direkt verglichen werden mit der Fragmentation von Quarks, die im Kontinuum mit etwa derselben Energie wie die Gluonen erzeugt wurden.

Die Verwendung von topologischen Parametern, die nicht von einer Achsenbestimmung abhängen, hat sich dabei als vorteilhaft erwiesen. Die Fox-Wolfram-Momente sind energiegewichtete Winkelverteilungen, die alle Teilchen eines Ereignisses berücksichtigen:

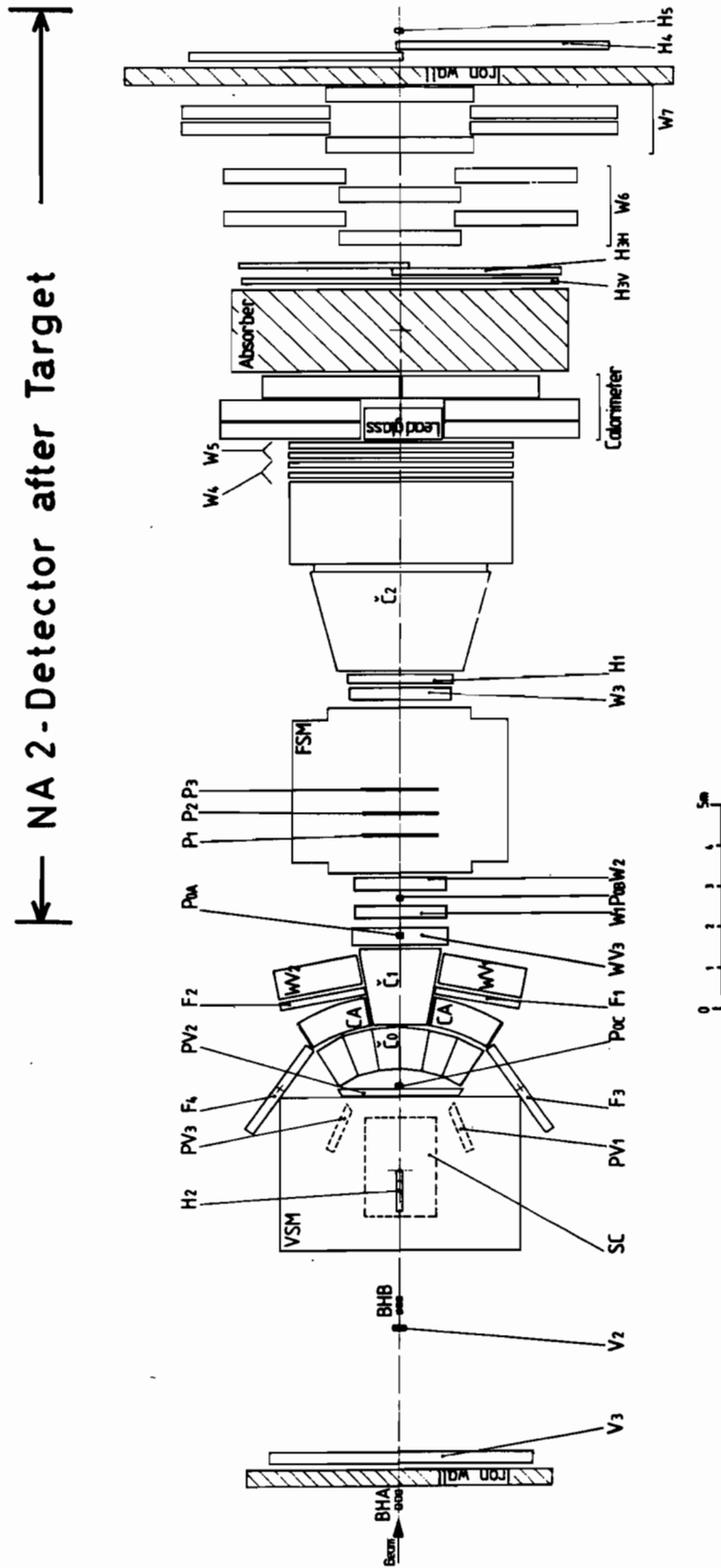
$$H_1 = \sum_{i,j} (E_i E_j / E_{\text{seen}}^2) P_1(\cos \Theta_{ij})$$

$E_i$ : beobachtete Energie des Teilchens  $i$   
 $E_{\text{seen}}$ : beobachtete Energie des Ereignisses  
 $P_1$ : Legendre Polynome  
 $\Theta_{ij}$ : Winkel zwischen Teilchen  $i$  und  $j$

Es erweist sich als günstig, die Verteilungen des Verhältnisses  $H_1/H_0$  aufzutragen.

Die Verteilung der Fox-Wolfram-Momente für photonische Energie (herrührend von  $\pi^0$ - und  $\eta^0$ -Zerfällen) zeigt Abweichungen vom oben genannten "Standard"-Modell. Die Daten zusammen mit den Erwartungen werden in Abb. 7.6 gezeigt. Ein Modell der Gluonfragmentation (Peterson und Walsh), das diese mit der Vorstellung der Farbstrings behandelt, sagt nun eine erhöhte Fragmentation in isokalare Mesonen vorher. Interessanterweise kann die Verteilung der Fox-Wolfram-Momente für die photonische Energie verstanden werden mit der Annahme, daß die führenden Mesonen der Gluonfragmentation isoskalar sind. Ein direkter Beweis durch Messung des Anteils isoskalärer Mesonen war leider mit dem LENA-Detektor nicht möglich. Die Auswertung der Daten des LENA-Experimentes endet deshalb mit einem interessanten Hinweis.

# EMC (NA 9) - DETECTOR



VSM = Vertex Magnet; FSM = Forward Magnet; SC = Streamer Chamber; PV1-3, P1-3, POA-C = Prop. Chambers; W1-7 = Driftchambers; H1-5, F1-4, BHA-B = Hodoscopes; V2-3 = Vetocounters; CO-2, CA = Cerenkov counters

Abb. 8.1: Experimenteller Aufbau des NA9-Experiments.

# Europäische Myon-Kollaboration ECM

## Myon-Streuung am CERN SPS

Die DESY-Gruppe F21 ist am Myon-Streuexperiment der European Muon Collaboration EMC am 280 GeV Myon-Strahl des CERN SPS beteiligt. Das NA2-Vorwärtsspektrometer wurde Mitte 1981 durch ein Vertexsystem und Großwinkeldetektoren erweitert (NA9-Experiment). Im Jahre 1982 wurden die Messungen mit diesem NA9-Detektor fortgeführt. Die Analyse der NA2-Daten konnte in einigen Bereichen abgeschlossen werden.

### Der EMC-Detektor

Der experimentelle Aufbau des EMC-Detektors ist in Abb. 8.1 dargestellt. Für die Messungen mit dem NA2-Vorwärtsspektrometer befand sich an der Stelle der beiden Cerenkovzähler C0 und C1 ein 6m langes Wasserstoff- bzw. Deuteriumtarget oder ein schweres Target bestehend aus einem Eisen-Szintillator-Schauerzähler. Das Vorwärtsspektrometer hat einen 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 Magnetfelds und des Strahls mit Driftkammern. Im Magnetfeld befinden sich Proportionalkammern. Im Strahl wird mit Szintillatorhodokopen und Proportionalkammern gemessen. Getriggert wird auf Ereignisse mit einem oder mehreren Myonen mit Hilfe von Triggerhodokopen und schnellen Koinzidenzmatrizen. Für eine Strahlintensität von  $10^7$ /Burst ergibt sich für das 6-m-Wasserstofftarget eine mittlere Luminosität von  $2.5 \times 10^{31}/\text{cm}^2\text{sec}$ .

*Vorwärtsspektrometer*

Der Nachweis von Hadronen wurde durch die Erweiterung mit einem Vertexsystem auf nahezu  $4\pi$  ausgedehnt. Das Vertexsystem besteht aus einem supraleitenden Magneten, der zwischen seinen Polen ein 1 m langes Wasserstofftarget enthält, das von einer Streamerkammer umgeben ist, sowie elektronischen Detektoren wie Proportionalkammern, Driftrohren, Flugzeitzählern und verschiedenen Cerenkovzählern. Mit diesem System können auch Hadronen aus dem Targetjet nachgewiesen und identifiziert werden. Dadurch ist die Analyse des nahezu vollständigen hadronischen Endzustands möglich. Besonderer Wert wurde dabei auf die Teilchenidentifikation gelegt. Sie erfolgt in den äußeren Bereichen mit den Flugzeithodokopen F1 – F4, sowie den Aerogel-Cerenkovzählern CA und dem Gas-Cerenkovzähler C0. Im Vorwärtsbereich befinden sich 3 Gas-Cerenkovzähler C0, C1 und C2.

*Vertexsystem*

## Die wichtigsten physikalischen Resultate

### 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 Quantenchromodynamik (QCD) beschrieben werden können.

*Skalenverhalten*



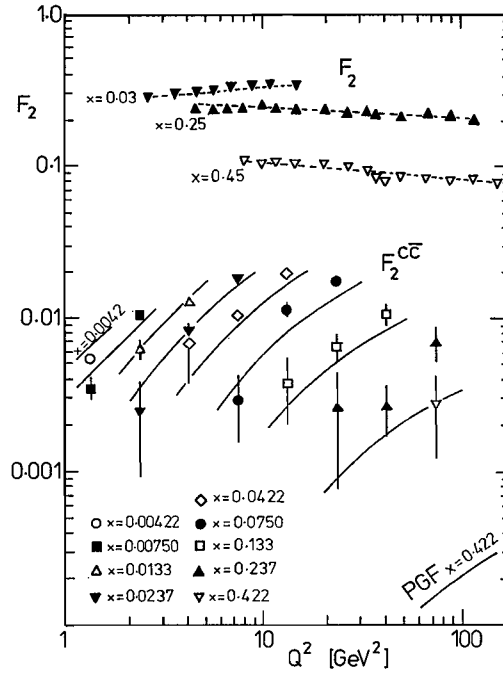


Abb. 8.2: Der Anteil der Charmproduktion zu  $F_2$ . Die durchgezogenen Linien sind eine Beschreibung der Daten mit dem Photon-Gluon-Fusionsmodell.

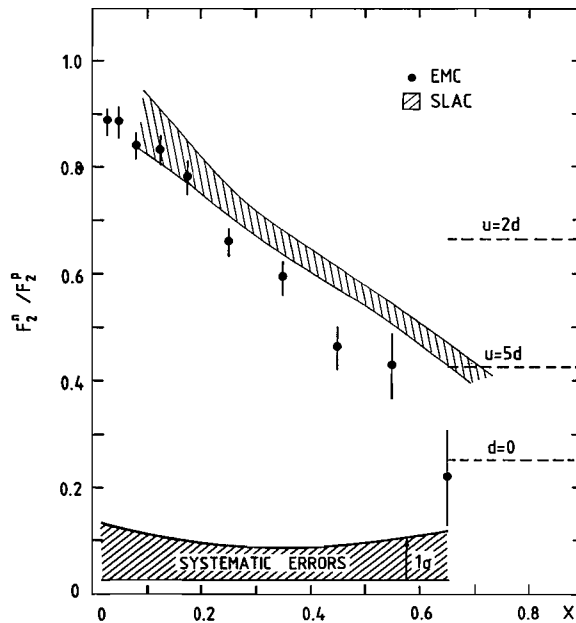


Abb. 8.3:  $F_2^n / F_2^p$  als Funktion von  $x$  verglichen mit Vorhersagen bei großem  $x$ . Die Größe des systematischen Fehlers ist im unteren Teil der Abbildung angegeben. Der schraffierte Bereich gibt die SLAC-Daten wieder.

Der differentielle Wirkungsquerschnitt ist durch folgenden Ausdruck gegeben:

$$\frac{d^2\sigma}{dQ^2 dx} = \frac{4\pi\alpha^2}{Q^4 x} \left[ (1-y-Mxy/2E)F_2 + xy^2 F_1 \right]$$

Dabei ist E die Strahlenergie,  $y = \nu/E$ , wobei  $\nu$  der Energieübertrag ist, und x ist die Bjorken-Skalenvariable  $Q^2/2m\nu$ .

Für die Meßergebnisse an Wasserstoff und Eisen wurde eine QCD-Analyse durchgeführt. Diese Analyse erfolgte in erster Ordnung sowie in der nächst höheren Ordnung. Für die Anpassungen wurden verschiedene Gluonverteilungen eingesetzt sowie die Zahl der Quarksorten zwischen 3 und 4 variiert. Für den QCD-Skalenparameter  $\Lambda$  ergaben sich die Werte  $\Lambda = 139_{-93}^{+187}$  MeV für Wasserstoff und  $\Lambda = 173_{-98}^{+164}$  MeV für Eisen. Der Anteil der Charmproduktion an  $F_2$  ist in Abb. 8.2 dargestellt. Diese Daten wurden aus den Multi-Myon-Ereignissen am Eisentarget gewonnen. Die Charmproduktion kann gut mit dem Photon-Gluon-Fusionsmodell beschrieben werden.

Im Quark-Parton-Modell nimmt man an, daß bei großem x nur die Valenzquarks zur Strukturfunktion beitragen. Wenn alle Valenzquarks die gleiche x-Verteilung aufweisen, dann erhält man für das Verhältnis der Strukturfunktionen des Neutrons ( $d = 2u$ ) und des Protons ( $u = 2d$ )  $F_2^n / F_2^p = 2/3$ . Die Abb. 8.3 zeigt dieses Verhältnis zusammen mit Daten bei kleinem  $Q^2$  von SLAC.  $F_2^n$  wurde aus einer Differenzmessung an einem Deuteriumtarget und an einem Wasserstofftarget gewonnen. Der systematische Fehler des Verhältnisses ist im unteren Teil der Abbildung angegeben.

#### Quark-Parton-Modell

Die Daten fallen schon bei mittleren Werten für x unter die Vorhersage des einfachen Quark-Parton-Modells ab. Eine weitere Vorhersage von Farrar und Jackson sagt für x in der Nähe von 1 für das Proton  $u = 5d$  voraus. Für diese Vorhersage wurde angenommen, daß bei großem x das Parton den Spinzustand des Nukleons übernimmt. Unter Berücksichtigung des systematischen Fehlers stimmen die EMC-Daten und die SLAC-Daten überein. Da die beiden Datensätze einen sehr verschiedenen  $Q^2$ -Bereich überspannen, kann man darauf schließen, daß Diquark-Zustände nur eine geringe Rolle spielen können.

Vergleicht man die Strukturfunktion von Eisen mit der von Deuterium, so würde man pro Nukleon keinen Unterschied erwarten, weil das Verhältnis von Protonen zu Neutronen für Eisen und Deuterium annähernd gleich ist. In Abb. 8.4 ist dieses Verhältnis als Funktion von x dargestellt. Dabei wurden die Daten für den geringen Neutronenüberschuß im Eisenkern korrigiert. Es ergibt sich ein Abfall dieses Verhältnisses mit x. Dieses Verhalten wurde nicht erwartet, da das Verhältnis bei großen x wegen der verschiedenen starken Fermibewegung ansteigen sollte. Eine mögliche Erklärung wäre ein Unterschied in den Gluonverteilungen innerhalb der beiden Kerne. Dies hätte dann allerdings einen starken Einfluß auf die bisherige Interpretation der Leptonstreuexperimente an Kernen, da bisher immer angenommen wurde, daß sich ein freies Nukleon von einem Nukleon im Kern nicht unterscheidet.

#### Targetabhängigkeit

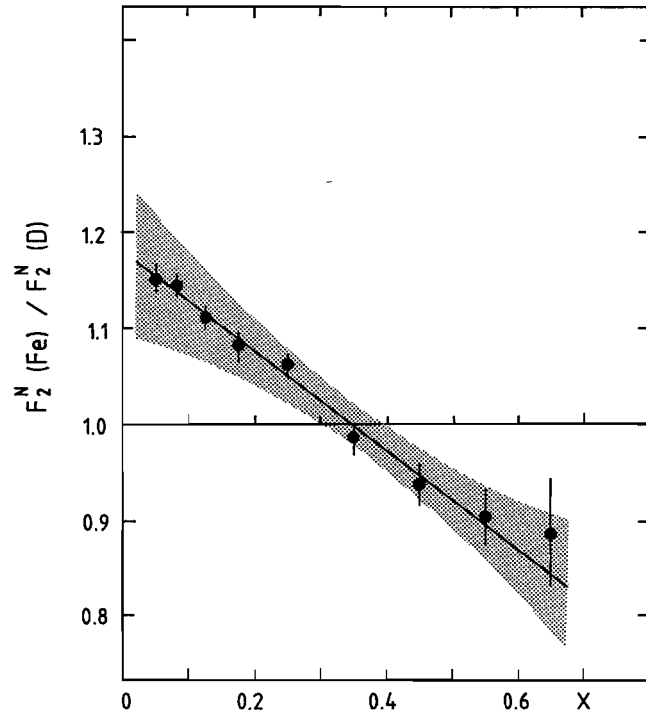


Abb. 8.4: Das Verhältnis  $F_2^{\text{Fe}}/F_2^{\text{D}_2}$ . Der systematische Fehler liegt im schraffierten Bereich.

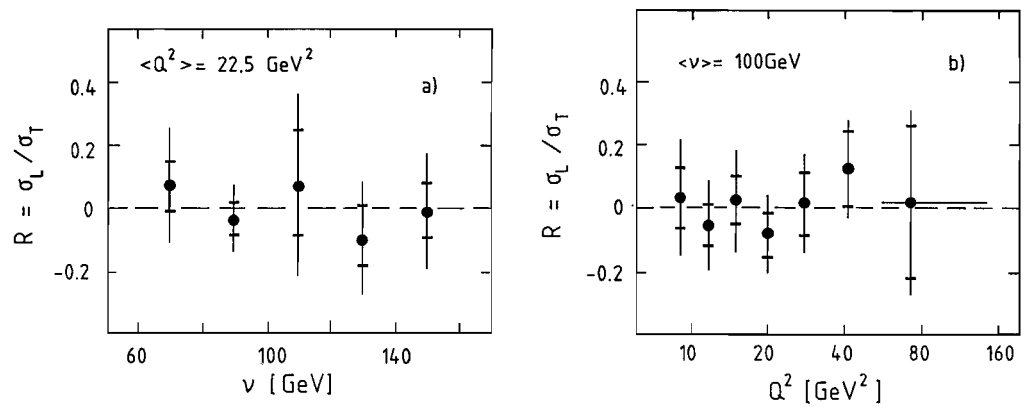


Abb. 8.5: Das Verhältnis  $R = \sigma_L/\sigma_T$  als Funktion von  $\nu$  und  $Q^2$ .

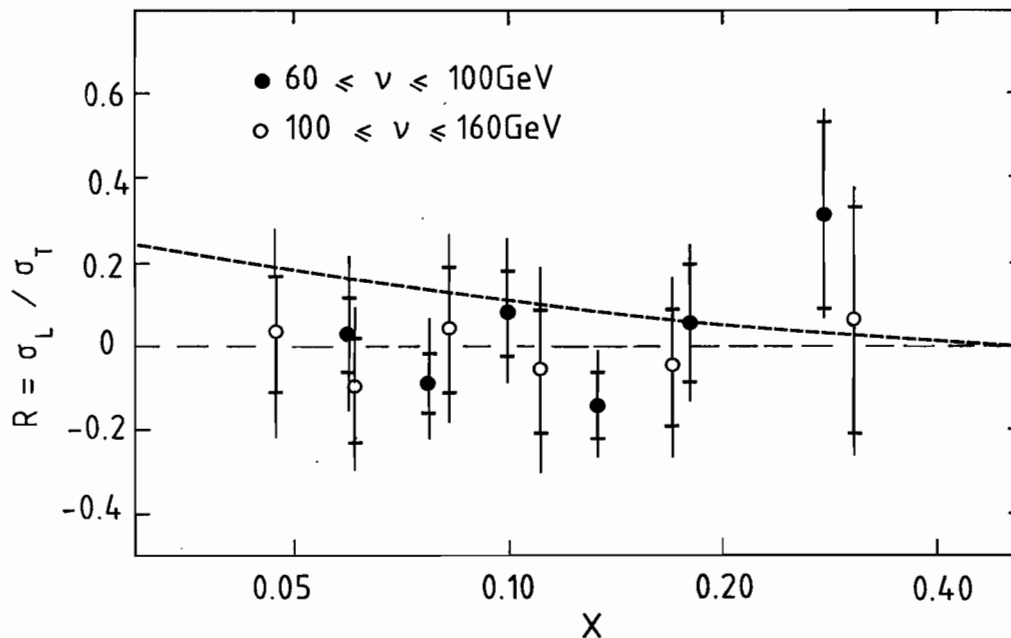
Die Strukturfunktionen  $F_1$  und  $F_2$  sind über das Verhältnis  $R$  der Absorptionsquerschnitte für longitudinal und transversal polarisierte virtuelle Photonen verknüpft:

$$R = \frac{\sigma_L}{\sigma_T} = \frac{(1 + 4M^2 x^2/Q^2) F_2 - 2x F_1}{2x F_1}$$

Für ein festes  $x$  und  $Q^2$  kann dann  $F_1$  durch  $R$  ersetzt werden:

$$\frac{d^2\sigma}{dQ^2 dx} = \frac{4\pi\alpha^2}{Q^4 x} F_2(x, Q^2) \left( 1 - y - \frac{Mxy}{2E} + \frac{y^2 (1 + 4M^2 x^2/Q^2)}{2(1 + R(x, Q^2))} \right)$$

Liegen für ein festes  $x$  und  $Q^2$  Messungen bei verschiedenen Strahlenergien vor, dann kann die Größe  $R(x, Q^2)$  bestimmt werden. In den Abbildungen 8.5 und 8.6 sind die Resultate der EMC als Funktion von  $\nu$ ,  $Q^2$  und  $x$  dargestellt. Die inneren Fehlerbalken beschreiben dabei nur den statistischen Fehler. Der Wert für  $R$  ist im gesamten kinematischen Bereich mit 0 verträglich. Der Mittelwert ergibt sich zu  $R = 0 \pm 0.10$ . Dies entspricht dem für Spin-1/2-Partonen erwarteten Verhalten. Die Kurve in Abb. 8.6 ist eine QCD-Vorhersage.



**Abb. 8.6:** Das Verhältnis  $R = \sigma_L/\sigma_T$  als Funktion von  $x$ . Die dick gestrichelte Kurve ist eine QCD-Vorhersage.

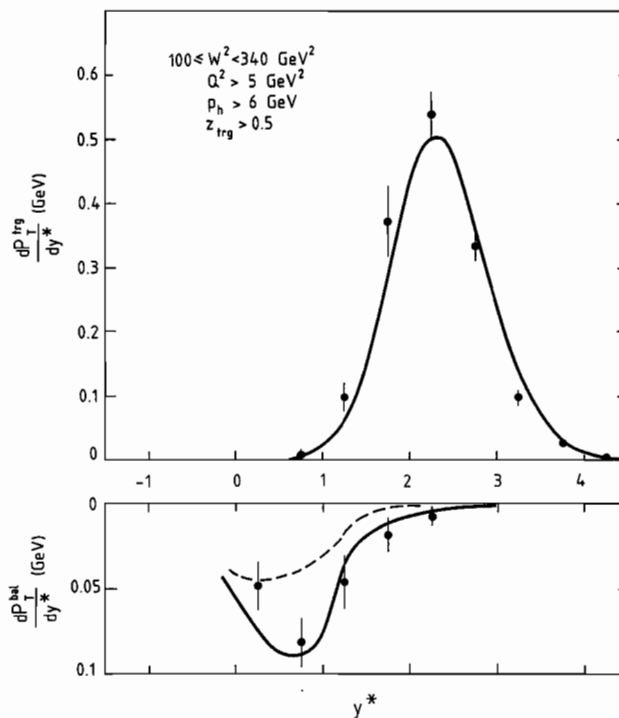


Abb. 8.7: Die Verteilung von  $p_T$  eines Triggerteilchens mit  $z > 0.5$  als Funktion der Schwerpunktsrapidität. Im unteren Teil ist das kompensierende  $p_T$  der restlichen Hadronen aufgetragen. Die Kurven sind im Text erklärt.

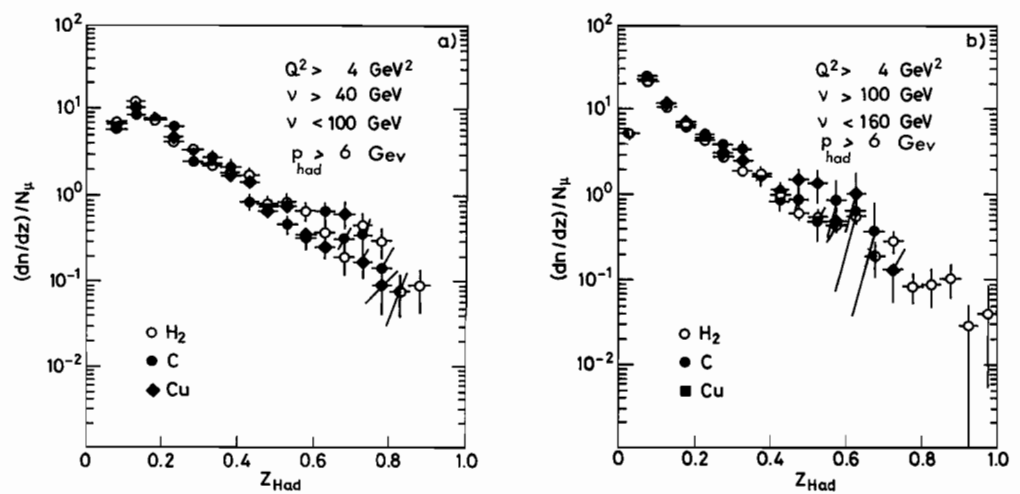


Abb. 8.8: Die  $z$ -Verteilung produzierter Hadronen an H<sub>2</sub>, C und Cu für zwei  $\nu$ -Bereiche.

## Hadronische Endzustände

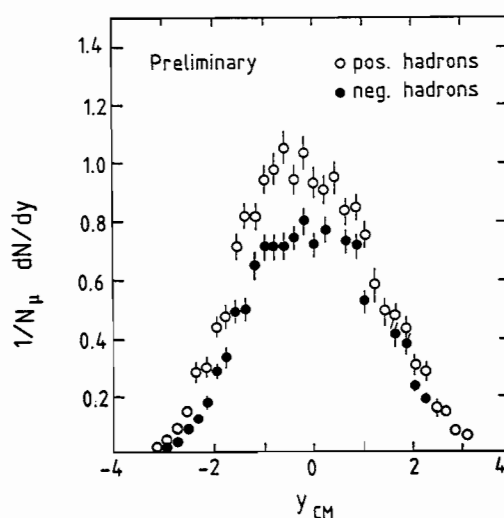
Die EMC zeigte in früheren Publikationen, daß die hohen Transversalimpulse der erzeugten Hadronen sowie die 2-Jet-Struktur eines Teils der Ereignisse gut mit der Emission harter Gluonen beschrieben werden kann. Aus der starken Zunahme von  $\langle p_T^2 \rangle$  mit dem Energieanteil  $z = E_h/n_u$  ergaben sich relativ große Werte für die internen Partonimpulse von  $\langle K_T^2 \rangle \approx 0.7 \text{ GeV}^2$ . Später haben Andersson et al. vorgeschlagen, daß ein Teil des Transversalimpulses durch die Emission von weichen Gluonen erklärt werden kann. Bei dieser Erklärung würde der Transversalimpuls eines Hadrons mit hohem  $z$  mehr im Zentralbereich kompensiert werden, während für hohe Werte von  $\langle K_T^2 \rangle$  die Kompensation im Targetjet erfolgt.

*Gluonemission*

Die Abb. 8.7 zeigt im oberen Teil den Transversalimpuls eines Hadrons mit  $z > 0.5$  pro Einheit der Rapidität. Im unteren Teil sind die kompensierenden Komponenten der Transversalimpulse aller anderen geladenen Hadronen aufgetragen. Die durchgezogenen Kurven entsprechen einem  $\langle K_T^2 \rangle = 0.19 \text{ GeV}^2$  mit weicher Gluonemission, während die gestrichelte Kurve  $\langle K_T^2 \rangle = 0.74 \text{ GeV}^2$  und keine weichen Gluonen enthält. Die Daten zeigen eindeutig eine bessere Übereinstimmung mit der durchgezogenen Kurve.

Es gibt Überlegungen, daß man aus der Hadronproduktion an dünnen Targets schwerer Kerne Information gewinnen kann über die Entwicklung der Quarkfragmentierung sowie eventuell über den Quark-Nukleon-Wirkungsquerschnitt. Wenn die Fragmentierung erst nach einer Zeit  $\tau \sim E/m^2$  ( $E$  und  $m$  sind die Energie und die Masse des Quarks) einsetzt, dann könnte das Quark vorher mit einem anderen Nukleon wechselwirken. Dadurch würde die  $z$ -Verteilung der Hadronen weicher werden. Obwohl die genauere Untersuchung dieses Effekts für das NA9-Vertexsystem vorgesehen ist, wurden bereits einige Messungen an Cu und C mit dem Vorwärtsspektrometer durchgeführt. Die  $z$ -Verteilungen werden für zwei Bereiche vom Energieübertrag  $v$  in Abb. 8.8 mit den Verteilungen für Wasserstoff verglichen. Innerhalb der begrenzten statistischen Genauigkeit ist in den Verteilungen kein Effekt zu erkennen.

*Quarkfragmentation*



**Abb. 8.9:** Die Rapiditätsverteilung geladener Hadronen gemessen mit dem NA9-Detektor.

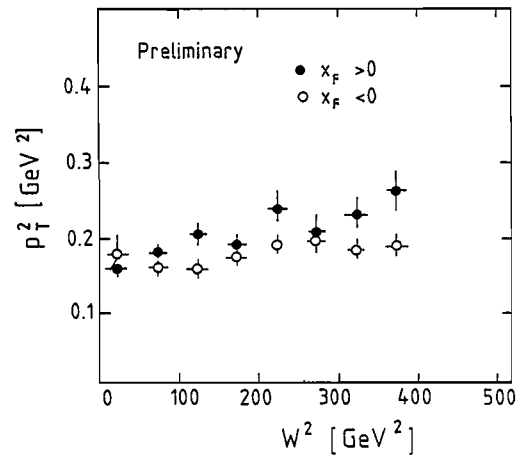


Abb. 8.10: Das mittlere  $p_T^2$  für positive und negative Werte von  $x_F$  als Funktion von  $W^2$ .

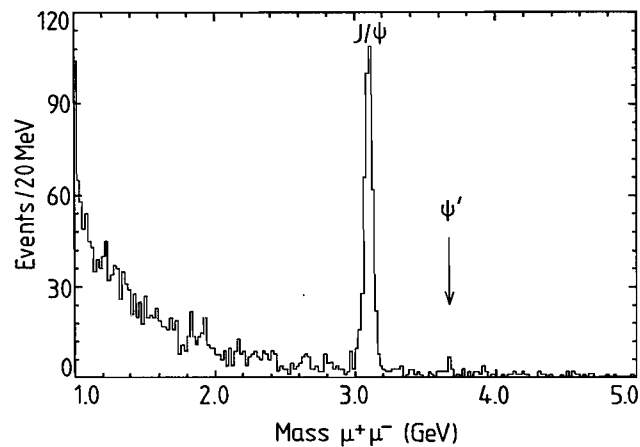


Abb. 8.11:  $\mu^+\mu^-$ -Massenspektrum in  $H_2^-$ - und  $D_2^-$ -Targets.

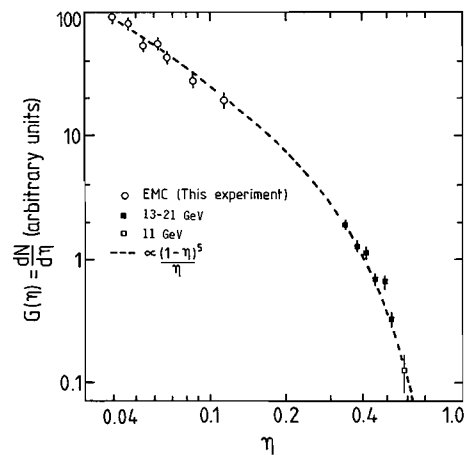


Abb. 8.12: Die Gluonverteilung  $G(\eta)$ . Eingetragen sind auch Photoproduktionswerte von SLAC (13-21 GeV) und Cornell (11 GeV).

Vorläufige Verteilungen für einen kleinen Teil der Meßdaten mit dem Vertexsystem sind in den Abbildungen 8.9 und 8.10 dargestellt. Mit dem Vorwärtsspektrometer konnte bisher nur der Bereich für  $x_F > 0$  gemessen werden, während jetzt der ganze Bereich  $-1 < x_F < 1$  erfaßt wird. Da die Daten noch nicht akzeptanzkorrigiert sind, wurden folgende Schnitte eingeführt:  $Q^2 > 4 \text{ GeV}^2$ ,  $40 < W^2 < 400 \text{ GeV}^2$ ,  $z < 0.9$ , die Energie des gestreuten Myons  $E_{\mu'} > 20 \text{ GeV}$  und  $n_{\nu} < 260 \text{ GeV}$ .

Die Abb. 8.9 zeigt die Schwerpunktsrapiditätsverteilung für positive und negative Hadronen. Man kann deutlich zwischen der Targetfragmentierung und der Fragmentierung des Partons das zentrale Plateau erkennen. Für diese Darstellung wurden alle Hadronen als Pionen behandelt.

Die Abb. 8.10 zeigt das mittlere  $p_T^2$  geladener Hadronen als Funktion von  $W^2$  für  $x_F > 0$  und  $x_F < 0$ . Das mittlere  $p_T^2$  scheint für  $x_F > 0$  anzusteigen in Übereinstimmung mit früheren EMC-Resultaten, während dieser Effekt für  $x_F < 0$  nicht zu sehen ist.

## Multi-Myon-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-Fusionsmodell, wurden publiziert. Der Wirkungsquerschnitt für Charmproduktion wurde aus den Dimyon-Ereignissen bestimmt. Die Abb. 8.2 zeigt diesen Beitrag zu  $F_2$ .

*Strukturfunktion*

Zur Bestimmung der Gluonverteilung im Nukleon eignet sich besonders die Produktion von  $J/\psi$ -Mesonen. Die Abb. 8.11 zeigt  $J/\psi$ -Mesonen, die in einem Wasserstoff- bzw. Deuteriumtarget erzeugt wurden. Für die Analyse der Gluonverteilung wurden wegen der höheren Statistik die Daten vom Eisentarget benutzt. Das Resultat ist zusammen mit Photoproduktionsdaten von SLAC und Cornell in Abb. 8.12 dargestellt. Die Daten können gut mit der Gluonverteilung  $G(\eta) \approx (1-\eta)^5/\eta$  beschrieben werden. Aus den EMC-Daten allein ergibt sich aus einem Fit an das Photon-Gluon-Fusionsmodell mit einer Quarkmasse  $M_c = 1.5 \text{ GeV}$  die Verteilung:

*Gluonverteilung*

$$G(\eta) = 3.15 \frac{(1-\eta)^{5.3 \pm 0.2}}{\eta}$$

## Entwicklung supraleitender Resonatoren

Die DESY-Gruppe F 21 beteiligt sich auch an der Entwicklung supraleitender Resonatoren für einen späteren Einsatz bei PETRA. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag dabei auf der Konstruktion einer Diagnoseeinrichtung für die Erstellung von Temperaturprofilen an der Außenfläche des Resonators sowie auf der Entwicklung von Auswertprogrammen. Außerdem wurden Oberflächendefekte, die die Feldstärke und Güte des Resonators limitieren, durch Schleifen und Polieren behandelt.



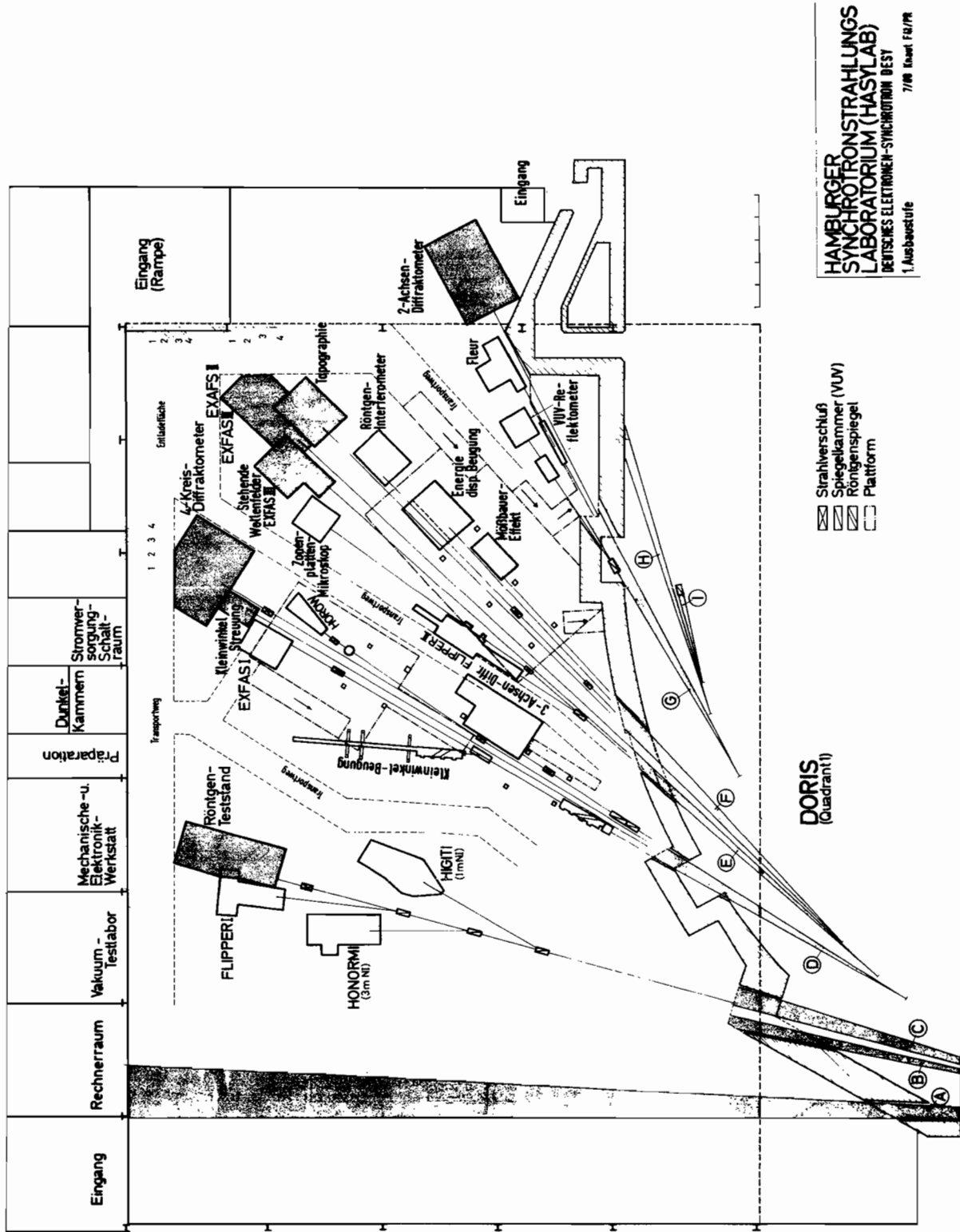


Abb. 9.1: Schematische Darstellung der Strahlführung zu den HASYLAB-Experimenten.

# Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASLAB

Die Experimente mit Synchrostrahlung sind im "Jahresbericht 1982" des Hamburger Synchrotronstrahlungslabors HASLAB ausführlich beschrieben, der bei Bedarf angefordert werden kann. An dieser Stelle wird deshalb nur ein zusammenfassender Überblick gegeben.

## Überblick

Mit dem Speicherring DORIS verfügt das Deutsche Elektronen-Synchrotron DESY über eine hervorragende Quelle für Synchrotronstrahlung. 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. Während das Experimentieren mit Synchrotronstrahlung bei DESY eine annähernd 20jährige Tradition hat, ist erst seit der Gründung von HASLAB eine Nutzung dieser Strahlung in breitem Maßstab möglich.

Am Ende des Berichtsjahres waren 23 Meßplätze in Betrieb und die Planungen für einen weiteren Ausbau nahmen Gestalt an. Die Abb. 9.1 zeigt eine schematische Darstellung der Strahlführung zu den HASLAB-Experimenten; in der folgenden Tabelle sind die Meßplätze aufgelistet:

## Meßplätze

2 eV – 6 eV	5 eV – 50 eV	20 eV – 500 eV	Röntgenbereich
VISUV	HONORMI HIGITI SEYA SUPERLUMI	FLIPPER I TGM HOROW FLIPPER II GLEISPIMO FLEUR (im Aufbau)	Röntgenteststand Kleinwinkelbeugung Proteinkristallographie EXAFS I 5-Kreis Diffraktometer 3-Achsen Diffraktometer RÖMO EXAFS II Topographie Röntgeninterferometer EDS Mößbauereffekt 2-Achsen Diffraktometer

Der Meßbetrieb des Jahres 1982 wurde durch den großen Umbau von DORIS bestimmt, wodurch der Speicherring von November 1981 bis Ende Mai 1982 nicht für Experimente zur Verfügung stand. Diese Zeit wurde von Seiten des Labors und von den Experimentiergruppen für technische Weiterentwicklungen genutzt.

Im Bereich der Infrastruktur des Labors wurden Teile der Strahlführung wesentlich verbessert, die Abschirmung der Röntgenstrahlen wurde ausgebaut, neue Fundamente für vibrationsempfindliche Meßplätze wurden gegossen. Einige Meßplätze wurden neu

## Infrastruktur des Labors

installiert, so der EXAFS II-Meßplatz mit Fokussierspiegeln, zwei Plätze für Molekularbiologie, nämlich Protein-Kristallographie und EXAFS-EMBL, und ein Meßplatz für zeit-aufgelöste Fluoreszenzspektroskopie im sichtbaren und nahen Ultraviolett. Neben vielen kleineren technischen Verbesserungen war eine umfangreiche Arbeit der Abbau und Wiederanschluß von 18 primären Strahlrohren an DORIS II. Die Verbesserungen an den Meßplätzen sind in den einzelnen Berichten des HASYLAB-Jahresberichtes beschrieben.

### *Meßbetrieb*

Obwohl der neue Speicherring DORIS II sich beim ersten Einschalten relativ gutmütig benahm, stellten sich dann doch beim Experimentierbetrieb ab Juni immer wieder Schwierigkeiten ein, die auf die Komplexität einer solchen Anlage zurückzuführen sind. Probleme bei DORIS II waren bedingt durch unzureichendes Vakuum, kurze Lebensdauern und Ausfälle. Bei HASYLAB gab es insbesondere bei einzelnen Meßplätzen Schwierigkeiten und Ausfälle durch defekte Ventile und defekte Beam-Shutter. Bei Betriebsenergien von DORIS II oberhalb 4.7 GeV ergaben sich erhebliche Abschirmprobleme gegen harte Röntgenstrahlung. Bis 5.02 GeV sind die Strahlenschutzprobleme jetzt mit beträchtlichem Aufwand gelöst worden. Die in der Experimentierhalle auftretende Strahlungsdosis wird ständig überwacht und liegt in allen Teilen der Halle weit unter den in den Strahlenschutzvorschriften festgelegten Werten. Probleme mit dem Untergrund hochenergetischer Röntgenstrahlung bei einzelnen Röntgenexperimenten selbst konnten bisher bei einem Teil der Meßplätze gelöst werden, ein anderer Teil arbeitet noch daran. Positiv ist zu bemerken, daß die für die Synchrotronstrahlungsexperimente wegen des großen Abstandes so kritische Strahlage bei DORIS II wesentlich weniger korrigiert werden muß als bei DORIS I. An der Beseitigung periodischer Instabilitäten, die für einige Experimente störend sind, wird noch gearbeitet. Insgesamt konnten 1982 bei 3.5 GeV Strahlenergie 25 Tage für die Experimente genutzt werden, an denen der Speicherring ausschließlich für Synchrotronstrahlungserzeugung lief; die Strahlströme betragen hier 30–70 mA. An weiteren 40 Tagen konnten die Synchrotronstrahlungsexperimente zusammen mit den Hochenergieexperimenten bei Strahlenergien von 4.7–5.0 GeV und Strömen von 15–25 mA Messungen durchführen.

Die Liste der an der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten beteiligten Institute weist inzwischen mehr als 80 Institute und 368 Wissenschaftler aus. Die einzelnen Institute sind im HASYLAB-Jahresbericht aufgezählt. Hinzu kommen noch die Gäste der Außenstelle des Europäischen Labors für Molekularbiologie EMBL, deren drei neue Meßplätze in der HASYLAB-Halle installiert und in Betrieb gegangen sind. Erheblicher Aufwand war nötig für die Betreuung und Einweisung der an den Projekten beteiligten Wissenschaftler, von denen die meisten auch 1982 bei HASYLAB experimentiert haben.

Der nach wie vor vorhandene Personalengpaß erforderte ein großes Maß von Eigeninitiative und Eigenständigkeit bei den einzelnen Experimentatoren.

### *VUV-Konferenz*

Schließlich sei als herausragendes Ereignis des Jahres die Veranstaltung der "International Conference on X-Ray and VUV Synchrotron Radiation Instrumentation" vom 9.–13. August erwähnt, die auf dem DESY-Gelände stattfand. Weit über 200 Wissenschaftler waren von außerhalb gekommen. Arbeitsgruppen aus 17 Ländern waren vertreten mit führenden Wissenschaftlern aller wichtigen Synchrotronstrahlungslabors. Der Austausch neuer Ideen dürfte sich auf die Arbeit der näheren Zukunft sehr fruchtbar auswirken.

Dies betrifft unter anderem die gemeinsam mit der Kardiologischen Abteilung des Universitätskrankenhauses Hamburg-Eppendorf durchgeführten Vorüberlegungen und Voruntersuchungen zur Dichromographie der Herzkranzgefäße mit Synchrotronstrahlung. Die Möglichkeiten und Pläne sind in einem ausführlichen Bericht niedergelegt (W. Dix et al., DESY SR-82-24).

Der Aufbau der ersten Ausbaustufe von HASLAB ist mit der Inbetriebnahme von 23 Meßplätzen Ende 1982 im wesentlichen abgeschlossen. Schon bei der ursprünglichen Planung des Labors war vorgesehen, in einer zweiten Ausbaustufe weitere Strahlrohre im Bereich der Fächer A, B und C auszubauen. Zum einen bietet ein Ausbau die Möglichkeit für weitere langfristige Projekte, die bisher aus Platz- und/oder aus Meßzeitmangel nicht zu verwirklichen waren, Strahlung zur Verfügung zu stellen. Zum anderen war es das Ziel, an DORIS II einen Wiggler zu installieren, um bei dieser wichtigen Weiterentwicklung von Synchrotron-Strahlungsquellen auch im internationalen Vergleich konkurrenzfähig zu bleiben. Für eine Anzahl von Experimenten in der Grundlagenforschung sind die aus den Ablenkmagneten zur Verfügung stehenden Intensitäten und/oder Leuchtdichten nicht ausreichend. Durch den Betrieb eines Wigglers in einem geraden Teilstück des DORIS II-Ringes bietet sich die Möglichkeit, zusätzlich Strahlung zu gewinnen mit wesentlich gesteigerten Intensitäten und Leuchtdichten.

#### *Ausbau des Labors*

Im Laufe des Jahres 1982 wurden diese Überlegungen konkretisiert und ein Gesamtkonzept für den Ausbau erarbeitet. Die Planung schloß auch die technischen Randbedingungen der vom BMFT geförderten Experimentierstationen ein, die im Rahmen des Ausbaus berücksichtigt werden sollten. Parallel dazu wurde das Konzept eines Wigglers mit Permanentmagneten erarbeitet. Ein wichtiger Gesichtspunkt bei dieser Planung war dabei der Wunsch, einen Wiggler an DORIS II möglichst rasch nutzen zu können, ohne langwierige Neubauten oder große Veränderungen an bestehenden Gebäuden durchführen zu müssen.

Das Konzept, dem der Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung im Herbst 1982 zustimmte, sieht einen Wigglerstrahl, der alternativ von zwei Experimenten genutzt werden kann, sowie den Ausbau des Fächers A mit zwei weiteren Strahlen vor. Ein Ausbau der Fächer B und C wird zunächst, nicht zuletzt wegen der Engpässe auf dem Personalsektor, zurückgestellt.

# EMBL - HASYLAB

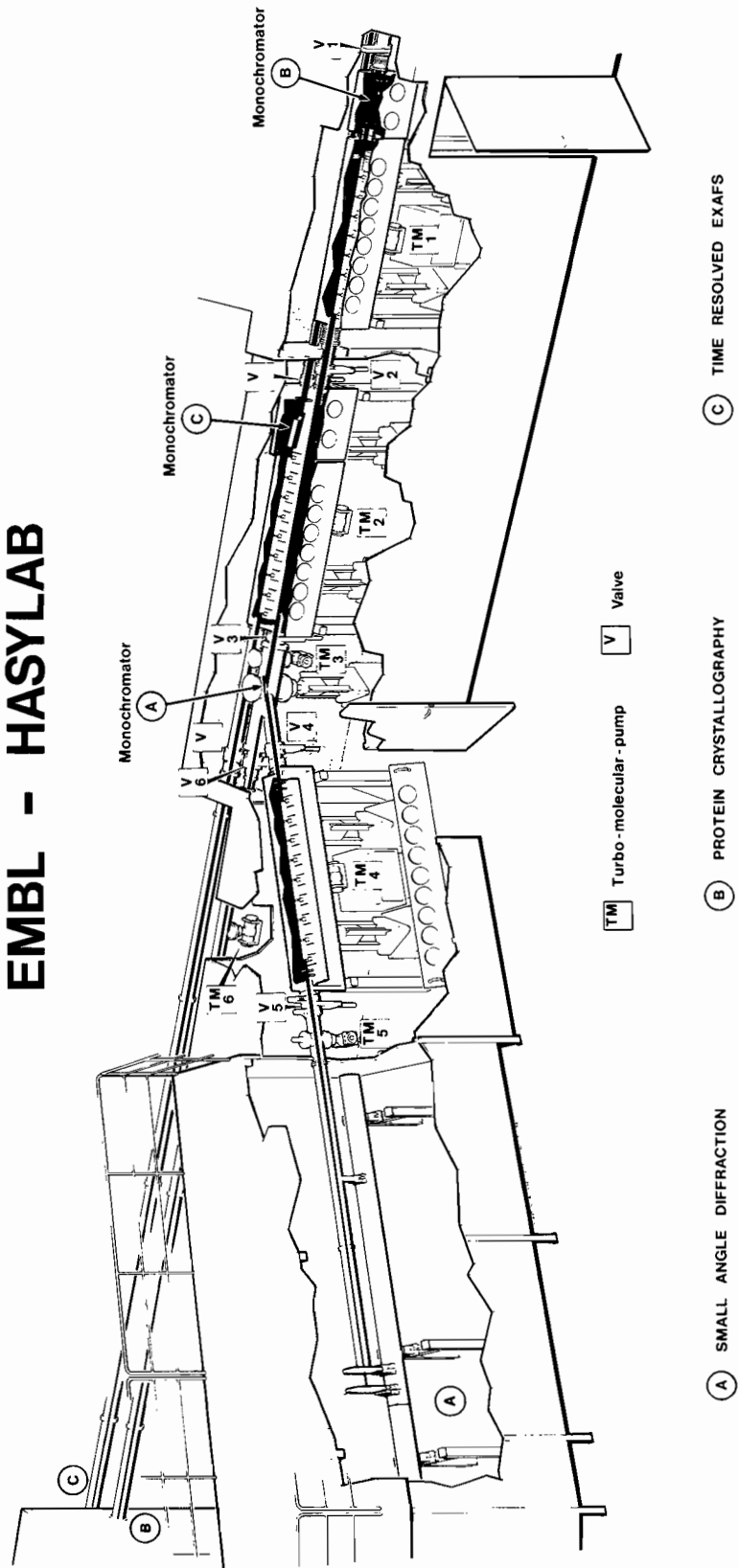


Abb. 10.1: EMBL-Instrumente in der HASYLAB-Halle.

# Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL

## Außenstelle Hamburg

Das Programm der EMBL-Außenstelle umfaßt mehr als sechzig Projekte auf drei Forschungsgebieten: Proteinkristallographie, zeitaufgelöste Röntgenstreuung und EXAFS.

*Überblick*

Während des parasitären Meßbetriebs wird ein Teil dieses Programms in Labor IV am Positronenring durchgeführt. Die Anlagen dort werden auch für Polymerphysik, Mößbauer-Experimente (F. Parak: Universität Münster) und anomale Streuung (H. Stuhmann: Universität Mainz) benutzt.

Im HASYLAB ist die Grundausrüstung der drei EMBL-Instrumente (Fächer D1 und D2) vorhanden (Abb. 10.1). Die Art der Probleme, die auf jedem Instrument untersucht wird, kann anhand einiger ausgewählter Beispiele illustriert werden. Die Optik der Strahlführung für Röntgenkristallographie besteht aus einem "channelcut" Si(111)-Monochromator, auf den die acht Segmente eines zylindrischen, goldbeschichteten Spiegels folgen. Dieser Spiegel erzeugt am Fokus eine 1:1-Abbildung der Quelle. Ein modifiziertes Vierkreisdiffraktometer ermöglicht stationäre und zeitaufgelöste Messungen mit einem einzigen Zähler, mit linearen oder zweidimensionalen Detektoren oder Filmen (Rotationskamera). Anfänglich wurden zum Beispiel in diesem Jahr Filmdaten für HLA (human histocompatibility antigen: ein polymorphes Membranglykoprotein, das als antigenisches Hindernis für die Gewebetransplantation agiert) gewonnen. (Zusammenarbeit mit D. Wiley, P. Björkman und W. Bennet, Harvard Universität (USA)).

*Experimente*

In einer anderen Anwendung wird die Struktur von Phosphorylase b bei niedrigen Temperaturen – zwischen  $-100^{\circ}\text{C}$  und  $-150^{\circ}\text{C}$  – bestimmt, um Information über die Dynamik und Flexibilität verschiedener Teile dieses Moleküls zu erhalten (Zusammenarbeit mit L.N. Johnson et al., Oxford Universität). Die durch Melittin induzierten Veränderungen in DPPC-Membranen als Funktion der Temperatur und der Mellitin-Konzentration wurden als Modell für die Wechselwirkung zwischen Eiweißen und Membranen untersucht (Zusammenarbeit mit P. Laggner, Graz).

Weiterhin wurden auch – wie im entsprechenden Bericht von Pruss et al. beschrieben – zeitaufgelöste Intensitätsmessungen an Laser-induzierten Übergängen in  $\text{Re}(\text{PO}_4)_5$ -Kristallen vorgenommen.

Im Verlauf des Jahres 1982 wurde die Strahlführung D2 aufgebaut. Ein Si(111)-"channelcut"-Monochromator akzeptiert etwa 2 mrad der weißen Synchrotronstrahlung und ermöglicht einen kontinuierlichen Energiescan von 5 bis 30 keV. Für das Jahr 1983 ist der Einbau eines toroidalen Spiegels ("cut-off" 21 keV) vorgesehen. Damit sollen die Voraussetzungen für Fluoreszenz-EXAFS an extrem verdünnten biologischen Proben geschaffen werden. Der Schwerpunkt in diesem Bereich liegt bei Messungen an Molybdän und Zink enthaltenden Enzymen. Außerdem werden auch Messungen an Kupfer enthaltenden Proteinen durchgeführt.

Neben der Forschung an Muskeln liegt ein neuer Akzent bei Messungen an Komponenten des Zellskeletts, d.h. die Netzwerke von Proteinfasern, deren Auf- und Abbau die Form und Bewegung von Zellen beeinflusst. Das am besten untersuchte System ist die Selbstorganisation der Mikrotubuli. Frühere Untersuchungen dieses Prozesses mit verschiedenen physikalisch-chemischen Methoden hatten zu etwa einem halben Dutzend widersprüchlichen Polymerisationsmodellen geführt. Durch Anwendung der zeitaufgelösten Röntgenbeugung konnte gezeigt werden, daß keines der Modelle richtig war. Aufgrund der Kombination dieser Ergebnisse und weiterer elektronenmikroskopischer Daten wurde ein neues Polymerisationsmodell für Mikrotubuli entwickelt. (E.M. Mandelkow, J. Bordas und E. Mandelkow, *Biol. Cell.*, 45 (1982) 425).

Weiterhin wurden auch Daten über mechano-chemische Abläufe in Sehnenfasern ausgewertet (siehe Bericht von Th. Nemetschek).



# Theoretische Physik

Wie im Jahr davor lag der Schwerpunkt der Untersuchungen im Berichtsjahr bei der Quantenchromodynamik (QCD). Das Interesse richtete sich auf Eichtheorien auf einem Raum-Zeit-Gitter, sowohl auf die QCD als auch auf einfachere Theorien, bei denen man gewisse Probleme besser im Griff zu haben glaubt als bei der QCD selber. Die Arbeiten teilen sich in zwei Hauptgebiete: Theoretische (über die Gittereichtheorien selber) und numerische, mit denen man Vorhersagen für die experimentelle Nachprüfung macht. Die numerischen Rechnungen sind sehr aufwendig – Computer-Rechenzeiten von 100–300 Stunden sind keine Ausnahme. Gegenwärtige Computer ermöglichen erst einen Anfang auf diesem Gebiet, da Rechengeschwindigkeit und Speicher nur für kleine Raum-Zeit-Gitter ausreichen (ca.  $6 \times 6 \times 6 \times 6$  für 3-Farben-QCD).

*Überblick*

Vorab zu nennen sind Arbeiten über das Massenspektrum in einer reinen QCD ohne Quarks ("glueball"-Massen) (DESY 82-024, -041, -053, -079, -087). Man bekommt Vorhersagen über diese neuartigen Teilchen. Phasenübergänge in reinen Eichtheorien wurden ebenfalls diskutiert (DESY 82-028). Zu der Frage, wie Quarks in den Gittereichtheorien zu behandeln sind, wurden sowohl numerische (DESY 82-040, -081) als auch theoretische Arbeiten (DESY 82-031, -082, -088) erstellt, bei denen die Dirac-Kähler-Methode eine große Rolle spielt. Außerdem wurden zahlreiche theoretische Abhandlungen über die Gittermethode (DESY 82-048, -057, -067) geschrieben; insbesondere der Vorschlag einer systematischen Verbesserungsmethode sieht vielversprechend aus (DESY 82-044).

*Eichtheorien*

Die nicht-störungstheoretische QCD wurde auch außerhalb der Gittereichmethode behandelt (DESY 82-036, -045); hinzu kamen Untersuchungen von mehr allgemeinen Fragen der Quantenfeldtheorie (DESY 82-001) sowie von supersymmetrischen Theorien auf dem Gitter (DESY 82-085). Die Frage, ob Quarks und Leptonen selber aus kleineren Teilchen zusammengesetzt sind, zog zunehmend Interesse auf sich (DESY 82-012).

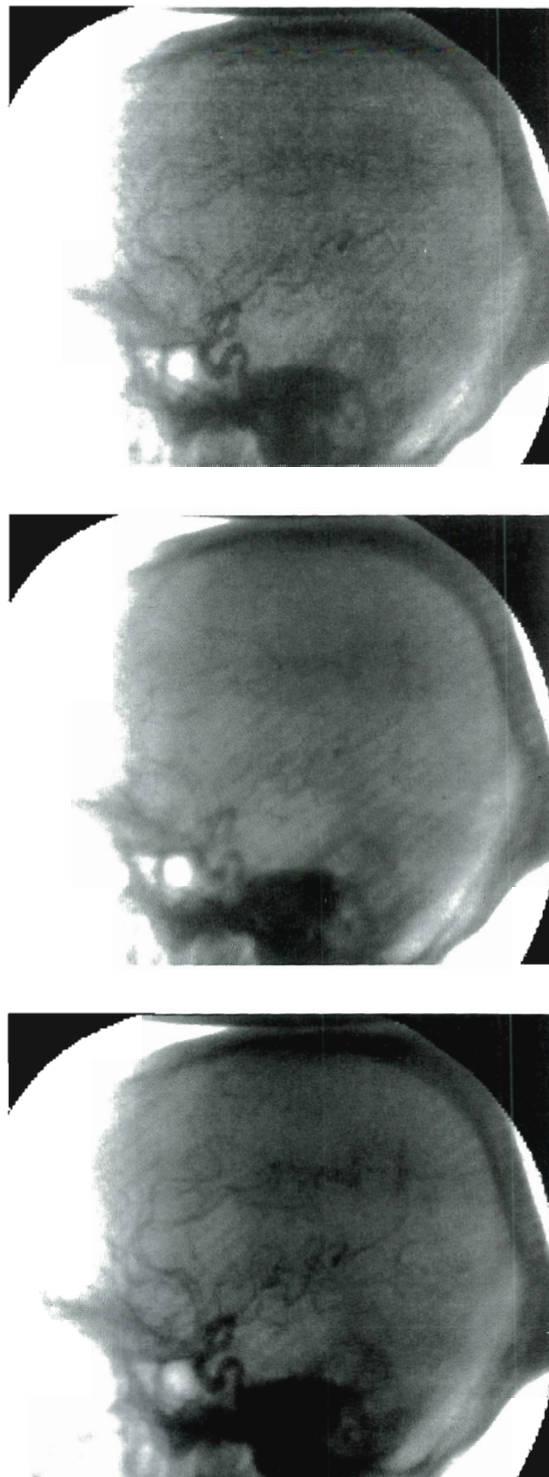
Daneben werden auch Untersuchungen der elektroschwachen Eichtheorien und der vereinigten Eichtheorien weiter verfolgt (DESY 82-042, -049, -054).

Ferner sind phänomenologische Abhandlungen zu erwähnen, welche in direktem Zusammenhang mit experimentellen Fragestellungen an den  $e^+e^-$ -Maschinen DORIS und PETRA stehen. Quarkonium-Zerfälle spielten hier eine große Rolle (DESY 82-006, -034, -059, -089). Bei PETRA-Experimenten waren die Hauptinteressen QCD-Korrekturen höherer Ordnung (DESY 82-025, -029) sowie die "energy-energy correlations" (DESY 82-033). Weitere Untersuchungen betrafen  $c$ -Quark-Fragmentation sowie Gluonenjets (DESY 82-035, -038). Auch wurden phänomenologische Arbeiten über die Resonanzzeugung in Leptonstrahlen (DESY 82-003, -005) sowie den Bereich kleiner  $x$  in der tiefinelastischen Streuung durchgeführt (DESY 82-043).

*Phänomenologie*

Das Programm der Theoriegruppe wurde in enger Zusammenarbeit mit dem II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg sowie mit vielen zeitweilig bei DESY oder an der Universität Hamburg anwesenden Gastwissenschaftlern durchgeführt (Abb. 11.1).





**Abb. 12.1: Datenkompression in der Angiographie.**  
a) Originalbild eines Schädels aus einer Serie von ursprünglich 90 Bildern.  
b) Rekonstruktion aus einer auf 3 Bilder komprimierten Serie.  
c) Rekonstruktion aus einer auf 9 Bilder komprimierten Serie.  
Das Kompressionsverfahren wirkt zusätzlich als rauschunterdrückendes Filter.

# Technische Entwicklungen und Dienste

Fünf DESY-Gruppen haben im Berichtsjahr die Forschungsarbeiten an den Speicherringen direkt unterstützt. Es sind dies:

*Überblick*

1. Speicherringexperimente Service (F51),
2. Detektorentwicklung (F52),
3. Elektronik-Service (F54),
4. Spezielle Zählerelektronik (F56) und
5. Digitale Datenerfassung (F58).

## 1. Speicherringexperimente-Service

Das Berichtsjahr war gekennzeichnet durch die Arbeit für die ARGUS-Kollaboration. Die von dieser Kollaboration gebaute Experimentieranlage wurde im September in Betrieb genommen. Besonders die Hochspannungsversorgung, die Ausleseelektronik, die Temperaturüberwachung (200 Stellen), die Steuerung der Magnetjochbewegung und diverse Sicherheitsmaßnahmen wurden erprobt und erfolgreich für den Dauereinsatz fertiggestellt.

*ARGUS*

Kurzfristig ergaben sich noch einige Aufgaben auf dem Gebiet der systematischen Überwachung der fast 2000 Kanäle der Schauer- und Flugzeitähler und für besondere Computer-auslesbare Strommesser im Nano- und Mikroampere-Bereich.

Für die Kontrolle der Betriebsdaten wurden Geräte entwickelt und in Betrieb genommen, welche Komponentengruppen in Abfragezyklen von etwa einer Sekunde testen und die Ergebnisse in Zwischenspeichern lagern, damit sie von dem Monitorcomputer zur Auswertung abgefragt werden können. Für die meisten der Betriebsdaten wurde aus Sicherheitsgründen ein Computer-unabhängiger zusätzlicher Alarmweg vorgesehen.

Für Gruppen außerhalb der ARGUS-Kollaboration sind folgende Arbeiten geleistet worden:

*Sonstiges*

An dem für HASYLAB entwickelten Gerät zur Stabilisierung der einfallenden Röntgenstrahlen ("Röpivot-Drive") sind weitere Arbeiten ausgeführt worden. Für das Experiment MARK J wurde ein 8-Kanal-Gerät zur Überwachung der Qualität der Detektorgase ausgeliefert. Zur Vorbereitung der Überwachung der für HERA geplanten supraleitenden Magnete wurden Entwürfe angefertigt, die das verzögerungslose Detektieren von sich anbahnenden "Quenchen" zum Ziel haben.

## 2. Detektorentwicklung

Im Berichtsjahr wurde der Präzisions-Vertexdetektor für die TASSO-Experimentieranlage fertiggestellt, eingebaut und in Betrieb genommen. Eine Beschreibung der Aufgaben und Eigenschaften dieses Vertexdetektors wird im Bericht der TASSO-Kollaboration gegeben (siehe S. 99ff.).

*TASSO-  
Vertexdetektor*

### 3. Elektronik-Service

Im Rahmen der Gerätewirtschaft betreut die Gruppe die elektronischen Meßgeräte von ihrer Anschaffung über ihre Instandhaltung bis hin zur Ausmusterung.

Der Gesamtbestand der zu betreuenden Geräte lag im Berichtsjahr bei 11 000 Stück, wobei ca. 500 neu angeschafft wurden (1981 waren es 750).

Das Reparaturaufkommen lag im Jahr 1982 bei rund 1400 Geräten, davon sind über 90% von den eigenen Technikern repariert worden. Der Reparaturbedarf ist bei neu eingerichteten Experimenten und Anlagen besonders intensiv, wie aus den geführten Statistiken klar ersichtlich ist.

### 4. Spezielle Zählerelektronik

Im Berichtsjahr wurden folgende Arbeiten durchgeführt:

*Verstärkersystem  
für TASSO*

Fortsetzung der Entwicklung des Low Noise, Low Impedance-Verstärkersystems für die TASSO-Rohrkammer. Die geforderten Rauscheigenschaften wurden unterschritten, das Eingangsrauschen beträgt etwa  $10^{-15}$  Coulomb. Das Layout für die Platine wurde entworfen und gefertigt, so daß Ende 1982 die Platinen für die geforderten 600 Kanäle bestückt und getestet werden konnten. Die Hauptverstärker wurden ebenfalls 1982 entwickelt, die Eigenschaften der Filter zur Verbesserung der Signal- zu Rauscheigenschaften berechnet und getestet.

*Trigger für CELLO*

Für das CELLO-Experiment wurde eine Mastertrigger-Einheit entwickelt, die 16 von Teilen des Detektors kommende Signale als Adressen an einen  $64k \times 1$  – RAM-Speicher anlegt und prüft, ob eine interessante Kombination vorliegt, die im online-Rechner einen Interrupt zur Annahme des Events auslösen soll. Der Trigger wurde so entwickelt, daß die experimentellen Eingangsbedingungen durch CAMAC simuliert werden können. Alle wesentlichen Teile des Triggers können zum Test über CAMAC gelesen werden. Die Triggerentscheidung wird innerhalb von 200 ns nach Speichern der Eingangskombinationen getroffen.

*Trigger für ARGUS*

Der von F56 in Zusammenarbeit mit der ARGUS-Gruppe entwickelte Trigger ging 1982 in Betrieb. Beim Einlauf des Triggers sowie beim Anschluß der entwickelten Patternunits (gestrobt Koinzidenzen) wurde geholfen. Die Tests verliefen erfolgreich.

*Vorverstärker  
für die Datenauslese*

Als eine Neuentwicklung wurden Vorverstärker gebaut, die Signalamplituden von etwa  $10^{-15}$  bis  $10^{-13}$  Coulomb verarbeiten und deren Rauschen nur  $(1-2) \cdot 10^{-16}$  Coulomb beträgt. Ihre Abmessungen sind  $4 \times 2$  cm pro Kanal, ihr Leistungsverbrauch beträgt etwa 100 mW. Sie treiben ein  $120 \Omega$ -twisted-pair-Kabel zum Hauptverstärker. Dieser enthält ein Signalfilter, dessen Ausgang einen Pseudo-Gaußpuls von etwa 500 ns Fußbreite liefert. Dieses

Signal wird über einen 7-bit-Flash-ADC digitalisiert und in einen Speicher geladen. Während einer Gesamtzeit von ca. 16  $\mu$ s wird die ADC-Speichergruppe periodisch alle 80 ns geclockt, so daß der 500-ns-Puls in etwa 5 Zeitscheiben (asynchron) zerlegt und die Amplitude gemessen wird. Alle 200 Werte mit bzw. ohne Inhalt werden im Speicher abgelegt. Nach Ende der Driftzeit werden alle Werte ausgelesen. Zur Zeit sind 100 Kanäle produziert. Die Auslese erfolgt über CAMAC. Mögliche Anwendungen ergeben sich für Spurkammern mit großem Driftraum (z.B. TPC).

Um während der Datenauslese eine online-Spurenrekonstruktion zu ermöglichen, wurde ein Softwarefilter entwickelt. Ein Algorithmus zerlegt den z-Bereich in 1024 Zeitscheiben und berechnet innerhalb dieser die Spurpunkte sowie ihre Anschlüsse in die nächste z-Scheibe. Der Aufbau und die Implementierung des Algorithmus soll mit einem MC 68000 Prozessor erfolgen. Zur Zeit läuft das Programm auf der IBM; es wird eine IBM-Verbindung über einen F58-Standardprozessor (9900) benutzt, über die man die auf der IBM erstellten Programme und Daten in den 68000 einladen und bearbeiten kann. Das Programm, das sich z.Zt. im Test befindet, sollte etwa 10-20 ms nach dem Vortriggersignal ein Ergebnis liefern.

Die vom ADC digitalisierten Signalamplituden werden normalerweise softwaremäßig auf den Zeitpunkt und die Höhe des Amplitudenmaximums untersucht. Um auch online diese Werte zu bestimmen, wird z.Zt. ein Hardwarefilter entwickelt, das beide Werte während der Auslese bestimmen kann. Der Vorteil läge in einer beträchtlichen Reduktion der zu übertragenden Datenrate, die bei 20 Spuren schon etwa 26 000 Worte pro Event beträgt, mit Filter nur noch etwa 5200 Worte. Meßergebnisse liegen z.Zt. noch nicht vor.

## 5. Digitale Datenerfassung

### PADAC-Interfacesystem

Im Berichtsjahr wurde das Interfacesystem PADAC in mehrere Richtungen hin weiterentwickelt:

Durch die Erweiterung der Adreßleitungen von 18 auf 24 bit wurde die Voraussetzung dafür geschaffen, große Speicherbereiche direkt adressieren zu können. Dies wurde notwendig im Zusammenhang mit der Entwicklung des Nachfolgetyps für den Microcomputer, der über eingebaute Memory Management Units den direkten Zugriff auf große Speicherbereiche erlaubt. Zusätzlich eingeführte Signale dienen dazu, DMA-Übertragungen zwischen PADAC-Adressen zuzulassen sowie den Aufbau von Microcomputersystemen, die aus mehr als einem Crate bestehen, zu ermöglichen. Sämtliche Buserweiterungen wurden auf solche Weise vorgenommen, daß der Betrieb der bisherigen Moduln nicht beeinträchtigt wird.

*Buserweiterung*

Verschiedene neue Moduln wurden innerhalb des PADAC-Systems entwickelt und erprobt:

*Neue Moduln*

CAMAC – ein einfacher CAMAC Branch Driver ohne eingebaute Intelligenz, der den vollständigen CAMAC-Standard unterstützt. (Eingesetzt bei TASSO)

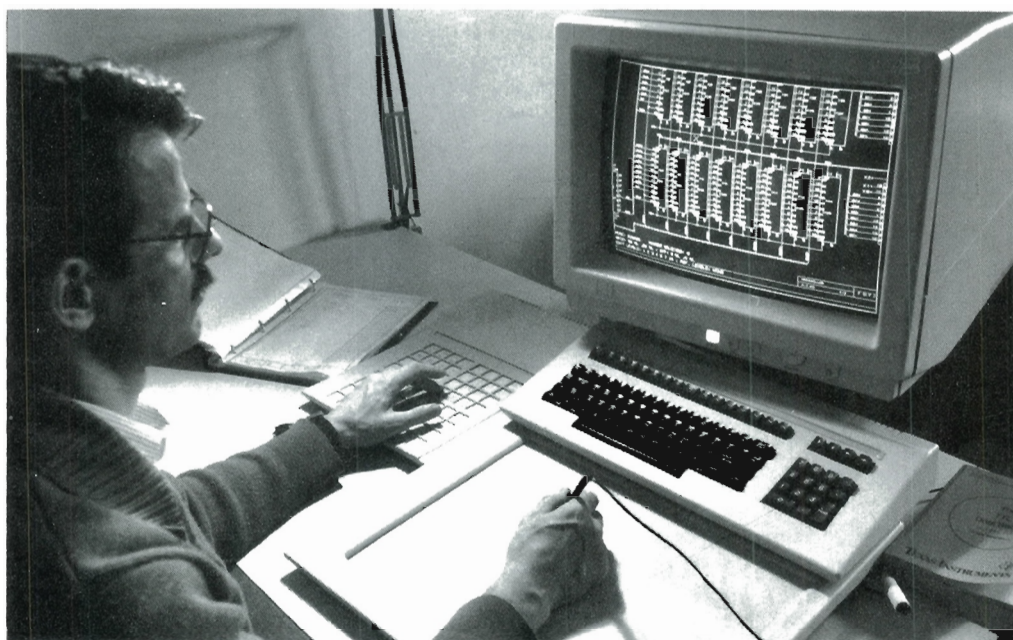


Abb. 12.2: Arbeitsplatz zur interaktiven Entwicklung von Leiterplatten.

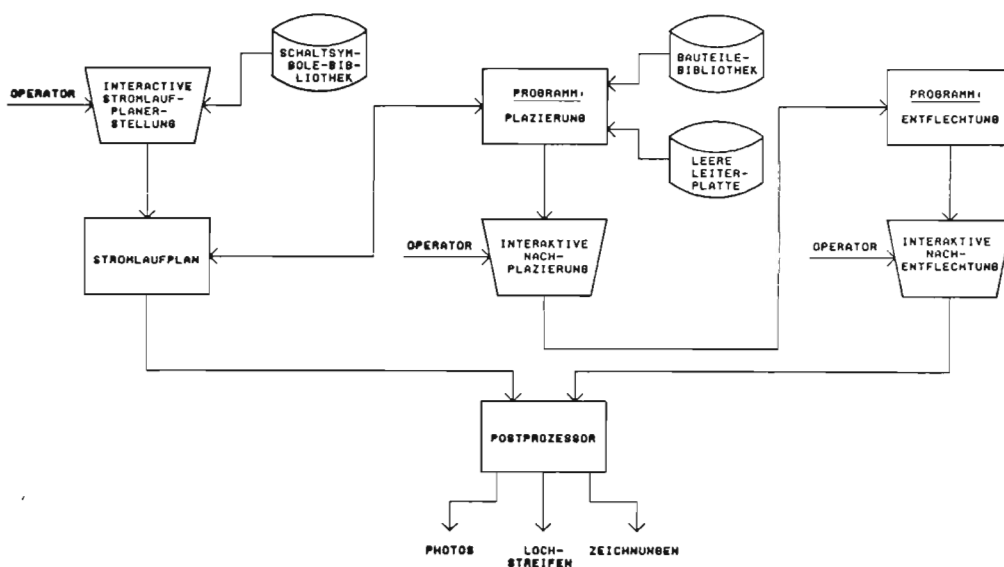


Abb. 12.3: Schematische Darstellung des Ablaufs der Herstellung von Leiterplatten.

- CC-2 – Weiterentwicklung des Crate Controllers CC-1, der die neu eingeführten Bus-Signale berücksichtigt und unterstützt.
- CRAEX – Modul zur Crate-Erweiterung in einem Multirate-Microcomputer-System. (Erprobung)
- VIDSB1 – Semigraphic Buffer für das PADAC-Videosystem mit verdoppelter Speicherkapazität. Er erlaubt die gleichzeitige Speicherung und Wiedergabe von zwei voneinander unabhängigen Bildern. (Eingesetzt bei nahezu allen Installationen)
- VIDFB2 – Fullgraphic Buffer für das PADAC-Videosystem mit vervierfachter Speicherkapazität. Er erlaubt die gleichzeitige Speicherung von vier und Wiedergabe von zwei voneinander unabhängigen Bildern. (Erprobung)
- PRUM1 – programmierbarer Universal-Interfacemodul. Auf der Basis dieses Moduls werden zur Zeit verschiedene Interfaces entwickelt wie z.B. Lochstreifensteuerung, EPROM-Gerät, Floppy-Disk-Controller, Sprachausgabe, etc.

Der auf dem CPU-Chip TMS 9900 basierende Microcomputer wird in mehreren Installationen eingesetzt (Beschleunigerkontrolle, Kontrolle der 370-E bei TASSO, HASYLAB-Infosystem u.a.).

*Microcomputer*

Eine Neuentwicklung, die den wesentlich leistungsfähigeren CPU-Chip TMS 99000 enthält, wurde in Angriff genommen und als Prototyp gebaut. Die wichtigsten Verbesserungen sind:

- sehr starke Erhöhung der Geschwindigkeit (Zykluszeit 160 nsec)
- Erweiterung der Speichergröße durch eingebautes Memory Management
- Floating Point eingebaut (IBM-Format)
- mehrere CPUs in einem Crate möglich

Der Prototyp befindet sich zur Zeit im Test.

Die Hardware des schnellen Packet-Switching-Systems wurde völlig neu überarbeitet. Der Anschluß der einzelnen Benutzer erfolgt nun über ein einziges Coax-Kabel und kann Entfernungen von z.Zt. bis zu 200 m überbrücken. Das erste System im praktischen Einsatz ist bei TASSO installiert; weitere Anwendungen sind bei MKR im Aufbau.

*FPS-System*

Die Entwicklung und der Test des neuen online-Systems, das durch die Einführung der IBM 3381 notwendig wurde (Wegfall der DCF-Einheit), wurden abgeschlossen. Der Anschluß der Experimente-Rechner erfolgt nun über einen Blockmultiplexer-Kanal an der IBM 3381.

*IBM-Verbindungen*

Als weiterer Rechnertyp wurden mehrere VAX-Rechner an das online-System angeschlossen. Die hierfür benötigte Driver-Software für das VAX-Betriebssystem wurde ebenfalls entwickelt.

### Software

Da es sich abzeichnet, daß der Einsatz der PADAC-Microcomputer nach Fertigstellung der TMS 99000-Version stark zunehmen wird (auch im Hinblick auf das HERA-Kontrollsystem), wurde ein Projekt zur Einführung einer höheren Programmiersprache für diesen Rechner gestartet.

Bei der Untersuchung bereits veröffentlichter oder praktisch eingesetzter höherer Programmiersprachen mit besonderem Augenmerk auf Möglichkeiten der Parallelverarbeitung erwies sich das MODULA-2-System als besonders geeignet. Es handelt sich hierbei um eine Modernisierung von PASCAL und wurde wie dieses von N. Wirth an der ETH-Zürich entwickelt. Für DESY besonders interessant ist die von MODULA-2 angebotene Möglichkeit, mit höheren Sprachkonzepten direkt auf die Hardware-Ebene zugreifen zu können, sowie die einfache und effiziente Einbaubarkeit von parallelen Prozessen.

MODULA-2 wird als ein in MODULA selbst geschriebener Multipass-Compiler zur Verfügung gestellt. Der Front-End-Compiler ist weitgehend maschinenunabhängig, während der Back-End-Compiler (Code-Generator) für verschiedene Prozessoren angepaßt bzw. neu geschrieben werden muß.

Die Entwicklung eines Code-Generators für den TMS 9900 (als Cross-Compiler zunächst auf einer PDP-11, später auf der IPM) ist weitgehend abgeschlossen. Der weiterhin benötigte Linker/Loader für MODULA-2-Programme wird z.Zt. implementiert, so daß demnächst ausführliche Probeläufe durchgeführt werden können.

### Leiterplatten- Entwicklungssystem

Das im Vorjahr beschaffte System zur Entwicklung von Leiterplatten (Abb. 12.2) wurde in der zweiten Jahreshälfte in der vorläufig endgültigen Version installiert und in Betrieb genommen.

Grundlage für die Entwicklung einer Leiterplatte ist der Stromlaufplan, der interaktiv am graphischen Farbterminal eingegeben wird. Die Platzierung der benötigten Bauteile auf der spezifizierten Leiterplatte erfolgt unter Verwendung umfangreicher Bauteilebibliotheken teilautomatisch ebenso wie die Entflechtung der Leiterbahnen. Nach der dann – wiederum interaktiv am Bildschirm – erfolgten Fertigstellung der Leiterplatte durch den Entwickler liefert das System die folgenden Produktionsunterlagen (Abb. 12.3):

- als Druckvorlage geeignete Filme der einzelnen Leiterbahnebenen sowie der Lötstopmmaske und des Aufdrucks
- den Lochstreifen für die NC-Bohrmaschine
- Bohrplan und Schaltungsdokumentation

Nach längeren Anlaufschwierigkeiten befindet sich das System nun in der Produktionsphase. Die notwendige Infrastruktur wie die Erzeugung der Bibliotheken wurde geschaffen und wird weiter ausgebaut. Mehrere Einführungskurse in die Benutzung des Systems wurden abgehalten.

## Digitale Bildverarbeitung

Die Hauptaktivität lag auf dem Gebiet der digitalen Bildverarbeitung in der Angiographie. Die Zusammenarbeit mit dem Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf wurde auch im Jahre 1982 erfolgreich fortgesetzt. Die bei DESY entwickelte Funktionsbildtechnik wurde so verfeinert, daß sie auch bei **intravenöser** Kontrastmittelgabe einsetzbar ist. Dieses Vorgehen bedeutet ein wesentlich geringeres Risiko für den Patienten gegenüber der Kontrastmittelinjektion mit einem Katheter. Die Methode wurde insbesondere im Hinblick auf die Quantifizierung der Wandbewegung der linken Herzkammer untersucht.

*Angiographie*

Die entwickelten Verfahren sind im klinischen Betrieb nur anwendbar, wenn die Ergebnisbilder gleich nach der Untersuchung vorliegen. Deshalb wurde von der Arbeitsgruppe ein System (CA-2: Computer-Angiographie 2) konzipiert, das die Algorithmen in Echtzeit ausführen kann.

Da sich die digitale Technik immer weiter verbreitet, wird in Zukunft die Archivierung und Übertragung von medizinischen Bilddaten digital erfolgen. Deshalb wurde mit der Konzipierung einer Bilddatenbank begonnen. Parallel dazu wurden Untersuchungen zur Bilddatenkompression im Hinblick auf eine Verminderung der nötigen Speicher- und Datenübertragungskapazität durchgeführt. Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, daß aufgrund der erheblichen Redundanz angiographischen Bildmaterials Kompressionsfaktoren von mehr als 10 erreicht werden können. Abb. 12.1 zeigt als Beispiel ein Bild aus einer angiographischen Bildserie eines Schädels, das aus verschiedenen stark komprimierten Daten rekonstruiert wurde.





# Bibliothek und Dokumentation

## Bibliothek

Die beiden nachfolgenden Aufstellungen zeigen die zahlenmäßige Entwicklung der Bibliothek im Berichtszeitraum:

	Zugang	Löschungen	Bestand (31.12.82)	<i>Bibliotheksbestand</i>
Monographien	667	159	11 431	
gebundene Zeitschriftenbände	824*	–	12 077	
laufend gehaltene Zeitschriften	10	1	321	
Berichte und Preprints	5 019	2 871**	31 600	

\* Hierin sind 40 Bände für EMBL enthalten.

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

Leserzahl	1600	<i>Bibliotheksbenutzung</i>
Entleihvorgänge	ca. 800/Woche	
Entleihvorgänge im auswärtigen Leihverkehr	370	

Das Projekt "Maschinenlesbare Erfassung des Buchbestandes" der Bibliothek wurde im Jahre 1982 fortgesetzt. Bis zum 31. 12. 1982 konnten ca. 40% des Bestandes erfaßt werden.

*Kataloge*

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. Das Projekt wird jedoch voraussichtlich 1985 abgeschlossen sein.

Die bisherige Buchreihe K, in der bis 1982 Literatur über Kernphysik, Physik der Elementarteilchen, Hochenergiebeschleuniger, klassische Quantenmechanik und Quantenfeldtheorie zu finden war, wurde in drei Reihen geteilt:

- K: Kernphysik
- E: Elementarteilchenphysik, Beschleuniger, Quantenfeldtheorie
- Q: klassische Quantenmechanik

Damit wurde das Auffinden der bei DESY am häufigsten verlangten Literatur wesentlich erleichtert. In diesem Zusammenhang erhielten alle Bücher der Reihen E und Q neue Signaturen; der Katalog wurde vollständig überarbeitet.

Etwa 35 000 Kopien neueingegangener Berichte und Preprints wurden den DESY-Mitarbeitern im Jahre 1982 zur Verfügung gestellt.

## Dokumentation

### Datenbank

13 299 Arbeiten aller Art (Preprints und Reports, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Monographien) aus den Gebieten Elementarteilchen- bzw. Hochenergiephysik, Quantenfeldtheorie und Beschleunigertechnologie wurden im Jahre 1982 dokumentarisch erfaßt, klassifiziert und mit Schlagwörtern versehen. Die so aufbereiteten Daten wurden auf Magnetbänder aufgenommen und fortlaufend kumuliert.

Die Tabelle zeigt die von der Dokumentation im Jahre 1982 erfaßten Schriften:

	experimentell	instrumentell	theoretisch	insgesamt
Reports und Preprints	730	599	3690	5019
andere Veröffentlichungen (Zeitschriften, Konferenzen, Bücher)	1370	1215	5695	8280
gesamt	2100	1814	9385	13 299

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 eventuellen Veröffentlichung erfahrungsgemäß ein halbes Jahr beträgt.

Auch im Jahre 1982 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 fünf Formen dem Benutzer angeboten:

- a) Als vierzehntägig erscheinende Zeitschrift HIGH ENERGY PHYSICS INDEX (HEP) mit jährlich kumuliertem Autoren- und Sachindizes.
- b) Als vierzehntägig herausgegebener SDI-Dienst (= Selective Dissemination of Information): Die 252 (im Vorjahr 238) Teilnehmer (davon 57 Teilnehmer von DESY und der Universität Hamburg und 195 Teilnehmer von anderen deutschen und ausländischen Instituten) mit insgesamt 674 Anfragen erhalten vierzehntägig Maschinenausdrucke über neuerschienene Titel auf ihrem Forschungsgebiet.
- c) Als Retrieval-Ausdruck: Eine Datenbank mit ca. 137000 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 155 Teilnehmer 341 Retrievalanfragen im Stapelbetrieb erstellt.

- d) Als Magnetbanddienst: Im Rahmen des wissenschaftlichen Austausches und der nationalen und internationalen Zusammenarbeit von DESY mit anderen Forschungsstätten wurden 10 Institutionen regelmäßig mit den 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.
- e) Im online-Retrieval: Im Rahmen des im Berichtsjahr an DORIS II aufgebauten Crystal Ball-Experiments wurde in der DESY-Bibliothek ein Bildschirmterminal aufgestellt, das über eine Telefonstandleitung an die Rechenanlage des Stanford Linear Accelerator Center SLAC angeschlossen ist. Mittels des leicht bedienbaren dialogfähigen Retrievalprogramms SPIRES können die Bibliotheksbenutzer seit Mai 1982 in der auch am SLAC-Rechner installierten HEP-Datenbank im online-Betrieb Literaturrecherchen selbst vornehmen.

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. 135 000 Literaturstellen) nicht möglich.

## Übersetzungsdienst

16 Arbeiten größeren Umfangs mit insgesamt 187 Schreibmaschinenseiten wurden aus dem Russischen bzw. Französischen ins Deutsche oder Englische übertragen. Die Übersetzungen weiterer 7 Arbeiten mit zusammen 134 Seiten wurden auf Tonkassetten gesprochen. Ständig werden Titel, Zusammenfassungen, Inhaltsverzeichnisse sowie andere bibliographische Angaben der in russischer Sprache erscheinenden Arbeiten aus den wissenschaftlichen Zeitschriften, Reports, Konferenzen, Büchern ins Englische übersetzt.

## Berichtswesen und Schreibbüro

Es wurden Druckaufträge für 113 DESY-Berichte, 76 Interne Berichte sowie 38 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften bearbeitet.

Zum ständigen Service von Bibliothek und Dokumentation gehören auch die wöchentlichen Bibliotheksmitteilungen, die fortlaufend kumulierte Anti-Preprint-Liste (Liste der zur Veröffentlichung gelangten Preprints), die vierzehntägig kumulierte Fassung des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX sowie der als Anhang der Bibliotheksmitteilungen unregelmäßig erscheinende Tagungskalender. 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, Bolgna, Bonn, das Zentrum für Theoretische Physik in Marseille und das MPI für Physik in München geliefert.



---

# Bereich Maschine

## Inhalt

	Seite
Übersicht	151
Speicherring PETRA	152
Speicherring DORIS	158
Synchrotron DESY	166
Arbeiten der Gruppen des Bereichs Maschine	170
Strahlenschutz	175
Neue Beschleunigungsverfahren: Supraleitende Hohlraumresonatoren und das "Wake Field"-Prinzip	176
Speicherring HERA	182



## Übersicht

Der Speicherring PETRA wurde bis August 1982 noch innerhalb des seinem ursprünglichen Ausbau entsprechenden Energiebereichs für Hochenergiephysikexperimente betrieben. Dann wurde die erste Stufe des Energieerhöhungsprogramms – Verdoppelung der Senderleistung bei zunächst gleichbleibender Zahl von Beschleunigungsstrecken – in Betrieb genommen. Bis Jahresende konnten danach noch pro Experiment  $3000 \text{ nb}^{-1}$  im bislang für Luminositätsbetrieb nicht zugänglichen Energiebereich von  $2 \times 18.3$  bis  $2 \times 19.7$  GeV erzeugt werden.

*PETRA*

Der Speicherring DORIS war in der Version DORIS I im November 1981 abgeschaltet worden. Nach nur 6 Monaten Montagezeit, während welcher u.a. der gesamte Tunnel leereräumt, alle Magnete umgebaut und das Vakuumsystem komplett erneuert wurden, konnte am 8. Mai 1982 die Version II erfolgreich in Betrieb gesetzt werden. Alle Zielsetzungen für diese Version wurden erfüllt:

*DORIS*

- höhere Strahlenergie
- niedrigerer Primärenergiebedarf
- höhere Luminosität durch "Mini- $\beta$ -Fokussierung"

Für das Synchrotron DESY mit seinen Vorbeschleunigern Linac I, Linac II und dem  $e^+$ -Akkumulatorring PIA bestanden 1982 die gleichen Aufgaben wie in den Vorjahren: Lieferung von Elektronen- und Positroneneinzelbunchen für DORIS II und PETRA, für DORIS II bei der jeweiligen Arbeitsenergie, für PETRA bei der Injektionsenergie von 7 GeV. Parallel dazu wurden weiterhin drei  $\gamma$ -Teststrahlen zum Prüfen experimenteller Apparaturen zur Verfügung gestellt.

*Injektions-  
beschleuniger*

Bei  $e^+e^-$ -Speicherringen ist der Weg zu immer höherer Strahlenergie erschwert wegen der bei gegebenem Radius mit der 4. Potenz der Strahlenergie steigenden Abstrahlungsverluste und dem dadurch bei Einsatz konventioneller Beschleunigungstechniken bedingten Anstieg des Primärenergiebedarfs für die Hochfrequenzsender. Hier kann ein Durchbruch nur durch Einsatz neuer Technologien, wie supraleitender Beschleunigungsstrecken, und/oder durch Ausnutzung neuer Prinzipien erwartet werden. Bei DESY wurden 1982 drei Programme für supraleitende Beschleunigungsstrecken verfolgt und es wurde mit Untersuchungen über ein neuartiges Beschleunigungsprinzip begonnen.

*Neue Beschleuni-  
gungstechniken*





## Speicherring PETRA

Der Speicherring PETRA wurde bis August 1982 bei einer Energie von  $2 \times 17.3$  GeV für Hochenergiephysikexperimente betrieben und lieferte eine integrierte Luminosität von  $50\,000 \text{ nb}^{-1}$  pro Experiment. Im August des Berichtsjahres begann die Installation der ersten Stufe der geplanten Energieerhöhung und bis zum Jahresende konnten noch  $3000 \text{ nb}^{-1}$  pro Experiment im bisher nicht zugänglichen Energiebereich zwischen  $2 \times 18.3$  bis  $2 \times 19.7$  GeV erzeugt werden.

*Überblick*

Bei Maschinenstudien an PETRA wurden u.a. die Polarisierung gemessen, ein supraleitendes Cavity zur Beschleunigung eingesetzt und verbesserte Einstellungen der Magnetströme erprobt.

Die für Hochenergieexperimente im 1. Halbjahr 1982 gewählte Energie von  $2 \times 17.3$  GeV lag  $2 \times 1$  GeV unterhalb der Maximalenergie, um die speicherbaren Ströme nicht durch einen Mangel an Hochfrequenzleistung zu begrenzen. So konnten Luminositäten von  $1.8 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  bei Strömen von  $4 \times 6 \text{ mA}$  erreicht werden. Einen Überblick über die 1982 akkumulierte Luminosität zeigt Abb. 14.1.

*Betriebsergebnis*

In Abb. 14.2 ist die Aufteilung der Betriebszeit auf Experimente und Maschinenstudien sowie Umfang und Art der Ausfälle dargestellt. Die Änderungen gegenüber 1981 sind geringfügig, bis auf die Ausfälle durch die im August neu eingebauten Hochfrequenzanlagen.

Aus finanziellen Gründen mußte das Programm zur Erhöhung der Strahlenergie von PETRA auf vier Geschäftsjahre gestreckt werden. Daraus ergab sich eine Aufteilung in drei Phasen. In einem ersten Schritt wurde 1982 die Senderleistung verdoppelt. In den bisher freien Hallen Ost und West wurden 4 zusätzliche 500 MHz HF-Doppelsender installiert mit einer maximalen Leistung von  $4 \times 1.4 \text{ MW}$ . In einer 8-wöchigen Betriebspause im August und September wurde die Hälfte der Cavities aus den HF-Abschnitten Nord und Süd entnommen und im Westen und Osten eingebaut. Dadurch wurde die zur Beschleunigung verfügbare Umfangsspannung von 80 MV auf 110 MV erhöht.

*Energieerhöhung*

Dabei wurde die Leistungsgrenze der Cavities erreicht: Im Interesse eines zuverlässigen Dauerbetriebs wurde die Senderleistung deshalb begrenzt, so daß die maximale Strahlenergie bei kleinen Strömen 20.0 GeV betrug.

Im Energiegebiet zwischen  $2 \times 18.7$  bis  $2 \times 19.5$  GeV wurde mit Strömen bis  $4 \times 3 \text{ mA}$  eine maximale Luminosität von  $5 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  erzielt. Einen Überblick über die weiteren Schritte zur Energieerhöhung gibt Tab. 14.1.

## Maschinenstudien an PETRA

Die Aufweitung eines gespeicherten Teilchenstrahls bei Wechselwirkung mit dem gegenläufigen Strahl vermindert die Luminosität (die Zahl der erwünschten Kollisionen). Die Aufweitung hängt ab von Q, der Zahl der Betatronschwingungen pro Umlauf. Zahlreiche Versuche wurden unternommen, die Aufweitung durch andere Wahl des Q-Wertes zu verkleinern. Letztlich erwies sich bei hohen Energien ein horizontaler Q-Wert von  $Q_x = 25.1$  (früher 25.2) und vertikal ein solcher von  $Q_z = 23.35$  (früher 23.3) als günstig. Weder die Wahl einer anderen ganzen Zahl – z.B. 29 statt 25 oder 19 statt 23 – brachte einen besseren Erfolg, noch die Wahl eines Arbeitspunktes in der Umgebung von 23.7.

*Strahloptik*

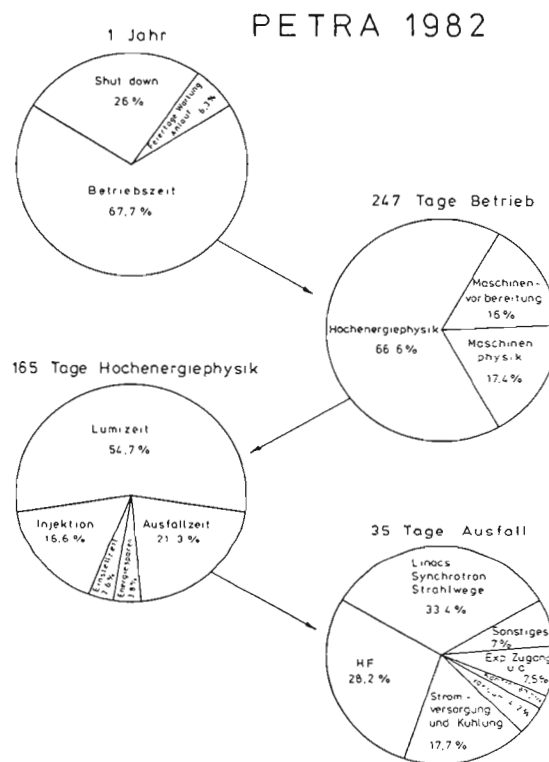


Abb. 14.2: Betriebszeit und Ausfälle bei PETRA im Jahr 1982.

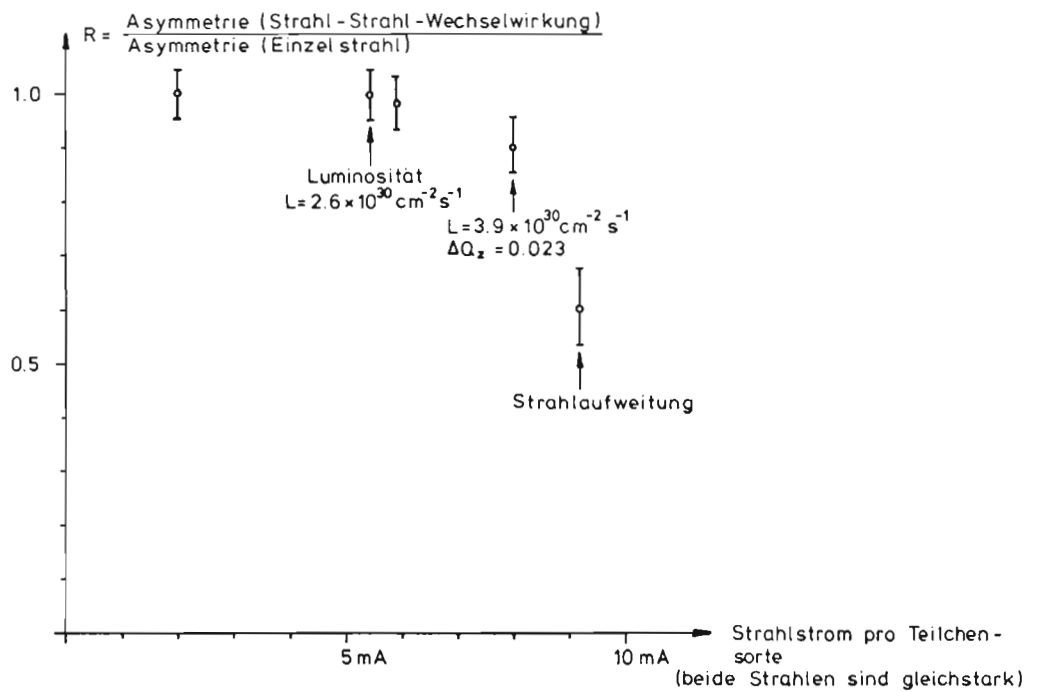


Abb. 14.3: Polarisation bei Strahl-Strahl-Wechselwirkung.

Tab. 14.1: Energieerhöhungsprogramm bei PETRA:

	500 MHz						1 GHz			
	Zahl der Sender	mittl. Leistung pro Sender MW	Zahl der Cavities		Max. Umfangs- spannung MV	Max. Energie bei kleinem Strom GeV	Leistung kW	Zahl der Cavities		Max. Umf. Spg. MV
			5-zellig	7-zellig				7-zellig	6-zellig	
Zustand am 1.1.82	4	1.1	60	-	80	18.6	200	8	-	5.0
Zustand am 31.12.82	8	1.0 <sup>*)</sup>	56	4	110	20.1	400	8	-	7.0
geplant für März 83	8	1.0 <sup>*)</sup>	60	32	145	21.6	600	8	16	13.5
geplant für August 83	8	1.1	56	56	170	22.5	600	8	16	13.5

\*) reduziert wegen Überlastung einzelner Cavities

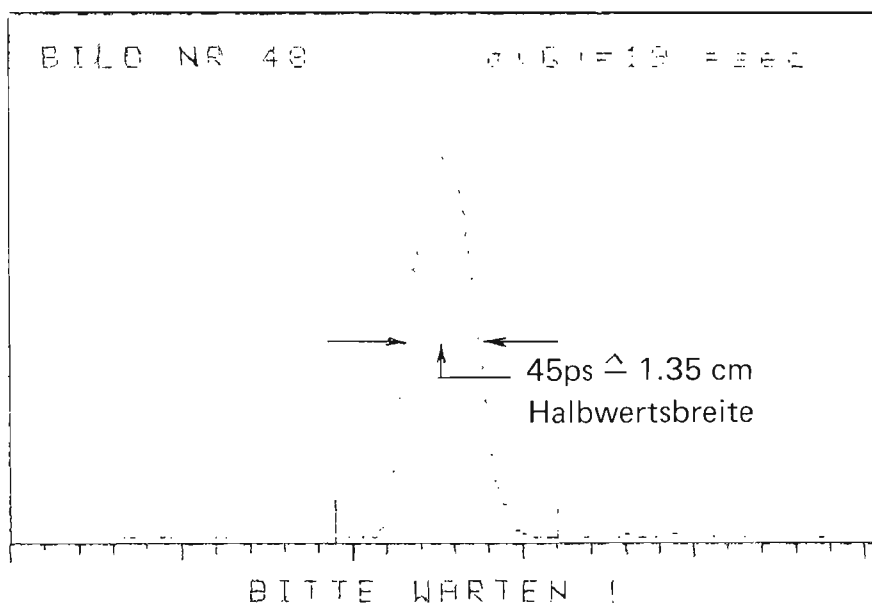
Auf die räumliche Symmetrie der Fokussierung können die asymmetrisch angeordneten Experimente-Magnete einen ungünstigen Einfluß nehmen. Durch 8 zusätzliche "Huckepack-Netzgeräte", die es gestatten, den Strom in einzelnen Wechselwirkungszone-Quadrupolen zu ändern, gelang eine Messung der Asymmetrie<sup>\*)</sup>: Maximal 40% Unterschied zwischen den Amplitudenfunktionen an verschiedenen Wechselwirkungspunkten wurde gefunden. Dadurch konnte die Strahlhöhe und die Luminosität von Experiment zu Experiment um 20% differieren. Mit zusätzlichen Dauerströmen aus den Huckepackgeräten konnte die Asymmetrie in den Experimentierzonen beseitigt werden<sup>\*)</sup>. Durch die bessere Symmetrie stieg die mittlere Luminosität um etwa 15%.

Zu erhöhter Luminosität führte auch eine ständige, sehr sorgfältige Orbitkorrektur. Dabei wurde die mittlere Abweichung vom Sollorbit horizontal und vertikal auf Werten bis 0.5 mm gehalten. Die dabei erreichte spezifische Luminosität  $L_S = 2L/(I^+ I^-)$  betrug

$$L_S = 4 \times 10^{29} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1} \text{ mA}^{-2},$$

wobei  $I^+$ ,  $I^-$  der Gesamtstrom pro Richtung ist.

<sup>\*)</sup> A. Wrulich: Measurement and Compensation of Optical Asymmetry in PETRA. DESY M-82-19



**Abb. 14.4: Bunchlängenmessung mittels Streackkamera während einmaligem Bunchdurchgang.**

Bei hoher Energie und guter Orbitkorrektur ist mit den benutzten Strömen von  $4 \times 5$  mA die Aufweitung der Strahlen durch die Kollision mit dem gegenläufigen Strahl gering. Das gilt für den optisch beobachtbaren Kern des Strahls, dessen Größe die Luminosität bestimmt. Die Lebensdauer der Strahlen und der Untergrund werden jedoch von Teilchen beherrscht, die sich weit außerhalb des Kerns in den Randzonen der Dichteverteilung aufhalten. Diese Dichteverteilung in den Randzonen wurde aus dem Einfluß einer beweglichen Blende auf die Lebensdauer geschlossen<sup>\*2)</sup>. Die Aufweitung der Randzonen bei Kollision ist sehr viel stärker als die Aufweitung des Kerns und erklärt die besonders in der Nähe der Experimente notwendige große Apertur für kollidierende Strahlen.

Die Möglichkeit einer weiteren Steigerung der Luminosität durch noch stärkere Fokussierung der Strahlen an den Wechselwirkungspunkten wurde weiter untersucht und mündete in einen technischen Vorschlag, der "Microbeta-Studie"<sup>\*3)</sup>. Durch Einbau supraleitender Quadrupole in die Detektoren sollte danach der Strahlquerschnitt am Kollisionspunkt bei 20 GeV von  $1.2 \times 0.029$  mm<sup>2</sup> auf  $0.8 \times 0.014$  mm<sup>2</sup> verkleinert werden. Wegen des hohen technischen Aufwands wurde mit der Ausführung jedoch noch nicht begonnen.

\*2) D. Degèle, A. Piwinski: Messung der Strahldimensionen bei PETRA während des Luminositätsbetriebes. DESY M/VM-82/10

\*3) Microbeta-Studiengruppe: PETRA Microbeta-Studie. DESY M-82-11

\*4) H. D. Bremer, J. Kewisch, H. C. Lewin, H. Mais, R. Rossmannith, R. Schmidt: Optimizing the degree of polarization in PETRA. DESY 82-026

\*5) H. D. Bremer, J. Kewisch, H. C. Lewin, H. Mais, G. Ripken, R. Rossmannith, R. Schmidt: Beam Polarization at PETRA. DESY M-82-26

\*6) H. Mais, G. Ripken: Resonance Depolarization in Storage Rings by Time Dependent Electric and Magnetic Fields. DESY M-82-17

\*7) R. Neumann, R. Rossmannith: A fast Depolarizer for Large Electron-Positron Storage Rings. Nucl. Instr. Meth. 204 (1982) 29

*Polarisation*

Der in PETRA gespeicherte Elektronenstrahl kann polarisiert sein. Die Stärke der Polarisation hängt empfindlich von Störungen des vertikalen Orbits ab. Ein Verfahren zur Kompensation dieser Störungen wurde entwickelt und erfolgreich angewandt\*<sup>4)</sup>. Danach war der Elektronenstrahl zu 80% polarisiert. (Maximal möglicher Polarisationsgrad: 92.4%). Auch die Strahl-Strahl-Wechselwirkung stört die Polarisation. Nach sorgfältiger Kompensation der anderen Störungen wurde ein Polarisationsgrad von 80% noch bei einer Luminosität von  $3.9 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$  erzielt\*<sup>5)</sup> (s. Abb. 14.3). Die Polarisation wird jedoch durch die Solenoid-Magnete der Experimente zerstört. Vorschläge zur Vermeidung dieser Depolarisation wurden theoretisch untersucht\*<sup>6),9)</sup>. Die Polarisation eignet sich zur absoluten Messung der Energie des gespeicherten Strahls: Ein Resonanzdepolarisator zerstört die Polarisation bei einer genau definierten Frequenz\*<sup>6),7)</sup>. Aus dieser Frequenz kann die Teilchenenergie ausgerechnet werden. Bei Messungen an PETRA zeigte sich, daß die bisher benutzte, aus Magnetmessungen errechnete Energie bis auf 0.7% mit der neuen Energieeichung übereinstimmte.

*Bunchverlängerung*

Bei der Injektionsenergie von 7 GeV tritt in PETRA eine Strahlinstabilität auf, wenn die Ströme im Einzelbunch 2 bis 3 mA übersteigen. Die Instabilität kann durch Verlängerung der Bunche bis zu Strömen von 15 mA unterdrückt werden\*<sup>10)</sup>.

Die Injektion wird außerdem durch (stromabhängige) Koppelresonanzen zwischen longitudinalen und transversalen Schwingungen behindert. Synchro-Betatronresonanzen und Instabilitäten werden durch die Hochfrequenzcavities erzeugt und mit wachsender Anzahl der Cavities immer störender.

Beide Effekte können durch einen zusätzlichen Hochfrequenzsender mit einer Frequenz von 1 GHz (= doppelte Beschleunigungsfrequenz) bekämpft werden. Amplitude und Phase dieses Senders müssen dafür so eingestellt werden, daß die longitudinalen Teilchenschwingungen nicht mehr in einem parabelförmigen, sondern in einem kastenartig verformten Potential ablaufen. Dadurch erhalten Teilchen mit unterschiedlicher Amplitude unterschiedliche Synchrotronfrequenz und können nicht mehr gleichzeitig in Resonanz geraten. Außerdem wird der Bunch insgesamt verlängert. Die Phasenstabilität zwischen diesem Sender und den 500-MHz-Sendern muß sehr gut sein: Die Abweichungen dürfen  $1^\circ$  nicht überschreiten, sonst ändert sich die Form des (verlängerten) Bunches, z.B. von trapez- auf dreieckähnlich und die Instabilität setzt wieder ein. Die Phase wird deshalb von einem Meßgerät geregelt, das die Asymmetrie des etwa 200 psec langen Bunches mißt\*<sup>11)</sup>. Der betriebsmäßige Einsatz des 1-GHz-Senders zur Bekämpfung der Synchro-Betatronresonanzen und Instabilitäten ist jetzt in greifbare Nähe gerückt.

Zur Messung der Form kurzer Bunche wurde eine Streackkamera umgebaut, so daß sie von den mit 130 kHz wiederkehrenden Lichtpulsen nur einen einzigen zur Abbildung benutzt. Abb. 14.4 zeigt einen Bunch mit gaußförmiger Intensitätsverteilung und einer Halbwertslänge von 45 psec.

\*8) K. Steffen: Correction of Solenoid Spin Rotation in PETRA Using Vertical Beam Bumps. DESY M-82-25

\*9) D. P. Barber, J. Kewisch, H. Mais, G. Ripken, R. Rossmanith, R. Schmidt: Compensation of the Depolarizing Effects of Solenoids in Elektron-Positron Storage Rings. DESY 82-076

\*10) R. D. Kohaupt: Measurements on the Vertical Blow-up in PETRA. DESY M/VM-82/14

\*11) S. Pätzold, noch unveröffentlicht

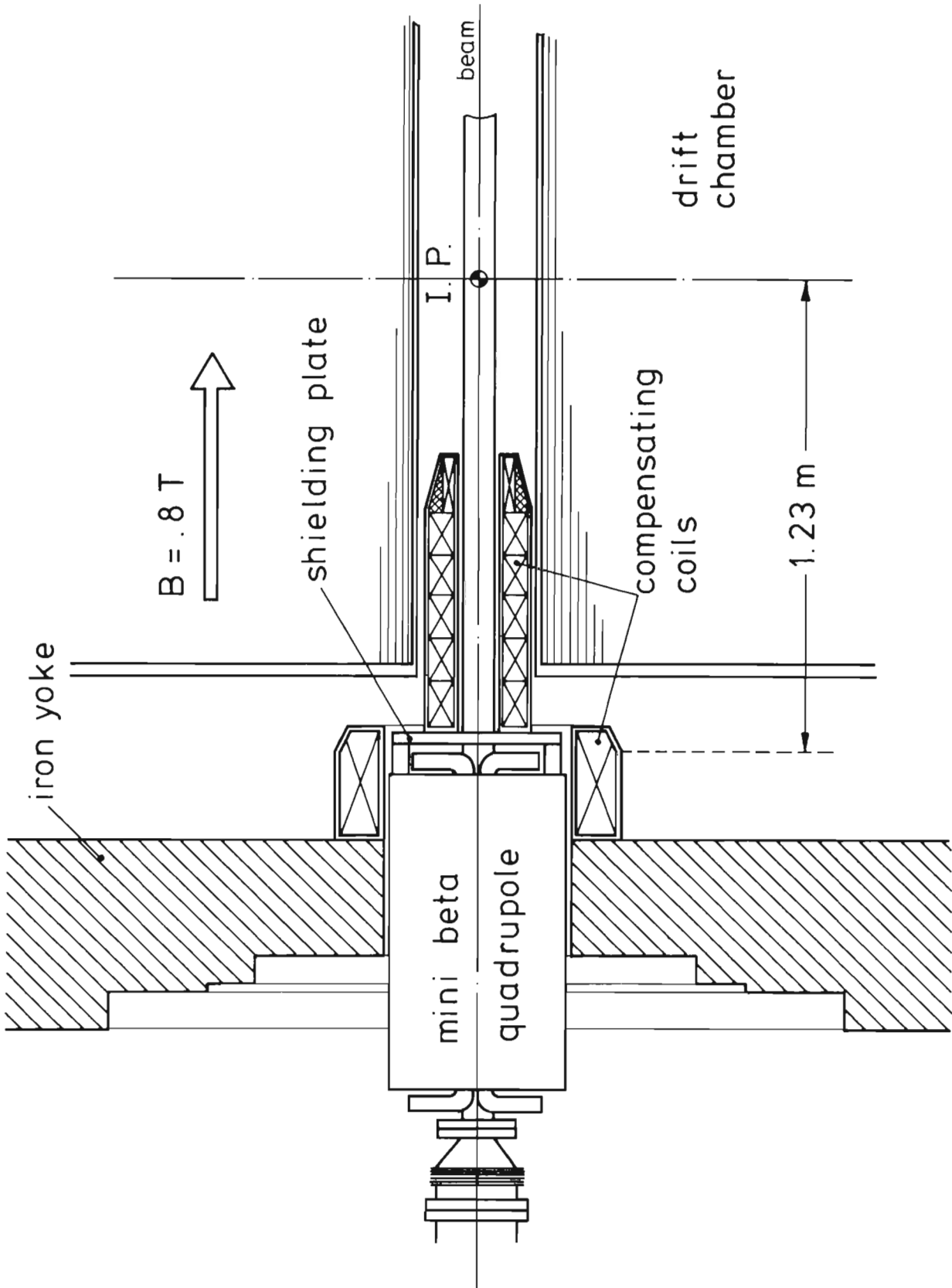


Abb. 15.1: Mini-beta-Quadrupol im ARGUS-Detektor.

## Speicherring DORIS

Der Speicherring DORIS war in der Version I im November 1981 abgeschaltet worden. Am 8. Mai 1982, d.h. nach nur etwa einem halben Jahr Umbauzeit, wurde die Version II erfolgreich in Betrieb gesetzt. Die Zielsetzungen für DORIS II seien hier nochmals zusammengefaßt:

*Übersicht*

- Luminositätserhöhung um mindestens eine Größenordnung durch "Mini- $\beta$ -Fokussierung"
- Erhöhung der maximalen Strahlenergie von 5.1 auf 5.6 GeV
- Reduzierung des Bedarfs an Primärenergie bei gegebener Strahlenergie auf etwa die Hälfte

DORIS II wurde als völlig neue Einzelring-Maschine unter Verwendung von Teilen aus DORIS I konzipiert und so aufgestellt, daß ein Umbau der Strahlenfächer für das Synchrotronlicht in Richtung HASYLAB mit entsprechender Neuaufrstellung der HASYLAB-Experimente vermieden wurde.

In den nachfolgenden Unterabschnitten werden die Inbetriebsetzung und die ersten Erfahrungen mit DORIS II in chronologischer Ordnung beschrieben.

Der DORIS-Tunnel war schon Ende 1981 leergeräumt worden. Die Magnete wurden umgebaut, vermessen und in den ersten Monaten von 1982 wieder im Tunnel aufgestellt und mit den neuen Vakuumkammern versehen. Die zehn für die Maximalenergie von  $E = 5.6$  GeV erforderlichen fünfzelligen Beschleunigungsstrecken wurden über weitgehend neuinstallierte Hohlleitersysteme mit vier vorhandenen Klystronsendern verbunden. Einen erheblichen Arbeitsumfang erforderte das neuentwickelte Injektionssystem. Das betraf sowohl die schnellen gepulsten Injektionsmagnete wie auch die Strahltransportsysteme zwischen Synchrotron und Speicherring. Das Vakuumsystem von DORIS II hat einschließlich der Transportwege eine Gesamtlänge von ca. 400 m. Der weitaus größte Teil aller Kammern wurde nach heutigem technischen Standard komplett neu gebaut, gereinigt, geprüft und in die Maschine installiert.

*Aufbau von  
DORIS II*

Parallel mit dem Aufbau der Magnete und Vakuumkammern im Tunnel erfolgten die Anschlußarbeiten für die Stromversorgungen und Wasserkühlungen. Daneben waren erhebliche Verkabelungsarbeiten erforderlich.

Die Kontrollen der neuen Maschine basieren auf dem bewährten Konzept, das mit dem Bau von PETRA eingeführt wurde. So konnte ein großer Teil schon vorhandener Software übernommen werden, der allerdings für die speziellen Anforderungen modifiziert wurde.

Mit dem Einbau der Kontrolleinrichtungen für DORIS II wurde zugleich der neue gemeinsame Kontrollraum für alle Beschleuniger vervollständigt.

Am 7. Mai 1982 waren Aufbau und technische Einzelerprobungen soweit abgeschlossen wie für die ersten Einschußversuche erforderlich.

Mit den aus den Magnetvermessungen aktualisierten Daten wurden die vorbereiteten Optiken nochmals überarbeitet und insbesondere auch auf kleinstmögliche Emittanz optimiert:

*Maschinen-  
physikalische  
Vorbereitungen*

- eine Luminositätsoptik mit  $\beta_z^* = 8$  cm
- eine Luminositätsoptik mit  $\beta_z^* = 4$  cm
- eine Optik für DORIS II-Betrieb speziell als Synchrotronlichtquelle



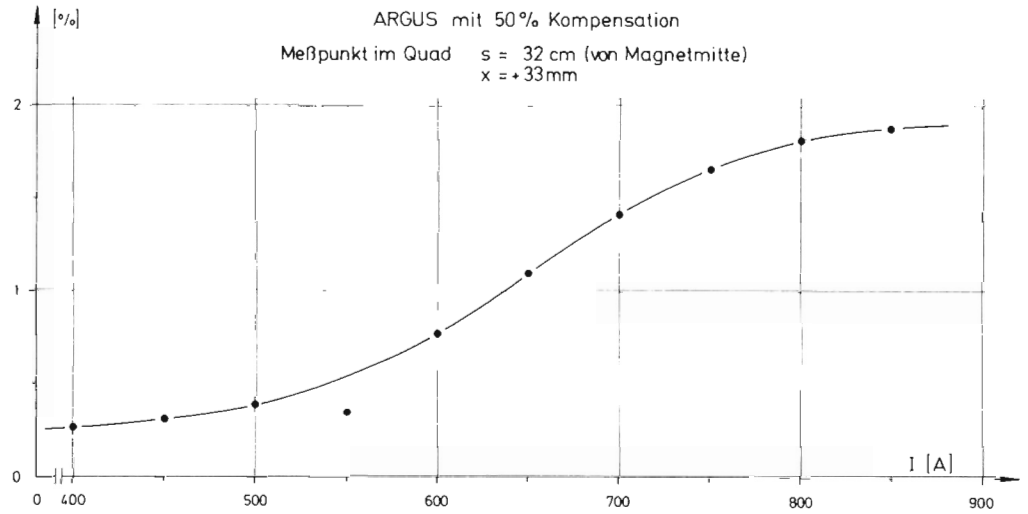


Abb. 15.2: Relative Schwächung des Quadrupolfeldes durch das ARGUS-Feld als Funktion der Erregung des Quadrupols.

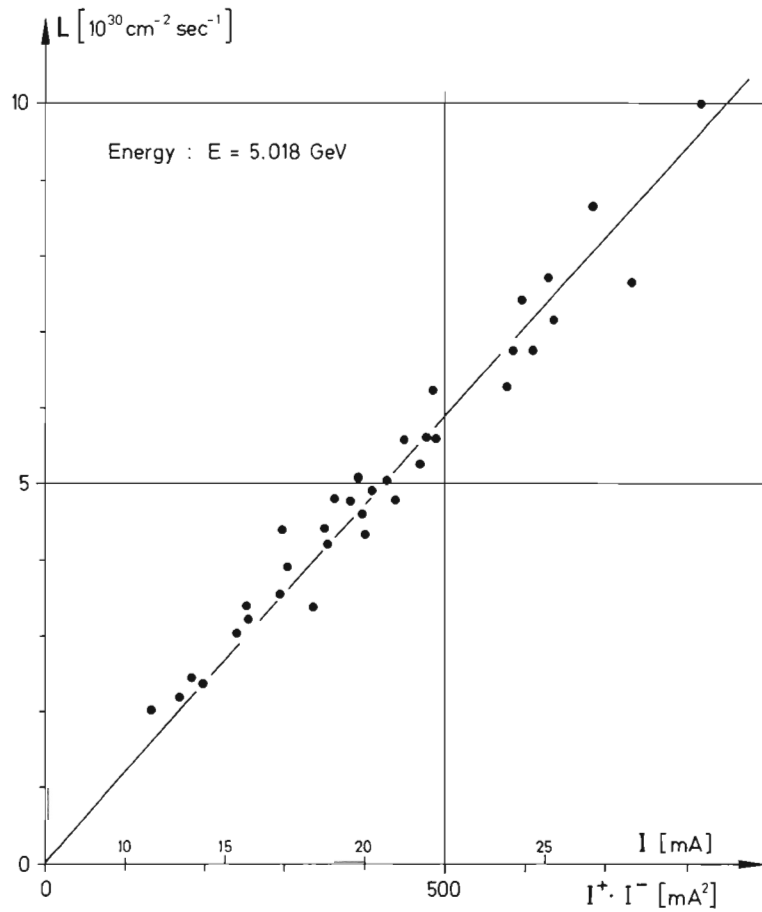


Abb. 15.3: Luminosität von DORIS II gemessen in 1982 mit einer 8-cm-Optik.

Das "Mini- $\beta$ "-Prinzip verlangt nicht nur möglichst starke Quadrupollinsen zur Fokussierung des Strahls auf den Wechselwirkungspunkt, sondern auch ein möglichst weitgehendes Heranrücken dieser Quadrupole an den Wechselwirkungspunkt. Bei DORIS II resultierte daraus die in Abb. 15.1 gezeigte "Durchdringung" der Quadrupole mit dem magnetischen Detektor ARGUS. Dies bedeutete nicht nur ein mechanisches Problem, sondern verlangte auch magnetische Kompensation (vergl. Abb. 15.2). Schließlich waren im Zusammenhang mit den neuen Optiken für DORIS II und den Einschubkanälen einschließlich der Kicker und Septa die Injektionsprozeduren neu festzulegen.

Am 8. Mai 1982 mittags wurde bei 3.1 GeV mit den Injektionsversuchen begonnen. Nach Sicherstellung der richtigen Polarität aller Stromkreise erhielt man sofort einen vollen Umlauf und nach Korrektur mithilfe des neuen Lagemeßsystems eine Vielzahl von Umläufen. Nach insgesamt 5 Stunden und Zuschalten der HF wurde erstmals gespeichert und nach weiteren 2 Stunden auch akkumuliert. Der Einzelbunchstrom von zunächst 3.5 mA konnte bereits am nächsten Tag auf 15 mA gesteigert werden, wobei die Lebensdauer erwartungsgemäß durch das Vakuum begrenzt war.

*Erster gespeicherter Strahl in DORIS II*

Die Überprüfung der sog. "Multibunchoptik" mithilfe des Strahls ergab geringfügige Diskrepanzen zwischen den gemessenen und gerechneten Betatronfrequenzen, die später durch systematische Fehler bei der Magnetvermessung erklärt werden konnten. Die natürliche Chromatizität von  $\xi_x = -11.4$  und  $\xi_z = -7.5$  konnte durch Einstellen der theoretischen Sextupolstärken auf  $\xi_{x,z} = +0.5$  kompensiert werden.

*Erste Erfahrungen aus Maschinenstudien und Betrieb von DORIS II*

Die gemessene Emittanz entsprach mit  $\epsilon_x = 2 \times 10^{-8} \pi$  mrad genau dem gerechneten Wert.

Im Multibunchbetrieb mit 480 Bunchen für die Erzeugung von Synchrotronlicht wurden mit der vorstehend erwähnten Optik bis zu 100 mA umlaufender Elektronenstrom erreicht. Die Grenze ist durch transversale Instabilitäten gegeben.

Für Luminositätsbetrieb wurde 1982 zunächst die weniger kritische Optik mit  $\beta_z^* = 8$  cm (statt 4 cm) benutzt. Auch bei dieser Optik machte sich die schon erwähnte Diskrepanz zwischen gemessenen und gerechneten Q-Werten bemerkbar, während die Chromatizität auch hier den Rechnungen entsprach. Für die Einzelbunchströme gab es bei etwa 10 bis 15 mA durch eine kohärente transversale Instabilität eine Begrenzung, welche durch Einsatz eines Rückkopplungssystems auf über 50 mA geschoben werden konnte. Für  $e^+e^-$ -Betrieb wurden  $2 \times 35$  mA erreicht, erste Luminositätsmessungen bei 4.67 GeV und  $2 \times 20$  mA ergaben eine Luminosität von  $4.4 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$  und eine spezifische Luminosität von  $1.1 \times 10^{28} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1} \text{ mA}^{-2}$ , was einer Kopplung von  $\epsilon_z/\epsilon_x = 2.8\%$  entspricht.

Abb. 15.3 gibt systematische Luminositätsmessungen bei 5.018 GeV wieder, die während des Betriebes für die Experimente im Oktober 1982 gemacht wurden. Bei  $2 \times 30$  mA wurde dabei mit

$$L = 1 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$$

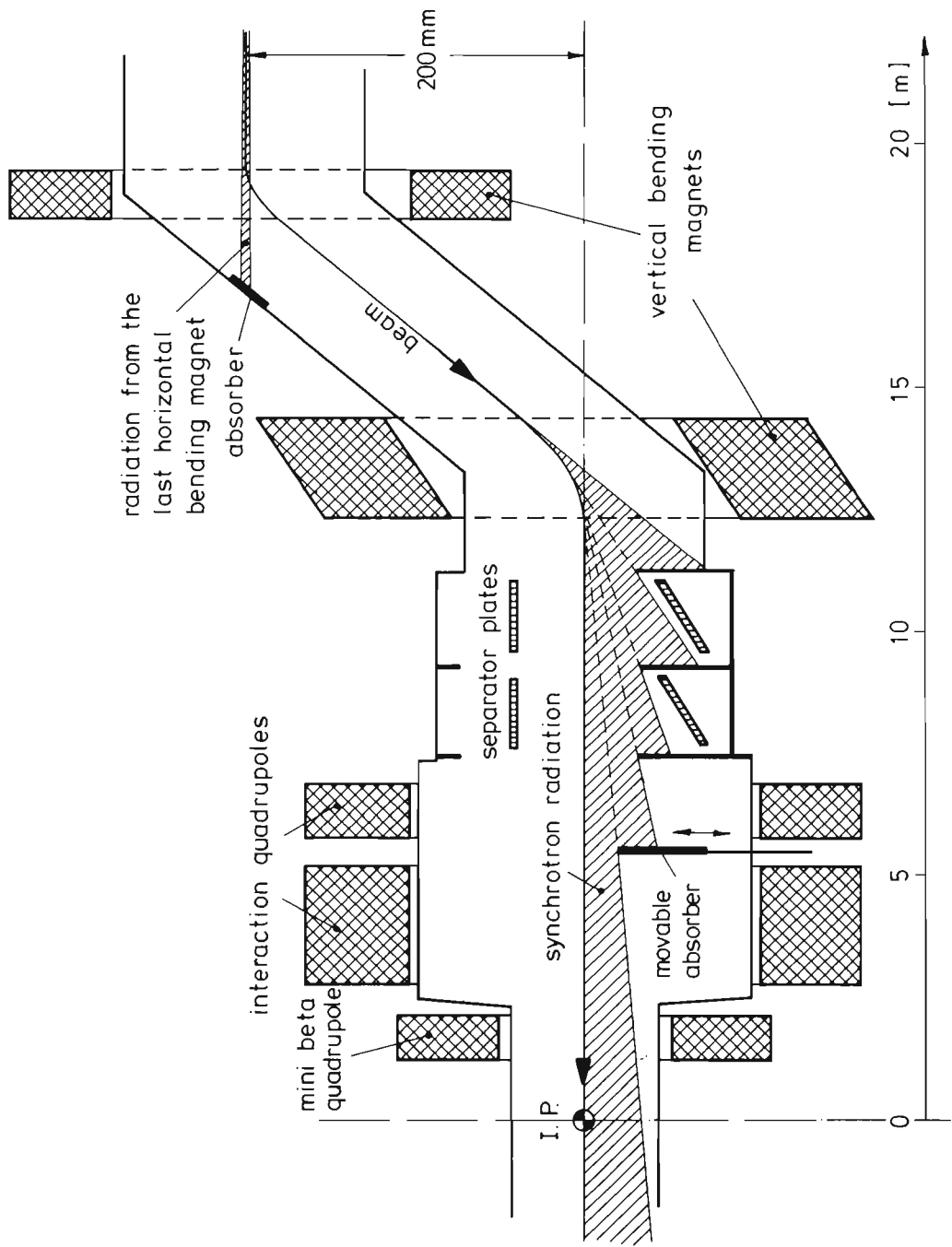


Abb. 15.4: Vertikalablenkung in DORIS II und Synchrotronstrahlungsabsorber.

der für DORIS II angestrebte theoretische Zielwert erreicht, ohne daß Aufweitung und Strahl-Strahl-Wechselwirkung zu beobachten war. Das optisch und in der Instrumentierung neu konzipierte Injektionssystem war ebenfalls ein voller Erfolg. Mit einer Teilchenfluß-Effizienz von mehr als 90% und einer Füllrate von ca. 2 mA/sec konnten  $2 \times 25$  mA in weniger als einer Minute gespeichert werden. Dabei kann ohne elektrostatische Separation mit der Luminositätsoptik unmittelbar in die richtigen "buckets" gefüllt, bzw. nachgefüllt werden, wodurch hohe integrierte Luminosität pro Schicht erreichbar wird (in 1982 mit der 8-cm-Optik bis zu  $300 \text{ nb}^{-1}$  pro Tag).

Der Strahlungsuntergrund in den Detektoren wurde studiert und mit Tracking-Rechnungen verglichen. Durch die üblichen Prozeduren (Arbeitspunkt, Strahlage im Wechselwirkungspunkt, HF-Einstellungen) konnte er reduziert werden.

Dank der in DORIS II vorhandenen Vertikalablenkung kann die harte Synchrotronstrahlung aus den Bögen die Wechselwirkungspunkte nicht erreichen (s. Abb. 15.4), die weiche Strahlung aus den letzten Vertikalablenkungsmagneten kann abgeschirmt werden. Deshalb gibt es bei DORIS II nur Untergrund durch Streuung hochenergetischer Teilchen.

Besondere Aufmerksamkeit mußte wegen der empfindlichen Natriumjodidkristalle des Crystal Ball-Detektors den Strahlverlusten während der Injektion gewidmet werden. Hier konnte bis Jahresende 1982 noch keine voll befriedigende Lösung gefunden werden; auch blieb das Phänomen einer dabei auftretenden  $e^+e^-$ -Asymmetrie noch ungeklärt.

Nach Überwindung anfänglicher Vakuumprobleme, die angesichts der sehr schnell erreichten hohen Strahlströme in den Bereichen der Hochfrequenz-Beschleunigungsstrecken auftraten, arbeiteten alle Komponenten von DORIS II erwartungsgemäß und zuverlässig, abgesehen von in diesem Maße nicht ganz erwarteter Erwärmung einiger Komponenten durch Energie aus strahlverursachten höheren HF-modi (z.B. Vakuumventile und Septummagnete).

Abb. 15.5 bringt eine Übersicht über den DORIS II-Betrieb in 1982. Nach Multibunchbetrieb für HASYLAB im Juni und Einbau des Crystal Ball-Detektors im Juli gab es Betrieb für Hochenergiephysik mit dem Crystal Ball bis zum Einbau des ARGUS-Detektors in die zweite Wechselwirkungszone im September. Während dieser Periode wurde die Y-Resonanz nachgemessen bei einem aus den DORIS II-Magneten bestimmten Energiewert, der nur um 1.5 MeV von dem aus der Spindepolarisation bestimmten Energiewert abwich.

Bis zum Ende des Jahres lief DORIS II dann bei der Y-Energie mit beiden Detektoren, und zwar weiterhin mit der  $\beta_2^* = 8\text{-cm}$ -Optik.

Bedingt durch das Vakuum wurden anfangs Maximalströme von  $2 \times 20$  mA akkumuliert, die im Laufe der Zeit mit besser werdendem Vakuum auf  $2 \times 25$  mA gesteigert wurden.

Entsprechend stiegen die Anfangsluminositäten von  $L \approx 5 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$  auf  $7.5 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ . Von Oktober bis Jahresende wurde so eine integrierte Luminosität von

$$\int_{\text{Oktober}}^{\text{Ende, 1982}} L \, dt = 9.01 \text{ pb}^{-1}$$

*Zusammenfassung  
der Betriebs-  
erfahrungen mit  
DORIS II in 1982*



auf der  $Y'$ -Resonanz pro Wechselwirkungspunkt erzeugt. Die Spitzenwerte pro Tag lagen bei

$$\int_{\text{Tag}} L dt \approx 0.3 \text{ pb}^{-1}$$

Für die letzten eineinhalb Betriebswochen im Berichtsjahr stand DORIS II noch einmal bei 3.5 GeV den Synchrotronstrahlungsbenutzern zur Verfügung. Die insgesamt im Jahr 1982 verfügbaren 4136 Betriebsstunden ( $\hat{=}$  100%) verteilten sich folgendermaßen auf die Benutzer:

Maschinenstudien und technische Tests mit Strahl : 1096 h  $\hat{=}$  26.5%

Luminositätsbetrieb für Crystal Ball (ab Oktober mit ARGUS) : 2040 h  $\hat{=}$  49.3%

Synchrotronstrahlung für HASYLAB : 1000 h  $\hat{=}$  24.2%

Von den 4136 Betriebsstunden konnten 2531.3 h, d.h. 61.2%, genutzt werden, der Rest wurde zur Injektion und Maschineneinstellung benötigt oder ging durch technische Ausfälle verloren. Die Ausfallzeiten verteilten sich folgendermaßen auf die Benutzer:

Maschinenstudien : geplant: 1096.0 h  $\hat{=}$  100%  
genutzt: 622.0 h  $\hat{=}$  56.8%

Experimentebetrieb : geplant: 3040.0 h  $\hat{=}$  100%  
genutzt: 1909.3 h  $\hat{=}$  62.8%

Abschließend sei noch die Aufteilung der insgesamt 1604.7 h Ausfallzeit ( $\hat{=}$  100%) auf die einzelnen Komponenten angegeben:

Injektion und Einstellung : 718.1 h  $\hat{=}$  44.7%  
Kein Strahl vom Synchrotron : 169.6 h  $\hat{=}$  10.6%  
Injektionssystem : 9.2 h  $\hat{=}$  0.6%  
Stromversorgung : 66.0 h  $\hat{=}$  4.1%  
Wasserkühlung : 7.9 h  $\hat{=}$  0.5%  
Sender : 65.8 h  $\hat{=}$  4.1%  
Cavities : 73.8 h  $\hat{=}$  4.6%  
Vakuumsystem : 373.8 h  $\hat{=}$  23.3%  
Rechner : 4.6 h  $\hat{=}$  0.3%  
Interlocksystem : 26.2 h  $\hat{=}$  1.6%  
Sonstiges : 89.7 h  $\hat{=}$  5.6%

DORIS II hat somit nach termingerechtem Umbau im ersten halben Betriebsjahr erfolgreich Betrieb für Experimente gemacht, wobei unter den gegebenen Umständen eine akzeptable Zuverlässigkeit erreicht wurde. Vor allem die auf Anhieb erreichten hohen Luminositätswerte lassen eine spürbare Steigerung in der nächsten Zukunft erwarten.

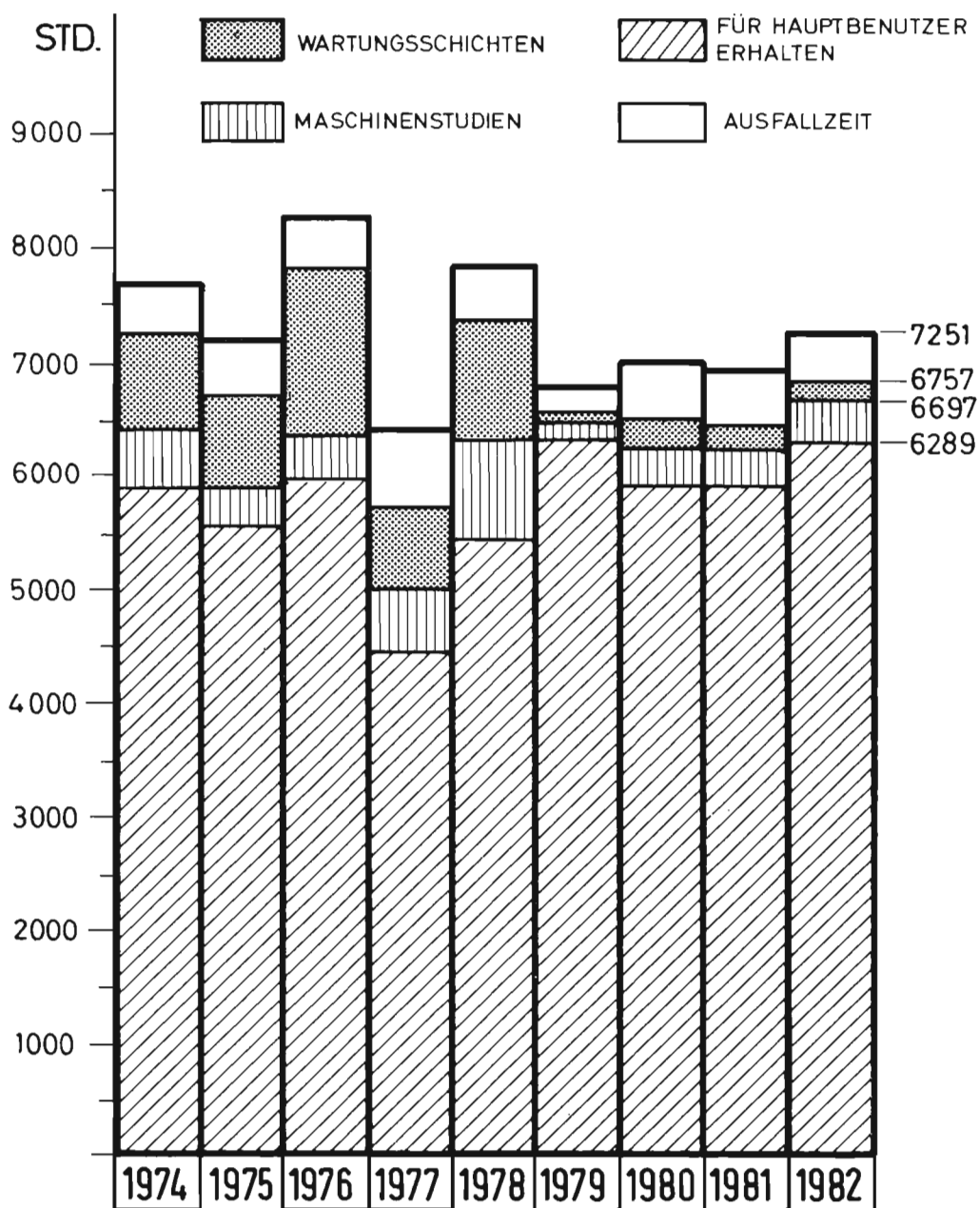


Abb. 16.1: Betriebsergebnis des Synchrotrons in 1982 im Vergleich zu den Vorjahren (Aufteilung der Gesamtbetriebszeit).

## Synchrotron DESY

Die Aufgaben und Ziele für das Synchrotron DESY waren im Jahr 1982 die gleichen wie in den Vorjahren, d.h. Betrieb des Synchrotrons als Beschleuniger für Elektronen- und Positroneneinzelbunche für die Injektion und Akkumulation der gegensinnig in den Speicherringen umlaufenden Teilchenstrahlen. Parallel hierzu und in den Füllpausen zwischen den Speicherringinjektionen wurden drei  $\gamma$ -Teststrahlen zur Verfügung gestellt für das Testen und Eichen von experimentellen Apparaturen.

*Synchrotron  
DESY I*

Mit dem Anschluß der Ejektionselemente an die Rechnersteuerung konnte die Betriebsmannschaft für das Synchrotron die Kontrolle und Steuerung mit Jahresbeginn vom Beschleunigerkontrollraum (BKR) aus vornehmen. Damit ist das gesamte Schichtpersonal in einem gemeinsamen Kontrollraum für alle Beschleunigeranlagen zusammengefaßt und die Effektivität des Gesamtbetriebes konnte dadurch weiter gesteigert werden.

An technischen Neuerungen sind hervorzuheben:

- Die Erhöhung der Ejektions- und Transferenergie der Strahlen für die DORIS-Injektion von 5 auf maximal 6 GeV.
- Die vollständige Prozeßrechnersteuerung der DESY-Ejektion und damit Erleichterung der Energieumstellung. Dadurch ist es möglich, daß jeweils bei der Arbeitsenergie in DORIS injiziert wird und ein Energierampen von DORIS entfällt.
- Der Anschluß der mikroprozessorgesteuerten Strahlvermessung an den DESY-Rechner und die Entwicklung eines Korrekturprogramms ermöglicht es jetzt, den closed orbit horizontal und vertikal automatisch zu korrigieren. Die erreichbaren RMS-Werte nach Korrektur liegen unter 1 mm und 0.5 mm für den horizontalen bzw. vertikalen Orbit.

Die Betriebsstatistik weist 7% Ausfallzeit in 1982 aus und bleibt damit im Rahmen der in den Vorjahren erzielten Resultate. Vergleiche hierzu Abb. 16.1 und die Tabellen 16.1 bis 16.3. Tabelle 16.3 verdient besondere Aufmerksamkeit insofern, als die Einsparung von Primärenergie gezeigt wird, die vor allem aus dem prozeßrechnergestützten "Herunterfahren" der Einschubbeschleuniger während der Luminositätszeit der Speicherringe resultiert.

Überlegungen zur Zukunft des DESY-Synchrotrons führten zur Aufnahme von Projektierungsarbeiten eines völlig neuen zweiten Synchrotrons DESY II, das neben dem alten Synchrotron DESY I im gleichen Ringtunnel aufgebaut werden soll.

*Synchrotron  
DESY II*



**Tab. 16.1: Betriebsstatistik des Synchrotrons, 1964–1982**

	Gesamt- betriebszeit	für Hauptbenutzer geplant	für Hauptbenutzer erhalten	Maschinen- studien	Wartungs- schichten
1964	–	1009 h	767 h	821 h	–
1965	5075 h	3464 h	2592 h	1208 h	400 h
1966	5855 h	4228 h	3460 h	1119 h	508 h
1967	6816 h	4833 h	4367 h	1105 h	878 h
1968	6968 h	5745 h	5137 h	527 h	696 h
1969	7160 h	5845 h	5574 h	552 h	760 h
1970	6456 h	5037 h	4854 h	766 h	653 h
1971	6384 h	5026 h	4431 h	696 h	662 h
1972	6876 h	5574 h	4967 h	571 h	732 h
1973	7792 h	6326 h	5641 h	558 h	908 h
1974	7760 h	6468 h	5906 h	456 h	836 h
1975	7400 h	6272 h	5772 h	336 h	792 h
1976	8303 h	6480 h	5907 h	390 h	1433 h
1977	6432 h	5159 h	4464 h	544 h	729 h
1978	7903 h	5999 h	5488 h	903 h	1001 h
1979	6832 h	6672 h	6377 h	128 h	32 h
1980	7067 h	6478 h	5994 h	292 h	288 h
1981	7000 h	6303 h	5964 h	345 h	352 h
1982	7251 h	6783 h	6289 h	408 h	60 h

**Tab. 16.2: Betriebsstatistik des Synchrotrons in 1982**

Monat	Gesamt-Betriebszeit	für Hauptbenutzer vorgesehen, erhalten		erhalten		Maschinenstudien	Wartungszeiten	Montagezeiten	Nebenbenutzer am Synchrotron
				DORIS (h,%)	PETRA (h,%)				
Januar	504 h	272	228.6		228.6 (84)	232		4.1.–10.1.82	288
Februar	672 h	672	612.0		612.0 (91.1)				672
März	744 h	744	712.2		712.2 (95.7)				744
April	235 h	215	182.4		182.4 (84.8)	8	12	5.4.–22.4.82	235
Mai	664 h	664	635.4	471.5 (95.1)	635.4 (95.7)				664
Juni	720 h	720	641.8	411.2 (85.7)	641.8 (89.1)				720
Juli	744 h	744	684.2	463.3 (90.9)	684.2 (92.0)				744
August	696 h	696	648.6	648.6 (93.2)	187.6 (97.7)			30.8.–31.8.82	696
September	264 h	48	45.7	45.7 (95.2)		168	48	1.9.–19.9.82	96
Oktober	744 h	744	669.8	669.8 (90.0)	625.8 (93.1)				744
November	720 h	720	695.4	686.7 (95.4)	695.4 (96.6)				720
Dezember	544 h	544	532.4	532.4 (97.9)	530.5 (97.5)				544
Summe 1982	7251 h	6783 (93.5%)	6288.5 (92.7%)	3929.2 (93.4%)	5735.9 (93.1%)	408 (5.6%)	60 (0.8%)		6867 (94.7%)

**Tab. 16.3: Energie-Einsparung beim Synchrotronbetrieb (Angaben in MWh)**

Maschine	DESY		Linac II		Transportweg PETRA		Transportweg DORIS	
	Verbrauch	Ersparnis	Verbrauch	Ersparnis	Verbrauch	Ersparnis	Verbrauch	Ersparnis
Januar	731.5	310.1	195.9	106.5	80	54		
Februar	1478.0	605.0	278.2	326.6	123.2	155.0		
März	1673.3	633.0	263.2	405.4	116.6	180.0		
April	597.1	147.0	36.0	180.0	75.1	20.0	1.7	0
Mai	1633.5	449.7	604.8	405.6	177.2	91.1	158.1	258.0
Juni	1568.9	663.0	330.0	318.0	197.8	189.0	39.8	144.0
Juli	1357.0	949.4	314.7	354.8	188.0	211.9	121.9	218.4
August	880.7	137.4	291.0	33.0	101.1	113.2	211.8	34.4
September	86.8	0.0	12.0	0.0	4.5	0.0	9.2	0.0
Oktober	1637.2	204.0	708.0	0.0	266.1	104.6	325.2	128.5
November	1666.2	129.8	648.0	72.0	289.9	122.0	351.9	101.2
Dezember	1314.1	71.5	287.0	265.0	195.9	120.0	124.8	99.3
Summe	14 604.3	4299.9 (22.7%)	3968.8	2457.9 (38.2%)	1815.4	1360.8 (42.8%)	1344.4	983.8 (42.3%)

Die Ersparnis resultiert aus dem prozeßrechnergesteuerten Abschalten bzw. "Herunterfahren" der Komponenten während der Strahlspeicherzeiten von PETRA und DORIS II.

Insgesamt:

Verbrauch 21 732.9 MW h

Ersparnis 9 102.4 MW h

bzw. 29.5%

## Arbeiten der Gruppen des Bereichs Maschine

### *Koordinatoren und Wissenschaftler*

Die Arbeit der Koordinatoren und Wissenschaftler ist weitgehend erfaßt in den Kapiteln "PETRA", "DORIS" und "DESY" dieses Jahresberichtes, zumindest soweit sie sich auf die Ausbauprogramme und die Maschinenphysik erstreckt. Die Untersuchungen über die Spin-Polarisation der in den Speicherringen umlaufenden Elektronen und Positronen fanden dabei über den Rahmen von PETRA und DORIS hinaus ein breites Interesse, ähnliches gilt für die Untersuchungen über supraleitende Cavities und neue Beschleunigerprinzipien.

Natürlich mußten Koordinatoren und Wissenschaftler wie immer so auch in 1982 einen wesentlichen Teil ihrer Arbeitszeit dem laufenden Betrieb der Maschinen für die Experimente der Hochenergiephysik widmen.

### *Arbeiten der technischen Gruppen*

Dies gilt gleichermaßen für die technischen Gruppen, die das Personal für den Schichtbetrieb stellen und alle Reparatur- und Wartungsarbeiten durchzuführen haben. Darüberhinaus aber führen die technischen Gruppen die gemeinsam mit den Koordinatoren geplanten großen Ausbauprojekte an den Maschinen durch wie auch eigenständige Verbesserungen und Neuentwicklungen für die von ihnen betreuten Beschleunigerkomponenten.

Auch die Arbeit der technischen Gruppen stand 1982 naturgemäß vor allem im Zeichen von DORIS II und "PETRA 23", dem Programm zur stufenweisen Erhöhung der Maximalenergie von PETRA. Ein anderer "Meilenstein" war die Inbetriebnahme des "BKR", des gemeinsamen Kontrollraumes für alle Beschleuniger: Linac I/II, PIA, DESY, alle Strahlführungssysteme, DORIS II und PETRA. Das Schichtpersonal – mit Ausnahme der Operateure für die Energieversorgung – arbeitet jetzt in diesem Kontrollraum mit seinen für alle Beschleuniger gleichartig aufgebauten Prozeßrechnersteuerungen.

### *Aufbau von Beschleunigern und Experimenten*

Im Jahr 1982 hat die Tätigkeit der Gruppe "Aufbau von Beschleunigern und Experimenten" in ganz besonderem Maße ihrer vollständigen Bezeichnung entsprochen: DORIS II samt den zugehörigen Strahltransportsystemen DESY/DORIS und die beiden Experimente Crystal Ball und ARGUS wurden aufgebaut, wobei für DORIS II auch noch ein großer Teil der Magnete umgebaut werden mußte. Ferner wurde der Wechsel PLUTO/ CELLO vollzogen und TASSO mit einem neuen Vorwärtsspektrometer versehen.

Der Speicherring PETRA erhielt Hilfe bei der Neuverteilung der HF-Beschleunigungsstrecken auf vier statt bisher zwei lange gerade Stücke und beim zeitweiligen Umbau der Halle West für den Test des Karlsruher supraleitenden Cavities.

Die Vermessung war wie immer bei allen derartigen Vorhaben zwangsläufig beteiligt und half zudem noch bei den HERA-Planungsarbeiten.

### *Vakuum*

Das neue Vakuumsystem für DORIS II mit etwa 800 Komponenten konnte rechtzeitig eingebaut und in Betrieb genommen werden. Bei der sehr schnellen Inbetriebsetzung des Speicherringes mit Strahl gab es einige Probleme durch Brüche von HF-Koppel Fenstern, welche die Vakuumgruppe besonders trafen (chemische Reaktionen an der Innenfläche der Resonatoren und deren Beseitigung auf chemischem Wege). Ferner mußten einige Komponenten wegen unerwarteter hoher Erwärmung durch HOM-Verluste neu konstruiert werden. Für PETRA steuerte die Vakuumgruppe Komponenten für die neuen HF-Strecken (1 GHz und 500 MHz) vor allem in den langen geraden Stücken Ost und West bei. –.Eine Serie von Turbo-Pumpständen war zu überholen und zu modernisieren.

Neben der Aufrechterhaltung des laufenden Betriebs der Stromversorgungs- und Kühlanlagen für die Beschleuniger, Speicherringe und Experimente gab es für die Energieversorgung Schwerpunkte bei folgenden Ausbau- und Neubau-Projekten:

*Energieversorgung*

- Erweiterung der Hochfrequenzanlagen für PETRA:  
Die Stromversorgungs- und zentralen Kühlanlagen für die vier 500-MHz-Sender, die Beschleunigungsstrecken, HF-Absorber und HF-Zirkulatoren wurden im Laufe des Berichtszeitraums montiert und in Betrieb genommen. Der Umfang der Anlagen ist erheblich; so erhöht sich mit ihnen die Anschlußleistung für die Drehstromnetze um 11 MW/13 MVA. Die Stromversorgungsanlagen haben Vorstufen mit antiparallelen Thyristoren für schnelle Spannungsregelung und Schnellabschaltung bei Klystron-Kurzschlüssen. Die Wasserkühlkreise für die Beschleunigungsresonatoren wurden von den anderen Kühlkreisen vollständig getrennt, um bei niedrigen Temperaturen der Cavities die Möglichkeit für den Betrieb der Klystrons mit hoher Wassertemperatur im Hinblick auf spätere Abwärmenutzung zu erreichen.
- Magnetstromkreise:  
Für PETRA wurden wegen der Energieerhöhung für einige Magnetkreise Stromversorgungsgeräte größerer Ausgangsleistung erforderlich. Dafür wurden sieben Thyristor-Gleichrichter älterer Bauart – früher für DESY-Experimente benutzt – umgebaut und modernisiert. Das betraf vor allem die Strom-Istwert-Erfassung, die gesamte Elektronik sowie die Relaissteuerung der Geräte.  
Bei den seinerzeit für PETRA entwickelten 600-Watt-Standard-Korrekturnetzgeräten stellte es sich heraus, daß die Regelgenauigkeit, das Langzeitverhalten und die Störeffektivität für die meisten Anwendungsfälle nicht mehr ausreichen. Es gelang, die Technik dieser mehr als 200 Stromquellen so zu verbessern, daß die Regel- und Langzeit-Konstanz jetzt im Promille-Bereich liegt.  
Mit einem Hochstromgerät für 8 kA, bei dem Seriengeräte mit Diodengleichrichtern durch ein Thyristor-Stellglied, die dazugehörige Elektronik und Elemente für den Quench-Schutz ergänzt wurden, war die Energieversorgungsgruppe an den ersten erfolgreichen Tests für Supraleitungsmagnete beteiligt.
- DORIS II:  
Die Montage und Inbetriebnahme aller Energieversorgungsanlagen für DORIS II wurden plan- und termingemäß durchgeführt und abgeschlossen. Für das Experiment Crystal Ball lag für die Energieversorgung der Schwerpunkt bei der Planung, Installation und Inbetriebnahme einer Lufttrocknungsanlage mit sehr hohen Anforderungen an Trocknungsgrad und Zuverlässigkeit.
- Maßnahmen zur Energie-Einsparung:  
Beim Experiment ARGUS liegen sehr günstige Voraussetzungen zur Nutzung der Verlustwärme der Detektormagnete (bis zu 2.1 MW) vor: hohe Rücklauftemperatur und sehr kurze Entfernung zum nächsten Heizungs-Schwerpunkt. Eine Anlage für direkte Abwärmeverwertung zur Gebäudeheizung, die ohne Wärmepumpe arbeitet, wurde deshalb konzipiert. – Mit verschiedenen möglichen externen Nutzern wurde ferner die Verwertung von Abwärme aus DESY-Anlagen diskutiert.

Die Injektionsgruppe befaßte sich außer mit dem neuen Transfer-System DESY/DORIS II samt Injektionseinrichtungen für DORIS II u.a. mit der Entwicklung und Erprobung eines 3-GHz-Speichercavities. Im Linac II werden alle vorhandenen 14 Beschleunigerabschnitte für die Beschleunigung der Elektronen und Positronen benötigt, Reserve ist nicht vorhanden. Durch Speichercavities kann nach dem bei SLAC erprobten Prinzip die

*Injektion*

Leistung pro Abschnitt erhöht und damit die nötige Reserve geschaffen werden ohne Abstriche an der Strahlenergie, die mit Rücksicht auf die Eigenschaften von PIA nicht tolerabel wären. Nebenbei werden Klystron- und Thyatronbrennstellen und elektrische Energie eingespart.

Ein Speichercavity wurde gebaut, getestet und an Position 14 des Positronenlinacs eingebaut. Mit dieser Einheit, die die aus dem Klystron kommende Hochfrequenzenergie über 2.5  $\mu$ s lang speichert und diese Energie dann innerhalb einer Füllzeit von einer  $\frac{3}{4}$   $\mu$ s abgibt, war es möglich, die Energie, die der Strahl in der Linac-Sektion 14 mitbekommt, von 57 auf 88 MeV zu erhöhen. Die Zahl der betriebenen Abschnitte konnte dadurch reduziert werden: Heute benötigt man nur noch acht, um die Positronen auf die für PIA notwendige Energie von 450 MeV zu beschleunigen.

### *Kontrollen und Instrumentierung*

Beide Gruppen waren vor allem in die Programme DORIS II und "PETRA 23" eingespannt, wobei in Verbindung mit DORIS II auch der gemeinsame Kontrollraum für alle Beschleuniger komplettiert wurde. Dieser gemeinsame Kontrollraum ist, wie schon erwähnt, ein echter "Meilenstein" des Beschleunigerbaues bei DESY. Nicht nur die sehr viel verbesserten, rechnergestützten Bedieneinheiten, sondern vor allem die durch Anwesenheit aller Schichtgänger in einem Raum bewirkte Verbesserung der Kommunikation und Zusammenarbeit schufen eine neue Qualität des Betriebes. Hierbei muß erwähnt werden, daß hinter den Bedienungskonsolen im Kontrollraum auch die dort nicht sichtbaren elektronischen Geräte und Anlagen stehen sowie die entsprechenden Signal- und Steuerkabelnetze.

Als Einzelgeräteentwicklungen sollen erwähnt werden:

- Lebensdauermessung für DORIS II
- Strahlagekorrektursystem für DESY
- über Bunchlängenmessung geregelte Phasenanbindung 1 GHz/500 MHz für PETRA
- simultane aber voneinander unabhängige Lebensdauermessung von maximal vier Bunchen in PETRA
- Messung der longitudinalen Ladungsverteilung eines Bunches in PETRA mittels "streak"-Kamera (Zeitauflösung 11 picosec)
- mikroprozessorgesteuerter HF-Leistungsteststand zum "Aushärten" neuer HF-Beschleunigungsstrecken

## Hochfrequenz

Da der PETRA-Ausbau auf höhere Strahlenergie dominierte, wird auf das Kapitel "PETRA" hingewiesen. Hier nur eine kurze Zusammenfassung des technischen Status:

### *PETRA-500-MHz-System*

Sender: Der Ausbau der PETRA-Sender wurde im Berichtsjahr 1982 abgeschlossen. Die neuen Leistungssender in den PETRA-Hallen West und Ost wurden im September 1982 mit 8 weiteren Klystrons für den PETRA-Betrieb übergeben, damit sind nach der Energieerhöhung insgesamt 16 Hochleistungsklystrons in Betrieb. Bei der Endenergie von 19.5 GeV werden die Sender ab November bis Dezember 1982 mit Rücksicht auf die z.Zt. noch begrenzte Cavityzahl mit einer Gesamt-HF-Leistung von nur 7.0–8.0 MW<sub>cw</sub> für den Maschinenbetrieb eingesetzt. Die Sender selbst können zusammen bis zu etwa 10 MW leisten.

Großklystrons 500 MHz: Im Berichtsjahr wurde die Weiterentwicklung der PETRA-Klystrons gemeinsam mit dem Hersteller erfolgreich durchgeführt. Die neue Klystron-Generation der Type YK 1301 hat im Prüffeld eine mittlere Leistung von 750–820 kW erreicht. Es wurden bereits mehrere Klystrons dieser Type abgenommen und in den PETRA-Hallen Ost und West installiert. Die neuen Klystrons werden mit einer Strahlspannung von 75 kV betrieben, der Wirkungsgrad liegt zwischen 63 und 65%.

Cavities 500 MHz: Mit dem Beginn der Montagezeit im August 1982 wurde mit der Umsetzung der 5-zelligen Cavities aus dem Nord- und Südbereich in den Ost- und Westbereich begonnen. Darüber hinaus wurden 57 neue 7-zellige Cavities bestellt, wovon 32 Stück ausgeliefert wurden. Diese Cavities werden am Testsender DORIS voll aufgerüstet und bis zu einer mittleren Leistung von 150 kW<sub>CW</sub> getestet.

Hohlleiter und Zirkulatoren: Für den Ausbau der Sender Ost und West wurde ein neues Hohlleitersystem mit allen Komponenten wie Richtkoppler, Absorber usw. getestet und eingebaut. Ebenso wurden für die neuen Hochleistungsklystrons für 750 kW neue Hochleistungszirkulatoren für 2 MW zur Entkopplung Sender-Cavity eingebaut.

Sender: Für den DORIS II-Betrieb wurden die Sender zum Teil umgebaut und wieder in Betrieb genommen. Nach dem Einbau eines Hochleistungsklystrons der PETRA-Type YK 1300 in den Sender Q-1-L konnten hier eine Klystronspannung von 52 kV, ein Klystron-Strom von 14 A und eine Ausgangsleistung von 400 kW bei einem Wirkungsgrad von  $\approx 55\%$  erreicht werden. Das Klystron betreibt über einen Zirkulator vier 5-zellige Cavities. Durch diese Maßnahme wird DORIS II bei der maximalen Energie von 5.6 GeV mit nur 4 Sendern betrieben mit entsprechender Einsparung von Betriebskosten.

*DORIS II-  
500-MHz-System*

Cavities: Bei DORIS wurden zehn 5-zellige Cavities eingebaut und mit einem neuen Hohlleitersystem versehen. Dazu gehören Signalaufbereitung, Regelung, Cavity-Kontrolle, Interlock, Rechnersteuerung etc. Nach Durchführung der notwendigen Abgleicharbeiten des HF-Systems konnte die Anlage ohne Probleme in Betrieb genommen werden. Diese Modernisierung hat bei dem bisherigen DORIS II-Betrieb eine erhebliche Verbesserung und Zuverlässigkeit bewirkt.

Das vor allem für die kontrollierte Bunchverlängerung, aber wahlweise auch für zusätzliche "Beschleunigung" vorgesehene System wurde 1982 weiter ausgebaut. Es stehen nunmehr 1 Doppelsender (für später 16 Stück 6-zellige Cavities) und ein Einfachsender (für 8 Stück 7-zellige Cavities) zur Verfügung, Gesamtsenderleistung z.Zt. 600 kW<sub>CW</sub>. Das 1-GHz-Klystronentwicklungsprogramm läuft weiter in Richtung auf 400 kW<sub>CW</sub>-Einheiten. Die Auslieferung der neuen 6-zelligen Cavities begann im Dezember 1982.

*PETRA-  
1-GHz-System*



## Strahlenschutz

Alle Strahlenschutzmessungen des Jahres 1982 zeigen, daß die Personendosen, die Ortsdosen in zugänglichen Bereichen, Aktivitätskonzentrationen in Luft und Wasser sowie staubförmige Kontaminationen in Beschleunigerräumen sicher unterhalb der zulässigen Grenzen lagen. Die Energieerhöhungen der Speicherringe DORIS und PETRA brachten keine besonderen Strahlenschutzprobleme; insbesondere lagen die Ortsdosen in allen Experimentierhallen unter 500 mrem/a, wie die beiden unabhängigen Meßsysteme (Ionisationskammern und Neutronendetektoren sowie Festkörperdosimeter) und die arbeitstäglichen Kontrollgänge ergaben.

*Strahlenschutz-  
überwachung*

Die von uns verwendeten Systeme der Festkörperdosimetrie (Messung der Thermolumineszenz von LiF und Messung der Radio-Photolumineszenz von Silberphosphatgläsern) haben sich in der Vergangenheit bei zahlreichen praktischen Meßaufgaben sehr bewährt. Zu nennen sind die Überwachung der Ortsdosen, Messung hoher Dosen durch Synchrotronstrahlung, Studium von Untergrundproblemen in Experimentiergebieten; es wurden daher beide Systeme weiter verbessert.

*Festkörper-  
dosimetrie*

Die Gläser werden vor allem für die Dosimetrie hoher Dosen benötigt. Man kann zeigen, daß die Gläser ebenfalls Thermolumineszenz zeigen, und ist durch Kombination beider Effekte dann in der Lage, mit einem Glasdosimeter Dosen über nahezu 10 Zehnerpotenzen ( $10^0$  bis  $3 \times 10^9$  rad) zu messen. Benötigt wird oberhalb von  $10^5$  rad eine zuverlässige Eichkurve, die wir durch eine starke  $^{137}\text{Cs}$ -Quelle und durch Bestrahlungen am Positronenkonverter des Linac II erhalten.

Die Auswertegeräte für die LiF-Dosimeter wurden ebenfalls verbessert, um statistische und systematische Fehler zu verringern und besseren Bedienungskomfort zu erreichen.

Aus dem Vorjahre weiter fortgeführt wurden Rechnungen über die Dosen durch Synchrotronstrahlung in den Maschinenkomponenten des Speicherrings PETRA. Es war gezeigt worden, daß sich bei 17 GeV zwischen den Ergebnissen dieser Monte-Carlo-Rechnungen und Messungen befriedigende Übereinstimmung ergibt. Die Rechnungen wurden ausgedehnt auf Energien bis 22 GeV, die in naher Zukunft erreicht werden; ebenfalls diskutiert wurde die Belastung der Komponenten durch Synchrotronstrahlung bei 30 GeV.

*Synchrotron-  
strahlungsprobleme*



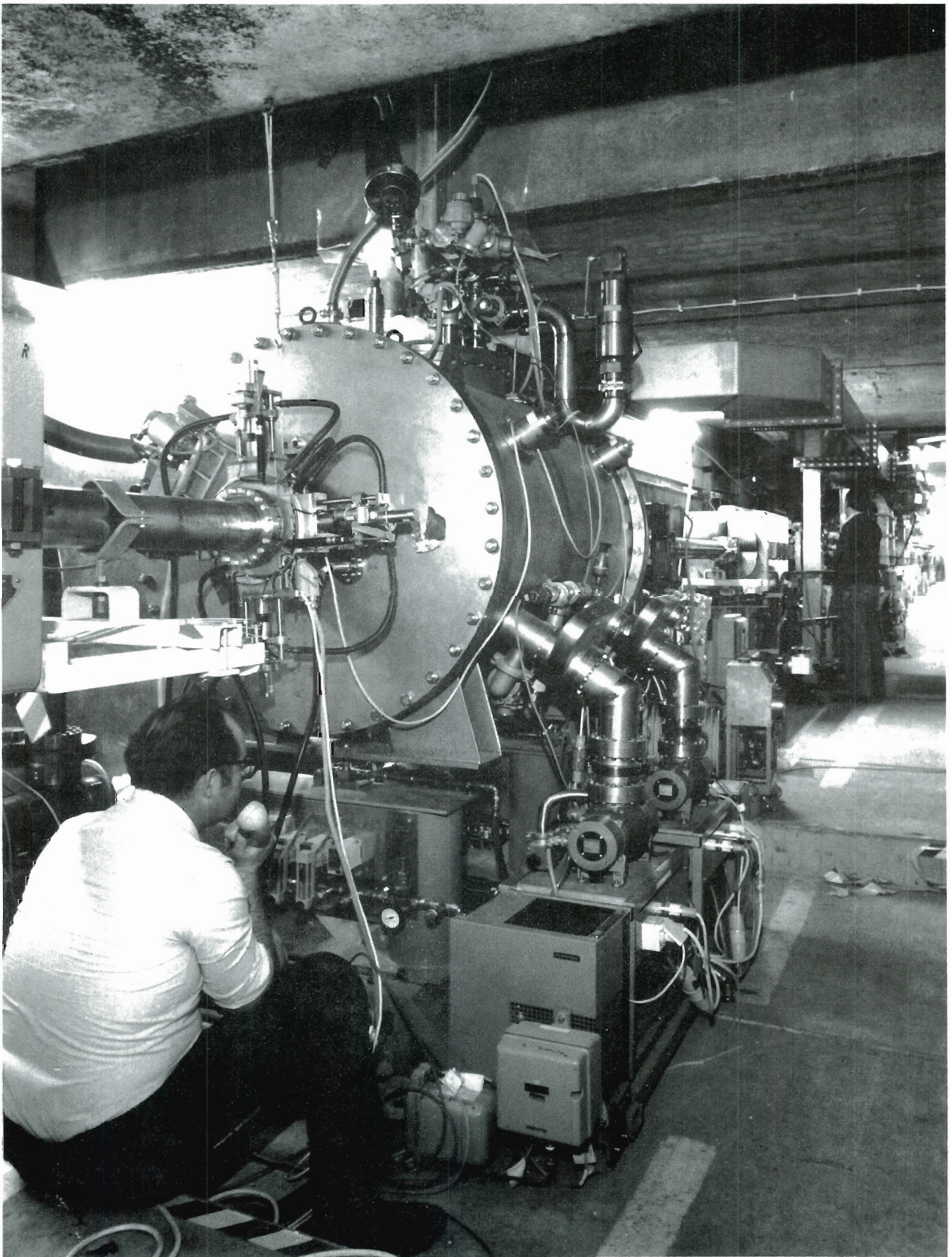


Abb. 18.1: Supraleitender Resonator, eingebaut in den PETRA-Speicherring.

## Neue Beschleunigungsverfahren

Wegen der bei vorgegebenem Maschinenradius mit der 4. Potenz der Strahlenergie steigenden Abstrahlungsverluste kommt der Energiebilanz der Hochfrequenzbeschleunigung bei  $e^+e^-$ -Speicherringen eine ganz besondere Bedeutung zu, zumal die erforderliche Senderleistung und damit der Primärenergiebedarf sogar mit der 8. Potenz der Strahlenergie anwachsen. Die "Primärenergie", d.h. hier die aus dem Drehstromnetz erforderliche Energie für die Hochfrequenzsender, wird dabei im wesentlichen in drei Bereichen aufgezehrt, von denen nur einer unmittelbar zur Beschleunigung und Strahlungsverlustkompensation der Teilchen beiträgt:

- Verluste in den Klystrons der Sender
- Verluste in den Beschleunigungsstrecken
- auf die Teilchenstrahlen übertragene Energie

Da es bei großen Speicherringen um Senderleistungen zwischen 10 und 100 MW geht, ist ersichtlich, daß hier von der Betriebskostenseite her bei wachsender Strahlenergie selbst bei Maschinen mit großem Radius schnell eine Art "Schallmauer" erreicht wird.

Nachdem man bei den in den Hochfrequenzsendern zumeist verwendeten Klystrons in den letzten Jahren wesentliche Wirkungsgradverbesserungen (von etwa 40% auf etwa 65%) erreichen konnte\*<sup>1)</sup>, konzentrierte sich das Interesse immer stärker auf die Vermeidung von Energieverlusten in den Beschleunigungsstrecken.

*Problemstellung*

*Supraleitende Beschleunigungsstrecken*

Über viele Jahre hinweg und in vielen Labors wurde an der Entwicklung supraleitender Beschleunigungsstrecken gearbeitet. 1982 erreichten diese Bemühungen erstmals einen solchen technischen Stand, daß Versuchsmuster supraleitender Cavities in Speicherringen als Energielieferanten für gespeicherte Strahlen erprobt werden konnten:

- im CESR-Ring der Cornell Universität\*<sup>2)</sup>
- im PETRA-Ring bei DESY

DESY war im Berichtsjahr 1982 an drei Programmen beteiligt:

- Einbau und Betrieb eines bei der KFA Karlsruhe gebauten 500-MHz-Einzellenresonators in PETRA\*<sup>3)</sup> (Abb. 18.1)
- Vorbereitung des Strahltests in PETRA für eine bei CERN gebaute 5-zellige 500-MHz-Struktur\*<sup>4)</sup>
- Fortführung einer DESY-eigenen gemeinsam mit der Universität Wuppertal verfolgten Entwicklung von ein- und mehrzelligen 1000-MHz-Strukturen\*<sup>5)</sup>

\*1) Musfeldt, Kumpfert, Schmidt; "A New Generation of High Power CW-Klystrons for Accelerator and Storage Ring Application" IEEE Transactions on Nuclear Science, Proc. of 1981 Particle Acc. Conf., Washington, pp. 2833 ff.

\*2) Sundelin, Amato, Herb et al.; "Superconducting Cavity Beam Test", to be published in IEEE Transactions on Nuclear Science, Proc. of 1983 Particle Acc. Conf., Santa Fe.

\*3) Basser, Brandelik, Citron et al.; "Operation of a Superconducting Cavity in PETRA", to be published in IEEE Transactions on Nuclear Science, Proc. of 1983 Particle Acc. Conf., Santa Fe.

\*4) Bernard, Bloess, Cavallari et al.; "Status Report of the Superconducting 5-Cell Acceleration Structure at CERN", to be published in IEEE Transactions on Nuclear Science, Proc. of 1983 Particle Acc. Conf., Santa Fe.

\*5) Ebeling, Flauger, Möller et al.; "Superconducting Cavities for a 30 GeV PETRA Storage Ring", to be published in IEEE Transactions on Nuclear Science, Proc. of 1983 Particle Acc. Conf., Santa Fe.

Der in Karlsruhe im Rahmen einer CERN-DESY-Karlsruhe-Kollaboration entwickelte 500-MHz-Niob-Einzeller hat einen Durchmesser von 47 cm und eine Länge von 69 cm. Am äußeren zylindrischen Umfang befindet sich der koaxiale Hauptkoppler zur Einspeisung des Grundmodes, während die ebenfalls in Koaxialtechnik ausgeführten Koppler zur Bedämpfung der strahlinduzierten höheren Moden stirnseitig am Resonator angebracht sind. Bei einem Vortest des Cavities im Beschleunigungskryostaten, jedoch noch außerhalb PETRA's, konnte eine Beschleunigungsfeldstärke von 2.5 MV/m bei einer Güte von  $10^9$  (Heliumbad-Temperatur von 4.2 K) erzielt werden. Mitte April wurde der komplette Kryostat in der Halle West in PETRA eingebaut.

Kurz danach brach das äußere Koppelfenster. Zwar wurde durch das intakte innere Fenster das Strahlvakuum aufrechterhalten, jedoch waren alle folgenden Messungen durch Überschlüge im Zwischenfensterbereich (der jetzt mit Schutzgas anstatt mit Vakuum betrieben wurde) nur unter erschwerten Bedingungen möglich.

Bis Ende April konnte trotzdem während des zweiwöchigen aktiven Betriebes das Verhalten des supraleitenden Cavities und die Strahl-Cavity-Wechselwirkung intensiv untersucht werden. Wichtigste Ergebnisse:

- Speicherung von 2 mA Strahlstrom (verteilt auf  $2 \times 4$  Bunche) bei 5 GeV nur durch das supraleitende Cavity ( $E_{acc} = 2.3$  MV/m,  $Q_o = 10^9$ ).
- Detaillierte Analyse der durch den Strahl im Cavity angeregten höheren Moden. Integral wurden bis zu 200 W Leistung bei höheren Frequenzen ausgekoppelt mit weniger als 1 Watt verbleibender Leistung im Resonator (hierbei liefen mit Unterstützung durch normal leitende Cavities höhere Ströme bis zu 20 mA in PETRA um).
- Durch gezielte Strahlverschiebung wurde der supraleitende Resonator mit 1.5 Watt direkter Synchrotronstrahlung belastet. Dies blieb ohne Einfluß auf die supraleitenden Eigenschaften des Cavities.

In den anschließenden 4 Wochen wurde die Cavity passiv bei Heliumtemperatur bei ansonsten normalem PETRA-Betrieb gehalten.

Hiernach zeigte sich die Güte und die maximal erreichbare Feldstärke unverändert. Von Ende Mai bis Anfang August wurde dann der Resonator auf Stickstofftemperatur (77 K) gehalten. Am Ende dieser Periode wurde der stickstoffkalte Resonator durch ein fehlerhaftes Ventil unbeabsichtigt belüftet. Durch diesen Unfall wurde die Resonatoroberfläche durch Gaskondensation stark verunreinigt, was die Güte und erreichbare Feldstärke des supraleitenden Cavities um mehr als den Faktor 100 reduzierte. Durch Aufwärmen des Resonators auf 50°C konnten die Gase desorbiert und abgepumpt werden. Gleichzeitig wurde das gebrochene äußere Koppelfenster erneuert. Nach erneutem Abkühlen zeigte sich, daß der Resonator mit einer Güte von  $Q_o \times 10^9$  und einem Beschleunigungsfeld von  $E_{acc} = 3.1$  MV/m voll regeneriert worden war.

In Zusammenfassung kann gesagt werden, daß dieses Experiment mit einem 1-zelligen supraleitenden Resonator gezeigt hat, daß Beschleunigungsgradienten von 3 MV/m und Güten von  $10^9$  über längere Zeit im Speicherring auch unter "wirklichen" Betriebsbedingungen aufrecht erhalten werden konnten. Insbesondere zeigten Belastungen des Cavities durch höhere Moden und durch Synchrotronstrahlung im Bereich der durchgeführten Messungen keine negativen Auswirkungen.

Für die PETRA-Wintermontagezeit 1982/83 wurde 1982 der Einbau einer 5-zelligen bei CERN gebauten 500-MHz-Struktur mit folgenden Merkmalen vorbereitet:

- sphärische Cavityform zur Vermeidung von Multipacting
- koaxialer Hauptkoppler (für  $P = 60$  kW) mit thermisch vom Heliumbad isolierter Einkopplerschleife
- elektrische oder magnetische Koppler zur Bedämpfung der höheren Moden an vier der fünf Zellen
- elektrische Antennen an jeder der fünf Zellen zu Meßzwecken
- mechanische Verformbarkeit der Endzellen bei Heliumtemperatur zur Frequenzabstimmung

Der Kühlbedarf bei Heliumtemperatur und bei  $E_{acc} = 3$  MV/m wurde zu 40 Watt abgeschätzt.

Bei einem geplanten Betrieb des supraleitenden Cavities von einigen Monaten war hier nur der Refrigeratorbetrieb mit geschlossenem Heliumkreislauf wirtschaftlich vertretbar. Es bot sich die Möglichkeit, die Ende des Jahres 1982 freiwerdende Kälteanlage des PLUTO-Experiments zu nutzen. Daher wurden im Sommer des Jahres die notwendigen Verrohrungsarbeiten auf dem PETRA-Tunnel zwischen Halle NO und Halle O fertiggestellt (eine Hochdruck-, zwei Niederdruckleitungen für Heliumgas). Hierdurch wurden die Kompressor- und die Reinigeranlage im Bereich der Halle NO mit der in der Halle O neu aufzubauenden "cold box" (Wärmetauscher, Expansionsmaschinen, Kontrolleinrichtungen) verbunden.

Für einen längeren Betrieb der supraleitenden Cavities ist eine Steuerung und Kontrolle der Anlage vom Hauptkontrollraum aus notwendig. Entsprechend wurde eine rechnergestützte Bedienung vorbereitet.

Bei DESY befaßt sich eine Projektgruppe in Zusammenarbeit mit der Universität Wuppertal mit einer DESY-eigenen Entwicklungslinie für doppelt-elliptische 1000-MHz-Strukturen, welche in der 9-zelligen Ausführung in den elektrischen und mechanischen Parametern einem Betrieb in PETRA besonders angepaßt ist. Die Fertigstellung und der Einbau ist für den Winter-shut-down 1983/84 vorgesehen. Im Berichtsjahr 1982 wurden dazu als Schwerpunkte bearbeitet:

- HF- und Kryodesign der Hochleistungseinkopplung
- HF- und Kryodesign der Auskopplungen zur Bekämpfung der höheren Moden
- Herstellung und Bearbeitung der Niob-Strukturen
- Konstruktion eines geeigneten horizontalen Kryostaten
- Entwurf und Bau der für den PETRA-Betrieb notwendigen Regelungs- und Kontrolleinheiten
- Schaffung einer Kryo-Infrastruktur zum Betrieb der vertikalen und horizontalen Kryostaten

Es muß erwähnt werden, daß sehr frühzeitig der Kontakt mit interessierten Firmen hergestellt wurde, um bei positiven Erprobungsergebnissen des Prototyps gegebenenfalls auch eine industrielle Serienproduktion zu ermöglichen.

Einzelheiten zu den vorgenannten Programmpunkten:

HF-Einkoppler und HOM-Auskoppler: Als Einkoppler sind in Serienmessungen an Cu-Resonatoren zwei Wellenleiterkoppler untersucht worden: 1. Rechteckwellenleiter, 2. Rundhohlleiter mit kapazitiver Belastung. Beide Typen zeigen hinreichendes Koppelverhalten für den Grundmode und auch erstaunlich hohe Koppelstärken für die höheren Moden. Als Auskoppler wird ebenfalls ein Rechteckhohlleiter untersucht.

Kryostat Design: Die Konstruktion des horizontalen Kryostaten zielt auf eine für den Einsatz im PETRA-Tunnel optimierte Anlage. Aufgrund des gegebenen freien Abstandes zwischen zwei Quadrupolen wird ein Kryostat mit einer Länge von 4,20 m entworfen. Dieser enthält zwei 9-zellige Strukturen einschließlich aller notwendigen HF- und Kryoleitungen. Die Konstruktion befindet sich im fortgeschrittenen Stadium und beschäftigt sich jetzt mit Details zu den Wärmetauscheinrichtungen. Kritische Einzelsysteme werden in kleinen Testserien auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft. Die Fertigung der beiden Haupttanks lief an.

Herstellung der Niob-Strukturen: Die Herstellung von Niob-Strukturen konzentrierte sich 1982 auf die mechanischen und schweißtechnischen Arbeiten bei einer Firma und auf die Chemiebehandlung bei der Universität Wuppertal. Wegen Schweißproblemen an dem ersten Niob-Einzeller hat sich die Fertigung des Fünfezellers und des Neunzellers etwas verzögert. Zur Untersuchung alternativer Lösungen laufen z.Zt. Schweißversuche mit geänderten Schweißtechniken, so daß mit der Fertigstellung erst Anfang des Jahres 1983 zu rechnen ist.

Kryotests von Nb-Strukturen: Es steht nunmehr ein Kryomeßplatz mit zwei vertikalen Kryostaten (Höhe 1.80 m und 3.85 m) zur Verfügung. Die ersten Messungen an einem Einzeiler haben kurz vor Weihnachten begonnen. Zur Quench-Diagnose der Nb-Strukturen werden im Helium drehbare Meßwiderstandsrahmen gebaut.

*"Wake Field"  
Beschleunigungs-  
prinzip*

Der Übergang von normalleitenden Kupfercavities auf supraleitende Niobstrukturen kennzeichnet den Versuch, die Wandverluste in den Resonatoren auf direktem Wege zu vermeiden.

Daneben gibt es Überlegungen, zur Vermeidung höherer Hochfrequenzenergieverluste ganz neue Beschleunigungsprinzipien einzusetzen, so z.B. die Erzeugung hoher Feldgradienten in Plasma unter Verwendung von Lasern. Da bei Linearbeschleunigern keine Synchrotronstrahlungsverluste auftreten, ist auch der Einsatz moderner Hochleistungslinacs unmittelbar zur Erzeugung kollidierender Strahlen eine viel diskutierte Alternative ("Linear Collider"-Prinzip).

Bei DESY wird ein anderes, neues Beschleunigungsprinzip<sup>\*6,7)</sup> zur Erzeugung von hochenergetischen Elektronen und Positronen untersucht, das es erlaubt, außer den Energieaufwand auch die baulichen Ausmaße einer Anlage auf einen Bruchteil der Ausmaße der derzeit diskutierten Großbeschleuniger für höchste Energien zu reduzieren. Bei diesem Verfahren werden Streufelder eines "Strahles" aus Elektronenringen – sogenannte wake fields – auf ein kleines Volumen komprimiert, wobei für sehr kurze Zeit (einige zehn Picosekunden) sehr hohe Feldstärken (einige hundert Megavolt pro Meter) entstehen. Durch diese Bereiche wird dann der zu beschleunigende Teilchenstrahl zum entsprechenden Zeitpunkt hindurchgeschossen. Erste Untersuchungen und Rechnungen lassen vermuten, daß das Prinzip des Wakefield-Beschleunigers eine interessante Alternative zu den Großspeicherringen von mehr als 30 km Umfang darstellt. Neben eingehenden theoretischen Rechnungen ist ein erstes Experiment in der Planung, mit dem das Funktionieren des Prinzips nachgewiesen und auf Begrenzungen hin untersucht werden soll.

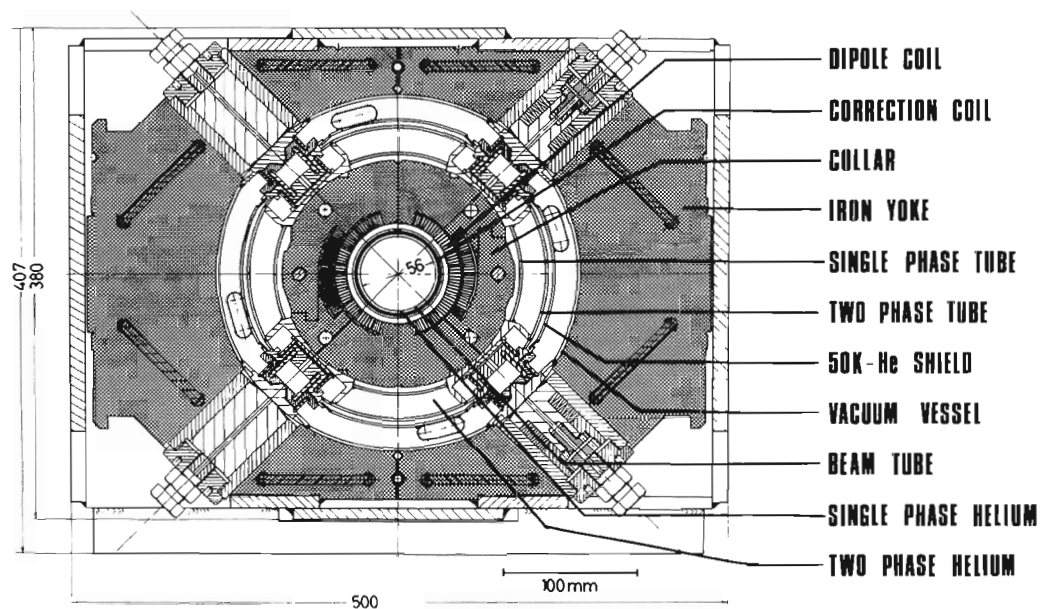
\*6) G.-A. Voss, T. Weiland; "Particle Acceleration by Wake Fields", DESY M-82-10.

\*7) G.-A. Voss, T. Weiland; "The Wake Field Acceleration Mechanism", DESY 82-074

## Speicherring HERA

### Überblick

Die Planungsarbeiten für die Hadron-Elektron-Ring-Anlage HERA wurden auch 1982 fortgesetzt. Es wird angestrebt, mit dem Bau dieses großen Zukunftsprojekts von DESY im Jahr 1984 anzufangen, so daß mit dem Experimentierprogramm im Jahre 1990 begonnen werden kann. In HERA sollen Elektronen von 30 GeV mit Protonen von 820 GeV zur Kollision gebracht werden. In Europa werden ab Ende der 80er Jahre dann zwei komplementäre Gebiete der Elementarteilchenphysik experimentell untersucht werden können, Elektron-Proton-Wechselwirkungen mit HERA bei DESY und  $2 \times 50 \text{ GeV } e^+e^-$  Wechselwirkungen mit LEP bei CERN.



**Abb. 19.1: Schematische Darstellung eines Dipolmagneten mit warmem Eisen für den Protonenring von HERA.**

### Bauplanung

Ein wesentlicher Schritt bei der vorbereitenden Bauplanung für HERA war am 5.5.1982 der Beschluß der Hamburger Bürgerschaft über den entsprechenden Bebauungsplan in Hamburg. Weiterhin wurden die haushaltsrechtlichen Unterlagen für die Baumaßnahmen fertiggestellt und den zuständigen Behörden und Ministerien zur Prüfung übersandt. Die offene Information der vom Bau von HERA betroffenen Nachbarn von DESY über die Fortschritte im Genehmigungsverfahren von HERA wurde fortgesetzt.

Schwerpunkt der technischen Vorarbeiten für die im HERA-Tunnel aufzubauenden Speicherringe war das Entwicklungsprogramm für supraleitende Magnete des Protonenringes. Zielsetzung dabei ist, kostengünstige und betriebssichere Magnete mit ausreichender Feldgenauigkeit für HERA zur Serienreife zu entwickeln und das Langzeitverhalten sowie das Quench-Überwachungs-System in einem Systemtest zu untersuchen. Bei DESY werden Dipolmagnete mit warmem Eisen nach dem erfolgreichen Konzept von Fermilab (USA) entwickelt (Abb. 19.1). Bei BBC wird in Zusammenarbeit mit DESY ein alternatives Konzept mit kaltem Eisen für die Dipolmagnete verfolgt. Quadrupolmagnete werden in Saclay (Frankreich) in Zusammenarbeit mit DESY entwickelt und Korrekturspulen bei NIKHEF (Holland). Einzelheiten sind im Abschnitt "Neue Technologien" (S. 193ff.) erläutert.

*Prototyparbeiten*

Intensive Beratungen wurden aufgenommen über eine weitere Optimierung der Parameter des Elektronenringes. Mit den Vorarbeiten für die Entwicklung und den Bau der ersten Prototypkomponenten wurde ebenfalls begonnen.

Verschiedene Möglichkeiten für die Errichtung eines Linearbeschleunigers für Protonen als Injektor für das DESY-Synchrotron wurden diskutiert.

Bezüglich der ausländischen Beteiligung am Bau von HERA fand am 10.5.1982 ein Treffen des DESY-Direktriums mit je zwei Vertretern aus Kanada, Frankreich, Großbritannien, Italien, den Niederlanden und Norwegen bei DESY statt, bei dem über die Möglichkeiten internationaler Beteiligung beim Bau von HERA beraten wurde. Die auswärtigen Teilnehmer kamen aus Ländern, deren Hochenergiephysiker Interesse am Studium von ep-Kollision bei HERA gezeigt hatten und die kein eigenes Hochenergie-Labor mit Beschleunigern besitzen oder planen. Alle erklärten die Bereitschaft zu einer Zusammenarbeit beim Bau von HERA nach dem von DESY vorgeschlagenen Konzept, daß nämlich 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. Es wurden bei diesem Treffen erste Überlegungen mitgeteilt über die Art der Komponenten, die das jeweilige Land bzw. Labor beitragen könnte.

*Ausländische  
Beteiligung am Bau  
von HERA*

Nach einer ausführlichen Beratung über die in anderen Ländern geplanten oder im Bau befindlichen Beschleunigerprojekte hat das Europäische Komitee für zukünftige Beschleuniger (ECFA) am 11. Juli 1982 erneut festgestellt, daß die beiden europäischen Projekte der Elementarteilchenphysik, der Elektron-Positron-Speicherring LEP in Genf und HERA in Hamburg, einzigartig sind und komplementäre Forschungsprogramme ermöglichen. ECFA hat deshalb erneut den Bau von HERA bei DESY nachdrücklich empfohlen und sich für eine Beteiligung der Mitgliedsländer beim Bau von HERA ausgesprochen.

*ECFA-  
Stellungnahme*

Die Kostenabschätzung des Projekts HERA (Gesamtkosten 654 Mio DM zum Preisstand 31.12.1980) wurde 1982 erneut überprüft mit dem Ergebnis, daß DESY verbindlich erklärte, daß HERA innerhalb des vorgesehenen Kostenrahmens verwirklicht werden kann.

*Kostenrahmen*





---

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

## **Inhalt**

	Seite
Übersicht	187
Datenverarbeitung	188
Neue Technologien, Kältetechnik und Gase	192
Technische Dienste	202



## Übersicht

Die Aktivitäten des Bereichs konzentrierten sich im vergangenen Jahr auf drei Schwerpunkte:

- die Weiterentwicklung des Rechenzentrums
- die Intensivierung der Prototyparbeiten für den HERA-Protonenring
- die Verbesserung der technischen Infrastruktur

Als erster Schritt einer langfristigen Strategie zur Leistungserhöhung des Rechenzentrums wurde ein neuer Großrechner installiert, mit dem eine Leistungserhöhung um ca. 50% erzielt wurde. In einem weiteren Schritt sollen die noch verbleibenden Rechner ebenfalls durch einen Rechner moderner Technologie ersetzt werden. Damit ist die Grundlage für eine langfristig stabile Konfiguration mit guten Ausbaumöglichkeiten bei gleichzeitiger Reduktion der Betriebskosten gegeben.

*Rechenzentrum*

Nach der erfolgreichen Fertigstellung der ersten supraleitenden Modellmagnete mußten die Aktivitäten wegen der Vielzahl der zu bearbeitenden Probleme personell wesentlich verstärkt werden. Zu der schon seit langem auf dem Gebiet der supraleitenden Magnete tätigen Gruppe "Neue Technologien" als Urzelle stießen vor allem eine starke Gruppe aus dem Bereich "Forschung" sowie weitere DESY-Mitarbeiter, so daß diese wichtigen Vorarbeiten für HERA sich zu einem bereichsübergreifenden Vorhaben entwickelten. Das gesamte Aufgabengebiet wurde in die Teilaufgaben Magnetbau, Vorrichtungen, Quenchesicherheit und Kryogenik unterteilt und für jedes Gebiet ein verantwortlicher Physiker benannt.

*Prototyparbeiten  
für HERA*

Mit der Beschaffung von NC-gesteuerten Maschinen soll der Gerätepark der Technischen Dienste modernisiert und die Produktivität damit erhöht werden. Der Beschaffung einer NC-gesteuerten Fräsmaschine folgte nun der Kauf einer NC-gesteuerten Drehmaschine. Diese Maschinen sollen demnächst auch in ein CAD/CAM-System integriert werden, das vor allem im Hinblick auf die Vielfalt der Aufgaben im Zusammenhang mit HERA eingeführt werden soll und für welches erste Untersuchungen angestellt wurden.

*Technische  
Infrastruktur*

# Datenverarbeitung

## Betrieb des Rechenzentrums

### Kapazitätserweiterung

Das wichtigste Ereignis war der Ersatz der IBM 3033 durch den leistungsfähigeren Rechner IBM 3081D im April des Berichtsjahres. Von der Prozessorleistung her war damit im Rechenzentrum ein Kapazitätswachstum von 45% zu erwarten, wie die Benchmark-Versuche gezeigt hatten. Da jedoch nicht gleichzeitig die Peripherie angepaßt wurde, kommt die höhere Prozessorleistung nicht voll zum Tragen und die erreichte Kapazitätssteigerung liegt bei etwa 25%. Das Sinken der CPU-Auslastung gegenüber dem Vorjahr (s. untenstehende Tabelle) ist auf die gleiche Ursache zurückzuführen; die Zahl der Datenpfade und ihre Verteilung auf die Peripherie einerseits und die Größe der Peripherie andererseits sind dem schnelleren Rechner nicht adäquat. Nach einer sorgfältigen Analyse wurde am Ende des Berichtsjahres durch eine größere Umkonfiguration der Datenpfade der erste Schritt in Richtung auf eine bessere Ausnutzung getan.

### Gesamtdurchsatz

Gesamtdurchsatz der Rechner 1980–82 (Zeiten in 168-Stunden):

	Jobs		TSO-Session		CPU-Ausnutzung
	Anzahl	CPU-h	Anzahl	CPU-h	
1980	600 866	16 470	269 941	1621	61.3%
1981	639 541	18 388	280 779	2083	69.4%
1982	652 254	21 316	307 305	2121	60.0%

### Betriebssystem

Mit der IBM 3081 mußte auch auf das neue Betriebssystem MVS/SP übergegangen werden. Um die für ein wissenschaftlich-technisches Rechenzentrum notwendigen Modifikationen an ein für kommerzielle Rechenzentren entworfenes Betriebssystem anzubringen (online-Anschluß der Experimente, Anschluß der graphischen Terminals über DESYNET, automatisierte Arbeitsvorbereitung usw.), mußten Systemprogrammierer dieser DESY-Gruppe etwa 20 Mann-Monate aufbringen. Das neue Betriebssystem nimmt besonders auf die dyadische Struktur des Doppelprozessors IBM 3081 Rücksicht, ist im Hinblick auf Hardware-Probleme viel "robuster" als sein Vorgänger und behandelt das Swapping und Paging intelligenter, was sich besonders bei Hochlastzeiten positiv auswirkt.

### Massenspeicher und Hierarchial Storage Manager

Das System Massenspeicher und HSM hat sich so gut bewährt, daß im Oktober eine Erweiterung der Bibliothekseinheit auf 160 GByte installiert wurde. Außerdem wurde ein Programmpaket erstellt und installiert, das Daten, die sich länger als eine gewisse Zeit unberührt im Massenspeicher aufhalten, ohne Vorwarnung auf Archivbänder kopiert.

### Magnetbandkapazität

Die Anzahl der belegten Magnetbänder hat im Berichtsjahr eine dramatische Entwicklung genommen von 29 000 im Dezember 1981 auf 46 000 im Dezember 1982, das ist ein Zuwachs von 46 Bändern pro Tag. (Das vorhandene Bandarchiv faßt etwa 52 000 Bänder).

### FORTRAN-Compiler

Seit Mai 1982 ist der FORTRAN 77-Compiler von Siemens im Einsatz. Damit wurde ein Wunsch der VAX-Benutzer nach besserer Programm-Austauschbarkeit erfüllt. Im DESY-Rechenzentrum sind jetzt drei FORTRAN-Compiler verfügbar: G1, HX und 77.

Da die Ferndatensteuerinheit IBM 3704 die wachsenden Anforderungen an die Datenfernübertragung nicht mehr bewältigen konnte, wurde sie im April durch das leistungsfähigere Modell IBM 3705 abgelöst. Ende 1982 wurden 16 Leitungen mit 21 angeschlossenen Geräten bedient.

*Datenfernübertragung*

Ein großer Erfolg wurde das Projekt, dem Maschinenraumleiter über DESYNET ein Terminal mit Akustikkoppler als vollautorisierte Systemkonsole zu Hause zur Verfügung zu stellen. Ungefähr die Hälfte der Notrufe, die ihn nachts oder am Wochenende erreichten, konnten am Terminal erledigt werden.

*Systemüberwachung*

## Rechnerperipherie

Die Schwerpunkte der Arbeit im Berichtsjahr waren der Betrieb und die Weiterentwicklung des graphischen Systems IPS und des Rechnernetzes DESYNET sowie graphischer und allgemeiner Anwendungs-Software.

## Benutzungsstatistik des graphischen Systems IPS

Im Berichtsjahr 1982 wurden graphische Anwendungsprogramme in 57 970 (50 232)<sup>1</sup> IPS-Sitzungen von 687 (545) verschiedenen Benutzern ("user-ids") aus 45 (38) verschiedenen Benutzergruppierungen ("accounts") ausgeführt. Dabei wurden 519 (595) CPU-Stunden Rechenzeit (IBM 370/168 Einheiten) verbraucht. Sie verteilte sich wie folgt auf die großen Experimente:

26(33)% für MARK J  
 21(27)% für JADE  
 16(14)% für TASSO  
 9( 5)% für PLUTO  
 8( 0)% für ARGUS  
 3(10)% für CELLO

Der Rest von 17 (11)% wurde von 39 (33) weiteren "accounts" verbraucht.

Es wurden über 165 000 (133 000) Bilder mit einer Gesamtlänge von ca. 70 (60) km auf den beiden elektrostatischen Plottern ausgegeben. Davon waren ca. 30% Darstellungen physikalischer Meßergebnisse (erzeugt mit dem graphischen Editor GEP) und ca. 25% Textseiten wissenschaftlicher Veröffentlichungen (erzeugt mit dem Textsystem SCRIPT/CALLIGRA); die restlichen 45% waren überwiegend Darstellungen physikalischer "events" (erzeugt mit gruppenspezifischen "Scan"-Programmen).

<sup>1</sup> Die Zahlen in Klammern zeigen jeweils die Werte des Vorjahres.

## Betriebliche Fortschritte für DESYNET und IPS

- Steigerung der **Effektivität** der Knoten- und Terminalrechner durch Einsatz des Mikroprozessors Z8000:  
Abhandlung der Netzprotokolle in separater Hardware, neuer "display controller".
- Verbesserung der **Betriebssicherheit** von DESYNET durch Einrichtung eines alternativen Datenpfades für das Laden der Kontrollrechner.
- Verbesserung der **Flexibilität** durch Einsatz des Ein-Chip-Mikroprozessors Z8 für den standardisierten Anschluß von verschiedenen graphischen Peripheriegeräten.
- Einführung eines "Zwei-Terminal-Modus" im graphischen Betrieb. Durch Benutzung eines neuen Parameters des IPS-Command-Processors ist es möglich, eine IPS-Sitzung an einem alphanumerischen ("full screen") Terminal zu starten und die Graphik auf einem zugeordneten IPS-Terminal abzuwickeln.
- Ein weiterer öffentlicher Terminal-Pool für das Laborgebäude I – bestehend aus einem Terminalrechner mit zwei graphischen 619-Terminals – wurde im Berichtsjahr vorbereitet.

## Neue Technologien für DESYNET und IPS

### *Einsatz neuer Bildschirme für IPS*

Aufgrund der im Vorjahr begonnenen Untersuchungen wurde beschlossen, in Zukunft Bildschirme in Rastertechnik (mit hoher Auflösung) als Alternative zu den im IPS bisher verwendeten Speicherröhren einzusetzen.

Die neue Technik bietet u.a. folgende Vorteile:

- höherer Kontrast der Darstellung
- Löschen des Bildes ohne Lichtblitz
- selektives Löschen von Bildteilen
- erhöhte Interaktivität durch mehr lokale Intelligenz
- erheblich geringere Kosten verglichen mit Speicherröhren
- möglicher Ausbau in Richtung mehrfarbiger Darstellungen

Die Basisentwicklung der nötigen Hardware und Software wurde im Berichtsjahr abgeschlossen. Ein Prototyp des neuen IPS-Terminals läuft bereits im Laborbetrieb.

### *Einsatz von 32-bit- Mikroprozessoren*

Unsere Erfahrungen haben gezeigt, daß die gestellten Aufgaben im Bereich der breitbandigen Datenübertragung und der graphischen Datenverarbeitung mit konventionellen 16-bit-Mikroprozessoren nur schwer bewältigt werden können. Daher wurde beschlossen, die im Berichtsjahr neu auf dem Markt verfügbar gewordene 32-bit-Mikroprozessor-Familie NS16000 für mittel- und langfristige Entwicklungen einzusetzen.

Für unsere Anwendungen besonders wichtige Eigenschaften dieses Mikroprozessor-System sind u.a.:

- PASCAL-orientierte Rechnerarchitektur
- großer Adressraum
- Gleitkommaarithmetik

Es wurde eine Entwicklungsplatine DB16000 für das System beschafft und in Zusammenarbeit mit der Herstellerfirma mit der Implementierung der "cross-software" NSX16 auf dem IBM-System begonnen.

## Graphische Software

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

Im Berichtsjahr stieg die Benutzung von GEP im Stapelbetrieb um 30% auf ca. 140 000 (=22% aller) batch jobs und im interaktiven Betrieb um 90% auf ca. 19 000 (= 33% aller) IPS-Sitzungen.

*Graphisches Editier-  
Programm (GEP)*

Die wichtigsten Arbeiten wurden am interaktiven GEP-Modul geleistet:

- Die räumliche Darstellung von Funktionen zweier Variablen mit Unterdrückung der verdeckten Linien wurde ermöglicht.
- Für die im Zwei-Terminal-Modus von IPS laufende Version von GEP wurde der Joystick als Eingabegerät verfügbar gemacht. Mit ihm können Texte positioniert und "von Hand gezogene" Kurven eingegeben werden.
- Für Texte wurden verschiedene Zeichentypen ("Hershey-fonts") verfügbar gemacht.
- Fertige Bilder können auf einem permanenten Datensatz gespeichert werden, um sie später mit SCRIPT und CALLIGRA weiter verarbeiten zu können (siehe weiter unten).

Für den Textumformatierer SCRIPT wurde ein neuer Befehl (": graphic") geschrieben, der es erlaubt, in die formatierte Ausgabe alle Informationen zu schreiben, die das zugehörige Darstellungsprogramm CALLIGRA braucht, um fertige Bilder direkt in die formatierten Seiten einzufügen. Insbesondere werden Bilder im "AGF-Format", wie sie GEP erzeugt, unterstützt.

*Textverarbeitung*

## Allgemeine Software für TSO-Benutzer

Im Berichtsjahr wurden folgende Verbesserungen am Texteditor NEWLIB vorgenommen:

- Durch Einführung eines automatischen Meldesystems konnte das Auffinden und Beseitigen von NEWLIB-Fehlern um Größenordnungen effizienter gemacht werden.
- Es wurden eine Reihe von Kommandos neu eingeführt (z.B. "LISTHSM" für die Datensatzverwaltung, "SUBMIT member JTEST" zum formalen Test von batch jobs, das "Tischrechner"-Kommando "CALC") bzw. verbessert (z.B. "RENAME", "SCRATCH"), um die Benutzerfreundlichkeit von NEWLIB weiter zu steigern.
- Die Ausführung von NEWLIB-Kommandolisten wurde um Größenordnungen schneller gemacht; sie können jetzt auch "full screen panels" benutzen.
- Als neue Compiler werden jetzt auch FORTRAN77 und PASCAL, sowie die für DESYNET benötigten DESY-eigenen Programme DAMA und GEASM unterstützt.



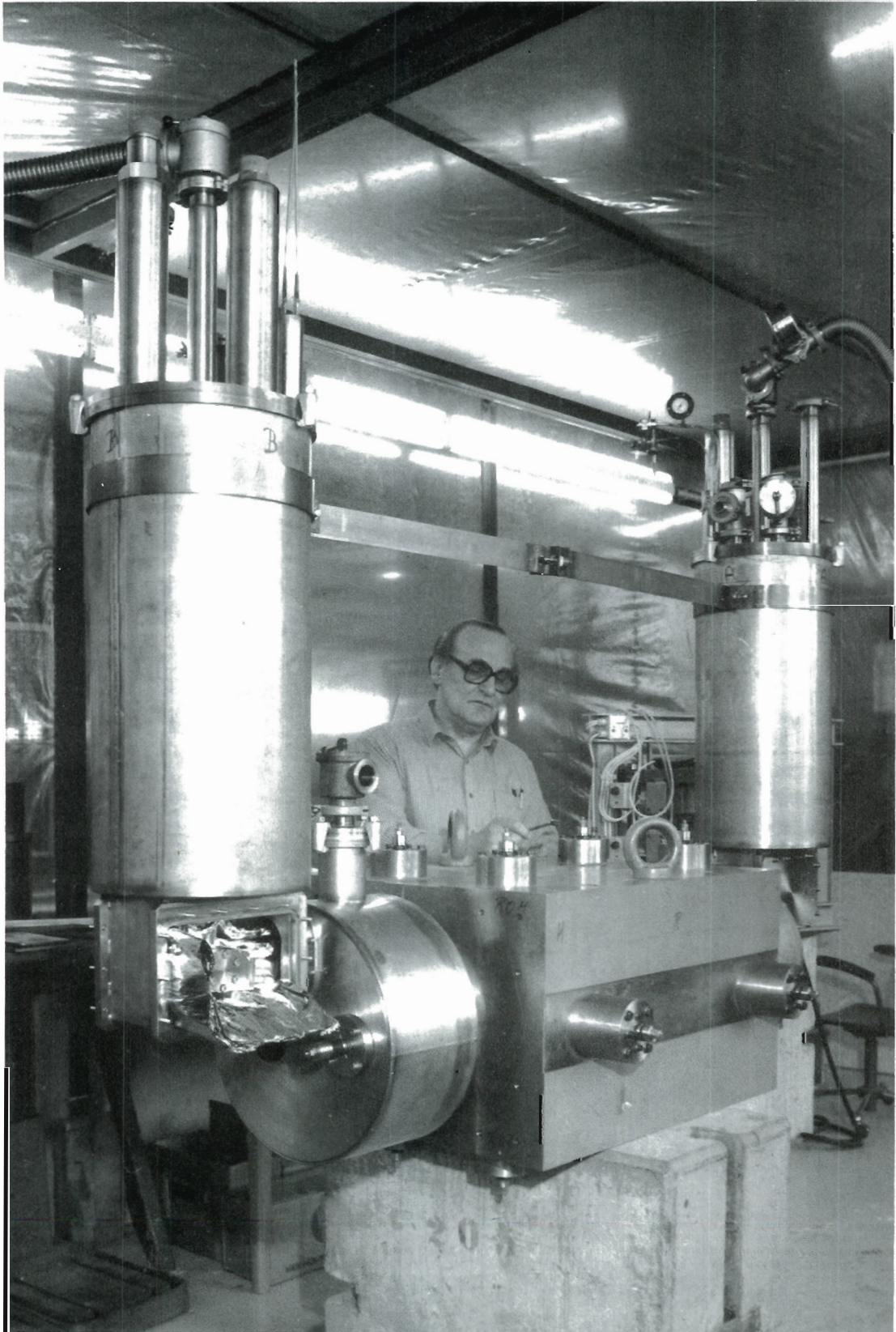


Abb. 21.1: Kryostat mit Eisenjoch und Anschlußboxen für ein 1m – 100mm Dipol-Modell.

# Neue Technologien, Kältetechnik und Gase

## Neue Technologien

Die Hauptaktivitäten der Gruppe "Neue Technologien" lagen im Berichtsjahr schwerpunktmäßig bei den in steigendem Maße an Bedeutung gewinnenden Entwicklungs- und Planungsarbeiten für den supraleitenden Protonenspeicherring von HERA. Darüber hinaus wurde Betrieb und Wartung der supraleitenden Detektormagnete PLUTO (in voller Verantwortung der Gruppe) und CELLO (durch Stellung von Schicht- und Rufbereitschaftspersonal sowie technischer Hilfeleistung) durchgeführt.

*Überblick*

Für die Durchführung von Tests supraleitender Hochfrequenz-Beschleunigungsstrecken (HF-Cavities) wurden die Hallen Ost und West über festverlegte Leitungen an das Helium-Rückgewinnungssystem der PLUTO-Kälteanlage angeschlossen. Die an den Cavity-Versuchen beteiligten Gruppen wurden kryotechnisch beraten und unterstützt, insbesondere wurde die für 1983 geplante Verlegung der PLUTO-Kälteanlage nach Halle Ost zwecks Dauerbetriebs fremder und bei DESY entwickelter Cavities im PETRA-Ring vorbereitet.

## Entwicklung supraleitender Magnete

Als Vorstufe der für HERA erforderlichen 6 m langen Dipolmagnete wurden zunächst 1 m lange Modelle gebaut, wovon die ersten drei Exemplare noch die ursprünglich geplante Spulenapertur von 100 mm haben. (Alle weiteren Modelle ebenso wie die originallangen Prototypen erhalten die neue Apertur von 75 mm.) Alle drei 100-mm-Apertur-Modelle wurden in einem senkrechten Bad-Kryostaten ohne Eisenjoch und zwei der Spulen zusätzlich in einem horizontalen Kryostaten mit Eisenjoch unter Originalbedingungen (Kühlung sowohl mit zweiphasigem als auch mit einphasigem unterkühltem Helium) (Abb. 21.1) getestet. Die Resultate wurden in internen Berichten (G. Horlitz, S. Wolff: HERA-Kurzmitt. 15.2.1982 und DESY HERA-82-12) und auf der internationalen "Applied Superconductivity Conference" veröffentlicht. Einige der Ergebnisse sind aus Abb. 21.2, 21.3 und 21.4 sowie aus Tab. 21.1 zu entnehmen.

*Modell- und Prototyp-entwicklungen*

In allen Spulen wurde nach nur wenigen Trainingsschritten der Sollwert überschritten und der Kurzprobenwert des Erregungsstroms zu 100% eingestellt. Bei der im späteren Beschleunigerbetrieb maximal vorgesehenen Betriebstemperatur von  $T = 4.6$  K erreichte der Magnet mit Eisen eine maximale Induktion auf der Achse von 5.27 T, das ist 11% höher als der spezifizierte Sollwert von 4.73 T. Die Feldfehler liegen bei allen drei Spulen mit wenigen erklärbaren Ausnahmen innerhalb der zugelassenen Toleranzen.

Parallel zu den Tests wurden in enger Zusammenarbeit mit anderen DESY-Gruppen, insbesondere F 35, Konstruktion und Werkstatt, Werkzeuge und Vorrichtungen zur Herstellung sowohl weiterer 1-m-Spulen, jedoch mit der neuen Apertur von 75 mm, als auch originallanger Prototypen fertiggestellt und in Betrieb genommen. Hierzu gehören die Spulenwickelmaschine (Abb. 21.5), die hydraulische Presse (Abb. 21.6) und diverse Präzisionsformen und Anschläge zum Ausbacken und Einpressen der fertig gewickelten Spulen in Stützringe. Am Ende des Berichtsjahres waren alle Vorrichtungen getestet und die ersten Spulen mit 75 mm Apertur sowohl von 1 m als auch von 6 m Länge gewickelt, ausgebacken und fertig zur Montage (Abb. 21.7).

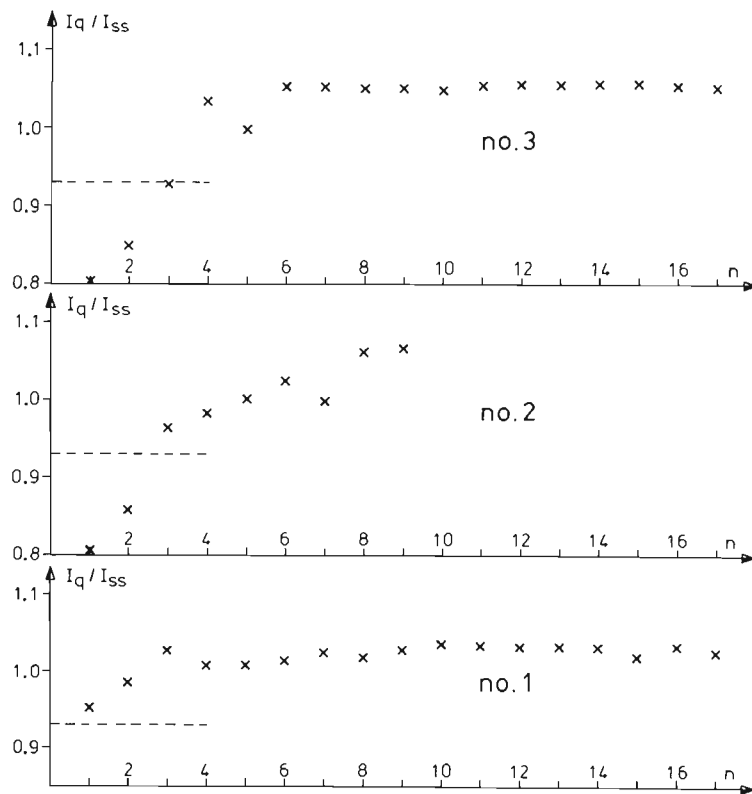


Abb. 21.2: Quenchverhalten der Spulen. Quenchstrom  $I_q$ /Kurzprobenstrom  $I_{ss}$  als Funktion der Quenzzahl  $n$ . Alle Spulen ohne Eisenjoch, Spule Nr. 1 mit Eisenjoch für  $n > 3$ . Gestrichelte Linien geben den Sollwert an.

Tab. 21.1: Integrale Feldharmonische mit Eisenjoch (Magnet Nr. 1)

Harmonische Nr.	3000 A		5000 A		7000 A	
	$b_n \times 10^4$	$a_n \times 10^4$	$b_n \times 10^4$	$a_n \times 10^4$	$b_n \times 10^4$	$a_n \times 10^4$
1	10000.	-	10000.	-	10000.	-
2	-3.1	-1.3	-3.4	-0.9	-3.7	-0.8
3	-33.7*)	-0.4	-33.4*)	-0.6	-34.0*)	-0.4
4	-0.3	0.2	-0.4	0.1	-0.3	0.2
5	-3.0	0.1	-3.0	0.1	-3.0	0.0
6	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.1	-0.1
7	1.4	0.1	1.4	0.0	1.4	-0.1
8	0.0	0.2	-0.1	0.2	0.0	0.2
9	-0.8	0.0	-0.8	0.0	-0.8	0.0
10	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

\*) Diese hohen Werte sind durch das Endfeld verursacht. In einem originallangen (5.689 m) Dipol würde der eingebaute Sextupol von  $+6.2 \times 10^{-4}$  den Fehler der Enden gerade kompensieren. Die Modelllänge von 1 m reicht hierfür nicht aus.

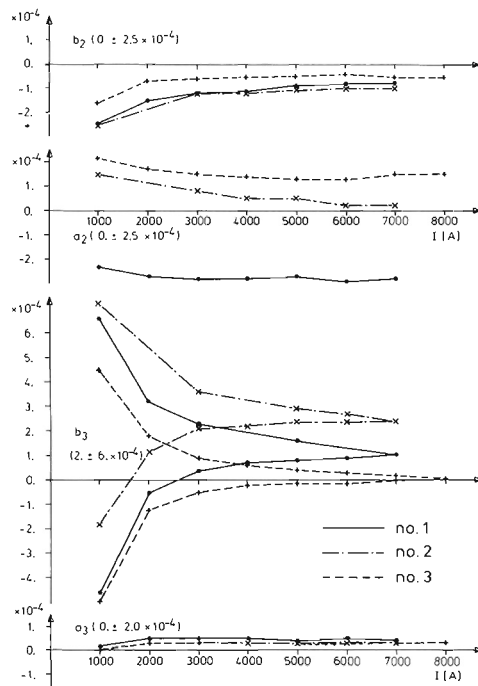


Abb. 21.3: Feldharmonische im geraden Teil der 3 Spulen ohne Eisenjoch. Die vertikalen Harmonischen  $b_2$  (Quadrupol) und  $b_3$  (Sextupol) sowie die horizontalen Harmonischen  $a_2$  und  $a_3$  als Funktion des Stroms. (Eingeklammerte Werte = spezifizierte Werte.)

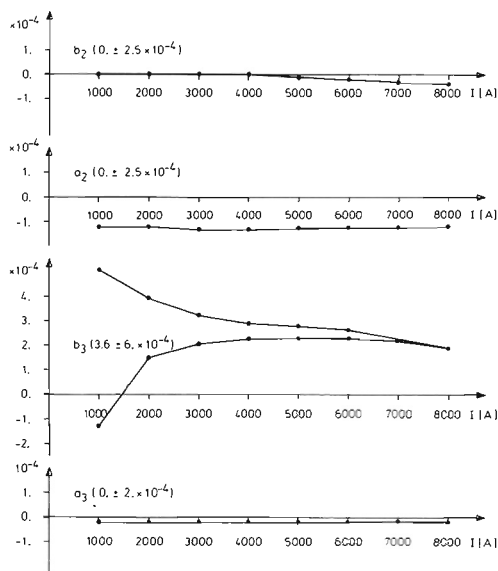
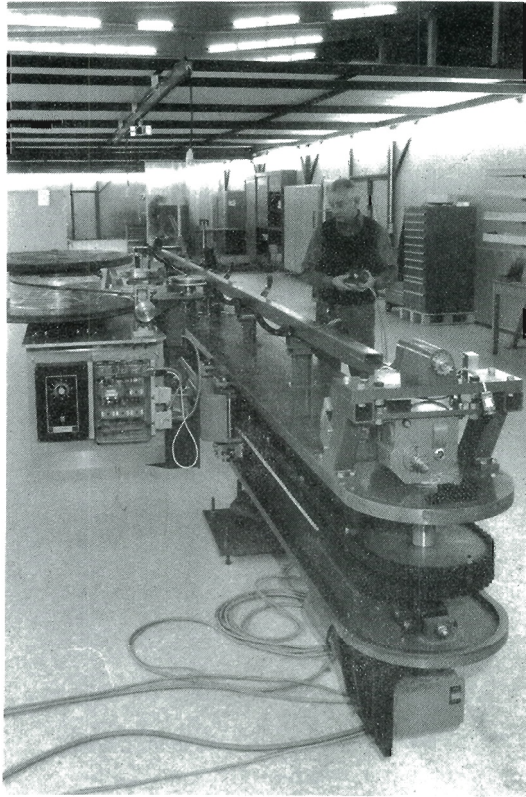
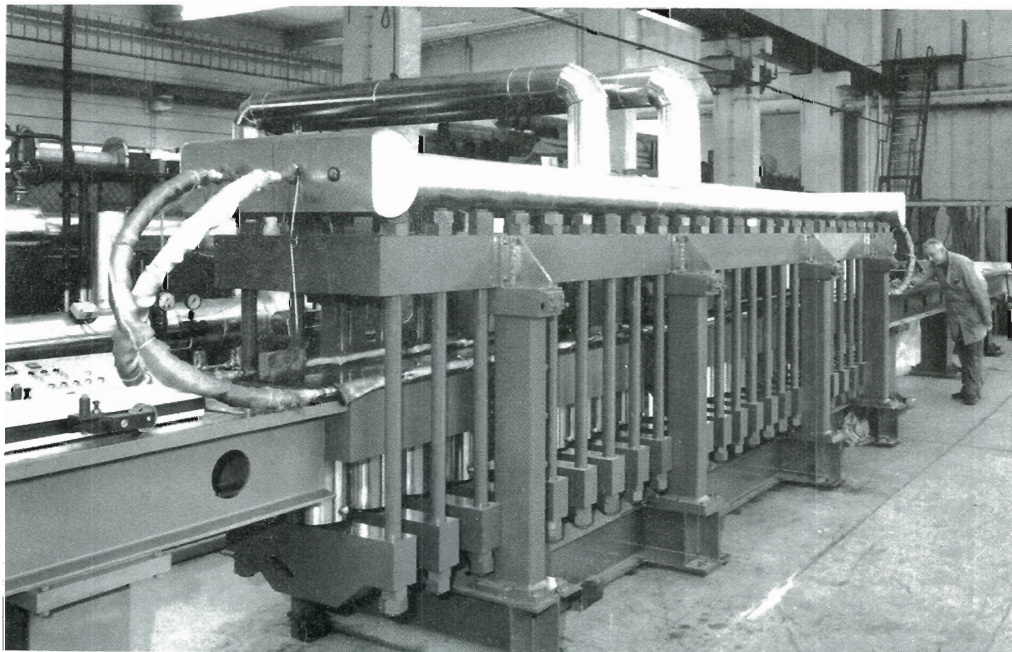


Abb. 21.4: Feldharmonische im geraden Teil der Spule Nr. 1 mit Eisenjoch. Die vertikalen Harmonischen  $b_2$  (Quadrupol) und  $b_3$  (Sextupol) sowie die horizontalen Harmonischen  $a_2$  und  $a_3$  als Funktion des Stroms. (Eingeklammerte Werte = spezifizierte Werte.)



**Abb. 21.5: Spulenwickelmaschine für 6-m-Dipole.**



**Abb. 21.6: Hydraulische Pressvorrichtung für 6-m-Dipole.**

Die mechanische Konstruktion wurde dahingehend abgeändert, daß die gestanzten Stützringe (Collars), welche die Spulenhälften zusammenhalten, nicht mehr über die ganze Länge verschweißt, sondern durch demontierbare Längsanker zusammengehalten werden. Hierdurch sind die Spulen einer zerstörungsfreien Demontage zwecks nachträglicher Korrektur zugänglich. Die Entwicklung der neuen Collars erforderte unter anderem umfangreiche Festigkeitsberechnungen nach der "Finite Element"-Methode.

Ebenfalls neu berechnet wurde die Konfiguration der Spulenköpfe mit dem Ziel, die Sextupolstörung der Endfelder zu beseitigen. Diese Arbeiten wurden von D. Hochman vom Weizmann Institute of Science, Rehovot, Israel, als Gast durchgeführt (DESY HERA-82-03 und DESY HERA-82-05).

Parallel zur Spulenfertigung wurden die Konstruktionsarbeiten für einen zur Serienproduktion geeigneten 6-m-Kryostaten intensiviert. Neben der Lösung mechanischer Probleme (z.B. kälteverlustarme Abstützungen) waren zur Dimensionierung der Heliumströmungsquerschnitte umfangreiche Studien über zweiphasige Heliumströmungen erforderlich, die noch nicht abgeschlossen sind.

Die zur Untersuchung der Magnete erforderlichen kryogenischen und magnetmeßtechnischen Vorrichtungen wurden in ihrer ersten Ausbaustufe fertiggestellt und in Betrieb genommen. Eine wesentliche Komponente hiervon ist eine Helium-Kälteanlage mit einer Kälteleistung von 400 W bei 4 K, die zu Beginn des Berichtsjahres von der Industrie geliefert und im August in Betrieb genommen wurde. Während im ersten Halbjahr die Magnettests mit gekauftem flüssigen Helium, ergänzt durch erhebliche Zuproduktion aus der Überschulleistung der PLUTO-Kälteanlage, erfolgen mußten, konnten die weiteren Messungen mittels der neuen Anlage im geschlossenen Kreislauf durchgeführt werden.

*Test- und  
Meßvorrichtungen*

Zur Vermessung der Magnete wurden rotierende Präzisionsspulen von Längen zwischen 0.3 und 2.4 m hergestellt. Hinzu kamen die mechanischen Lagerungen und Antriebe sowie die automatische Steuerung, Auslese und Analyse der Daten mittels Kleinrechner im Verbund mit der zentralen Rechenanlage. Diese Systeme wurden im Laufe des Jahres ergänzt durch eine automatische Registriermöglichkeit von Strom- und Spannungswerten an der Spule während eines Quenches mit zeitlicher Auflösung von bis zu  $10^{-3}$  sec.

Des weiteren wurde ein System zur Messung kleiner Lageänderungen an Spulen oder Teilen von Spulen entwickelt. Es beruht auf der Änderung der Resonanzfrequenz federnd gebauter HF-Cavities im Bereich von 2 bis 4 GHz und erlaubt eine Längenänderungsmeßempfindlichkeit von ca.  $10^{-3}$  mm in einem Kryostaten bei Temperaturen von 4 K und magnetischen Induktionen von mehreren Tesla. Es soll zur Messung von Spulendeformationen unter Erregungsbedingungen sowie zur Ermittlung der elastischen Konstanten von Leiterpaketen bei Heliumtemperatur eingesetzt werden.

Ein Schnelltest des Kurzprobenstroms der in den Dipolen verwendeten supraleitenden Kabel mit Labormitteln wurde als Teil einer Diplomarbeit versuchsweise aufgebaut und bei einem ersten erreichten Ergebnis von 94% des spezifizierten Wertes für den Dipolleiter unterbrochen. Die Versuche werden mit einer verbesserten Probenhalterung fortgesetzt.

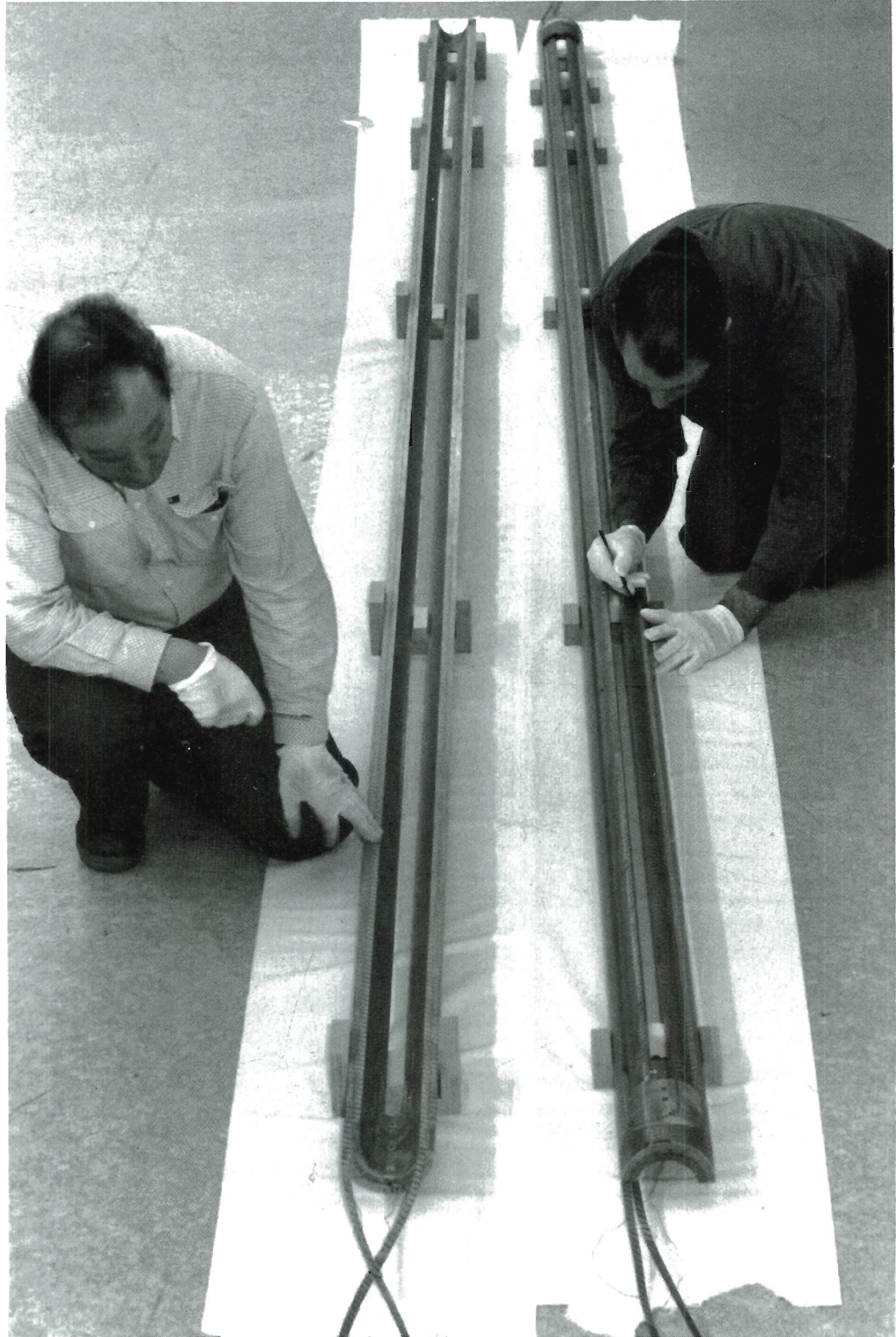


Abb. 21.7: Komplett gewickelte und ausgebackene 6m lange Halbspulen für supraleitende Dipolmagnete für den Protonenring von HERA.

Im Rahmen eines Zusammenarbeitsvertrages mit dem französischen Kernforschungsinstitut von Saclay wurde dort ein erster Quadrupolprototyp für HERA entwickelt und erfolgreich bis zu einem Gradienten von 102 T/m (bei  $T = 4.2$  K) ohne Quench getestet (Sollwert 90 T/m bei einer Temperatur von 4.6 K). Zwei komplette Quadrupole sollen bis Mitte 1983 an DESY geliefert werden.

*Supraleitende  
Quadrupole*

Der Bau von drei Dipolprototypen mit kaltem Eisen bei einer Industriefirma geht planmäßig voran. Die zur Durchführung warmer Magnetfeldmessungen im Werk erforderlichen Magnetfeldmeßvorrichtungen wurden als Doubletten der bei der Gruppe "Neue Technologien" vorhandenen Geräte nachgebaut und stehen zur Verfügung.

*Industriemagnete*

Die Planungsarbeiten für das Helium-Kältesystem für den kompletten Protonenring wurden fortgesetzt und intensiviert. Hierfür konnten, auch für längere oder kürzere Zeiträume, kompetente externe Mitarbeiter gewonnen werden. (F. Schmeissner – ehem. CERN, J. Schmid – CERN; H. Barton – FNAL, J. E. Nicholls – FNAL).

*Helium-Kältesystem*

## Betrieb von supraleitenden Detektor-Magneten

Der eingangs erwähnte Betrieb der Kälteanlagen für PLUTO und CELLO erstreckte sich auf die Betreuung des PLUTO-Magneten im Schichtbetrieb (Jahresstundenzahl: 5600 Std. kalt; 5000 Std. erregt), sowie den Testbetrieb des CELLO-Magneten im Standby (Vollschichtbetrieb beim Kalt- und Warmfahren und Stellung von Rufbereitschaften im stationären Betrieb).

## Betrieb von supraleitenden PETRA-Cavities

Die an den Experimenten mit supraleitenden Hochfrequenzbeschleunigerstrecken (Cavities) beteiligten Gruppen wurden durch Planung, Aufbau und Betrieb von Möglichkeiten zum Auffangen und Reinigen des in Dewars angelieferten flüssigen Heliums in den PETRA-Hallen Ost und West sowie durch Verflüssigen von zurückgewonnenem Helium in der PLUTO-Kälteanlage unterstützt. Insbesondere durch die improvisierte Rückverflüssigung konnten, ebenso wie für die Magnettests, erhebliche Kosten eingespart werden.

## Kältetechnik und Gase

Im ersten Drittel 1982 hat die Gruppe "Kältetechnik und Gase" die 1981 angefangenen Umbauarbeiten an den DORIS-Magneten termingerecht durchgeführt. Die Magnete hatten alle die geforderte hohe geometrische Genauigkeit, so daß alle Magnete rechtzeitig in den DORIS II-Ring eingebaut werden konnten. Im Anschluß daran wurden die Gaskreislaufanlagen für den ARGUS-Detektor fertig gebaut und in der Halle IV bzw. im ARGUS-Gashaus aufgestellt und verrohrt. Die eine Kreislaufanlage versorgt die  $\mu$ -Kammern mit einem Argon/Methan-Gemisch. Die zweite Anlage versorgt die zentrale Driftkammer wahlweise mit Propan/Methylal-Gemisch oder Argon/CO<sub>2</sub>. Beide Systeme haben die geforderten Spezifikationen voll erreicht.

*Installationen  
an den Experimentier-  
einrichtungen*



Zusätzlich mußte ein Sicherheitskreislauf für den ARGUS-Detektor geplant und gebaut werden, der eventuelle Leckagen der Driftkammer des ARGUS-Detektors ungefährlich macht. Auch diese Anlage, die 300 Nm<sup>3</sup>/h Kreislaufgas fördert, hat die geforderten Spezifikationen erreicht. Die Atmosphäre im ARGUS-Detektor kann kontinuierlich mit einem Sauerstoffgehalt von  $\leq 10\%$  aufrechterhalten werden, wozu ca. 20 Nm<sup>3</sup> Stickstoff/h erforderlich sind. Im übrigen gestattet diese Anlage eine außerordentlich empfindliche integrale Prüfung der Dichtheit der ARGUS-Driftkammer. Man kann in diesem Inertgas-Kreislauf Propangehalte von 20–30 vpm mühelos entdecken.

Daneben wurde für Crystal Ball ein Kühlkreislauf sowie verschiedene Gasversorgungseinrichtungen gebaut, unter anderem auch eine Notversorgung der Klimakammer für den Fall, daß die Hauptklimaanlage versagt.

### *Helium-Rückgewinnung*

Im letzten Quartal des Jahres 1982 wurde systematisch begonnen, die Helium-Rückgewinnungsanlage zu modernisieren, insbesondere wurden eine neue Abfüllstation sowie Verbindungsleitungen zwischen Abfüllstation, Druckspeicher und Ballon gebaut, die es gestattet, mit oder ohne Reinigung von einem Druckspeicher auf den anderen Druckspeicher zu fahren, so daß man große Verunreinigungsgrade des Heliums stufenweise reinigen kann.

### *Überwachung*

Weitgehend fertiggestellt wurden die Fernanzeigen der verschiedenen auf dem DESY-Gelände befindlichen Gasanlagen zentral im Gebäude 13 bei den Kontrolltechnikern der Gruppe "Kältetechnik und Gase". Die Versorgung mit Gasen sowie der Betrieb des zentralen Gase-Lagers hat erkennbare Veränderungen, insbesondere bei flüssig-Helium gebracht.

Die erfolgreichen Versuche mit der supraleitenden Cavity im PETRA-Speicherring Mitte 1982 in Halle West sowie Lieferverzögerungen an der 400-Watt-Anlage für die Magnettests in Halle III haben dazu geführt, daß der Bedarf an flüssig-Helium im Berichtsjahr stark angestiegen ist. Bezüglich der Zahl der lagermäßig geführten Gase ist so gut wie keine Veränderung eingetreten.

### *Sonstiges*

Im übrigen wurde im Berichtsjahr ein neuer Gas-Chromatograph beschafft, der uns in den kommenden Jahren in die Lage versetzt, gerade Kohlenwasserstoffe genau zu analysieren, da erhebliche Preisunterschiede für die verschiedenen Reinheitsgrade bezahlt werden müssen und andererseits die Detektoren außerordentlich empfindlich auf bestimmte Verunreinigungen reagieren.

Es wurden ferner Vorbereitungen getroffen, die Helium-Rückgewinnung zu modernisieren und so umzubauen, daß sie in Zukunft eine größere Mengenkapazität bekommt und daß sie beliebig große Verunreinigungen im Helium verarbeiten kann.

Des weiteren übernahm die Gruppe den Aufbau der PLUTO-Kälteanlage, in Halle Ost, wo sie zu Tests von supraleitenden Cavities in PETRA, die dort ab März 1983 beginnen, betrieben werden soll.

## Technologietransfer

1982 wurden die Arbeitnehmererfindungen

”Vorschubeinrichtungen zum Fräsen  
von zylindrischen, räumlichen Teilen” und

”Strahlungs- und Korrosionsfester  
HF-Leistungsabsorber”

gemeldet und in Anspruch genommen.

Die ”Vorschubeinrichtung” wird verwendet, um mit hoher Präzision durch komplizierte räumliche Flächen begrenzte GFK-Zwischenstücke für die supraleitenden Prototyp-Magnete für HERA bei der Gruppe ”Neue Technologien” zu fertigen. Sie ist dort eine wesentliche Hilfe für die Durchführung des Entwicklungsprogramms.

Der ”HF-Leistungsabsorber” nimmt die von den Cavities reflektierte HF-Leistung auf und schützt so unter anderem die Klystrons der HF-Sender vor der Zerstörung.

Die Studien zur Abwärmenutzung wurden abgeschlossen und führten zu einem konkreten technischen Vorschlag, der die Nutzung von 2.6 MW Abwärme des TASSO-Experiments vorsieht. Über eine Elektrowärmepumpe könnte so 3.3 MW Heizleistung – etwa 45% der erforderlichen Maximalleistung für DESY – aus der Abwärme gewonnen werden.

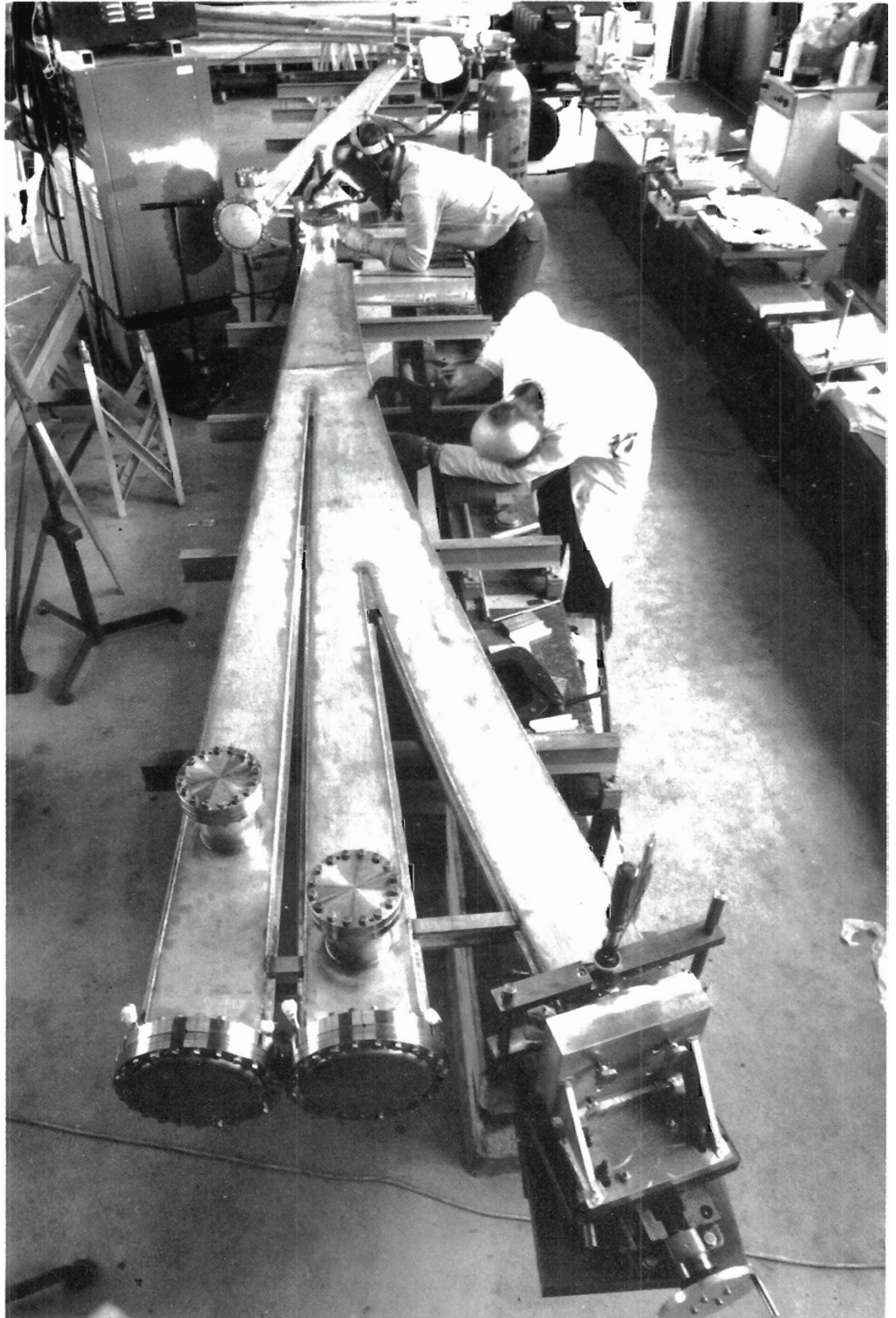


Abb. 22.1: Zusammenschweißen einer Doppelauslaß-Vakuumkammer für DORIS II.

## Technische Dienste

Mit dem Übergang der beiden Projekte "DORIS II" und "PETRA-Energieerhöhung" von der Konstruktion in die Fertigungs- und Montagephase konnte ein größerer Teil der Konstruktionskapazität der Entwicklung supraleitender Magnete zugeteilt werden. Insgesamt verteilte sich die Arbeitsleistung zu 20% auf den Bereich Forschung, 23% auf den Bereich Maschine, 39% auf supraleitende Magnete und 18% auf Sonstige.

*Konstruktion*

Bereich Forschung:

Für ARGUS wurden die Zylinderwabe sowie einige Vorrichtungen konstruiert, für CELLO und JADE Untersuchungen für ein verbessertes Strahlrohr angestellt und für HASYLSAB ein Röntgenstrahlagemonitor, eine Spiegelkammer und verschiedene Strahlrohre konstruiert.

Bereich Maschine:

Für DESY II wurden erste Studien und Festigkeitsberechnungen an einer elliptisch gewellten V2A-Vakuumkammer durchgeführt. Für PETRA konzentrierten sich die Arbeiten auf Komponenten zur Entwicklung supraleitender Cavities.

Supraleitende Magnete:

Für das Programm "Supraleitende Magnete" erstreckten sich die Arbeiten von Montagevorrichtungen und Werkzeugen für die Dipolfertigung, wie z.B. Leiter-Pressvorrichtung, Stapelvorrichtung, für die Backmulden und Wickelkerne, Werkzeuge zum Pressen und Verschweißen der Collars, Aufbau der Joch-Stapelvorrichtung, über das Eisenjoch des Dipols bis zur Konstruktion eines großen Testkryostaten, in dem die originallangen Dipolspulen vor ihrem Einbau ins Joch kalt getestet werden sollen.

Die Hauptbelastung der mechanischen Fertigung in den DESY-Werkstätten lag auf folgenden Schwerpunkten:

*Mechanische  
Fertigung*

Linac II:

Ein Prototyp des SLED-Speichercavities konnte nach Anfertigung der nötigen Lötvorrichtungen fertiggestellt werden und wurde nach diversen Abgleicharbeiten von der Linac-Gruppe erfolgreich getestet.

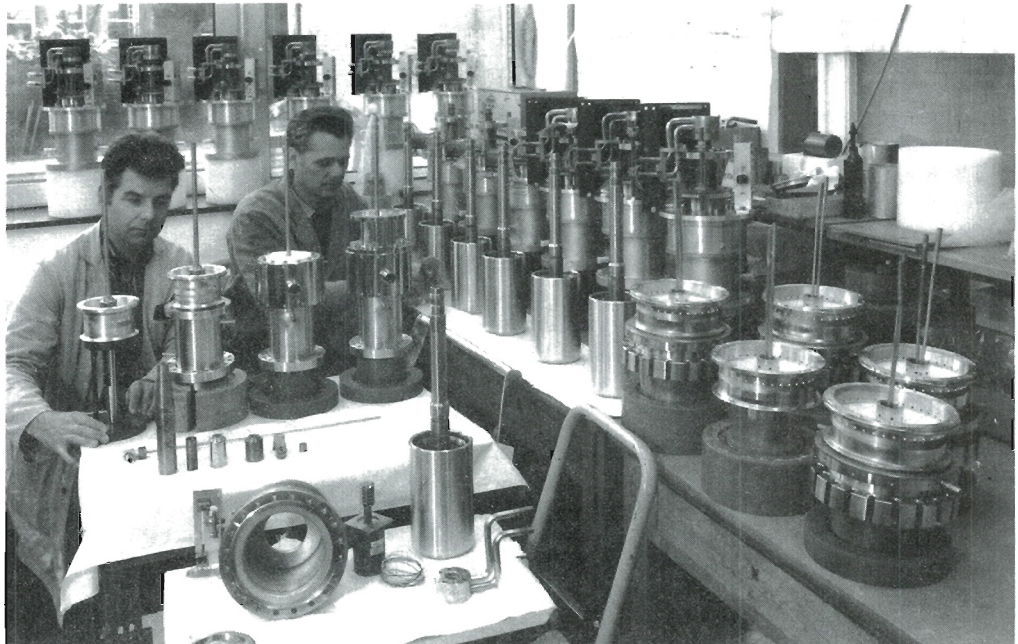
DORIS II:

Die Komponenten für das komplette Vakuumsystem am umgebauten Speicherring DORIS einschließlich der Veränderungen an den Vakuumkammern der Einschubwege konnten fertiggestellt werden. Die Abb. 22.1 zeigt, wie eine Doppelauslaß-Vakuumkammer für DORIS II von 7.7 m Länge zusammenschweiß wurde.

Ein neuer, sehr kompakter Septummagnet konnte in nur ca. 6 Wochen in kombinierter interner/externer Fertigung gebaut werden.

PETRA:

Die HF-Komponenten für die Energieerhöhung von PETRA wurden zusammengepaßt und -gebaut (Abb. 22.2), für die im Vorjahr zahlreiche Einzelteile als Serienfertigung extern bestellt worden waren. Die Komponenten, vor allem Absorber, Einkoppelfenster und Feinabstimmungen, wurden in enger Abstimmung mit der HF-Gruppe losweise fertiggestellt, so wie es der Einbau in den Beschleunigerring erforderte.



**Abb. 22.2: Fertigung der HF-Komponenten für die 500-MHz-Cavities für PETRA.**

Forschungsgruppen:

Die bedeutendste mechanische Komponente für den Experimenteaufbau in diesem Jahr war das Herstellen der ARGUS-Wabe zur Halterung von Szintillations-Schauerzählern (Abb. 6.3): Nachdem es im Vorjahr schwierig schien, eine Firma zu finden, die bereit war, eine Feinblech-Konstruktion der geforderten Genauigkeit mit so großen geometrischen Abmessungen – wie die Zylinderwabe – anzufertigen, konnte im Januar bei einem mittelgroßen Maschinenbaubetrieb mit der Fertigung der Einzelteile begonnen werden. Nach einer für dieses Objekt relativ kurzen Bauzeit war – noch gerade rechtzeitig für den ARGUS-Zusammenbau – im Juni die Abnahme, die eine vorzügliche Präzision der Fertigung zeigte. Das Einbringen der Zählerpakete mittels einer speziellen Füllvorrichtung (Abb. 6.4) funktionierte besser als erwartet.

Für den Crystal Ball-Detektor wurde das für DORIS II passende Strahlrohr gebaut.

Für TASSO wurden 2 Tanks mit Fahrwerk für den Vorwärtsdetektor gefertigt sowie 1 Strahlrohr unter Berücksichtigung des neuen Vertexdetektors.

CELLO erhielt unter anderem 2 Satz halbkreisförmige Szintillatoren und Triggerzähler als ortsbestimmende Komponente des Vorwärtsdetektors sowie ebenfalls 1 neues Strahlrohr.

JADE wurde mit neuem Halterungssystem für die Pb-Glaszähler ausgerüstet und unter anderem auch mit neuen Strahlrohr-Komponenten und 4 Gehäusen für ein Tagging-System. Der Versuch, ein besonders massearmes Strahlrohr, ähnlich einer Sandwich-Konstruktion, für ca. 3 bar Überdruck aus 0.5 mm dicken Aluminiumblechen zu fertigen, ist noch nicht abgeschlossen.

HERA-Supra-Dip und SLC:

Die Anfertigung von Komponenten und Vorrichtungen für den Bau der supraleitenden, 1 m langen Prototyp-Spule wurde fortgesetzt. Für die Herstellung der original 6 m langen Spulen waren fertigen zu lassen: die Stapelvorrichtung für die Stützringe, Bänder und schmale Faltbleche als shims, die entsprechende hydraulische Presse, Wickelmaschinenzubehör wie z.B. gestanzte Formstücke für Wickelkern und Druckmulde, die Spulenstützringe (Collars) in geänderter Version, das Feinstanzwerkzeug für die Joch-Lamellen u.a.m.

Begonnen wurden interne Arbeiten für den vertikalen Test-Badkryostaten und für einen Kryostaten für das erste 9zellige supraleitende Cavity.

In der Betriebsausstattung der Hauptwerkstatt hat sich die Ende des Vorjahres in Betrieb genommene CNC-Fräsmaschine gut bewährt und wurde über das ganze Jahr durchgehend ausgelastet. Aufgrund dieser positiven Erfahrung wurde nun auch eine CNC-Drehmaschine bestellt und im November geliefert.

Von der Gruppe "Elektronik-Fertigung" wurden im Berichtsjahr insgesamt 718 (Vorjahr 634) Aufträge abgewickelt. 77% der Arbeiten entfielen auf den Bereich Maschine, 16% auf den Bereich Forschung und 7% auf Sonstiges.

*Elektronik-Fertigung*

Der Schwerpunkt der Arbeiten lag bei der Fertigstellung diverser elektronischer Geräte und Anlagen im Zusammenhang mit dem Umbau von DORIS. Ebenfalls fertiggestellt wurden die letzten noch fehlenden Komponenten für die Vorhaben "PETRA-Energieerhöhung" und "1-GHz-System" (elektronische Steuerungs- und Überwachungsgeräte für den Betrieb der Sender sowie der zugehörigen Cavities) sowie eine Vielzahl von Geräten für die Fernkontrolle der vorhandenen Beschleuniger.

Für ARGUS wurden wesentliche Teile der Driftkammer-Elektronik wie Vor- und Hauptverstärker, ADCs, TDCs und Diskriminatoren fertiggestellt.

Die DESY-Tischlerei umfaßte im Berichtsjahr einen Meister, 5 Gesellen und 3 Lehrlinge. Der Schwerpunkt der Arbeiten lag auf der Anfertigung von Modellen, sei es von Beschleunigerkomponenten oder Detektoren für Ausstellungszwecke, sei es zur Erleichterung der Fertigung von Vorrichtungen. Daneben wurden zahlreiche Transport- und Lagervorrichtungen gefertigt und ebenfalls Teile für die Bauunterhaltung oder für Büroeinrichtungen hergestellt.

*Tischlerei*

Alle drei Lehrlinge legten erfolgreich und mit guten Noten ihre Gesellenprüfung ab.

*Fernmeldetechnik*

Der Gruppe "Fernmeldetechnik" obliegt einerseits der Betrieb der zentralen Telefonanlage, die Wartung und Entstörung von Telefonen, die Installation neuer Telefone und die zentrale Uhrenanlage. Andererseits ist sie für das gesamte Schwachstrom-Kabelnetz, d.h. das Fernmeldenetz, das Koaxialkabelnetz für alle Verbindungen zum Rechenzentrum sowie das Störungsmeldenetz zum Technischen Notdienst verantwortlich.

Die Gruppe, bestehend aus 11 Mitarbeitern, erledigte insgesamt 232 Werkstattaufträge, darunter für den Bereich Maschine unter anderem die Verkabelung für das 1-GHz-System und den Umbau des Hauptverteilers für die Zusammenlegung aller Maschinenkontrollen in den PETRA-Kontrollraum.

Für den Bereich Forschung wurde der Kontrollraum des Experimentes Crystal Ball installiert, die Verkabelung der Driftkammer, Schauer- und Flugzeitähler des ARGUS-Experiments zwischen Detektor, Meßhütte und Kontrollraum vorgenommen und das Interlock-System der HASYLAB-Halle ausgebaut.

Alle Arbeiten wurden sorgfältig dokumentiert.

*Ausbildung in gewerblichen Berufen*

Im August wurden 17 Auszubildende neu eingestellt, 8 schlossen ihre Ausbildung erfolgreich ab. Mit den Neuaufnahmen wurde der Ausbildungsberuf "Dreher" eingeführt. Im Dezember wurden auf Bitten des Ersten Bürgermeisters der Stadt Hamburg wegen der großen Zahl von Schulabgängern ohne Ausbildungsplatz unter Ausschöpfung aller bei DESY gegebenen Möglichkeiten weitere 10, davon 7 gewerblich Auszubildende eingestellt. Die Zahl der gleichzeitig zu betreuenden Auszubildenden erhöhte sich damit zeitweise auf 59. Die Sonderaktion im Dezember wurde nur möglich durch die Zusage der Stadt Hamburg, die für die zusätzlich eingestellten 10 Lehrlinge und für einen weiteren Ausbilder erforderlichen Mittel bereitzustellen, während von DESY ein weiterer Ausbilder aus dem Stellenplan freigestellt werden mußte. Außerdem mußten weitere Räumlichkeiten für die Elektroausbildung hergerichtet werden.

Eine Übersicht über die Ausbildungsberufe gibt die folgende Tabelle:

Beruf	DESY-Gruppe	Ausbildungsstand				gesamt 31.12.82
		abge- schlossen	fort- laufend	neu begonnen		
				1.8.	1.12.	
Techn. Zeichner	LA + W1	3	5	4	-	9
Tischler	W7	3	-	2	1	3
Feinmechaniker	LA + W41	1	11	4	-	15
Dreher	LA + W41	-	-	1	1	2
Betr.-Schlosser	LA + G11	1	2	2	1	5
Elektrogeräte- Mechaniker	LA + MKK1	-	1	2	2	5
Elektroanlagen- Installateur	LA + MKK1	-	2	-	-	2
Nachrichtengeräte- Mechaniker	LA + W5 sowie F + M	-	6	2	2	10
		8	27	17	7	51

Außerdem wurden 3 Fachhochschul- und mehrere Schülerpraktikanten betreut und eingewiesen.

Die Einrichtung der Ausbildungswerkstatt konnte ergänzt werden durch einen Demonstrationssatz "Elektrische Maschinen", auf mechanischem Gebiet durch Übernahme einer älteren 2-m-Drehbank aus der Mechanischen Hauptwerkstatt.

Im vergangenen Jahr konnten zwei wichtige Baumaßnahmen abgeschlossen werden. Im Frühjahr wurde der Anbau Ie an das Laborgebäude I fertiggestellt und von der Gruppe F35 sowie einigen Mitarbeitern der Gruppe "Neue Technologien" bezogen. Dadurch wurden die bisher noch auf dem DESY-Gelände verstreut angesiedelten Mitarbeiter an der Entwicklung supraleitender Magnete räumlich konzentriert und befinden sich zudem in der Nähe der Halle III, wo Bau und Tests der Magnete stattfinden.

*Bauten*

Mit der Renovierung des großen Speisesaales der Kantine wurde die sich über mehrere Jahre erstreckende Erweiterung der DESY-Kantine endlich abgeschlossen und den DESY-Mitarbeitern ein ansprechender Ort für die Mittagspause angeboten.

Eine Reihe größerer Umbauarbeiten wurde für das Entwicklungsprogramm "Supraleitende Magnete" ausgeführt. Hierzu zählen:

- Montagezelt in Halle III als semiclean-room
- Grube im Hallenboden zur Aufnahme eines 6 m langen Kryostaten
- Fundamentierung einer 70 m langen Testhalle

Die Sozialräume der Tischlerei haben sich mit den jetzt regelmäßig anwesenden drei Auszubildenden als zu klein erwiesen. Deshalb wurde ein Anbau geplant und begonnen, damit Aufenthalts- und Umkleieraum getrennt werden und ausreichende Sanitäreinrichtungen geschaffen werden können.

Für die Bauunterhaltung müssen von Jahr zu Jahr in steigendem Maße Mittel aufgewendet werden. Die Fassade der Heizungszentrale wurde vollständig erneuert und nach modernen Wärmedämmvorschriften gefertigt, einige andere Fassaden mußten renoviert werden. Immer wieder treten Dachleckagen auf, die zu umfangreichen Dachsanierungen der Flachdächer zwingen.

Das im Vorjahr erstmals eingesetzte Injektionsverfahren zur Sicherung der abrutschenden PETRA-Hänge scheint sich zu bewähren. An den mit Injektionen behandelten Hangteilen traten keine weiteren Hangrutschungen auf. Wegen des guten Erfolges wurde daher beschlossen, das Verfahren auch auf andere besonders gefährdete Stellen anzuwenden.

Das herausragende Ereignis war der Transport des Crystal Ball-Detektors vom Flughafen Frankfurt/Main zu DESY (Abb. 7.1), der unter der Regie der Transportgruppe stattfand. Außerdem führt die Gruppe zahlreiche interne und externe Transporte für alle DESY-Gruppen durch. Die Gruppe betreut und wartet auch alle DESY-eigenen Fahrzeuge.

*Transport*



### *Betriebsschlosserei*

Die Mitarbeiter der Betriebsschlosserei werden zu vielen Spezialarbeiten herangezogen, die besondere handwerkliche Befähigungen erfordern. Die Gruppe wurde vor allem bei den Umbauarbeiten für DORIS II und bei der Installation der Cavities für die PETRA-Energieerhöhung eingesetzt.

### *Sicherheit*

Die Gruppe Sicherheit besteht aus 2 Ingenieuren und 16 Kontrolltechnikern. Die Sicherheitsingenieure überwachen im Auftrag des Direktoriums die Einhaltung aller einschlägigen Sicherheitsvorschriften, sind zuständig für die sicherheitstechnische Abnahme von technischen Einrichtungen, insbesondere Experimenten und Gebäuden, sowie für alle Sicherheitsbelange auf dem DESY-Gelände. Ihnen zur Seite steht der Sicherheitsrat, bestehend aus leitenden Mitarbeitern von DESY, der zu grundsätzlichen Sicherheitsproblemen Stellung nimmt und bei der Erarbeitung von neuen Regelungen mitwirkt. Außerdem besteht ein Arbeitsschutzausschuß, in den jede technische Gruppe einen Mitarbeiter entsendet und in dem Sicherheitsfragen des Arbeitsalltags diskutiert werden und Verbesserungsvorschläge eingebracht werden.

Die Sicherheitsingenieure arbeiten ferner zusammen mit der Eigenunfallversicherung der Freien und Hansestadt Hamburg sowie mit dem Amt für Arbeitsschutz bei der Prüfung von Druckbehältern und Dampfkesseln.

Der Sicherheitsrat tagte im vergangenen Jahr insgesamt fünfmal. Er schloß die Arbeiten an den Sicherheitsvorschriften für brennbare Gase ab, so daß diese vom Direktorium verabschiedet und in Kraft gesetzt werden konnten.

Ebenfalls wurde vom Direktorium ein von den Sicherheitsingenieuren erarbeitetes Sicherheitskonzept für HERA verabschiedet und über die Baubehörde an das Amt für Arbeitsschutz geleitet.

Der Arbeitsausschuß tagte sechsmal.

Gemäß Arbeitssicherheitsgesetz wurden insgesamt 25 Betriebsbegehungen durchgeführt. Über jede Begehung wurde gemeinsam mit dem Betriebsarzt ein Protokoll angefertigt. Die Beseitigung etwaiger Mängel am Arbeitsort wurde teilweise durch Nachbegehungen kontrolliert.

Für den Brandschutz wurden einerseits in Übungen insgesamt 265 Personen aus 14 DESY-Gruppen praktisch in der Bekämpfung von Bränden unterwiesen, andererseits wurde der PETRA-Tunnel nun vollständig mit den im letzten Jahr eingeführten Rauchmeldern ausgestattet.

Die "Erste Hilfe"-Schulung der Mitarbeiter wurde systematisch weitergeführt.

Die Kontrolltechniker überwachen im Vollsichtdienst den sicheren Betrieb aller technischen Anlagen und greifen bei Störfällen ein, um bestehende Sicherheitsrisiken zu beseitigen. Alle Alarmläufe auf dem DESY-Gelände laufen zentral am Kontrollpult der Kontrolltechniker auf.

Neben vielen Routineeinsätzen mußte der Technische Notdienst bei folgenden Störfällen tätig werden:

Erstversorgung von Verletzten	18 mal
Einsatz bei Aufzugalarm	124 mal
Rauchmeldealarm	81 mal
Feueralarm	3 mal
Einsatz bei Stromausfall	8 mal
Gasalarm	64 mal

Die meisten der Rauch-, Feuer oder Gasalarme erwiesen sich als harmlos, ein gravierender Störfall trat in keinem der Fälle auf.

Das Netz der Störmeldeanlage wurde weiter ausgebaut.

Besondere Erwähnung finden muß die Wiederbelebung durch Mund-zu-Mund-Beatmung eines vom Blitzschlag Getroffenen.

Der Betriebsarzt nahm mit 7 Stunden wöchentlicher Arbeitszeit die Aufgaben nach dem Arbeitssicherheitsgesetz wahr, unterstützt von einer Krankenschwester und einer Verwaltungsangestellten. Je ca. ein Drittel seiner Arbeitszeit entfielen auf Beratung, arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen und Begehungen von Arbeitsplätzen. Die Untersuchungen wurden teilweise ergänzt durch Röntgen-, ergometrische und spezielle Laboruntersuchungen anderer Ärzte.

*Betriebsarzt*

Der Betriebsarzt führte auch eine große Zahl von Schutzimpfungen gegen Grippe oder Wundstarrkrampf durch.

Mit Förderung durch das Direktorium wurde erstmals als betriebliche Vorsorgemaßnahme ein Kurs im Autogenen Training durchgeführt.







---

**Veröffentlichungen  
und  
Vorträge**



# F-Bereich

## CELLO

### Veröffentlichungen

CELLO-KOLLABORATION,  
H.-J. BEHREND et al.

Determination of the radiative widths of the  $\eta'$  and  $A_2$  from two photon exchange production.  
Phys. Lett. 114B (1982) 378 und DESY 82-008

An analysis of the charged neutral energy flow in  $e^+e^-$  hadronic annihilation at 34 GeV, and a determination of the QCD effective coupling constant.  
Phys. Lett. 113B (1982) 427 und DESY 82-017 (LAL 82/06)

Measurement of inclusive  $\gamma$  and  $\pi^0$  spectra and a comparison of the neutral and charged components in hadronic events in  $e^+e^-$  annihilation at 34 GeV.  
Z. Phys. C14 (1982) 189 und DESY 82-018

Measurement of the reaction  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  for  $14 \leq \sqrt{s} \leq 36.4$  GeV.  
Z. Phys. C14 (1982) 283 und DESY 82-019

Measurement of  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$  at high energie and properties of the  $\tau$  lepton.  
Phys. Lett. 114B (1982) 282 und DESY 82-020 (LAL 82/08)

Scalar lepton search with the CELLO detector at PETRA.  
Phys. Lett. 114B (1982) 287 und DESY 82-021 (LAL 82/09)

Analysis of the energy weighted angular correlation in hadronic  $e^+e^-$  annihilation at 22 and 34 GeV.  
Z. Phys. C14 (1982) 95 und DESY 82-022

Observation of topologically isolated energetic electrons in  $e^+e^-$  interactions.  
Phys. Lett. 118B (1982) 211 und DESY 82-055

Measurement of the  $\tau$  lifetime.  
DESY 82-056, Aug. 1982

The influence of fragmentation models on the determination of the strong coupling constant in  $e^+e^-$  annihilation into hadrons.  
DESY 82-061, Sept. 1982 (DPhPE 82-08) zur Veröffentl. in Nucl. Phys.

Coupling strengths of weak neutral currents from leptonic final states at 22 and 34 GeV.  
DESY 82-063 zur Veröffentl. in Z. Phys.

Investigation of two photon final states in  $e^+e^-$  annihilation at  $\langle\sqrt{s}\rangle = 34.2$  GeV.  
DESY 82-080, Dez. 1982 zur Veröffentl. in Phys. Lett.

### Vorträge

W.-D. APEL  
Erzeugung von Quark- und Gluon-Jets.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

S. BANARJEE  
A study of energy-energy correlations in hadronic  $e^+e^-$  annihilation.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

H.-J. BEHREND  
Recent Results from the CELLO Collaboration at PETRA.  
XXIst Int. Conf. on High Energy Phys., Paris (1982)

Y. DUCROS  
The influence of fragmentation models on the determination of the strong coupling constant in  $e^+e^-$  annihilation into hadrons.  
XXIInd Cracow School of Theor. Phys., Zakopane (1982)  
(Acta Phys. Polonica No. 3 Vol. B14 (1983))

Y. DUCROS  
Search for scalar particles and excited leptons at PETRA.  
XXIInd Cracow School of Theor. Phys., Zakopane (1982)  
(zur Veröffentl. in Acta Phys. Polonica)

J.H. FIELD  
Two photon physics results from PETRA.  
Plenarvortrag  
XVIIth Rencontre de Moriond, Les Arcs (1982)

G. FLÜGGE  
Search for New Particles in  $e^+e^-$  Annihilation.  
DESY-Workshop (1982)

D.C. FRIES  
Was ist ein Proton? Unser derzeitiges physikalisches Bild vom Nukleon.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

D.C. FRIES  
PETRA-Ergebnisse auf der DPG-Frühjahrstagung in Karlsruhe.  
ÖPG-Tagung, Silberberg/Österreich (1982)

G. GRINDHAMMER  
The Determination of  $\alpha_s$  in first order and its Dependence on the Fragmentation Model.  
Europhys. Study Conf. on Jet Structure in Quark and Lepton Interactions, Erice (1982)

J. HAISSINSKI  
Results and Further Plans on 2-Photon Physics at PETRA.  
DESY-PRC (1982)

J. HAISSINSKI  
Some results obtained with CELLO in photon-photon physics.  
XVIIth Rencontre de Moriond, Les Arcs (1982) (LAL 82/11)

CH. KIESLING  
Physics Results from CELLO.  
DESY-PRC (1982)

CH. KIESLING  
Results on  $\alpha_s$  from CELLO.  
XIIIth Int. Symp. on Multiparticle Dynamics, Volendam (1982)

J. KNAPP, M. MAKOWSKY  
Untersuchung von hadronischen Ereignissen mit harten, isolierten Photonen in der  $e^+e^-$  Annihilation.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

H. KUESTER  
Tau-Paar-Erzeugung in  $e^+e^-$ -Vernichtung.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

H. LIERL  
Deep Inelastic  $e\gamma$  Scattering in CELLO.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

H. LIERL  
Recent Results from CELLO.  
LBL Berkeley and FERMILAB/USA (1982)

H. MUELLER  
Select New Results from CELLO.  
The Nordic Meeting on Elementary Particle Physics, Spatuit/Norway (1982)

H. OBERLACK  
Jets at PETRA.  
2nd Int. Conf. on Physics in Collisions, Stockholm (1982)  
(MPI-PAE/Exp. El. 110 (1982))

F. PIERRE  
Recent Results from CELLO.  
DESY-Seminar (1982)

H. RANDOLL  
Hadronische Jets in der  $e^+e^-$  Annihilation.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)



M.-J. SCHACHTER  
Incl. Particle Production and  
Determination of the Photonic Energy  
Fraction in  $e^+e^-$  Annihilation Processes  
at 22 and 34 GeV.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

## JADE

### Veröffentlichungen

JADE-KOLLABORATION,  
W. BARTEL et al.

Observation of a Charge Asymmetrie in  
 $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ .  
Phys. Lett. 108B (1982) 140

A Measurement of the Reaction  
 $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\eta'$  and the Radiative Width  
 $\Gamma(\eta' \rightarrow \gamma\gamma)$  at PETRA.  
Phys. Lett. 113B (1982) 190

Upper Limit on Beauty Lifetime and  
Lower Limit on Weak Mixing Angel.  
Phys. Lett. 114B (1982) 71

Observation of Four-Jet Structure in  
 $e^+e^-$ -Annihilation at  $\sqrt{s} = 33$  GeV.  
Phys. Lett. 115B (1982) 338

A Search for Charged Scalar Particles  
Pair Produced in  $e^+e^-$ -Annihilation.  
Phys. Lett. 114B (1982) 211

Differential 3-Jet Cross Section in  
 $e^+e^-$ -Annihilation and Comparison  
with 2<sup>nd</sup>-Order Predictions of QCD  
and Abelian Vector Theory.  
Phys. Lett. 119B (1982) 239

Experimental Study of the Photon  
Strukture Funktion  $F_2$  in High  $Q^2$  Region.  
DESY 82-064, zur Veröffentl. in Phys. Lett.

Experimental Evidence for Differences  
in  $\langle P_{\perp} \rangle$  between Quark Jets and  
Gluon Jets.  
DESY 82-086, zur Veröffentl. in Phys. Lett.

### Vorträge

W. BARTEL  
PETRA Results on Investigations into  
Fundamental Particles.  
Workshop on New Flavours,  
Moriond (1982)

D. CORDS  
Two Photon Interactions.  
SLAC-Summer Inst. on Particle Physics,  
Stanford (1982)

E. ELSSEN  
Energieverteilung von Jets in der  
Multihadronproduktion und Vergleich  
mit Aussagen der QCD Störungstheorie.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

G. HEINZELMANN  
Results from JADE.  
XXIst Int. Conf. on High Energie Physics,  
Paris (1982)

S. KOMAMIYA  
Charged Multiplicity and Neutral Kaon  
Production.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

S. KOMAMIYA  
Search for Supersymmetric Partners.  
Supersymmetry versus Experiment  
Workshop, CERN (1982)

J. v. KROGH  
Strangeness and Baryon Produktion  
in  $e^+e^-$ , Lepton-Hadron and  
Hadron-Hadron Collision.  
XIIIth Multiparticle Conf.,  
Volendam (1982)

K.-H. MEIER  
Erzeugung neutraler Teilchen in  
multihadronischen Ereignissen  
bei PETRA.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

B. NAROSKA  
Electroweak Effects in  $e^+e^-$   
Annihilation.  
Phys. in Collisions Conf.,  
Stockholm (1982)

J. E. OLSSON  
Recent Results in  $\gamma\gamma \rightarrow$  Hadrons.  
XVIIIth Rencontre de Moriond,  
Les Arcs (1982)

A. PETERSEN  
Unterschiede zwischen Quark- und  
Gluonjets in der  $e^+e^-$ -Vernichtung.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

P. STEFFEN  
Electroweak Interactions.  
XVIIIth Rencontre de Moriond,  
Les Arcs (1982)

A. WAGNER  
Particle Identification by  $dE/dx$   
Measurement in JADE.  
Int. Conf. on Instrumentation for  
Colliding Beam Physics, SLAC (1982)

A. WAGNER  
Neutrale schwache Ströme in der  $e^+e^-$ -  
Annihilation.  
Plenarvortrag. DPG-Tagung,  
Karlsruhe (1982)

A. WAGNER  
Recent Results from PETRA.  
Annual Meeting of the Division  
of Particles and Fields,  
American Physical Society,  
Maryland (1982)

A. WAGNER  
Read out of Drift Chambers with  
a 100 MHz Flash ADC System.  
1982 Nucl. Science Symp.,  
Washington DC

P. WARMING  
Untersuchungen zur Ladungssymmetrie  
in  $\mu$ -Paaren bzw. multihadronischen  
Ereignissen aus der  $e^+e^-$ -Vernichtung.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

## MARK J

### Veröffentlichungen

D. P. BARBER et al.  
Measurement of Hadron Production and  
Three Jet Event Properties at PETRA.  
Phys. Lett. 108B, (1982) 63

B. ADEVA et al.  
Experimental Tests of Higher Order QED  
at Small Distances.  
Phys. Rev. Lett. 48 (1982) 721

B. ADEVA et al.  
Experimental Limits on the Production  
of Excited Leptons and Stable  
Heavy Leptons.  
Phys. Rev. Lett. 48 (1982) 967

B. ADEVA et al.  
Measurement of  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  Charge  
Asymmetry.  
Phys. Rev. Lett. 48 (1982) 1701

B. ADEVA et al.  
Search for Charged Higgs, Scalar Taus,  
and a Test of Technicolor Models.  
Phys. Lett. 115B (1982) 345

B. ADEVA et al.  
Search for Top Quark and a Test of  
Models Without Top Quark at the  
Highest PETRA Energies.  
M.I.T./L.N.S. Report 128, Dez. 1982

P. DUINKER  
Review of  $e^+e^-$  Physics at PETRA.  
Rev. Mod. Phys. 54 (1982) 325

A. BÖHM  
Search for New Particles at PETRA.  
Proc. of the XVIIIth Rencontre de  
Moriond, Les Arcs (1982) 159 und  
DESY 82-027

J. D. BURGER  
Recents Results of MARK-J.  
Proc. of the XXIst Int. Conf. on High  
Energy Physics, Paris (1982)

A. BÖHM  
Weak Neutral Currents in  $e^+e^-$   
Experiments.  
Proc. of the SLAC Summer  
Inst. on Particle Physics (1982) und  
DESY 82-084

J. BRANSON  
Elektroweak Tests at PETRA.  
Proc. of the Fifth Warsaw Symp. on  
Elementary Particle  
Physics, Kazomierz 1982 und ,  
DESY 82-066

J. BRANSON  
A Review of Some Recent PETRA Results.  
DESY 82-078

P. DUINKER  
Status of and Search for New Leptons  
at PETRA.  
Lecture given at the Int. School of  
Subnuclear Physics, 20th Course:  
Gauge Interactions,  
Erice (1982) und NIKHEF-H/83-1

W. KRENZ  
Compilation of Neutrino-Electron  
Scattering Data and Remarks on  
Lepton Coupling Constants.  
Aachen Report, PITHA 82/26

#### Vorträge

A. BÖHM  
Was können die PETRA-Experimente  
über die elektroschwache Wechsel-  
wirkung aussagen.  
Erlangen 1982

A. BÖHM  
Messung leptonischer Reaktionen mit  
dem MARK-J-Detektor bei PETRA.  
Bonn 1982

A. BÖHM  
Measurements of Leptonic Reactions  
with the MARK-J-Detector.  
CERN, Genf 1982

M. POHL  
Inklusive Leptonerzeugung und Suche  
nach neuen Teilchen.  
DPG-Tagung, Karlsruhe 1982

H. RYKACZEWSKI  
Totaler hadronischer Wirkungsquer-  
schnitt der  $e^+e^-$ -Vernichtung.  
DPG-Tagung, Karlsruhe 1982

F. P. POSCHMANN  
Inklusive Myon-Ereignisse in der  
 $e^+e^-$ -Vernichtung.  
DPG-Tagung, Karlsruhe 1982

G. HERTEN  
Messung der Ladungsasymmetrie der  
Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  mit dem  
MARK-J-Detektor bei PETRA.  
DPG-Tagung, Karlsruhe 1982

E. DEFFUR  
Untersuchung zur  $\tau\tau$ -Paarproduktion  
bei PETRA.  
DPG-Tagung, Karlsruhe 1982

T. HEBBEKER  
Messung semileptonischer Zerfälle  
schwerer Quarks mit dem  
MARK-J-Detektor bei PETRA.  
RWTH Aachen, 1982

E. DEFFUR  
 $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ .  
RWTH Aachen, 1982

#### Dissertation

R. B. CLARE  
QCD Properties of Jets.  
M.I.T., Cambridge 1982 (unveröffentlicht)

#### Diplomarbeit

G. BERGHOF  
Hadronische Ereignisse mit Myonen  
in der  $e^+e^-$ -Annihilation bei PETRA.  
RWTH Aachen, 1982 (unveröffentlicht)

## PLUTO

#### Veröffentlichungen

L. CRIGEE, G. KNIES  
Review of  $e^+e^-$  Experiments with  
PLUTO from 3 to 31 GeV.  
Phys. Rep. 83 (1982) 151

PLUTO-KOLLABORATION,  
CH. BERGER et al.

Energy Dependence of Jet Measures in  
 $e^+e^-$  Annihilation.  
Z. Phys. C12 (1982) 297

A Study of Two Photon Production of  
Two-Body Final States with Invariant  
Mass Greater than 2.0 GeV.  
Nucl. Phys. B202 (1982) 189

A Measurement of Charge Properties of  
Quark Jets at PETRA.  
DESY 82-058, zur Veröffentli.  
in Nucl. Phys. B

#### Vorträge

G. ALEXANDER  
Two-photon production of resonances,  
latest result from PETRA.  
Plenarvortrag, Ist GENTER Symp.  
Deidesheim (1982)

A. BÄCKER  
Zwei-Photon-Reaktionen.  
Plenarvortrag,  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

A. BÄCKER  
Two-Photon-Reactions.  
Vth Warsaw Symp. on  
Elementary Particle Phys.,  
Kazimierz (1982)

F. BARREIRO  
Recent results from PETRA.  
Plenarvortrag, Xth Winter-Meeting on  
Fundamental Phys., La Masella (1982)

CH. BERGER  
The photon structure function.  
Vorlesung, Erice (1982)

S. BRANDT  
Jets in  $e^+e^-$ -Reaktionen.  
Herbstschule für Hochenergiephys.  
Maria Laach (1982)

L. CRIGEE  
Recent results from DESY.  
Plenarvortrag,  
Vth Warsaw Sympos. on Elementary  
Particle Phys., Kazimierz (1982)

L. CRIGEE  
Recent results from DESY.  
XXIInd Cracow School of Theor. Phys.,  
Zakopane (1982)

J. DAINTON  
Jets and hard scattering in  
photon-photon collisions.  
Plenarvortrag, XIIIth Int. Symp. on  
Multiparticle Dynamics,  
Volendam (1982)

A. DEUTER  
Das erweiterte Vorwärtsspektrometer  
des PLUTO Speicherringdetektors.  
Kurzvortrag, DPG-Tagung,  
Karlsruhe (1982)

C. GRUPEN  
Multijet produktion in  $e^+e^-$ -  
interactions.  
Invited talk, Weizmann  
Institute, Rehovot/Israel (1982)

C. GRUPEN  
Neuere Ergebnisse der  $e^+e^-$ -Wechsel-  
wirkung in Hadronen.  
Kolloquium, Kiel (1982)

H. KAPITZA  
Messungen von QED-Reaktionen mit  
dem PLUTO-Vorwärtsspektrometer.  
Kurzvortrag, DPG-Tagung,  
Karlsruhe (1982)

G. KNIES

Recent results on electroweak and strong interactions from experiments at PETRA.

KEK-Seminar, Oho/Japan und Univ. Conf., Tokyo und Univ. Sem., Nagoya/Japan und Acad. Sinica Sem., (1982)

B. LEWENDEL

Spurerkennung im PLUTO-Vorwärtsspektrometer.

Kurzvortrag, DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

J. MEYER

Status-Bericht des PLUTO-Experiments. DESY-PRC (1982)

J. PIELORZ

M.C.-Simulation hadronischer Endzustände in der  $\gamma\gamma$ -Streuung.

Kurzvortrag, DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

M. POPPE

Flugzeitmessungen von Teilchen aus  $e^+e^-$ - und  $\gamma\gamma$ -Ereignissen.

Kurzvortrag, DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

B. STELLA

Electroweak physics at PETRA. Triangular meeting Utrecht/Paris/Rome, Rome (1982)

B. STELLA

Phenomenological QCD at PETRA.

Plenarvortrag, Theory workshop, Cortona/Italy (1982)

B. STELLA

Gluonica sperimentale. Univ. Sem., Bari (1982)

B. STELLA

Recenti Risultati di PLUTO. Univ. Sem., Neapel (1982)

B. STELLA

Fisica  $e^+e^-$  a PETRA. Plenarvortrag, Annual Italian Phys. Soc. Conf., Perugia (1982)

U. TIMM

Recent experimental results on deep inelastic two-photon scattering from PETRA.

Plenarvortrag, Ist Genter Symp., Deidesheim (1982)

W. WAGNER

$\gamma\gamma$ -physics. The Nordic Meeting on Elementary Particle Phys., Spätind/Norway (1982)

W. WAGNER

$\gamma\gamma$ -reactions at PETRA. Seminarvortrag, Paris (1982)

W. WAGNER

Photon-Photon-Streuung. Univ. Kolloquium, Aachen (1982)

### Interne Berichte

D. BURKART

Feldvermessung der Septummagnete und Entwicklung von magnetischen Abschirmungen gegen Streufelder am Detektor PLUTO.

DESY PLUTO-82-01 (Diplomarbeit, Hamburg)

K. H. LAU

A study of inclusive muon production in  $e^+e^-$ -annihilation in the CMS range 12-31.6 GeV.

DESY PLUTO-82-01' (Dissertation, Maryland)

M. SÖLTER

Clustererzeugung in den Vieldraht-proportionalkammern des PLUTO-Detektors bei starkem magnetischen Feld.

DESY PLUTO-82-02 (Diplomarbeit, Hamburg)

M. KRÜGER

Bau, Untersuchung und Eichung von ebenen Driftkammern für die Vorwärtsspektrometer des Detektors PLUTO.

DESY PLUTO-82-03 (Diplomarbeit, Hamburg)

L. CRIGEE

Recent Results from DESY. DESY PLUTO-82-04

## TASSO

### Veröffentlichungen

TASSO-KOLLABORATION,

R. BRANDELIK et al.

Charge Asymmetry and Weak Interaction

Effects in  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  and  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ .

Phys. Lett. 110B (1982) 173 und

DESY 82-002

Charged Pion Production in  $e^+e^-$

Annihilation at 14, 22 and 34 GeV CM

Energy.

Phys. Lett. 113B (1982) 98 und

DESY 82-009

A Measurement of  $\sigma_{\text{tot}}(e^+e^- \rightarrow \text{Hadrons})$

for CM Energies between 12.0

and 36.7 GeV.

Phys. Lett. 113B (1982) 499

und DESY 82-010

Scale Breaking in Inclusive

Charged Particle Production

by  $e^+e^-$  Annihilation.

Phys. Lett. 114B (1982) 65

und DESY 82-013

Electroweak Coupling Constants in

the Leptonic Reactions  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$

and  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  and Search for

Scalar Leptons.

Phys. Lett. 117B (1982) 365 und

DESY 82-032

Inclusive  $\rho^0$  Production

in  $e^+e^-$  Annihilation at

High Energy.

Phys. Lett. 117B (1982) 135 und

DESY 82-046

TASSO-KOLLABORATION,

M. ALTHOFF et al.

Angular Correlations in  $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0\rho^0$

near threshold.

Z. Phys. C16 (1982) 13

und DESY 82-062

Search for charged Higgs

and Technipions at PETRA.

DESY 82-069

zur Veröffentl. in Phys. Lett.

Charged Hadron Composition of the

final State in  $e^+e^-$  Annihilation at

High Energies.

DESY 82-070

zur Veröffentl. in Z. Phys. C

Production of  $K\bar{K}$  Pairs in Photon-Photon

Collisions and the Excitation of the

Tensor Meson  $f'$  (1515).

DESY 82-071

zur Veröffentl. in Phys. Lett.

A. LADAGE

The TASSO Liquid Argon Calorimeters.

Proc. of the Int. Conf. on

Instrumentation for Colliding Beam

Physics, SLAC Stanford (1982)

D. LÜKE

Recent Results from TASSO at PETRA.

DESY 82-073

W. KOCH

Correlations in Electron-Positron,

Lepton-Hadron and Hadron-Hadron

Collisions.

DESY 82-072

D. NOTZ

The INPUT/OUTPUT Software for the

370/E Emulator.

DESY F1-82-01

- G. WOLF  
Jet Production and Fragmentation.  
Proc. XXIst Int. Conf. on  
High Energy Physics,  
Paris (1982) und DESY 82-077
- G. WOLF  
Detectors proposed for LEP.  
erscheint in XXth Course of  
Subnuclear Physics.
- Vorträge**
- R. BRANDELIK  
Clusteranalyse multihadronischer  
Ereignisse.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- W. BRAUNSCHWEIG  
Das Flugzeitzählersystem des  
TASSO-Zentraldetektors.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- S. COOPER  
Status von  $\gamma\gamma \rightarrow p^0 p^0$  bei TASSO.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- M. DITTMAR  
 $K^0$ -Produktion in  $e^+e^-$ -Vernichtung  
bei PETRA.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- M. DITTMAR  
Produktion von  $\Lambda$  und  $\bar{\Lambda}$  in  
 $e^+e^-$ -Vernichtung bei PETRA.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- K. GATHER  
Untersuchung der Produktion geladener  
Pionen, Kaonen, Protonen und Anti-  
protonen in der  $e^+e^-$ -Vernichtung  
bei Schwerpunkten von  
14, 22 und 35 GeV.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- H. HARTMANN  
Teilchenidentifikation bei  
hohen Energien.  
Univ. Bonn (1982)
- D. HEYLAND  
Inklusive  $\pi^0$ -Produktion in  
multihadronischen Ereignissen bei  
14 und 34 GeV Schwerpunktsenergie.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- E. HILGER  
Results from PETRA.  
Plenarvortrag  
Vth Int. Conf. Novel Results in  
Particle Physics,  
Vanderbilt, Tennessee (1982)
- E. HILGER  
Recent Results from the PETRA  
Experiments.  
Cornell Univ., Ithaca (1982)
- E. HILGER  
 $e^+e^-$ -Annihilation Results from TASSO.  
Boulder Univ., Colorado (1982)
- E. HILGER  
New  $e^+e^-$ -Results from TASSO  
at PETRA.  
Univ. of Utah, Salt Lake City (1982)
- E. HILGER  
Recent Results from PETRA.  
SLAC, Stanford (1982)
- W. HILLEN  
Tiefinelastische Elektron-Photon-  
Streuung.  
Univ. Bonn (1982)
- W. HILLEN  
Triggerprozessoren zur Spurerkennung.  
Univ. Bonn (1982)
- F. J. KIRSCHFINK  
Messung des totalen hadronischen  
Wirkungsquerschnittes in der  
tiefinelastischen Elektron-Photon-  
Streuung bei hohen Impulsüberträgen.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- L. KÖPKE  
Baryon-Produktion in  
hochenergetischen  
Zwei-Photon-Stößen.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- L. KÖPKE  
Erzeugung von Kaon-Paaren in  
Photon-Photon-Stößen.  
Univ. Bonn (1982)
- H. KOLANOSKI  
Two Photon Physics with the TASSO  
Detector.  
XVII Rencontre de Moriond,  
Les Arcs (1982)
- H. KOLANOSKI  
Two Photon Physics.  
Lectures at the XXII Cracow School,  
Zakopane (1982)
- H. KOLANOSKI  
Two Photon Physics with the TASSO  
Detector.  
DESY-Seminar (1982)
- H. KOLANOSKI  
Meson-Resonanzen in Photon-Photon-  
Stößen.  
Univ. Bonn (1982)
- H. KOLANOSKI  
Recent Results on  $\gamma\gamma$ -Physics from  
TASSO.  
Seminar on  $\gamma\gamma$ -Physics,  
Montpellier (1982)
- A. LADAGE  
The TASSO Liquid Argon Calorimeters.  
Int. Conf. on Instrumentation for  
Colliding Beam Physics,  
SLAC Stanford (1982)
- B. LÖHR  
QCD und Jets in der  $e^+e^-$ -Vernichtung.  
Univ. Bonn (1982)
- B. LÖHR  
Single Jet Energy Moments and the  
Running Coupling Constant.  
DESY-Seminar (1982)
- D. LÜKE  
Recent Results from TASSO at PETRA.  
XXIst Int. Conf. on High Energy  
Physics, Paris (1982)
- H. U. MARTYN  
Hadronisierung von Quark- und  
Gluon-Jets in der  $e^+e^-$ -Vernichtung.  
Plenarvortrag, DPG-Tagung,  
Karlsruhe (1982)
- H. U. MARTYN  
Transverse Polarization - Interest and  
Experimental Aspects at PETRA.  
DESY-Polarisation-Workshop (1982)
- H. U. MARTYN  
Asymmetriemessungen in den  
Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  und  $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$   
mit dem TASSO Detektor.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- D. NOTZ  
Triggering and Filtering in Collider  
Experiments.  
CERN School of Computing, Zinal (1982)
- D. PANDOULAS  
Tests of QCD in  $e^+e^-$  Annihilation at  
PETRA Energies.  
Kolloquiumsvortrag, Ecole Normale  
Superieure, Paris (1982)
- D. PANDOULAS  
Recent Results from the TASSO  
Experiment.  
Kolloquiumsvortrag,  
Syracuse Univ., USA (1982)
- G. PEISE  
Erfahrungsbericht mit einem IBM  
370-Emulator.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)
- G. POELZ  
Preparation of Silica Aerogel and its  
Application in the TASSO Cerenkov  
Counters.  
Int. Conf. on Instrumentation for  
Colliding Beam Physics,  
Stanford (1982)

**H. SIEBKE**

Testmessungen an den neuen planaren Driftkammern der TASSO-Hadron-Arme. DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

**W. WALLRAFF**

Liquid Argon Shower Detektors at PETRA. CERN-Seminar (1982)

**R. WEDEMEYER**

Experimentelle Untersuchung der Hadron-Erzeugung in Photon-Photon-Stößen. Univ. Hamburg (1982)

**N. WERMES**

Untersuchung der Photon-Hadron-Kopplung in zwei-Photon-Reaktionen. Univ. Bonn (1982)

**G. WOLF**

Unification of Electromagnetic and Weak Interactions. Tel Aviv Univ., Sulamith Goldhaber Memorial Lecture, Tel Aviv (1982)

**G. WOLF**

Jet Production in  $e^+e^-$  Annihilation. Weizmann Institute, Seminarvortrag, Rehovoth (1982)

**G. WOLF**

Detection of the Weak Neutral Current in High Energy  $e^+e^-$  Annihilation at PETRA. Seminarvortrag, Int. Centre for Theor. Physics, Trieste (1982)

**G. WOLF**

Jet Production and Fragmentation. Plenarvortrag, XXIst Int. Conf. on High Energy Physics. Paris (1982)

**G. WOLF**

Detectors Proposed for LEP. Int. School of Subnuclear Phys. 20th Course, Erice (1982)

**Dissertationen****H. BURKHARDT**

Untersuchung der Reaktionen  $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ ,  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  und Vergleich mit Vorhersagen der elektroschwachen Wechselwirkung bei Schwerpunktenenergien von 14 bis 35 GeV. Hamburg, 1982

**K. GATHER**

Bestimmung der inklusiven Spektren und Teilchenverhältnisse für Pionen, Kaonen und Protonen/Antiprotonen in der  $e^+e^-$ -Annihilation mit dem TASSO-Detektor am Speicherring PETRA. PITH Aachen, 1982

**R. FOHRMANN**

Messung des totalen hadronischen Wirkungsquerschnitts und Suche nach schweren Quarks in der  $e^+e^-$ -Vernichtung. Hamburg, 1982

**J. PYRLIK**

Messung der Reaktion  $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$  mit dem Flüssig-Argon-Kalorimeter im Experiment TASSO. DESY F1-82-02

**R. RIETHMÜLLER**

Inklusive Erzeugung geladener Pionen in der  $e^+e^-$ -Annihilation. Hamburg, 1982

**N. WERMES**

Untersuchung der Photon-Hadron-Kopplung in Photon-Photon-Wechselwirkungen. Bonn-IR-82-27

**M. WOLLSTADT**

Untersuchungen von hadronischen Endzuständen in hochenergetischen Photon-Photon-Stößen. Der exklusive Kanal  $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^+\pi^-$ . Bonn-IR-82-11

**Diplomarbeit****M. DITTMAR**

Messung der inklusiven Produktion von  $K^0$ ,  $p^0$  und  $K^+$  in der  $e^+e^-$ -Vernichtung zwischen 14 und 34 GeV Schwerpunktenenergie mit dem TASSO-Detektor. Hamburg, 1982

## Crystal Ball

**Vorträge****(Statusberichte)****I. KIRKBRIDE**

DESY-WR (7.6.1982)

**C. PECK**

DESY-PRC (14.9.1982)

**K. STRAUCH**

DESY-WR (4.10.1982)

**M. SCHMITZ**

Sem. über Datenverarbeitung in der Hochenergiephys. Hamburg (1982)

**Veröffentlichungen****(LENA-Kollaboration)**

LENA-KOLLABORATION,  
B. NICZYPORUK et al.

Measurement of R in  $e^+e^-$ 

Annihilation for  $\sqrt{s}$  between 7.4 and 9.4 GeV.

Z. Phys. C 15 (1982) 299 und DESY 82-052

Experimental Upper Limits for Hadronic and Axion Decays of the  $\Upsilon(1S)$ .

Z. Phys. C 1 (1983) 197 und DESY 82-068

**Dissertationen****S. YOUSSEF**

Measurement of R in  $e^+e^-$  Annihilation for  $\sqrt{s}$  between 7.4 and 9.4 GeV. Carnegie-Mellon Univ. (1982)

**R. GRAUMANN**

Die Gluonfragmentation bei  $\Upsilon(1S)$  - Zerfällen. Univ. Hamburg (1982)

**Vorträge****(LENA-Kollaboration)****J.K. Bienlein**

Quakonia.

Univ. of Oregon, Eugene, Oregon (1982)

**R. GRAUMANN**

Untersuchung der Ereignistopologien der  $\Upsilon$ -Resonanz und des Kontinuums. DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

**P. ZSCHORSCH**

Hinweis auf die  $1^3P$ -Zustände des Bottomiums durch Beobachtung des Übergangs  $Y' \rightarrow \gamma 1^3P$ ,  $1^3P \rightarrow \gamma Y$ . DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

**R. GRAUMANN**

Gluonfragmentation in  $\Upsilon(1S)$ -Zerfällen. Disputation, Univ. Hamburg (1982)

**S. YOUSSEF**

Measurement of the total cross section in  $e^+e^-$  Annihilation. California Institute of Technology und Columbia Univ. und Cornell Univ. (1983)

**R. KRAEMER**

Recent Results from LENA.

XXIst Int. Conf. on High Energy Phys., Paris (1982)

## ARGUS

**Veröffentlichungen****DASP2 – KOLLABORATION**

The Hadronic Cross Section of Electron-Positron Annihilation at 9.5 GeV and the  $Y$  and  $Y'$  Resonance Parameters. Phys. Lett. 116B (1982) 383

H. HASEMANN  
dE/dx Measurements with ARGUS.  
Proc. of the Int. Conf. on Instrumentation  
for Colliding Beam Physics,  
SLAC Stanford (1982)

D. WEGENER  
The ARGUS electron photon calorimeter.  
Proc. of the XX1st Int. Conf. on  
High Energy Physics, Paris (1982)

## EMC

### Veröffentlichungen

EUROPEAN MUON COLLABORATION,  
J. J. AUBERT et al.

An Experimental Limit on the Intrinsic  
Charm Component of the Nucleon.  
Phys. Lett. 110B (1982) 73

QCD Analysis of the Structure Function  
 $F_2$  in Muon Nucleon Scattering.  
Phys. Lett. 114B (1982) 291

Measurement of the  $Q^2$ ,  $X$  and  $W^2$   
Dependence of Single Hadron  
Production in Deep Inelastic Muon  
Scattering.  
Phys. Lett. 114B (1982) 373

F. W. BRASSE  
Hadronic Final States in High Energy  
Muon Nucleon Scattering. Recent  
Results from the EMC.  
DESY 82-047

EUROPEAN MUON COLLABORATION,  
A. ARVIDSON et al.  
Preliminary Results on Hadron  
Production in 200 GeV  $\mu$ -Copper and  
 $\mu$ -Carbon Interactions.  
Proc. of the XX1st Int. Conf. on High  
Energy Phys., Paris (1982)

EUROPEAN MUON COLLABORATION,  
J. J. AUBERT et al.

Balance of Transverse Momentum in  
 $\mu$ -N Scattering.  
Proc. of the XX1st Int. Conf.  
on High Energy Phys., Paris (1982)

Measurement of  $\phi$  Moments in Deep  
Inelastic Muon Proton Scattering.  
Proc. of the XX1st Int. Conf. on High  
Energy Phys., Paris (1982)

Measurement of  $R = \sigma_L/\sigma_T$  in  
Deep Inelastic Muon-Proton Scattering.  
CERN-EP 82-159

Production of Charmonium in  
250 GeV  $\mu^+$  - Iron Interactions.  
CERN-EP 82-152

Balance of Transverse Momentum of  
Hadrons Produced in Deep Inelastic  
Muon Proton Scattering.  
Phys. Lett. 119B (1982) 233

EUROPEAN MUON COLLABORATION,  
J. P. ALBANESE et al.  
The Vertex and Large Angle Detectors of  
a Spectrometer System for High Energy  
Muon Physics.  
CERN-EP 82-160

EUROPEAN MUON COLLABORATION,  
J. J. AUBERT et al.  
Production of Charmed Particles in  
250 GeV  $\mu^+$  - Iron Interactions.  
CERN-EP 82-153

C. GÖBLING  
Dimyon-Endzustände in der tief  
inelastischen Myon-Nukleon Streuung.  
Dissertation,  
DESY F21-82-01

### Vorträge

F. W. BRASSE  
Hochenergetische Myon-Streuung.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

F. W. BRASSE  
Hadronic Final States in High Energy  
Muon Nucleon Scattering. Recent  
Results from the EMC.  
Neutrino '82, the  
Int. Conf. on Neutrino Phys.  
Balatonfüred (1982)

C. GÖBLING  
Beauty and Charm Muonproduction at  
the SPS.  
SPS Fixed Targeted Workshop,  
CERN (1982)

C. GÖBLING  
Produktion von Charm und Beauty in der  
Myon-Nukleon-Streuung.  
DPG-Tagung, Karlsruhe (1982)

C. GÖBLING  
Production of Open Charm in Muon  
Nucleon Interactions.  
XVII. Rencontres de Moriond,  
Les Arcs (1982)

V. KORBEL  
Production of Heavy Flavour in Muon  
Iron Interactions.  
Second Moriond Workshop,  
Les Arcs (1982)

## HASYLAB

### Veröffentlichungen

C.-C. GLÜER, W. GRAEFF, H. MÖLLER  
Stroboscopic Topography of Quartz  
Resonators with Synchrotron Radiation.  
DESY SR-82-01

B. LENGELER, G. MATERLIK,  
J. E. MÜLLER  
Double Excitation Structure in the L-Edge  
X-Ray Absorption Spectra of  $\alpha$ -Cerium.  
DESY SR-82-02, zur Veröffentl. in  
Phys. Rev. B

R. REININGER, U. ASAF, P. LAPORTE,  
V. SAILE, I. T. STEINBERGER  
"Free" Electrons and Excitons in  
Fluid Krypton.  
Phys. Rev. B26 (1982) und  
DESY SR-82-03

H.-J. LAU, J.-H. FOCK, E. E. KOCH  
Partial Cross Sections and Density of  
States Effects in the Valence Band  
Photoemission from Solid Nitrogen.  
Chem. Phys. Lett. 89 (1982) 281  
und DESY SR-82-04

H. WILCKE, W. BÖHMER,  
N. SCHWENTNER  
High Flux and High Resolution VUV  
Beam Line for Synchrotron Radiation.  
Nucl. Inst. and Meth.  
und DESY SR-82-05

R. BRUHN, E. SCHMIDT, H. SCHRÖDER  
B. SONNTAG  
Resonant Photoemission of Atomic Mn.  
Phys. Lett. 90 A (1982) 41  
und DESY SR-82-06

R. BRUHN, E. SCHMIDT, H. SCHRÖDER  
B. SONNTAG  
Resonant Satellite Photoemission of  
Atomic Cu.  
Phys. B15 (1982) L441  
und DESY SR-82-07

R. BRUHN, E. SCHMIDT, H. SCHRÖDER,  
B. SONNTAG  
VUV Photoabsorption and  
Photoemission of Atomic Cr.  
J. Phys. B (1982)  
und DESY SR-82-08

R. KAMMERER, J. BARTH, F. GERKEN,  
C. KUNZ, S. A. FLODSTRÖM,  
L. I. JOHANSSON  
Surface Binding Energy Shifts for  
Sodium, Magnesium and Aluminum  
Metals.  
Phys. Rev. B26 (1982) 3491  
und DESY SR-82-09

W. BÖHMNER, R. HAENSEL,  
N. SCHWENTNER, E. BOURSEY  
M. CHERGUI  
Lowest Rydberg State of H<sub>2</sub> in a  
Ne-Matrix.  
Chem. Phys. Lett. 91 (1982) 66  
und DESY SR-82-10

K. H. FRANK, G. KAINDEL, J. FELDHAUS,  
G. WORTMANN, W. KRONE,  
G. MATERLIK, H. BACH  
X-Ray Absorption Study of the Pressure-  
Induced Valence Transitions of SmS.  
In "Valence Instabilities" ed. by  
P. WACHTER, H. BOPPART (North-  
Holland, Amsterdam, 1982)  
und DESY SR-82-11

F. GERKEN  
Calculated Photoemission Spectra of the  
4f States in the Rare Earth Metals.  
DESY SR-82-12  
Zur Veröffentl. in J. Phys. F., Metal Phys.

F. GERKEN, J. BARTH, C. KUNZ  
Partial Photoionization Cross-Sections  
of Rare Earth Metals in the Region of  
the 4d Resonances.  
Proc. of the Int. Conf. on X-Ray and  
Atomic Inner-Shell Phys. Eugene,  
Oregon (USA) (1982)  
und DESY SR-82-13

TH. MÖLLER, B. JORDAN, P. GÜRTLER,  
G. ZIMMERER, D. HAAKS  
J. LECALVÉ, M. C. CASTEX  
Spectroscopic Investigation of the  
Electronic Structure of the  
Chlorine Molecule in the VUV.  
Chem. Phys. im Druck  
und DESY SR-82-15

R. REININGER, U. ASAF,  
I. T. STEINBERGER, V. SAILE,  
P. LAPORTE  
Photoconductivity and the Evolution of  
Energy Bands in Fluid Xenon.  
DESY SR-82-19, zur Veröffentl. in  
Phys. Rev. B.

P. LAPORTE, V. SAILE, R. REININGER,  
U. ASAF, I. T. STEINBERGER  
Photoionization of Xenon below the  
Atomic Ionization Potential.  
DESY SR-82-20, zur Veröffentl. in  
Phys. Rev. A.

T. MÖLLER, B. JORDAN, P. GÜRTLER,  
G. ZIMMERER, D. HAAKS,  
J. LE CALVÉ, M. C. CASTEX  
Analysis of Structured Fluorescence  
Spectra of Cl<sub>2</sub> Molecule Excited  
Selectivity with Synchrotron  
Radiation.  
Proc. of the 6th Int. Conf.  
on Spectral Line Shapes,  
Boulder (USA) (1982)  
und DESY SR-82-21

S. L. CHANG  
Mode Selection and  
Intensity Enhancement of X-Rays  
in Crystals.  
Appl. Phys. Lett. 40 (9) (1982) 793

S. L. CHANG and C. CAMPOS  
X-Ray Interference by Division of  
Wave Front. A New X-Ray Interferometer.  
Appl. Phys. Lett. 40 (7) (1982) 558

U. BONSE, R. TEWORTE  
A Rotation Stage for Precise Alignment  
at the 10<sup>-3</sup> sec. of Arc Level.  
J. Phys. E.: Sci. Instr.  
Vol. 15 (1982) 187

U. BONSE, I. HARTMANN-LOTSCH,  
H. LOTSCH, K. OLTHOFF-MÜNSTER  
High Resolution Measurement of  
Absorption  $\mu(E)$  and Anomalous  
Dispersion  $f'(E)$  at the K-Edge of Copper.  
Z. Phys. B47 (1982) 297

J. BOHR, M. NIELSEN, J. P. MCTAGUE,  
J. ALS-NIELSEN, K. KJAER  
Synchrotron X-Ray Study of Physisorbed  
Films of Mixtures of Ar and Xe  
on Graphite.  
Proc. of the 2nd Trieste  
Int. Symp. on Statistical Mechanics of  
Adsorption, Trieste (1982)

M. NIELSEN, J. BOHR, K. KJAER  
Diffraction Measurements on  
Physisorbed Films.  
Proc. of the Int. Conf. on the  
50th Anniversary of the Discovery  
of the Neutron, and its Application,  
Cambridge (UK) (1982)

K. KJAER, M. NIELSEN, J. BOHR,  
H. J. LAUTER, J. P. MCTAGUE  
Monolayers of CF<sub>4</sub> Adsorbed on  
Graphite, Studied by Synchrotron  
X-Ray Diffraction.  
Phys. Rev. (1982)

J. P. MCTAGUE, J. ALS-NIELSEN,  
J. BOHR, M. NIELSEN  
Synchrotron X-Ray Study of Melting in  
Submonolayer Ar and other Rare -  
Gas Films on Graphite.  
Phys. Rev. B25 (1982) 7765

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.  
Surf. Sci. 117 (1982) 475

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. 41 (1982) 427

R.-P. HAELBICH, C. KUNZ  
Synchrotronstrahlungsspektroskopie.  
Kohlrausch: Praktische Physik,  
Kapitel 5.3.4 (Teubner, Stuttgart)  
im Druck

W. GUDAT, M. IWAN, R. PINCHAUX,  
F. HULLIGER  
Electronic Structure of Ce Pnictides  
and Chalcogenides by Photoelectron  
Spectroscopy with Synchrotron  
Radiation.  
Published in "Valence  
Instabilities" eds. P. WACHTER and  
H. BOPPART, North-Holland Publ.  
Co., 1982, p. 249-257

W. SCHÜLKE  
Off-Diagonal Response by Means of  
Inelastic X-Ray Scattering.  
Solid State Comm. 43 (1982) 863

G. STRIKER  
Effective Implementation of Modulating  
Functions.  
Proc. of the Conf. on Decovolution and  
Reconvolution of Analytic Signals,  
Nancy (1982)

P. RABE  
EXAFS Analysis in Anisotropic Systems.  
Proc. of the Int. Conf. on EXAFS and  
Near Edge Structures, Frascati (1982)

P. DREIER, P. RABE, W. MALZFELD,  
W. NIEMANN  
Anomalous Scattering Factors from  
X-Ray Absorption Data by Kramers-  
Kronig-Analysis.  
Proc. of the Int. Conf.  
on EXAFS and Near Edge Structures,  
Frascati (1982)

W. MALZFELD, W. NIEMANN, P. RABE,  
N. SCHWENTNER  
EXAFS Studies of Krypton Atoms in  
Matrices of Argon and Nitrogen.  
Int. Conf. on EXAFS and Near Edge  
Structures, Frascati (1982)

K. NAUKKARINEN, T. TUOMI  
Explanation of Contrast Effects in  
Synchrotron X-Ray Topographs of Bent  
Crystals by Means of Multiple Diffraction.  
Phys. Stat. Sol. A69 (1982) 687 und  
Helsinki Univ. of Technology,  
Lab. of Phys., Report P13/81

- K. NAUKKARINEN, T. TUOMI,  
M. BLOMBERG, M. LUOMAJÄRVI,  
E. RAUHALA  
CO<sub>2</sub> Laser Annealing of Silicon.  
J. Appl. Phys. 53 (1982) 5634
- T. TUOMI, V. KELHÄ,  
K. NAUKKARINEN, M. BLOMBERG  
Multistereo Synchrotron X-Ray  
Topography.  
Z. Naturforsch. 37a (1982) 607
- M. BLOMBERG, K. NAUKKARINEN,  
T. TUOMI, V.-M. AIRAKSINEN,  
M. LUOMAJÄRVI, E. RAUHALA  
Substrate Heating Effects in CO<sub>2</sub> Laser  
Annealing of Ion-Implanted Silicon.  
Helsinki Univ. of Technology, Lab. of  
Phys., Report 109 (1982),  
(zur Veröffentlich.)
- J. D. STEPHENSON  
White Synchrotron Radiation Topography  
of (110) Nickel Single Crystal.  
The Influence of a (110) Magnetic Field.  
Z. Naturforsch. 37a (1982) 505
- V. SCHMIDT, H. DERENBACH,  
R. MALUTZKI  
Angle-Resolved Photoemission Study of  
the Photoionisation of Helium  
to He<sup>+</sup> (n=2).  
J. Phys. B: At. Mol. Phys. 15 (1982) L523
- H. B. STUHRMANN  
Anomale Röntgenstreuung zur  
Erforschung makromolekularer  
Strukturen.  
Makromol. Chem. 183 (1982) 2501
- W. A. GROßHANS, Y. K. VOHRA,  
W. B. HOLZAPFEL  
Rare Earth Metals Under High Pressure.  
Proc. of the Nato Advanced Study Inst.  
on "Systematics and the Properties of  
the Lanthanides", (1982)
- Y. K. VOHRA, W. GROßHANS,  
W. B. HOLZAPFEL  
High Pressure Phase Transformation in  
Scandium.  
Phys. Rev. B25, Vol. 9 (1982) 6019
- W. A. GROßHANS, Y. K. VOHRA,  
W. B. HOLZAPFEL  
High Pressure Phase Transformations in  
Yttrium and Scandium: Relation to Rare  
Earths and Actinides Crystal Structures.  
J. M. M. M. 29 (1982) 282
- W. A. GROßHANS, Y. K. VOHRA,  
W. B. HOLZAPFEL  
Evidence for a Soft Phonon Mode and  
a New Structure in Rare Earth Metals  
Under Pressure.  
Phys. Rev. Lett. 49 (1982) 1572
- P. SUORTTI, G. MATERLIK  
Polarization of Synchrotron Radiation.  
Proc. of the XVI Annual Conf. Finnish  
Phys. Soc., Espoo (1982)
- P. SUORTTI, T. TUOMI  
Synchrotron Radiation Facilities.  
Proc. of the XVI Annual Conf. Finnish  
Phys. Soc., Espoo (1982)
- T. TUOMI, V. KELHÄ,  
K. NAUKKARINEN, M. BLOMBERG  
Development and Applications of the  
Synchrotron X-Ray Topography.  
Proc. of the XVI Annual Conf. Finnish  
Phys. Soc., Espoo (1982)
- K. NAUKKARINEN, M. BLOMBERG,  
V.-M. AIRAKSINEN, T. TUOMI  
CO<sub>2</sub> Laser Annealing of Silicon.  
Proc. of the XVI Annual Conf. Finnish  
Phys. Soc., Espoo (1982)
- K. NAUKKARINEN, V.-M. AIRAKSINEN,  
K.-M. LAASKO, J. A. LAHTINEN, T. TUOMI  
Liquid-Phase Epitaxial Growth of  
GaInAsP/InP Laser Crystals.  
Proc. of the XVI Annual Conf. Finnish  
Phys. Soc., Espoo (1982)
- M. BLOMBERG, K. NAUKKARINEN,  
T. TUOMI, M. LUOMAJÄRVI and  
E. RAUHALA  
CO<sub>2</sub> Laser Annealing of Silicon.  
Proc. of the 10th Nordic Semiconductor  
Meeting, Elsinore/Denmark (1982)
- V.-M. AIRAKSINEN, K.-M. LAAKSO,  
J. A. LAHTINEN, K. NAUKKARINEN,  
T. TUOMI  
Liquid Phase Epitaxial Growth of  
GaInAsP/InP Heterostructures.  
Proc. of the 10th Nordic Semiconductor  
Meeting, Elsinore/Denmark (1982)
- A. WERNER, H. D. HOCHHEIMER,  
B. LENGELER  
High-Pressure Cell for Pressures up to  
8 Kbar Designed for X-Ray  
Absorption Measurements.  
Rev. Sci. Instr. 53 (1982) 1467
- M. NIELSEN, J. BOHR, K. KJAER  
Physisorbed Monolayer on Graphite  
Studied by Neutron and X-Ray  
Diffraction.  
Proc. of the Third Int. Conf.  
on Vibrations at Surfaces,  
Asilomar (USA) (1982)
- B. LENGELER, G. MATERLIK,  
J. E. MÜLLER  
Near Edge Structure in Cerium and  
Cerium Compounds.  
Proc. of the Int. Conf. on EXAFS and  
Near Edge Structures, Frascati (1982)
- W. GRAEFF, G. MATERLIK  
Millielectron Volt Energy Resolution in  
Bragg Backscattering.  
Nucl. Instr. & Meth. 195 (1982) 97
- W.-R. DIX, C.-C. GLÜER, W. GRAEFF  
K.-H. HÖHNE, W. KUPPER  
Überlegungen zur Nicht-Invasiven  
Koronarangiographie mit  
Synchrotronstrahlung.  
DESY-SR-82-24
- V. SCHMIDT  
Post-Collision Interaction in  
Inner-Shell Ionization.  
Plenarvortrag  
Proc. of the Int. Conf. on X-Ray  
and Atomic Inner-Shell Phys., Eugene,  
Oregon (USA) (1982)
- L. LEY, R. REICHHARDT,  
R. L. JOHNSON  
Static Charge Fluctuations in  
Amorphous Silicon.  
Phys. Rev. Lett. 49 (1982) 1664
- G. WILL, E. HINZE, W. NUDING  
Energy-Dispersive X-Ray Diffraction  
Applied to the Study of Minerals Under  
Pressure up to 200 Kbar.  
In: "High-Pressure Research in  
Geoscience"; W. Schreyer, ed.,  
Schweizerbartsche Verlagsbuchhandlung,  
Stuttgart (1982)
- H. BÖTTCHER, W. F. SCHMIDT  
Photo Conductivity of Non-Polar Liquids  
Studied by Means of Synchrotron  
Radiation.  
J. Electrostatics 12 (1982) 153
- TH. ASCHWANDEN, H. BÖTTCHER,  
D. HANSEN, H. JUNGBLUT,  
W. F. SCHMIDT  
Mobility and Recombination of Ions and  
the Effective Ionization Coefficient in  
Hexafluoropropene (C<sub>3</sub>F<sub>6</sub>).  
Proc. of the 11th Int. Symp. on Gaseous  
Dielectrics Knoxville,  
Tennessee (USA) (1982)
- H. WINKLER, R. EISBERG, E. ALP,  
R. RÜFFER, E. GERDAU, S. LAUER,  
A. X. TRAUTWEIN, M. GRODZICKI,  
A. VERA  
Pure Nuclear Reflexes and Combined  
Hyperfine Interactions in YIG.  
Z. Phys. B49 (1982)

#### Vorträge

**International Conference on X-Ray and  
VUV Synchrotron Radiation Instrumen-  
tation, 9-13 August 1982, Hamburg,  
Proceedings to be published  
in Nuclear Instruments and Methods  
in Physics Research ed. by  
E. E. Koch (1983)**



U. BONSE, I. HARTMANN-LOTSCH,  
H. LOTSCH  
The X-Ray Interferometer for High  
Resolution Measurements of  
Anomalous Dispersion at HASYLAB.

U. BONSE, S. KRASNICKI, R. TEWORTE  
Double-Crystal Topography with  
Polarized Synchrotron X-Rays.

R. BRUHN, E. SCHMIDT, H. SCHRÖDER,  
B. SONNTAG, A. THEVENON,  
G. PASSEREAU, J. FLAMAND  
An Experimental Station for  
Photoelectron Spectroscopy of Atoms  
and Molecules in the VUV.

H. DERENBACH, R. MALUTZKI,  
V. SCHMIDT  
Polarisation Determination of  
Monochromatized Synchrotron  
Radiation.

C. A. FELDMANN, R. ENGELHARDT,  
T. PERMIEN, E. E. KOCH, V. SAILE  
Optimized Beam Line and Experimental  
Station for Angle Resolved  
Photoemission Between  
 $5 \text{ eV} \leq h\nu \leq 50 \text{ eV}$ .

C.-C. GLÜER, W. GRAEFF, H. MÖLLER  
Stroboscopic Topography with  $10^{-9}$  sec  
Time Resolution.

H. HOGREFE, D. GIESENBERG,  
R.-P. HAELBICH, C. KUNZ  
A New VUV-Reflectometer for  
UHV-Applications.

W. JARK, R.-P. HAELBICH,  
H. HOGREFE, C. KUNZ  
A New Monochromator for the Energy  
Range  $5 \text{ eV} \leq h\nu \leq 1000 \text{ eV}$ .

A. KROLZIG, G. MATERLIK,  
J. ZEGENHAGEN  
A Dynamic Control and Measuring  
System for Synchrotron X-Ray  
Rocking Curves.

E. HINZE, J. LAUTERJUNG, G. WILL  
A Belt-Type Apparatus for Energy-  
Dispersive X-Ray Diffraction Under High  
Pressure and Temperature.

I. MUNRO, N. SCHWENTNER  
Time Resolved Spectroscopy Using  
Synchrotron Radiation.

H. WILCKE, W. BÖHMER, R. HAENSEL,  
N. SCHWENTNER  
High Flux and High Resolution VUV  
Beamline for Luminescence  
Spectroscopy.

D. RIEGER, R. D. SCHNELL,  
W. STEINMANN, V. SAILE  
A Display-Type Analyser with an Image-  
Processing System for Angle Resolved  
Photoelectron Spectroscopy.

V. SAILE, J. B. WEST  
VUV and Soft X-Ray Monochromators for  
Use with Synchrotron Radiation.

B. SONNTAG, F. WUILLEUMIER  
Photoemission from Atoms and  
Molecules.

T. TUOMI, V. KELHÄ, M. BLOMBERG  
Real-Time Video Imaging of Synchrotron  
X-Ray Topographs: Moving Multiple  
Diffraction Stripes.

R. L. JOHNSON, J. REICHHARDT  
FLIPPER-II - A New Photoemission  
System in HASYLAB.

A. KNÖCHEL, W. PETERSEN,  
G. TOLKIEHN  
X-Ray Fluorescence Analysis with  
Synchrotron Radiation.

W. MALZFELDT, W. NIEMANN,  
R. HAENSEL, P. RABE  
A Double Crystal X-Ray Monochromator  
with Focusing Premirror.

W. SCHÜLKE, S. MOURIKIS  
A High Resolving X-Ray Passband Filter  
for Inelastic Scattering Experiments  
with Synchrotron Radiation.

J. BOHR, K. KJAER  
Use of a Position Sensitive Detector for  
Data Acquisition on X-Ray Diffraction  
from Adsorbed Monolayers  
on Graphite.

M. NIELSEN, J. BOHR, K. KJAER,  
J. ALS-NIELSEN, J. P. MCTAGUE  
Synchrotron X-Ray Diffraction Applied  
to the Study of Physisorbed Monolayers.

J. ALS-NIELSEN, P. S. PERSHAN  
Synchrotron X-Ray Diffraction Study of  
Liquid Surfaces.

P. GÜRTLER, E. ROICK, G. ZIMMERER,  
M. POUÉY  
Superlumi: A High Flux VUV  
Spectroscopic Device for Luminescence  
Measurements.  
DESY SR-82-14

J. BARTH, F. GERKEN, C. KUNZ,  
J. SCHMIDT-MAY  
Grazing Incidence Monochromator  
FLIPPER.  
DESY SR-82-16

P. GÜRTLER, A. JACKSON  
A Multipole Wiggler Magnet for DORIS.  
DESY SR-82-17

K. BOLLER, R.-P. HAELBICH,  
H. HOGREFE, W. JARK, C. KUNZ  
Investigation of Carbon Contamination  
of Mirror Surfaces Exposed to  
Synchrotron Radiation.  
DESY SR-82-18

J. BARTH, F. GERKEN, C. KUNZ  
Determination of Partial Subshell  
Cross-Sections and Electron Mean Free  
Path in Solids with the Photoemission  
Set-Up at the FLIPPER-Monochromator.  
DESY SR-82-22

B. BURAS  
High Pressure Research with  
Synchrotron Radiation.  
DESY SR-82-23

**Frühjahrstagung der DPG-Festkörper-  
physik in Münster, 29.3.-2.4.1982**

J. BAHRDT, J. BARTH, F. GERKEN,  
C. KUNZ  
Gitterrelaxationsprozesse nach  
Anregung von Rumpfcitronen in  
Lithiumhalogeniden.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 695

J. BARTH, F. GERKEN und C. KUNZ  
p-d Interschalen-Wechselwirkung in den  
Metallen Ca, Sc, Ti, V, und Cr.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 855

J.-H. FOCK, J. SCHMIDT-MAY,  
F. GERKEN, E. E. KOCH  
Photoemissionsuntersuchungen zur  
elektronischen Struktur von auf Silber  
adsorbiertem und festem Pyridin.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 929

F. GERKEN, J. BARTH, R. KAMMERER,  
L. I. JOHANSSON, A. FLODSTRÖM  
Oberflächen-Bindungsenergieverschie-  
bungen an den Seltenen Erdmetallen.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 927

J. SCHMIDT-MAY, J. BARTH, F. GERKEN,  
A. FLODSTRÖM, L. I. JOHANSSON  
Oxidiertes Europium-Metall als  
gemischtes Valenzsystem.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 930

S. BERNSTORFF, V. SAILE, D. RIEGER,  
W. STEINMANN  
Photoemission aus angeregten  
Zuständen der festen Edelgase mit  
einer Kombination von Synchrotron-  
strahlung und Farbstofflaser.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 714

H. U. AUST, M. SKIBOWSKI,  
G. SPRÜSSEL, K. VÖLKERT, V. SAILE  
Anregung von Ga-3d- und  
In-4d-Elektronen an  
(110)-Oberflächen von III-IV-Halbleitern  
bei tiefen Temperaturen.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 721

W. A. GROßHANS, Y. K. VOHRA,  
H. OLIJNYK, W. B. HOLZAPFEL  
High Pressure Phase Transformation  
in Scandium and Yttrium.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 882

M. MALZFELDT, W. NIEMANN, P. RABE  
Kantennahe Strukturen an L-Kanten von  
Ta, W, Pt und Au.  
Verhandl. DPG (IV) 17 (1982) 844

T. PERMIEN, R. ENGELHARDT,  
C. A. FELDMANN, M. IWAN, E. E. KOCH  
Winkelaufgelöste Valenzband-  
Photoemission von Pb-Phtalocyanin-  
Filmen auf Cu (100)-Flächen.  
Verhandl. DPG (IV) 17 (1982) 929

J. REICHARDT  
Ladungsfluktuationen in  
a-Si und a-Si: M.  
Verhandl. DPG (IV) 17 (1982) 729

E. ROICK, P. GÜRTLER, W. ROSE,  
G. ZIMMERER  
Fluoreszenz freier Exzitonen in reinen  
festen Edelgasen.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 784

B. LENGELER, G. MATERLIK,  
J. E. MÜLLER  
Kantennahe Struktur in der  
Röntgenabsorption von  $\gamma$ - und  $\alpha$ -Cer.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 844

**Frühjahrstagung der DPG Atom- und  
Molekülphysik in  
Würzburg, 1.3.-5.3.1982**

R. BRUHN, E. SCHMIDT,  
H. SCHRÖDER, B. SONNTAG  
Resonante Photoemission von  
atomarem Mn im VUV.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 374

R. BRUHN, E. SCHMIDT,  
H. SCHRÖDER, B. SONNTAG  
Zerfall rumpfangeregter Cr-Zustände.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 374

H. DERENBACH, V. SCHMIDT  
Winkelverteilung der 5s-Photoelektronen  
in Xe.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 352

V. SCHMIDT, H. DERENBACH,  
R. MALUTZKI  
Die Intensität der Satellitlinie für  
Ionisation und Anregung nach  $n=2$   
im Photoelektronenspektrum von He.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 372

H.-J. LAU, J.-H. FOCK, E. E. KOCH  
Partielle Wirkungsquerschnitte und  
Zustandsdichte-Effekte bei der  
Photoemission aus  
festem  $N_2$ ,  $O_2$ , CO und  $CO_2$ .  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 441

W. MALZFELDT, W. NIEMANN, P. RABE  
N. SCHWENTNER  
EXAFS-Untersuchungen an  
matrixisolierten Krypton-Atomen.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 434

W. MALZFELDT, W. NIEMANN, P. RABE  
Röntgenabsorption von atomarem  
Krypton.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 374

T. MÖLLER, P. GÜRTLER, B. JORDAN  
G. ZIMMERER, D. HAAKS, J. LE CALVÉ,  
M. C. CASTEX  
Die elektronische Struktur des  
Chlor-Moleküls.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 396

B. JORDAN, G. ZIMMERER, D. HAAKS,  
J. LE CALVÉ, M. C. CASTEX  
Zeitaufgelöste und spektralzerlegte  
Fluoreszenzen von Edelgas-  
monohalogeniden.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 397

H. WILCKE, N. SCHWENTNER,  
P. GÜRTLER  
Absorption und Emission von  $N_2$  in  
festen Edelgasmatrizen.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 437

W. BÖHMER, R. HAENSEL,  
N. SCHWENTNER, H. WILCKE,  
P. GÜRTLER, E. BOURSEY,  
M. CHERGUI  
Absorption und Emission von NO in  
festen Edelgasmatrizen.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 437

P. GÜRTLER, H. WILCKE, W. BÖHMER,  
N. SCHWENTNER  
Absorption und Emission von CO in  
festen Edelgasmatrizen.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 438

J. IMSCHWEILER, H. SCHMORANZER  
Messung von Lebensdauern und  
Löschquerschnitten von molekularem  
Wasserstoff mit Synchrotronstrahlung.  
Verhandl. DPG (VI) 17 (1982) 396

**Extended Abstracts of the Tenth  
Molecular Crystal Symposium,  
20-24 Sept. 1982, Gray Rocks, St.  
Jovite, Quebec, Canada**

J.-H. FOCK, H.-J. LAU, E. E. KOCH  
Partial Cross-Sections and Density  
of States Effects in the Valence  
Band Photoemission from Solid  
 $N_2$ ,  $O_2$ , CO,  $CO_2$ ,  $C_2H_2$  and  $C_2H_4$ .

V. SAILE, S. BERNSTORFF, D. RIEGER,  
W. STEINMANN  
Ionization of Excited States in Rare  
Gas Solids.

**Nato Advanced Study Institute on  
Photophysics and Photochemistry  
in the Vacuum Ultraviolet, Lake  
Geneva, Wisconsin,  
August 15-28, 1982**

J.-H. FOCK  
Partial Cross-Sections and Density  
of States Effects in the Valence-  
Band Photoemission from Solid  
Molecular Crystals.

E. E. KOCH  
Methods to Study Higher Excited  
States in Molecules and Molecular  
Crystals by Means of Synchrotron  
Radiation.

E. E. KOCH  
Electronic Structure of Molecular  
Crystals: Band Structure and  
Resonance Effects.

R. REININGER, U. ASAF, P. LAPORTE,  
V. SAILE, I. T. STEINBERGER  
Photoeffects in Fluid Xenon.  
Proc. of the Annual Meeting of the  
Israeli Physical Society,  
Haifa (1982)

R. BRUHN, E. SCHMIDT,  
H. SCHRÖDER, B. SONNTAG  
Resonant Photoemission of  
Transition Metal Atoms.  
VIIIth Int. Conf. on Atomic Phys.  
Göteborg (1982)

M. C. CASTEX, J. LE CALVÉ,  
D. HAAKS, B. JORDAN, G. ZIMMERER  
Spectral and Kinetic Study of Rare  
Gas/ $Cl_2$  Mixtures Excited with  
Synchrotron Radiation.  
XV. Informal Conf. on Photochemistry,  
Stanford (USA) (1982)

J. LE CALVÉ, M. C. CASTEX,  
G. ZIMMERER, B. JORDAN,  
T. MÖLLER, P. GÜRTLER, D. HAAKS  
Relaxation de L'énergie électronique  
photoabsorbée par Cl<sub>2</sub> dans le  
chlore pur ou des mélanges Cl<sub>2</sub>/gaz  
rares.  
Journées sur la relaxation  
électronique et vibrationnelle inter et  
intramoléculaire, Saclay (1982)

W. GRAEFF  
Present Synchrotron Radiation  
Activities at HASYLAB. Invited  
lecture.  
Intern. Conf. on  
Synchrotron Radiation,  
Novosibirsk (1982)

W. GRAEFF  
Stroboscopic Topography with  
Synchrotron Radiation.  
Int. Conf. on Synchrotron Radiation,  
Novosibirsk (1982)

W. GRAEFF  
Instrumentation for Synchrotron  
Radiation Research.  
Invited lecture.  
Intern. Workshop on  
Medical Applications of Synchrotron  
Radiation. Nordwijkerhant (1982)

M. NIELSEN  
Pressure Driven Commensurate-  
Incommensurate Transition in  
Krypton Monolayers.  
IInd General Conf. of the Condensed  
Matter Division of the EPS,  
Manchester (U.K.) (1982)

W. SCHÜLKE  
Compton Scattering of Photons  
from Standing Wave Fields.  
VII. Sagamore Conf.,  
Nikko/Japan (1982)

W. SCHÜLKE, S. MOURIKIS  
A High Resolving X-Ray Passband Filter  
for Inelastic Scattering Experiments  
with Synchrotron Radiation.  
VII. Sagamore Conf.,  
Nikko/Japan (1982)

U. BENEDICT, L. GERWARD,  
J. C. SPIRLET, J. STAUN OLSEN,  
S. STEENSTRUP  
High Pressure X-Ray Diffraction  
Study of Uranium Monosulfide with  
Synchrotron Radiation.  
12èmes Journées des Actinides,  
Orsay/France (1982)

U. BONSE  
Accurate Determination of Structure  
Factors. Invited plenary lecture,  
Seventh European Crystallography  
Meeting, Jerusalem (1982)

B. BURAS  
X-Ray Synchrotron Radiation  
Diffraction from Powdered Samples in  
a Diamond Anvil High Pressure Cell.  
Conf. on Synchr. Rad. and High  
Pressure Studies, Cornell Univ.  
Ithaca (1982)

H. D. HOCHHEIMER  
Synchrotron Radiation and High  
Pressure Studies. Invited talk.  
Conf. on Synchr. Rad. and High  
Pressure Studies, Cornell Univ.  
Ithaca (1982)

K. KJAER, J. BOHR, M. NIELSEN  
Monolayers of CF<sub>4</sub> Adsorbed on  
Graphite.  
IInd Trieste Int. Symp. on  
Statistical Mechanics of Adsorption,  
Trieste(1982)

J. REICHARDT  
Charge Fluctuations in Unhydrogenated  
and Hydrogenated Amorphous Silicon.  
XVIIth Int. Conf. on the Physics of  
Semiconductors, Montpellier (1982)

W. GUDAT  
Electronic Structure of Ce Compounds  
by VUV and Resonant Photoemission  
Spectroscopy.  
Invited talk.  
Int. Conf. on Valence Instabilities,  
Zürich (1982)

W. GUDAT  
Resonant Photoemission Studies of Rare  
Earths Compounds.  
IInd Bilateral Seminar on Rare  
Earth Magnetic Semiconductors,  
Vilnius/USSR (1982)

H. SCHMORANTZER, J. IMSCHWEILER  
Measurements of Radiative Lifetimes and  
Quenching Cross Sections of Molecular  
Hydrogen with Synchrotron Radiation.  
Abstracts and Program of 8th Int. Conf.  
on Atomic Phys., Göteborg (1982)

H. G. ZACHMANN  
Investigation of Rapid Changes in  
Crystalline Order and Chain Orientation  
by Means of Synchrotron Radiation.  
IUPAC 28th Macromolecular Symp.  
Amherst (USA) (1982)

H. G. ZACHMANN  
New Possibilities for the Study  
Morphology of Semicrystalline Polymers  
Using Synchrotron Radiation.  
14th Europhys. Conf. on  
Macromolecular Phys.,  
Villafranca del Penedes/Spain (1982)

H. BRADACZEK, W. GRAEFF,  
G. HILDEBRANDT, G. JÄHNIG,  
J. D. STEPHENSON  
Weiterer Ausbau des Meßplatzes für  
Topographie mit Synchrotron-  
Röntgenstrahlung am HASYLAB.  
Tagung des Arbeitskreises  
Röntgentopographie,  
Aachen (1982)

J. D. STEPHENSON  
White Synchrotron Radiation Topo-  
graphy of (110) Nickel Single Crystal.  
Tagung des Arbeitskreises  
Röntgentopographie, Aachen (1982)

M. FEHLMANN  
X-Ray Topography with White Beam  
Synchrotron Radiation.  
Jahrestagung der Schweiz.  
Naturforschenden Gesellschaft SNG,  
Basel (1982)

K. H. FRANK  
X-Ray Absorption Study of the Valence  
Transition of SmS.  
European High Pressure Research  
in Solid State Physics,  
Stuttgart (1982)

W. GRAEFF  
Stroboscopic Topography with  
Nanosecond Time Resolution.  
Seminarvortrag ILL, Grenoble (1982)

W. GRAEFF  
Stroboskopische Topographie von  
akustischen Schwingungen in Quarz.  
Seminarvortrag MPI Stuttgart (1982)

W. A. GROBHANS, Y. K. VOHRA,  
W. B. HOLZAPFEL  
Phase Transitions in Praseodymium  
Metal Under High Pressure.  
XX. Annual Meeting EHPRG  
"High Pressure in Solid State Physics",  
Stuttgart (1982)

J. A. GOLOVCHENKO, G. MATERLIK  
X-Ray Standing Waves. Invited talk.  
Intern. Conf. on X-Ray and VUV  
Synchrotron Radiation Instrumentation,  
Hamburg (1982)

R. HAENSEL  
Direct Observation of Order in Disorder  
by EXAFS.  
DFG-CNRS-SRC Workshop,  
Honnaf (1982)

R. HAENSEL  
Synchrotronstrahlung: Eigenschaften  
und Bedeutung für Forschung und  
Technologie.  
Vortrag zur Einweihung von BESSY,  
Berlin (1982)

- R. HAENSEL  
Röntgenspektroskopie mit  
Synchrotronstrahlung.  
Physik Kolloquium,  
Univ. Jena (1982)
- R. HAENSEL  
Extended X-Ray Absorption Fine  
Structure (EXAFS) Spectroscopy for  
Structure Research of Crystalline  
and Amorphous Solids.  
ILL, Inst. Laue Langevin,  
Grenoble (1982)
- R. L. JOHNSON  
Photoemissionsmessungen an  
amorphen Halbleitern.  
Statusseminar, Experimente mit  
Synchrotronstrahlung,  
HASLAB (1982)
- A. KNÖCHEL, W. PETERSEN,  
G. TOLKIEHN  
Röntgenfluoreszenzanalyse mit  
Synchrotronstrahlung, Entwicklung des  
Analysenprinzips.  
Jahresversammlung der Fachgruppe  
Nuklearchemie der GDCh,  
Karlsruhe (1982)
- A. KNÖCHEL  
Neuartige Varianten der  
Röntgenfluoreszenzanalyse für  
Multielementanalysen im Spurenbereich.  
Chem. Kolloquium im  
Kernforschungszentrum Karlsruhe (1982)
- E. E. KOCH  
Photoemission von organischen  
Molekülkristallen mit  
Synchrotronstrahlung.  
Inst. für Festkörperforschung,  
KFA, Jülich (1982)
- E. E. KOCH, V. SAILE  
HASLAB Scientific Programme and  
Selected Recent Results.  
Stanford Synchrotron Radiation  
Laboratory, Stanford (1982)  
und XEROX Palo Alto Research Center,  
Palo Alto (1982)
- E. E. KOCH  
Scientific Programme of HASLAB and  
Selected Recent Results on the  
Electronic Structure of Organometallic  
Compounds.  
Kolloquium, MPI für  
medizinische Forschung,  
Heidelberg (1982)
- E. E. KOCH  
Instruction of DORIS II as a Synchrotron  
Radiation Source Present and Future  
Prospects.  
EMBL Advisory, Workshop,  
Hamburg (1982)
- E. E. KOCH  
Partielle Wirkungsquerschnitte und  
Zustandsdichteeffekte in der  
Valenzband-Photoemission von festem  
 $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $C_2H_2$  und  $C_2H_4$ .  
Oberseminar, Phys. Inst. Univ.  
Düsseldorf (1982)
- C. KUNZ  
Neue Experimente mit  
Synchrotronstrahlung.  
Kolloquiumsvorträge  
Gesamthochschule Siegen und  
Universität Marburg (1982)
- C. KUNZ  
Spektroskopie und  
Strukturuntersuchungen mit starken  
Synchrotronstrahlungsquellen.  
Kolloquium, IFF, KFA-Jülich (1982)
- C. KUNZ  
Experimente mit  
Synchrotronstrahlung.  
Vortrag beim Tag der Wissenschaft,  
25. jährig. Bestehen Atominstitut der  
Österreichischen Universitäten,  
Wien (1982)
- C. KUNZ  
Anwendung der Synchrotronstrahlung.  
Vortrag, Philips-Forschungslabor,  
Hamburg (1982)
- G. MATERLIK  
Bestimmung der Lage von Fremdatomen  
im Gitter und an der Oberfläche durch  
stehende Röntgeninterferenzfelder.  
Seminar Kristallografie,  
Univ. Saarbrücken (1982)  
und Seminar Festkörperphysik,  
Inst. für Festkörperforschung der  
KFA Jülich (1982) und  
Physikalisches Kolloquium,  
Univ. Hamburg (1982) und  
Seminar Festkörperphysik,  
Freie Univ. Berlin (1982)
- G. MATERLIK  
Determination of the Position of Bulk and  
Surface Atoms by Standing X-Ray  
Interference Fields.  
Seminar Röntgenbeugung,  
Institut Laue-Langevin,  
Grenoble (1982)
- G. MATERLIK  
Stehende Röntgeninterferenzfelder  
als Mikrosonde.  
Diskussionstreffen "Europäische  
Synchrotronstrahlungsquelle ESRF",  
Dortmund (1982)
- W. MEHLHORN  
Alignment of Photoions.  
Vortrag Lawrence Berkeley Laboratory,  
Gruppe von Prof. Shirley, und  
Univ. of Nebraska, Dep. of Physics,  
Lincoln (1982)
- P. RABE  
Systematik und Anwendung der  
Feinstruktur in Röntgenspektren.  
Physik. Kolloquium,  
TU Clausthal (1982)
- P. RABE  
Strukturuntersuchungen mit Hilfe der  
Röntgenspektroskopie.  
Physik. Kolloquium, Univ. Bochum (1982)
- V. SAILE  
Two-Photon-Photoemission from Rare  
Gas Solids.  
Solid State Seminar,  
Racah Inst. of Physics,  
Hebrew Univ. Jerusalem (1982)
- V. SAILE  
Experiments with Synchrotron Radiation  
at HASLAB.  
Colloquium, Racah Inst. of Physics,  
Hebrew Univ., Jerusalem (1982)
- V. SCHMIDT  
Photoionisation von Xenon-Atomen.  
Seminar über Atomphys., Inst. für  
Kernphys. der Univ. Gießen (1982)
- V. SCHMIDT  
Elektronenspektrometrie mit  
Synchrotronstrahlung:  
Neue Experimente.  
Phys. Kolloquium,  
Univ. Freiburg (1982)
- N. SCHWENTNER  
VUV from Rare Gas Crystals.  
Second European Workshop on  
Molecular Spectroscopy and  
Photon Induced Dynamics,  
De Emhof/Niederlande (1982)
- N. SCHWENTNER  
VUV-Lumineszenzspektroskopie an der  
neuen Strahlführung Superlumi.  
Seminar von FHI und FU Berlin (1982)  
und Treffen der Nutzer der  
Synchrotronstrahlung, Hamburg (1982)
- G. WIECH  
Angular-Resolved X-Ray Emission  
Spectroscopy Using Synchrotron  
Radiation.  
Texas Tech. University, Dep.  
of Physics, Lubbock, Texas (USA) (1982)  
und National Bureau of Standards,  
Washington D.C. (USA) (1982)
- A. WERNER, H. D. HOCHHEIMER,  
B. LENGELER  
EXAFS High Pressure Study on RbCN.  
Invited talk.  
Gordon Conf. "High Pressure Research",  
Mereden, New Hampshire (USA) (1982)

J. LAUTERJUNG, G. WILL, E. HINZE  
Röntgenbeugung am  $MnSO_4$  unter  
hohen Drucken und Temperaturen.  
22. Diskussionstagung der AGKR,  
Kiel (1982)

E. HINZE, J. LAUTERJUNG, G. WILL  
A Belt-Type Apparatus for Energy-  
Dispersive X-Ray Diffraction Under High  
Pressure and Temperature.  
20. Annual Meeting of the European  
High Pressure Research Group,  
Stuttgart (1982)

H. G. ZACHMANN  
Anwendung der Synchrotronstrahlung in  
der Polymerenforschung.  
GDCh-Kolloquium,  
Univ. Mainz (1982)

H. G. ZACHMANN  
Synchrotron Radiation for Studies in  
Polymer Science.  
Inst. Max von Laue - Paul Langevin,  
Grenoble (1982)

**Diplomarbeiten, Dissertationen,  
Habilitationsschriften und  
Staatsexamensarbeiten**  
(teilweise als interne HASYLAB-Berichte)

H.-J. LAU  
Photoemissionsuntersuchungen mit  
variabler Anregungsenergie an festem  
 $N_2$ ,  $CO$ ,  $O_2$  und  $CO_2$ : Bindungsenergien  
und partielle Wirkungsquerschnitte.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)  
DESY HASYLAB-82-01

J. BAHRDT  
Untersuchung der Zerfallskanäle von  
Rumpfxiztonen in Alkalihalogeniden mit  
Photoemissionsspektroskopie.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)  
DESY HASYLAB-82-02

H.-E. WETZEL  
Aufbau einer Elektronenkanone zur  
Messung von freien Atomen von  
Mangan und Chrom.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)  
DESY HASYLAB-82-03

P. FUNKE  
Der Einfluß stehender Wellenfelder in  
einem Germanium-Röntgeninterfero-  
meter auf die K-Fluoreszenzstrahlung  
der Germanium-Atome.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1981)  
DESY HASYLAB-82-04

R. KAMMERER  
Photoemissionsspektroskopie der  
Rumpfniveaus von Natrium, Magnesium,  
Aluminium und Lithium: Verschiebung  
der Bindungsenergie an der Oberfläche.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)  
DESY HASYLAB-82-05

K. BOLLER  
Kohlenstoffkontamination der  
Oberflächen optischer Elemente im  
Synchrotronlicht.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)  
DESY HASYLAB-82-06

T. MÖLLER  
Absorptions- und Fluoreszenz-  
spektroskopie an  $Cl_2$  im UV und VUV.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)  
DESY HASYLAB-82-07

T. PERMIEN  
Photoemissions-Spektroskopie an  
dünnen Pb-Phthalocyanin-Filmen auf  
einem Cu(100)-Einkristall: Orientierung  
der  $\pi$ -Orbitale aus winkelaufgelösten  
Messungen und thermische Desorption.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)  
DESY HASYLAB-82-08

K.-G. WAGNER  
Entwicklung, Konstruktion und  
Erprobung eines Hochtemperaturofens  
für Photoemissionsspektroskopie an  
freien Atomen von Übergangselementen  
und Seltenen Erden - Photoemission  
an Mangandämpfen.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)

C.-C. GLÜER  
Stroboskopische Röntgentopographie  
an Schwingquarzen.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)

K. B. ROHLOFF  
Aufbau eines Röntgenpolarimeters und  
seine Anwendung zur Charakterisierung  
der Synchrotronstrahlungsquelle DORIS.  
Diplomarbeit Univ. Hamburg (1982)

J. BARTH  
Grundlagen der Messung partieller  
Wirkungsquerschnitte der Photoioni-  
sation in Festkörpern und Anwendung  
auf die Interschalenwechselwirkung  
in d-Band-Metallen.  
Dissertation Univ. Hamburg (1982)

F. GERKEN  
Photoemission an den Seltenen  
Erdmetallen Cer bis Lutetium im  
Energiebereich von 20 eV bis 200 eV.  
Dissertation Univ. Hamburg (1982)

P. DREIER  
Anwendung der Kramers-Kronig Relation  
auf Absorption- und Reflexions-  
messungen im Röntgengebiet.  
Diplomarbeit Univ. Kiel (1982)

R. MALUTZKI  
Tests an einer Apparatur zur Messung von  
Winkelverteilungen von Photo- und Auger-  
elektronen nach Ionisation mit mono-  
chromatisierter Synchrotronstrahlung.  
Diplomarbeit Univ. Freiburg (1982)

H. SCHINDLER  
Testmessungen mit Metalldämpfen an  
einer Apparatur zur  
Elektronenspektroskopie.  
Staatsexamensarbeit Univ.  
Freiburg (1982)

## EMBL

### Veröffentlichungen

H. D. BARTUNIK, P. SCHUBERT  
Crystal cooling for protein  
crystallography with synchrotron  
radiation.  
J. Appl. Cryst. Vol. 15 (1982) 227

C. BOULIN  
Direct time digitizing for detectors with  
delay line readout.  
Nucl. Instrum. Methods 201 (1982) 237

J. HENDRIX, W. WEBER  
A 10 MHz conversion rate time digitizer  
for delay line read-out systems.  
IEEE. Trans. on Nucl. Sci.  
NS29 (1982) 592

C. BOULIN  
A 16 channel data acquisition module  
with autonomous memory.  
Nucl. Instr. Meth. 201 (1982) 251

E. DORRINGTON  
Encodable real time interval counter,  
Mark II (ERIC2): A CAMAC module to  
control time resolved measurements.  
Nucl. Instr. Meth. 201 (1982) 247

P. GILL  
A fast priority encoder system for use  
with multiwire detectors at synchrotron  
radiation sources.  
Nucl. Instr. Meth. 201 (1982) 135

J. HENDRIX, H. FUERST, B. HARTFIELD,  
D. DAINTON  
A wire per wire detector system for  
high counting rate X-Ray experiments.  
Nucl. Instr. Meth. 201 (1982) 139

C. BOULIN, D. DAINTON,  
G. DORRINGTON, G. ELSNER,  
A. GABRIEL, J. BORDAS, M. H. J. KOCH  
Systems for time resolved X-Ray  
measurements using one-dimensional  
and two dimensional detectors.  
Nucl. Instr. Meth. 201 (1982) 209

X-Ray detectors for synchrotron  
radiation.  
Proc. Int. Conf. on X-Ray Detectors  
for Synchrotron Radiation,  
Hamburg (1980)  
Nucl. Instr. Meth. 201 (1982)

- P. N. CLOUT  
Data acquisition for time resolved measurements.  
Nucl. Instr. Meth. 201 (1982) 225
- 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 crystallography.  
Acta Cryst. B38 (1982) 1462
- R. M. GARAVITO, J. A. JENKINS,  
J. N. JANSONIUS, R. KARLSSON,  
J. P. ROSENBUSCH, H. D. BARTUNIK  
Crystallization and preliminary crystallographic studies of porin, an integral membrane protein from *Escherichia coli*.  
Experientia Vol. 38 (1982) 740
- J. BORDAS, M. H. J. KOCH,  
J. J. HARTMANN, U. WESER  
Tetrahedral copper-sulphur coordination in yeast Cu-thionein, an EXAFS-study.  
FEBS Lett. Vol. 140, 1 (1982) 19
- 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 Vol. 5 (1982) 830
- H. J. HARTMANN, J. BORDAS,  
M. H. J. KOCH, U. WESER  
X-Ray absorption spectroscopy and extended X-Ray absorption fine structure (EXAFS) analysis of yeast Cu-thionein.  
Hoppe-Seylers Zeitschrift f. Physiologische Chemie  
Vol. 363, 9 (1982) 989
- C. D. GARNER, S. S. HASNAIN,  
I. BREMNER, J. BORDAS  
An EXAFS study of the zinc sites in sheep liver metallothionein.  
J. Inorg. Biochem.,  
Vol. 16 (1982) 253
- G. ELSNER, M. H. J. KOCH,  
J. BORDAS, H. G. ZACHMANN  
Time resolved small-angle scattering during isothermal crystallization of unoriented polyethylene-terephthalate using synchrotron radiation.  
Macromolecular Chemistry and Physics, Vol. 182, 4 (1982) 1263
- 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, Vol. 78 (1981) 3559
- 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., Vol. 158, 4 (1982) 637
- Z. SAYERS, M. H. J. KOCH,  
S. WHITBURN, K. M. MEEK,  
G. ELLIOTT, A. HARMSEN  
A synchrotron X-Ray diffraction study of corneal stroma.  
J. Mol. Biol., Vol. 160 (1982) 593
- K. H. SVENDSEN, M. H. J. KOCH  
X-Ray diffraction evidence of collagen molecular packing and cross linking in fibrils of rat tendon observed by synchrotron radiation.  
EMBO Journ. Vol. 1 (1982) 669
- R. T. TREGGAR, M. L. CLARKE,  
S. B. MARSTON, C. D. RODGER,  
J. BORDAS, M. H. J. KOCH  
A study of demembrated muscle fibres under equilibrium conditions.  
"Basic Biology of Muscles: A Comparative Approach",  
(Raven Press: New York)
- J. LOWY, F. R. POULSEN  
Time-resolved X-Ray diffraction studies of the structural behaviour of myosin heads in a living contracting, unstriated muscle.  
Nature, Vol. 299 (1982) 308
- J. BORDAS, E. M. MANDELKOW,  
E. MANDELKOW  
Stages of tubulin assembly and disassembly studied by time-resolved synchrotron X-Ray scattering.  
J. Mol. Biol., Vol. 164 (1982) 89
- H. B. STUHRMANN  
Anomale Roentgenstreuung zur Erforschung makromolekularer Strukturen.  
Die Makromolekulare Chemie,  
Vol. 183 (1982) 2501
- H. B. STUHRMANN  
Anomalous X-Ray scattering from macromolecular structures using synchrotron radiation. (In Russian)  
Kristallografiya, Vol. 26 (1982) 956
- H. B. STUHRMANN  
Contrast variation.  
In: "Small Angle X-Ray Scattering."  
Acad. Press London (in press)
- H. D. BARTUNIK, R. FOURME,  
J. C. PHILLIPS  
Macromolecular crystallography using synchrotron radiation.  
in: "Uses of Synchrotron Radiation in Biology."  
Acad. Press London (1982) 145
- P. N. CLOUT  
Data acquisition.  
in: "Uses of Synchrotron Radiation in Biology."  
Acad. Press London (1982) 321
- J. BORDAS  
Applications of X-Ray spectroscopy to biochemical problems.  
in: "Using of Synchrotron Radiation in Biology."  
Acad. Press London (1982) 107
- J. HENDRIX  
Position sensitive X-Ray detectors.  
in: "Uses of Synchrotron Radiation in Biology."  
Acad. Press London (1982) 285
- M. H. J. KOCH, H. B. STUHRMANN,  
A. TARDIEU, P. VACHETTE  
Small angle scattering of solutions.  
in: "Uses of Synchrotron Radiation in Biology."  
Acad. Press London (1982) 223
- J. BORDAS, E. MANDELKOW  
Time-resolved X-Ray scattering from solutions using synchrotron radiation.  
in: "Fast Methods in Physical Biochemistry and Cell Biology."  
Elsevier/North Holland Biomedical Press Amsterdam (1982) 137

## Theoretische Physik

### Veröffentlichungen

- D. BUCHHOLZ  
The physical state space of quantum electrodynamics.  
DESY 82-001
- J. G. KÖRNER, J. CLEYMANS,  
M. KURODA, G. J. GOUNARIS  
Production of heavy resonances with electron and muon beams.  
DESY 82-003
- J. G. KÖRNER, J. CLEYMANS,  
M. KURODA, G. J. GOUNARIS  
Azimuthal dependence of deep inelastic heavy resonance production.  
DESY 82-005
- J. G. KÖRNER, D. MCKAY  
Angular distribution of inclusive lepton pairs from heavy quarkonium decay.  
DESY 82-006
- C. H. ALBRIGHT, B. SCHREMPF,  
F. SCHREMPF  
Four families of composite quarks and leptons.  
DESY 82-012
- K. ISHIKAWA, M. TEPER, G. SCHIERHOLZ  
SU(3) lattice Monte Carlo calculation of the glueball mass spectrum.  
DESY 82-024

B. LAMPE, G. KRAMER  
Application of Gegenbauer integration method to  $e^+e^-$  annihilation process.  
DESY 82-025

J. M. DROUFFE, K. J. M. MORIARTY, G. MÜNSTER  
Numerical studies of phase transitions in  $SU(N)Z_N$  lattice gauge theories.  
DESY 82-028

G. KRAMER  
Higher order QCD corrections for  $e^+e^-$  annihilation jet cross sections - a reevaluation.  
DESY 82-029

P. BECHER, H. JOOS  
The Dirac-Kähler equation and fermions on the lattice.  
DESY 82-031

A. ALI, F. BARREIRO  
An  $O(\alpha_s)^2$  calculation of energy-energy correlation in  $e^+e^-$  annihilation and comparison with experimental data.  
DESY 82-033

J. G. KÖRNER, M. KRAMMER  
On the radiative decay of orthoquarkonium via two intermediate gluons:  $1^{--} (QQ) \rightarrow \gamma + 1^{++} (q\bar{q})$ .  
DESY 82-034

L. M. JONES, R. MIGNERON  
Properties of gluon jets.  
DESY 82-035

K. NISHIJIMA  
BRS transformation and color confinement.  
DESY 82-036

L. M. JONES, R. MIGNERON  
Charmed quark fragmentation into charmed hadrons.  
DESY 82-038

I. MONTVAY  
Fermions in lattice quantum chromodynamics.  
DESY 82-040

K. ISHIKAWA, G. SCHIERHOLZ, M. TEPER  
Renormalization group behaviour of  $0^+$  and  $2^+$  glueball masses in  $SU(2)$  lattice gauge theory.  
DESY 82-041

CAO CHANG-QI  
Note on extremes of  $SU(n)$  Higgs potentials.  
DESY 82-042

M. LOEWE  
Improved description of the small-x limit of deep inelastic scattering.  
DESY 82-043

P. WEISZ  
Continuum limit improved lattice action for pure Yang-Mills theory. I  
DESY 82-044

H. D. DAHMEN, B. SCHOLZ, F. STEINER  
The gluon propagator in temporal gauge.  
DESY 82-045

A. HOLTkamp  
3-dimensional  $SU(2)$  lattice gauge theory in terms of gauge invariant variables.  
DESY 82-048

E. PASCHOS  
Introduction to the electroweak theory.  
DESY 82-049

K. ISHIKAWA, A. SATO, G. SCHIERHOLZ, M. TEPER  
Prediction of low-lying oddballs in lattice QCD.  
DESY 82-053

T.F. WALSH  
Looking for the gut monopole.  
DESY 82-054

J. STEHR, P. WEISZ  
Note on gauge fixing in lattice QCD.  
DESY 82-057

J. G. KÖRNER, J. H. KÜHN, H. SCHNEIDER  
Note on the angular analysis of the decay  $J/\psi \rightarrow f(\rightarrow\pi\pi) + \gamma$ .  
DESY 82-059

K. ISHIKAWA, A. SATO, G. SCHIERHOLZ, M. TEPER  
Revised an extended version. Prediction of low-lying oddballs in lattice QCD.  
DESY 82-053

G. MACK  
Nonperturbative methods.  
DESY 82-067

B. BERG, A. BILLOIRE  
Glueball spectroscopy in 4-d  $SU(3)$  lattice gauge theory. I  
DESY 82-079

A. ALI, I. MONTVAY  
A calculation of the electromagnetic vacuum polarization in lattice QCD.  
DESY 82-081

M. GÖCKELER  
Dirac-Kähler fields and the lattice shape dependence of fermion flavour.  
DESY 82-082

J. BARTELS, G. KRAMER  
A lattice version of the Wess-Zumino model.  
DESY 82-085

K. ISHIKAWA, G. SCHIERHOLZ, H. SCHNEIDER, M. TEPER  
On investigating the structure of hadrons: lattice Monte Carlo measurements of color magnetic and electric fields and the topological charge density inside glueballs.  
DESY 82-087

P. BECHER, H. JOOS  
On the geometric lattice approximation to a realistic model of QCD.  
DESY 82-088

J. G. KÖRNER, J. H. KÜHN, M. KRAMMER, H. SCHNEIDER  
Zweig-forbidden radiative orthoquarkonium decays in perturbative QCD.  
DESY 82-089

## Technische Entwicklungen und Dienste

### Veröffentlichungen

M. BÖHM, U. OBERMÖLLER, G. PFEIFFER, K. H. HÖHNE  
Image Management in the System Ca/I. Proc. 1st. Int. Conf. on Picture Archiving and Communication Systems, Newport Beach (1982)

M. BÖHM, G. C. NICOLAE, K. H. HÖHNE  
PROFI-11: A Simple Dialog Language for the Processing of Image Sequences. Proc. 1st. Internat. Symposium on Medical Imaging an Image Interpretation, Berlin (1982)

G. C. NICOLAE, M. BÖHM, K. H. HÖHNE  
The Ultrafast Asynchronous Bus - A Basic Component for Efficient Image Processing. Proc. 6th Int. Conf. on Pattern Recognition, München (1982)

K. H. HÖHNE, M. BÖHM  
The Processing and Analysis of Radiographic Image Sequences. Invited Paper at the 6th Int. Conf. on Pattern Recognition, München (1982)

K. H. HÖHNE  
Pattern Recognition in Radiographic Imaging. Invited Paper at the World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering, Hamburg (1982)

U. OBERMÖLLER, M. BÖHM,  
K. H. HÖHNE  
Rechnergestützte Bildverarbeitung in  
der intravenösen Angiographie.  
in: "Methoden der Statistik und  
Informatik in Epidemiologie  
und Diagnostik."  
Serie Med. Informatik und Statistik,  
Springer, im Druck

K. H. HÖHNE, M. BÖHM,  
U. OBERMÖLLER, E. GRABBE,  
E. BÜCHELER  
Application Fields of  
Computer-Angiography.  
Proc. Conf. X-Ray Contrast-Media in  
Vascular Functional Analysis,  
Konstanz (1982)

W.-R. DIX, C.-C. GLÜER,  
W. GRAEFF, K. H. HÖHNE,  
W. KUPPER  
Überlegungen zur nicht-invasiven  
Koronarangiographie mit  
Synchrotronstrahlung.  
DESY SR-82-24

K. H. HÖHNE, U. OBERMÖLLER,  
G. WITTE  
Functional Images of the Heart Wall  
Motion from Digital Intervenous  
Angiograms.  
68th Annual Meeting of the Radiological  
Society of North America,  
Chicago (1982)

G. PFEIFFER  
Erzeugung interaktiver  
Bildverarbeitungssysteme im Dialog.  
Informatik Fachberichte 51,  
Springer 1982.

## M-Bereich

### Veröffentlichungen

T. WEILAND  
Transverse Beam Cavity Interaction.  
Part I: Short Range Forces.  
DESY 82-015  
zur Veröffentl. in Nuclear Instr.  
and Methods

H. D. BREMER, J. KEWISCH,  
H. C. LEWIN, H. MAIS,  
R. ROSSMANITH, R. SCHMIDT  
Optimizing the Degree of Polarisation  
in PETRA.  
DESY 82-026

G.-A. VOSS, T. WEILAND  
The Wake Field  
Acceleration Mechanism.  
Proc. of the ECFA-RAL Conf., The  
Challenge of Ultra High Energies,  
Oxford (1982) und DESY 82-074

D. P. BARBER, J. KEWISCH,  
H. MAIS, G. RIPKEN,  
R. ROSSMANITH, R. SCHMIDT  
Compensation of the Depolarizing Effects  
of Solenoids in Electron-Positron  
Storage Rings.  
DESY 82-076

R. NEUMANN, R. ROSSMANITH  
A fast Depolarizer for large Electron-  
Positron Storage Rings.  
Nucl. Instr. Meth. 204 (1982) 29

T. WEILAND  
Kollektive Einzelstrahleffekte in Elektron-  
Positron Speicherringen.  
Kleinheubacher Berichte  
Band Nr. 26, 1982

H. EULER, et. al.  
Numerical solution of 2- or  
3-dimensional nonlinear field problems  
by means of the computer  
program PROFIL.  
Zeitschrift Archiv für Elektrotechnik 65,  
(1982) 299

K. BANE, T. WEILAND  
Handy impedance formulae, incoherent  
synchrotron frequency, and head-tail  
tune shift in PEP.  
PEP Note 378 (1982)

T. WEILAND  
A thin layer dielectric near  
laser accelerator.  
American Institute of Physics, Conf.  
Proc. AIP. 91 (1982) und DESY M-82-08

### Vorträge

J. KEWISCH  
Beam-Beam Depolarization.  
DESY-Polarisation-Workshop,  
Hamburg (1982)

R. NEUMANN  
Depolarizers.  
DESY-Polarisation-Workshop,  
Hamburg (1982)

A. PIWINSKI  
Review of Mini-Beta Luminosities and  
Results of Beam-Beam Simulations  
at PETRA.  
Workshop on the  
Beam-Beam Interaction,  
Fermilab Batavia (1982)

R. ROSSMANITH  
Polarisation Measurements in PETRA.  
Univ. of Michigan, Ann Arbor  
(USA) (1982) und  
Brookhaven Nat. Lab.,  
Upton N.Y. (USA) (1982) und  
CERN (1982)

R. ROSSMANITH  
Polarization Plans at DESY.  
Univ. di Firenze (1982)

R. ROSSMANITH  
Polarisation Measurements in PETRA.  
DESY-Polarisation-Workshop,  
Hamburg (1982)

R. ROSSMANITH  
Polarization Measurements and  
Future Plans.  
Cornell Univ. N.Y. (USA) (1982)

R. SCHMIDT  
Harmonic Correction Schemes.  
DESY-Polarisation-Workshop,  
Hamburg (1982)

R. SCHMIDT  
Polarization at PETRA.  
Plenarvortrag  
Conf. High Energy Spin Physics,  
Brookhaven (1982)

T. WEILAND  
Wake field acceleration of Particles.  
Los Alamos Nat. Lab.,  
Accelerator Technology  
Division Colloquium,  
Los Alamos (USA) (1982) und  
Stanford Linear Accelerator Center,  
Accelerator Phys. Colloquium,  
Stanford (USA) (1982)

T. WEILAND  
On the computation of deflecting  
resonant modes and transient deflecting  
forces in cylindrically  
symmetric structures.  
Los Alamos Nat. Lab.,  
Accelerator Technology  
Division Colloquium,  
Los Alamos (USA) (1982) und  
Stanford Linear Accelerator Center,  
Accelerator Physics Colloquium,  
Stanford (USA) (1982)

T. WEILAND  
High gradient acceleration of particles  
by wake fields.  
CERN ISR Seminar (1982)

T. WEILAND  
The wake field acceleration mechanism.  
ECFA-RAL Conf.,  
The Challenge of Ultra High Energies,  
Oxford, New College (1982)

T. WEILAND  
Müssen Hochenergie-Beschleuniger so  
groß sein?  
Physik. Kolloquium,  
Univ. Hamburg (1982) und  
Physik. Kolloquium,  
Univ. Heidelberg (1982)



A. WRULICH  
Recent Beam Studies at PETRA.  
Fermilab at the Accelerator Division  
Staff Meeting,  
Batavia (USA) (1982)

### Interne Berichte

J. PETERS  
Das Frequenzspektrum des  
Strahlenstromes bei Speicherringen in  
Abhängigkeit von der  
Bunchkonfiguration und  
dem Beobachtungsort.  
DESY M-82-01

T. WEILAND  
Hochfrequenzparameter für PETRA  
bei 30 GeV.  
DESY M-82-02

R. STADTMÜLLER  
Ein universelles Mikroprozessor-  
Programmiersystem.  
DESY M-82-03

T. WEILAND  
Ein einfaches Modell zur Bestimmung  
der Einzelteilchen-Synchrotronfrequenz.  
DESY M-82-04

H. MAIS, G. RIPKEN  
Theory of Coupled Synchro-Betatron  
Oscillation. I  
DESY M-82-05

J. ROßBACH, F. WILLEKE  
PETRA Optics at 30 GeV.  
DESY M-82-06

R. D. KOHAUPT, T. WEILAND  
Messung der Head-Tail-Verschiebung  
in PETRA.  
DESY M-82-07

T. WEILAND  
A Thin Layer Dielectric near  
Laser Accelerator.  
DESY M-82-08  
zur Veröffentl. in Proc. of the  
Laser Accel. Workshop,  
Los Alamos (USA) (1982)

Resume of the Workshop  
"Polarized Electron Acceleration  
and Storage."  
Hamburg (1982)  
DESY M-82-09

G.-A. VOSS, T. WEILAND  
Particle Acceleration by Wake Fields.  
DESY M-82-10

MICROBETA-STUDIENGRUPPE  
PETRA Microbeta-Studie.  
DESY M-82-11

F. WILLEKE, R. H. CHEN  
PETRA Micro Beta Optics.  
DESY M-82-12

H. NARCIß  
Sender-Stromversorgung am DESY.  
DESY M-82-13

R. D. KOHAUPT, R. KOSE  
Experience gained from PETRA.  
(4 Lectures given at the CERN 1981-1982  
Academic Training Programm)  
DESY M-82-14

F. LÖFFLER  
Geodätische Kontrollmessungen bei  
PETRA 1981/82.  
DESY M-82-15

D. DEGÈLE, A. PIWINSKI  
4 oder 5 Experimentierzonen bei PETRA.  
DESY M-82-16

H. MAIS, G. RIPKEN  
Resonance Depolarization in Storage  
Rings by Time Dependent Electric and  
Magnetic Fields.  
DESY M-82-17

G. HEMMIE  
Die Zukunft des Synchrotrons (DESY II).  
DESY M-82-18

A. WRULICH  
Measurement and Compensation of  
Optical Asymmetry in PETRA.  
DESY M-82-19

H. MAIS, G. RIPKEN  
Influence of the synchrotron radiation on  
the spin-orbit motion of particle in a  
storage ring.  
DESY M-82-20

R. WECK  
Ein  $\mu$ -Computer-System zur optimalen  
Steuerung der Aushärtung von  
mehrzelligen HF-Resonatoren (Cavities).  
DESY M-82-21

R. SCHMIDT  
Polarisationsuntersuchungen am  
Speicherring PETRA.  
Dissertation  
DESY M-82-22

W.-D. MÖLLER  
Untersuchungen zum  
Raumladungseffekt am  
Speicherring PETRA.  
DESY M-82-23

T. WEILAND  
URMEL User Guide.  
(Modal Analysis of Cylindrically  
Symmetric Cavities).  
DESY M-82-24

K. STEFFEN  
Correction of Solenoid Spin Rotation in  
PETRA Using Vertical Beam Bumps.  
DESY M-82-25

H. D. BREMER, J. KEWISCH,  
H. C. LEWIN, H. MAIS,  
G. RIPKEN, R. ROSSMANITH,  
R. SCHMIDT, D. P. BARBER  
Beam Polarization at PETRA.  
DESY M-82-26

### Vorläufige Mitteilungen

H. WÜMPELMANN  
Planung der Magnete im  
Speicherring DORIS II.  
M/VM-82-01

A. WRULICH  
PETRA Microbeta:  
Aperture limitations due to normal'  
sextupoles and nonlinear fields in the  
superconducting quadrupoles.  
M/VM-82-02

A. PIWINSKI, A. WRULICH  
Coupling of emittances due to small  
rotations of the superconducting  
quadrupoles in the PETRA  
microbeta scheme.  
M/VM-82-03

J. ROßBACH  
Solenoid-Kompensation durch  
gedrehte Quadrupole.  
M/VM-82-04

R. KOSE  
Synchrotron radiation in the PETRA  
Microbeta insertions.  
M/VM-82-05

G. MEYER  
Supraleitender HERA-Dipol.  
Spannungen und Verschiebungen der  
Spulen in der Klammer unter  
Berücksichtigung der Reibung.  
M/VM-82-06

K. STEFFEN  
Antisymmetric hybrid spin rotator  
for CESR II.  
M/VM-82-07

F. WILLEKE  
Relation between incoherent  
synchrotron oscillations and  
depolarizing resonances.  
M/VM-82-08

G. HEMMIE  
Vorüberlegung zu einem Dipolmagnet für  
die HERA-Transportwege.  
M/VM-82-09

D. DEGÈLE, A. PIWINSKI  
Messung der Strahldimension bei  
PETRA während des  
Luminositätsbetriebes.  
M/VM-82-10

K. STEFFEN  
On the design of BNL collision regions  
with twin-gap magnets.  
M/VM-82-11

G. MEYER  
Spannung und Verformungen einer  
gewellten Ovalkammer mit  
elliptischem Querschnitt.  
M/VM-82-12

G. MEYER  
DESY II - Dipol.  
Durchbiegung im Gap infolge der  
magnetischen Kraft.  
M/VM-82-13

R. D. KOHAUPT  
Measurements on the vertical  
blow-up in PETRA.  
M/VM-82-14

G. RIPKEN, K. STEFFEN,  
A. WRULICH  
Thin magnet matrix representation  
of a solenoid.  
M/VM-82-15

## Strahlenschutz

### Interne Berichte

H. DINTER  
Synchrotron Radiation in the PETRA  
Tunnel for Beam Energies up to 30 GeV.  
DESY D3-42

K. TESCH  
Measuring Absorbed Doses  
Between  $10^{-2}$  and  $10^8$  Gy with a Single  
Glass Dosimeter.  
DESY D3-43

H. DINTER, K. TESCH  
Ergebnisse von  
Strahlenschutzmessungen  
am Deutschen Elektronen-Synchrotron  
DESY im Jahre 1982.  
DESY D3-44

### Vortrag

K. TESCH  
The Attenuation of the Neutron Dose in a  
Labyrinth.  
Illrd Int. Symp. on Radiological  
Protection, Inverness/Scotland (1982)

## Z-Bereich

### Datenverarbeitung

#### Veröffentlichungen

H. BUTENSCHÖN  
NEWLIB Reference Summary.  
DESY R02, März 1982

H. BUTENSCHÖN  
NEWLIB Reference Manual.  
DESY R02, November 1982

#### Vortrag

P. K. SCHILLING  
Networking and Graphics at DESY.  
Thomas J. Watson Research Center,  
Yorktown Heights N.Y. (USA) (1982)

### Neue Technologien

#### Veröffentlichungen

G. HORLITZ, S. WOLFF  
First Results of the 1 m/100 mm Aperture  
HERA Superconducting Dipole  
Prototype Coil without Iron Yoke.  
HERA-Kurzmitteilung 8201 (1982)

G. HORLITZ, S. WOLFF  
Performance of 1 m long/100 mm Bore  
Superconducting Dipole Prototypes  
for HERA.  
Proc. Appl. Superconducting Conf.,  
Knoxville (1982) und  
DESY HERA-82-12

D. HOCHMAN  
End-Field Design for HERA  
Superconducting Dipoles.  
DESY HERA-82-03

D. HOCHMAN  
An Alternative End Field Design for HERA  
Dipole Magnets.  
DESY HERA-82-05

Herausgeber:  
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY  
Notkestraße 85, 2000 Hamburg 52, Telefon (040) 89 98-0, Telex 2 15 124

Herstellung und Gestaltung:  
Abteilung PR-Öffentlichkeitsarbeit, Telefon (040) 89 98-36 13

Druck + Verarbeitung:  
GIRO-DRUCK + VERLAG GMBH, Industriestraße 10, 2000 Schenefeld

