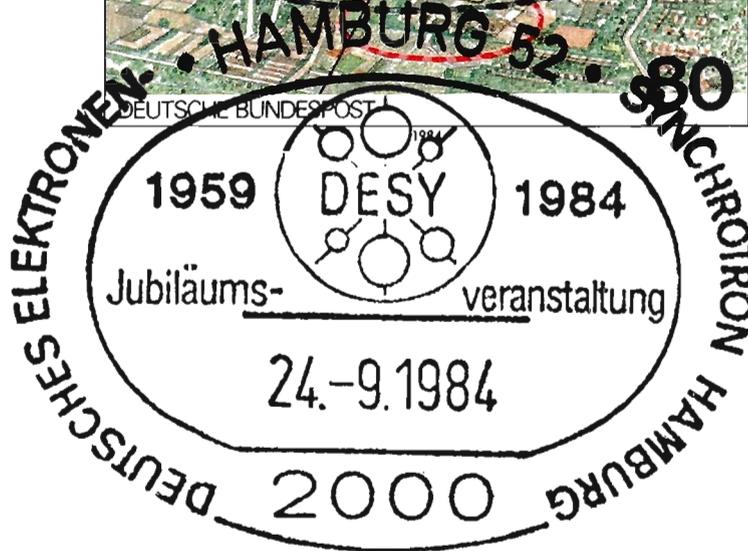
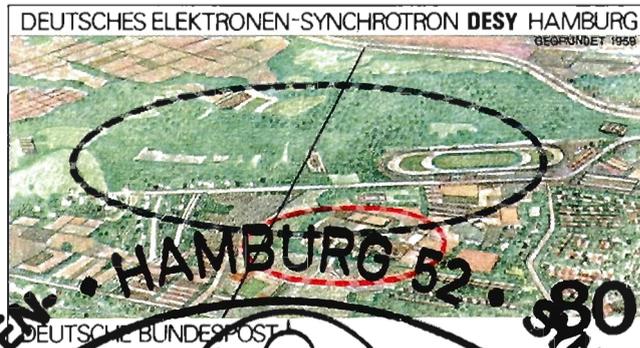


DESY



WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT 1984

DESY



Titelbild

Zum 25jährigen Jubiläum von DESY gab die Deutsche Bundespost am 21. August 1984 eine spezielle Briefmarke heraus, die am Tage des Festaktes, dem 24. 9.1984, mit einem Sonderstempel versehen bei DESY gekauft werden konnte.

HERRN DIETMAR LANGANKE
- VSI -

JBD
166

DESY -PR-, App. 3613

DESY

16. Januar 1986

Betr.: Wissenschaftlicher Jahresbericht 1984

Durch einen Maschinenfehler beim Binden des Wissenschaftlichen Jahresberichtes 1984 ist es vorgekommen, daß bei einigen Exemplaren verschiedene Seiten fehlen. Bitte prüfen Sie Ihr Exemplar daraufhin, und tauschen Sie es ggf. bei uns gegen ein vollständiges um. Wir sind sehr daran interessiert, alle fehlerhaften Exemplare möglichst bald zurückzubekommen. Bei dieser Gelegenheit noch eine Bitte: Falls Sie kein Interesse mehr an der Zusendung des DESY-Jahresberichtes haben, lassen Sie es uns bitte wissen, denn für den Papierkorb ist er zu schade.

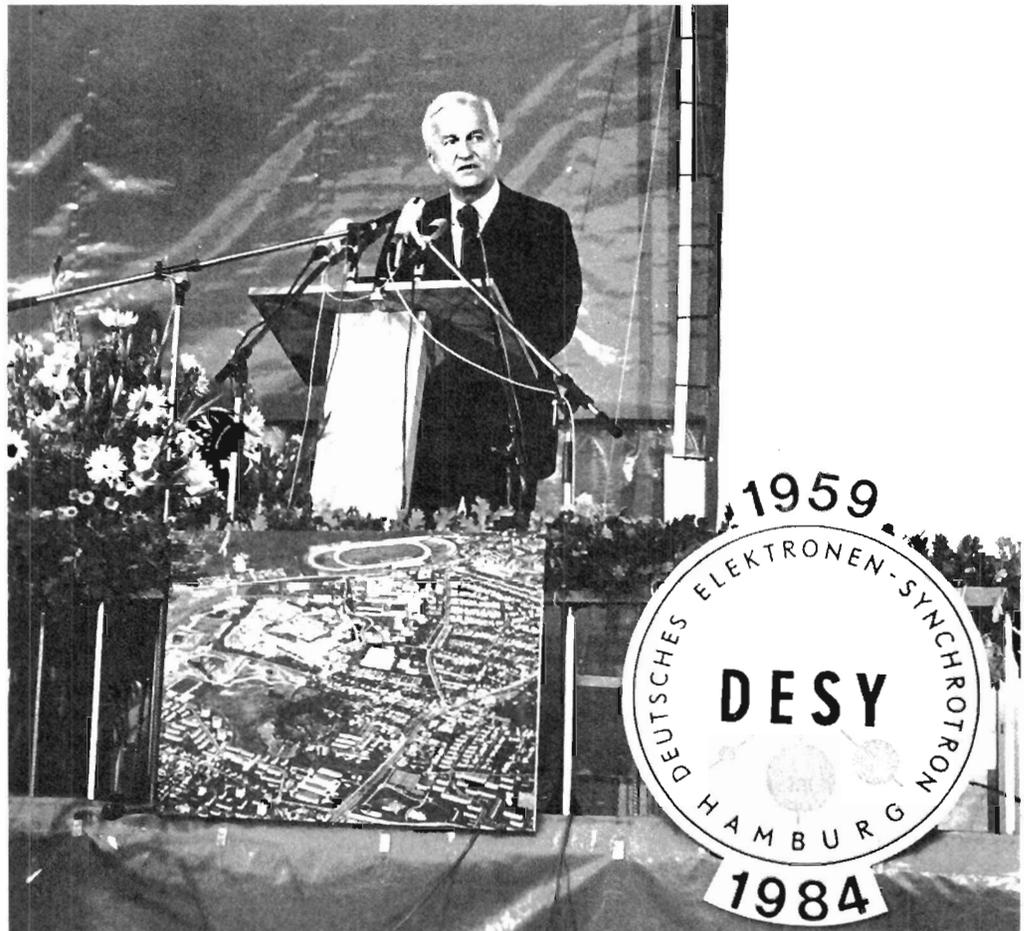
Übrigens: Der Abgabetermin für die Beiträge zum Jahresbericht 1985 ist der 17. Februar 1986 !

Wir danken für Ihre Mitarbeit !

DESY-PR

Wissenschaftlicher Jahresbericht 1984 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY

Inhalt	Seite
Vorwort	7
1984 – 25 Jahre DESY	10
Organigramm	34
Organe der Stiftung und Gremien	35
Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten	41
Bereich Forschung	47
Bereich Maschinen	157
Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb	207
Veröffentlichungen und Vorträge	237



Aus Anlaß seines 25jährigen Bestehens veranstaltete DESY im September des Berichtsjahres eine Fest- und Informationswoche, die am 24. 9. 1984 in Anwesenheit des Bundespräsidenten, Dr. Richard von Weizsäcker, mit einem Festakt eingeleitet wurde. Persönlichkeiten aus Politik und Wissenschaft feierten dieses Jubiläum gemeinsam mit der DESY-Belegschaft, den Gastwissenschaftlern und vielen anderen, die an der Geschichte DESYs mitgewirkt haben.

Vorwort

Das Jahr 1984, dessen Ergebnisse in diesem Bericht vorgestellt werden, war für DESY ein Jahr des Rückblicks auf seine 25jährige Geschichte und – mit dem Beginn des HERA-Baues – ein Jahr des Aufbruchs in eine Zukunft mit großen Aufgaben.

Am 24. September feierte DESY sein 25jähriges Bestehen in Anwesenheit des Bundespräsidenten, des Ersten Bürgermeisters der Freien und Hansestadt Hamburg und vieler Gäste aus dem In- und Ausland. Bundespräsident Richard von Weizsäcker und Bürgermeister Klaus von Dohnanyi sprachen zu der Festversammlung; den Festvortrag hielt Wolfgang K. H. Panofsky über das Thema „Grundlagenforschung – Fluch oder Segen“. In einem Festkolloquium stellten Harald Fritsch, Hinrich Meyer, Matthew Sands und Wulf Steinmann die Geschichte der DESY-Beschleunigeranlagen und die mit ihnen gewonnenen Ergebnisse im Rahmen der physikalischen Forschung der vergangenen 25 Jahre dar.

DESY-Jubiläum

Die 25-Jahr-Feier stand im Zeichen des wenige Monate zuvor begonnenen HERA-Baues, zu dem Bundesminister Heinz Riesenhuber und Senator Hansjörg Sinn am 6. April die endgültige Zustimmung erteilt hatten mit der feierlichen Unterzeichnung der „Vereinbarung zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg zur Finanzierung der Hadron-Elektron-Ring-Anlage HERA“. Schon am 17. Mai konnten die Bauarbeiten beginnen. Zum Zeitpunkt der Drucklegung dieses Jahresberichtes sind die Bauarbeiten an den unterirdischen Hallen weit fortgeschritten, fast 500 m des 6.3 km langen Ringtunnels sind fertiggestellt, und Aufträge für viele Komponenten sind erteilt.

Beginn des HERA-Baues

Die bei den Hochenergie-Experimenten seit vielen Jahren bewährte internationale Zusammenarbeit wird bei HERA auf den Bau der Speicherringe ausgedehnt. Die Bereitschaft von Instituten und Forschungseinrichtungen in mehreren Ländern, sich am Bau von HERA zu beteiligen, zeigte überzeugend das weltweite wissenschaftliche Interesse an dieser einmaligen Anlage und war eine wesentliche Voraussetzung, um die Zustimmung zum Bau zu erhalten.

In der Elementarteilchenphysik, dem zentralen Forschungsgebiet bei DESY, konzentrierten sich die Arbeiten auch im Jahr 1984 auf die Experimente an den Elektron-Positron-Speicherringen DORIS und PETRA. Bei DORIS wurde mit beiden Detektoren, ARGUS und Crystal Ball, das Programm zur Erforschung der Eigenschaften der schwersten bisher bekannten elementaren Fermionen, der b-Quarks, erfolgreich fortgesetzt. Der zuverlässige Betrieb von DORIS II mit hoher Luminosität gab den Experimentiergruppen besonders gute Arbeitsmöglichkeiten. Das Programm bei PETRA galt der weiteren Erforschung der e^+e^- -Reaktion bei den höchsten bisher im Laboratorium erreichbaren Energien. An diesem Programm beteiligten sich alle vier PETRA-Detektoren CELLO, JADE, MARK J und TASSO, die – wie die DORIS-Detektoren – von Forschergruppen betrieben werden, denen jeweils Wissenschaftler aus mehreren Ländern angehören.

Hochenergiephysik

Auch für die Nutzer der Synchrotronstrahlung war das Jahr 1984 reich an wissenschaftlichen Ergebnissen. Die wissenschaftliche Ausbeute dieses Jahres schlägt sich unter anderem in dem umfangreichen Jahresbericht von HASYLAB und dem Jahresbericht von EMBL nieder. Der erste Wiggler bei DORIS wurde erfolgreich in Betrieb genommen und eröffnet mit seiner hohen Strahlungsintensität neue Experimentiermöglichkeiten.

Synchrotronstrahlung

Aus dem Bereich der Beschleuniger sei hier besonders erwähnt der Bau des neuen Injektorsynchrotrons DESY II im DESY-Tunnel, mit dessen Installation im November 1984 begonnen wurde und das in Zukunft die Elektronen- und Positronen-Injektion für DORIS und PETRA beziehungsweise HERA übernehmen soll.

Beschleunigerentwicklung

Wirtschaftsplan

Im Jahr 1984 erhielt DESY von seinen Stiftern, der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg, Zuwendungen für Betrieb und Investitionen in Höhe von 195.3 Mio DM. Darin sind enthalten 57.1 Mio DM für den Bau von HERA.

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 Jahre 1984 waren an den Hochenergie-Experimenten rund 80 wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY (von 1023 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. 41 ff. aufgeführt.)

An Experimenten mit der Synchrotronstrahlung im HASYLAB waren sieben wissenschaftliche Mitarbeiter von DESY und mehr als 300 Gäste von überwiegend deutschen Universitäten und Forschungsinstituten beteiligt.

Ausbildung junger Wissenschaftler

Durch die enge Zusammenarbeit mit Universitäten leistet DESY auch einen wichtigen Beitrag zur Ausbildung junger Wissenschaftler. Sie haben hier die Gelegenheit, während ihres Studiums an der Front der Forschung mitzuarbeiten, die modernen Einrichtungen eines großen Laboratoriums 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. Im Jahr 1984 haben 21 Doktoranden ihre Dissertation fertiggestellt mit bei DESY erarbeiteten Forschungsergebnissen.



Am 6. April 1984 unterzeichneten der Bundesminister für Forschung und Technologie, Dr. Heinz Riesenhuber (rechts im Bild), und der Hamburger Senator für Wissenschaft und Forschung, Prof. Dr. Hansjörg Sinn (links), während einer Feierstunde bei DESY die Vereinbarung zur Finanzierung der Speicherringanlage HERA.

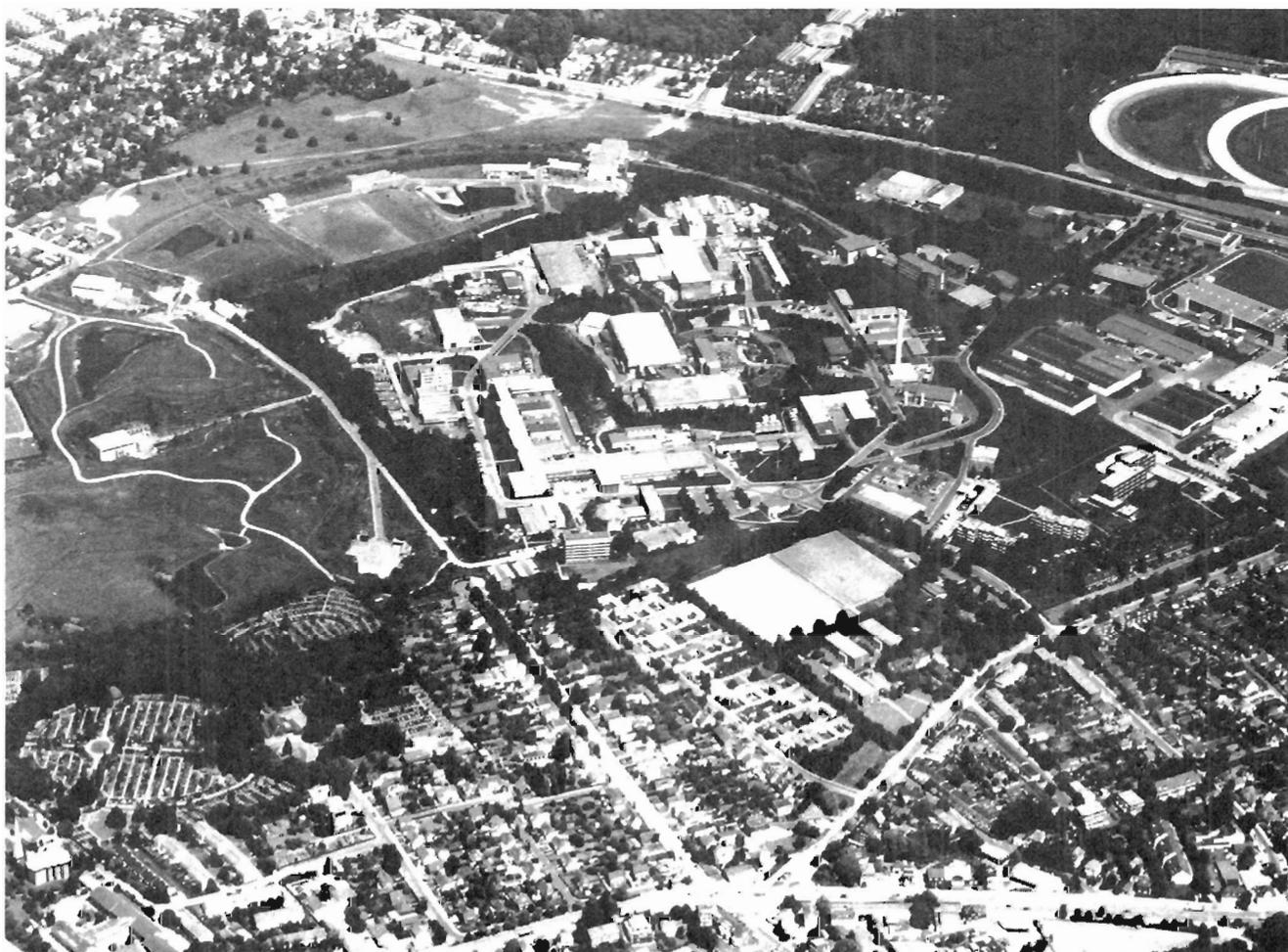


1957 bekam die Stadt Hamburg dieses ca. 1 km² große Gelände von den Bundesministerien für Verteidigung und Finanzen für den Bau des ersten DESY-Beschleunigers übereignet. Auf dem ehemaligen Militär- und späteren Sportflugplatz entstand obige Aufnahme Anfang der dreißiger Jahre während der Veranstaltung „Flugtag Altona“.

Foto: Staatliche Landesbildstelle Hamburg, Freigabe-Nr. L548 LA Hamburg

1984 — 25 Jahre DESY

Meilensteine aus der Geschichte DESY's



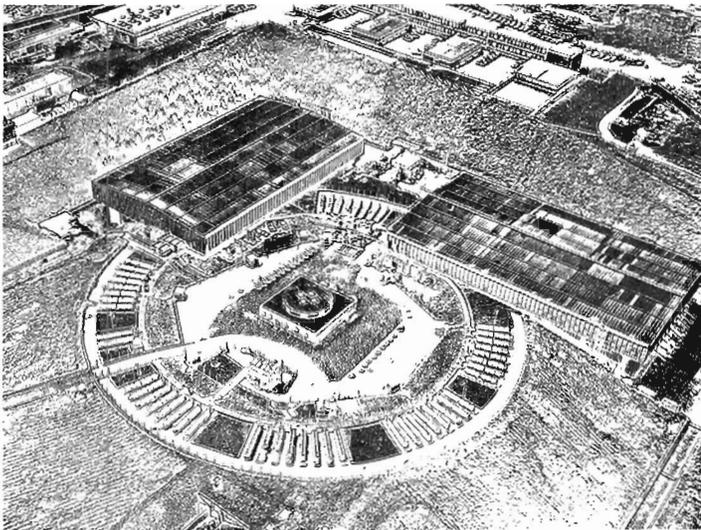
Nach der Gründung des Forschungszentrums DESY im Jahr 1959 wurde mit der Errichtung des Elektronen-Synchrotrons begonnen, einem Kreisbeschleuniger von 317 m Umfang. Der Ausbau des Laboratoriums führte im Laufe der Zeit zu einer dichten Besiedelung des Geländes, und heute umgrenzt der PETRA-Ring mit 2300 m Umfang fast alle Gebäude von DESY.

Freigabe-Nr. 426/83 LA Hamburg



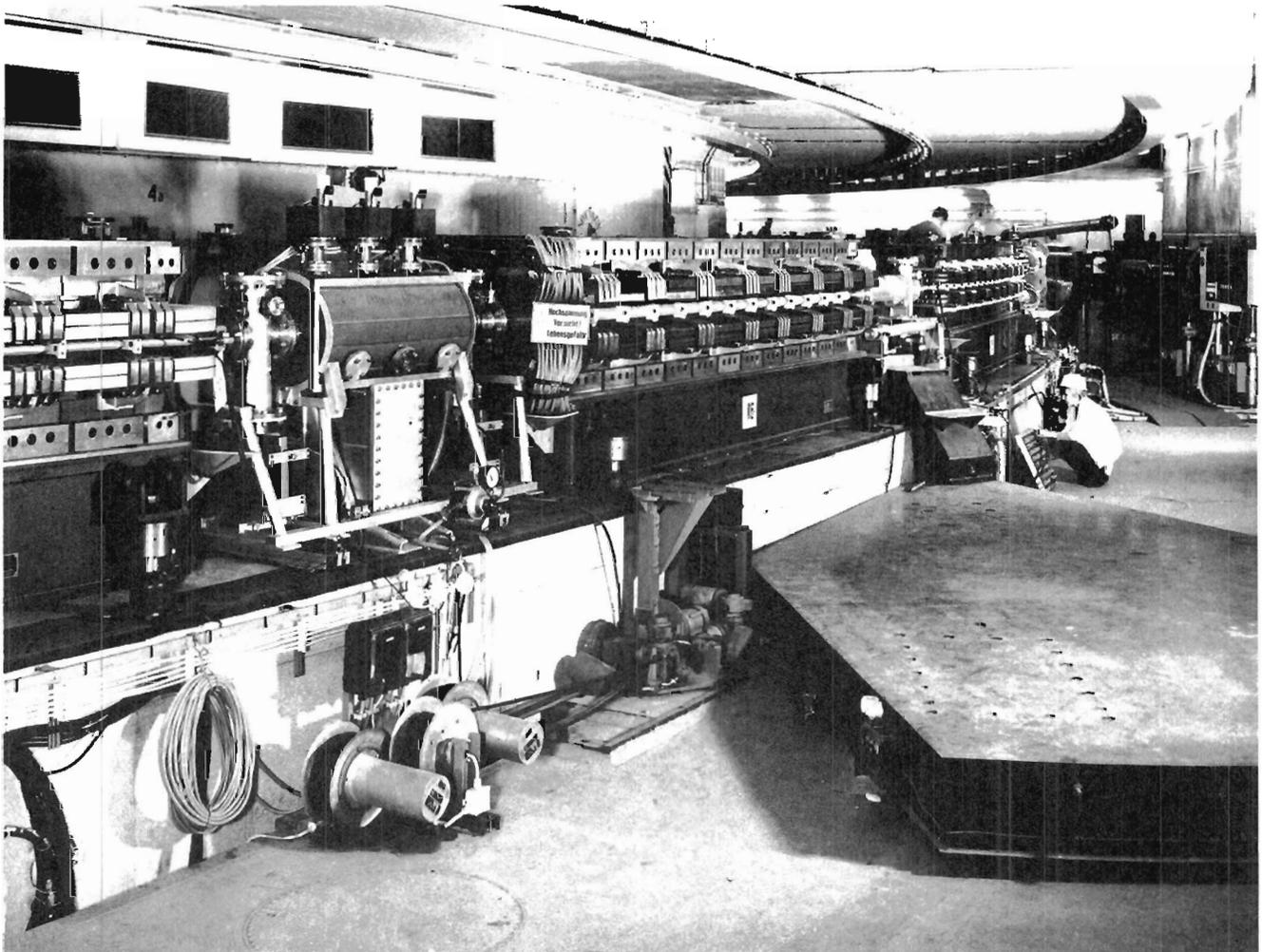
Am 18. Dezember 1959 unterzeichneten der Bundesminister für Atomkernenergie und Wasserwirtschaft (heutiges Bundesministerium für Forschung und Technologie), Prof. Dr. Siegfried Balke (links im Bild), und der Erste Bürgermeister der Freien und Hansestadt Hamburg, Dr. Max Brauer (rechts), in Hamburg den Staatsvertrag zur Gründung der Stiftung „Deutsches Elektronen-Synchrotron, DESY“.

Elektronen-Synchrotron, Gründung des Laboratoriums	
1957–1959	Vorbereitungsarbeiten zum Bau eines 6-GeV-Elektronen-Synchrotrons
18. Dez. 1959	Gründung der Stiftung DESY in Hamburg <i>DESY-Satzung § 2.1</i> <i>„Aufgabe der Stiftung sind die Förderung der physikalischen Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Atomkerne und Elementarteilchen, vor allem durch den Betrieb und weiteren Ausbau der Hochenergiebeschleuniger und deren wissenschaftliche Nutzung, sowie die wissenschaftliche und technische Forschung auf Gebieten, die mit der Hochenergiephysik in Zusammenhang stehen.“</i>
1960–1964	Bau des Elektronen-Synchrotrons unter der Leitung von Willibald Jentschke
1963	Aufbau einer Theorie-Gruppe bei DESY
12. Nov. 1964	DESY wird offiziell der Wissenschaft übergeben
1965	Beginn des Hochenergie-Experimentierprogramms; Anfangsenergie des Synchrotrons 6 GeV
1968	Energieerhöhung auf 7.5 GeV
1984	Beginn des Aufbaus eines neuen Elektronen-Synchrotrons DESY II in der Tunnelinnenseite Schwerpunkte der Hochenergie-Forschung Elastische Elektron-Nukleon-Streuung Unelastische Elektronen-Streuung am Proton – erster Hinweis auf eine körnige Struktur des Protons und auf das Parton-Modell Prüfung der Quantenelektrodynamik Photonproduktion von Mesonen
1965	Beginn der Experimente mit der beim DESY anfallenden Synchrotronstrahlung
1970	Eine am Synchrotron arbeitende Gruppe erhält den Physikpreis der Deutschen Physikalischen Gesellschaft für eine Untersuchung der Pion-Produktion mit polarisierten Photonen
1976	Beendigung des Experimentierprogramms



Der erste Kreisbeschleuniger bei DESY, das 6-GeV-Elektronen-Synchrotron (Bild links mit den beiden Experimentierhallen), war mit dem Injektions-Linearbeschleuniger LINAC I 1964 fertiggestellt. In zwei großen Hallen konnten sechs bis acht Experimente parallel durchgeführt werden, bei denen Elektronen, Positronen oder Photonen an Targets gestreut wurden.

Das Elektronen-Synchrotron (das untere Bild zeigt einen Blick in den Tunnel) ist aus 48 Strahlführungs- und Fokussierungsmagneten und 16 Beschleunigungsstrecken zusammengesetzt und an der Innenseite des Tunnels installiert.





Die Eintragungen in das Logbuch (Bild rechts oben) dokumentieren es: Der erste Ringbeschleuniger bei DESY, das Elektronen-Synchrotron, funktioniert. Am 25. Februar 1964, um 23.15 Uhr, wurden zum ersten Mal Elektronen auf 5 GeV beschleunigt und ein maximaler Strom von ca. 10^{12} Elektronen pro Sekunde erzielt. Dies war Grund genug zum Feiern. Das obere Bild zeigt W. Jentschke zusammen mit der Beschleuniger-Mannschaft, von der heute noch ein großer Teil beim Bau der HERA-Speicherringe beteiligt ist.

Die Teilchenstrahlen aus dem Synchrotron werden in zwei getrennte, aber praktisch gleichwertige Hallen geführt, in denen bis zu sechs Experimente parallel durchgeführt werden können. Diese sind durch große Betonsteine gegeneinander abgeschirmt. Das Bild rechts unten zeigt einen Ausschnitt einer der beiden Hallen.

DESY (Stand 1984)	
Beschleunigertyp	Synchrotron
Maximal-Energie	ab 1968: 7.5 GeV 1964–1968: 6 GeV
Teilchenzahl pro Strahl	$5 \cdot 10^{11}$
Umfang	317 m
Meßplätze	6 bis 8
maximales Magnetfeld	0.79 Tesla
max. Hochfrequenzleistung	1 MW
Vakuumdruck	$5 \cdot 10^{-7}$ Torr
Baubeginn/Inbetriebnahme	1959/1964
Baukosten	26,5 Mio. DM

25. 2. 64 M.D. Degeh

14³⁰ Tunnel dicht
nach oben Kippt, + 2 Männer

14⁵⁰ Ring frei, Magnet ein

15⁰⁵ Linac ein

16²⁰ Linac aus, Phase schwankt zwische
Linac-Netz + Magnet. Ursache?

16⁴⁵ Magnet aus

17³⁰ Linac + Magnet wieder ein

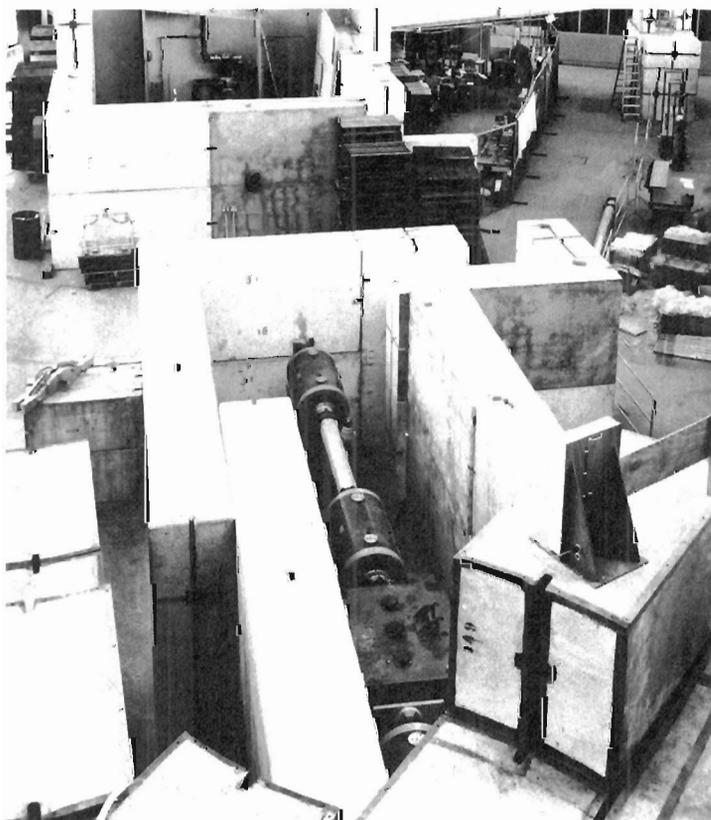
22⁰⁰ ~ 300 Umläufe, 0,7 mA free
2 min

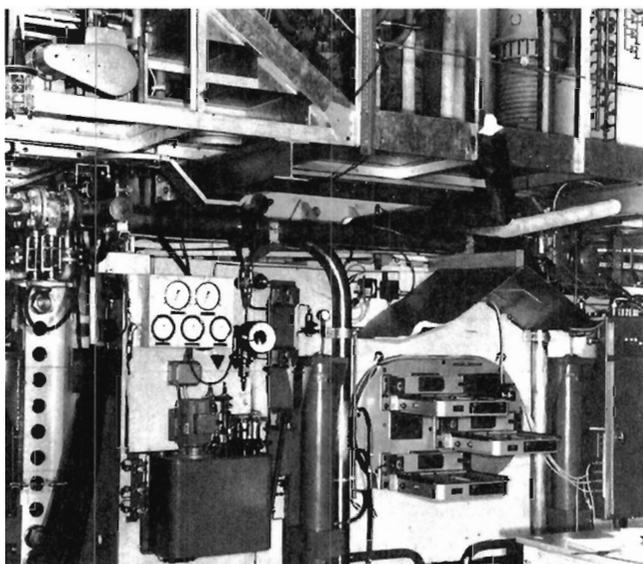
ab 22³⁰ : 8000 Umläufe ztw. ≈ 250 GeV
(200A \rightarrow \rightarrow)
(B \approx 2-5)

23⁰⁰ : Magnetstrom auf 400A

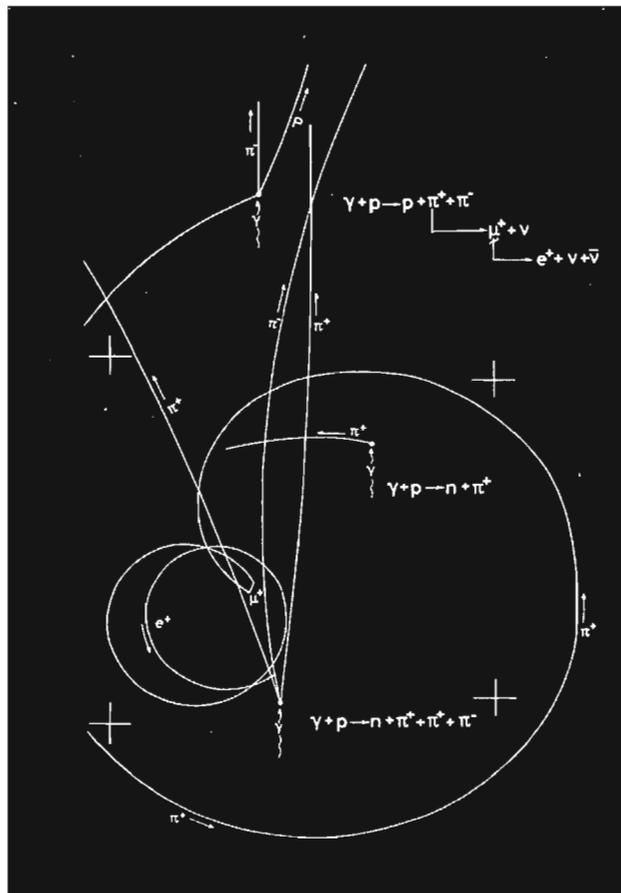
23⁰⁵ : Alles aus

ab 24⁰⁰ wird gefeiert, für
Vorsicht keine Haftung.

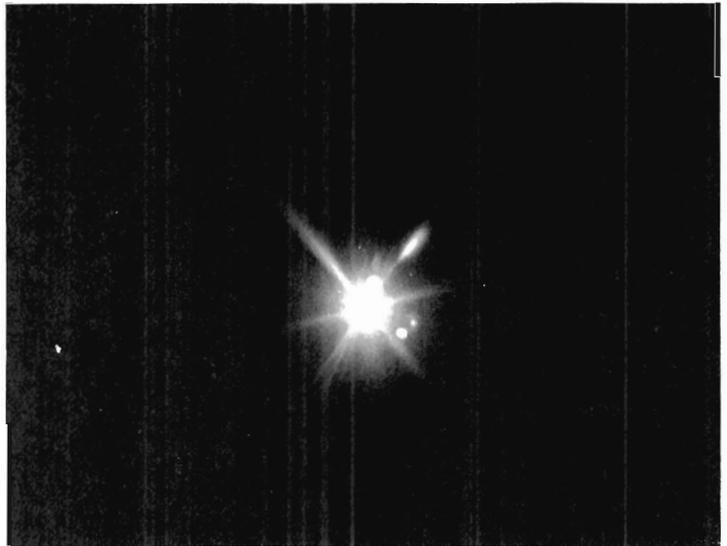




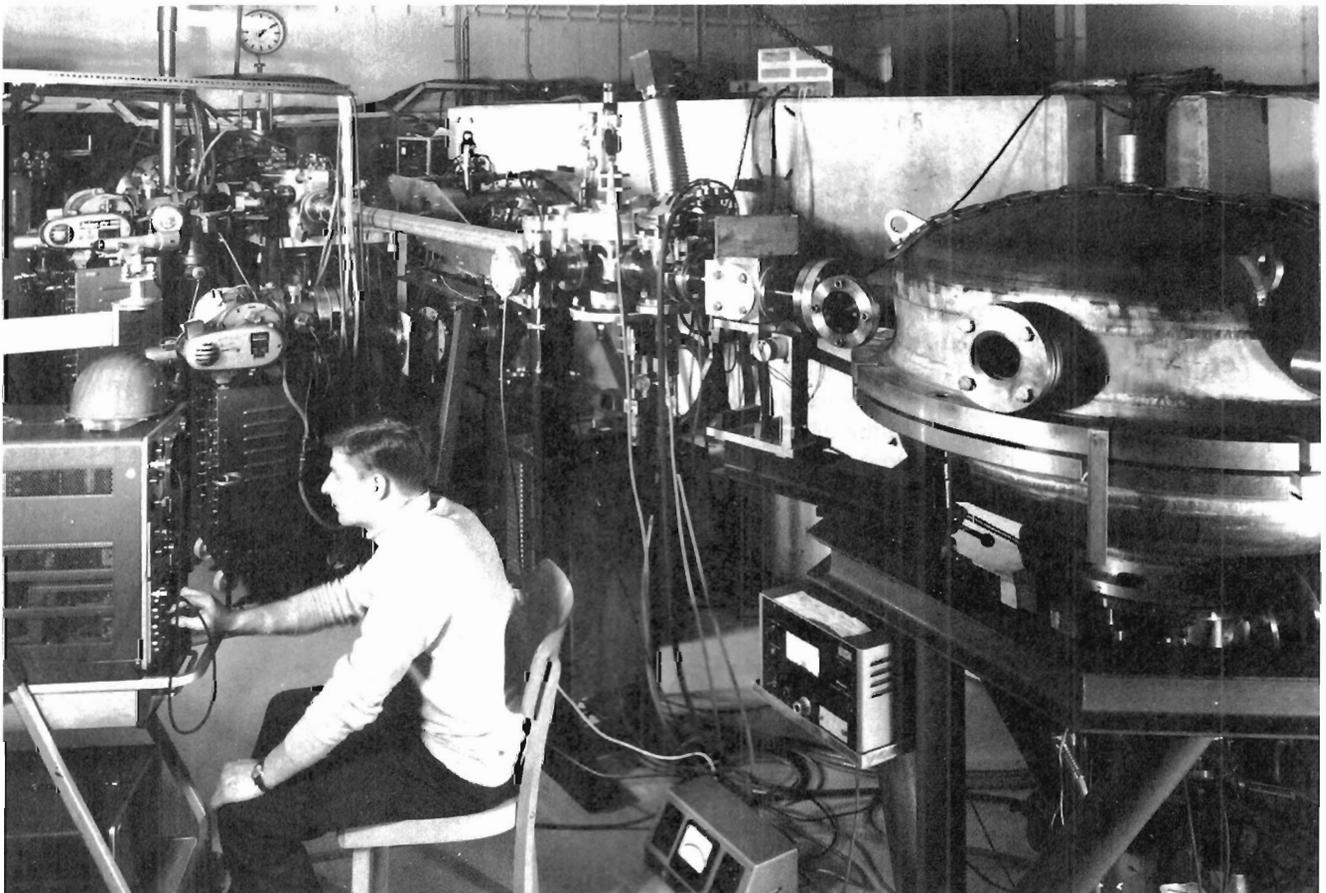
In der mit flüssigem Wasserstoff gefüllten Blasen-
kammer von 80 cm Länge können die bei der Pho-
toproduktion erzeugten geladenen Teilchen in
allen Richtungen nachgewiesen werden. Sie hin-
terlassen sichtbare Spuren, die fotografisch
gespeichert werden und aus deren Krümmung im
Magnetfeld ihr Impuls und ihre Ladung bestimmt
werden. Der Bau dieser Blasen-kammer wurde im
Juni 1964 von einer Gruppe deutscher und fran-
zösischer Wissenschaftler im Centre d'Etudes
Nucléaires in Saclay abgeschlossen. Sie wurde
dann nach Hamburg transportiert und am Syn-
chrotron aufgestellt (Bild links), wo im November
desselben Jahres die ersten Aufnahmen gelan-
gen. An der Auswertung der Bilder waren sechs
deutsche Universitäts- und Forschungsinstitute
beteiligt. Das Bild unten links zeigt eine typische
Blasen-kammeraufnahme, rechts daneben ihre
Spurenuordnung.

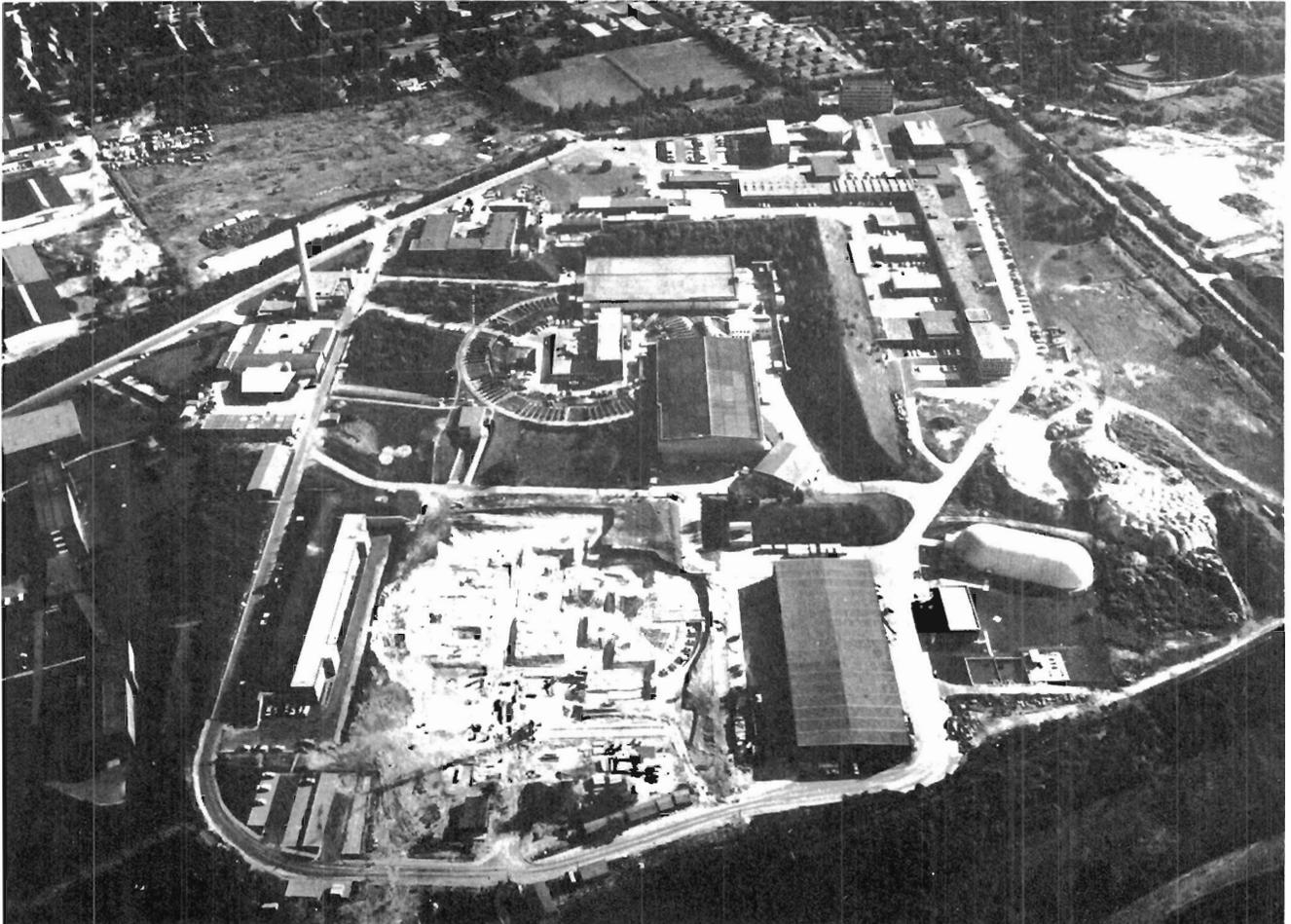


Mit der Nutzung der beim Betrieb des Elektronen-Kreisbeschleunigers anfallenden Synchrotronstrahlung — einem Gemisch stark gebündelter Strahlung aus dem gesamten Spektralbereich vom Infraroten bis hin zur energiereichen Röntgenstrahlung — (Bild rechts) wurde bei DESY 1964 begonnen: Die Deutsche Forschungsgemeinschaft richtete hier ein Labor für Synchrotronstrahlungsexperimente ein. Ihm folgte 1972 eine Meßstation des in Heidelberg ansässigen Europäischen Laboratoriums für Molekularbiologie EMBL für Strukturuntersuchungen an biologischen Materialien.



Der erste Spektrograph „Rowland“ (Bild unten) war von 1964 bis 1978 im Einsatz und diente der Untersuchung der Eigenschaften der Synchrotronstrahlung.

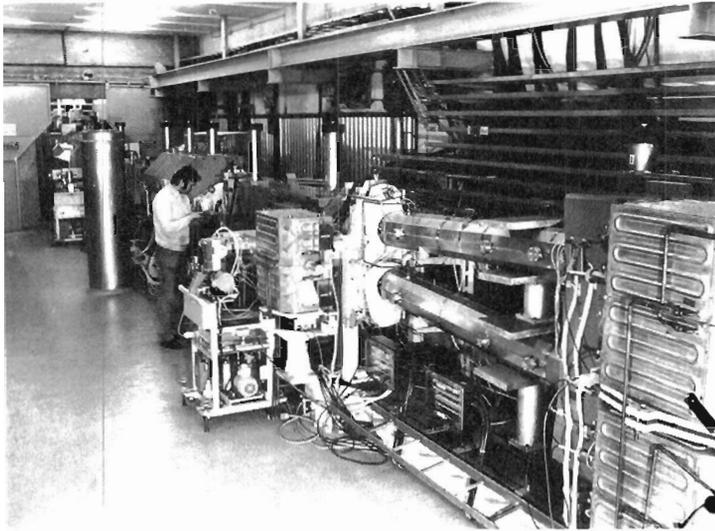




Im Vordergrund des Bildes ist die Baustelle des Doppel-Speicherringes DORIS zu erkennen, eines ovalen Ringtunnels von 288 m Umfang. Mit diesem neuen Beschleuniger wurden bei DESY weiterführende Forschungen in der Elementarteilchenphysik möglich. Mit den ersten Experimenten konnte 1974 begonnen werden.

Freigabe-Nr. 2145/70 LA Hamburg

Elektron-Positron-Speicherring DORIS	
1969–1974	Bau des Elektron-Positron-Doppel-Speicherrings DORIS; Energie der umlaufenden Strahlen je 3.5 GeV
18. Juni 1974	DORIS wird offiziell der Wissenschaft übergeben
November 1974	Beginn des Experimentierprogramms Detektoren an DORIS: ARGUS (ab 1982), BONANZA (1977), Crystal Ball (ab 1982), DASP (1974–1977, DASP II 1978–1980), LENA (1979–1980), NaJ (1975–1978), PLUTO (1974–1978)
1978	Energieerhöhung auf 5.1 GeV je Strahl
1981	Das Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB mit 24 Meßplätzen wird in Betrieb genommen
1981–1982	Umbau zu einem Elektron-Positron-Einzelspeicherring DORIS II ; Strahlenergie 5.6 GeV; Steigerung der Luminosität um mehr als das Zehnfache
1982	Der Detektor Crystal Ball wird vom Stanford Linear Accelerator Center SLAC nach Hamburg transportiert; als zweiter Detektor wird ARGUS in Betrieb genommen
	Schwerpunkte der Hochenergie-Forschung
1974	Erster Nachweis der γ -Kaskade in Charmonium-Atomen – endgültige Etablierung des 4. Quarks (Charm) Erster Hinweis auf Teilchen mit freier Charm-Quantenzahl durch Beobachtung ihres semileptonischen Zerfalls Entdeckung des F-Mesons, einer Kombination aus c- und s-Quark, Untersuchungen an τ -Zerfällen; sie helfen dieses Lepton der dritten Generation zu etablieren
1978	Erster Nachweis des Υ (gebundener Zustand aus einem b- und Anti-b-Quark) in einem Speicherring; Bestimmung seiner Zerfallsbreite und seiner Eigenschaften Erste Hinweise auf den Drei-Gluon-Zerfall des Υ
ab 1982	Untersuchung der Υ -Resonanzen und der B-Mesonen

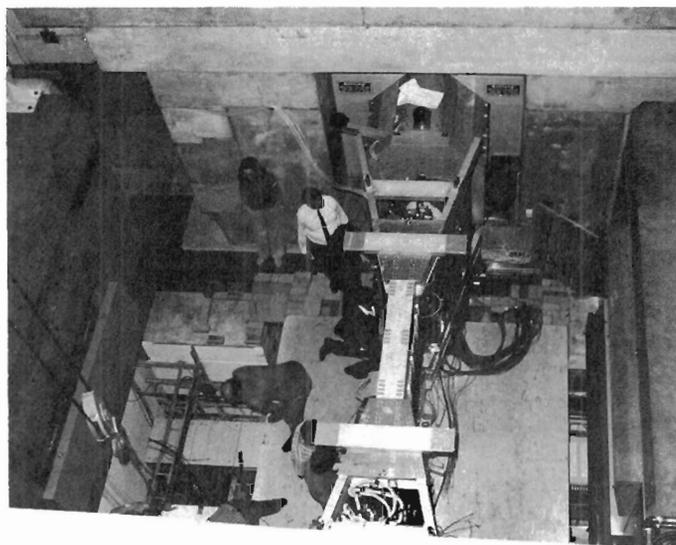
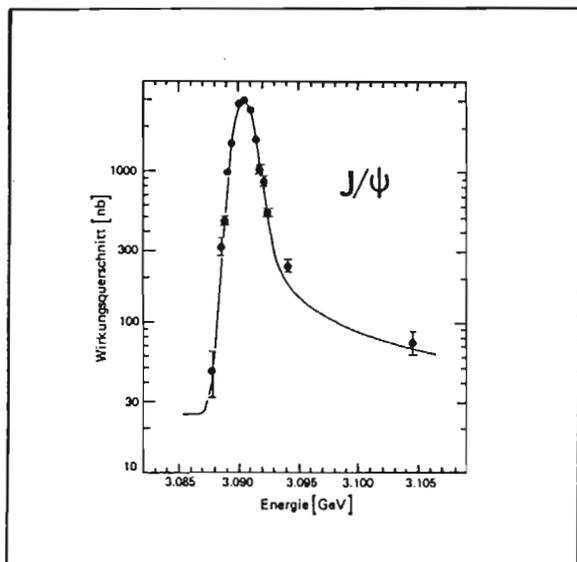


DORIS (Stand 1984)

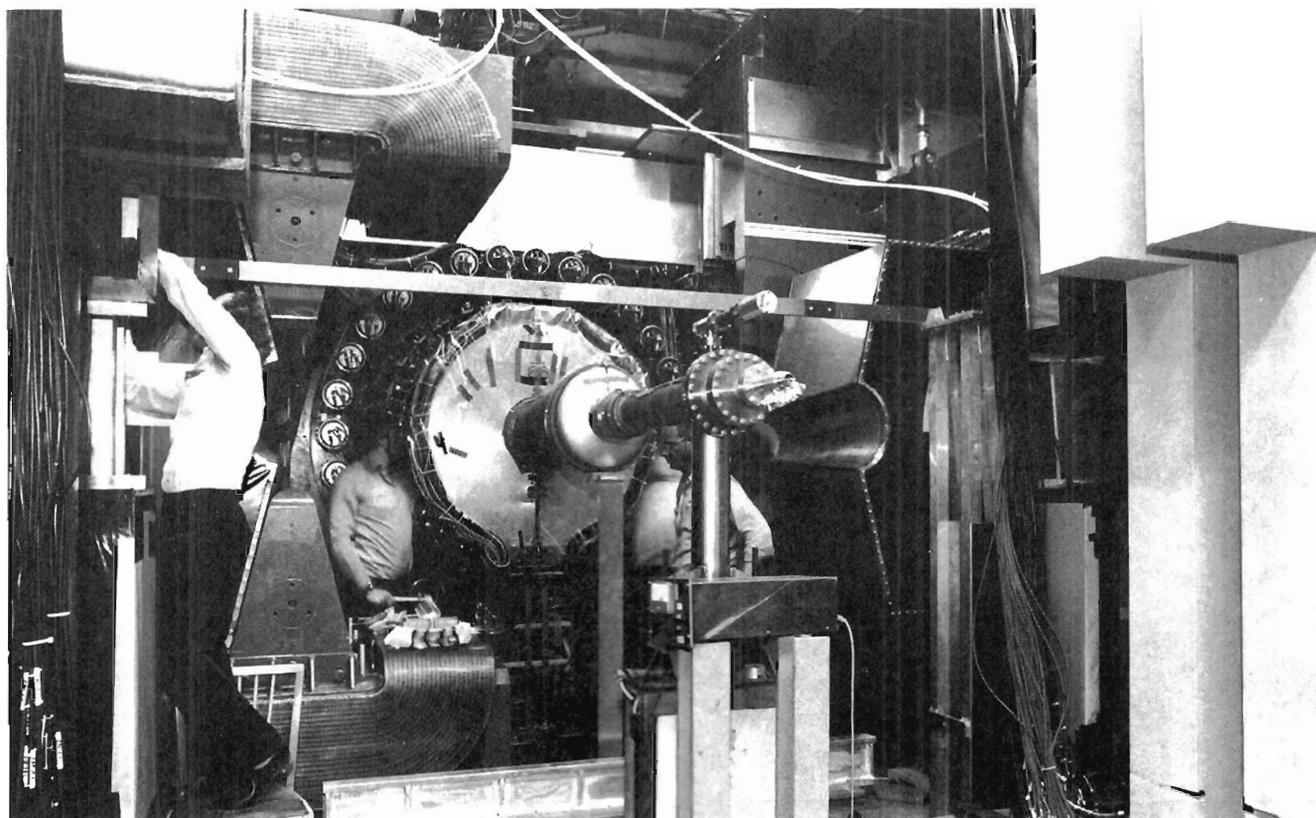
Beschleunigertyp	Speicherring
max. Strahlenergie	ab 1982: 5.6 GeV 1977–1982: 5.1 GeV 1974–1977: 3.5 GeV
Teilchenzahl pro Strahl	$1.5 \cdot 10^{12}$
Umfang	288 m
Wechselwirkungszonen	2
maximales Magnetfeld	0.95 Tesla
max. Hochfrequenzleistung	2 x 0.75 MW
Vakuumdruck	10^{-9} Torr
Baubeginn/Inbetriebnahme	1969/1974
Baukosten	100 Mio. DM

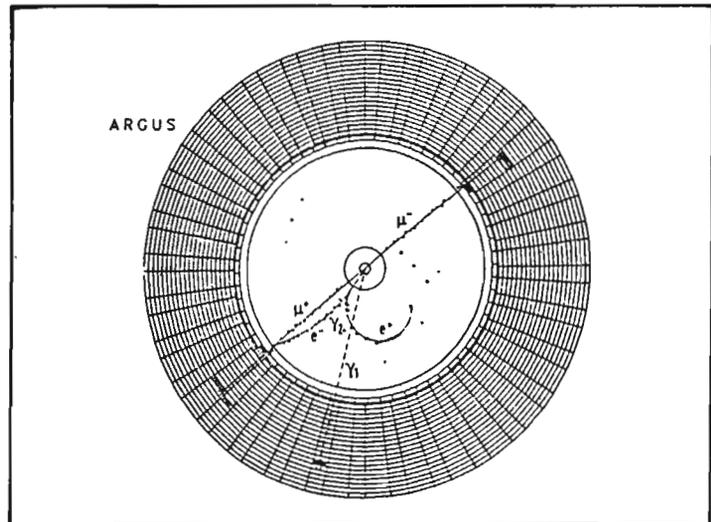
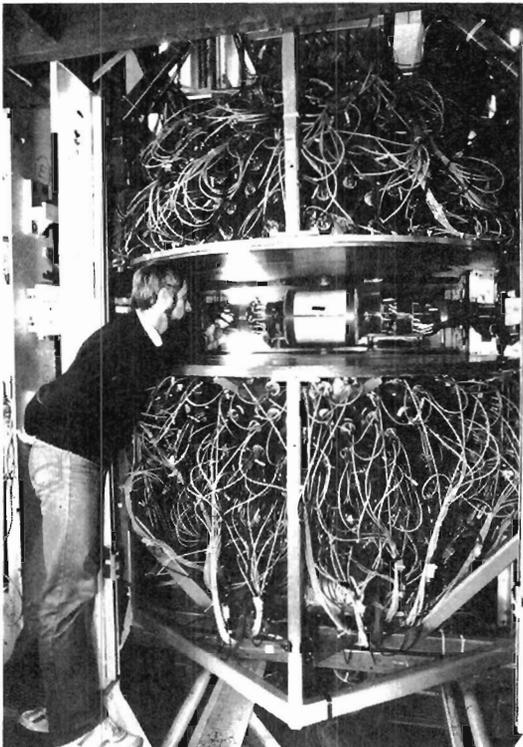
Vor dem Umbau zu dem Einzel-Speicherring DORIS II (Bild unten) kreisten Elektronen und Positronen in DORIS in getrennten übereinanderliegenden Vakuumrohren in entgegengesetzter Richtung und wurden vor den Kollisionszonen zusammengeführt (Bild oben). Unter Ausnutzung neuer technischer Möglichkeiten konnten die maximale Strahlenergie von DORIS II auf 5.6 GeV und die Kollisionsrate um mehr als das 10fache erhöht werden. Gleichzeitig wurden erhebliche Stromeinsparungen erzielt.



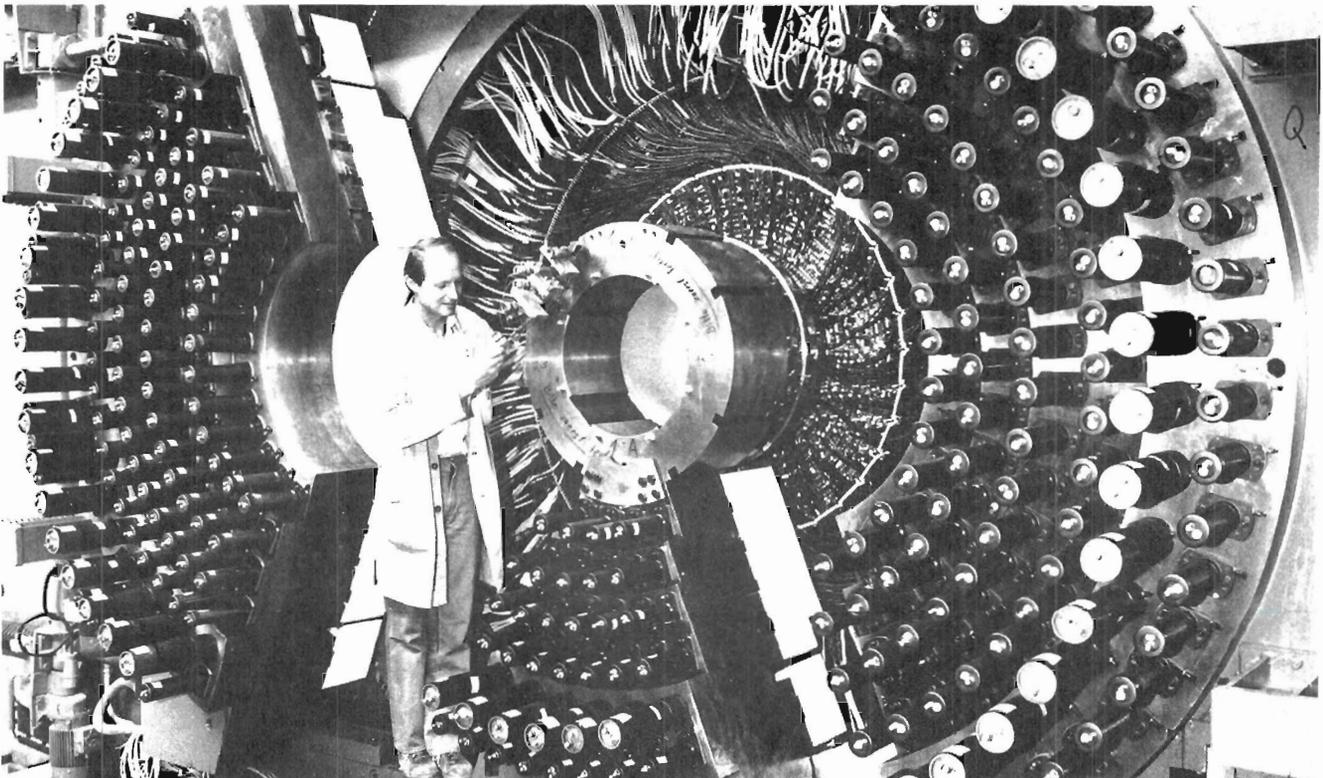


Die beiden nach unterschiedlichen Konzepten gebauten Meßapparaturen DASP (Doppel-Arm-Spektrometer, Bild oben rechts) und PLUTO (4π -Detektor, Bild unten) haben viele Jahre bei DORIS die Elektron-Positron-Reaktionen registriert. Ein wichtiges Ergebnis ihrer Messungen war die genaue Untersuchung der J/ψ -Resonanz (Bild oben links) einige Wochen nachdem sie in den Vereinigten Staaten entdeckt wurde.





Das Experimentierprogramm bei DORIS II wurde 1982 mit zwei neuen Detektoren begonnen und erstreckt sich auf die Untersuchung der Υ -Resonanzen (Bild oben) und der Zerfälle der B-Mesonen. Der Crystal Ball (Bild links) wurde von Stanford/USA nach Hamburg transportiert und an DORIS II aufgebaut. Er ist besonders gut für den Nachweis hochenergetischer Photonen geeignet. Der ARGUS-Detektor (Bild unten) wurde speziell für den Energiebereich von DORIS II entwickelt und dient vornehmlich dem Nachweis geladener Teilchen.



Synchrotronstrahlung bei DORIS

1974–1979	Synchrotronstrahlungslabor an DORIS mit 5 Meßplätzen
seit 1974	Europäisches Labor für Molekularbiologie EMBL an DORIS mit 2 Meßplätzen
1979–1983	Fraunhofer-Gesellschaft
seit 1980	HASYLAB an DORIS II mit 28 Meßplätzen (inkl. 3 für EMBL)



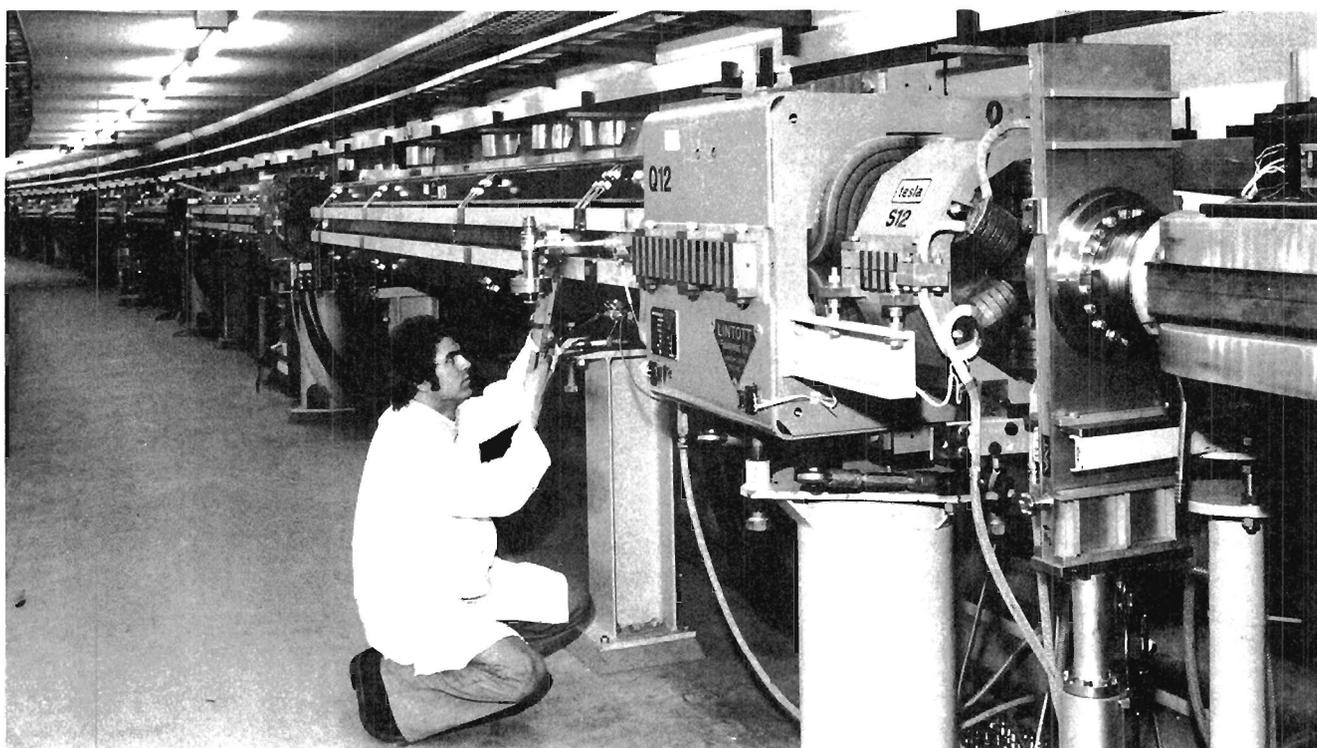
Die ständig steigende Nachfrage nach Experimentiermöglichkeiten mit der Synchrotronstrahlung führte zur Gründung des Hamburger Synchrotronstrahlungs-Labors HASYLAB, das 1980 seinen Betrieb aufnahm. In der Experimentierhalle (Bild unten) stehen heute 28 Meßplätze zur Verfügung, von denen drei ständig vom EMBL belegt sind. Jährlich sind seitdem mehr als 300 Wissenschaftler von über 50 Instituten an den Experimenten mit der bei DORIS anfallenden Synchrotronstrahlung beteiligt. In speziellen „Wiggler“-Magneten (Bild oben) wird die Strahlungs-Intensität dadurch erhöht, daß die Elektronen ein periodisches Magnetfeld passieren.



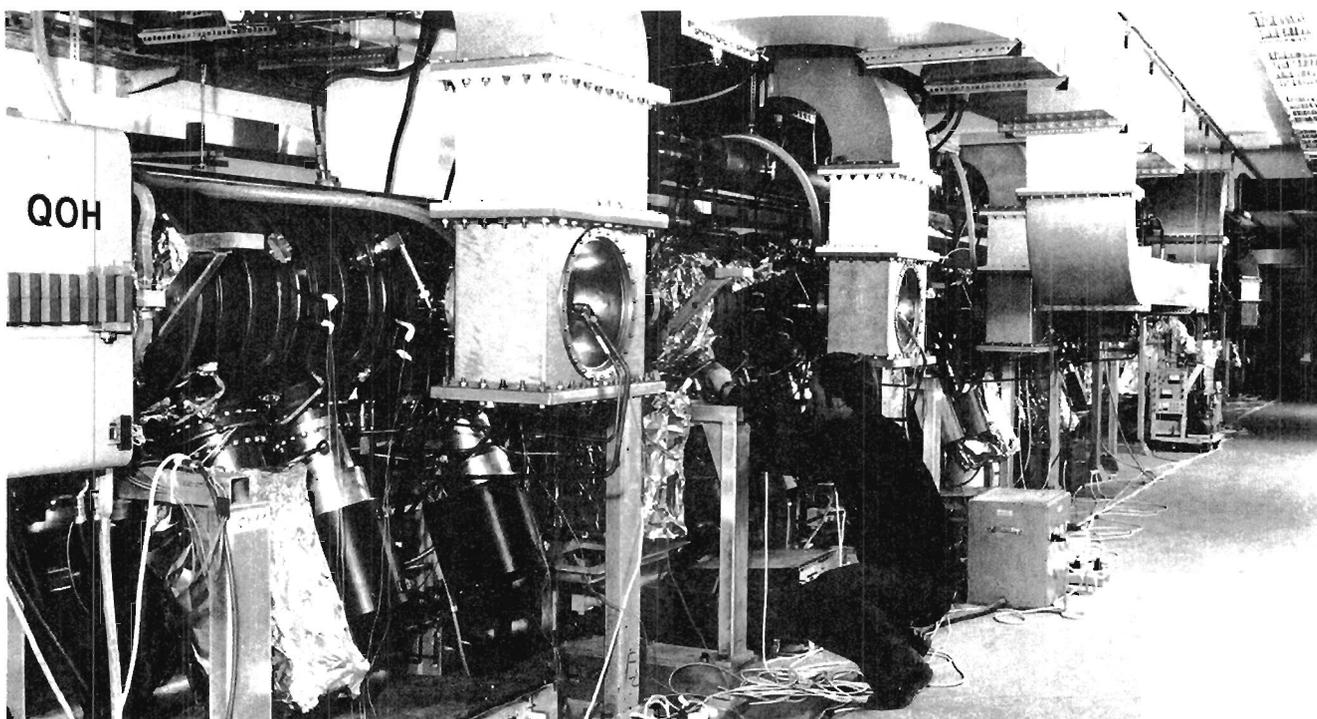


Das Bild zeigt den letzten Bauabschnitt des 2.3 km langen Ringtunnels für die Positron-Elektron-Tandem-Ring-Anlage PETRA. Der Tunnel verläuft zum Teil oberirdisch, zum Teil unterirdisch.

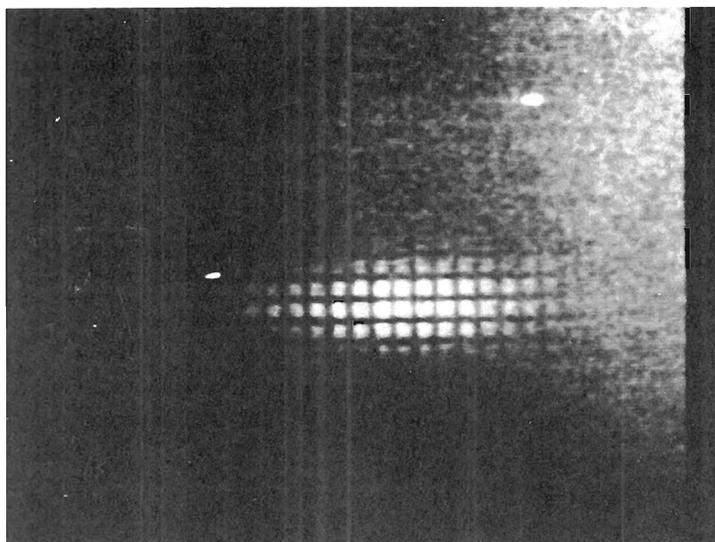
Elektron-Positron-Speicherring PETRA	
1976–1978	Bau von PETRA; Strahlenergie 18.5 GeV
1978	Beginn des Experimentierprogramms Detektoren an PETRA: CELLO (ab 1980), JADE , MARK J , PLUTO (bis 1982), TASSO
26. April 1979	Von Bundespräsident Walter Scheel wird PETRA offiziell der Wissenschaft übergeben
1982–1984	Stufenweise Energieerhöhung auf 23.5 GeV
	Schwerpunkte der Hochenergie-Forschung
1979	Entdeckung der Bremsstrahlung von Gluonen bei der Annihilation von Elektronen und Positronen in Hadronen Bestimmung des Gluon-Spins Bestätigung des Quark-Parton-Modells Prüfung der Quantenchromodynamik
1981	Erste Beobachtung der Interferenz von elektromagnetischer und schwacher Wechselwirkung in e^+e^- -Reaktionen; quantitative Bestätigung der Glashow-Salam-Weinberg-Theorie für e^+e^- -Reaktionen
ab 1984	Suche nach neuen Teilchen



Blick in den PETRA-Tunnel, oben die Magnete zur Teilchenführung, unten die Beschleunigungs-HF-Strecke.



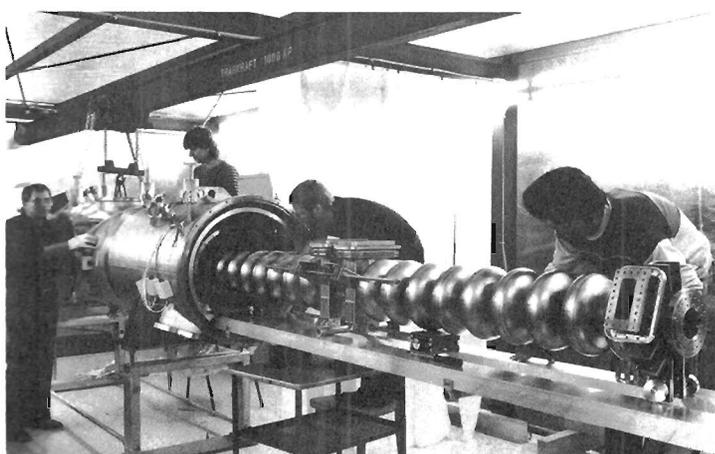
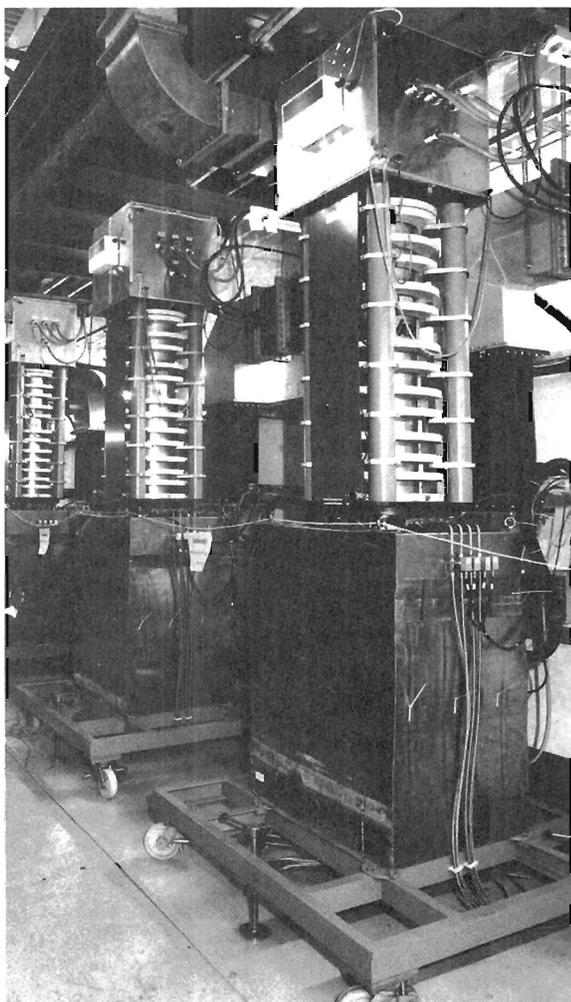
PETRA (Stand 1984)	
Beschleunigertyp	Speicherring
max. Strahlenergie	ab 1984: 23.5 GeV 1978–1982: 18.5 GeV ab 1982 stufenweise Erhöhung
Teilchenzahl pro Strahl	$4 \cdot 10^{12}$
Umfang	2300 m
Wechselwirkungszonen	4
maximales Magnetfeld	0.39 Tesla
max. Hochfrequenzleistung	10 MW
Vakuumdruck	10^{-9} Torr
Baubeginn/Inbetriebnahme	1976/1978
Baukosten	98 Mio. DM

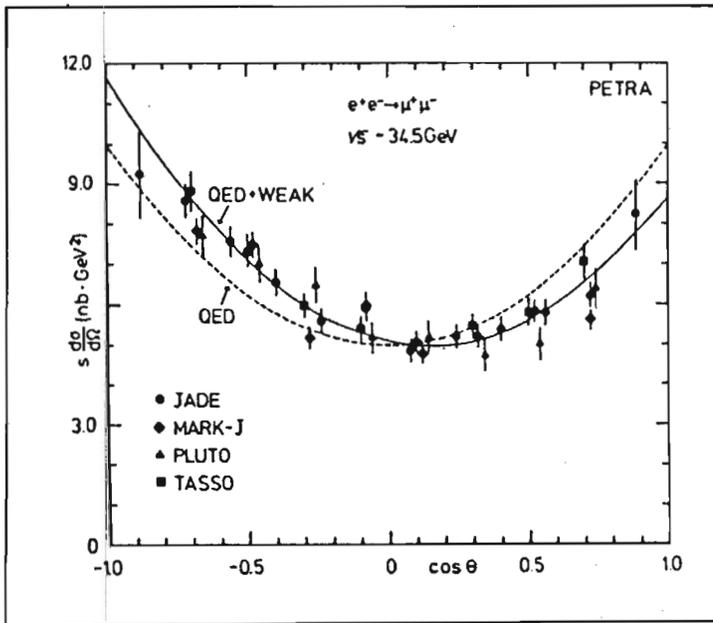


Nach nur zweieinhalbjähriger Bauzeit konnten in PETRA im September 1978 die ersten Teilchen kreisen (Bild oben) und Elektron-Positron-Zusammenstöße beobachtet werden.

Zur Hochfrequenz-Versorgung von PETRA stehen seit 1982 16 spezielle Senderöhren (Klystrons, Bild links) zur Verfügung, die insgesamt eine Leistung von 10 MW liefern können und deren Wirkungsgrad bei über 60% liegt. Der Einsatz dieser neuen Klystrons war eine Voraussetzung für die Erhöhung der Strahlenergie auf maximal 23.5 GeV, der bis heute weltweit höchsten Elektronen-Energie in einem Speicherring.

Die Forschungen an leistungsfähigeren und energiesparenden Beschleunigungstechniken führten auch bei DESY zum Bau von supraleitenden Beschleunigungstrecken. Das Bild unten zeigt den Einbau eines 2 mal 9-zelligen supraleitenden Cavities in den Kryostaten, ein Prototyp für den Test bei PETRA.

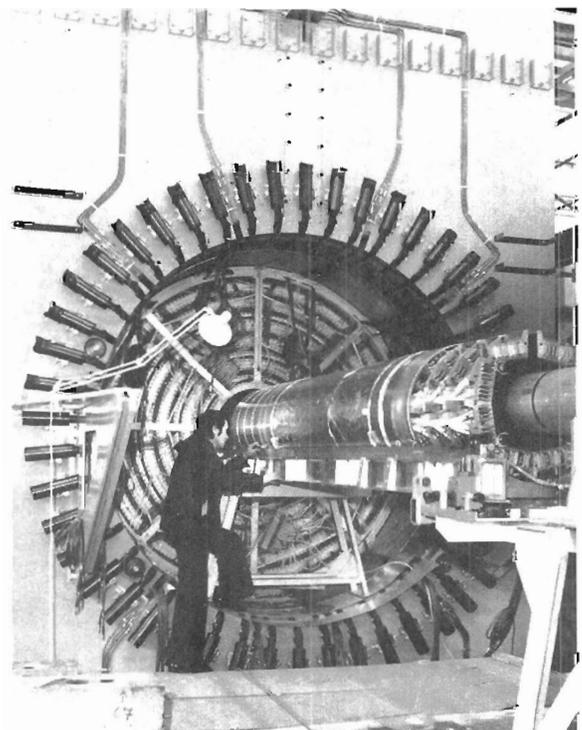
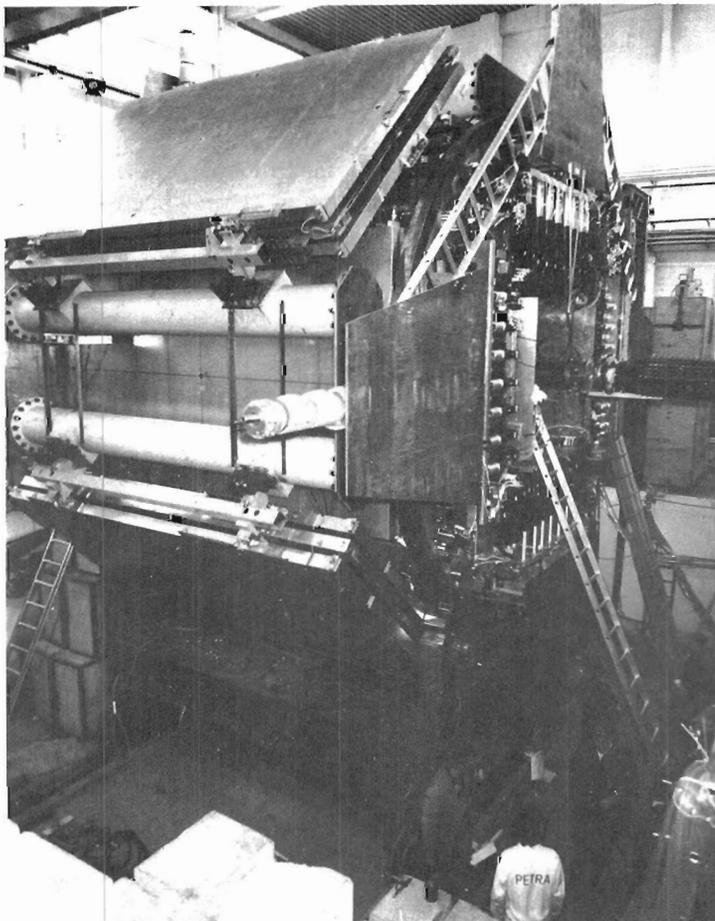




Die Experimente an den vier Wechselwirkungsstellen des Elektron-Positron-Speicherringes PETRA werden von Teams von jeweils 80 bis 100 Wissenschaftlern betreut und ausgewertet.

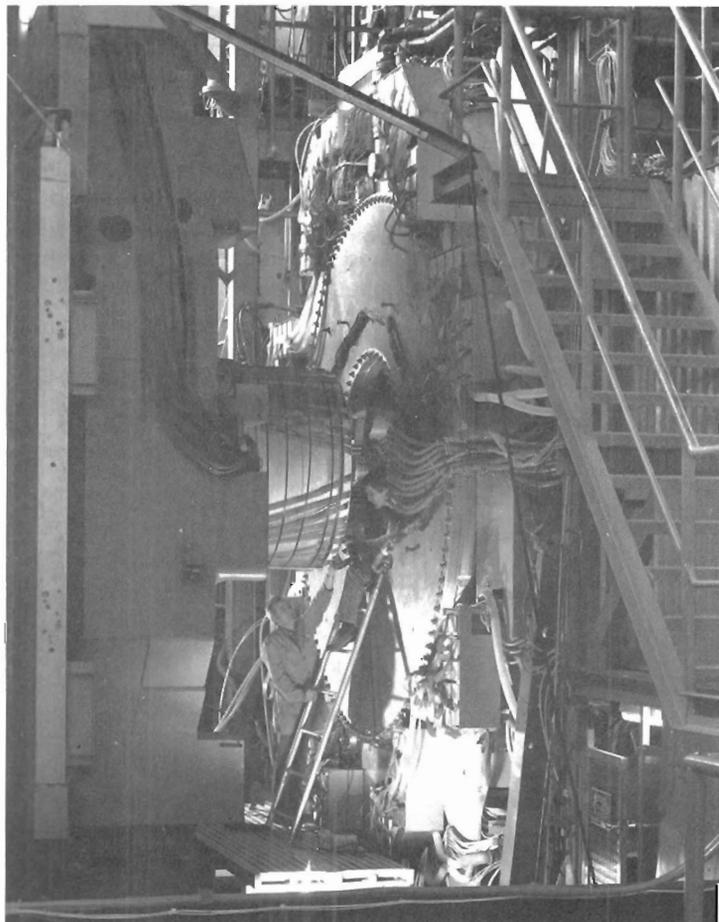
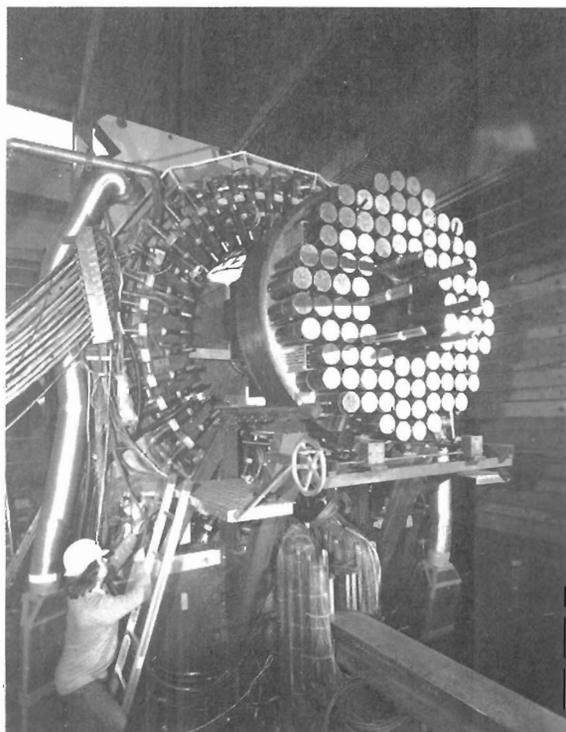
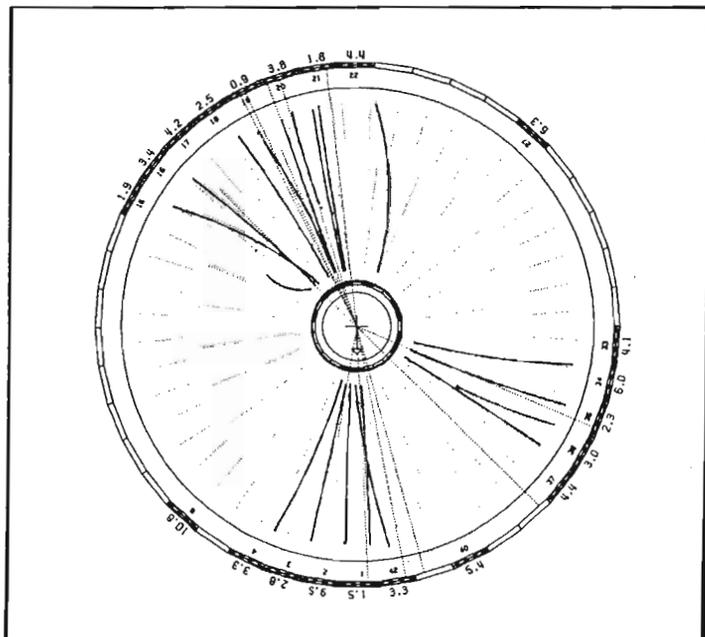
Die gesamte Apparatur des Detektors MARK J (Bild unten links) ist um zwei Achsen drehbar. Mit knapp 1000 um das Strahlrohr montierten Driftrohren lassen sich neutrale und geladene Teilchen unterscheiden und Spuren zum Wechselwirkungspunkt zurückverfolgen. Die beiden breitgefächerten Arme des Detektors TASSO (Bild unten rechts) sind mit großen Cerenkov-Zählern für die Erkennung geladener Teilchen ausgerüstet. Im magnetischen Zentraldetektor können sehr kurzlebige Teilchen über ihre Zerfallsprodukte nachgewiesen werden.

Ein Beispiel für ein besonders wichtiges Forschungsergebnis bei PETRA zeigt das linke Bild: Die 1983 gewonnene Kurve bestätigt die Winkel-Asymmetrie bei der Paarerzeugung von Myonen in der Elektron-Positron-Vernichtung. Der Verlauf dieser Kurve wurde von der die elektromagnetische und schwache Wechselwirkung vereinheitlichenden Theorie vorausgesagt.



Der innere Teil des magnetischen Detektors JADE (Bild unten links) besteht aus Drahtkammern, den sogenannten Jet-Kammern, in denen geladene Teilchen elektrische Signale auslösen. Radial und parallel zum Strahlrohr sind an die 3000 Bleiglaszähler angeordnet, mit deren Hilfe Richtung und Energie von Photonen und Elektronen bestimmt werden können. Das Kernstück des CELLO-Detektors (Bild unten rechts) ist ein System von zylindrischen Drahtkammern, die innerhalb einer supraleitenden Spule wie Zwiebelschalen angeordnet sind. Spezielle Blei-Flüssig-Argon-Zähler dienen der Erkennung von Elektronen und Photonen. Hinter einer mehrere hundert Tonnen wiegenden Eisenabschirmung werden Myonen in flachen Drahtkammern nachgewiesen.

Bei hochenergetischen Elektron-Positron-Zusammenstößen entstehen häufig Quark-Antiquark-Paare zusammen mit einem Gluon, die sich dann in drei Teilchenbündel umwandeln. Solche sogenannten 3-Jet-Ereignisse wurden zum ersten Mal bei PETRA gefunden (Bild rechts) und sind der direkte experimentelle Nachweis der Gluonen, der theoretisch vorhergesagten Träger der zwischen den Quarks wirkenden starken Kraft.

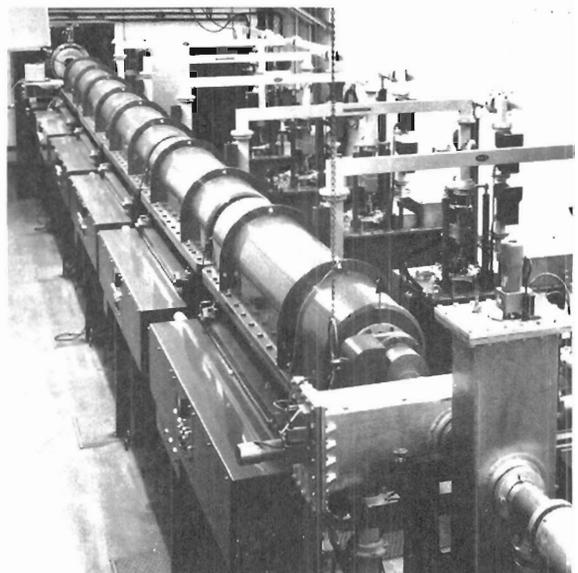
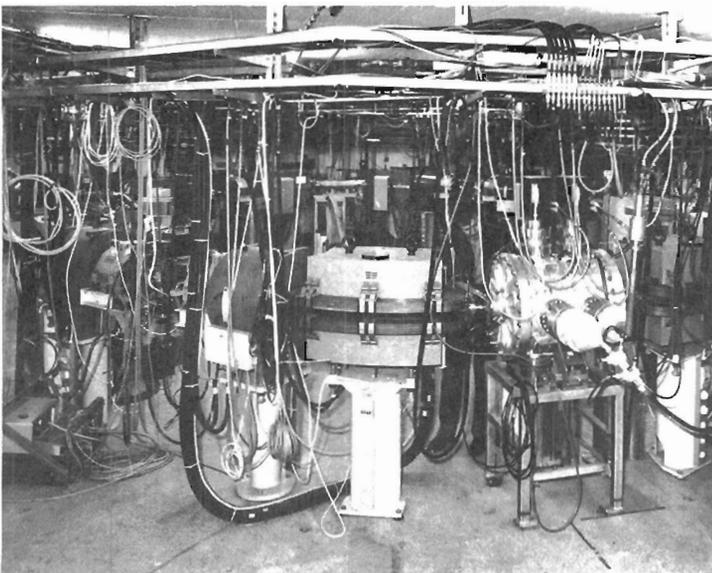




In einem Verbundsystem von Beschleunigern werden die Elektronen und Positronen erzeugt, vorbeschleunigt, zwischengespeichert und schließlich in die beiden Speicherringe DORIS und PETRA gelenkt. In PETRA werden sie auf die geforderte Endenergie weiter beschleunigt, mit der sie dann in den Wechselwirkungszonen kollidieren, in DORIS wird mit der jeweils gewünschten Endenergie injiziert. In den beiden Linearbeschleunigern LINAC I für Elektronen bis 55 MeV (Bild unten rechts) und LINAC II für Elektronen und Positronen bis 450 MeV werden die Teilchen erzeugt und zum nächsten Beschleunigungsabschnitt gelenkt. Seit 1976 werden am Elektronen-Synchrotron keine Hochenergie-Experimente mehr durchgeführt, es ist ganz als Vorbeschleuniger in das Verbundsystem integriert. Mit Inbetriebnahme von PETRA ist zwischen den LINAC II und das Synchrotron der Intensitäts-Akkumulator PIA (Bild unten links) geschaltet, ein kreisförmiger Speicherring, in dem Positronen bei 450 MeV gespeichert und zu geeigneten Paketen komprimiert werden. Ein unterirdisches Netz von Transportwegen

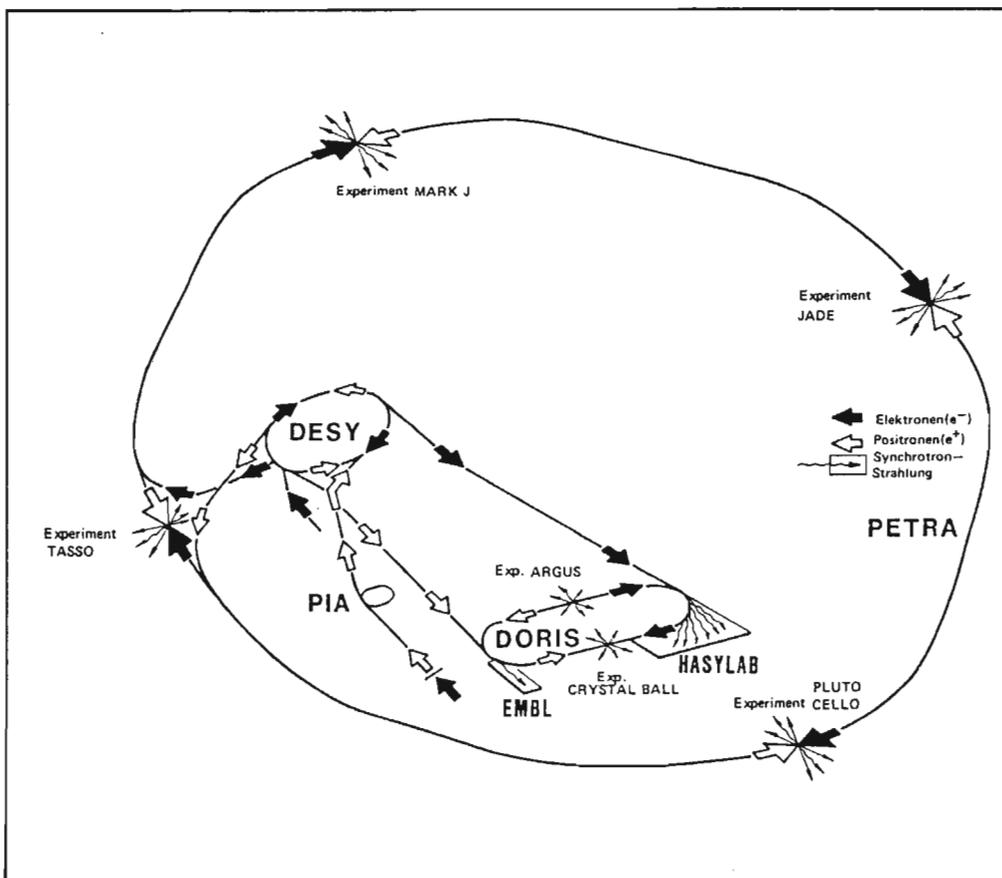


stellt die Verbindung der Beschleuniger untereinander her, das Bild oben rechts zeigt zum Beispiel die Transferleitung vom Synchrotron zu PETRA. Mit der Inbetriebnahme von PETRA wurden die Steuerung und Überwachung sämtlicher Beschleuniger allmählich in einen zentralen Kontrollraum (Bild oben links) verlegt, von wo aus die Parameter aller Teilchenstrahlen genau eingestellt werden können. Auch die neue Speicherringanlage HERA wird an dieses Netz von Vorbeschleunigern angeschlossen, das durch einen Protonen-Linearbeschleuniger, ein Protonen-Synchrotron und ein neues Elektronen-Synchrotron ergänzt wird. Der Speicherring PETRA wird dann als Elektronen- und Protonen-Injektionssystem für HERA benutzt.



Das Beschleuniger-Verbundsystem

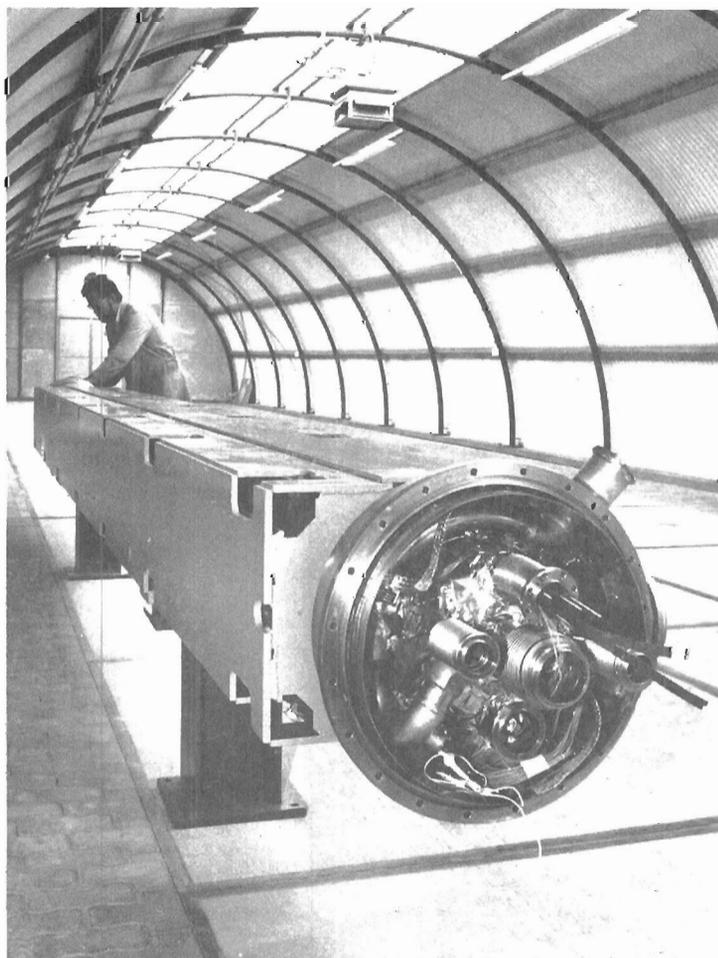
LINAC I	Linearbeschleuniger 1964 Inbetriebnahme, 12 m Länge, Elektronen bis 55 MeV, 1984 Ausbau auf 220 MeV
LINAC II	Linearbeschleuniger 1969 Inbetriebnahme, 70 m Länge, Elektronen/Positronen bis 450 MeV
PIA	Speicherring (Intensitäts-Akkumulator) 1979 Inbetriebnahme, 29 m Umfang, Positronen bei 450 MeV
DESY	Synchrotron seit 1974 Injektor für DORIS und PETRA, 317 m Umfang, Elektronen/Positronen bis 7.5 GeV



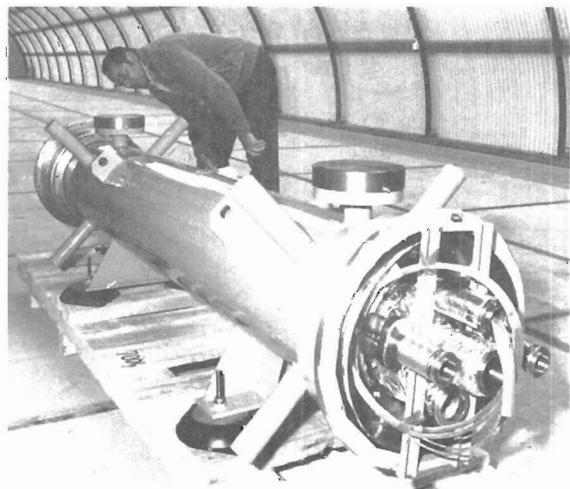


Freigabe-Nr.: 979/84 LA Hamburg

HERA (Stand 1984)	
Beschleunigertyp	Speicherringanlage
max. Strahlenergie	820 GeV (p) 30 GeV (e ⁻)
Teilchenzahl pro Strahl	6.3 · 10 ¹³ (p) 7.6 · 10 ¹² (e ⁻)
Umfang	6336 m
Wechselwirkungszonen	4
maximales Magnetfeld	4.53 T (p) 0.19 T (e ⁻)
max. Hochfrequenzleistung	4–6 MW (p) 13.2 MW (e ⁻)
Baubeginn	1984
Baukosten	(31.12.1980) 654 Mio. DM



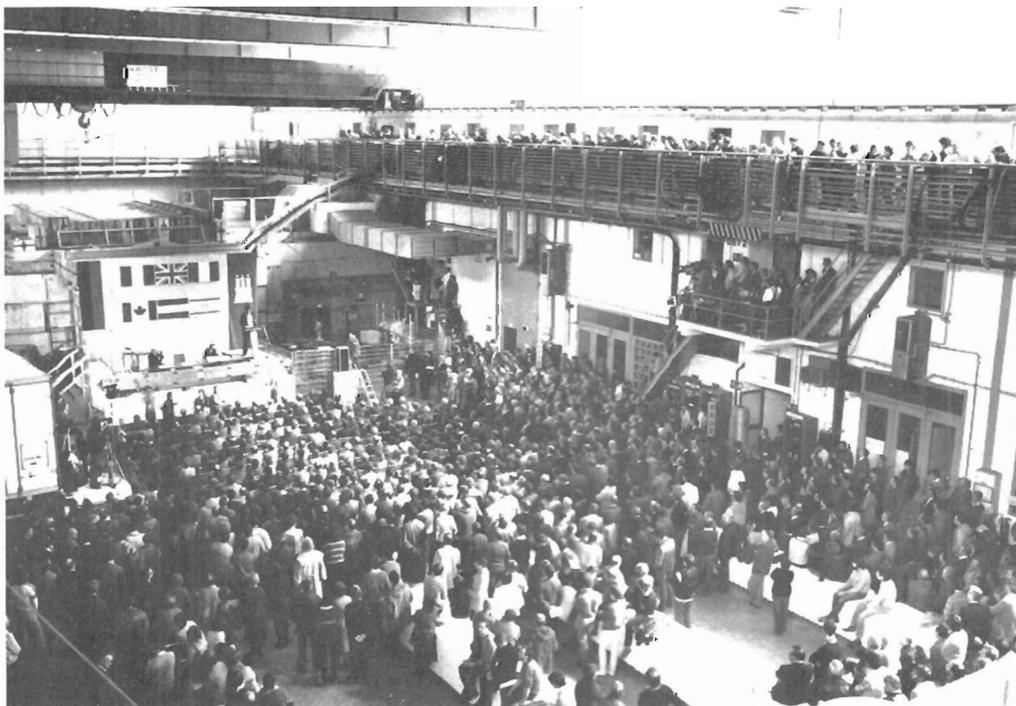
Sechs Wochen nach der Genehmigung der Speicherringanlage HERA konnte am 15. Mai 1984 schon mit dem Bau begonnen werden, das Bild oben zeigt den Stand der Arbeiten an der Experimentierhalle Süd neben der Trabrennbahn Bahrenfeld im August desselben Jahres. Auch die Entwicklungs- und Konstruktionsarbeiten zu den beiden Speicherringen wurden intensiv fortgesetzt. So konnten zum Beispiel schon die ersten, nach zwei unterschiedlichen Konzepten gebauten Prototypen der supraleitenden Protonen-Ablenkmagnete fertiggestellt werden (Bild links ein „Warm-eisen“-Magnet), und es wurde der erste in Saclay/Frankreich gebaute supraleitende Quadrupol (Bild unten) an DESY übergeben.



Hadron-Elektron-Ringanlage HERA*)	
März 1980	Gemeinsame Studie von DESY und dem European Committee for Future Accelerators ECFA, in der die wesentlichen Parameter für HERA festgelegt werden
Februar 1981	Der Gutachterausschuß des BMFT spricht sich grundsätzlich für das HERA-Projekt aus
Juli 1981	Vorstellung des HERA-Proposals, erstellt von 50 Physikern und Beschleunigerfachleuten aus dem In- und Ausland
Februar 1983	Grundsatzentscheidung der beiden Stifter für den HERA-Bau; Voraussetzung für die endgültige Genehmigung ist die Beteiligung ausländischer Institute am Bau der Speicherringe
6. April 1984	Genehmigung des Projekts durch die Bundesrepublik Deutschland und die Freie und Hansestadt Hamburg
16. Mai 1984	Baubeginn (Halle Süd neben der Trabrennbahn Bahrenfeld)

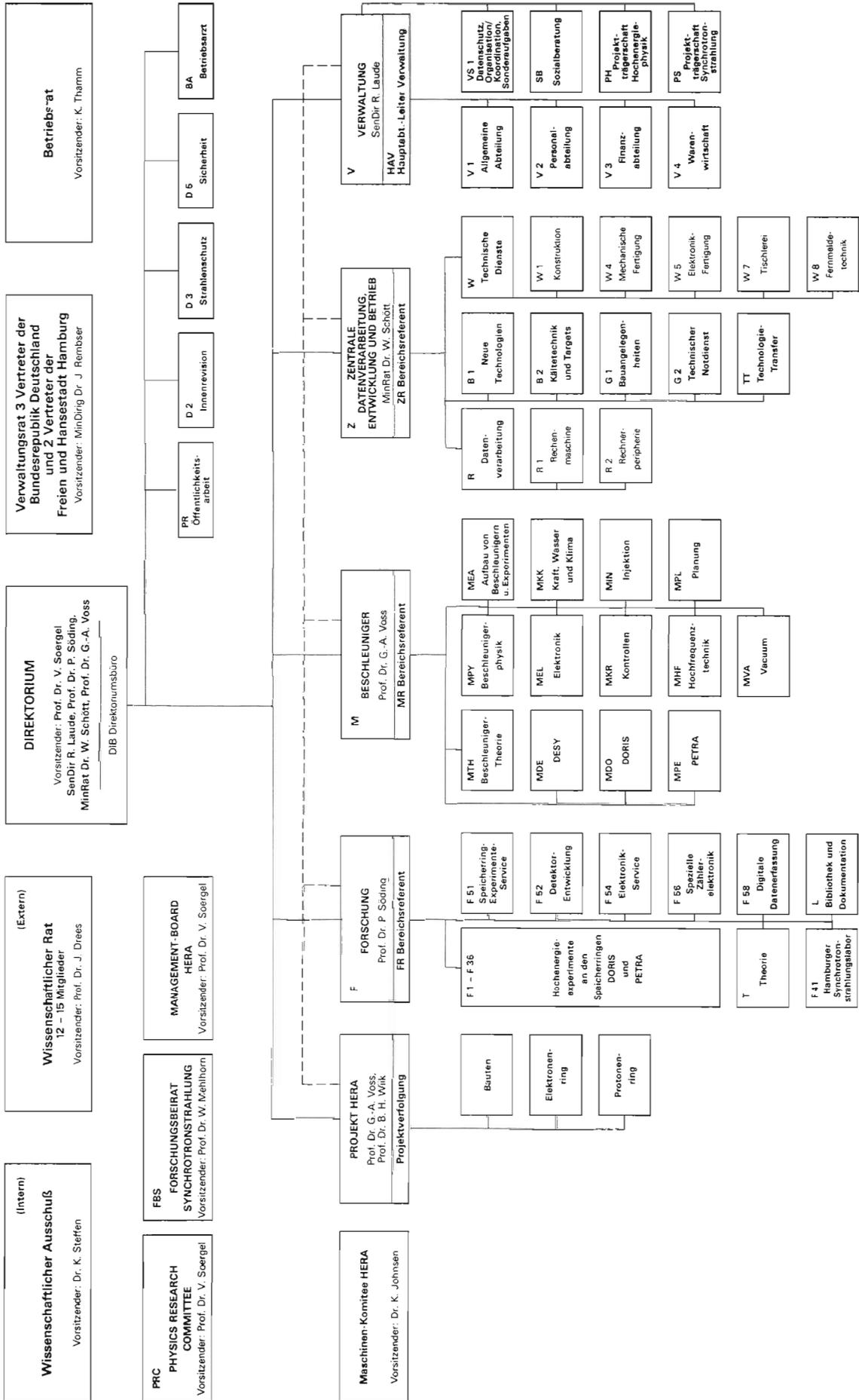
* Zum Stand des HERA-Projektes siehe auch S. 190 ff.

In der DORIS-Halle versammelten sich am 6. April 1984 viele Gäste und DESY-Mitarbeiter zur Genehmigung des HERA-Projektes.



DEUTSCHES ELEKTRONEN-SYNCHROTRON DESY

Organigramm für das Geschäftsjahr 1984
Stand: 19. Juni 1984



Organe der Stiftung und weitere Gremien

Verwaltungsrat

Vertreter des Bundesrepublik Deutschland:

MinDirig Dr. J. **Rembser** – (Vorsitzender)
Stellvertreter: RegDir Dr. H. **Deyda**
MinR V. Knoerich
Stellvertreter: MinR Dr. E. **Haffner**
(Bundesministerium für Forschung und Technologie)

MinR W. Hofbauer
Stellvertreter: RegDir R. **Wessels**
(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. H. **Schröder**
Stellvertreter: RegDir Dr. J. **Mediger**
(Finanzbehörde)

Direktorium

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

Wissenschaftlicher Rat (WR)

Prof. Dr. S. **Brandt**

Fachbereich Physik der Universität Siegen

Prof. Dr. J. **Drees**

Fachbereich Physik der Universität Wuppertal
(Vorsitzender ab 19. 6. 1984)

Dr. F. **Dydak**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

Prof. Dr. H. M. **Fischer**

Physikalisches Institut der Universität Bonn

Prof. Dr. G. **Flügge**

Kernforschungszentrum KfK, Karlsruhe
Institut für Kern- und Teilchenphysik

Prof. Dr. H. **Fritzsche**

Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik
Werner-Heisenberg-Institut für Physik, München

Prof. Dr. W. **Jentschke**

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg
(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. H. **Lehmann**

II. Institut für Theoretische Physik der Universität Hamburg

Prof. Dr. E. **Lohrmann**

II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg

Dr. E. **Lorenz**

Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik
Werner-Heisenberg-Institut für Physik, München

Prof. Dr. K. **Lübelsmeyer**

I. Physikalisches Institut der RWTH Aachen
(Vorsitzender bis 15. 6. 1984)

Prof. Dr. W. **Paul**

Physikalisches Institut der Universität Bonn
(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. H. **Piel**

Fachbereich Physik der Universität Wuppertal

Dr. H. **Wenninger**

European Organization for Nuclear Research CERN, Genf

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

Prof. Dr. G. **Barbiellini**
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. P. **Lehmann**
Dept. de Phys. des Part. Elem. (DPHE) CEN, Saclay/Frankreich

Prof. Dr. D. H. **Perkins**
Nuclear Physics Laboratory, Oxford University/Großbritannien

Prof. Dr. D. G. **Stairs**
Dept. of Physics, McGill University, Montreal/Kanada

Prof. Dr. R. **Taylor**
Stanford Linear Accelerator Center SLAC, Stanford/USA

Physics Research Committee (PRC)

Prof. Dr. G. Altarelli	(Rom)	Prof. Dr. E. Hilger	(Bonn)
Dr. W. Bartel	(DESY)	Prof. Dr. H. Meyer	(Wuppertal)
Prof. Dr. I. Butterworth	(London)	Prof. Dr. O. Nachtmann	(Heidelberg)
Dr. R. Cashmore	(Oxford)	Dr. B. Naroska	(DESY)
Prof. Dr. H. M. Fischer	(Bonn)	Prof. Dr. J. Prentice	(Toronto, Kanada)
Dr. J. Gayler	(DESY)	Prof. Dr. P. Söding	(DESY)
Prof. Dr. B. Gittelman	(Cornell, USA)	Prof. Dr. V. Soergel	(DESY, Vorsitzender)
Prof. Dr. G. Goldhaber	(LBL, USA)	Prof. Dr. D. Treille	(CERN)
Prof. Dr. J. Haissinski	(Orsay)	Prof. Dr. G.-A. Voss	(DESY)
Prof. Dr. J. Heintze	(Heidelberg)		

Wissenschaftlicher Ausschuß (WA)

Dr. A. **Bäcker** (F 33)
Universität Siegen

Dr. W. **Bartel** (F 11)

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

Dr. D. **Degèle** (MPE)

Prof. Dr. F. **Eisele** (F 11)
(ab 1. 4. 1984)

C. **Falland** (MVA)

Dr. W. **Fues** (F 36)
KfK Karlsruhe, IEKP

Dr. G. **Grindhammer** (F 36)
MPI München

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

P. **Harms** (PR)

Dr. G. **Heinzelmann** (F 11)
Universität Hamburg

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

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

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

Dr. R. **Klanner** (F 35)
(ab 1. 9. 1984)

Dr. W. **Koch** (F 31)

Dr. U. **Koetz** (F 35)

Dr. H. F. **Kolanoski** (F 12)
Universität Bonn

P. E. **Kuhlmann** (R 1)

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

H. **Narciss** (MKK)

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

Dr. R. **Peccei** (T)
(ab 15. 9. 1984)

Dr. D. **Proch** (MHF)

J. **Roßbach** (MPY)

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

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

Dr. K. **Steffen** (MTH)
(Vorsitzender)

J. **Stiewe** (F 15)
Universität Heidelberg

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

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

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

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

Prof. Dr. H. **Wegener** (F 31)
Universität Nürnberg-Erlangen

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

Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung (FBS)

Prof. Dr. B. **Buras**
CERN, Genf

Prof. Dr. L. **Genzel**
Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart

Dr. E. E. **Koch**
DESY/HASYLAB

Prof. Dr. C. **Kunz**
DESY/HASYLAB

Prof. Dr. W. **Mehlhorn**
Universität Freiburg
(Vorsitzender)

Prof. Dr. P. **Söding**
DESY

Prof. Dr. H. G. **Zachmann**
Universität Hamburg

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 (CAN)
 Inst. of Physics, Kansas University, Lawrence KS (USA)
 Oddelek za Fisico, University of Ljubljana (Yu)
 Inst. of Physics, University of Lund (S)
 Dept. of Physics, South Carolina Univ., Columbia SC (USA)

CrystalBall Lauritsen Laboratory of Physics, California Inst.
 of Technology CALTECH, Pasadena CA (USA)
 Dept. of Physics, University of Cape Town (South Africa)
 Department of Physics,
 Carnegie-Mellon University, Pittsburg PA (USA)
 Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg
 Physikalisches Institut der Universität Erlangen-Nürnberg
 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. 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

Kernforschungszentrum Karlsruhe,
Institut für Kern- und Teilchenphysik und
Institut für Experimentelle Kernphysik der Universität Karlsruhe

Laboratoire de l'Accélérateur Linéaire LAL, Orsay (F)

Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik
Werner-Heisenberg-Institut für Physik, München

Laboratoire de Physique Nucléaire et Hautes Energies,
Université de Paris-VI (F)

Dept. of Physics, Univ. and Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN,
Roma (I)

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

Akademie der Wissenschaften der DDR AdW,
Inst. für Hochenergiephysik, Zeuthen (DDR)

III. Physikalisches Institut der RWTH Aachen

Brookhaven National Laboratory BNL, Upton (USA)

California Inst. of Technology CALTECH, Pasadena CA (USA)

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburg

Inst. für Hochenergiephysik, Eidgenössische Technische Hochschule ETH,
Zürich (CH)

Dep. de Physique Nucléaire et Corp. DPNC,
Université de Genève (CH)

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)

Fachbereich Physik der Universität Siegen

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 Universität Siegen

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

Fachbereich Physik der Universität Wuppertal

TASSO

I. Physikalisches Institut der RWTH Aachen
Physikalisches Institut der Universität Bonn
H. H. Wills Physics Laboratory, University of Bristol (GB)
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)
Fachbereich Physik der Universität Siegen
Weizmann Institute, Rehovot (Israel)
Dept. of Physics, Wisconsin University, Madison WI (USA)

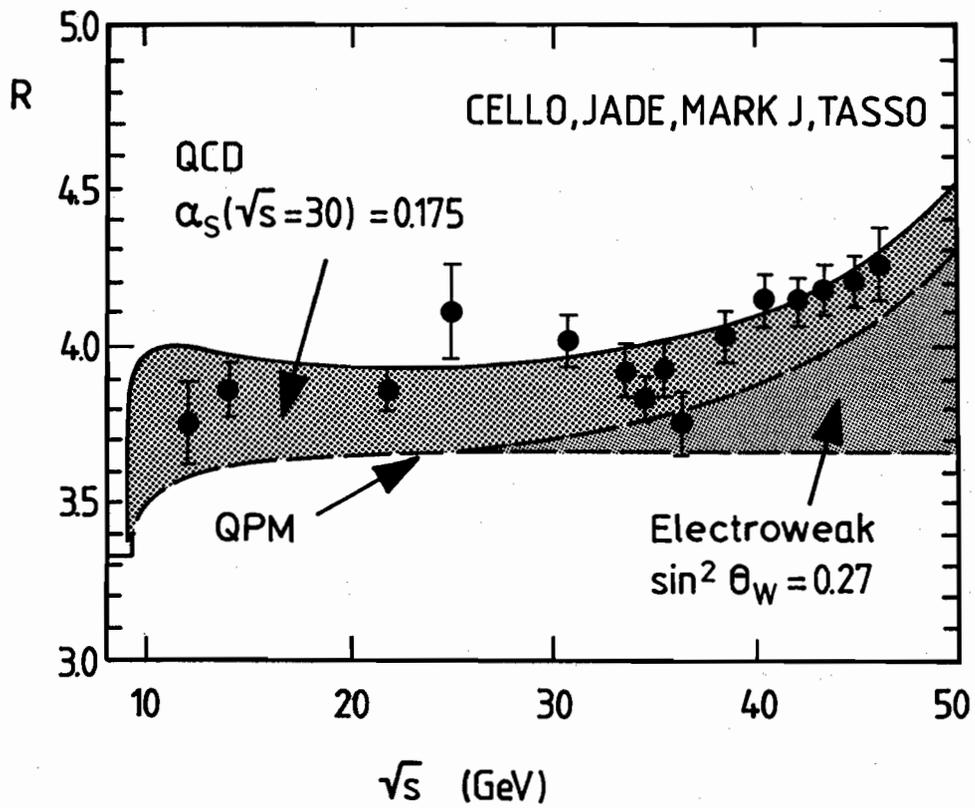
Im HASYLAB

Rhein.-West. Techn. Hochsch. Aachen
Inst. f. Atom- und Festkörperphys., Inst. f. Physikal. Chemie, Kristallograph. Inst.,
Freie Univ. Berlin
Inst. f. Strahlungs- und Kernphys. der Techn. Univ. Berlin
Fritz-Haber-Inst. der Max-Planck-Gesell. Berlin
Fakultät f. Phys. der Univ. Bielefeld
Mineralogisch-Petrologisches Inst. der Univ. Bonn
Harvard Univ., Cambridge MA (USA)
Massachusetts Inst. of Techn., Cambridge MA (USA)
Univ. Estadual de Campinas UNICAMP, Campinas (Brasilien)
Lehrstuhl für Experimentalphys. I der Univ. Dortmund
Univ. GHS Duisburg
Physics Dept., Univ. of New South Wales, Duntroon (Australien)
Inst. f. Angewandte Phys., Phys. Inst. der Univ. Erlangen-Nürnberg
Inst. f. Kristallographie und Mineralogie der Univ. Frankfurt
Fak. f. Phys. der Univ. Freiburg
I. Phys. Inst. der Univ. Gießen
Centre d'Etudes Nucléaires/CEN Saclay, Gif-sur-Yvette (F)
Abt. Molekulare Biologie des MPI für Biophysikal. Chemie, Göttingen
Mineralogisch-Kristallograph. Inst., II. Physikal. Inst. der Univ. Göttingen
Institut Laue-Langevin, Grenoble (F)
Solid State Phys. Lab., Univ. of Groningen (NL)

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburger Synchrotronstrahlungslab.
 HASYLAB, Hamburg
 European Molecular Lab. EMBL, Außenstelle Hamburg
 Inst. f. Anorganische und Angewandte Chemie, Inst. f. Physikal. Chemie, Inst. f. Allg.
 Botanik und Botanischer Garten, II. Inst. f. Experimentalphys. der Univ. Hamburg
 Universitätskrankenhaus Eppendorf, Hamburg
 Philips Forschungslab., Hamburg
 Helsinki Univ. of Techn., Helsinki (Finnland)
 Rice Univ., Houston TX (USA)
 Univ. of Jerusalem (Israel)
 Inst. f. Festkörperforschung der Kernforschungsanlage Jülich
 Fachbereich Phys. der Univ. Kaiserslautern
 Europ. Inst. f. Transurane der Forschungsanstalt Karlsruhe
 Inst. f. Kristallographie und Materiallab., Inst. f. Anorganische Chemie der Univ. Karlsruhe
 Inst. f. Experimentalphys., Inst. für Anorganische Chemie der Univ. Kiel
 Inst. f. Phys. Chemie, II. Physikal. Inst. der Univ. Köln
 Univ. of Copenhagen (DK)
 Lab. Macromoléculaire Scheikunde, Katholieke Univ. Leuven (NL)
 Linköping Univ., Linköping (S)
 Imperial College, London (GB)
 Klinik f. Orthopädie der Medizin. Hochsch. Lübeck
 MAX-Lab, Univ. of Lund (S)
 Haldor Topsøe Res. Lab., Lyngby (DK)
 Technical Univ. of Denmark, Lyngby (DK)
 Inst. f. Physikal. Chemie der Univ. Mainz
 Univ. Marburg
 Inst. of Crystallography, Acad. of Sciences of the USSR, Moskau (UdSSR)
 Sektion Physik, Inst. f. Kristallographie und Mineralogie der Univ. München
 Inst. für Anorganische Chemie der Univ. Münster
 Facultes Univ. Notre-Dame de la Paix, Namur (Belgien)
 Chemical Dept., Univ. of New York NY (USA)
 Clarendon Lab., Univ. of Oxford (GB)
 Fachb. Experimentalphys. der Univ. GHS Paderborn
 LIPMH, Univ. Paris Nord (F)
 Inst. of High Energy Phys., Peking VR (China)
 Inst. of Phys., Czech. Acad. of Sciences, Prag (CSSR)
 Univ. Regensburg
 Risø Nat. Lab., Roskilde (DK)
 Fachr. 17.5-Kristallographie, Fachr. 15.2-Biochemie der Univ. des Saarlandes, Saarbrücken
 CNRS, Equipe de Spectroscopie, St. Etienne (F)
 Fachb. Phys. der Univ. GHS Siegen
 Arrhenius Lab., Univ. of Stockholm (S)
 CRN, Physique des Rayonnements et Electronique Nucléaire, Strasbourg (F)
 MPI f. Festkörperforsch., Stuttgart
 MPI f. Metallforsch., Stuttgart
 Abt. für Experimentelle Phys. der Univ. Ulm
 Phys. Inst., Univ. of Uppsala (S)
 State Univ. Utrecht (NL)
 National Bureau of Standards, Washington WA (USA)
 Inst. f. Angewandte Phys. der Techn. Univ. Wien (A)
 Inst. f. Physikal. Chemie der Univ. Würzburg
 Fachb. 9 – Physikal. Chemie der Univ. GHS Wuppertal
 Eidgenöss. Techn. Hochsch. Zürich (CH)

Bereich Forschung

Inhalt	Seite
Übersicht	48
Experimente am Speicherring PETRA:	
CELLO-Kollaboration	56
JADE-Kollaboration	66
MARK J-Kollaboration	72
PLUTO-Kollaboration	84
TASSO-Kollaboration	96
Experimente am Speicherring DORIS II:	
ARGUS-Kollaboration	102
Crystal Ball-Kollaboration	112
Myon-Streuung am CERN-SPS:	
Europäische Myon-Kollaboration EMC	124
Experimente mit der Synchrotronstrahlung:	
HASYLAB, das Hamburger Synchrotronstrahlungslabor (Kurzbericht)	132
EMBL, Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie Außenstelle Hamburg bei DESY	140
Theoretische Physik	145
Technische Entwicklungen und Dienste	149
Bibliothek und Dokumentation	153



Das Verhältnis R von Hadron-Erzeugung zur Myon-Paarzeugung in Abhängigkeit der Schwerpunktsenergie. Es wurden die Meßdaten aller vier PETRA-Experimente zusammengefaßt.

Übersicht

Im Jahre seines 25jährigen Bestehens besitzt DESY mit PETRA den Elektronen-Positronen-Speicherring der weltweit höchsten Energie; mit DORIS die Anlage mit den besten Detektoren für die b-Quarks, die schwersten bekannten Grundbausteine der Materie; und nicht zuletzt – für Anwendungen der Synchrotronstrahlung – die leistungsfähigste Röntgenquelle Europas.

Seit langem vermutet man die Existenz eines Quarks, das noch schwerer ist als das b- oder Bottom-Quark. Dieses hypothetische sogenannte t- oder Top-Quark wurde nahezu allgemein als im Energiebereich von **PETRA** liegend angenommen, und damit wäre PETRA das ideale Instrument für die Erzeugung dieses schwersten Bausteins der Materie. Die Suche nach dem t-Quark war daher von Anfang an eines der wichtigen Forschungsziele für die PETRA-Experimente. Deshalb wurde die bereits 1982 begonnene Erhöhung der Energie von PETRA in Schritten von 30 MeV im Schwerpunktsystem fortgesetzt, wobei die vier Kollaborationen CELLO, JADE, MARK J und TASSO systematisch nach Maxima im Wirkungsquerschnitt suchten, die ein Anzeichen für Top-Antitop-Bindungszustände ($t\bar{t}$) sein sollten. Bei einer Schwerpunktsenergie von 46.78 GeV war schließlich das mit den vorhandenen Hochfrequenzsendern und Beschleunigungsstrecken mögliche Maximum erreicht. Da sich im gesamten Energiegebiet von PETRA der Wirkungsquerschnitt als völlig glatt verlaufend erwies, ist nun klar, daß das t-Quark, falls es existiert, eine Masse von über 23 GeV haben muß, mehr als das Vierfache des b-Quarks. Inzwischen wurden am Antiproton-Proton-Speicherring (SppS) im CERN Ereignisse beobachtet, die möglicherweise als Zerfälle von t-Quarks interpretiert werden können; sollte diese Deutung zutreffen, dann hätte das t-Quark eine Masse von mindestens 30 GeV und wäre damit zu schwer, um mit PETRA erzeugt werden zu können.

Suche nach dem t-Quark

Nach dem Abschluß der t-Quark-Suche im Frühjahr 1984 fand eine breite Diskussion über die Fortsetzung des Forschungsprogramms an PETRA statt, an der sich die PETRA-Kollaborationen, das Physics Research Committee, Mitglieder des Wissenschaftlichen Rates sowie namhafte Theoretiker beteiligten. Es boten sich die Möglichkeiten an, entweder bei sehr hohen Energien weiterzuarbeiten – dort sind notwendigerweise die Luminosität von PETRA und die Ereignisrate klein – oder aber mit einer verringerten Zahl von Beschleunigungsstrecken bei reduzierter Energie, dafür aber höheren Strahlströmen und bei größeren Wirkungsquerschnitten zu messen. Man entschied sich für die Fortsetzung des Programms bei den höchsten Energien.

In diesen Diskussionen berichteten die CELLO- und die MARK J-Kollaboration über unerwartete Signale in ihren Detektoren. CELLO fand ein einzelnes Ereignis, in welchem aus der e^+e^- -Vernichtung bei 43.5 GeV Schwerpunktsenergie zwei Myonen und zwei Hadron-Jets entstanden, alle mit einer relativ hohen Energie und großen Winkelabständen voneinander und mit Impulsen nahezu in einer Ebene. Bekannte Prozesse der QED (Quanten-Elektro-Dynamik) und der QCD (-Chromo-Dynamik) schließen solche Konfigurationen von Myonen und Jets zwar nicht grundsätzlich aus, doch sollten sie sehr unwahrscheinlich sein. MARK J berichtete über Ereignisse mit zwei breit aufgefächerten Jets, begleitet von einem oder zwei Myonen. Auch diese Ereigniskonfigurationen sind nicht prinzipiell neu, sie treten bei Zerfällen schwerer Quarks auf; doch schienen die Meßergebnisse eine anomal erhöhte Erzeugungsrate für solche Ereignisse oberhalb einer Schwerpunktsenergie von 46.30 GeV anzudeuten. Zu gleicher Zeit berichteten auch die Experimentatoren am CERN-SppS über ungewöhnliche Ereignistypen, was zu Spekulationen über die mögliche Existenz supersymmetrischer Teilchen und eines schweren skalaren X-Bosons Anlaß gab.

Unerwartete Ereignisse

Um diesen Hinweisen nachzugehen, wurde ein PETRA-Meßlauf bei 46.57 GeV durchgeführt, sehr nahe an der maximal möglichen Energie. Die hierbei von allen vier Detektoren gesammelten Daten erbrachten keine Bestätigung für neuartige Effekte. Bei der ursprünglichen Beobachtung der MARK J-Kollaboration dürfte es sich um eine unerwartet große statistische Fluktuation gehandelt haben. Es wurden auch keine weiteren Ereignisse von so spektakulärer Signatur wie derjenigen des zuvor beschriebenen CELLO-Ereignisses gefunden, so daß man es auch hierbei vermutlich mit einer zufällig auftretenden statistisch unwahrscheinlichen Konfiguration zu tun hatte.

Elektroschwache Interferenz

Es sieht daher im Augenblick so aus, daß im PETRA-Energiegebiet alle Phänomene mit unserer heutigen Theorie der Elementarteilchen, dem Standard-Modell der elektroschwachen Wechselwirkung von Glashow, Weinberg und Salam sowie der Quantenchromodynamik, in gutem Einklang stehen. In der Tat stellen die Messungen in dem neu erschlossenen Gebiet hoher e^+e^- -Energie wiederum eine glänzende Bestätigung dieser Theorie dar. So kann etwa jetzt, wenn man die Meßdaten aller PETRA-Experimente zusammenfaßt, ein signifikanter Anstieg des Verhältnisses R von Hadronen-Erzeugung zur Myon-Paarzeugung beobachtet werden (s. Abb. S. 48). Dieser Anstieg ist eine Folge der rein schwachen Wechselwirkung; Quark-Paare werden hier über die Anregung eines virtuellen Z^0 -Bosons erzeugt, bei einer Schwerpunktsenergie von etwa der Hälfte der Z^0 -Masse. Der Anstieg hat genau die Größe, die man als Folge der schwachen Ladungen der Quarks, wie sie das Standard-Modell der elektroschwachen Wechselwirkung vorhersagt, erwartet. Tatsächlich ergibt sich aus dieser Messung für den elektroschwachen Mischungswinkel das Ergebnis $\sin^2\Theta_w = 0.27 \pm 0.04$, in guter Übereinstimmung mit dem besten bekannten Wert von $\sin^2\Theta_w = 0.23$.

Die schwachen axialen Ladungen der Quarks und Leptonen wurden bekanntlich durch Messung des Interferenzterms zwischen elektromagnetischer und schwacher Wechselwirkung in den PETRA-Experimenten bestimmt. Diese Interferenz äußert sich in einer Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie der Winkelverteilung der erzeugten Quark- und Leptonpaare bezüglich der Strahlrichtung. Durch die Ausdehnung auf höhere Schwerpunktsenergien konnte nun die Energieabhängigkeit dieser Interferenz genauer bestimmt werden. Für eine punktförmige Wechselwirkung erwartet man eine exakte E^2 -Abhängigkeit, eine endliche Reichweite der schwachen Wechselwirkung sollte eine Abweichung von diesem Verhalten bewirken. Faßt man die PETRA-Daten für Myonen- und Tau-Paarzeugung zusammen, so ergeben sich als Grenzen, zwischen denen mit 95% Wahrscheinlichkeit die Masse des Quants der schwachen Wechselwirkung liegen sollte, die Werte $63 \text{ GeV} < m_z < 101 \text{ GeV}$. Dies ist mit der am CERN-SppS gemessenen Masse der Z^0 -Resonanz, $m_z = 93 \pm 2 \text{ GeV}$, sehr gut verträglich. Mittelt man die Daten für den totalen Wirkungsquerschnitt und die Winkelasymmetrie für alle Lepton-Arten (Elektron, Myon und Tau) unter der Annahme einer universellen schwachen Wechselwirkung der Leptonen, so erhält man für die schwachen Ladungen die Werte $g_A^2 = 0.27 \pm 0.02$, $g_V^2 = -0.01 \pm 0.03$, in Übereinstimmung mit dem Standard-Modell der elektroschwachen Wechselwirkung, welches $g_A^2 = 0.25$, $g_V^2 = 0$ vorhersagt. Für die Charm- und Bottom-Quarks, von denen man einen gewissen Bruchteil identifizieren und ihre Winkelasymmetrie messen konnte, wurde $g_A = 0.56 \pm 0.18$ (Charm) und $g_A = -0.50 \pm 0.10$ (Bottom) gefunden, zu vergleichen mit der Erwartung $+0.50$ beziehungsweise -0.50 .

Substruktur von Quarks und Leptonen

Auch bei den höchsten PETRA-Energien sind alle Messungen weiterhin mit der Punktförmigkeit der Quarks und Leptonen konsistent. Für Elektronen und Myonen ist dank der erhöhten Strahlenergie und größeren Datenmenge das Auflösungsvermögen jetzt so hoch, daß unter gewissen Bedingungen eine Substruktur dieser Teilchen noch erkannt worden wäre, wenn sie einer Größe von nur $2 \times 10^{-17} \text{ cm}$ entspräche, weniger als $1/10000$ des sogenannten klassischen Elektronenradius.

Eine Substruktur der Leptonen könnte sich aber nicht nur durch eine endliche räumliche Ausdehnung dieser Teilchen, sondern auch durch die Existenz von Anregungszuständen bemerkbar machen. In den PETRA-Experimenten würden Anregungszustände, sollten sie existieren, mit großer Sicherheit nachgewiesen. Das Vorhandensein solcher Anregungen kann jetzt bis zu einer Masse von mindestens 25 GeV ausgeschlossen werden. Auch die Existenz schwererer Arten von Leptonen, von freien Quarks, von durch die Supersymmetrie geforderten Partnerteilchen der bekannten Quarks und Leptonen sowie die Existenz eines schweren skalaren X-Bosons, für das am CERN-SppS Evidenz gefunden zu sein schien, konnte für einen großen Bereich von Massen, teilweise noch über die maximale Energie von PETRA hinausgehend, ausgeschlossen werden. Diese Ergebnisse, die übrigens durch eine enge Zusammenarbeit der Experimente mit der Gruppe Theorie zustande kamen, stecken die Grenzen für eine zukünftige Theorie der Elementarteilchen ab.

In den Experimenten JADE und TASSO – insbesondere mit Hilfe des Präzisions-Vertexdetektors in TASSO – konnte die mittlere Lebensdauer des B-Mesons (eines Mesons, welches ein b-Quark enthält) gemessen werden. Der zuvor aus einem Experiment am SLAC-Speicherring erhaltene überraschend große Wert der Lebensdauer von etwa 10^{-12} s wurde bestätigt. Dies ist eine grundlegende Messung, sie gibt uns Auskunft über die Zustandsmischungen der verschiedenen Quark-Generationen, mit weitreichenden Konsequenzen für die schwache Wechselwirkung der Quarks und die Masse des t-Quarks. Auch die Lebensdauer des Tau-Leptons und der D-Mesonen (welche ein Charm-Quark enthalten) wurden bestimmt. In Zukunft wird sich in Experimenten mit Präzisions-Vertexdetektoren durch die großen Lebensdauern vielleicht eine neue Möglichkeit für die Identifizierung schwerer Quarks ergeben.

*Lebensdauer-
Messungen*

Die Untersuchung der Hadron-Jets wurde ebenfalls zu den höchsten PETRA-Energien fortgesetzt. Die Energie- und Winkelverteilung bei der Erzeugung der Jets gibt direkten Aufschluß über die Emission der primären Quarks und Gluonen. In Zusammenwirken mit der Gruppe Theorie konnten die Vorhersagen der QCD bis zur zweiten Ordnung in der Stärke α_s der Quark-Gluon-Kopplung in den Experimenten überprüft werden. Im umfassenden und systematischen Vergleichen der Vorhersagen mit den gemessenen Verteilungen über den weiten Energiebereich von 12 bis 46 GeV wurde die QCD weiterhin als korrekte Beschreibung der Quark-Gluon-Wechselwirkung bestätigt.

QCD-Tests

Dagegen kann die detaillierte Evolution der Hadron-Jets aus den primären Quarks und Gluonen bisher nicht aus einer fundamentalen physikalischen Theorie hergeleitet werden. Die Phänomenologie der Hadronisierung, bei der sich die Hadronen aus dem Vakuum unter dem Einfluß eines starken chromodynamischen Feldes bilden, wurde aber insbesondere durch die gelungene Identifizierung einer großen Zahl von Hadronen in den Jets weiter vorangebracht. Verschiedene Fragmentationsmechanismen wie unabhängige Parton-Fragmentation (Fragmentation entlang der Richtung des Partons), String-Fragmentation (Fragmentation entlang der Farbflußlinien) und Parton-Schauerbildung (kaskadenartige Erzeugung von Quarks und Gluonen) wurden theoretisch und experimentell eingehend untersucht. Erstmalig wurden Anzeichen für quantenmechanische Interferenzeffekte in der Fragmentation beobachtet. Bisher ist es aber nicht gelungen, ein Modell für die Hadronisierung zu formulieren, das in der Lage wäre, alle beobachteten Eigenschaften befriedigend zu beschreiben.

DORIS wurde für die Hochenergiephysik im Berichtsjahr so betrieben, daß im wesentlichen die sogenannten $Y(1S)$ - und $Y(2S)$ -Zustände, gebundene Zustände aus Bottom- und Antibottom-Quark, erzeugt wurden. Die Experimente mit diesen Zuständen zielen darauf ab, die Kräfte zwischen den Quarks und Antiquarks ähnlich detailliert zu erforschen, wie es die Untersuchung des Positrons oder des Wasserstoffatoms für die Elektrodynamik ermöglichen. Man möchte sowohl die Bildung der Bindungszustände als auch die elektromagnetischen und hadronischen Übergänge zwischen ihnen sowie schließlich die gegenseitige Vernichtung der Quarks und Antiquarks untersuchen.

Die beiden Detektoren ARGUS und Crystal Ball konnten während der gesamten Meßperiode sehr gute Daten aufnehmen. Sie sind gegenwärtig die leistungsfähigsten Instrumente für die $(b\bar{b})$ -Spektroskopie und die Untersuchung der Zerfälle der b-Quarks. Der Crystal Ball besteht aus einer fein unterteilten Kugelschale von NaJ-Kristallen um die Wechselwirkungszone herum, mit der Elektronen und Photonen mit optimaler Auflösung nachgewiesen werden. ARGUS ist ein magnetischer Detektor, der genaue Impuls- und Ionisationsmessungen geladener Teilchen erlaubt und außerdem mit einem System von Schauerzählern und Myon-Nachweiskammern ausgestattet ist.

Untersuchung der Y-Resonanzen

Das erste Teilziel der Untersuchungen an DORIS wurde im Berichtsjahr zum Abschluß gebracht: Der Nachweis der Feinstruktur-Aufspaltung der P-Wellenzustände (Zustände mit Bahndrehimpuls 1) des $(b\bar{b})$ -Systems. Dieser Nachweis wurde durch die Messung der drei getrennten Gamma-Linien aus dem Zerfall des angeregten S-Wellenzustandes $Y(2S)$ in die drei P-Wellenzustände sowie auch durch direkte Beobachtung der weiter zerfallenden P-Zustände erbracht. In beiden Detektoren, ARGUS und Crystal Ball, konnten die drei Linien sicher identifiziert und ihre Energien und die zugehörigen Übergangswahrscheinlichkeiten gemessen werden. Damit sind wichtige Vorhersagen über die $(b\bar{b})$ -Zustände, die sich aus den Potentialmodellen für die Quark-Antiquark-Wechselwirkung ergeben, nunmehr verifiziert. Die gemessenen Energien geben uns die Größe des Spin-Bahn-Terms im Quark-Antiquark-Potential. Eine Bestimmung der Spins der drei Zustände ist im Gang.

Diese Ergebnisse wurden durch Messungen von hadronischen Übergängen zwischen dem $Y(2S)$ und dem Grundzustand $Y(1S)$ ergänzt. Hierbei handelt es sich um Zweistufenprozesse, in denen das $(b\bar{b})$ -System zuerst Gluonen abstrahlt, aus denen sich sodann leichte Hadronen, etwa Paare von π -Mesonen, bilden.

Unerwartete Ereignisse

Mit einem unerwarteten Ergebnis sah sich das Crystal Ball-Experiment konfrontiert: Mit Anzeichen für eine monochromatische γ -Linie im $Y(1S)$ -Zerfall. Da ein solches Phänomen durch keinen bekannten Prozeß erklärbar wäre, wurde in Abänderung des ursprünglich vorgesehenen DORIS-Programms eine sorgfältige Nachmessung in einem weiteren Meßlauf auf der $Y(1S)$ -Resonanz durchgeführt. Hierbei bestätigten sich die Anzeichen für die γ -Linie nicht. Der Frage, weshalb die beiden Meßreihen unterschiedliche Resultate zeigten, muß noch weiter nachgegangen werden.

Unter den anderen Ergebnissen der Messungen an DORIS II verdient insbesondere die Bestätigung des schon früher in Cornell, an PETRA und an DORIS gefundenen F-Mesons (eines Zustands aus Charm- und Antistrange-Quarks) in einer sehr präzisen Messung durch ARGUS hervorgehoben zu werden. Darüber hinaus konnte ARGUS den klaren Nachweis für die Existenz des entsprechenden angeregten Zustands, des sogenannten $F^*(2109)$, führen. Dieser angeregte F-Zustand, für den es bisher nur Andeutungen aus dem alten DASP-Experiment an DORIS I gab, wird als Spin-Triplett-Partner zum Spin-Singulett-F-Meson erwartet. ARGUS konnte dank seiner guten Teilchenidentifikation auch die Suche nach freien Quarks signifikant in der Empfindlichkeit steigern – allerdings ohne Erfolg: Die Quarks scheinen nur als Bausteine im Inneren von Hadronen oder als Erzeuger von Jets, aber nicht als einzelne freie Teilchen beobachtbar zu sein.

*Untersuchung der
F-Mesonen*

In jedem Elektron-Positron-Speicherring kollidieren, neben den Elektronen und Positronen, auch Photonen mit Elektronen oder Positronen sowie Photonen mit Photonen. Bei diesen Photonen handelt es sich um virtuelle Lichtquanten, die von den Elektronen und Positronen in Form der sie umgebenden elektromagnetischen Felder mitgeführt werden. Prozesse, die durch solche Photonen ausgelöst werden, lassen sich daran erkennen, daß nach der Wechselwirkung das primäre Elektron und/oder Positron noch vorhanden ist; meist fliegt es unter nur geringer Ablenkung und geringem Energieverlust im Innern des Strahlrohrs weiter. Auch bei den **Photon-Photon-Kollisionen** können beträchtliche Energien umgesetzt werden, so daß Leptonen- und Quark-Paare und sogar zusätzliche Gluonen erzeugt werden. Daher beobachtet man viele verschiedene hadronische Prozesse: bei kleinen Energien häufig die Anregung von Resonanzen, bei großen Energien Vielteilchen-Hadron-Zustände sowie Ereignisse mit zwei oder mehr hadronischen Jets. Aus den Messungen dieser Prozesse gewinnt man Information über die Kopplung der Quarks an das elektromagnetische Feld, über die Wellenfunktionen der Quarks in den erzeugten Hadronen sowie über die zur Bildung von Jets führenden QCD-Prozesse.

*Zwei-Photon-
Wechselwirkung*

Messungen der Photon-Photon-Wechselwirkung wurden sowohl an DORIS als auch an PETRA durchgeführt. Einer quantitativen Deutung der Resultate durch die QCD stehen noch Schwierigkeiten entgegen. Es wurde aber eine Fülle von Material gesammelt, das phänomenologisch ausgewertet wird. Von besonderem Interesse sind Ergebnisse über die Strukturfunktion des Photons; diese beschreibt direkt die virtuellen Übergänge des Photons in Paare von geladenen Teilchen. Sie kann im Prinzip aus der QCD berechnet werden und liefert einen wichtigen Test der Theorie. Ein besonders schönes Ergebnis ist auch der Nachweis der direkten Erzeugung des π^0 -Mesons als Resonanz in der $\gamma\gamma$ -Wechselwirkung durch das Crystal Ball-Experiment.

Im Berichtsjahr wurde das Programm der **Europäischen Myon-Kollaboration (EMC)** im wesentlichen zum Abschluß gebracht. Dieses Experimentierprogramm, in dem die Lepton-Hadron-Wechselwirkung mittels hochenergetischer Myonen-Strahlen untersucht wurde, ist unter wesentlicher Beteiligung von DESY initiiert und im CERN durchgeführt worden. Zwei bei Experimenten mit Atomkernen gewonnene neuere Resultate seien hier erwähnt. Das erste wurde unter dem Namen „EMC-Effekt“ bekannt: In Kernmaterie ist offenbar die Dichte der weichen Gluonen relativ höher als aus den Messungen an einzelnen Protonen erwartet worden wäre. Dies hat zu vielen Spekulationen über das Verhalten von Nucleonen, Quarks und Gluonen bei großen Dichten im Innern der Atomkerne geführt. Eine allgemein akzeptierte Deutung für den beobachteten Effekt steht noch aus. Das zweite Ergebnis betrifft die Fragmentation von Quarks im Innern von Kernmaterie; man kann sie dadurch untersuchen, daß man die mittlere Wegstrecke, die ein im Kern herausgeschlagenes Quark bis zu seiner Fragmentation zurücklegt, relativ zum Kernradius durch Veränderung der Energie variiert. Die Messungen deuten an, daß sich ein Quark vor seiner Fragmentation mehr oder weniger ungehindert durch den Atomkern hindurchbewegen kann.

*Lepton-Nukleon-
Streuung*

Theoretische Physik

Die Gruppe **Theorie** wurde bereits verschiedentlich in dieser Zusammenfassung erwähnt, sie war in viele der experimentellen Untersuchungen direkt involviert. Insbesondere die Arbeiten über QCD und Jets, die Bestimmung von α_s sowie die Suche nach Anzeichen für Phänomene qualitativ neuer Art, wie etwa der Supersymmetrie, wurden in enger Zusammenarbeit zwischen Experimentiergruppen und Theorie unternommen. Darüber hinaus hat die Gruppe mannigfache Beiträge in weiten Bereichen der Quantenfeldtheorie geliefert. Besonders intensiv wurde auf dem Gebiet der Gittereichtheorien gearbeitet. Hier verfolgt man das Ziel, zu einem grundlegenden Verständnis der Hadronen aus den fundamentalen Prinzipien der QCD heraus zu gelangen. Dies ist ein ehrgeiziges und nur langfristig zu verwirklichendes Programm, in dem es einer engen Zusammenarbeit von Fachleuten verschiedener Richtungen, neuer theoretischer Einsichten und sehr umfangreicher numerischer Rechnungen bedarf.

Synchrotronstrahlungs-Experimente

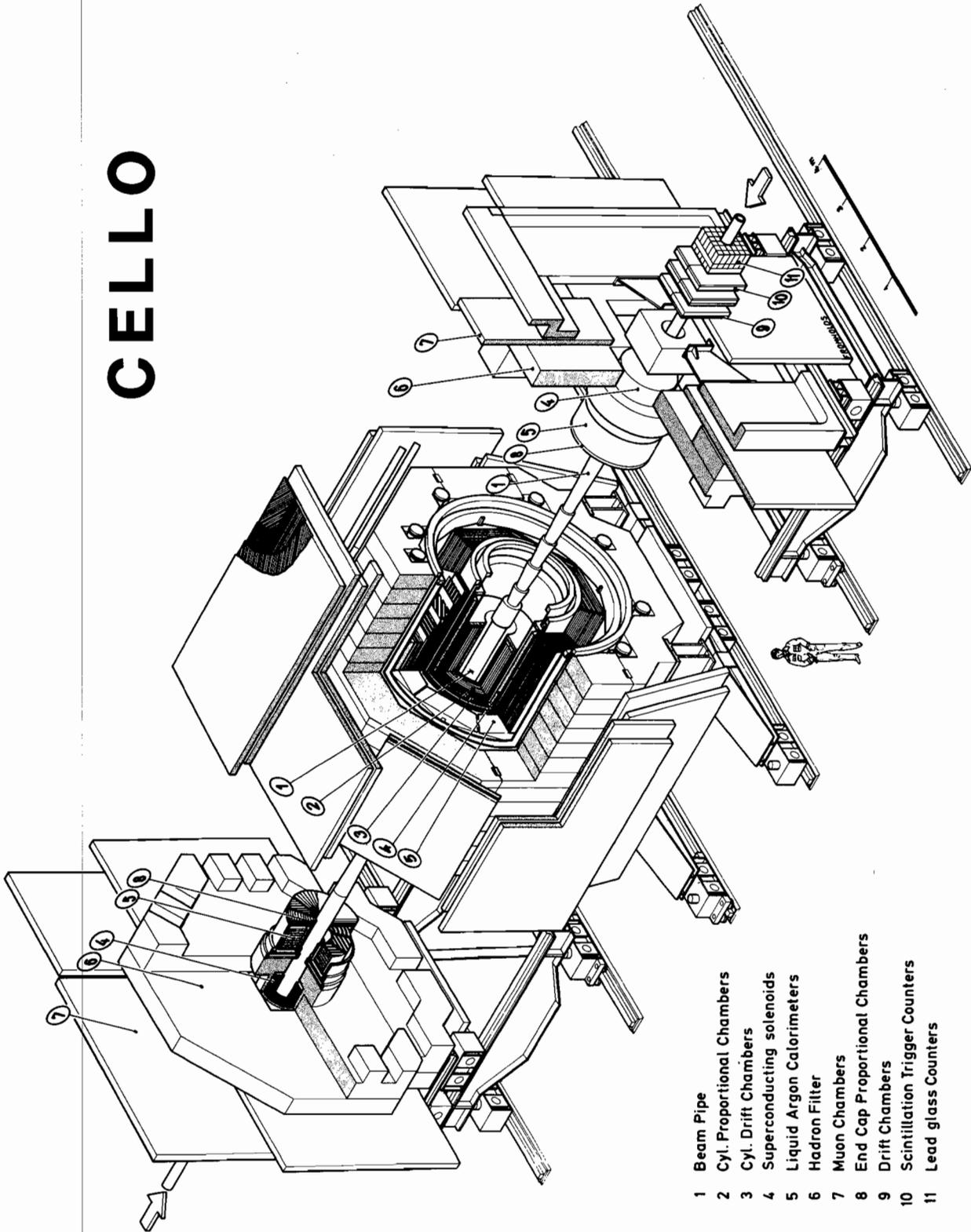
Wie in den Vorjahren wurde DORIS durch die Hochenergiephysik- und die **Synchrotronstrahlungs-Anwender** gemeinsam genutzt. Von den etwa acht Monaten Betriebszeit wurde ein Drittel ausschließlich zur Erzeugung von Synchrotronstrahlung bei reduzierter Strahlenergie, der Rest zur gemeinsamen Nutzung mit der Hochenergiephysik eingesetzt. Viele Synchrotronstrahlungs-Experimente haben gute Arbeitsmöglichkeiten in beiden Betriebsarten, einige finden aber in einem ausschließlich der Erzeugung von Synchrotronstrahlung gewidmeten Betrieb mit seiner höheren Strahlintensität und besonderen Strahleigenschaften bessere Experimentierbedingungen. In beiden Betriebsmoden wurde die Qualität des Strahls durch ein neues System zur Stabilisierung von Strahlage und -winkel verbessert, wodurch das Auflösungsvermögen in vielen Experimenten gesteigert werden konnte.

In der zweiten Jahreshälfte wurde der erste Wiggler-Magnet fertiggestellt und an DORIS II in Betrieb genommen. Er liefert an zwei mit Monochromatoren ausgerüsteten Strahlen ein Spektrum, das dank der hohen Energie von DORIS II bis weit in den harten Röntgenbereich hineinreicht. Der Intensitätsgewinn durch den Wiggler-Effekt wurde durch unerwartet starke Undulator-Effekte weiter verstärkt; es wurden Überhöhungen im Spektrum von zwei Größenordnungen im Vergleich zu den Strahlen aus Ablenkmagneten beobachtet. Einschließlich der vom Europäischen Labor für Molekularbiologie (EMBL) an DORIS betriebenen Meßplätze und der Wiggler-Strahlen stehen jetzt 28 Stationen für Synchrotronstrahlungs-Experimente an DORIS zur Verfügung. Das umfangreiche Experimentierprogramm an diesen Strahlen umfaßt die Untersuchung der atomaren Struktur von Festkörpern, Oberflächen und Flüssigkeiten, von Polymeren, biologischen Proben und komplexen organischen Strukturen, wie Proteinen und Enzymen, bis hin zu technologischen und eventuell medizinischen Untersuchungen. Neben der besonderen Intensität, hinsichtlich derer DORIS als Röntgenquelle einzig in Europa dasteht, wird in zunehmendem Maße auch die Zeitstruktur der Strahlung, die im Hochenergiebetrieb durch extrem kurze Impulse charakterisiert ist, für Experimente ausgenutzt. Ein schönes Einzelergebnis sei erwähnt: Der Nachweis des Mössbauer-Effekts mit Synchrotronstrahlung. Hier könnte sich für zukünftige noch stärkere Quellen ein Feld weiterer Untersuchungsmöglichkeiten öffnen.

Im Hinblick auf das wachsende Interesse an Forschung mittels Synchrotronstrahlung wurde mit der Planung eines Ausbauprogramms begonnen. Mit Priorität soll die Installation weiterer Wiggler betrieben werden. Ein kleinerer Wiggler wird so installiert, daß er direkt in die HASYLAB-Experimentierhalle strahlt; zwei fokussierte Röntgenstrahlen werden hinzukommen. Ein besonders intensiver Röntgenstrahl kann durch einen in ein gerades Stück von DORIS einzubauenden Wiggler erzeugt werden. Hierzu wird eine neue Experimentierhalle am Südwestbogen von DORIS erforderlich. Diese Bemühungen sollen zu einer stärkeren Erschließung von Forschungsrichtungen führen, welche harte Röntgenstrahlen nutzen.

Ferner ist eine Erweiterung des Labor- und Bürogebäudes geplant, um neben den HASYLAB-Mitarbeitern auch der zunehmenden Zahl von sich zeitweilig hier aufhaltenden Wissenschaftlern in angemessenem Umfang Raum, Präparationslabors und Werkstätten zur Verfügung stellen zu können. In diesem Zusammenhang sei die Initiative der Max-Planck-Gesellschaft erwähnt, sich verstärkt in der Nutzung der in HASYLAB und in der EMBL-Außenstelle an DORIS vorhandenen Möglichkeiten zu Strukturuntersuchungen an biologischen Substanzen zu engagieren und durch Aufbau von Projektgruppen die erforderliche Infrastruktur zu schaffen.

CELLO



- 1 Beam Pipe
- 2 Cyl. Proportional Chambers
- 3 Cyl. Drift Chambers
- 4 Superconducting solenoids
- 5 Liquid Argon Calorimeters
- 6 Hadron Filter
- 7 Muon Chambers
- 8 End Cap Proportional Chambers
- 9 Drift Chambers
- 10 Scintillation Trigger Counters
- 11 Lead glass Counters

Abb. 1.1: Aufbau des CELLO-Detektors.

CELLO-Kollaboration

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

Überblick

Die Kollaboration führt Experimente am PETRA-Speicherring mit dem magnetischen Detektor CELLO durch. Der Aufbau des Detektors ist in Abb. 1.1 schematisch dargestellt. Der zentrale Teil des Detektors besteht aus einem Solenoidmagneten mit einer sehr dünnwandigen supraleitenden Spule. Im Inneren des Magneten werden mit zylindrischen Proportional- und Driftkammern die Spuren geladener Teilchen gemessen. Der Magnet ist von einem Flüssig-Argon-Blei-Kalorimeter für den Nachweis von Elektronen und Photonen umgeben. Das Eisenjoch des Magneten dient gleichzeitig als Hadron-Absorber. Myonen mit Impulsen oberhalb von 1 GeV/c können diesen Filter durchdringen und werden in großflächigen Drahtkammern nachgewiesen. Den Bereich kleiner Winkel zur Strahlachse überdecken wiederum Spurkammern, Kalorimeter und Myon-Kammern, so daß Leptonen, Hadronen und Photonen über den nahezu vollständigen Raumwinkelbereich nachgewiesen werden können.

Eine der wichtigsten Aufgaben der Experimente am Elektron-Positron-Speicherring PETRA im Berichtsjahr war die Suche nach neuen Teilchen bei den gegenwärtig höchsten Schwerpunktsenergien in e^+e^- -Reaktionen. Insbesondere wurde die Suche nach dem sechsten Quark, dem t-Quark, fortgesetzt. Dazu wurde im Bereich der Schwerpunktsenergien von $38.7 < W < 46.78$ GeV die Energie in Schritten von $\Delta W = 30$ MeV variiert, wobei die integrierte Luminosität per Energiepunkt 50 bis 60 nb^{-1} betrug. Weitere Ziele der Untersuchungen waren die Suche nach einem skalaren X-Boson und nach angeregten Leptonen (e^*, μ^*).

Physikalische Ergebnisse

Man erwartet unterhalb der t-Schwelle mehrere gebundene $t\bar{t}$ -Zustände. Sie sollten in Form schmaler Resonanzen im hadronischen Wirkungsquerschnitt auftreten. Für das Verhältnis

Suche nach dem t-Quark

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

erwartet man bei einer t-Quark-Ladung von $\frac{2}{3}$ ein Maximum mit $R = 13$. Abb. 1.2 zeigt die gemittelten R-Werte von den vier PETRA-Experimenten im untersuchten Energiebereich. Es gibt keinerlei Anzeichen für das Auftreten einer schmalen Resonanz. Aus den Daten kann man eine obere Grenze für den Resonanz-Wirkungsquerschnitt angeben und daraus eine Grenze für das Produkt $B_h \Gamma_{ee}$ ermitteln. Γ_{ee} ist dabei die e^+e^- -Zerfallsbreite und B_h das hadronische Verzweungsverhältnis. Man erhält mit 95 % Konfidenz $B_h \Gamma_{ee} < 1.0$ keV. Der für ein t-Quark mit Quarkladung $\frac{2}{3}$ erwartete Wert $B_h \Gamma_{ee} \approx 3.6$ keV wird durch die Messungen also ausgeschlossen. Für ein neues Quark mit der Ladung $Q = \frac{1}{3}$ erwartet man dagegen $B_h \Gamma_{ee} \approx 0.9$ keV, ein Wert, der an der Grenze der experimentellen Empfindlichkeit liegt.

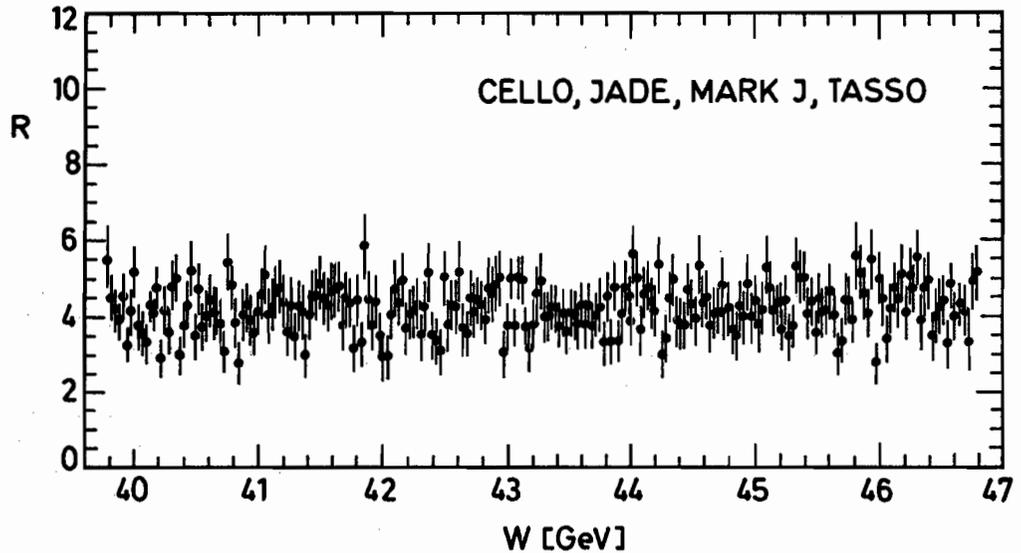
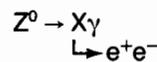


Abb. 1.2: Mittlerer Wert von $R = \sigma_{had}/\sigma_{\mu\mu}$ der vier PETRA-Experimente CELLO, JADE, MARK J und TASSO im untersuchten Energiebereich.

Suche nach dem skalaren Boson

Basierend auf den Ergebnissen der UA1- und UA2-Experimente mit dem Proton-Antiproton-Collider im CERN, in denen unter 12 Z^0 -Zerfällen 2 radiative Zerfälle $Z^0 \rightarrow ee\gamma$ beobachtet wurden, wurden zahlreiche Modellvorstellungen entwickelt, die diese ungewöhnlich große Zerfallsrate zu erklären versuchen. Ausgehend von einer Substruktur von W und Z können diese Ereignisse als ein sequentieller Z^0 -Zerfall interpretiert werden:



wobei X ein skalares oder pseudoskalares Boson im Massenbereich $40 < M_x < 50$ GeV ist. Die Tatsache, daß dieser Massenbereich mit dem oberen PETRA-Energiebereich überlappt, führte zu einer intensiven Suche nach dem X-Boson in den Reaktionen $e^+e^- \rightarrow X$, $X \rightarrow ee, \mu\mu, \tau\tau, q\bar{q}$ und $\gamma\gamma$. Diese Suche nach Resonanzen führte zu einem negativen Ergebnis und ergab obere Grenzen für $\Gamma_{ee}B_{ii}$, die weit unterhalb der erwarteten Werte lagen ($\Gamma_{ee} = e^+e^-$ -Zerfallsbreite, $B_{ii} =$ Verzweigungsverhältnis für den Kanal ii). Noch weiter einschränkende Grenzen für die Produktion des skalaren X-Bosons erhält man aus der Untersuchung des differentiellen Wirkungsquerschnittes der Reaktionen $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ und $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$. Außer den QED- und elektroschwachen Beiträgen wurden hier im Fit die maximalen zusätzlichen Beiträge eines skalaren X-Bosons bestimmt. Die durchgezogenen Konturen in Abb. 1.3 geben die Grenzen der Kopplung α_H des X-Bosons an Fermionen (95% Konfidenz) in Abhängigkeit der X-Boson-Masse für radiative Breiten $\Gamma_r(Z^0 \rightarrow ee\gamma) = 10, 15, 20$ beziehungsweise 25 MeV an, erhalten aus der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$. Erlaubt ist jeweils das Gebiet innerhalb der Kontur. Die gestrichelte Kurve zeigt die entsprechende obere Grenze von α_H , wie sie aus der Analyse der Reaktion $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ erhalten wurde. Geht man von der gemessenen radiativen Breite $\Gamma_r(Z^0 \rightarrow ee\gamma) = 15$ MeV aus, so ist ein skalares X-Boson auf die schraffierte Fläche beschränkt, das heißt auf den Massenbereich $48 < M_x < 65$ GeV und auf eine Fermion-Kopplung $\alpha_H < 10^{-3}$.

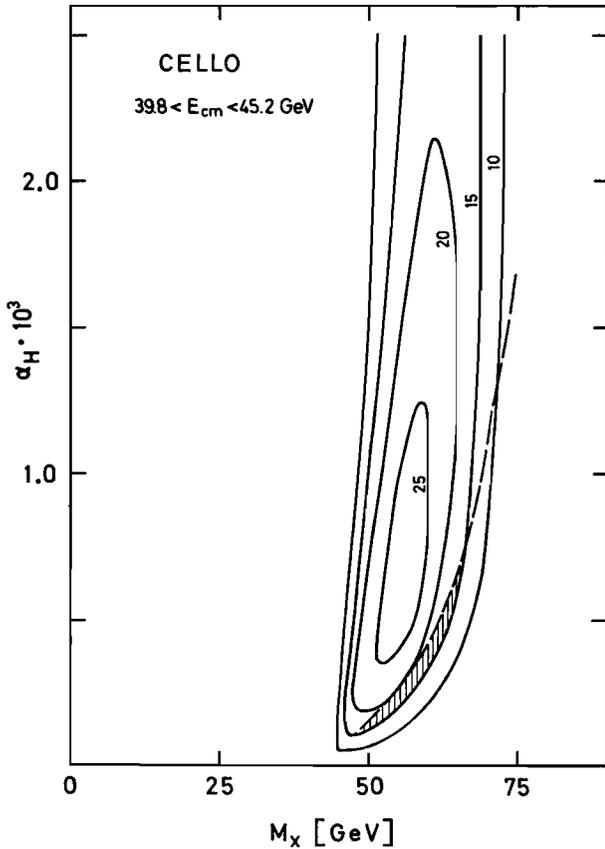
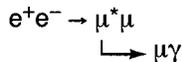


Abb. 1.3: Grenzen (95 % Konfidenz) der universellen Fermion-Kopplungs-Konstanten α_H in Abhängigkeit der X-Boson-Masse M_X . Die durchgezogenen Kurven grenzen den erlaubten Bereich ein und wurden aus dem differentiellen Wirkungsquerschnitt der Reaktionen $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ für verschiedene Werte der radiativen Breite $\Gamma(Z_0 \rightarrow e^+e^- \gamma) = 10, 15, 20$ und 25 MeV erhalten. Die gestrichelte Kurve zeigt das entsprechende Resultat für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$.

Falls Leptonen aus Subteilchen aufgebaut sind, sollte man angeregte Zustände dieser Leptonen beobachten. Ein angeregtes Myon kann in der e^+e^- -Vernichtung über die Reaktion

Suche nach dem angeregten Myon



nachgewiesen werden. Dazu wurden die Daten der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu\mu\gamma$ bei Schwerpunktsenergien von $W = 14, 22, 33$ bis 36.7 und 40.0 bis 46.8 GeV mit der QED-Vorhersage verglichen. Um eine möglichst große Empfindlichkeit für ein etwaiges μ^* -Signal zu erreichen, wird der Großteil des QED-Beitrags aufgrund von Bremsstrahlung im Anfangsbeziehungsweise Endzustand durch entsprechende Schnitte in den effektiven Massen $M_{\mu\mu}^2/W^2 > 0.01$ und $M_{\mu\gamma}^2/W^2 > 0.01$ unterdrückt. Die Abb. 1.4 zeigt die Verteilung der Daten bezüglich der beiden möglichen $\mu\gamma$ -Massenkombinationen (Dalitz-Plot) für den unteren und oberen Energiebereich. Die Energieabhängigkeit der Daten wurde durch die Skalierung der Massen $M_{\mu\gamma}$ auf die jeweilige Schwerpunktsenergie berücksichtigt. Zum Vergleich mit der QED-Vorhersage wurde die Zahl der Ereignisse in den drei in Abb. 1.4 eingezeichneten Gebieten betrachtet. Die Übereinstimmung ist gut, mit Ausnahme des Gebiets $(M_{\mu\mu}^2/W^2) > 0.8$ für den Energiebereich $W > 33$ GeV. Im Vergleich zu 2.6 Ereignissen, die aufgrund der QED-Vorhersage erwartet werden, beobachtet man 11 Ereignisse. Um die statistische Signifikanz des Effektes unabhängig von den Gebietsgrenzen beurteilen zu können, wurde das gesamte Massenspektrum mit der QED-Vorhersage verglichen. Ein Kol-

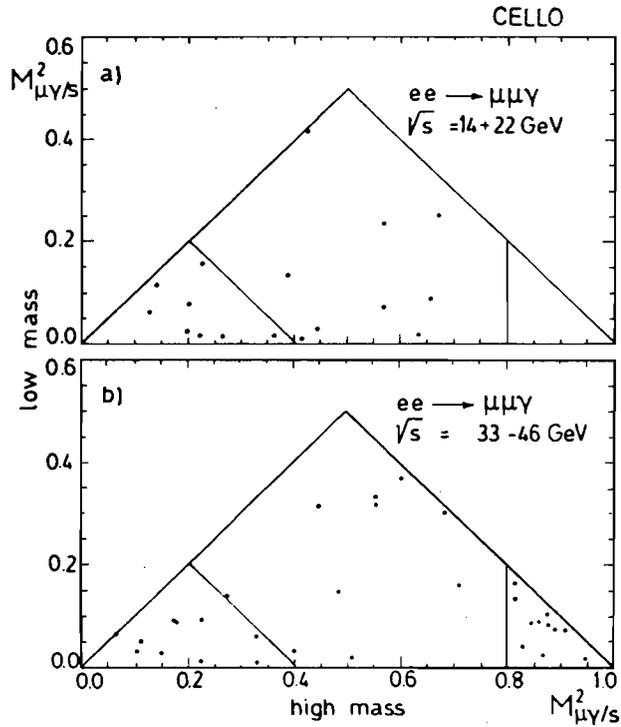


Abb. 1.4: Verteilung der effektiven Massen $M_{\mu\gamma/s}^2$ (große Masse) und $M_{\mu\gamma/s}^2$ (kleine Masse) für die Daten bei Schwerpunktsenergien von $\sqrt{s} = 14$ und 22 GeV (a) und $\sqrt{s} = 33$ bis 46 GeV (b).

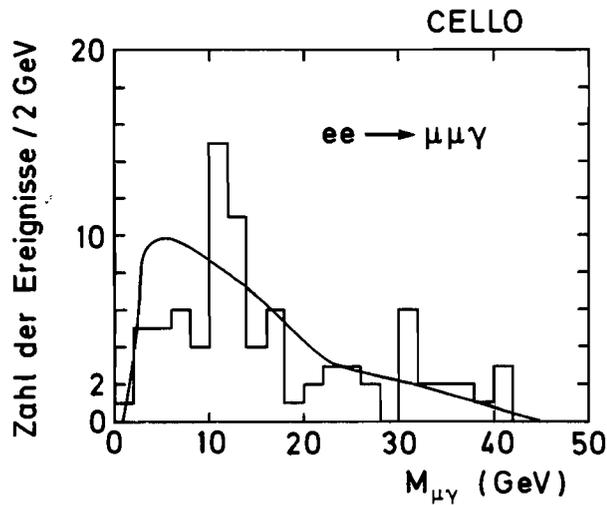


Abb. 1.5: Verteilung der effektiven Masse $M_{\mu\gamma}$ für Ereignisse der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma$ bei Schwerpunktsenergien oberhalb 33 GeV .

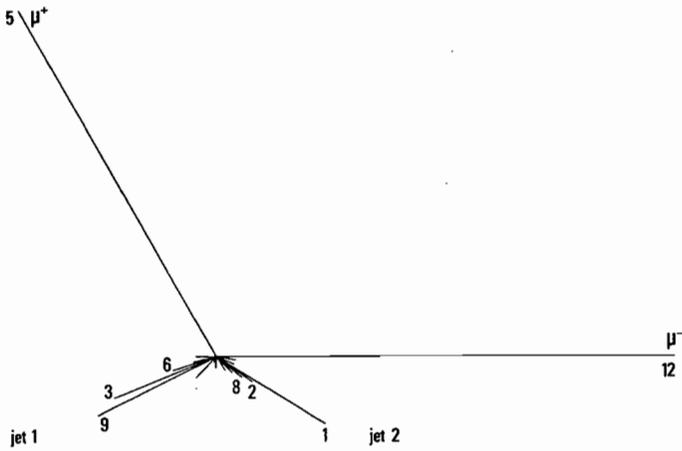


Abb. 1.6a: Impulsdiagramm des Zwei-Myon-Ereignisses in der Ereignisebene.

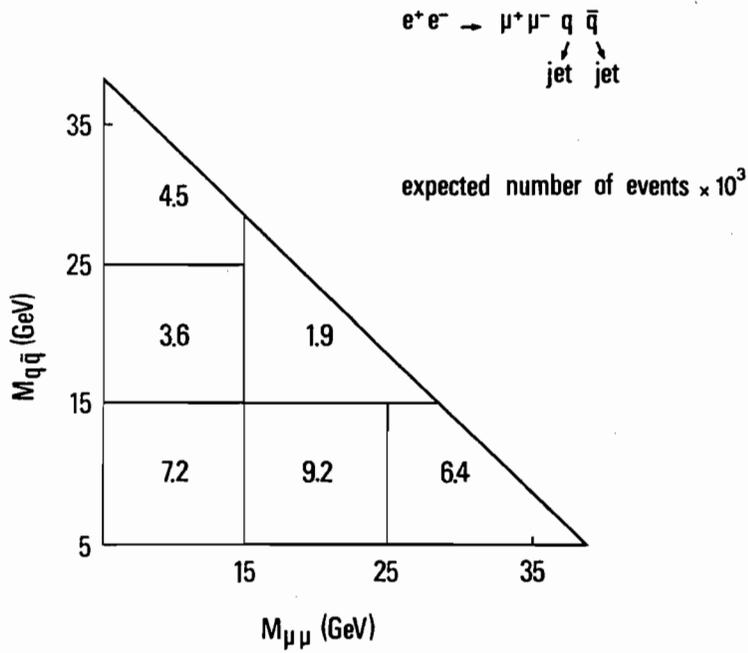


Abb. 1.6b: Erwartete Zahl von Ereignissen mal 10^3 in Abhängigkeit der $\mu\mu$ - und jj -Massen.

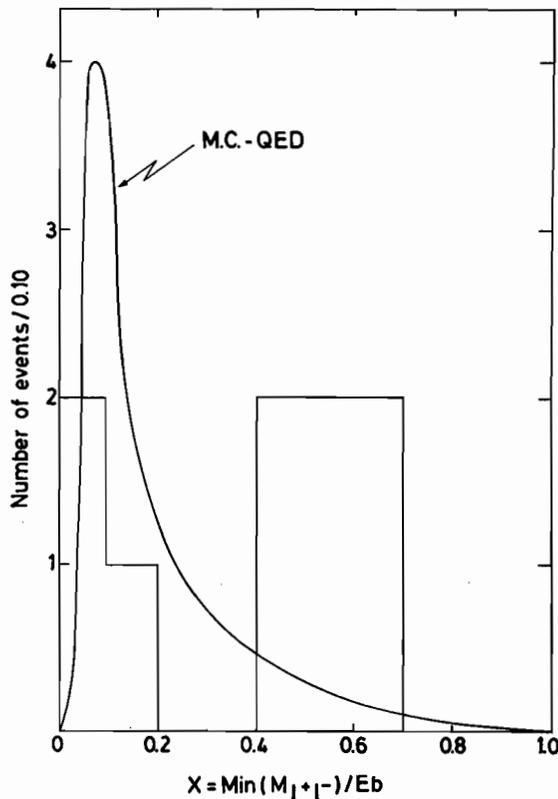


Abb. 1.7: Verteilung von $X = \text{Min}(l^+l^-)/E_b$ für tatsächliche Ereignisse und QED-Voraussage.

mogorov-Test führt zu einer Wahrscheinlichkeit von 3×10^{-3} für die Daten oberhalb $W = 33$ GeV. Für ein besseres Verständnis des Effektes wurde die $\mu\gamma$ -Massenverteilung für die Daten $W > 33$ GeV untersucht (Abb. 1.5). Die Daten scheinen über der QED-Vorhersage zu liegen (durchgezogene Kurve), die Massenverteilung zeigt aber keine deutliche Häufung. Ferner zeigt eine Untersuchung der Energieabhängigkeit dieser Ereignisse, daß sie inkonsistent mit einer μ^* -Interpretation sind.

Ein ungewöhnliches CELLO-Ereignis

Bei der Suche nach isolierten Myonen in multihadronischen Ereignissen wurde bei einer Schwerpunktsenergie von $W = 43.45$ GeV ein ungewöhnliches Ereignis mit zwei isolierten, hochenergetischen Myonen ($p = 11.0$ GeV/c und 12.6 GeV/c) entgegengesetzter Ladung und zwei Hadron-Jets gefunden. Wie das Impulsdigramm in Abb. 1.6a zeigt, sind die Hadron-Jets jeweils entgegengesetzt zu einem Myon. Das Ereignis ist extrem planar; die Aplanarität beträgt nur 0.003, der mittlere Transversalimpuls senkrecht zur Ereignisebene 270 MeV/c. Die invarianten Jet-Jet- beziehungsweise Myon-Myon-Massen sind ungewöhnlich groß: $M_{jj} = 17.3$ GeV und $M_{\mu\mu} = 20.4$ GeV. Die im Detektor gemessene Energie verteilt sich nahezu ausschließlich auf geladene Teilchen und ist in sehr guter Übereinstimmung mit der totalen Schwerpunktsenergie von $W = 43.45$ GeV. Da die Transversalimpulse der Myonen bezüglich der Thrust-Achse sehr groß sind ($p_{\perp} = 7.2$ GeV/c beziehungsweise 4.2 GeV/c), ist die Wahrscheinlichkeit, daß dieses Ereignis auf semileptonische Zerfälle

schwerer Quarks oder Mißidentifizierung zurückzuführen ist, sehr klein, nämlich $< 8 \times 10^{-4}$. Denkbare QED-Beiträge zu dem Endzustand ($\mu^+\mu^-$ Jet Jet) liefern jedoch kleine $\mu\mu$ - beziehungsweise jj -Massen. Die erwartete Zahl von Ereignissen ist in Abb. 1.6 b dargestellt. Da beide Massen sehr groß sind, ist die Wahrscheinlichkeit für dieses Ereignis aufgrund der obigen QED-Prozesse unterhalb von 3.2×10^{-4} .

Andere Interpretationen dieses Ereignisses aufgrund von Paarproduktion von angeregten Myonen, neuen schweren Leptonen, schweren Neutrinos, Higgs-Teilchen oder schweren Quarks sind durch die jetzigen Modellvorstellungen solcher Prozesse ebenfalls ausgeschlossen. Die Frage bleibt offen, ob dieses Ereignis eine Erweiterung der bisherigen Vorstellungen erfordert.

Elektromagnetische Wechselwirkungen der Ordnung α^4 können durch Messung der Reaktionen $e^+e^- \rightarrow e^+e^-e^+e^-$, $e^+e^-\mu^+\mu^-$, $e^+e^-\tau^+\tau^-$ und $\mu^+\mu^-\mu^+\mu^-$ studiert werden. Wenn alle Teilchen unter großen Winkeln relativ zum Strahl erzeugt werden, können Prozesse wie die virtuelle Bremsstrahlung erstmalig studiert werden. Auch neue Ströme oder Teilchen, die in Lepton-Paare zerfallen, würden sich in dieser kinematischen Region bemerkbar machen. Die Suche nach diesen Reaktionen wurde auf Teilchen beschränkt, die im Polarwinkelbereich $|\cos(\Theta)| < 0.92$ auftreten. Es wurden zehn Ereignisse gefunden, die alle einem der oben angegebenen Kanäle zugeordnet werden können. Die Zahl dieser Ereignisse stimmt gut mit der theoretischen Vorhersage der Quantenelektrodynamik überein. Wenn man allerdings die effektiven Massen der entgegengesetzt geladenen Leptonen betrachtet und die Zahl der Ereignisse gegen die kleinste effektive Masse dividiert durch die Strahlenergie aufträgt (Abb. 1.7), so scheint diese Verteilung nicht mit der theoretischen Vorhersage übereinzustimmen. Wegen der geringen Statistik ist es allerdings schwer, eine quantitative Aussage zu geben. Weitere Untersuchungen müssen zeigen, ob hier eventuell eine Diskrepanz zwischen der bisher sehr gut erfüllten QED und dem Experiment vorliegt.

Produktion von vier Leptonen

Apparative Verbesserungen am Detektor

Die Arbeiten zu dem neuen Innendetektor liefen weiter. Die Einzelteile (Stirnscheiben mit Löchern versehen, Außenzylinder, Vakuumrohr aus Beryllium) wurden geliefert. Es wurde eine Druckprobe (4 bar) mit einem Ersatzrohr als Vakuumrohr erfolgreich durchgeführt. Gegen Ende des Berichtsjahres begann die Bedrahtung. Die Vertexkammer wurde konstruktiv vereinfacht und von vier auf zwei Drahtzylinder reduziert.

Stereo-Draht-Kammer

Es wurden neue Endkappen-Kammern (Driftrohrkammern) konzipiert und konstruiert. Die Kammern erhöhen die Meßgenauigkeit im Polarwinkelbereich 8° bis 20° und erzeugen zusätzliche Triggersignale. Sie werden aus rechteckigen Plastikrohren mit einem endlichen ohmschen Widerstand gefertigt. In deren Mitte wird der als Anode wirkende Signaldraht gespannt. Die Rohre werden nebeneinander gelegt und in einer Ebene miteinander verklebt. Drei solche Ebenen bilden zusammen mit zwei dazwischenliegenden Kathodenstrukturen – geometrische Figuren aus kupferkaschierten Epoxy-Platten – eine Einheit. Eine zweite Einheit mit senkrecht verlaufenden Signaldrähten wird die orthogonale Koordinate messen. Je eines dieser Systeme wird vor die +Z- und -Z-Endkappen eingebaut.

Endkappen-Kammern

Die Konstruktion der Kammern und Halterungen wurde beendet, und mit den Fertigungen wurde begonnen.

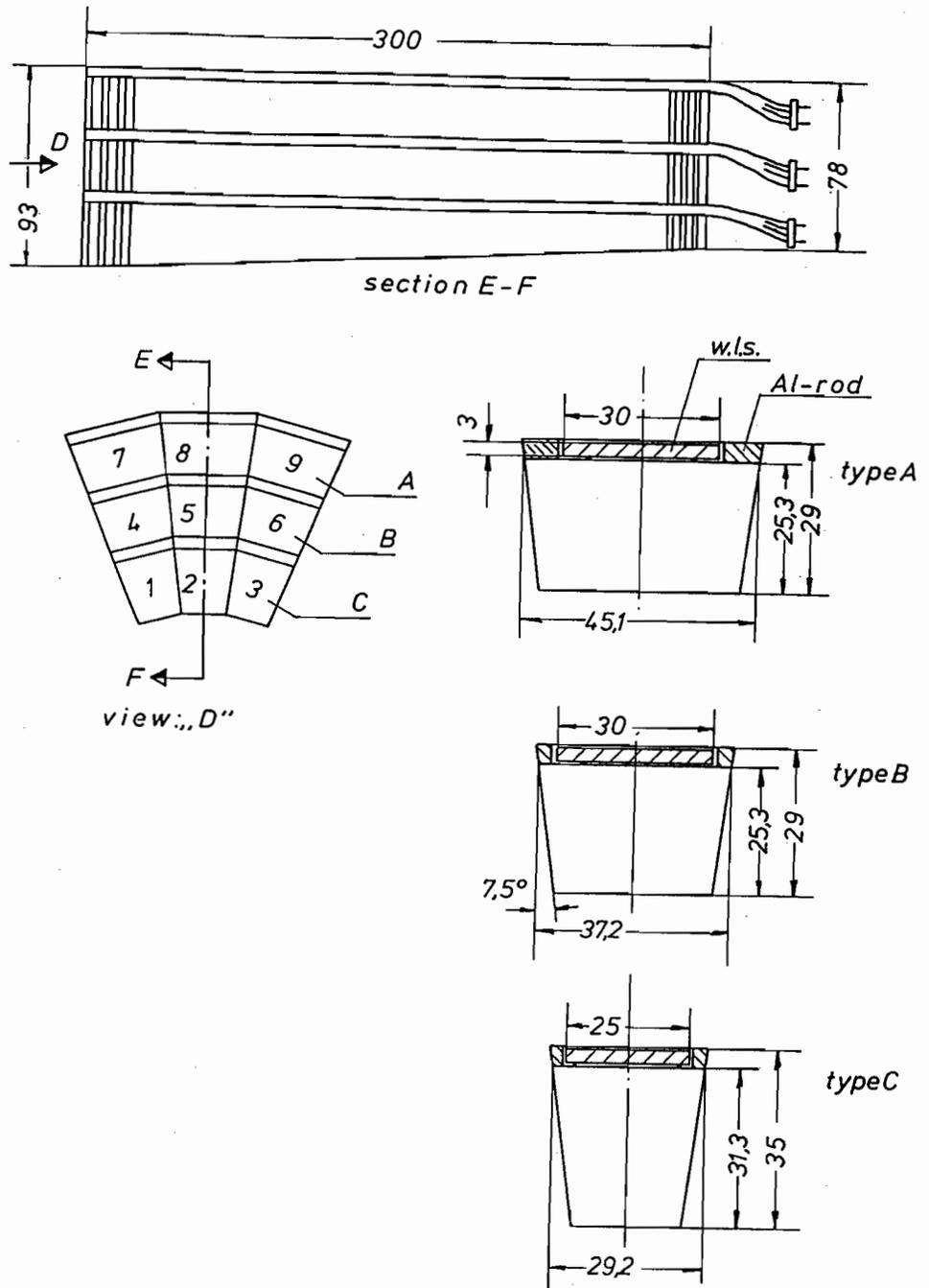


Abb. 1.8: Anordnung und Abmessungen der neun Module des neuen CELLO-Kleinwinkelskalorimeters.

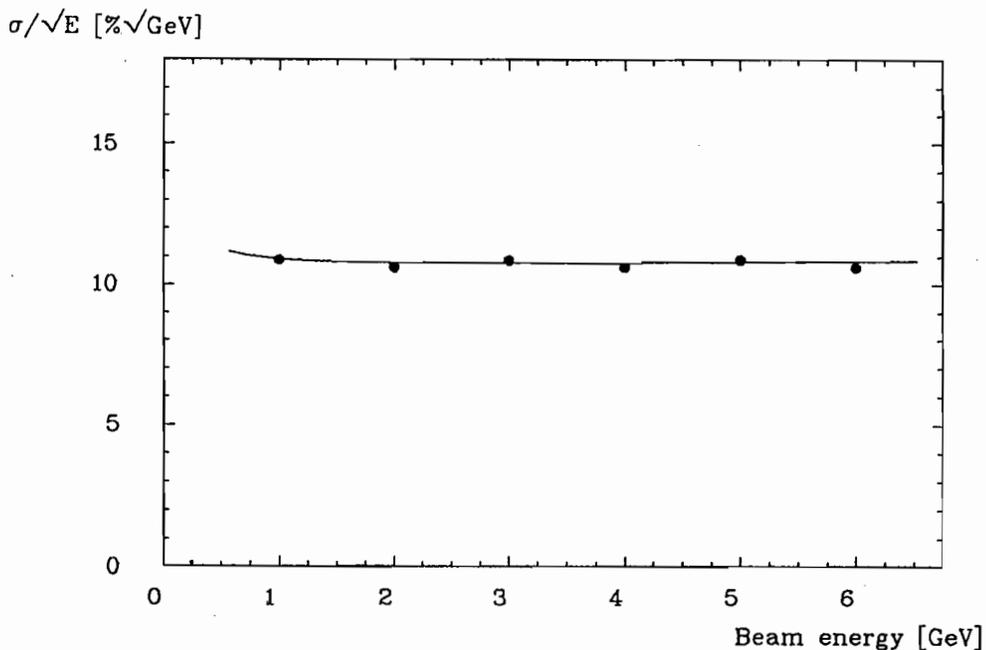


Abb. 1.9: Die für Elektronen gemessene Energieauflösung eines Kalorimeter-Moduls.

In Zusammenarbeit mit der Universität Hamburg wurde ein kompakter Elektronen-Zähler für das CELLO-Experiment entwickelt. Im Gegensatz zur herkömmlichen Technik wurden Siliziumphotodioden in Kombination mit Wellenlängenschiebern verwendet, um Blei-Szintillatorschauerzähler auszulesen. Es konnte nachgewiesen werden, daß man durch die Technik der Lichtsammlung mittels Wellenlängenschieber und Zusammenführung des Lichtes auf eine Photodiode ein annehmbares Signal-Rausch-Verhältnis erhält.

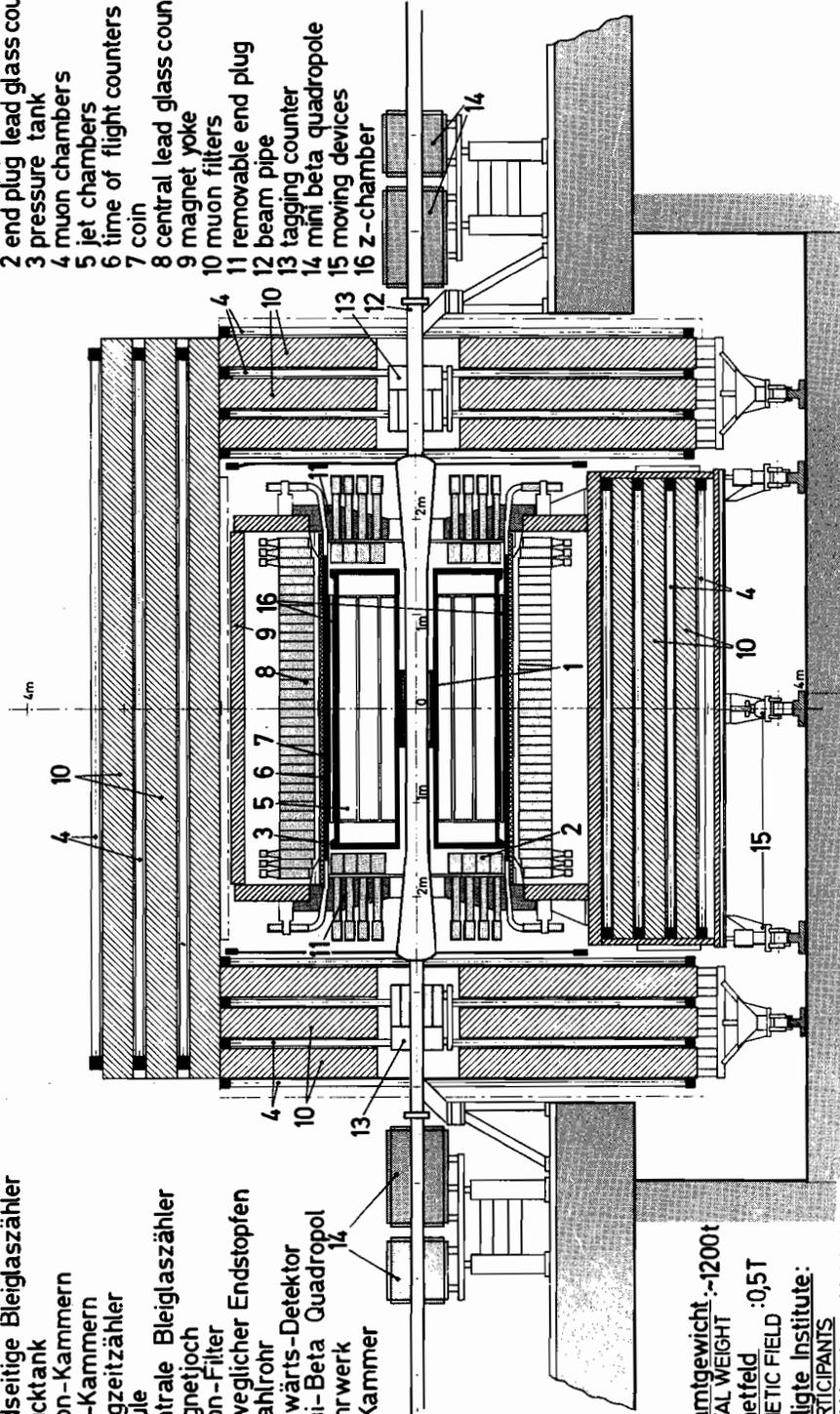
Kleinwinkel-Kalorimeter

Neun einzeln auslesbare Module wurden in einer (3×3) -Matrix zylinderförmig angeordnet. Die Abmessungen jedes einzelnen Moduls sind durch die Geometrie des CELLO-Detektors vorgegeben und in Abb. 1.8 gezeigt. Jedes einzelne Modul besteht aus 46 Blei- und Szintillatorschichten von 2.5 mm beziehungsweise 4 mm Stärke. Hybridisierte Vorverstärker und Pulsformer, die am Max-Planck-Institut München entwickelt wurden, verarbeiten die elektronischen Signale der Photodioden. Die Lichtausbeute betrug 24 000 Photoelektronen/GeV. Die Energieauflösung für Elektronen mit Impulsen von 1 bis 6 GeV/c wurde gemessen und zu $\sigma/E = 0.107/\sqrt{E}$ bestimmt (Abb. 1.9). Das Rauschen einer Photodiode ist mit $\sigma_{\text{rms}} = 800$ Elektronen vernachlässigbar klein für Energien größer als 1 GeV.

MAGNETDETEKTOR **JADE**

MAGNETDETEKTOR

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1 Strahlrohrkammer | 1 beampipe chamber |
| 2 Endseitige Bleiglaszähler | 2 end plug lead glass counters |
| 3 Drucktank | 3 pressure tank |
| 4 Myon-Kammern | 4 muon chambers |
| 5 Jet-Kammern | 5 jet chambers |
| 6 Flugzeitzähler | 6 time of flight counters |
| 7 Spule | 7 coil |
| 8 Zentrale Bleiglaszähler | 8 central lead glass counters |
| 9 Magnetjoch | 9 magnet yoke |
| 10 Myon-Filter | 10 muon filters |
| 11 Beweglicher Endstopfen | 11 removable end plug |
| 12 Strahlrohr | 12 beam pipe |
| 13 Vorwärts-Detektor | 13 tagging counter |
| 14 Mini-Beta Quadropol | 14 mini beta quadropole |
| 15 Fahrwerk | 15 moving devices |
| 16 Z-Kammer | 16 z-chamber |



Gesamtgewicht ~1200t
TOTAL WEIGHT

Magnetfeld :0,5T
MAGNETIC FIELD

Beteiligte Institute:
PARTICIPANTS

DESY, Hamburg, Heidelberg,
Lancaster, Manchester, Maryland
Rutherford Lab, Tokio

Abb. 2.1: Der JADE-Detektor mit den neuen Komponenten. Die neue Vertexkammer ist mit 1) bezeichnet, die neue z-Kammer mit 16).

JADE-Kollaboration

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

Überblick

Im Berichtsjahr wurden mit dem JADE-Detektor am e^+e^- -Speicherring PETRA neue Daten gesammelt und zusammen mit Daten aus früheren Jahren ausgewertet. Durch den Einbau der Strahlrohrkammer zur besseren Vertexbestimmung und der sogenannten z-Kammer zur genaueren Messung der z-Koordinaten wurde der Detektor weiter verbessert. In Abb. 2.1 ist die Apparatur mit den zwei neuen Komponenten skizziert. Im folgenden werden einige im Berichtsjahr erzielte Ergebnisse dargestellt.

Physikalische Ergebnisse

Der Speicherring PETRA erreichte im Berichtsjahr mit $E_{\text{Strahl}} = 23.4$ GeV seine höchste Energie. Da keine Anzeichen für die allgemein erwartete Existenz des sechsten Quark-Teilchens, des sogenannten Top-Quarks, gefunden wurden, muß seine Masse größer als 22 GeV sein.

Suche nach dem t-Quark

Die Suche nach Teilchen, die aufgrund höherer Symmetrien, der sogenannten Supersymmetrien, vorhergesagt werden, wurde fortgesetzt. So ergab zum Beispiel die Suche nach dem Zino, dem supersymmetrischen Partner zum Austauschteilchen des neutralen Stromes Z^0 , daß die Zino-Masse größer als 30 GeV sein muß, wenn die Masse des skalaren Elektrons kleiner als 50 GeV ist.

Suche nach von der Supersymmetrie postulierten Teilchen

In den Prozessen $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma$ und $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-\gamma\gamma$ wurde nach einem angeregten Myon $\mu^* \rightarrow \mu\gamma$ gesucht. Abb. 2.2 zeigt in Abhängigkeit des Formfaktors $|F_\mu|^2$, welcher Bereich der M_{μ^*} -Masse aufgrund dieser Messungen ausgeschlossen werden kann.

Die Glashow-Weinberg-Salam-(GSW)-Theorie der vereinigten schwachen und elektromagnetischen Wechselwirkung sagt eine Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie für die bei der e^+e^- -Vernichtung erzeugten Fermion-Paare voraus. Diese Asymmetrie durch die Interferenz des neutralen schwachen Stromes mit dem elektromagnetischen Strom wurde 1981 bei der Myon-Paarzeugung nachgewiesen und in den folgenden Jahren genauer vermessen.

Elektroschwache Interferenz

Abb. 2.3 zeigt eine Zusammenstellung der Asymmetriemessungen für den Prozeß $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$. Die Messungen konnten 1984 bis zu Schwerpunktsenergien von 46 GeV erweitert werden. Die Daten der nächsten Jahre werden klären, ob die jetzt erkennbaren Abweichungen von der GSW-Theorie auf statistischen Schwankungen beruhen oder erste Hinweise für eine notwendige Erweiterung der Theorie sind.

Die Ladungsasymmetrie der Quark-Erzeugung ist wesentlich schwieriger zu bestimmen als die der Erzeugung von Lepton-Paaren, da weder die elektrische Ladung des Quarks, noch deren Art direkt meßbar sind. Neben der Asymmetriemessung für Charm-Quarks ist

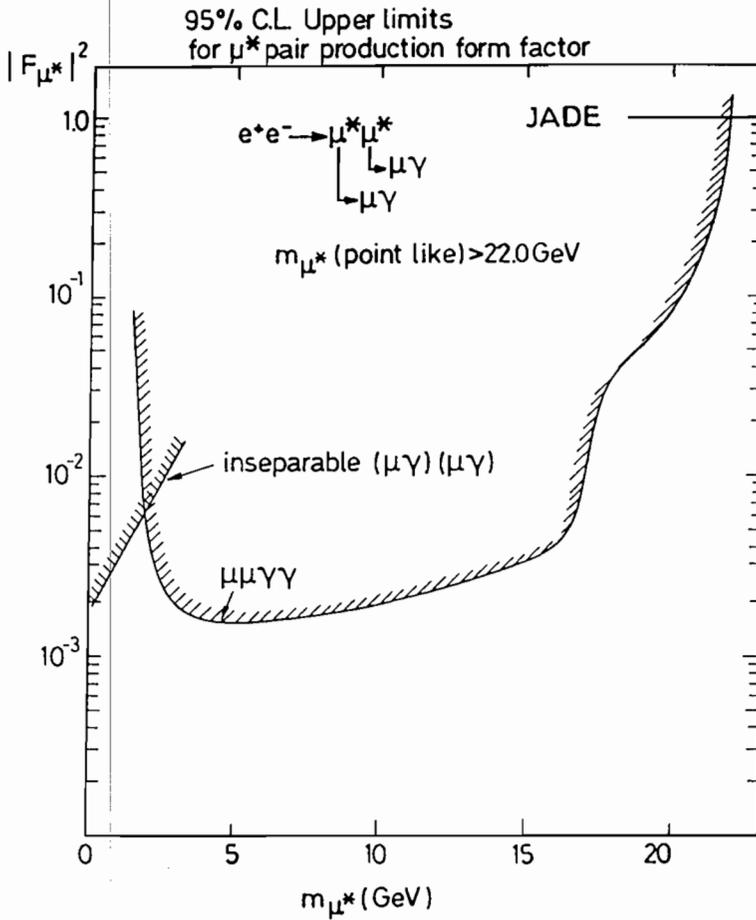


Abb. 2.2: Die oberen Grenzen des Formfaktors für ein angeregtes Myon als Funktion der μ^* -Masse.

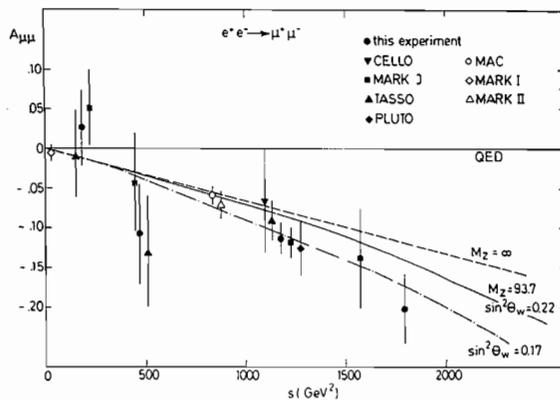


Abb. 2.3: Die Ladungsasymmetrie der Myon-Paarerzeugung in Abhängigkeit von $s = E_{\text{CM}}^2$. Die Vorhersagen der GWS-Theorie werden durch die mit $\sin^2\theta_W = 0.22$ bezeichnete Kurve wiedergegeben.

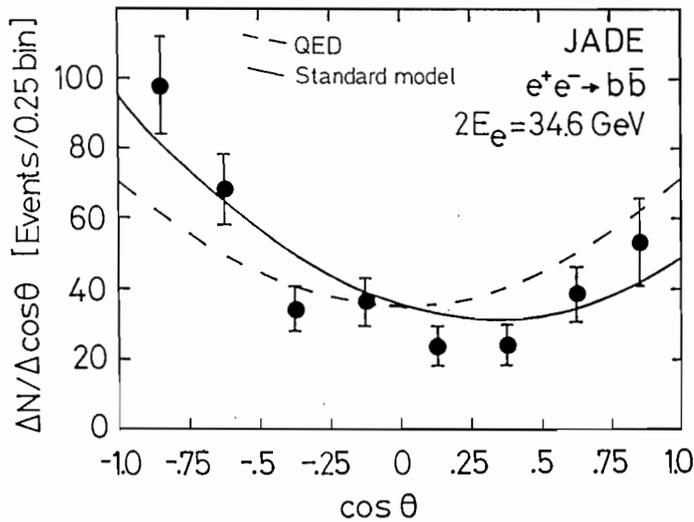


Abb. 2.4: Die Ladungsasymmetrie der b-Quark-Erzeugung. Die unterbrochene Kurve gibt die Vorhersagen der Quantenelektrodynamik wieder, die ausgezogene Kurve die der elektroschwachen Wechselwirkung (GWS-Theorie).

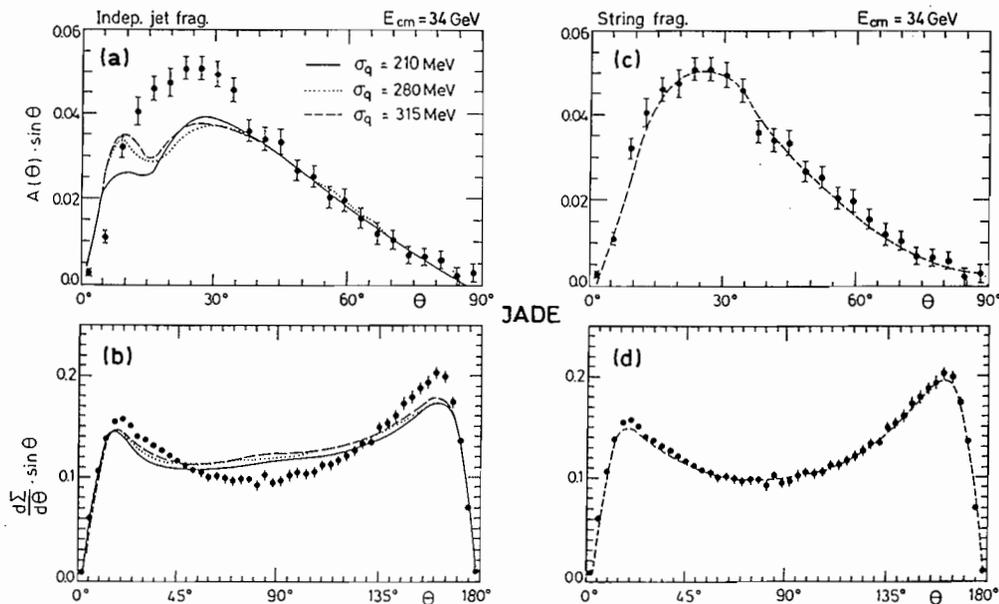


Abb. 2.5: Die beobachteten Energiekorrelationen und deren Asymmetrie im Vergleich mit QCD-Rechnungen. Bei den Rechnungen wurden unterschiedliche Annahmen über die Fragmentierung gemacht. Nur die Stringfragmentation (c) und (d) beschreibt die Daten zufriedenstellend.

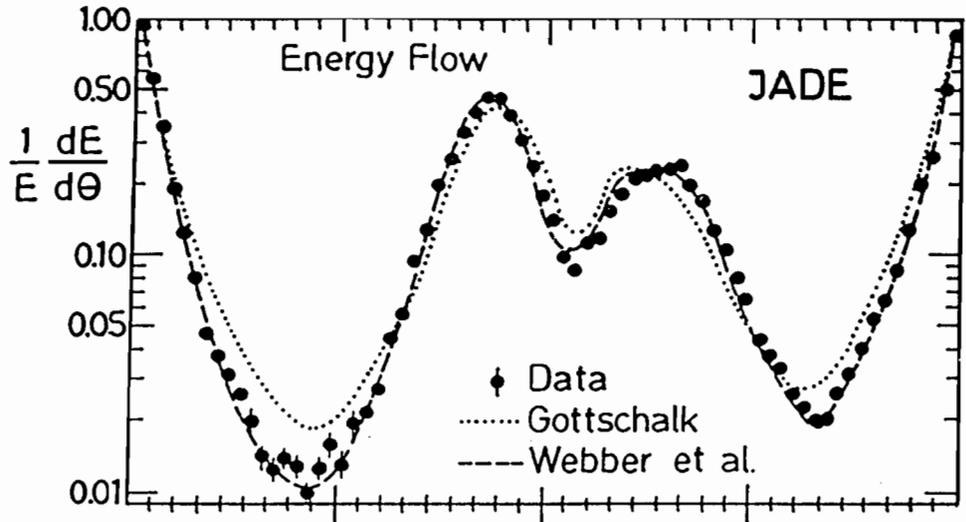


Abb. 2.6: Der normierte Energiefluß von 3-Jet-Ereignissen, projiziert auf die Ereignisebene. Vom energiereichsten Jet ausgehend, ist die Energie der Teilchen pro Winkelintervall $\Delta\theta$ aufgetragen. Die Kurven zeigen die Ergebnisse der Parton-Schauerrechnungen. Im Gegensatz zur punktierten Kurve sind bei der gestrichelten Interferenzeffekte berücksichtigt.

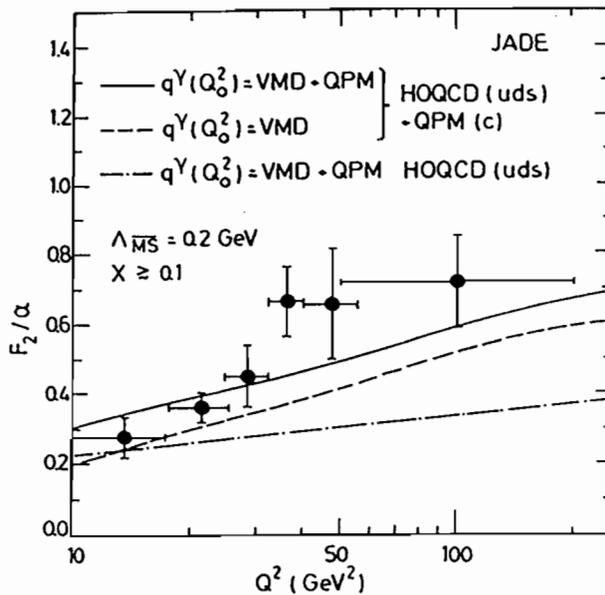


Abb. 2.7: Die Q^2 -Abhängigkeit der Photon-Strukturfunktion $F_2(x, Q^2)$, wobei über den Bereich $x \geq 0.1$ gemittelt wurde. Die Kurven geben einige QCD-Vorhersagen wieder, die sich bezüglich der Hadron-Komponente des Photons sowie des Beitrags vom schweren c-Quark unterscheiden.

es JADE im Berichtsjahr gelungen, auch für Bottom-Quarks eine Asymmetrie zu bestimmen. Bottom-Quarks wurden dabei durch ihre Jetmasse sowie den Myon-Impuls und den fehlenden Impuls senkrecht zur Jetachse identifiziert, die Ladung der Bottom-Quarks wurde aus der Ladung der Zerfalls-Myonen bestimmt. Abb. 2.4 zeigt die gemessene Winkelverteilung. Die resultierende Asymmetrie beträgt

$$A_{b\bar{b}} = -(22.8 \pm 6.0 \pm 2.5) \%$$

und stimmt mit den Voraussagen der GSW-Theorie von $A_{b\bar{b}} = -25.2 \%$ überein.

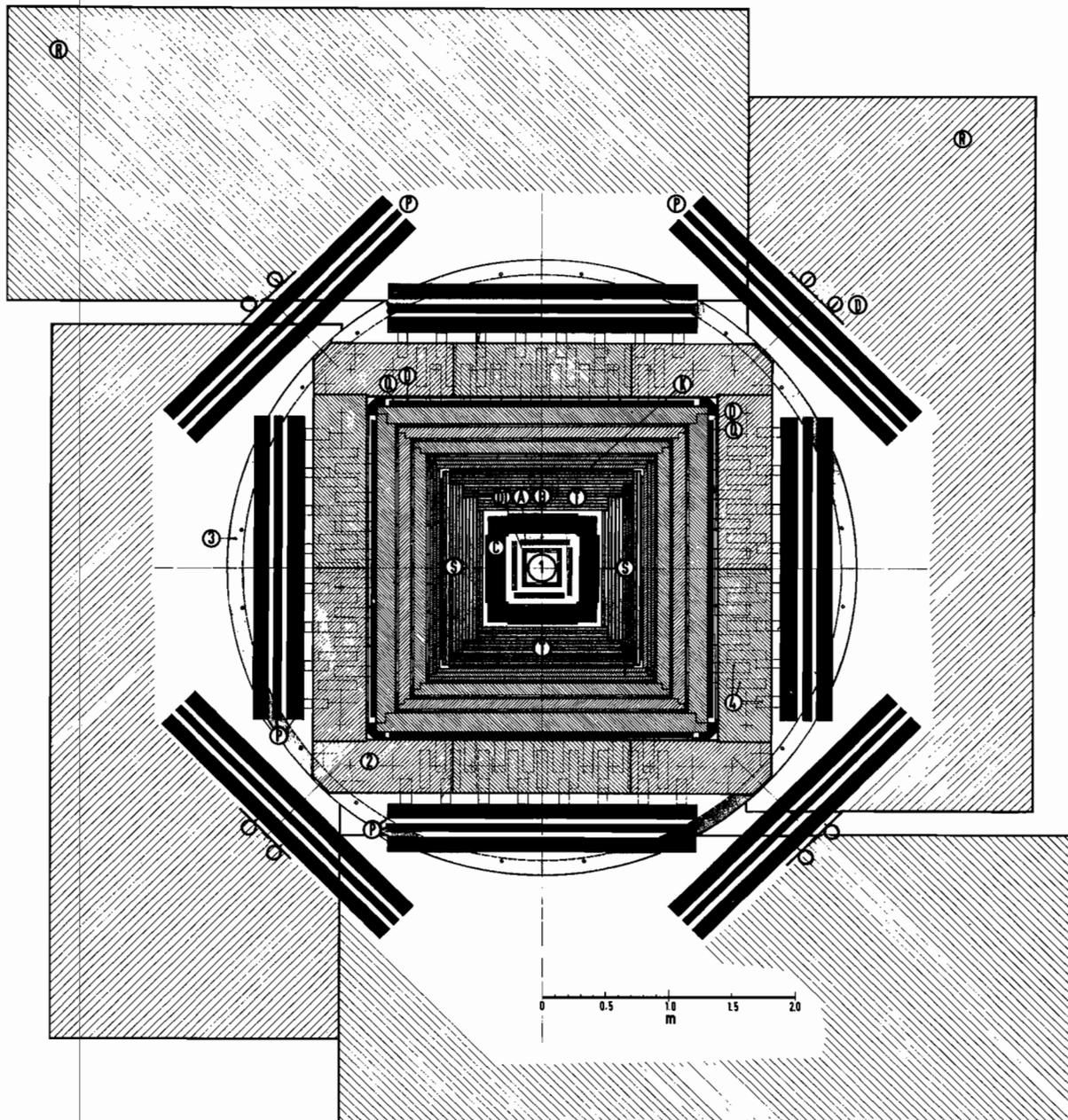
Die Studien zur Konversion von Quarks und Gluonen zu Hadronen wurden 1984 weiter verfolgt. Schon 1981 konnte die JADE-Kollaboration nachweisen, daß die beobachteten 3-Jet-Ereignisse den sogenannten „String-Effekt“ zeigen. Dieser Effekt wird dadurch erklärt, daß die Hadronen mit begrenztem Transversalimpuls in Bezug auf die Farbflußlinien erzeugt werden und nicht, wie bei der unabhängigen Parton-Fragmentation, in bezug auf die Richtung der Partonen. In einem weiteren Vergleich (Abb. 2.5) konnte nun gezeigt werden, daß auch die in multihadronischen Ereignissen beobachtete Energiekorrelation und deren Asymmetrie durch die Stringfragmentation besser wiedergegeben wird als durch unabhängige Parton-Fragmentation.

Quark- und Gluon-Fragmentation

Die Vergleiche mit theoretischen Vorhersagen zur Fragmentation wurden 1984 auf die sogenannten QCD-Parton-Schauermodelle ausgedehnt. In den Schauermodellen wird in führender logarithmischer Näherung die kaskadenartige Erzeugung von Partonen berechnet und erst am Ende der Kaskade arrangieren sich die Partonen zu Hadronen. In neueren theoretischen Arbeiten wurden auch Interferenzeffekte bei der Beschreibung derartiger Kaskaden berücksichtigt. Es konnte gezeigt werden (Abb. 2.6), daß der in den Daten beobachtete Stringeffekt von den QCD-Kaskadenmodellen nur dann richtig beschrieben wird, wenn man diese Interferenzeffekte berücksichtigt.

Die Studien von Photon-Photon-Kollisionen wurden ebenfalls fortgesetzt. So umfaßt die Untersuchung der Reaktion $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \text{Hadronen}$, bei der eines der Elektronen unter großen Winkeln gestreut wird, jetzt wesentlich mehr Daten. Dadurch gelang es, die Strukturfunktion F_2 des Photons bis zu Impulsübertragungen von $Q^2 = 100 \text{ GeV}^2$ und mit verbesserter Genauigkeit zu bestimmen. Abb. 2.7 zeigt die Q^2 -Abhängigkeit der Strukturfunktion im Vergleich mit einigen auf der QCD basierenden Modellvorhersagen.

Zwei-Photon-Wechselwirkung



- | | | | | | |
|----|---|---|-----------------------|---|----------------|
| A | B | C | Schauer-Zähler | | |
| D | | | Trigger-Zähler | | |
| DT | | | Driftröhren | 1 | Strahlrohr |
| Q | | | Mittlere Driftkammern | 2 | Eisenjoch |
| P | R | | Äußere Driftkammern | 3 | Aluminium-Ring |
| S | T | | Innere Driftkammern | 4 | Multipller |

Abb. 3.1: Schnitt durch den MARK J-Detektor.

MARK J-Kollaboration

Beteiligte Institute: AdW Zeuthen, RWTH Aachen, BNL Upton, CALTECH Pasadena, DESY, ETH Zürich, Univ. Genf, IHEP Peking, JEN Madrid, MIT Cambridge (USA), NIKHEF Amsterdam, Univ. Siegen.

Überblick

Während des Berichtsjahres konnte der MARK J-Detektor (Abb. 3.1) ohne ernstere Schwierigkeiten betrieben werden. Der Bereich der Schwerpunktsenergie (\sqrt{s}) war $44.20 \text{ GeV} \leq \sqrt{s} \leq 46.78 \text{ GeV}$. Es wurde eine Luminosität von insgesamt 19 pb^{-1} gemessen, aus der ca. 4200 Hadron-Ereignisse, 510 $\mu^+\mu^-$ -Paar-Ereignisse und 200 μ -inklusive Ereignisse resultierten. Die ersten drei Monate der Meßzeit wurden der Fortsetzung der Suche nach dem Top-Quark durch Steigerung der Schwerpunktsenergie in 30-MeV-Schritten gewidmet. Während dieser Periode wurde die Maximalenergie von 46.78 GeV erreicht. Die zweite Meßperiode im Anschluß an die Osterpause hatte eine feste Energie von 46.57 GeV. Diese Energie wurde gewählt, um spezielle μ -inklusive Ereignisse mit kleinem Thrust zu untersuchen, die bei Energien oberhalb 46.3 GeV von der MARK J-Gruppe beobachtet worden waren. Diese Messung dauerte bis September, als eine zusätzliche Luminosität von 1.4 pb^{-1} erreicht war. Die dritte Meßzeit bis zum Beginn der Montagezeit im November verlief bei 44.26 GeV. Die oberhalb 46.30 GeV im ganzen Jahr gemessene Luminosität betrug 2.7 pb^{-1} .

Während der Monate November und Dezember wurden Vorbereitungen getroffen, um einen neuen Typ einer Vertex-Kammer, eine TEC (Time Expansion Chamber) zu einem späteren Zeitpunkt in den MARK J-Detektor einbauen zu können. Die Umbauten enthielten ein neues Strahlrohr mit einem Zentralteil von sehr geringer Wandstärke: 0.2 mm austenitischer Stahl mit einer Verstärkung aus einer Kohlefaser-Epoxy-Schicht. Der Durchmesser des neuen Strahlrohres beträgt 100 mm gegenüber 200 mm beim bisherigen Rohr. Gleichzeitig wurden auch zwei bewegliche Kollimatoren in der Horizontalebene eingebaut. Eine weitere Änderung war der Ersatz der bisherigen Anordnung von Driftröhren durch eine neue mit einem größeren Abstand vom e^+e^- -Strahl derart, daß die TEC-Kammer den maximal möglichen äußeren Durchmesser haben kann. Diese Umbauten sind fertiggestellt.

Vier weitere Institute haben sich der MARK J-Kollaboration angeschlossen, um die Herstellung, den Einbau und die Datenanalyse der neuen Vertexkammer zu unterstützen. Es sind das Institut für Hochenergiephysik der Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich, das Institut für Hochenergiephysik der Akademie der Wissenschaften Berlin-Zeuthen, das DPNC der Universität Genf und der Fachbereich Physik der Universität Siegen.

Physikalische Ergebnisse

Die Beobachtung der Vorwärts-Rückwärts-Ladungsasymmetrie der Myon-Paare aus der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ lieferte eine schöne Bestätigung für die Gültigkeit der vereinigten Theorie der elektroschwachen Wechselwirkung, des GWS-Standard-Modells. Durch die Steigerung der Energie von PETRA bis zum Maximalwert von 46.78 GeV konnte den bisherigen Daten ein gewichtiger Meßpunkt hinzugefügt werden. In Tab. 3.1 werden die Ergebnisse

*Elektroschwache
Interferenz*

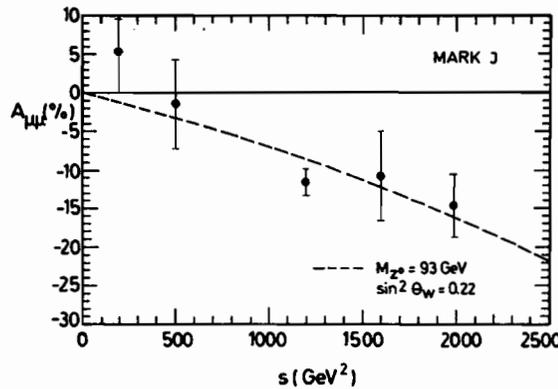


Abb. 3.2: $A_{\mu\mu}$ (%) als Funktion von s (GeV^2). Die gestrichelte Kurve ist die GWS-Vorhersage mit $\sin^2\theta_W = 0.22$ und $m_{Z^0} = 93$ GeV.

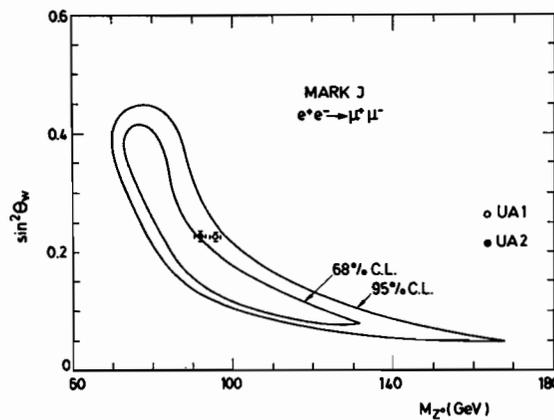


Abb. 3.3: Die Konturen für die 68 %- und 95 %-Vertrauensgrenzen zeigen die Korrelation zwischen $\sin^2\theta_W$ und m_{Z^0} . Die Punkte sind die Meßwerte von UA1 und UA2.

von MARK J für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ zusammengefaßt. $R_{\mu\mu}$ ist das Verhältnis von gemessenem zu theoretischem Wirkungsquerschnitt, $A_{\mu\mu}$ die gemessene Asymmetrie. Zum Vergleich mit der Theorie sind in Abb. 3.2 die gemessenen Asymmetrien für verschiedene Energien aufgetragen. Die gestrichelte Kurve ist die GWS-Vorhersage mit $\sin^2\theta_W = 0.22$ und einer Masse von 93 GeV für das neutrale Boson Z^0 . Die Übereinstimmung zwischen Theorie und Experiment kann als sehr gut angesehen werden.

An der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ sind nur Leptonen und neutrale Ströme beteiligt. Sie erlaubt uns daher eine Bestimmung von $\sin^2\theta_W$ unabhängig vom Stärkeverhältnis der neutralen und geladenen schwachen Ströme.

Tab. 3.1: Die Daten und Ergebnisse mit statistischen Fehlern.

\sqrt{s} [GeV]	Luminosität [pb^{-1}]	Anzahl der Ereignisse	$R_{\mu\mu}$	$A_{\mu\mu}$ [%]
14.0	1.5	472	1.04 ± 0.05	$+ 5.3 \pm 4.8$
22.4	3.0	357	1.02 ± 0.05	$- 4.3 \pm 5.7$
34.6	76.3	3 658	0.98 ± 0.016	-11.7 ± 1.7
39.7	10.1	353	1.02 ± 1.05	-10.9 ± 5.7
44.6	24.2	667	0.99 ± 0.04	-16.7 ± 4.1

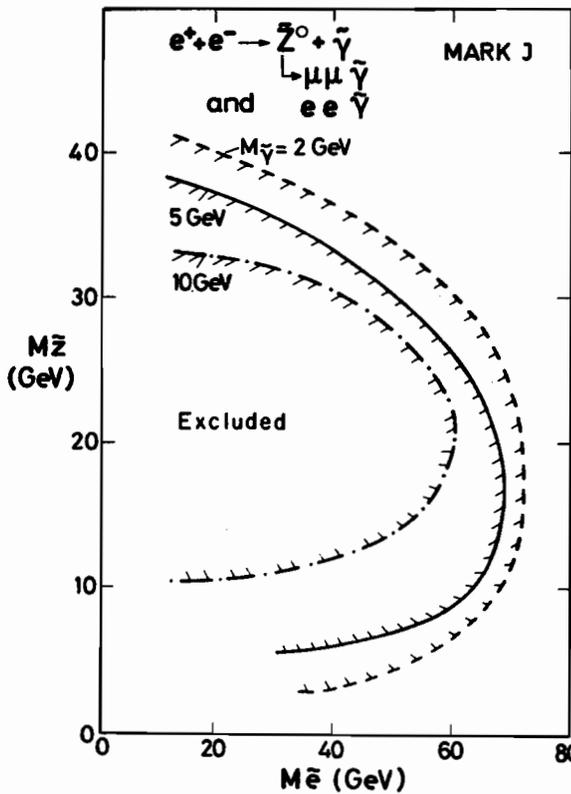


Abb. 3.4: Die 95 %-Vertrauensgrenzen in der Ebene M_Z - M_γ für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow Z + \gamma$ für $M_\gamma = 2, 5$ und 10 GeV , wobei die Zerfallskanäle $Z \rightarrow e\bar{e}$ und $\mu\bar{\mu}$ zusammengekommen sind.

Darüber hinaus ist sie unabhängig von Unsicherheiten in der QCD und von Kerneffekten, wie sie für Reaktionen von Leptonen oder Neutrinos mit nuklearen Targets berücksichtigt werden müssen.

Unter der Annahme $g_A^e = g_A^\mu = -0.5$, wie vom Standard-Modell vorhergesagt, kann man die Asymmetrie und den Wirkungsquerschnitt zur Bestimmung von Konturen der 68 %- und 95 %-Vertrauensgrenzen für mögliche Werte von $\sin^2\Theta_W$ und m_{Z^0} benutzen (Abb. 3.3). Darin sind auch die von den CERN-Experimenten UA1 und UA2 bestimmten Werte für $\sin^2\Theta_W$ und m_{Z^0} eingezeichnet. Unter Verwendung des Wertes $m_{Z^0} = 93 \pm 2 \text{ GeV}$ aus den CERN-Messungen gewinnt man aus der Kontur der 68 %-Vertrauensgrenze

$$\sin^2\Theta_W = 0.17 \pm 0.02 \pm 0.01$$

Die Gleichheit der Koppelung von Elektron und Myon, die sogenannte μ -e-Universalität, ist von fundamentaler Bedeutung. Durch Verwendung von $A_{\mu\mu}$ kann dieses Konzept geprüft werden. Unter der Annahme von $\sin^2\Theta_W = 0.22 \pm 0.33$ und $m_{Z^0} = 93 \pm 2 \text{ GeV}$ und mit dem gemessenen Wert von $A_{\mu\mu}$ ergibt sich

$$g_A^e g_A^\mu = 0.30 \pm 0.05 \pm 0.03$$

Mit dem von Neutrino-Elektron-Streuxperimenten gemessenen Wert von $g_A^e = -0.52 \pm 0.06$ erhalten wir somit

$$g_A^\mu = -0.57 \pm 0.10$$

in ausgezeichnete Übereinstimmung mit der Universalität.

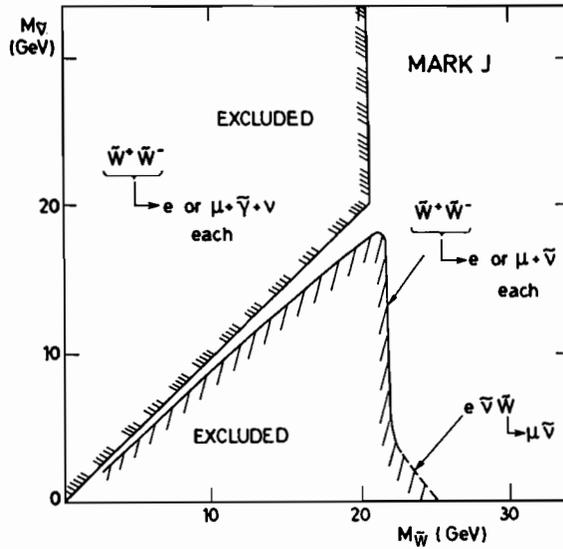


Abb. 3.5: Die 95%-Vertrauensgrenzen in der M_γ - M_W -Ebene für die angegebenen Reaktionen. Die gestrichelte Linie stellt die für einen Drei-Teilchen-Zerfall des Wino erhaltene Grenze dar. Die durchgezogene Kurve wurde für die Annahme eines Zwei-Teilchen-Zerfalls in beiden Reaktionen gewonnen.

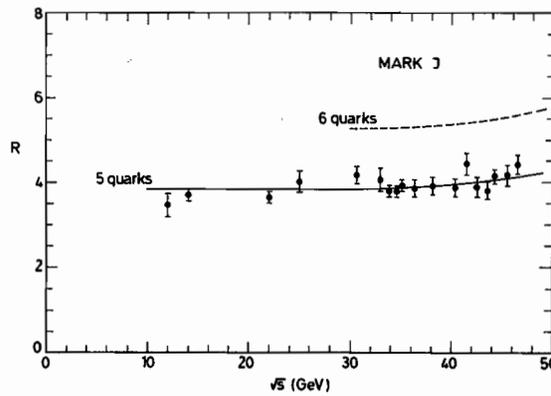


Abb. 3.6: Totaler hadronischer Wirkungsquerschnitt R als Funktion der Schwerpunktsenergie \sqrt{s} . Die durchgezogene Kurve ist der theoretisch nach der QCD erwartete Wert für fünf Quarks, die gestrichelte der für sechs mit Ladung $2/3$ für das sechste Quark.

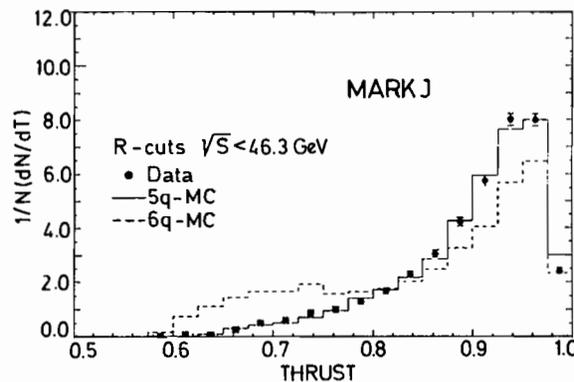


Abb. 3.7: Die gemessene Verteilung für die Variable Thrust ist in sehr guter Übereinstimmung mit der theoretisch für fünf Quarks berechneten. Die für sechs Quarks erwartete Verteilung, als gestricheltes Histogramm wiedergegeben, wird von den Daten nicht bestätigt.

Sind die gegenwärtig fundierten Theorien QED, GSW-Standardmodell und QCD auch sehr erfolgreich in der Beschreibung der Leptonen, Quarks und ihrer intermediären Kopplungsteilchen γ , W , Z und Gluon, so verlangt ihre Vollständigkeit beziehungsweise Symmetrie jedoch die Existenz weiterer Partikel. Solche neuen Teilchen, zum Beispiel angeregte Zustände geladener Leptonen, Higgs-Teilchen oder supersymmetrische Partner der bekannten Leptonen und Bosonen, sind von MARK J in den beobachteten Reaktionen gesucht, aber nicht gefunden worden. Für eine Reihe solcher theoretisch postulierter Teilchen gibt Tab. 3.2 die dabei erstellten unteren Grenzen für ihre Masse an. Für supersymmetrische Teilchen, deren Massen die SUSY-Theorie nicht vorhersagen kann, ergaben sich bedingte Ausschlußbereiche, wie die Abb. 3.4 beispielsweise für das \tilde{Z} (SUSY-Partner des Z^0) und \tilde{e} zeigt und die Abb. 3.5 für das \tilde{W} und $\tilde{\nu}$.

Suche nach von der Supersymmetrie postulierten Teilchen

Der Hauptzweck der weiteren Energieerhöhung von PETRA war die Fortsetzung der Top-Quark-Suche. Bis zum Maximalwert von 46.78 GeV wurde der **hadronische Querschnitt** R auf Veränderungen oder Resonanzen untersucht. Abb. 3.6 zeigt das Ergebnis der Messung, das mit der theoretischen Erwartung für die fünf bekannten Quarks übereinstimmt. Dagegen ergäbe sich durch das sechste Quark ein Anwachsen auf $R \approx 5.2$ (gestrichelt), das die Daten nicht zeigen. Der geringe Anstieg von R mit zunehmender Energie beruht auf dem Einfluß des Z^0 .

Suche nach dem t -Quark

Eine andere Methode, nach der Erzeugung schwerer neuer Teilchen zu suchen, ist die Betrachtung der räumlichen Verteilung des Energieflusses der Hadronen, zum Beispiel mittels der Variablen Thrust. Wenn ein neues schweres Quark erzeugt wird, erwartet man, daß die Rate von Ereignissen mit kleinem Thrust, das heißt Ereignissen mit sehr breiten Jets, zunimmt. Abb. 3.7 zeigt die gemessene Thrust-Verteilung zusammen mit der theoretisch erwarteten für fünf Quarks (durchgezogene Kurve) und für sechs Quarks (gestrichelt). Die Übereinstimmung zwischen den Daten und der Vorhersage für fünf Quarks ist bemerkenswert.

Toponium, als gebundene Zustände von Top- und Anti-Top-Quarks, würden als scharfe Resonanzen in Abb. 3.6 erscheinen. Aus den Daten (Abb. 3.8) ergibt sich mit 95%iger Wahrscheinlichkeit $B_h \Gamma_{ee} < 1.99$ keV. B_h ist das hadronische Verzweigungsverhältnis von Toponium und wird zu ≈ 0.7 erwartet. Γ_{ee} ist die Zerfallsbreite in e^+e^- . Man erwartet für ein Vektormeson mit Quark- beziehungsweise Antiquark-Ladungen von $\pm \frac{2}{3}e$ ein Produkt $B_h \Gamma_{ee} \approx 3.1$ keV. Ein solcher Wert wird durch die Messungen ausgeschlossen.

Myonen mit einem Impuls $p \geq 1.5$ GeV durchdringen den Eisenabsorber des MARK J-Detektors und werden in den großen äußeren Driftkammern nachgewiesen. In einem Bruchteil hadronischer Ereignisse werden Myonen erzeugt, die zu einem großen Teil durch den schwachen Zerfall von Mesonen mit Charm- oder Beauty-Quarks entstehen. **Myon-inklusive Ereignisse**, das heißt hadronische Ereignisse mit einem Myon, öffnen ein weites Feld physikalischer Fragen, zum Beispiel nach semileptonischen Verzweigungsverhältnissen, Fragmentationsfunktionen und axialvektorieller Kopplung schwerer Quarks an das Z^0 .

Eine wichtige Frage war im Berichtsjahr, ob PETRA die Schwelle für Open-Top-Erzeugung überschritten hatte. Wenn $\sqrt{s} > M_{top}$, dann sollten Top-Mesonen erzeugt werden, die semileptonisch zerfallen können. Dadurch bieten Myon-inklusive Ereignisse eine gute Möglichkeit, nach Open-Top-Erzeugung zu suchen.

Der Energiefluß in Ereignissen mit Top sollte wenig oberhalb der Erzeugungsschwelle nicht sehr gebündelt sein, da dann die Top-Quarks nur geringen Impuls haben. Ein Maß für diese Bündelung ist die Variable Thrust. Die Erzeugung von Top-Quarks sollte sich als Zunahme der Rate von inklusiven Myon-Ereignissen mit kleinem Thrust äußern. Abb. 3.9

Tab. 3.2: Untere Grenzen (95 % C. L.) für die Massen theoretisch postulierter Teilchen.

Teilchen	Untere Grenze für die Masse [GeV]	Bemerkung
A. Erweiterte QED e^* μ^*	72 25	für Kopplungsparameter $\lambda = 1$
B. Elektroschwache Standardtheorie L^\pm Toponium Open Top	22.5 46.6 46.6	Lebensdauer $< 10^{-8}$ sec $B_h \Gamma_{ee} < 3$ keV ($B_h =$ hadronisches Zerfallsverhältnis)
C. Erweiterte Elektroschwache Theorie H^\pm u. Technipionen	17	$B(\tau\nu) > 0.25$
D. Supersymmetrische Teilchen $\tilde{\gamma}$ \tilde{e} $\tilde{\mu}$ $\tilde{\tau}$ \tilde{H}^\pm \tilde{Z}^0 \tilde{W}^\pm	20.5 22 20 17 22.5 35 25	für Zerfallsweg < 5 cm und $M_\tilde{e} = 50$ GeV für $M_{\tilde{\nu}} = 4$ GeV für $M_{\tilde{\gamma}} < 2$ GeV und $M_{\tilde{e}} < 40$ GeV für $M_{\tilde{\tau}}, M_{\tilde{\nu}} \ll M_{\tilde{W}^\pm}$
E. Skalare Teilchen χ^0	46.6 48	für Zerfall in $\gamma\gamma, \mu\mu, hh$ für Zerfall in e^+e^-

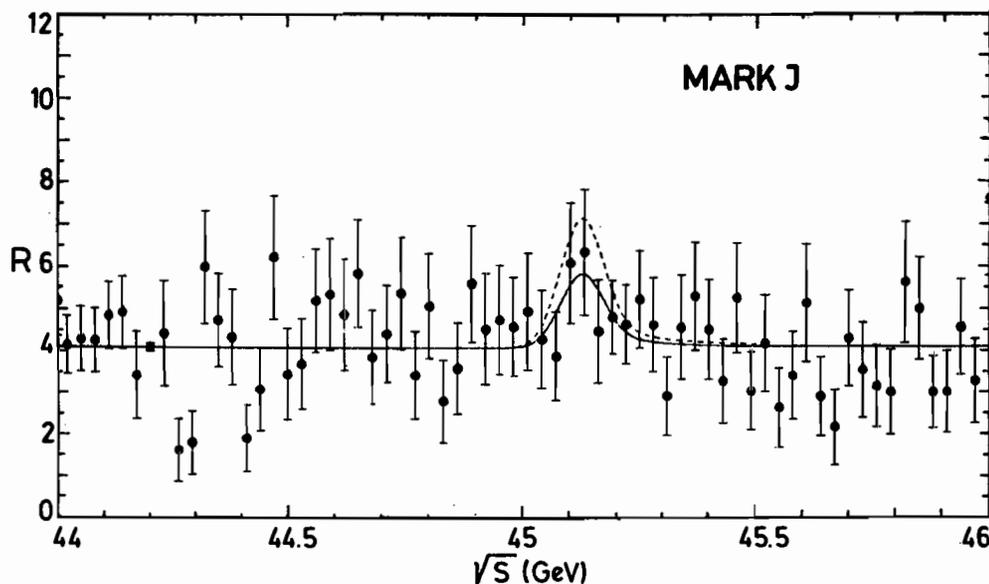


Abb. 3.8: Die Messung von R in 30-MeV-Schritten auf der Suche nach dem Top-Quark. Um $\sqrt{s} \approx 45.1$ GeV ist die deutlichste Abweichung von einer Konstanten zu sehen. Die durchgezogene Kurve zeigt die Anpassung einer 1S-Resonanz an die Daten.

zeigt die Thrust-Verteilung für $37 \leq \sqrt{s} < 46$ GeV und eine integrierte Luminosität von 30 pb^{-1} . Die Daten stimmen gut mit der QCD-Vorhersage für fünf Quarks überein, dagegen stimmen sie gar nicht mit dieser Vorhersage überein unter der Annahme eines Top-Quarks mit einer Masse von 21 GeV.

Bei den größten PETRA-Energien von $\sqrt{s} \geq 46.3$ GeV wurde bei MARK J eine ungewöhnlich große Zahl von inklusiven Myon-Ereignissen mit kleinem Thrust beobachtet. Abb. 3.10 zeigt die Thrust-Verteilung der Daten für $\sqrt{s} \geq 46.3$ GeV im Vergleich mit den Daten gerade unterhalb dieser Energie (Histogramm). Es werden acht Ereignisse mit $T < 0.8$ beobachtet, während aus den Daten sowohl unterhalb von 46.3 GeV als auch aus der theoretischen Berechnung nur zwei derartige Ereignisse erwartet werden. Obwohl sich die Open-Top-Erzeugung in einer ähnlichen Änderung der Thrust-Verteilung zeigen müßte, stimmen die beobachteten Ereignisse jedoch nicht gut mit der Hypothese der Top-Erzeugung überein. Die Gründe sind die folgenden:

- Die Myonen sind in diesen Ereignissen mit kleinem Thrust sehr isoliert. Das Myon wird nicht von Hadronen begleitet, und die Richtung des Myon-Impulses bildet große Winkel, nahezu 90° , mit der Thrust-Achse. In Top-Ereignissen gibt es keine Vorzugsrichtung; das Myon verlief ebenso oft parallel wie senkrecht zu ihr.
- Das Impulsspektrum der Myonen ist recht weich. Nur die großen Winkel zur Thrust-Achse härten das Impulsspektrum genügend für eine Anpassung an eine Top-Vorhersage.
- Der Energiefluß jedes Ereignisses ist stark gebündelt in drei oder vier Jets, während für die Top-Erzeugung ein gleichförmig verteilter Energiefluß erwartet wird.
- Jedes Ereignis ist mit der Annahme der elektromagnetischen Erzeugung eines Teilchens von 10 GeV verträglich.

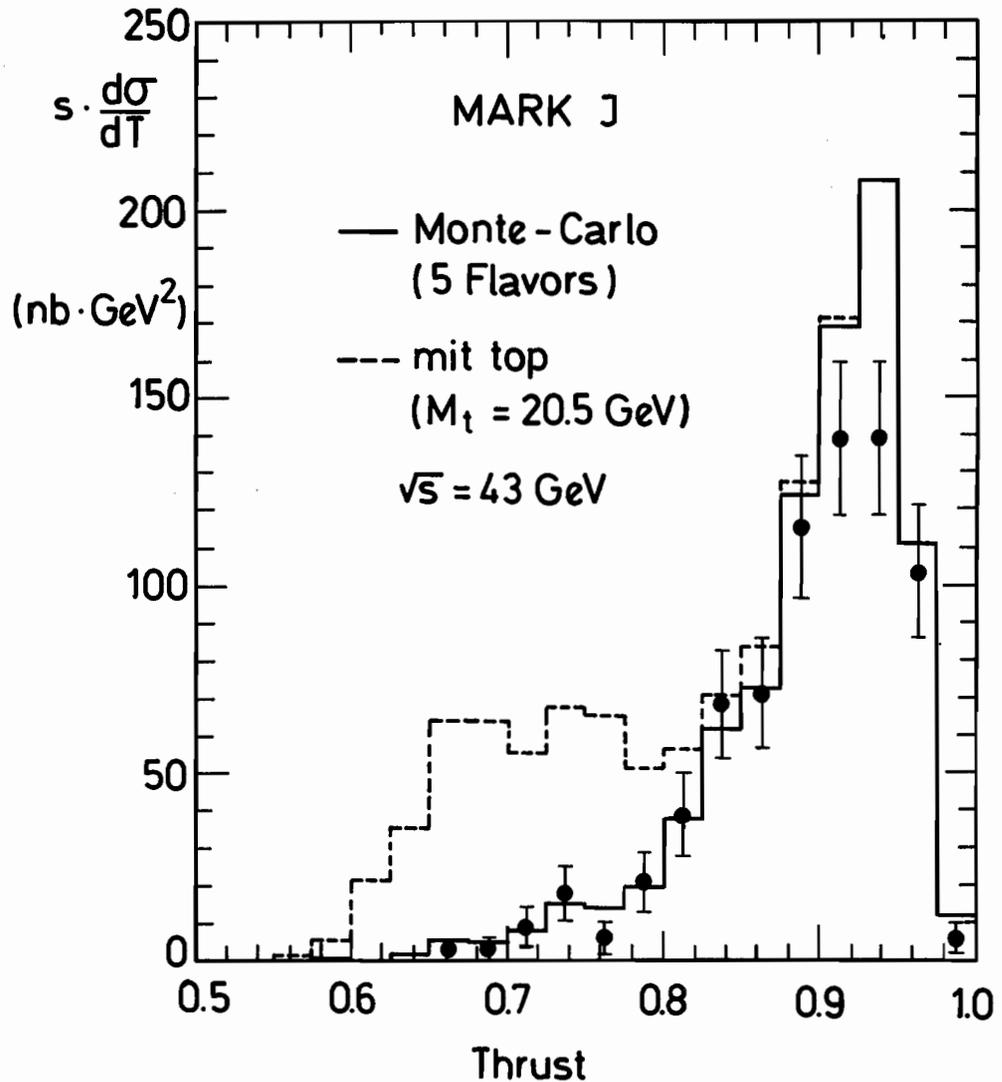


Abb. 3.9: Die Thrust-Verteilung Myon-inklusiver Ereignisse, verglichen mit der theoretischen Vorhersage für fünf Quarks (durchgezogenes Histogramm) und der für sechs Quarks (gestrichelt).

Die MARK J-Kollaboration hat keine Erklärung für diese beobachteten Ereignisse, abgesehen von einer statistischen Fluktuation sehr geringer Wahrscheinlichkeit. Die übrigen PETRA-Experimente haben derartige Ereignisse nur im Rahmen des erwarteten Untergrundes gesehen.

QCD-Tests

Die Ausdehnung der Untersuchungen, die schon zu der Entdeckung der Bremsstrahlung harter Gluonen bei PETRA und zu einer Bestimmung der Kopplungsstärke α_s zwischen Gluonen und Quarks geführt haben, erlaubt nun eine Prüfung der Theorie, die diese Kopplung beschreibt, der Quantenchromodynamik QCD.

Die QCD beschreibt die Hadronisierung der Partonen (den Übergang von Quarks und Gluonen in beobachtbare Teilchen) im einzelnen zwar nicht, sagt aber die Abschwächung dieses Effekts mit zunehmender Energie voraus.

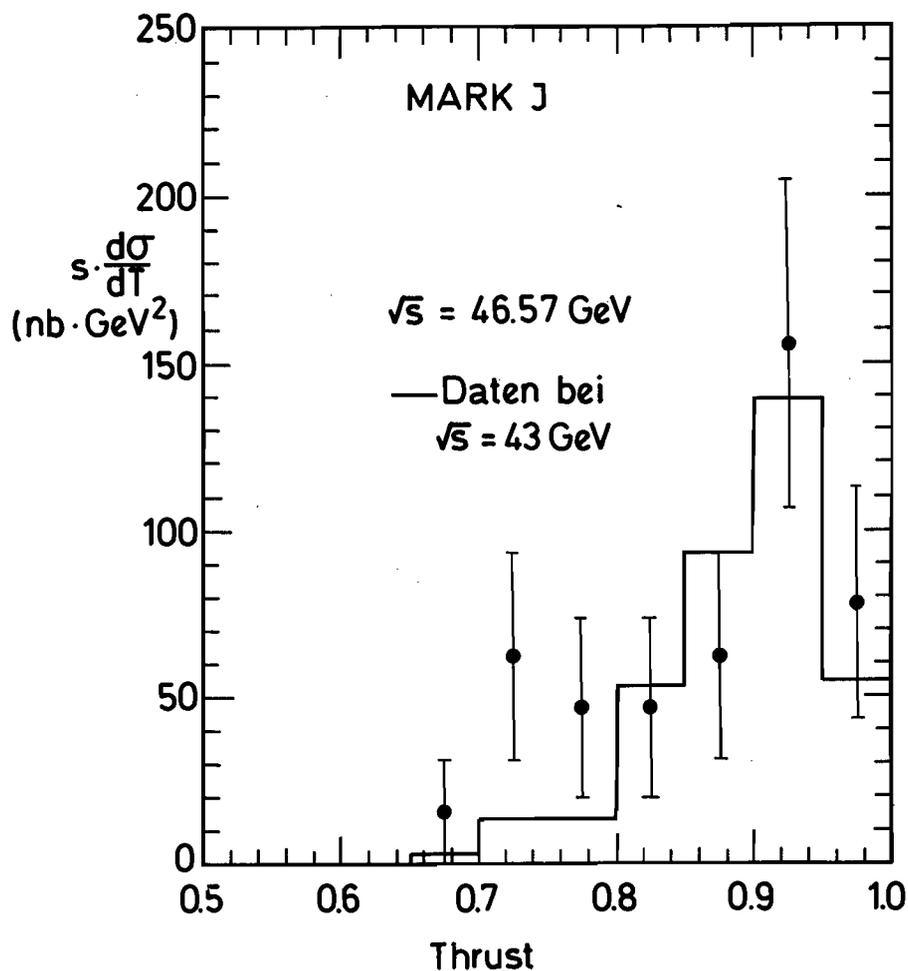


Abb. 3.10: Die Thrust-Verteilung der beobachteten inklusiven Myon-Ereignisse für $\sqrt{s} \geq 46.3$ GeV verglichen mit der beobachteten Verteilung für $\sqrt{s} < 46.3$ GeV (Histogramm). Die Abweichung rührt von acht Ereignissen mit Thrust $T < 0.8$ her, die im Text beschrieben werden.

Zur Bestimmung der Kopplungsstärke wurde die Energie-Korrelationsmethode EEC angewandt. Sie ist für Zwei-Jet-Ereignisse symmetrisch, aber asymmetrisch für Ereignisse mit einem energiereichen Gluon (Drei-Jet- oder Vier-Jet-Ereignisse). Diese Asymmetrie hängt von der Kopplungsstärke ab. Abb. 3.11 zeigt die gemessene Asymmetrie für größere ($\sqrt{s} = 39.7$ bis 46.8 GeV) und kleinere ($\sqrt{s} \approx 35$ GeV) Energien. Die Histogramme sind theoretische Vorhersagen in voller 2. Ordnung unter Einschluß eines Hadronisierungsmodells und für $\Lambda = 100$ MeV. Dabei ist Λ ein Kopplungsparameter, der zur Kopplungsstärke α_s analog ist.

In Abb. 3.12 wird die integrierte Asymmetrie als Funktion von \sqrt{s} zusammen mit einer besten Anpassung gezeigt.

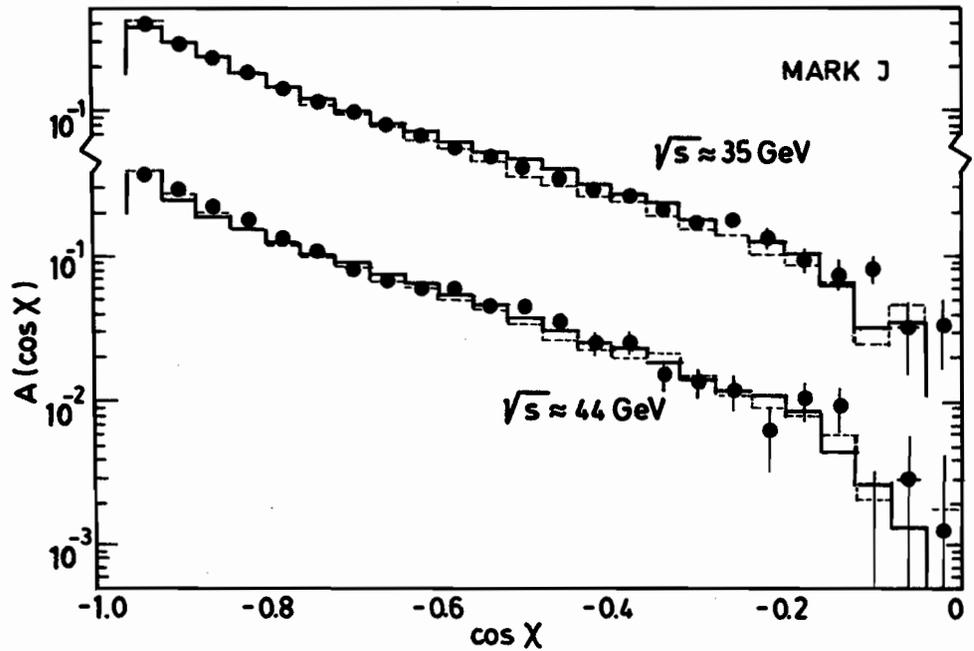


Abb. 3.11: Die gemessene Asymmetrie der Energie-Korrelationsfunktion, verglichen mit der theoretischen Vorhersage der QCD in zweiter Ordnung (Histogramm), für zwei verschiedene Energien.

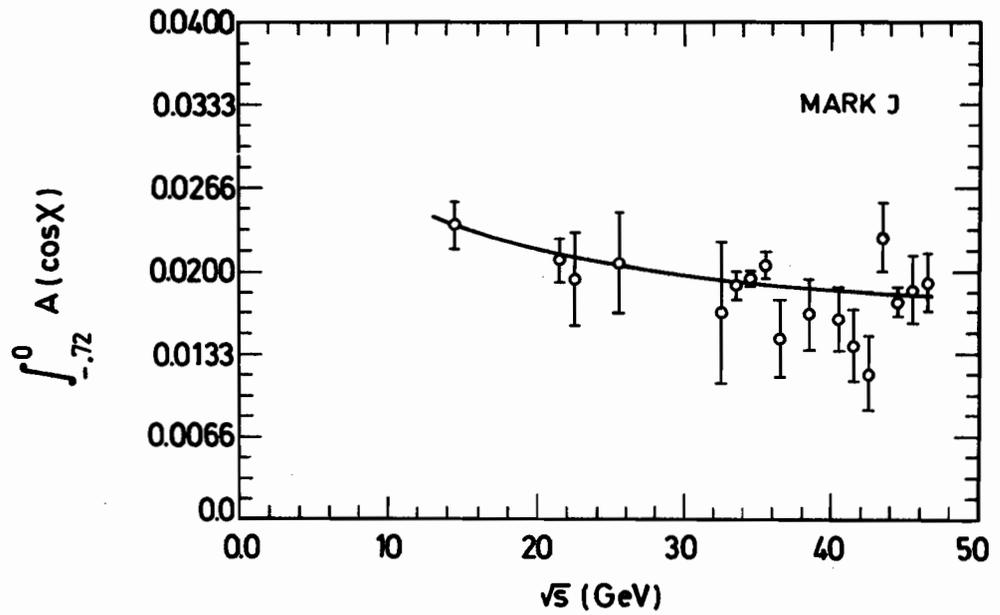


Abb. 3.12: Die integrierte gemessene Asymmetrie über \sqrt{s} . Die Kurve stellt die beste Anpassung an die Daten dar.

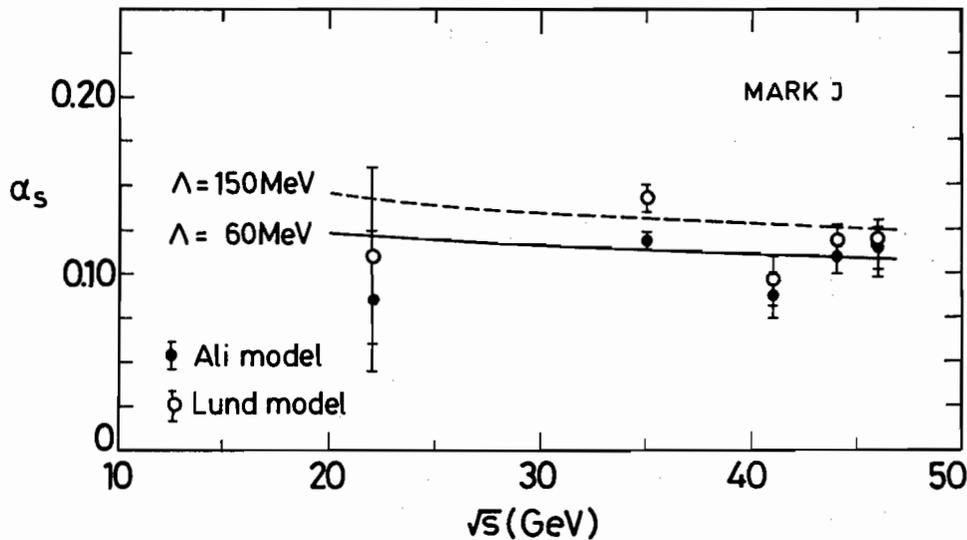


Abb. 3.13: Die Meßpunkte geben α_s als Funktion von \sqrt{s} wieder, bestimmt mittels der zwei angegebenen Hadronisierungsmodelle. Die beiden Kurven zeigen den Verlauf von α_s mit \sqrt{s} für $\Lambda = 60$ und 150 MeV.

Abb. 3.13 zeigt die MARK J-Messung von α_s mit der EEC-Asymmetrie und unter Anwendung zweier Hadronisierungsmodelle für fünf verschiedene Werte von \sqrt{s} . Um die Energieabhängigkeit der Kopplungsstärke und der Hadronisierungseffekte vollständig auszuwerten, wurde eine Anpassung aller Daten über den gesamten Energiebereich durchgeführt. Die Ergebnisse sind $\Lambda = 60^{+25}_{-20}$ MeV für das Ali-Modell und $\Lambda = 150^{+50}_{-40}$ MeV für das Lund-Modell, beide als Kurven in Abb. 3.13 eingezeichnet.

Für die neuen Daten oberhalb von 40 GeV (mittlere Energie $\langle\sqrt{s}\rangle \approx 44$ GeV) erhält man $\alpha_s = 0.12 \pm 0.02$ oder entsprechend $\Lambda = 100^{+70}_{-60}$ MeV. Dies stimmt mit den zuvor veröffentlichten Werten für $\langle\sqrt{s}\rangle \approx 35$ GeV überein. Für die Herleitung dieser Ergebnisse wurde eine QCD-Berechnung, vollständig in 2. Ordnung von α_s , unter Einschluß aller Korrekturen für Strahlung, Fragmentation und Auflösung des Detektors verwendet.

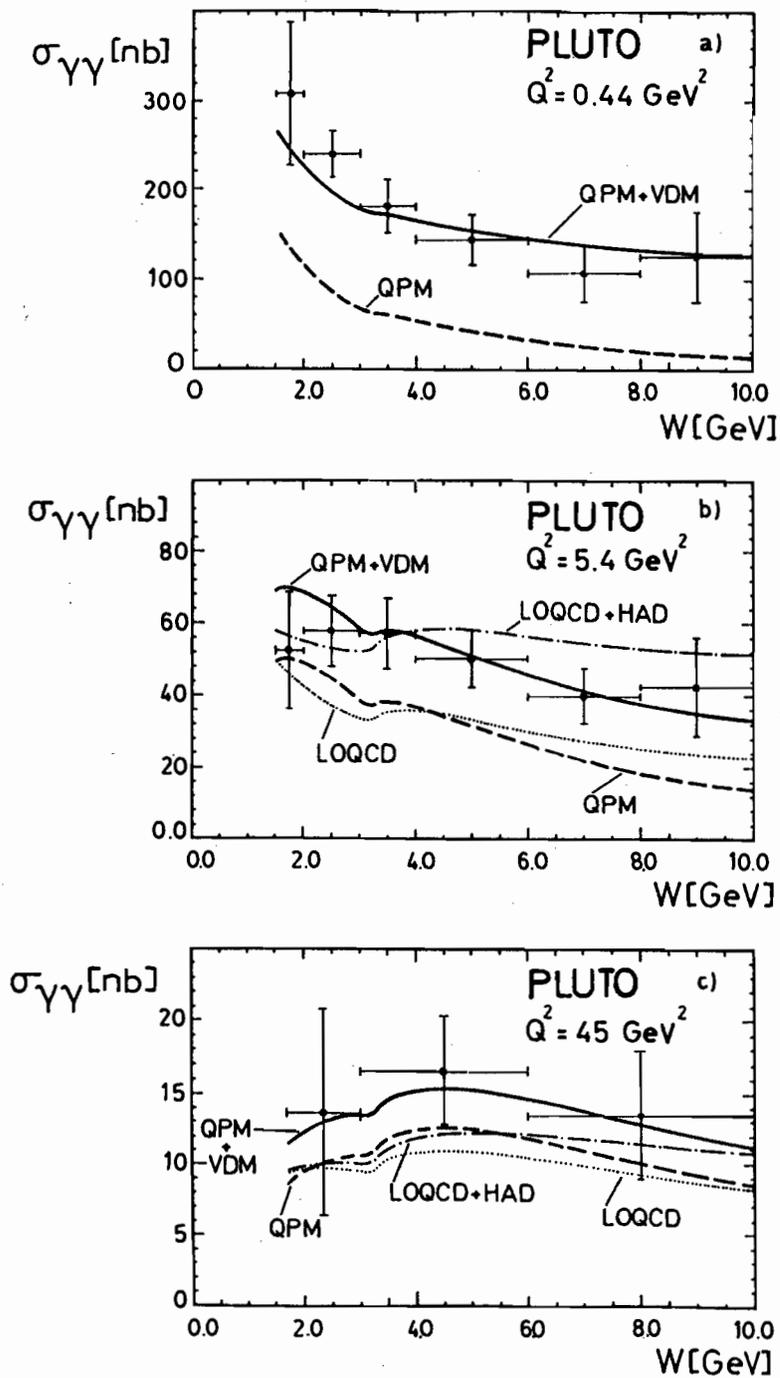


Abb. 4.1: $\sigma_{\gamma\gamma}$ für $Q^2 = 0.44$ (a), 5.4 (b) und 45 GeV^2 (c) als Funktion von W , der Masse des erzeugten hadronischen Systems. Die ausgezogene Kurve (QPM + VDM) beschreibt die Daten wie in Abb. 4.2 in allen Bereichen gut. Für verfeinerte Modelle (LOQCD) gilt dies nur in Teilbereichen. Die W -Abhängigkeit ändert sich mit Q^2 .

PLUTO-Kollaboration

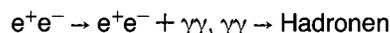
Beteiligte Institute: RWTH Aachen, Univ. Bergen, DESY, Univ. Glasgow, Univ. Hamburg, Maryland Univ., Univ. Siegen, Univ. Tel Aviv, Univ. Wuppertal.

Überblick

Die Analyse der bis Jahresende 1982 mit dem PLUTO-Detektor am PETRA-Speicherring gewonnenen Daten wurde im Berichtsjahr 1984 fortgesetzt. Der Detektor war 1981 für den Nachweis der nach vorwärts gestreuten Elektronen, Photonen und Hadronen mit verbesserten Vorwärtsspektrometern ausgerüstet worden, so daß die Daten vor allem für die Untersuchung von Zwei-Photon-Kollisionen hervorragend geeignet sind.

Physikalische Ergebnisse

Zwei-Photon-Reaktionen sind Wechselwirkungen zweier (mehr oder weniger virtueller) Photonen, die durch Abstrahlung bei der e^+e^- -Streuung erzeugt werden. Bei ihrer Wechselwirkung werden Leptonen oder Hadronen erzeugt. Hier interessieren die Kanäle mit Hadronen im Endzustand, also die Reaktionen



Es wurde der totale Wirkungsquerschnitt $\sigma_{\gamma\gamma}(Q^2, W)$ dieser Reaktion gemessen. Die Variable Q^2 ist der Betrag des Impulsquadrates eines der Photonen, das durch Nachweis eines gestreuten Elektrons oder Positrons in einem der Vorwärts-Schauerzähler (SAT, LAT, EC) des PLUTO-Detektors gemessen wird. Der Meßbereich überstreicht $0.1 \leq Q^2 \leq 100 \text{ GeV}^2$. Dabei werden nur solche Ereignisse analysiert, in denen das andere Elektron (Positron) in keinem der Schauerzähler erscheint. Es wird angenommen, daß es im Strahlrohr weitergeflogen ist. Sein Streuwinkel ist dann sehr klein, und damit ist das abgestrahlte Photon praktisch reell ($Q^2 \approx 0$). Der totale Wirkungsquerschnitt ist außerdem abhängig von W , der invarianten Masse des erzeugten hadronischen Systems. W wird durch Messung der Impulse der neutralen und geladenen Zerfallsprodukte im Zentral- und Vorwärtsdetektor im Bereich von $1.5 \leq W \leq 10.0 \text{ GeV}$ ermittelt.

Die Abb. 4.2 zeigt die gemessenen Wirkungsquerschnitte, über den Bereich $3 \leq W \leq 10 \text{ GeV}$ gemittelt. Er fällt mit wachsendem Q^2 stark ab. Im Bereich der Mittelung hat der Wirkungsquerschnitt für alle Q^2 nur eine geringe Abhängigkeit von W (Abb. 4.1).

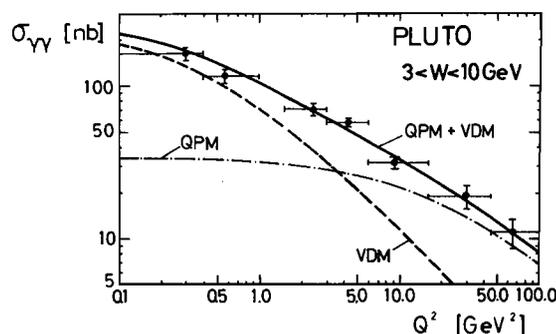


Abb. 4.2: Der totale hadronische Wirkungsquerschnitt $\sigma_{\gamma\gamma}$ für die Kollision eines virtuellen und eines reellen Photons ($Q^2 \approx 0$). Das virtuelle Photon überstreicht den Bereich $0.1 \leq Q^2 \leq 100 \text{ GeV}^2$. Die Meßpunkte lassen sich als die Summe aus einem hadronischen Anteil (VDM) und einem punktförmigen Anteil (QPM) darstellen.

Totaler Wirkungsquerschnitt

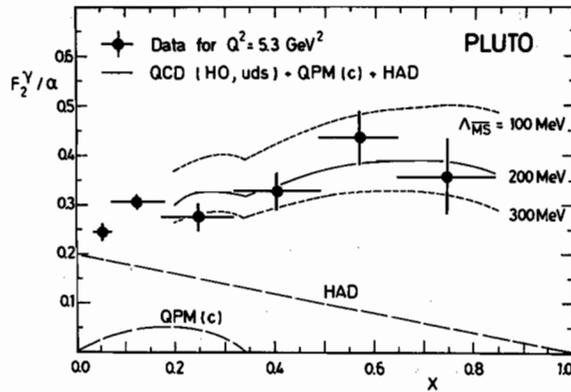


Abb. 4.3: Strukturfunktionen F_2^{γ}/α als Funktion von x für $Q^2 = 5.3 \text{ GeV}^2$. Die ausgezogene Kurve ist eine Vorhersage höherer Ordnung QCD (QCD HO) nach Bardeen und Buras. Die Daten werden mit $\Lambda = 200 \text{ MeV}$ gut beschrieben.

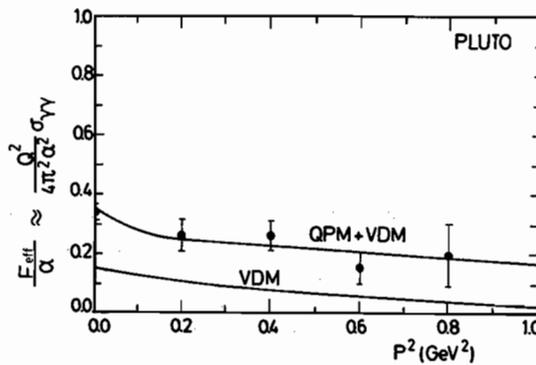


Abb. 4.4: Strukturfunktion F_{eff}/α für $Q^2 = 5 \text{ GeV}^2$, gemittelt über x , als Funktion der virtuellen Targetmasse P^2 des zweiten Photons. Die Daten folgen der Vorhersage (QPM + VDM).

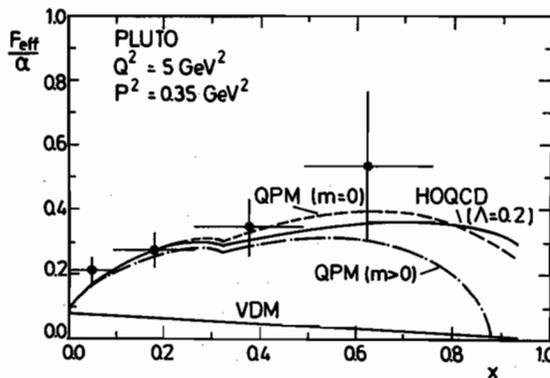


Abb. 4.5: x -Abhängigkeit der „effektiven Strukturfunktion“ für die Streuung zweier virtueller Photonen mit $Q^2 = 5 \text{ GeV}^2$, $P^2 = 0.35 \text{ GeV}^2$. Die Meßdaten stimmen mit der Vorhersage höherer Ordnung QCD (QCD HO) gut überein.

Die beiden Photonen können wie Hadronen oder wie punktförmige Teilchen miteinander reagieren. Im ersten Falle bilden eines oder beide Photonen primär ein Vektormeson, im zweiten Fall entsteht ein Quark-Paar. Die Meßdaten lassen sich für alle Q^2 durch die Summe beider Anteile (ausgezogene Kurve) gut beschreiben. In der Abb. 4.2 ist der hadronische Beitrag (VDM, gestrichelt) gegeben durch

$$\sigma_{\gamma\gamma}^{\text{VDM}} = 232 F_{\text{VDM}}(Q^2) \text{ nb} \quad (*)$$

$F_{\text{VDM}}(Q^2)$ ist ein Formfaktor, der = 1 wird für $Q^2 = 0$ und mit wachsendem Q^2 langsam abnimmt, ab $Q^2 \approx 100 \text{ GeV}^2$ asymptotisch wie $1/Q^2$. Der Abstand dieses Anteils zu den Daten nimmt mit wachsendem Q^2 stark zu, so daß dort der punktförmige Anteil dominiert (QPM = Quark-Parton-Modell, strichpunktiert).

In Abb. 4.1 ist die W -Abhängigkeit für drei Werte von Q^2 gezeigt. Die ausgezogenen Kurven (QPM + VDM) zeigen, daß die Meßdaten durch die Summe des hadronischen Anteils $\sigma_{\gamma\gamma}^{\text{VDM}}$, der von W nicht abhängt, und des punktförmigen Anteils $\sigma_{\gamma\gamma}^{\text{q}\bar{\text{q}}}$ über den weiten Q^2 -Bereich sehr gut wiedergegeben werden.

Wie das Vektordominanzmodell (VDM) die Wahrscheinlichkeit berechnet, im Photon ein Vektormeson zu finden, so ist $F_2(x, Q^2)$ im Quark-Parton-Modell (QPM) ein Maß für den Quarkinhalt des Photons. Die Photon-Strukturfunktion ist proportional zu $1/\alpha_s$ und ist deshalb geeignet für eine empfindliche Messung von Λ .

Photon-Strukturfunktion

Das Target-Photon ist wie bei den oben geschilderten Experimenten reell.

Die Abb. 4.3 zeigt die Messung von F_2 bei $Q^2 = 5.3 \text{ GeV}^2$ als Funktion von x . Die eingetragenen Vergleichskurven zeigen die Empfindlichkeit dieser Messung gegenüber einer Bestimmung von Λ . Leider sind noch nicht alle theoretischen Grundlagen für die theoretische Berechnung geklärt, wie zum Beispiel der Einschluß des hadronischen Anteils (HAD, gestrichelt) und die Behandlung schwerer Quarks (QPM(c)). Aus dem Experiment folgt eine Eingrenzung von Λ zwischen den Schranken $65 < \Lambda < 575 \text{ MeV}$.

Die Strukturfunktion wurde auch für den Fall gemessen, daß beide Photonen eine virtuelle Masse haben: $Q^2 = 5 \text{ GeV}^2$, $P^2 = 0.35 \text{ GeV}^2$. Dazu werden beide gestreute Primärelektronen (e^+ oder e^-) in den Vorwärtsdetektoren (SAT, LAT) nachgewiesen. Im Gegensatz zur Streuung am reellen Photon-Target enthält die Strukturfunktion jetzt noch zusätzlich einen longitudinalen Anteil. In Abb. 4.4 sind die über x und Q^2 gemittelten Meßwerte für F_{eff} eingetragen, wobei der Wert bei $P^2 = 0$ aus der Streuung am reellen Photon (siehe oben) entnommen ist. Diese Strukturfunktion nimmt mit wachsender Targetmasse P^2 ab. Der Verlauf stimmt mit der Summe aus den Anteilen des Quark-Modells und dem hadronischen Anteil gut überein (QPM + VDM, ausgezogene Kurve). Als Funktion von x ist F_{eff} für $Q^2 = 5$, $P^2 = 0.35 \text{ GeV}^2$ in Abb. 4.5 gezeigt. Die Meßpunkte werden mit der QCD-Vorhersage (HOQCD, ausgezogene Kurve) bei $\Lambda = 0.2 \text{ GeV}$ verglichen. Die Übereinstimmung ist im Rahmen der Meßfehler gut. Diese Analyse basiert auf 74 Ereignissen.

Die Strukturfunktion ist proportional zur Summe der Quark-Ladungen ($1/3, 2/3, 1/3, 2/3$) in der vierten Potenz: $F_2 \sim \sum e_q^4 = 34/27 = 1.26$. In einem naiven Quark-Modell mit ganzzahligen Ladungen hat diese Summe den Wert 4. Die gefundene gute absolute Übereinstimmung mit dem QCD-Modell schließt daher das naive Modell der ganzzahligen Quark-Ladung sicher aus.

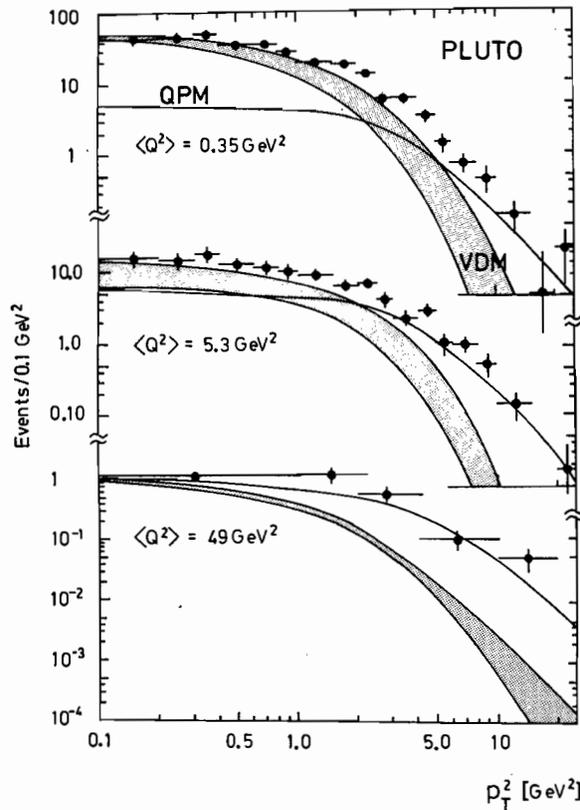


Abb. 4.6: Ereignisrate $\gamma\gamma^* \rightarrow \text{Jets}$ für $Q^2 = 0.35, 5.3$ und 49 GeV^2 als Funktion des Jet-Transversalimpulses p_T^2 . Die Daten lassen sich wie in Abb. 4.2 als Summe zweier Anteile in allen Bereichen beschreiben; einem hadronischen Beitrag (VDM) und einem punktförmigen Beitrag (QPM, ausgezogene Kurve).

Jet-Produktion

Die e^+e^- -Annihilation führt bei hohen Energien über die Bildung primärer Quark-Paare zu Jets. Um die Jet-Achsen ist der Querimpuls begrenzt, der Längsimpuls wächst mit der Energie. Solche Jet-Produktion wurde auch bei Zwei-Photon-Kollisionen beobachtet. Zur Analyse muß man sich in das Schwerpunktsystem der kollidierenden Photonen begeben, dessen Achse durch ihre Relativimpulse festgelegt wird. Charakteristisch für Jet-Bildung ist ihr Transversalimpuls p_T zu dieser Achse.

Die Analyse beruht auf 1277 Ereignissen im Bereich Q^2 von 0.1 bis 120 GeV^2 bei reellem Target-Photon. Es konnte zunächst gezeigt werden, daß die Ereignisse die typischen Jet-Eigenschaften aufweisen, wie sie aus der e^+e^- -Vernichtung bekannt sind. Bei der Zwei-Photon-Kollision kann aber auch die Hadronen-Erzeugung aus primären Vektormesonen der Ursprung von Jets sein. Das ist in Abb. 4.6 deutlich gemacht, in der die Ereignisraten als Funktion von p_T^2 , dem Quadrat der Jet-Transversalimpulse für drei wachsende Q^2 -Bereiche, aufgetragen ist. Für den hadronischen Anteil wurde wie beim totalen Wirkungsquerschnitt Formel (*) zugrunde gelegt. Die in der Abb. 4.6 eingetragenen Bänder (VDM) berücksichtigen darüber hinaus noch systematische Ungewißheiten der Vorhersage, die durch Variation von Fragmentations-Parametern berechnet wurden. Der VDM-Beitrag fällt mit wachsenden p_T^2 ab. Dagegen hat die QPM-Vorhersage nach der Formel (*) (ausgezogene Kurve) nur einen unmerklichen systematischen Fehler. Es ist deutlich, daß für $Q^2 = 49 \text{ GeV}^2$ die Meßdaten fast ausschließlich vom Quark-Parton-Modell erklärt werden. Bei kleineren Q^2 -Werten gilt dies nur für hohe p_T^2 .

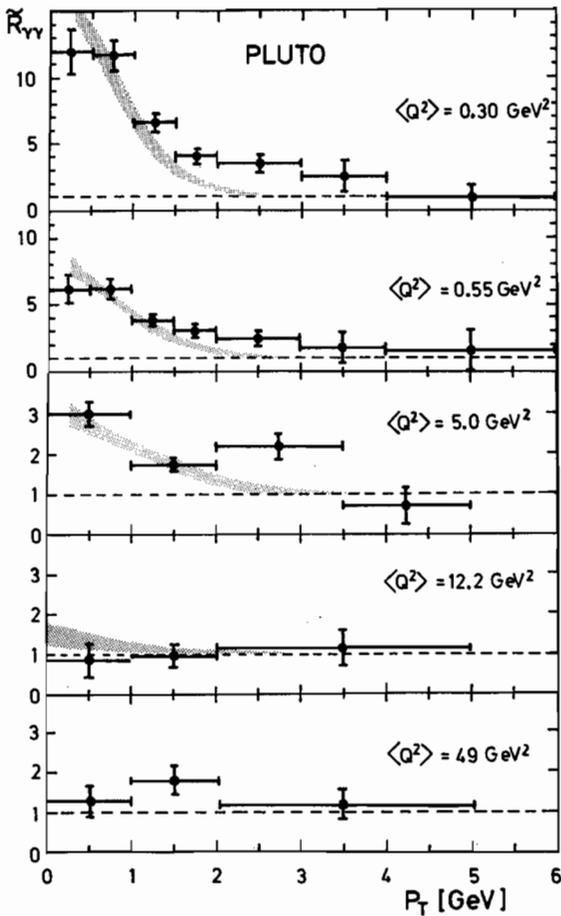


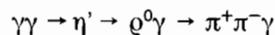
Abb. 4.7: $\bar{R}_{\gamma\gamma}$ (siehe Text) als Funktion des Jet-Transversalimpulses p_T für wachsende Q^2 von 0.3 bis 49 GeV^2 . Für höhere Q^2 und/oder p_T nähern sich die Daten der reinen punktförmigen Erzeugung $\gamma\gamma^* \rightarrow q\bar{q}$, $\bar{R}_{\gamma\gamma} = 1$. Das schattierte Band ist die Summe der Teilbeiträge von Abb. 4.6.

Dieses Verhalten wird noch deutlicher, wenn das Verhältnis

$$\bar{R} = \frac{\text{beobachtete Ereignisrate } (p_T)}{\text{Ereignisrate nach QPM } (p_T)}$$

für wachsende Q^2 aufgetragen wird. Die Abb. 4.7 zeigt, daß sich die Meßdaten für wachsende Q^2 - und p_T -Werte dem Wert $\bar{R} = 1$ nähern, das heißt der punktförmigen Wechselwirkung $\gamma\gamma \rightarrow q\bar{q}$.

Die Reaktion



*Resonanzen und
exklusive Prozesse*

wurde sowohl für die Streuung zweier reeller, als auch die eines virtuellen am reellen Photon ($Q^2 \lesssim 1 \text{ GeV}$) untersucht. Die Abb. 4.8 zeigt die entsprechenden Signale für $Q^2 = 0$ und 0.4 GeV^2 im $m(\pi^+\pi^-\gamma)$ -Spektrum bei $m_{\eta'} = 958 \text{ MeV}$. Die resultierende Strahlungsbreite $\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta') = 3.80 \pm 0.26 \pm 0.43 \text{ keV}$ liegt unterhalb der meisten bisher veröffentlichten Werte, wurde jedoch kürzlich von der MARK II-Kollaboration (SLAC) bestätigt.

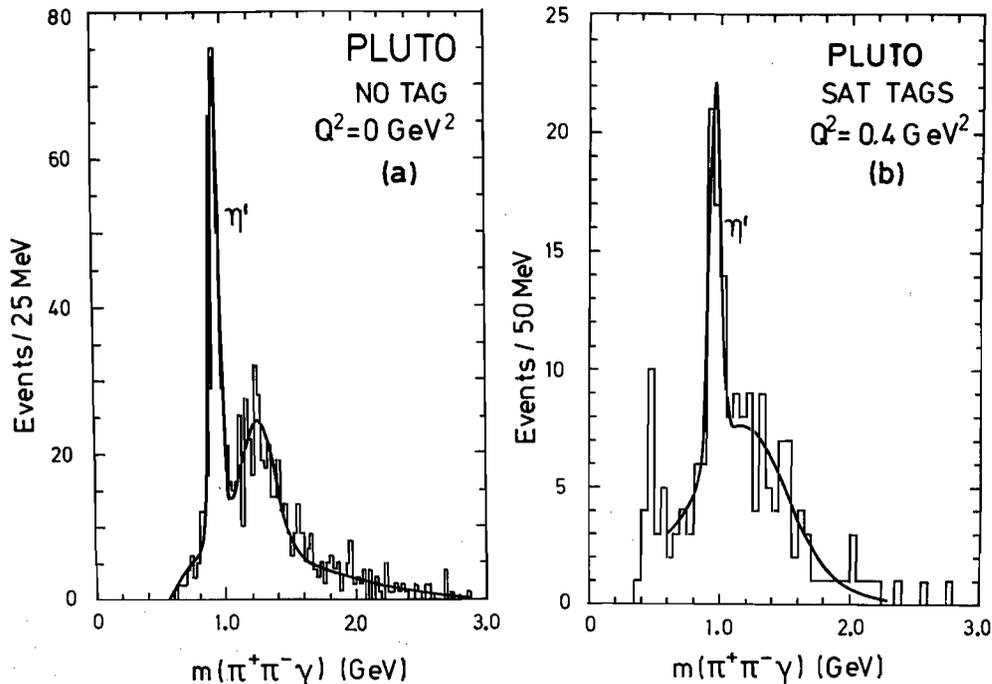


Abb. 4.8: Ereignisrate $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$ als Funktion der Masse des hadronischen Systems für $Q^2 = 0$ (a) und 0.4 GeV^2 (b). Die hohe Rate bei $m(\pi^+\pi^-\gamma) = 0.958 \text{ GeV}$ zeigt die Produktion des η' -Mesons.

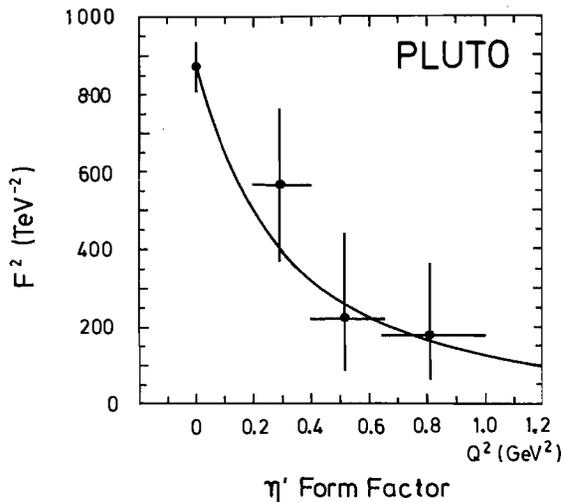


Abb. 4.9: Das Quadrat des Formfaktors F^2 (siehe Text) als Funktion von Q^2 für das η' -Meson. Die ausgezogene Kurve ist der Vergleich mit dem ρ^0 -Formfaktor $F_\rho^2 = (1 + Q^2/m_\rho^2)^{-2}$, $m_\rho = 0.77 \text{ GeV}$.

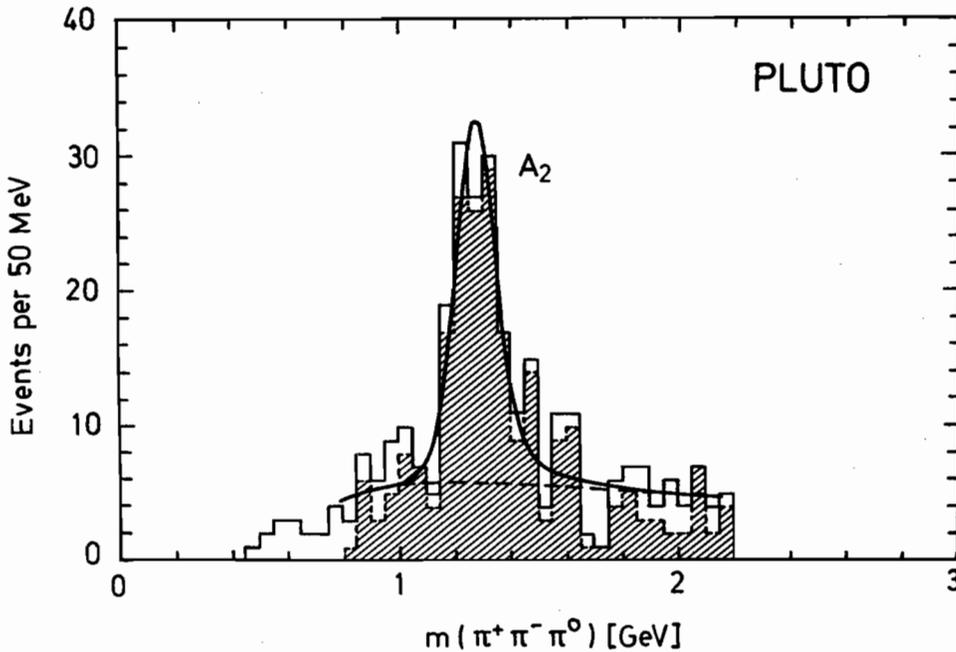


Abb. 4.10: Ereignisrate $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ als Funktion der Masse des hadronischen Systems. Die Spitze bei $m(\pi^+\pi^-\pi^0) = 1.31$ GeV über dem Untergrund rührt von der Erzeugung des Tensormesons A_2 her. Für das schattierte Gebiet liegen die Massen $m(\pi^+\pi^0)$, $m(\pi^-\pi^0)$ bei der ρ -Masse, alle Zerfälle in drei Pionen gehen daher über $A_2 \rightarrow \rho\pi$.

Die Beobachtung der η' -Produktion als Funktion von Q^2 erlaubt erstmalig die Messung des Formfaktors (Abb. 4.9). Die Meßdaten sind mit einem ρ^0 -Dipol gut verträglich (ausgezogene Kurve). Der Formfaktor F^2 ist hier auf die Größe $64\pi\Gamma_{\gamma\gamma}(\eta')/m_{\eta'}^3 = 869 \text{ TeV}^{-2}$ normiert.

In der Analyse des Produktionskanals

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

bei dem beide Photonen quasi-reell sind, konnte das neutrale Tensormeson A_2 nachgewiesen werden. Die Abb. 4.10 zeigt das Signal über einem Untergrund des $m(\pi^+\pi^-\pi^0)$ -Spektrums bei der Masse $m_{A_2} = 1310$ MeV. Die Strahlungsbreite ist $\Gamma_{A_2} = 1.06 \pm 0.18 \pm 0.19$ keV. Der Wert bestätigt Vorhersagen des Quark-Modells in der Verknüpfung mit Strahlungsbreiten der neutralen Tensormesonen f und f' .

Im Bereich $0.38 \leq W \leq 1.70$ GeV wurde die Erzeugung von Pion-Paaren mit quasi-reellen Photonen untersucht:

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

Die Abb. 4.11 zeigt den differentiellen Wirkungsquerschnitt für $\cos\Theta = 0$, das heißt senkrecht zur $\gamma\gamma$ -Achse. Die Resonanz oberhalb $W = m(\pi^+\pi^-) = 1$ GeV ist dem neutralen Tensormeson $f^0(1270)$ zuzuschreiben. Die quantitative Auswertung des Signals ergibt eine Strahlungsbreite von $\Gamma_{\gamma\gamma}(f^0) = 2.85 \pm 0.25 \pm 0.5$ keV.

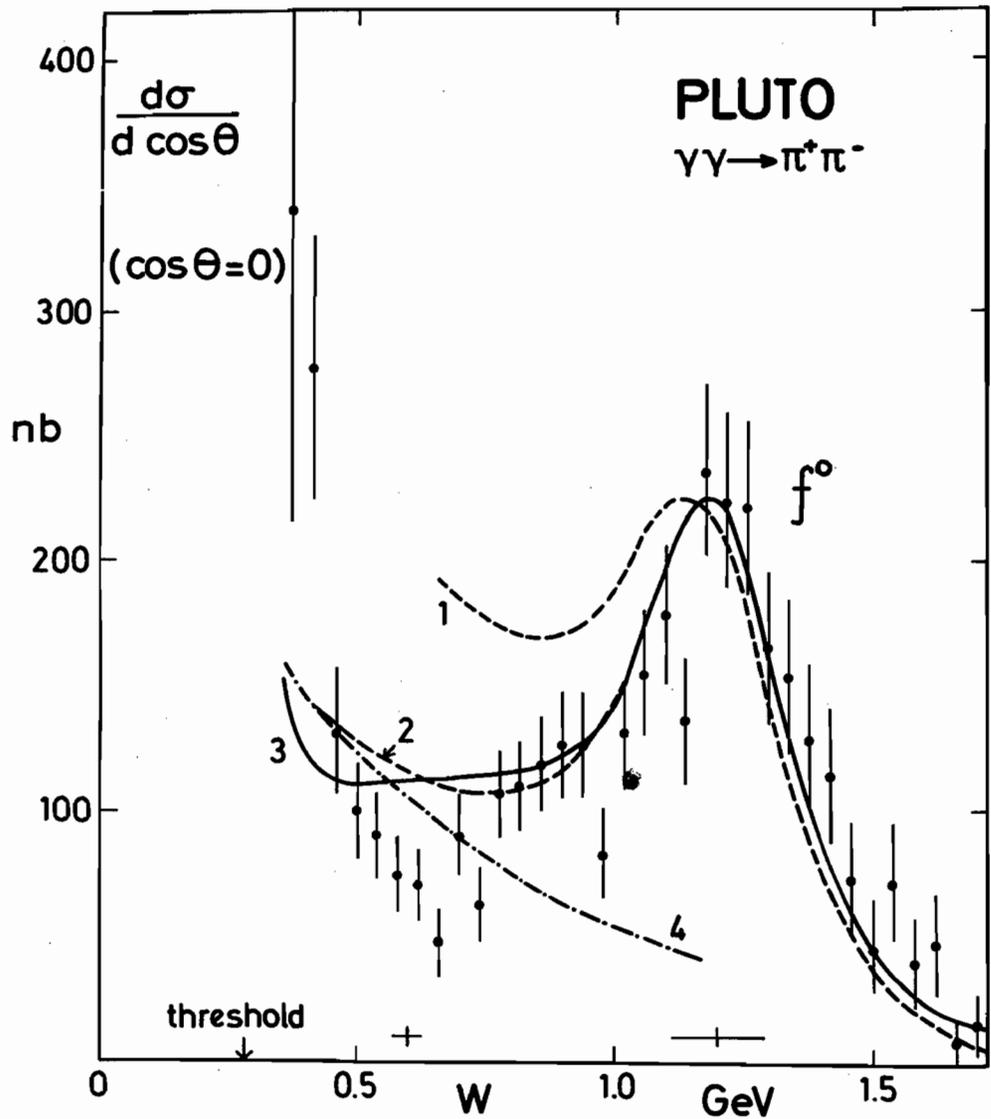
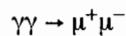


Abb. 4.11: Differentieller Wirkungsquerschnitt $\gamma\gamma \rightarrow \pi^+\pi^-$ als Funktion von $W = m(\pi^+\pi^-)$. Das f^0 -Meson wird bei $W = 1.270$ GeV erzeugt. Kurve 3 (ausgezogen) ist eine Anpassung an die Daten in diesem Gebiet. Die Meßdaten unterhalb $W \approx 1$ GeV werden von theoretischen Vorhersagen (Kurven 1 bis 4) nur ungenügend beschrieben.

Unterhalb $W = 0.8$ GeV geht die Messung bis nahe an die Schwelle der Pion-Paarzeugung, 0.28 GeV. Um $W = 0.6$ GeV zeigen sich Abweichungen des Wirkungsquerschnittes von der QED-Rechnung mit punktförmigen Pionen (Kurven 1 bis 4). Insbesondere geben die Daten an dieser Stelle keinen Hinweis auf das Meson $\epsilon(600)$.

Im Bereich Q^2 von 0.1 bis 100 GeV wurde auch die Myon-Paarzeugung gemessen:



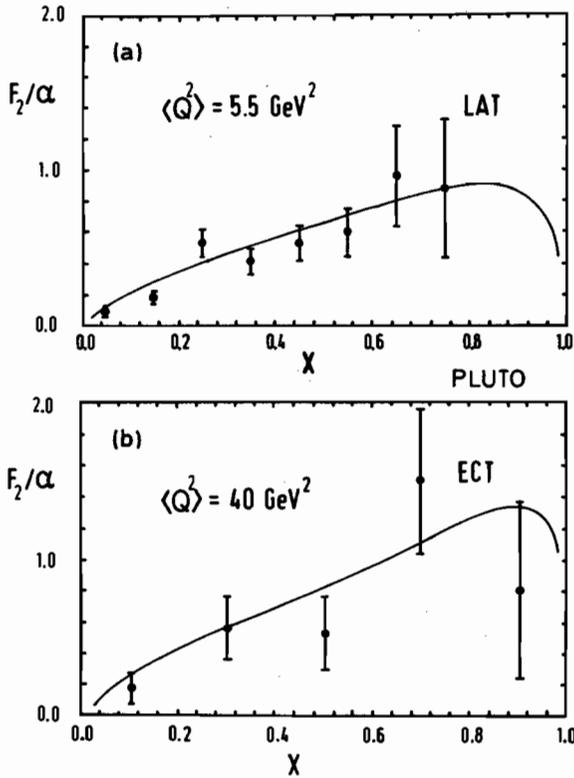


Abb. 4.12: Leptonische Strukturfunktion $F_2(x)/\alpha$ bei $Q^2 = 5.5$ (a) und 40 GeV^2 (b) für $\gamma\gamma^* \rightarrow \mu^+\mu^-$. Die QED-Vorhersage (ausgezogene Kurven) beschreibt die Daten. F_2/α wächst mit Q^2 und x .

Die Erzeugung von Leptonen läßt sich nach der QED berechnen, bei der Paarerzeugung bis zu Termen der Ordnung α^4 . $\alpha = 1/137$ ist die elektromagnetische Kopplungskonstante, $\alpha^4 = 3 \times 10^{-9}$ ist also eine sehr kleine Zahl, das bedeutet eine hohe Vergleichsgenauigkeit mit der Theorie. In diversen Verteilungen der Meßwerte über Q^2 , W , p_T^2 und anderen Variablen wird gezeigt, daß bis zu α^4 keine signifikanten Abweichungen von der Theorie beobachtet wurden. Ein Beispiel zeigt die Abb. 4.12, in der die Strukturfunktion F_2/α für $Q^2 = 5.5$ und 40 GeV^2 gezeigt ist.

G. Sterman und S. Weinberg berechneten 1977 zum ersten Mal partielle Wirkungsquerschnitte für die Jet-Erzeugung in der e^+e^- -Vernichtung unter Anwendung störungstheoretischer Quantenchromodynamik (QCD). Sie definierten einen Zwei-Jet als ein Ereignis, in dem nicht mehr als ein Bruchteil ϵ der Gesamtenergie E_{cm} außerhalb des Doppelkegels der Halboffnung δ emittiert wird, und geben dafür den partiellen Wirkungsquerschnitt $\sigma_{2\text{Jet}}(\epsilon, \delta)$ an. Unter Verwendung der mit dem PLUTO-Detektor bei DORIS und PETRA gewonnenen Daten wurde diese Vorhersage experimentell überprüft. Der Bereich der Schwerpunktenenergien erstreckt sich über $9.4 \leq E_{\text{cm}} \leq 35 \text{ GeV}$. Insgesamt standen 8503 Zwei-Jet-Ereignisse zur Verfügung.

Unter Einschluß von Drei-Jet-Ereignissen wurde der Sterman-Weinberg-Wirkungsquerschnitt zunächst neu definiert, $\sigma_{2\text{Jet}}(\epsilon, \varrho) \rightarrow f_T(\epsilon, \varrho)$, um den Vergleich mit dem Experiment zu erleichtern. Es wird auch eine Methode angegeben, wie der Fragmentationsanteil unterdrückt werden kann. Bei hohen Energien, $E_{\text{cm}} \geq 17 \text{ GeV}$, nähert sich die QCD-Vorhersage den Daten. Eine Anpassung der Theorie ergibt eine obere Schranke für den fundamentalen Abschneideparameter der QCD: $\Lambda_{\text{max}} = 523 \text{ MeV}$. Die Abb. 4.13 zeigt $f_T(\epsilon, \varrho)$ für $E_{\text{cm}} = 22, 28, 31$ und 35 GeV sowie $\epsilon = 0.1, 0.2, 0.33$, wobei die Vorhersage die Meßdaten gut beschreibt.

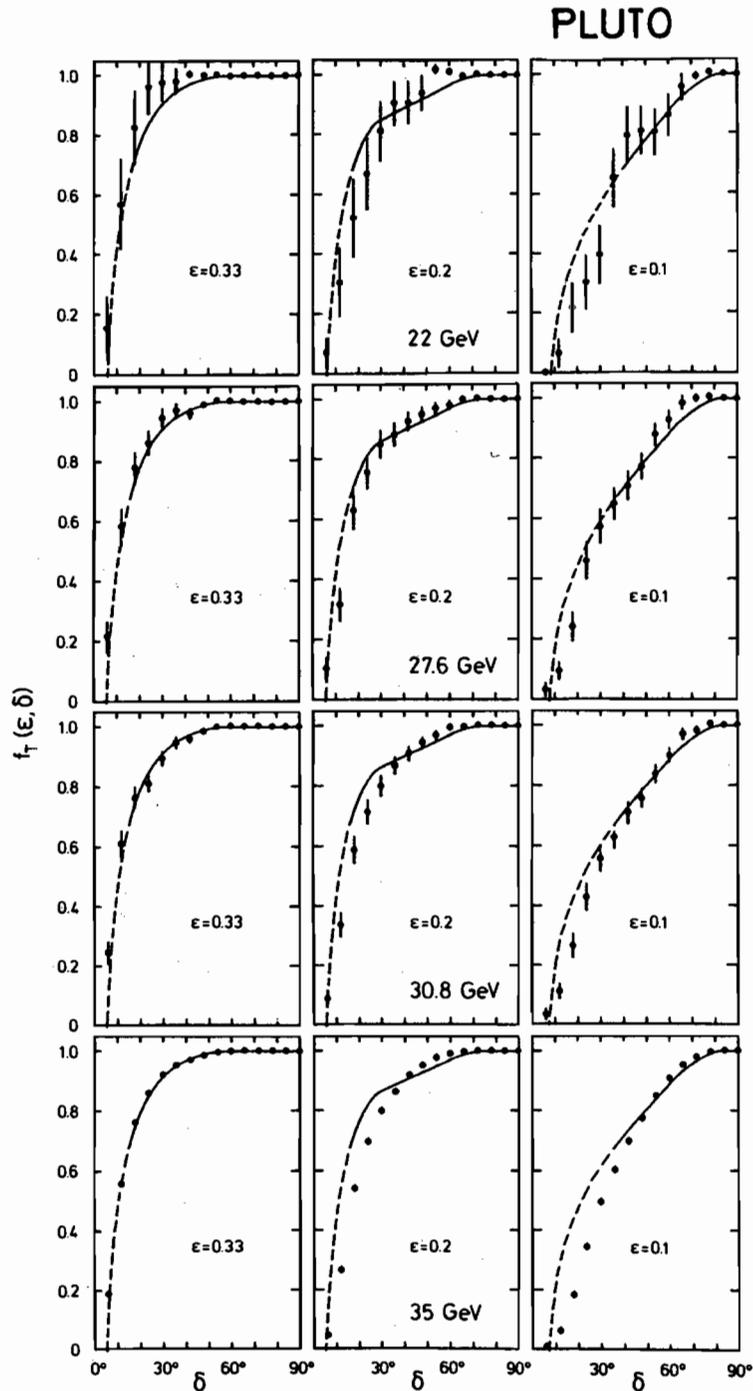


Abb. 4.13: Der modifizierte partielle Sfermion-Weinberg-Wirkungsquerschnitt für Jet-Erzeugung in der e^+e^- -Vernichtung, $f_T(\epsilon, \delta)$, gegen den Öffnungswinkel δ . Nach rechts fällt der Energiebruchteil ϵ außerhalb des Öffnungskegels, nach unten wächst die Schwerpunktsenergie von 22 bis 35 GeV. Die Meßdaten nähern sich der Vorhersage (ausgezogene Kurven) für große ϵ und hohe Schwerpunktsenergie.

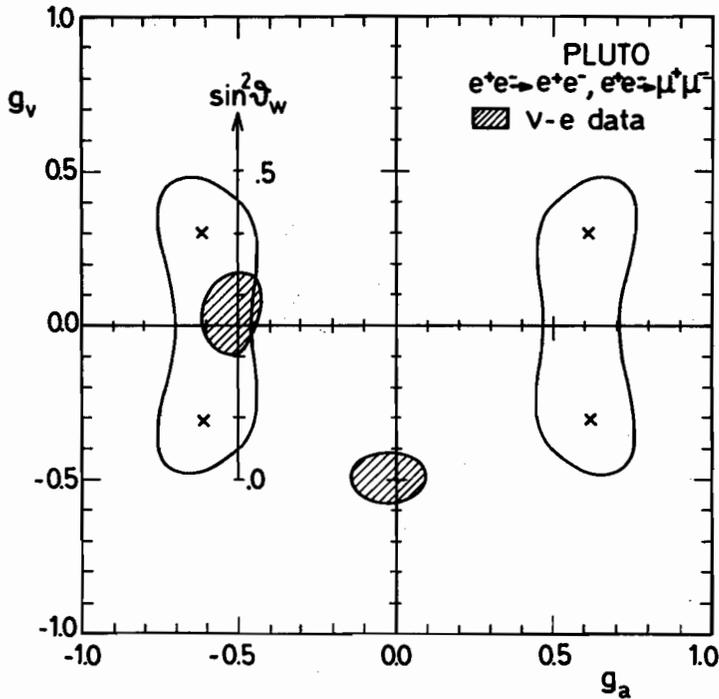


Abb. 4.14: Messung der Kopplungskonstanten g_v, g_a in der Erzeugung $e^+e^- \rightarrow e^+e^-, \mu^+\mu^-$ (Kreuze). Die umgebenen Konturen bezeichnen die 95 %-Vertrauensgrenze der Meßwerte. Die Mehrdeutigkeit wird teilweise durch Messungen der Neutrino-Elektron-Streuung (schraffierte Konturen) aufgehoben. Beim Wert $g_a = -0.5$ (Standard-Modell) ist die Korrespondenz von g_v und $\sin^2\theta_w$ eingezeichnet, $g_v = -(1/2) + 2\sin^2\theta_w$.

Für einen Vergleich mit dem Standard-Modell (GWS) der elektroschwachen Wechselwirkung wurden die Reaktionen

Elektroschwache Interferenz

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

gemessen und analysiert. Die Berechnung der Kopplungskonstanten der neutralen Ströme in der schwachen Wechselwirkung aus den Daten ergibt $g_v^2 = 0.09 \pm 0.06$, $g_a^2 = 0.38 \pm 0.08$. Die Abb. 4.14 zeigt die Meßdaten (Kreuze) in der Ebene g_v, g_a . Es gibt vier Kombinationen, die durch Neutrino-Elektron-Streuexperimente (schattierte Kontur) auf zwei reduziert werden. Unter Benutzung der gemessenen Masse des Z^0 -Bosons, $M_{Z^0} = 93 \text{ GeV}$, ergibt die Analyse der Meßdaten den Weinberg-Mischungswinkel zu $\sin^2\theta_w = 0.13^{+0.03}_{-0.02}$ in guter Übereinstimmung mit Ergebnissen von MARK J und JADE bei PETRA (0.15 und 0.16). Diese Werte sind aber kleiner als derjenige, den man aus Lepton-Nukleon-Streudaten gewonnen hat (0.217). Weder für Myonen noch für Elektronen wurden Abweichungen vom punktförmigen Verhalten festgestellt. Das Standard-Modell beschreibt die Daten bis zu Abständen von $\leq 10^{-16} \text{ cm}$.

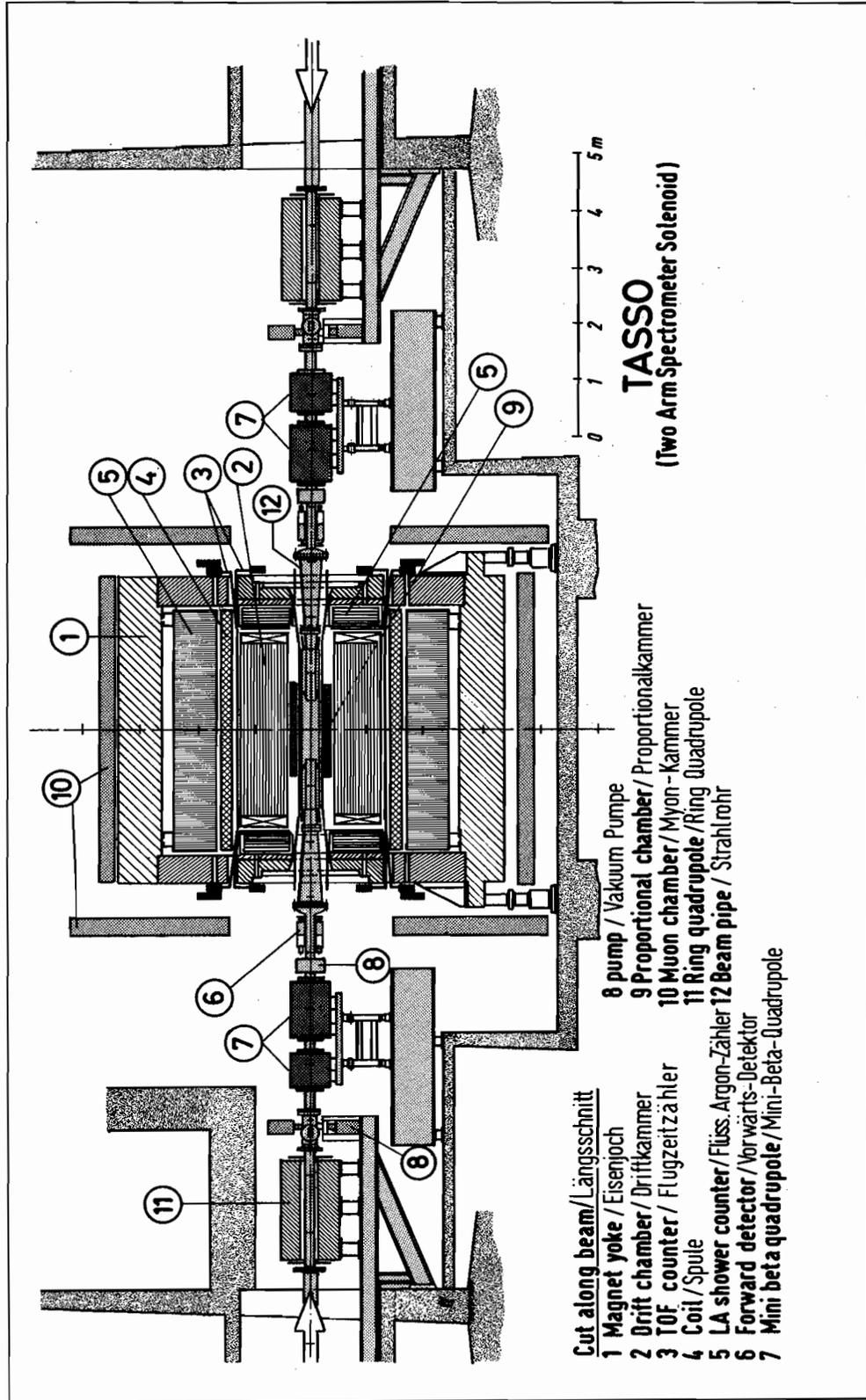


Abb. 5.1: Schnitt durch den TASSO-Detektor.

TASSO-Kollaboration

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

Physikalische Ergebnisse

Im Laufe des Berichtsjahres wurde die Energie des PETRA-Speicherringes weiter erhöht und erreichte mit einer Schwerpunktsenergie von 46.78 GeV ihren höchsten Wert. Die Untersuchungen konzentrierten sich deshalb auf die Suche nach neuen Phänomenen. Es konnten neue untere Grenzen für die Massen des sechsten Quarks („Top-Quark“), für Quarks mit Ladung $\frac{1}{3}$, für sequentielle Leptonen und andere Teilchen gegeben werden.

*Suche nach dem
t-Quark*

In einer systematischen Untersuchung wurden 21 000 e^+e^- -Annihilationen in Hadronen verwendet, um die QCD-Kopplungskonstante α_s zu bestimmen. Es wurde ein umfassender und systematischer Vergleich einer Reihe experimenteller Verteilungen wie „Sphericity“, Querimpulse, Jet-Massen, „Thrust“ und Energie-Energie-Korrelationen mit verschiedenen theoretischen Modellen durchgeführt. In den Rechnungen wurde die erste und zweite Ordnung von α_s berücksichtigt. Der Wert von α_s , den man als Ergebnis erhält, hängt von den betrachteten Verteilungen, dem benutzten Fragmentationsmodell und von der Behandlung weicher Gluonen in der zweiten Ordnung der QCD ab. Man erhält auf diese Weise Werte von α_s , die zwischen $\alpha_s = 0.12$ und $\alpha_s = 0.23$ liegen.

QCD-Tests

Die im TASSO-Detektor neu installierte hochauflösende Vertexkammer mit einer Genauigkeit der Ortsmessung von etwa 100 μ wurde benutzt, um die Lebensdauer von τ -Leptonen, D- und B-Mesonen zu messen. Abb. 5.2 zeigt das Bild der Vertexkammer, und Abb. 5.3 das Bild einer Reaktion $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ mit anschließendem Zerfall jedes der beiden Taus in drei geladene Teilchen. Das Ergebnis für die Tau-Lebensdauer ist

*Lebensdauer-
Messungen*

$$T_\tau = (3.18^{+0.59}_{-0.75} \pm 0.56) \times 10^{-13} \text{ s}$$

Die Genauigkeit des Ergebnisses ist durch die bisher verfügbare Luminosität begrenzt. Die theoretische Voraussage aufgrund der e - μ -Universalität ist zum Vergleich

$$T_{th} = (2.8 \pm 0.2) \times 10^{-13} \text{ s}$$

Der Wirkungsquerschnitt für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ wurde bei Schwerpunktsenergien von 13.9, 22.3, 34.5 und 43.1 GeV gemessen. Das Ergebnis ist in Übereinstimmung mit den Voraussagen der QED und führt zu Abschneideparametern $\Lambda_+ > 161 \text{ GeV}$ und $\Lambda_- > 169 \text{ GeV}$.

Die Lebensdauer der B-Mesonen wurde mit einem neuen Verfahren bestimmt. Dieses benutzt sämtliche von einer Reaktion ausgehenden Spuren und wählt statistisch B-Mesonen aufgrund eines Sphericity-Kriteriums für die einzelnen Reaktionen aus. Das Resultat, gemittelt über Messungen mit dem Vertexdetektor und Messungen mit der TASSO-Driftkammer ohne Vertexdetektor, ist

$$T_B = (1.83^{+0.38}_{-0.37} \pm 0.37) \times 10^{-12} \text{ s}$$

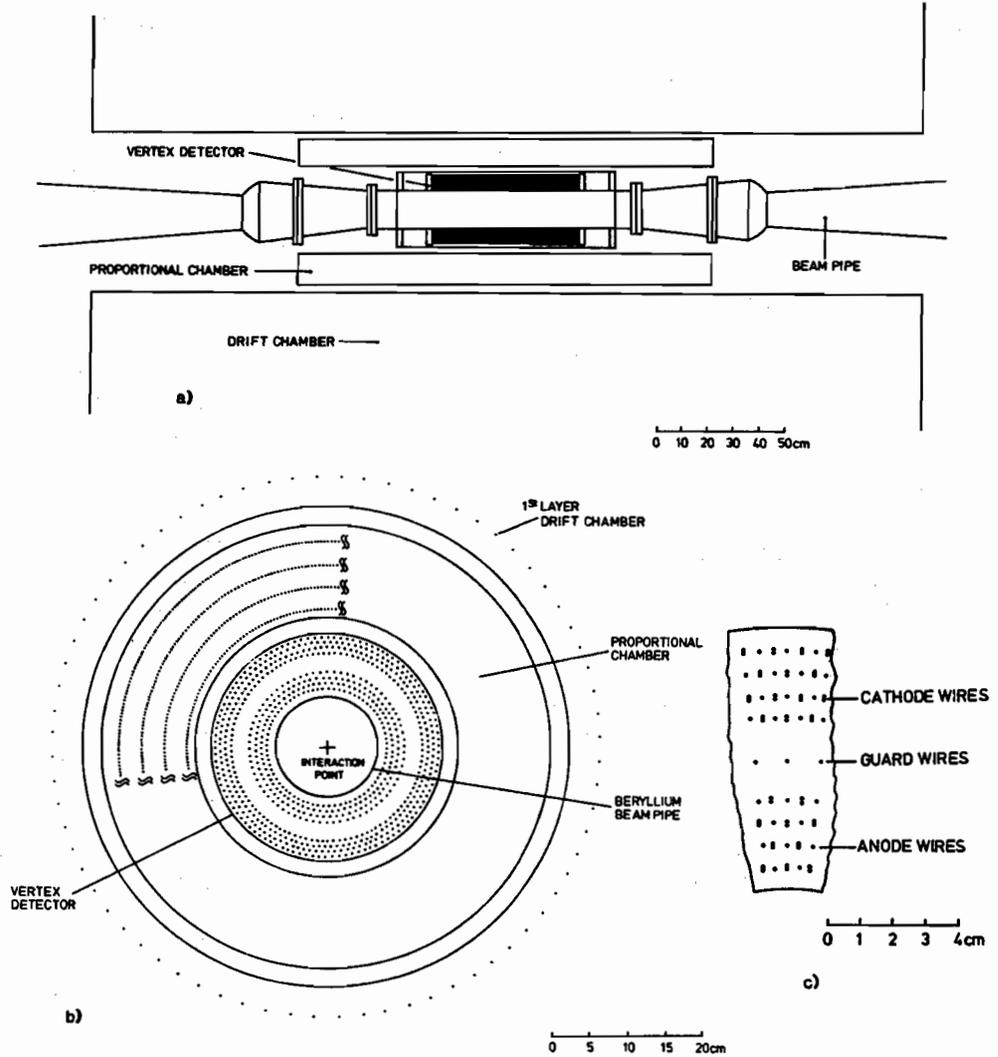


Abb. 5.2: Der TASSO-Vertexdetektor.

Elektroschwache Interferenz

Die Kopplung des schwachen neutralen Stroms an die c- und b-Quarks kann durch Messung der Vorwärts-Rückwärts-Asymmetrie bei ihrer Erzeugung gemessen werden. Um die c- und b-Quarks zu identifizieren, benutzt man den semileptonischen Zerfall der zugehörigen Hadronen in Elektronen oder Myonen. Aus der Messung des inklusiven Elektron- und Myon-Spektrums kann man statistisch auf die Anteile des c- und b-Zerfalls umrechnen. Man erhält gemittelt über Elektronen und Myonen eine Asymmetrie von $(-10 \pm 9) \%$ für das c-Quark (theoretische Erwartung nach der Weinberg-Salam-Theorie ist -12.9% bei 34.4 GeV Schwerpunktsenergie). Für das b-Quark erhält man eine Asymmetrie von $(-30 \pm 18) \%$, zu vergleichen mit der theoretischen Erwartung von -25.4% .

Inklusive Teilchenproduktion

Für K^0 - und Λ -Produktion in der e^+e^- -Annihilation bei Schwerpunktsenergien von 14, 22 und 34 GeV wurden inklusive Wirkungsquerschnitte ermittelt. Abb. 5.4 zeigt das Ergebnis. Im Mittel werden bei 34 GeV pro Annihilationsreaktion 1.48 ± 0.05 K^0 -Mesonen und 0.31 ± 0.04 Λ beobachtet, wobei K^0 für K^0 oder \bar{K}^0 und Λ für Λ oder $\bar{\Lambda}$ steht.

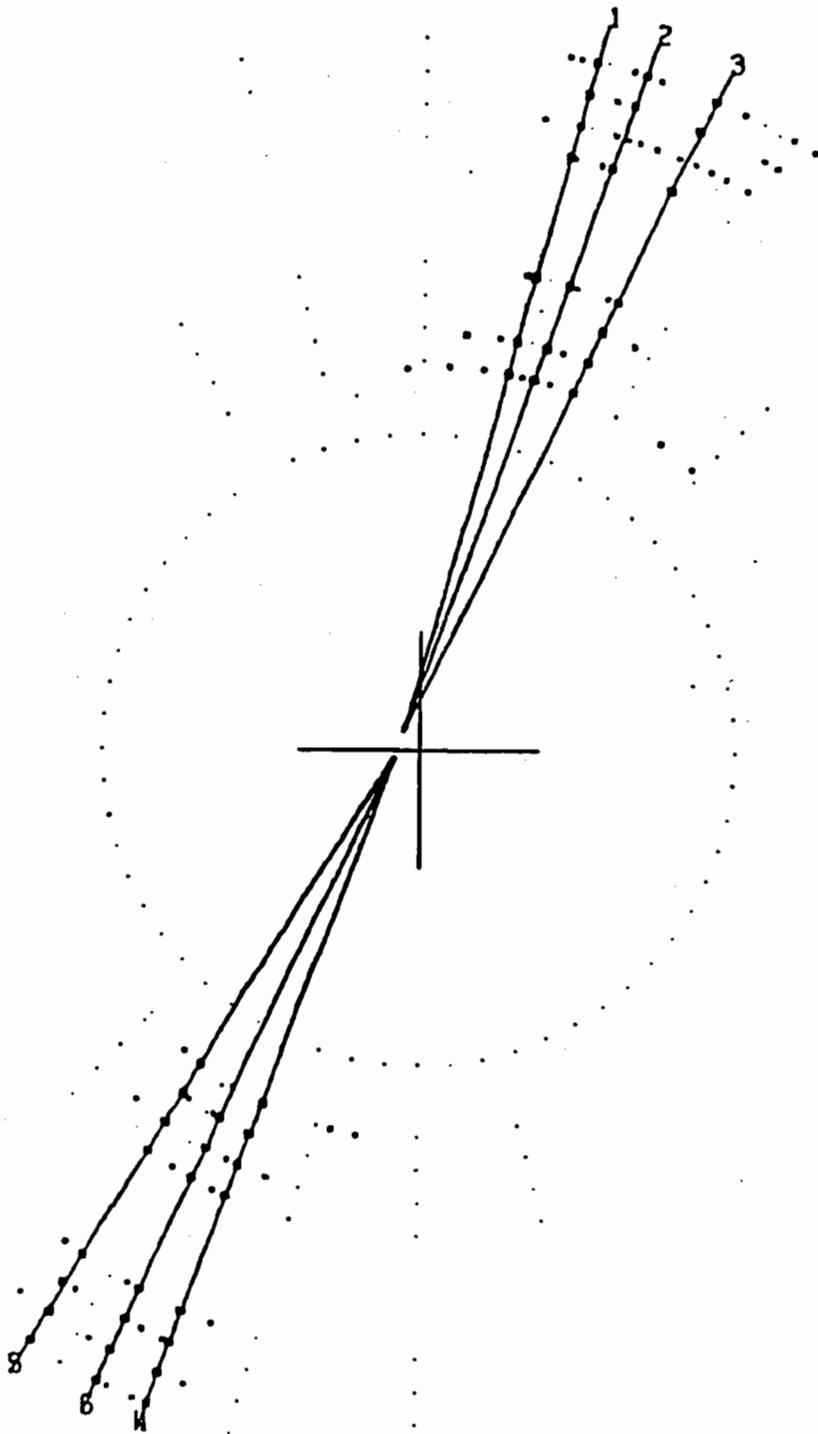


Abb. 5.3: Beispiel eines Ereignisses der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$.

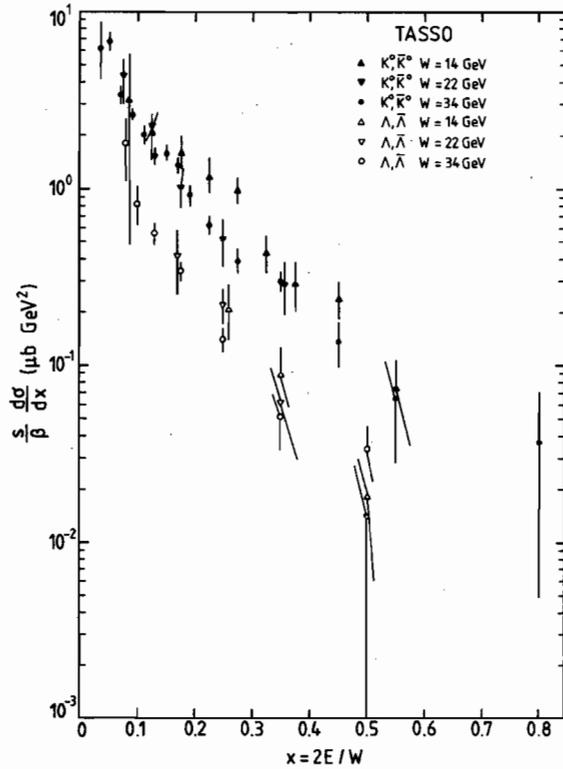


Abb. 5.4: Die differentiellen Wirkungsquerschnitte für die inklusive Produktion von K^0 und Λ in e^+e^- -Vernichtung, gemessen bei drei Schwerpunktsenergien.

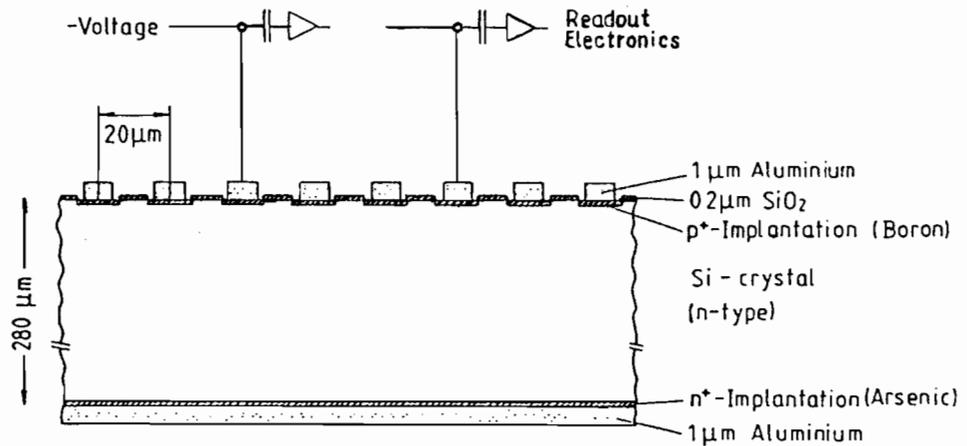


Abb. 5.5: Querschnitt durch den Silizium-Streifen-Zähler mit kapazitiver Ladungsteilung.

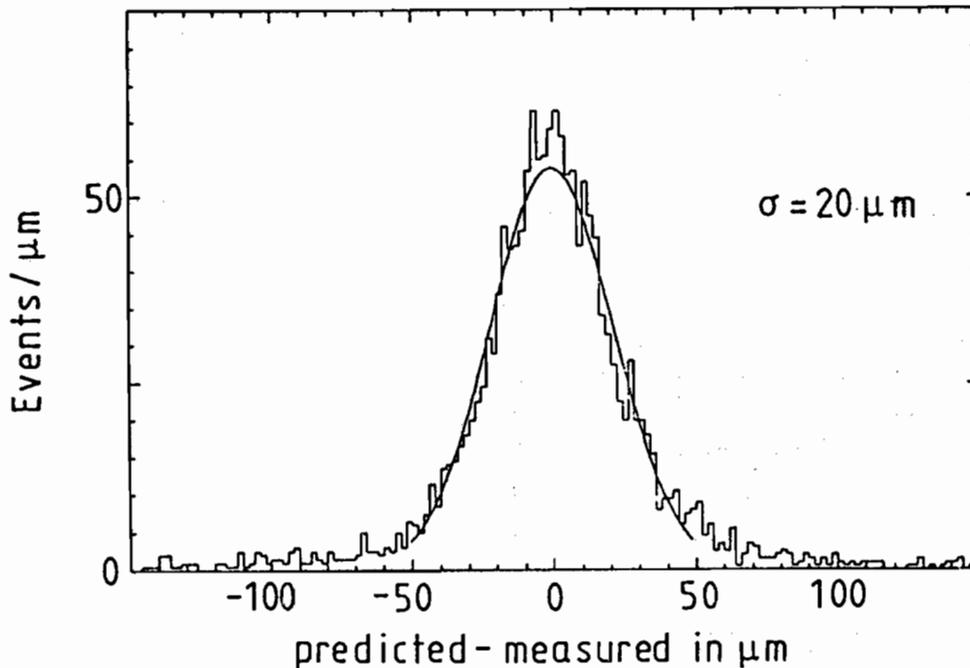


Abb. 5.6: Ortsauflösung des Silizium-Streifen-Zählers mit 240 μm Auslestreifenabstand.

Eine Suche nach der Erzeugung der Zustände Δ und Σ^* des $J = \frac{3}{2}$ Baryon-Dekupletts führte nur zu oberen Grenzen von $< 0.1 \Delta^{++}$ und $< 0.09 \Sigma^{*+}$ /Ereignis (Summe über Teilchen oder Antiteilchen). Die Erzeugung der Dekuplett-Zustände Δ^{++} und Σ^{*+} ist folglich um etwa den Faktor ≥ 9 relativ zu den Oktett-Baryonen derselben Seltsamkeit unterdrückt.

Bei den Zwei-Photon-Reaktionen wurde erstmals der Prozess $\gamma\gamma \rightarrow \bar{p}p\pi^+\pi^-$ identifiziert und sein Wirkungsquerschnitt gemessen.

Zwei-Photon-Wechselwirkung

Es wurde die Zerfallsbreite des $\eta'(958)$ in zwei Photonen gemessen. Das Ergebnis ist $\Gamma(\eta' \rightarrow \gamma\gamma) = 5.1 \pm 0.4 \pm 0.7 \text{ keV}$. Eine Suche nach den ι (1440) führte nur auf eine obere Grenze für $\Gamma(\iota \rightarrow \gamma\gamma) \times B(\iota \rightarrow e^0\gamma) < 1.5 \text{ keV}$. Für die Erzeugung von Hadronen mit großem Querimpuls in $\gamma\gamma$ -Kollisionen wurde ein unerwartet großer Wirkungsquerschnitt gefunden, dessen Deutung noch gewisse Schwierigkeiten bereitet.

Instrumentelle Entwicklungen

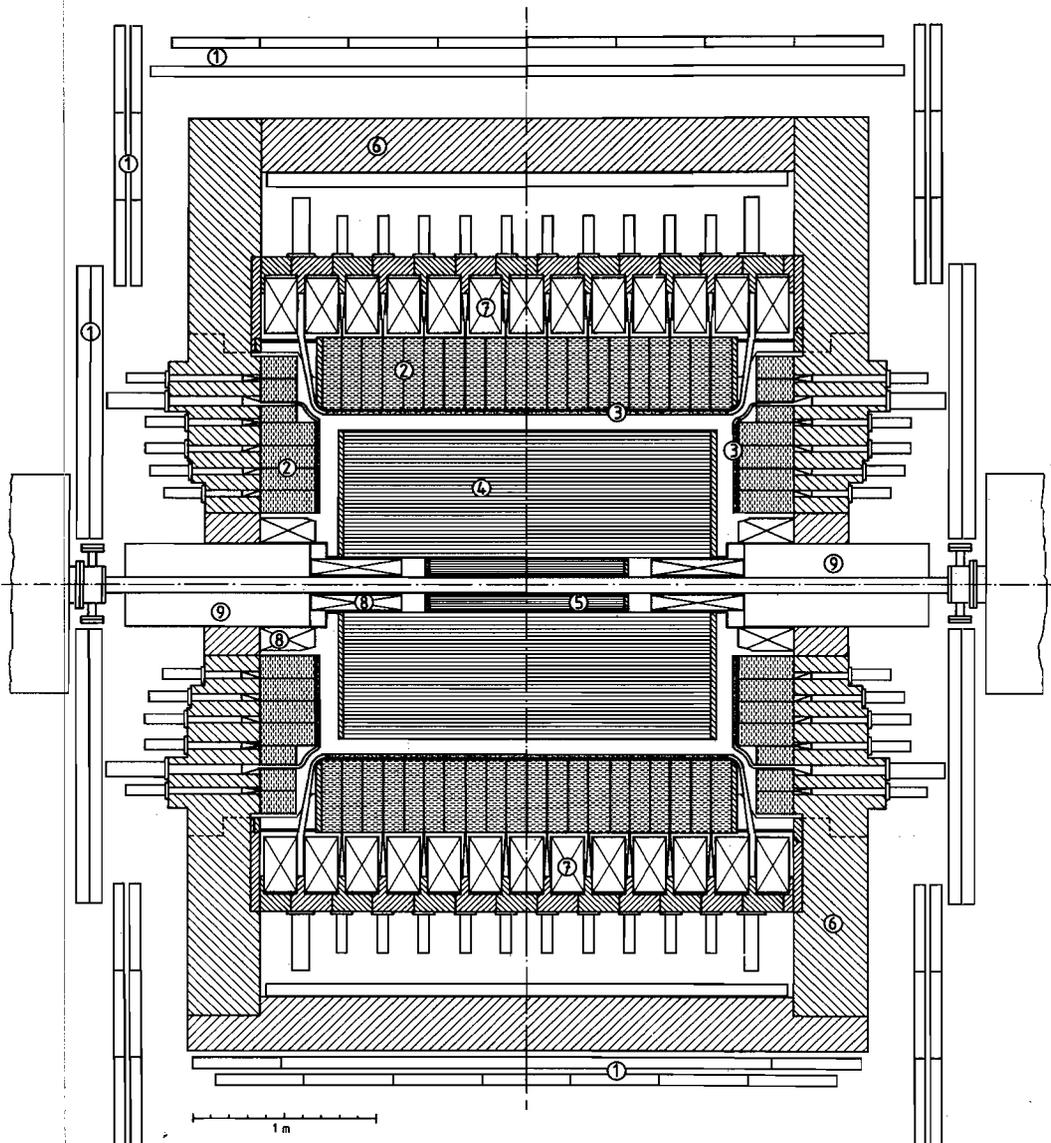
Zusammen mit dem Max-Planck-Institut für Physik München und anderen am CERN-Experiment NA32 beteiligten Gruppen wurde die Auslesetechnik der kapazitiven Ladungsteilung bei Silizium-Streifen-Zählern untersucht. Zu diesem Zweck wurden Zähler mit Auslestreifenabständen von 60 μm , 120 μm und 240 μm hergerichtet (Abb. 5.5 und 5.6).

Silizium-Streifen-Zähler

Für einen zukünftigen HERA-Detektor wurden Voruntersuchungen für den Bau eines Hadron-Kalorimeters begonnen. Diese betrafen das Studium von Proportionalkammern und von Szintillator-Wellenlängenschieber-Anordnungen zur Auslese von Kalorimetern.

Kalorimeterentwicklung für HERA

ARGUS



- 1. Muon chambers
- 2. Shower counters
- 3. Time of flight counters
- 4. Drift chamber
- 5. Vertex chamber
- 6. Iron yoke
- 7. Solenoid coils
- 8. Compensation coils
- 9. Mini beta quadrupole

Abb. 6.1: Schnitt durch den ARGUS-Detektor.

ARGUS-Kollaboration

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

Überblick

Der ARGUS-Detektor ist in Abb. 6.1 dargestellt. Während des Jahres 1983 waren bereits erfolgreich Daten registriert worden. Die wichtigsten Aufgaben im Berichtsjahr waren das Ansammeln von weiteren Meßdaten und die Auswertung physikalischer Ergebnisse.

Physikalische Ergebnisse

Den Ausgangspunkt der Messungen bildeten Y-Resonanzen, erzeugt durch den Speicherring DORIS II. Die Y-Resonanzen bestehen aus einem Paar von b-Quarks, die durch ein Gluonen-Feld aneinander gebunden sind. Das b-Quark ist das schwerste bisher eindeutig beobachtete Quark, und die Untersuchung seiner Reaktionen erlaubt einzigartige Einsichten in Eigenschaften der starken und der schwachen Wechselwirkung.

Überblick

Darüber hinaus ist die hohe Ereignisrate im Y-Bereich ein ausgezeichneter Ausgangspunkt für genaue Messungen mit anderen Quarks und τ -Leptonen und die Untersuchung seltener Ereignisse.

Die Verteilung der Meßzeit auf die Y-Resonanzen und das benachbarte Kontinuum ist der Tab. 6.1 zu entnehmen. Hierbei sind nur Meßtage gezählt, an denen der Detektor betriebsbereit war. Im Vergleich zu dem Vorjahr, in dem in 176 Tagen eine integrierte Luminosität von 46 pb^{-1} gesammelt werden konnte, stieg die durchschnittlich pro Tag gesammelte Luminosität von $261 \text{ nb}^{-1}/\text{Tag}$ (1983) auf $331 \text{ nb}^{-1}/\text{Tag}$ (1984). Der Rekordwert für die von DORIS II an einem Tag angebotene Luminosität war 1.5 pb^{-1} .

Tab. 6.1: Verteilung der Meßzeit auf die Y-Resonanzen und das benachbarte Kontinuum im Berichtsjahr.

	Meßtage	gesammelte Luminosität [pb^{-1}]	hadronische Ereignisse
Y (1S)	38	14.9	221 186
Y (2S)	42	13.0	96 791
Y (4S)	33	8.6	40 245
Kontinuum	10	4.3	16 775
	123	40.8	274 997

Diese Werte zeigen, daß die Effektivität des Meßbetriebes erhöht werden konnte, daß das volle Potential von DORIS II aber noch höhere Jahres-Luminositäten erlauben sollte.

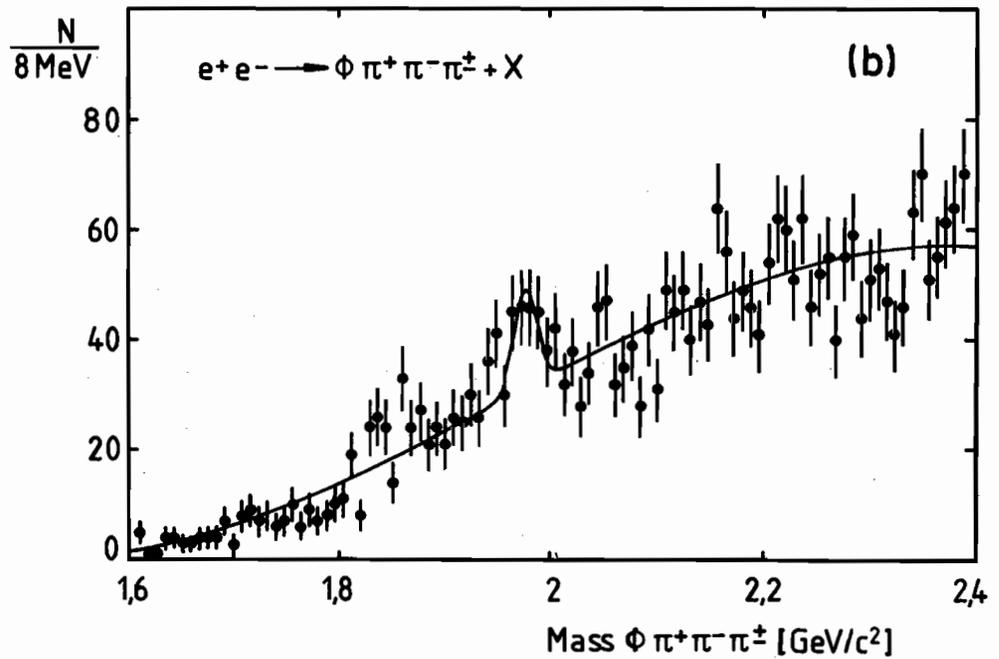
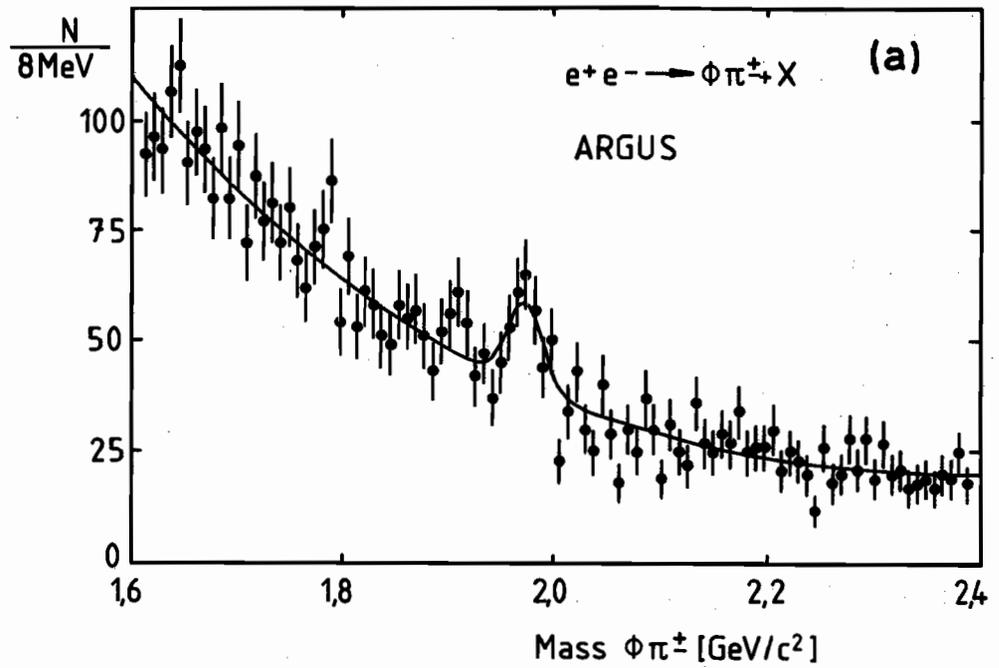


Abb. 6.2: Das F-Meson, beobachtet als eine Linie in den Massenspektren der Zerfallskanäle (a) $\Phi\pi$ und (b) $\Phi\pi\pi\pi$.

Die Auswertung der Daten lieferte neue Ergebnisse auf folgenden Gebieten:

Die Beobachtung des $F(1974)$ -Mesons, das aus einem Charm-Quark und einem Strange-Quark besteht, wurde bestätigt. Die Winkelverteilung seiner Zerfallsprodukte ist damit verträglich, daß es den Spin $S = 0$ trägt.

Darüber hinaus gelang erstmalig die Beobachtung des $F^*(2109)$ -Mesons, das den Spin $S = 1$ Partner zum F -Meson darstellt. Eine erste grobe Bestimmung seiner Masse konnte durchgeführt werden.

Die Untersuchung der Produktion von D^{*+} -Mesonen lieferte eine Fragmentationsfunktion.

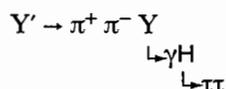
Das Verzweigungsverhältnis für den Zerfall $Y(2S) \rightarrow \mu\mu$ wurde bestimmt; es liefert die Lebensdauer der $Y(2S)$ -Zustands.

Die hohe Meßgenauigkeit des Detektors für den Energieverlust von geladenen Teilchen wurde herangezogen, um nach freien Quarks zu suchen.

Statt Quarks wurde erstmalig in e^+e^- -Reaktionen die Produktion von Deuteronen beobachtet.

Breiten Raum nahm die Suche nach einem von der Crystal Ball-Kollaboration angekündigten neuen Teilchen ζ (8.3) ein, das durch den Zerfall $Y \rightarrow \gamma\zeta$ entstehen soll.

In diesem Zusammenhang wurde auch nach dem hypothetischen Higgs-Teilchen H gesucht, durch Analyse der folgenden Reaktionskette:



Insgesamt hat sich der Y -Bereich als eines der zur Zeit besonders interessanten Forschungsgebiete erwiesen.

Eine Auswahl der Ergebnisse soll im Folgenden etwas breiter beschrieben werden.

Das F^+ -Meson besteht aus einem Paar von Charm-Quark c und Strange-Antiquark \bar{s} , die durch ein Gluonen-Feld aneinandergebunden sind. Die Untersuchung seiner Zerfallsarten ist von besonderem Interesse, da bei seinem Zerfall die schwache und die starke Wechselwirkung gleichzeitig zusammenwirken und eine theoretische Behandlung dieser Vorgänge bisher nur näherungsweise möglich ist. In den vergangenen Jahren ist es einigen Experimenten gelungen, das F -Meson zweifelsfrei nachzuweisen, nachdem es in Cornell im Zerfallskanal $F^\pm \rightarrow \Phi \pi^\pm$ beobachtet worden war. Mit ARGUS wurde darüber hinaus der Zerfall $F^\pm \rightarrow \Phi \pi^+ \pi^- \pi^\pm$ gefunden. Die entsprechenden Massenverteilungen sind in Abb. 6.2 dargestellt. Sie zeigen Überhöhungen bei der Masse des F -Mesons, die sich zu $(1973.6 \pm 2.6 \pm 3) \text{ MeV}/c^2$ ergab. Um den Spin des F -Mesons zu bestimmen, wurde die Winkelverteilung zwischen einem K -Meson vom Φ -Zerfall $\Phi \rightarrow K^+K^-$ und dem π -Meson vom Zerfall $F \rightarrow \Phi \pi$ untersucht. Für ein F -Meson mit Spin $S = 0$ ist diese Winkelverteilung durch die Kugelfunktion $Y_{m=0}^{\ell=1} = \cos^2\Theta$ gegeben. Wie Abb. 6.3 zeigt, werden die gemessenen Daten gut durch diese Funktion beschrieben. Damit kann als gesichert gelten, daß das beobachtete Signal wirklich vom F -Meson herrührt.

Das F -Meson

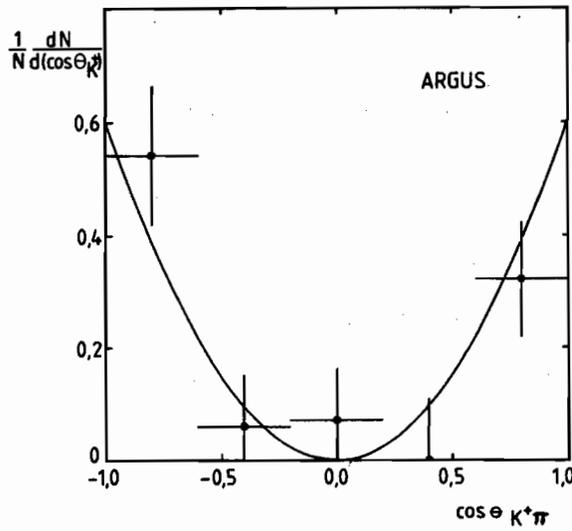


Abb. 6.3: Die Winkelverteilung des Winkels zwischen einem π -Meson aus $F \rightarrow \Phi\pi$ und dem K^+ -Meson aus dem nachfolgenden Zerfall $\Phi \rightarrow K^+K^-$ zeigt $\cos^2\theta$ -Verhalten und zeigt, daß das F-Meson Spin 0 trägt.

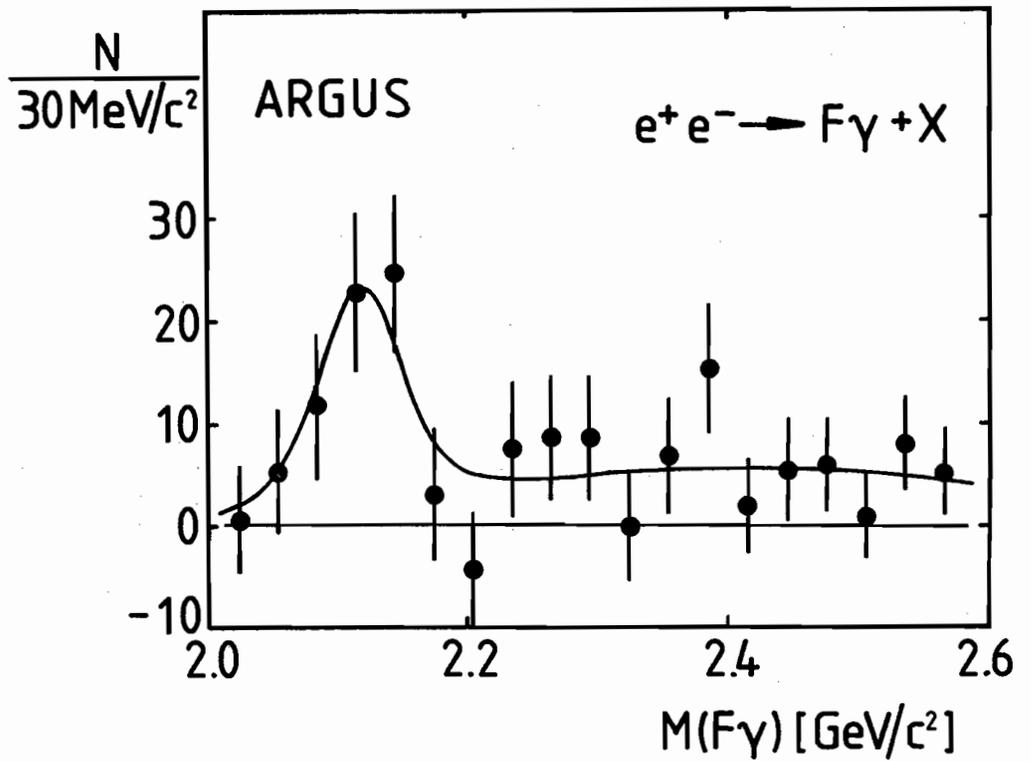
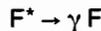


Abb. 6.4: Das F^* -Meson wurde erstmalig beobachtet als Linie im Massenspektrum von F-Mesonen kombiniert mit Photonen.

Entsprechend dem Quark-Modell zum Aufbau der Mesonen aus Quarks müßte es zum F-Meson mit Spin $S = 0$ einen Partner mit Spin $S = 1$, das F^* -Meson, geben. Die beiden unterscheiden sich nur in der relativen Stellung der $S = \frac{1}{2}$ Spins der Quarks, aus denen sie bestehen (Tab. 6.2).

Suche nach dem F^ -Meson*

Die Gluonen-Wechselwirkung zwischen den Quarks hängt von ihrer relativen Spin-Stellung ab. Daher sollten das F- und das F^* -Meson eine unterschiedliche Masse besitzen. Das F^* -Meson sollte schwerer sein und durch Emission eines Photons in das F-Meson übergehen:



Entsprechend den Isospin-Auswahlregeln sollte diese Reaktion, bei der im wesentlichen der Spin eines der Quarks umgedreht wird, die dominante Zerfallsweise des F^* -Mesons darstellen.

Nach dieser Zerfallsreaktion wurde in den bereits angesammelten Meßdaten mit Erfolg gesucht (Abb. 6.4). Die Überhöhung bei $2.1 \text{ GeV}/c^2$ in der Massenverteilung von Kombinationen von F-Mesonen, beobachtet im $\Phi\pi$ -Zerfall mit Photonen, nachgewiesen im Schauerzählersystem des Detektors, rührt von F^* -Mesonen her.

Dieses Ergebnis stellt eine erste grobe Bestimmung der Massenaufspaltung zwischen F^* - und F-Meson dar. Sie beträgt $(144 \pm 9 \pm 7) \text{ MeV}/c^2$. In der Tab. 6.3 wird dieser Wert mit den entsprechenden Aufspaltungen in ähnlichen Quark-Systemen verglichen.

Rechnungen im Rahmen der Quantenchromodynamik QCD würden eine etwas kleinere $c\bar{s}$ Massenaufspaltung erwarten lassen, aber sowohl die Messungen wie auch die theoretischen Rechnungen können in ihrer Genauigkeit noch gesteigert werden.

Eine der häufigsten Reaktionen an einem Elektron-Positron-Speicherring ist die Erzeugung eines Paares von Charm-Quarks $e^+e^- \rightarrow c\bar{c}$. Anstatt freier c-Quarks entsteht jedoch eine große Zahl von Mesonen und Baryonen, wobei sich die primär gebildeten c-Quarks überwiegend als Bestandteile von D-Mesonen wiederfinden. Dieser Umwandlungsprozeß, Fragmentation genannt, kann zur Zeit durch die Theorie noch nicht befriedigend beschrieben werden. Deshalb besteht an der Messung der Fragmentationsfunktion besonderes Interesse.

Messung der D^ -Fragmentation*

Tab. 6.2: Quark-Spin-Orientierungen in F- und F^* -Meson

Meson	F	F^*
Quarks	$c\bar{s}$	$c\bar{s}$
Quark-Spins	$\uparrow\downarrow$	$\uparrow\uparrow$
Meson-Spin	0	1

Tab. 6.3: Massenaufspaltung ΔM ($\uparrow\uparrow - \uparrow\downarrow$)

Quarks	$c\bar{d}$	$c\bar{u}$	$c\bar{s}$	$c\bar{c}$
Mesonen	$D^{*+} - D^+$	$D^{*0} - D^0$	$F^{*+} - F^+$	$J/\psi - \eta_c$
$\Delta M \text{ MeV}/c^2$	151	143	144	116

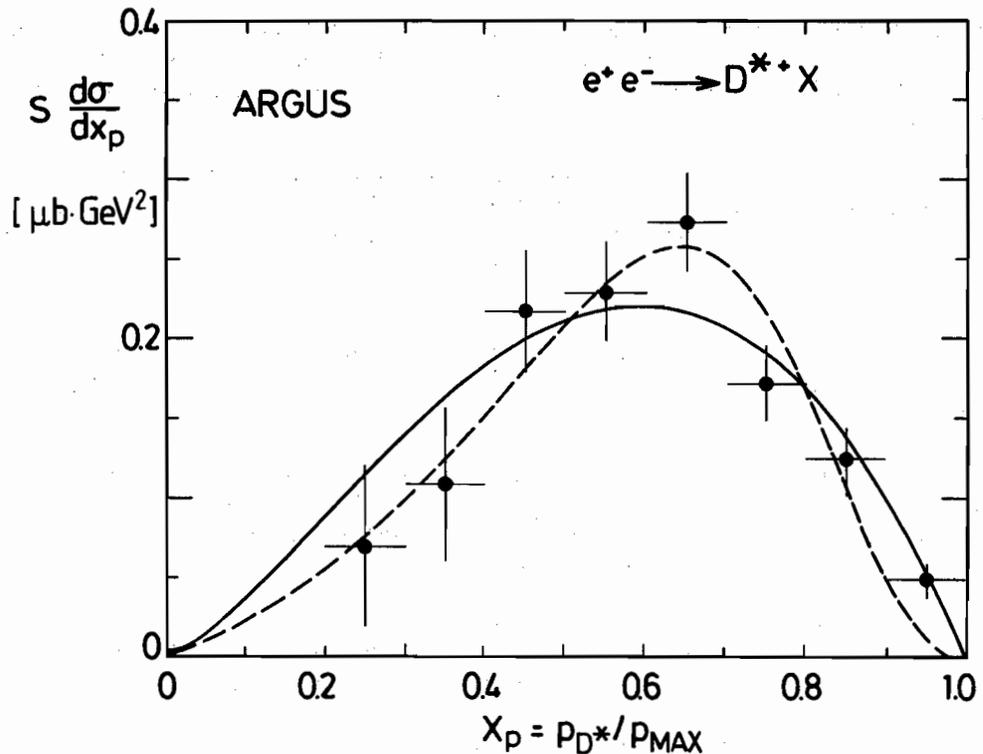


Abb. 6.5: Die Fragmentationsfunktion für die Produktion von D^* -Mesonen, verglichen mit zwei theoretischen Modellen.

Die Abb. 6.5 zeigt die 1984 veröffentlichte Fragmentationsfunktion zusammen mit zwei theoretischen Kurven. Obwohl diese Daten die zur Zeit genauesten darstellen, reicht ihre Genauigkeit noch nicht aus, zwischen den theoretischen Modellen zu unterscheiden. Die in den folgenden Jahren zu erwartenden zusätzlichen Meßdaten werden eine Erhöhung der Genauigkeit der Fragmentationsfunktion mit sich bringen und daher erlauben, Einzelheiten der Fragmentation zu verstehen.

Suche nach freien Quarks

Seit der Formulierung des Quark-Modells, das Quarks als die fundamentalen Bausteine der Materie ansieht, wurde in zahlreichen Experimenten nach freien Quarks gesucht, bisher ohne Erfolg. Wahrscheinlich bewirkt die Gluon-Wechselwirkung, die Quantenchromodynamik, daß Quarks ausschließlich innerhalb von Mesonen oder Baryonen existieren können. Trotzdem ist es unumgänglich, nach freien Quarks zu suchen, sobald neue Geräte zur Verfügung stehen, die eine gesteigerte Empfindlichkeit für die Beobachtung freier Quarks besitzen. Quarks unterscheiden sich von anderen Teilchen durch ihre Ladung, die $\frac{1}{3}$ oder $\frac{2}{3}$ der Elementarladung beträgt. Denkbar wäre auch, daß sich ein Quark mit Ladung $\frac{1}{3}$ an ein Meson oder ein Baryon mit Ladung 1 anlagert. Daher wurde die Quark-Suche auch auf Teilchen mit der Ladung $\frac{4}{3}$ ausgedehnt. Die Bestimmung der Ladung von Teilchenspuren läßt sich durch Messung des Energieverlusts dE/dx im Driftkammergas erreichen; denn dE/dx ist proportional zum Ladungsquadrat.

Die gute Meßgenauigkeit des ARGUS-Detektors führte zu einer gegenüber früheren Experimenten erheblich gesteigerten Empfindlichkeit für die Beobachtung freier Quarks. Dennoch wurden keine freien Quarks gefunden. Die Grenzen für ihre Produktion zeigt Abb. 6.6.

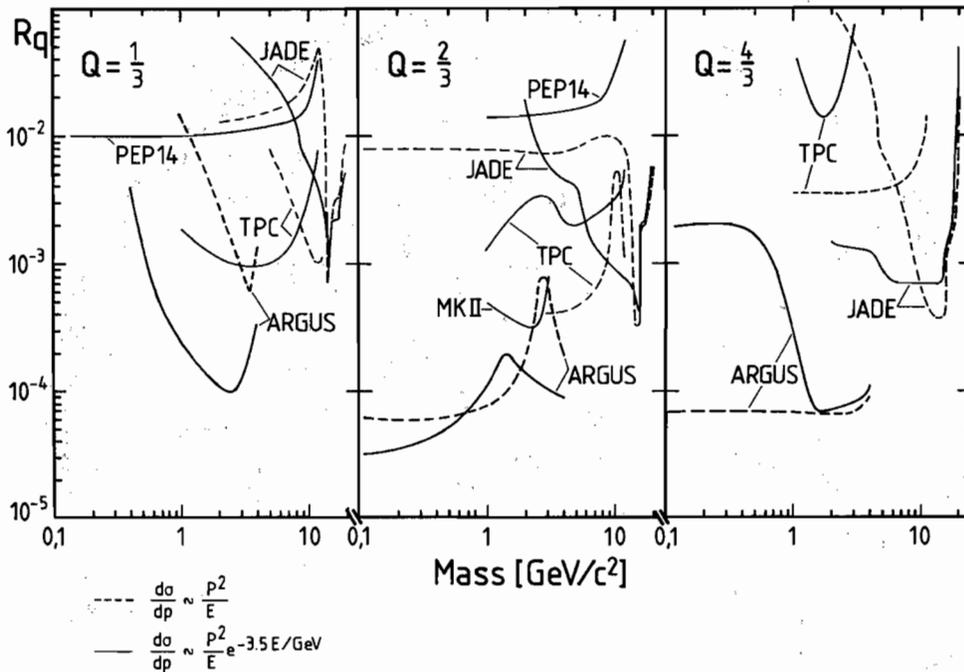


Abb. 6.6: Die Suche nach freien Quarks lieferte neue obere Grenzen für ihre Produktion. R_q ist das Verhältnis von Quark-Produktion zu Myon-Paarproduktion. Trotz gesteigerter Empfindlichkeit wurden keine freien Quarks entdeckt.

Statt dessen wurden sechs Ereignisse gefunden, in denen ein Antideuteron erzeugt worden war. Somit wurde erstmalig die Produktion von Deuteronen in e^+e^- -Reaktionen beobachtet. Die Abb. 6.7 zeigt ein solches Ereignis. Bemerkenswert ist die starke Rückstreuung, die entsteht, wenn das Antideuteron mit der Materie in einem Schauerzähler zerstrahlt. Die bei der Vernichtung eines Antideuterons freigesetzte Energie liefert eine eindeutige Signatur für seinen Nachweis. Eine quantitative theoretische Beschreibung für die Produktion von Baryonen wird auch dem Produktionsquerschnitt für Deuteronen Rechnung tragen müssen.

Produktion von Anti-deuteronen

Auf der internationalen Konferenz für Hochenergiephysik in Leipzig ist von der Crystal Ball-Kollaboration Evidenz für ein mögliches neues Teilchen vorgelegt worden, dem der Name ζ gegeben wurde. Dabei wäre die Erzeugungsreaktion

$Y(1S)$ -Zerfälle



Ein solches Teilchen könnte im Rahmen der bestehenden Standard-Theorie nicht erklärt werden. Es könnte so den Schlüssel zu einer weiterführenden Theorie darstellen.

In den Meßdaten des ARGUS-Detektors fand sich keine Bestätigung für die Existenz des ζ . Um der Crystal Ball-Kollaboration Gelegenheit zu geben, ihr Ergebnis zu prüfen, wurde das Meßprogramm geändert, und zu den 1983 gesammelten 10 pb^{-1} an Y -Daten wurden 20 pb^{-1} hinzugefügt. Auch in den neuen Daten fand sich keine Evidenz für ein ζ -Teilchen, wie Abb. 6.8 zeigt.

Eine Anzahl theoretischer Arbeiten, die durch die Ankündigung des ζ -Teilchens ausgelöst worden waren, zeigt jedoch, wie interessant und wenig erforscht das Y -Gebiet ist.

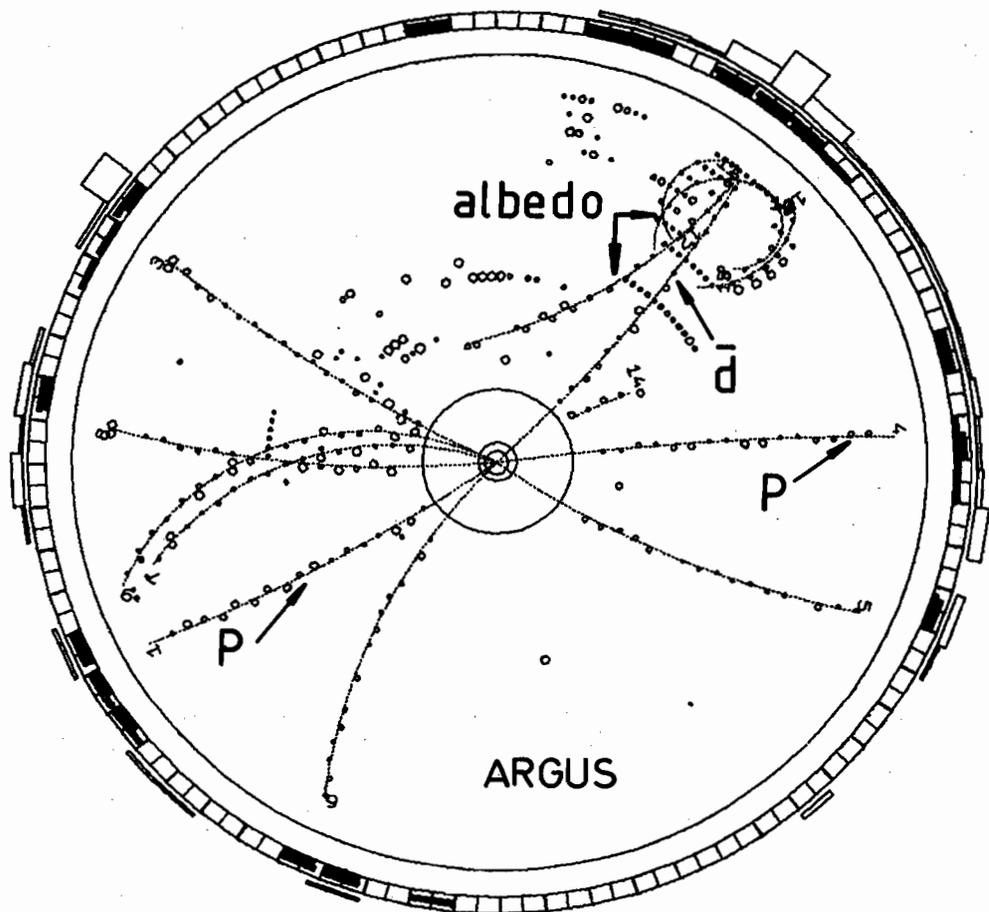


Abb. 6.7: Ein Beispiel für ein Ereignis, bei dem ein Antideuteron \bar{d} erzeugt wurde, zusammen mit zwei Protonen p . Besonders eindrucksvoll ist die starke Rückstreuung „albedo“, die durch die Vernichtung des Antideuterons in einem Schauerzähler entsteht.

Apparative Verbesserungen

Ersatz-Driftkammer

Bedingt durch die hohe Strahlendosis an DORS II bildeten sich schon nach eineinhalb Betriebsjahren auf den Drähten der Driftkammer Ablagerungen, die zu Entladungen führten. Durch Zusatz von 2‰ Wasserdampf zum Kammergas konnten die Entladungen unter Kontrolle gebracht werden. Da mit einem weiteren Wachsen der Ablagerungen zu rechnen ist, die letzten Endes zur Zerstörung der Driftkammer führen werden, ist mit dem Bau einer Ersatz-Driftkammer begonnen worden. Diese Kammer ist bis auf einige Änderungen, von denen eine Erhöhung der Lebensdauer erhofft wird, identisch mit der bewährten vorhandenen Kammer. Am Ende des Berichtsjahres waren 20000 der insgesamt 30000 Drähte gespannt.

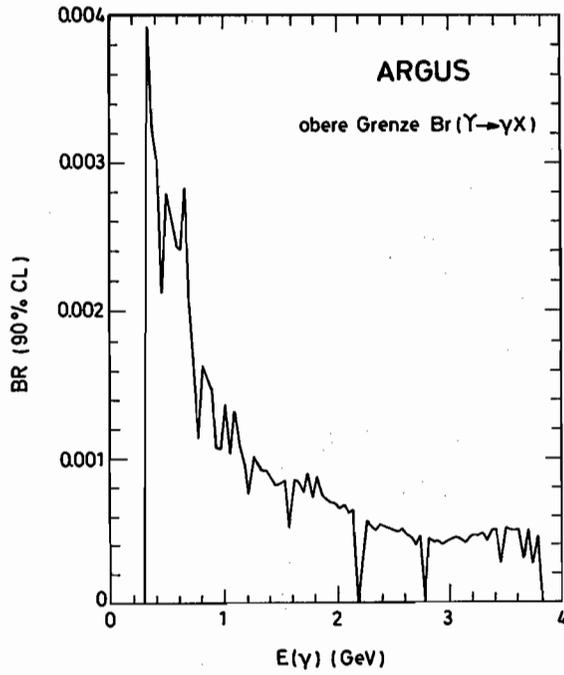


Abb. 6.8: Obere Grenze für die Beobachtung von schmalen Zuständen H in der Reaktion $\Upsilon \rightarrow \gamma H$. Die Entdeckung eines solchen Zustandes wäre von besonderem Interesse.

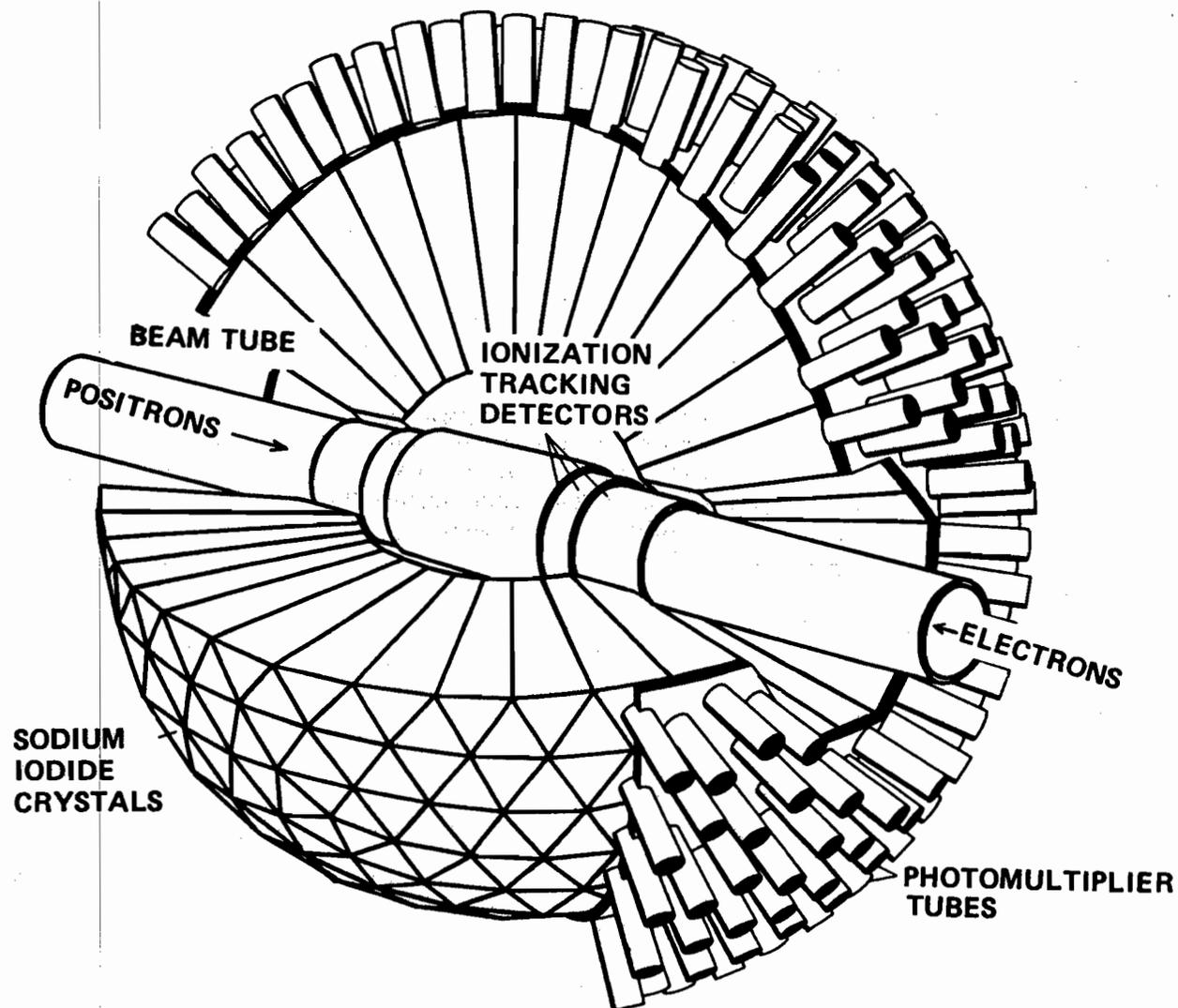


Abb. 7.1: Schematische Darstellung des Crystal Ball-Detektors.

Crystal Ball-Kollaboration

Beteiligte Institute: CALTECH Pasadena, Univ. Cape Town, Carnegie-Mellon Univ., DESY, Univ. Erlangen-Nürnberg, 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.

Das Meßprogramm

Der Crystal Ball-Detektor hat im Jahr 1984 die Messungen am e^+e^- -Speicherring DORIS II fortgeführt. Das Experiment nahm während 165 Tagen Daten. Das Meßprogramm umfaßte drei Themen:

1. Beendigung der Messungen auf der $Y(2S)$ -Resonanz (7. Januar bis 20. Februar)
2. Beginn des $Y(4S)$ -Programms (Vorschlag der ARGUS-Gruppe, 23. Februar bis 13. August mit Unterbrechungen)
3. Ein $Y(1S)$ -Run (15. August bis 23. September)

Tab. 7.1 zeigt die im Berichtsjahr genommenen Datenmengen, Tab. 7.2 die insgesamt seit Inbetriebnahme von DORIS II im August 1982 genommenen Daten. Abb. 7.2 zeigt die genommene Luminosität pro Woche im Jahr 1984, Abb. 7.3 diejenige für die gesamte Zeit seit 1982. Man erkennt die Zunahme der Luminosität. Im Berichtsjahr gab es erstmals mehrere Wochen mit mehr als $5 \text{ pb}^{-1}/\text{Woche}$ Luminosität.

Die Verbesserung der Maschinenbedingungen vom Standpunkt des Experimentalphysikers wird deutlich in Abb. 7.4. Im Berichtsjahr war die Luminosität pro Run im Durchschnitt wesentlich größer als 1983.

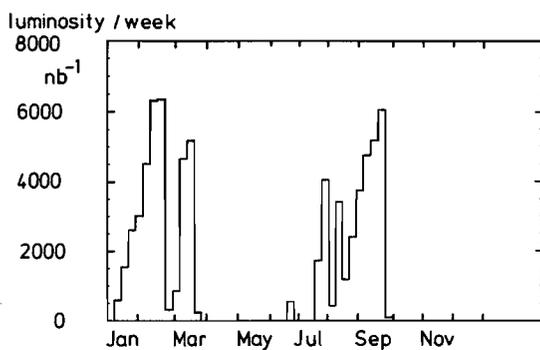


Abb. 7.2: Die Luminosität pro Woche für 1984.

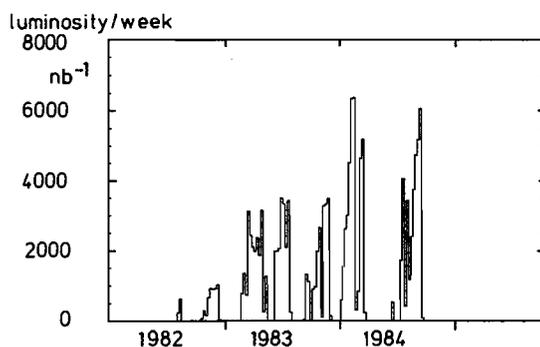


Abb. 7.3: Die Luminosität pro Woche für 1982 bis 1984.

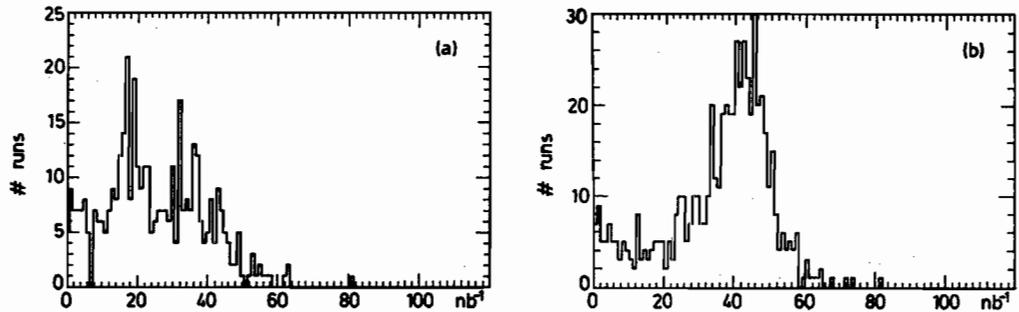


Abb. 7.4: Die Luminosität pro Run, a) für 1983, b) für 1984. Man erkennt die erhebliche Steigerung der mittleren Luminosität pro Run im Jahr 1984 gegenüber 1983, was die Auswertung der Daten wesentlich erleichtert.

Tab. 7.1: Die Run-Perioden des Jahres 1984.

Zyklus	Meßperiode	Meßprogramm	Luminosität [pb^{-1}]
Winter '84	7. Jan. bis 20. Feb.	Y(2S) ON	25.25
	23. Feb. bis 19. März	Y(4S) ON	10.89
Frühjahr '84	30. Mai bis 4. Juni	Tests	0.54
	12. Juni bis 25. Juni	Y(4S) CONT	
Sommer '84	11. Juli bis 16. Juli	Tests	6.25
	18. Juli bis 4. Aug.	Y(4S) CONT	3.60
	4. Aug. bis 13. Aug.	Y(4S) ON	1.20
	15. Aug. bis 20. Aug.	Y(1S) SCAN	21.78
	20. Aug. bis 23. Sep.	Y(1S) ON	

Tab. 7.2: Die vom Crystal Ball-Detektor an DORIS II von 1982 bis 1984 genommenen Daten.

Meßprogramm	Integrierte Luminosität [pb^{-1}]
Y(1S)	32.51
Y(2S)	64.50
CONT bei Y(2S)	4.57
SCAN für Y(2S)	2.76
Y(4S)	18.00
CONT bei Y(4S)	6.79
SCANS etc.	5.23

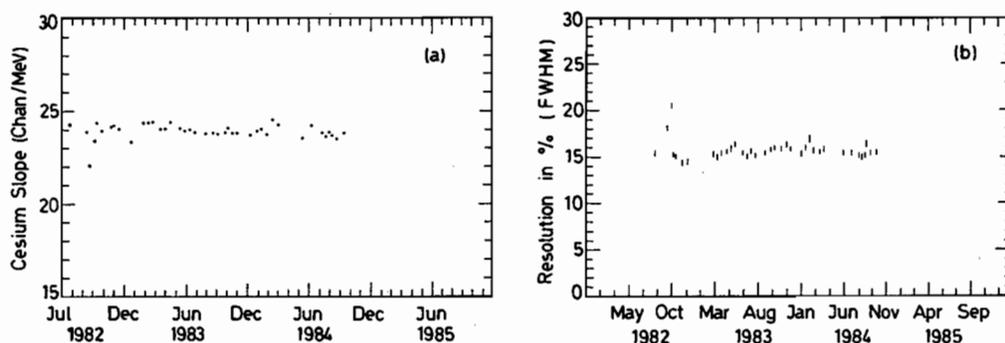


Abb. 7.5: Die Zeitabhängigkeit der Energieeichung, a) die Eichkonstanten, ermittelt mit der ^{137}Cs - γ -Linie, b) die Energieauflösung, ermittelt mit der γ -Linie aus der Reaktion $^{19}\text{F}(p, \alpha\gamma)^{16}\text{O}$. Man erkennt, daß der Detektor nach wie vor die gute Energieauflösung hat.

Detektorverhalten und Detektorverbesserungen

Der Crystal Ball-Detektor (Abb. 7.1) erfuhr im Berichtsjahr eine wesentliche Verbesserung. Im Spurdetektor wurden neue Driftröhren eingebaut, die nun vier Doppellagen anstelle der früheren drei Doppellagen haben. Alle Lagen werden jetzt mit anorganischen Gasen betrieben. Dadurch ist es möglich, die Spuren mit sehr hoher Ausbeute zu rekonstruieren („tracking“ anstelle von „tagging“ geladener Teilchen). Man erhält eine Nachweiswahrscheinlichkeit für geladene Spuren von $(98.5 \pm 0.2)\%$.

Spurdetektor

Die anderen Detektorkomponenten haben zufriedenstellend gearbeitet. Der NaJ(Tl)-Szintillationszähler zur Energiemessung schauernder Teilchen hat nach wie vor dieselbe Energieauflösung. Abb. 7.5a zeigt die Zeitabhängigkeit der Eichkonstanten, wie sie mit der 660-keV- γ -Linie von ^{137}Cs gemessen wird, Abb. 7.5b zeigt die Energieauflösung, gemessen mit der 6.1-MeV- γ -Linie, die mit dem Van de Graaff-Generator durch die Reaktion $^{19}\text{F}(p, \alpha\gamma)^{16}\text{O}$ erzeugt wird. Beide γ -Linien werden, zusammen mit der Bhabha-Streuung, zur Energieeichung des Detektors benutzt.

Szintillationszähler

Das „ball environment“ funktionierte auch im Jahre 1984 gut. Der Lufttrockner arbeitete während des ganzen Jahres. Dank der Strahlenschutzmaßnahmen, die im Jahr 1983 durchgeführt worden waren, hat der Detektor im Jahr 1984 nur eine Strahlendosis von ca. 100 rad erhalten (Abb. 7.6).

„ball environment“

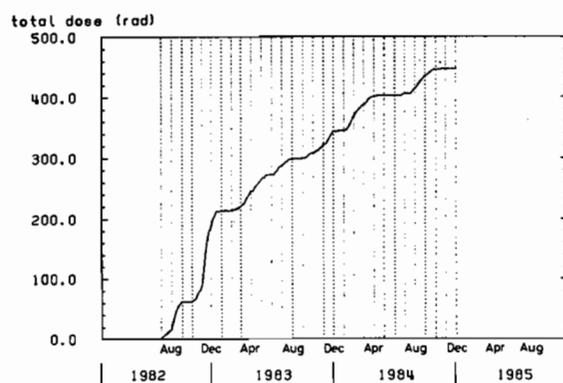


Abb. 7.6: Die am Crystal Ball-Detektor registrierte Strahlendosis für 1982 bis 1984. Man erkennt die Wirkung der Strahlenschutzmaßnahmen des Jahres 1983.

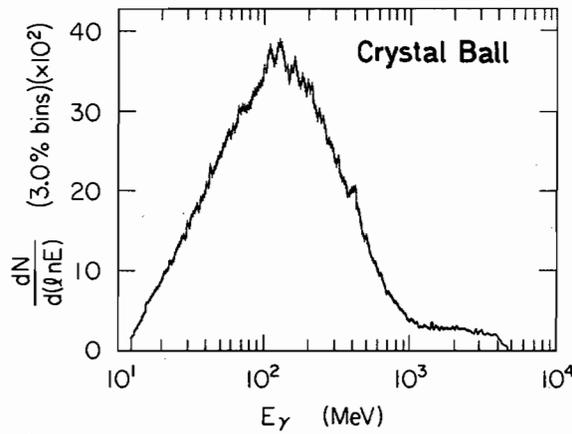


Abb. 7.7: Das inklusive γ -Spektrum der $Y(2S)$ -Zerfälle im gesamten γ -Energiebereich.

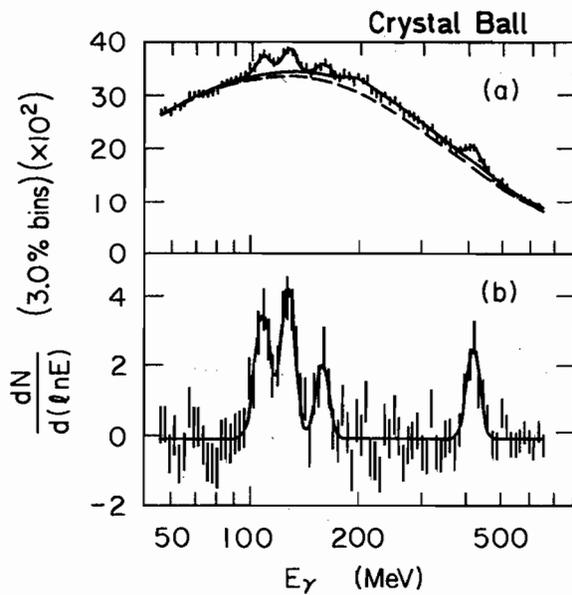


Abb. 7.8: Das inklusive γ -Spektrum der $Y(2S)$ -Zerfälle im γ -Energiebereich 50 bis 600 MeV.
 a) Der Fit mit drei γ -Linien und der Tochterlinie ist eingetragen (siehe Text).
 b) Der Untergrund unter den Linien ist abgezogen. Man erkennt, daß die drei Linien zu den χ_b -Zuständen getrennt sind.

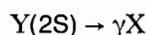
Tab. 7.3: Experimentelle Resultate über die χ_b -Zustände und ihre radiativen Übergangswahrscheinlichkeiten.

		$\chi_b^J (J=2)$	$\chi_b^J (J=1)$	$\chi_b^J (J=0)$
Y(2S)- E_γ in MeV	inklusiv	$110.4 \pm 0.8 \pm 2.2$	$130.6 \pm 0.8 \pm 2.4$	$163.8 \pm 1.6 \pm 2.7$
	Kaskaden- zerfälle	$107.0 \pm 1.1 \pm 1.3$	$131.7 \pm 0.9 \pm 1.3$	—
Y(2S)-BR in %	inklusiv	$5.8 \pm 0.7 \pm 1.0$	$6.5 \pm 0.7 \pm 1.2$	$3.6 \pm 0.8 \pm 0.9$
	Kaskaden- zerfälle	$1.6 \pm 0.3 \pm 0.3$	$2.1 \pm 0.3 \pm 0.4$	< 0.2 (90 % C.L.)
$(\chi_b \rightarrow$ Y(1S))-BR in %	inklusiv	$3.6 \pm 0.7 \pm 0.5$		
	combined	$27 \pm 6 \pm 6$	$32 \pm 6 \pm 7$	< 6 (90 % C.L.)

Physikalische Ergebnisse

Die Datennahme auf der $Y(2S)$ -Resonanz wurde im Winter 1984 beendet und die Auswertung abgeschlossen. Insgesamt wurde auf der $Y(2S)$ -Resonanz eine integrierte Luminosität von 60.6 pb^{-1} gemessen, und dabei wurden 338 200 hadronische Ereignisse aufgenommen, von denen 193 500 Resonanzzerfälle sind (der Rest sind Kontinuumsreaktionen).

Es wurden die χ_b -Zustände mit Hilfe des inklusiven γ -Spektrums



χ_b -Zustände aus
 $Y(2S) \rightarrow \gamma X$

untersucht. Die Auswahl der Ereignisse erfolgte in zwei Stufen:

a) Die Auswahl der hadronischen Ereignisse aus allen Triggern, die auch elektromagnetische Reaktionen, Zwei-Photon-Reaktionen, kosmische Strahlung sowie Strahl-Gas- und Strahl-Strahlrohr-Wechselwirkungen enthalten, erfolgt durch folgende Kriterien:

1. Die im Detektor gesehene Energie muß $E_{\text{seen}} > 10\% E_{\text{c.m.}}$ sein.
2. Die Teilchen des Ereignisses müssen vorwärts-rückwärts ausbalanciert sein und müssen einen großen Transversalimpuls haben.
3. Es müssen mindestens vier Teilchen beobachtet werden.

Die Nachweiswahrscheinlichkeit für die Auswahl hadronischer Ereignisse ist $\epsilon_{\text{had}} = (86 \pm 7)\%$.

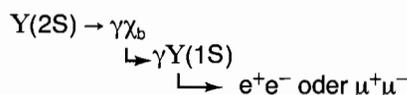
b) Die Auswahl der Photonen aus allen Teilchen eines hadronischen Ereignisses (es wurde bislang nur die Energieablage im Detektor betrachtet) geschieht durch folgende Schritte:

1. Der Raumwinkel wird auf $|\cos\Theta| < 0.75$ beschränkt (das ist der Raumwinkel, der von allen Spurendetektoren erfaßt wird).
2. Das Teilchen muß aufgrund der Information des Spurdetektors neutral sein.
3. Die laterale Energieverteilung im Schauerdetektor muß die eines elektromagnetischen Schauers sein.
4. Es wird ein „energiefreier“ Abstand von 30° zum nächsten Teilchen verlangt, um eine ungestörte Energiemessung zu ermöglichen.
5. Das Photon darf nicht aus einem π^0 -Zerfall herrühren.

Die Nachweiswahrscheinlichkeit ist $\epsilon_\gamma = (15.2 \pm 1.5)\%$.

Die Abb. 7.7 zeigt das so gewonnene inklusive γ -Spektrum. Man erkennt drei γ -Linien bei etwas über 100 MeV und eine weitere bei ca. 430 MeV. Dieses Spektrum wird mit folgenden Annahmen gefittet: Ein Kontinuum von Photonen aus dem π^0 -Zerfall durch ein Legendre-Polynom 4. Ordnung, dem Spektrum geladener Teilchen für deren „punch-through“, drei Gauß-Verteilungen, um die Linien bei $100 < E_\gamma < 170$ MeV zu beschreiben und einer Doppler-verbreiterten Tochterlinie bei 430 MeV; Abb. 7.8 zeigt das Ergebnis. Die γ -Linien zu den drei χ_b -Zuständen von $Y(2S)$ konnten erstmals getrennt werden. Die Ergebnisse werden in Tab. 7.3 angegeben.

Es wurden die χ_b -Zustände mit Hilfe der exklusiven Kaskadenzerfälle



χ_b -Zustände aus
exklusiven $Y(2S)$ -
Kaskadenzerfällen

untersucht. Die Auswahl der Ereignisse verlangt:

1. Zwei Photonen, $E_\gamma > 50$ MeV, neutrales Teilchen nach Kammerinformation, laterale Energieverteilung eines Photons

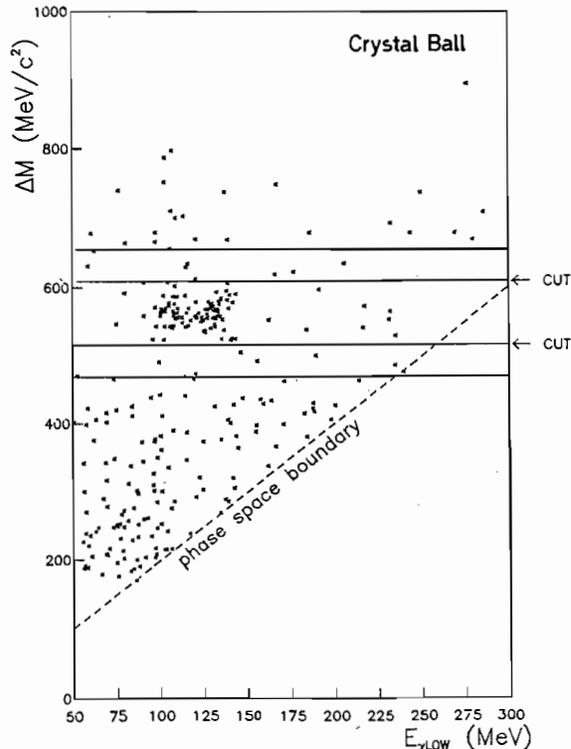


Abb. 7.9: Auswahl der Kaskadenzerfälle $Y(2S) \rightarrow \gamma\gamma^{+/-}$. Aufgetragen ist die Massendifferenz $\Delta M = M(Y(2S)) - M_{inv}(\gamma\gamma)$ gegen die Energie des niederenergetischen Photons $E_{\gamma,low}$. Man erkennt eine Anhäufung der Ereignisse bei $\Delta M = 540 \text{ MeV}/c^2$, der Massendifferenz zwischen $Y(2S)$ und $Y(1S)$. Dabei zeigen sich zwei γ -Linien.

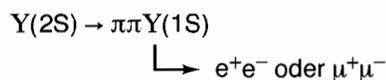
2. Zwei Elektronen oder zwei Myonen mit $E_e > 3 \text{ GeV}$ beziehungsweise $E_\mu = 160$ bis 300 MeV , Ladung aufgrund der Kammerinformation, laterale Energieverteilung eines Elektrons beziehungsweise eines Myons, Winkel zwischen den beiden Leptonen $\Theta_{ll} > 160^\circ$
3. Keine Überlappung zwischen den vier Teilchen im Endzustand, Separationswinkel $|\cos\Theta_{sep}| < 0.8$ für $e\gamma$ und $\gamma\gamma$, < 0.9 für $\mu\gamma$
4. Ein kinematischer Fit (4C beziehungsweise 2C) muß eine Wahrscheinlichkeit $> 10\%$ haben

Das Ergebnis zeigt Abb.7.9. Die Massendifferenz ΔM zwischen dem $Y(2S)$ und dem $Y(1S)$, gemessen aus der Strahlenergie (= Masse des $Y(2S)$) und dem Rückstoß gegen die beiden Photonen, wird gegen die Energie des niederenergetischen Photons aufgetragen. Man erkennt zwei klar getrennte γ -Linien. Man schneidet nun $\Delta M = 500$ bis 590 MeV und erhält das γ -Spektrum der Abb. 7.10.

Die Tab. 7.3 faßt die Ergebnisse über die χ_b -Zustände aus dem inklusiven γ -Spektrum und den Kaskadenzerfällen zusammen.

$Y(2S) \rightarrow \pi\pi Y(1S)$

Es wurde der hadronische Übergang



untersucht. Die hadronischen Übergänge wurden vom Crystal Ball-Detektor sowohl im Kanal geladener Pionen $\pi^+\pi^-$ als auch im Kanal neutraler Pionen $\pi^0\pi^0$ gemessen. Die Auswahl der Ereignisse erfolgt analog zu den Kaskadenzerfällen (hier für $\pi^0\pi^0$ beschrieben):

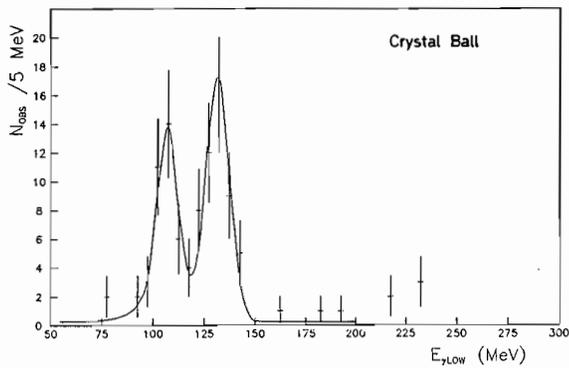


Abb. 7.10: Das Spektrum der niederenergetischen γ -Linie bei den Kaskadenzerfällen.

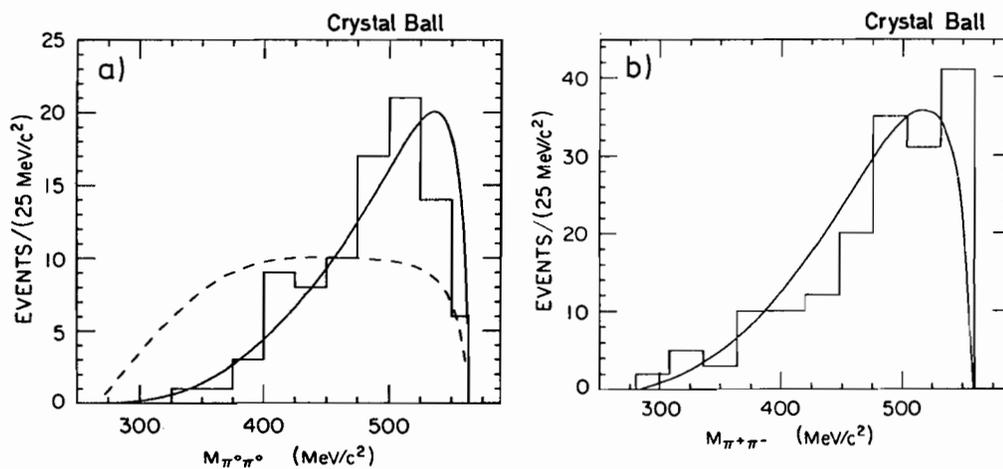


Abb. 7.11: Die invariante $\pi\pi$ -Masse der hadronischen Übergänge. a) $Y(2S) \rightarrow \pi^0\pi^0 Y(1S)$ und b) $Y(2S) \rightarrow \pi^+\pi^- Y(1S)$.

Man sucht Ereignisse mit vier Photonen und einem Leptonen-Paar. Ein kinematischer Fit beseitigt Untergrundereignisse, zum Beispiel radiative QED-Ereignisse oder $Y(1S)$ -Zerfälle in τ -Paare.

Es wurden folgende Verzweungsverhältnisse für die hadronischen Übergänge $Y(2S) \rightarrow \pi\pi Y(1S)$ gemessen:

	$\pi^0\pi^0$	$\pi^+\pi^-$
BR in %	$8.8 \pm 1.1 \pm 1.1$	$16.9 \pm 1.0 \pm 3.0$
$\pi^0\pi^0/\pi^+\pi^-$	0.47 ± 0.11	

Die Abb. 7.11 zeigt die Verteilung der invarianten $\pi\pi$ -Masse für den neutralen und den geladenen Kanal. Sie hat ein Maximum bei hohen Werten von $M_{\pi\pi}$. Dadurch wird eine Pion-Emission gemäß Phasenraum ausgeschlossen. PCAC-Modelle sind in Übereinstimmung mit dem Experiment. Sie beschreiben sowohl den $\pi^+\pi^-$ -Übergang als auch den $\pi^0\pi^0$ -Übergang. Letzterer wurde hier erstmals gemessen.

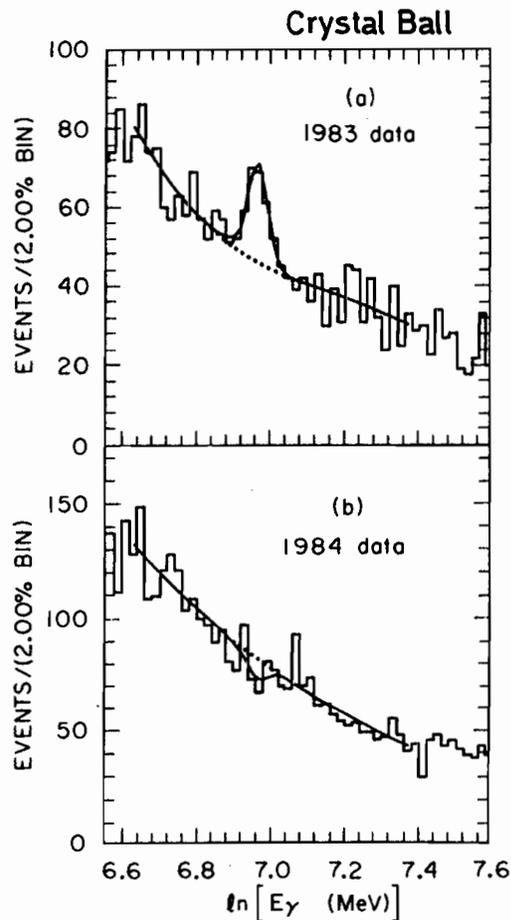


Abb. 7.12: Das inklusive γ -Spektrum der $Y(1S)$ -Zerfälle im Energiebereich $E_\gamma = 0.75$ bis 1.6 GeV, a) Daten von 1983, b) Daten von 1984.

$Y(1S)$ -Zerfälle

Im Rahmen des $Y(2S)$ -Programmes wurden im Jahr 1983 auf der $Y(1S)$ -Resonanz 10 pb^{-1} Daten genommen. Sie wurden auf γ -Linien hin untersucht. Die Auswahl der Photonen in der Menge der hadronischen Ereignisse erfolgte ähnlich wie es oben für die $Y(2S)$ -Zerfälle beschrieben wurde. Im γ -Energiebereich 750 bis 1600 MeV (Abb. 7.12 a) wurde eine monoenergetische, schmale γ -Linie bei $E_\gamma = 1.07$ GeV mit einer Signifikanz von 4.2σ mit einem Verzweungsverhältnis

$$\text{BR} = (0.47 \pm 0.11 \pm 0.26)\%$$

gefunden. Dem entspricht ein Rückstoßteilchen, ζ genannt, mit einer Masse von $M(\zeta) = 8.3$ GeV.

Das hadronische Datensample verlangt mindestens vier Teilchen. In einer Analyse der Daten mit kleiner Multiplizität wurde die γ -Linie bei 1.07 GeV mit einer Signifikanz von 3.3σ ebenfalls gesehen.

Aufgrund dieser Ergebnisse, die im Berichtsjahr auf der XXII. Internationalen Konferenz für Hochenergiephysik in Leipzig erstmals öffentlich vorgestellt wurden, wurde das DORIS II-Experimentierprogramm kurzfristig umgestellt und von August bis September 1984 ein sechswöchiger Run auf der $Y(1S)$ -Resonanz durchgeführt. Es wurden ca. 20 pb^{-1} Daten gesammelt.

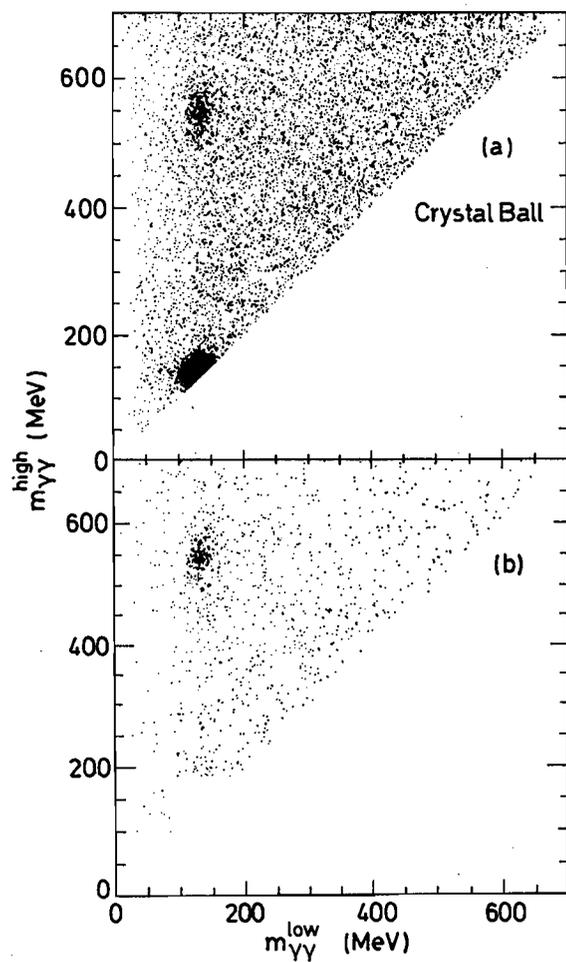


Abb. 7.13: Scatterplot der invarianten Massen der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow 4\gamma$ (drei Einträge pro Ereignis). Man erkennt die Reaktionen $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0$ und $\rightarrow \pi^0\eta^0$.

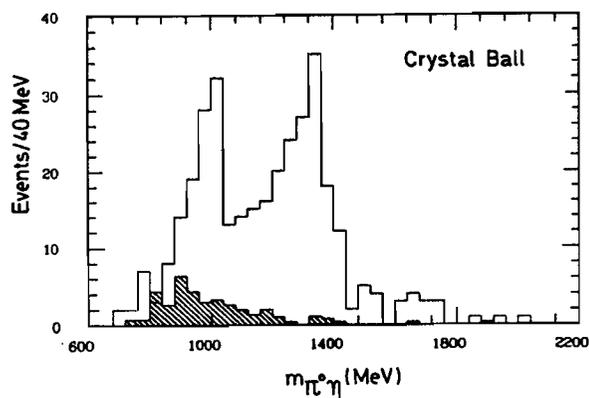


Abb. 7.14: Die invariante Masse $M(\pi^0\eta^0)$ und der Untergrund.

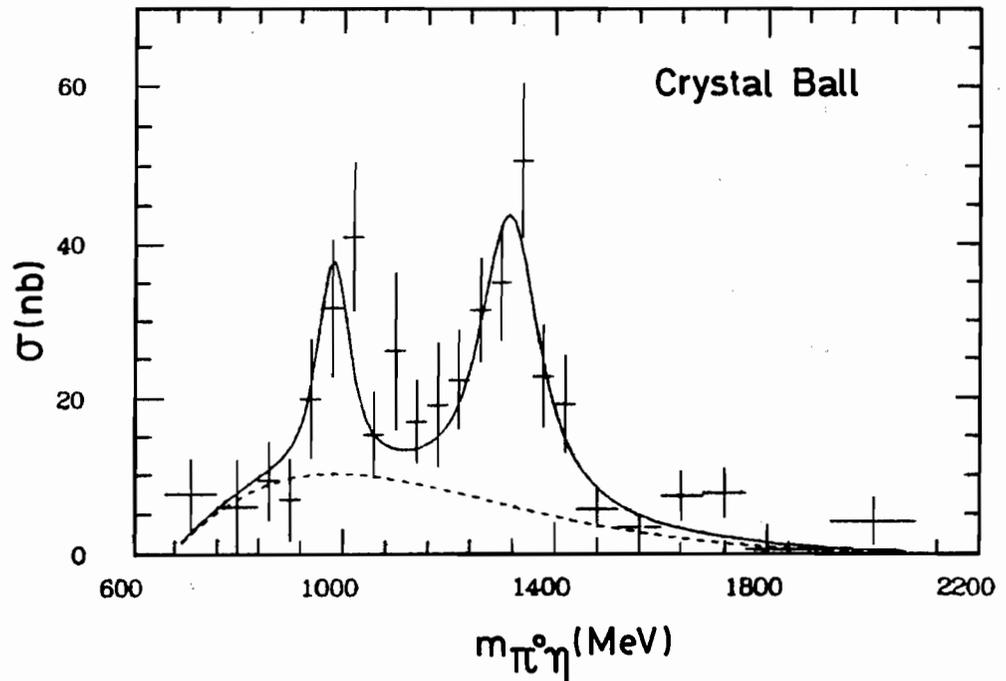


Abb. 7.15: Fit der invarianten Masse $M(\pi^0\eta)$ (siehe Text). Man erkennt die beiden Resonanzen $\delta(980)$ und $A_2(1320)$.

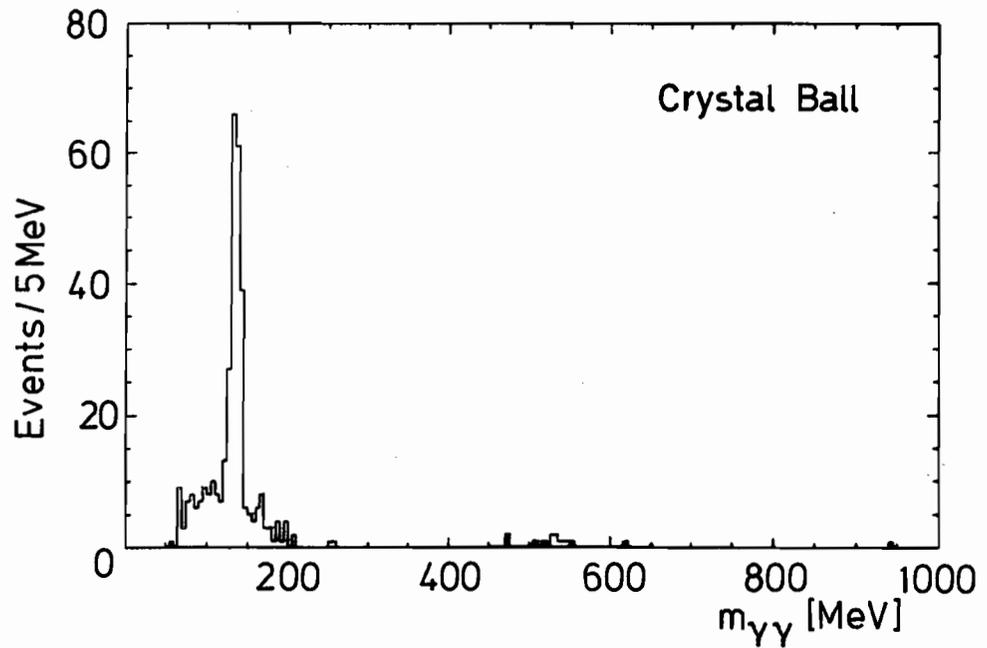


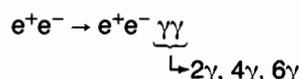
Abb. 7.16: Die invariante $\gamma\gamma$ -Masse der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$. Man erkennt die Resonanz-erzeugung des π^0 . Es wurden Daten aus Runs mit 6.8 pb^{-1} mit einem speziellen π^0 -Trigger verwendet.

Die Analyse der Y(1S)-Daten von 1984 hat die genannte γ -Linie nicht gezeigt (Abb. 7.12 b). Die Grenze ist $BR < 0.08\%$ (90 C. L.).

Die Gründe für die unterschiedlichen Ergebnisse der Messungen von 1983 und von 1984 sind noch nicht verstanden. Die Untersuchung geht in folgende Richtungen: Unterschiede in den Run-Bedingungen, Überprüfung des Detektors (Hardware und Software), statistische Analyse. Die Arbeit wird fortgeführt.

Der Crystal Ball-Detektor ist wegen seines großen Raumwinkels sehr gut geeignet, Zwei-Photon-Reaktionen

Zwei-Photon-
Wechselwirkung



zu beobachten. Ein Tagging-System ist nicht vorhanden und wird auch für die vollständig gemessenen Endzustände nicht benötigt.

Abb. 7.13 zeigt einen Scatterplot der invarianten Massen $M_{\gamma\gamma\text{low}}$ gegen $M_{\gamma\gamma\text{high}}$ (drei Einträge pro Ereignis). Man erkennt deutlich zwei Anhäufungen, und zwar bei $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\pi^0$ und $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\eta^0$. Im Berichtszeitraum wurde die Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0\eta^0$ untersucht. Abb. 7.14 zeigt eine Verteilung der invarianten Masse $M_{\pi^0\eta^0}$. Man erkennt die Resonanzen $A_2(1320)$ und $\delta(980)$ (es sind die einzigen Resonanzen mit einem $\pi^0\eta^0$ -Zerfall). Der Untergrund, gemessen in den Seitenbändern der Resonanzen im Scatterplot, ist gering. Abb. 7.15 zeigt den Fit an ein Kontinuum und an die beiden bekannten Resonanzen. Aus dem Wirkungsquerschnitt können die Partialbreiten $\Gamma_{\gamma\gamma}$ der Resonanzen ermittelt werden:

$\gamma\gamma \rightarrow 4\gamma$

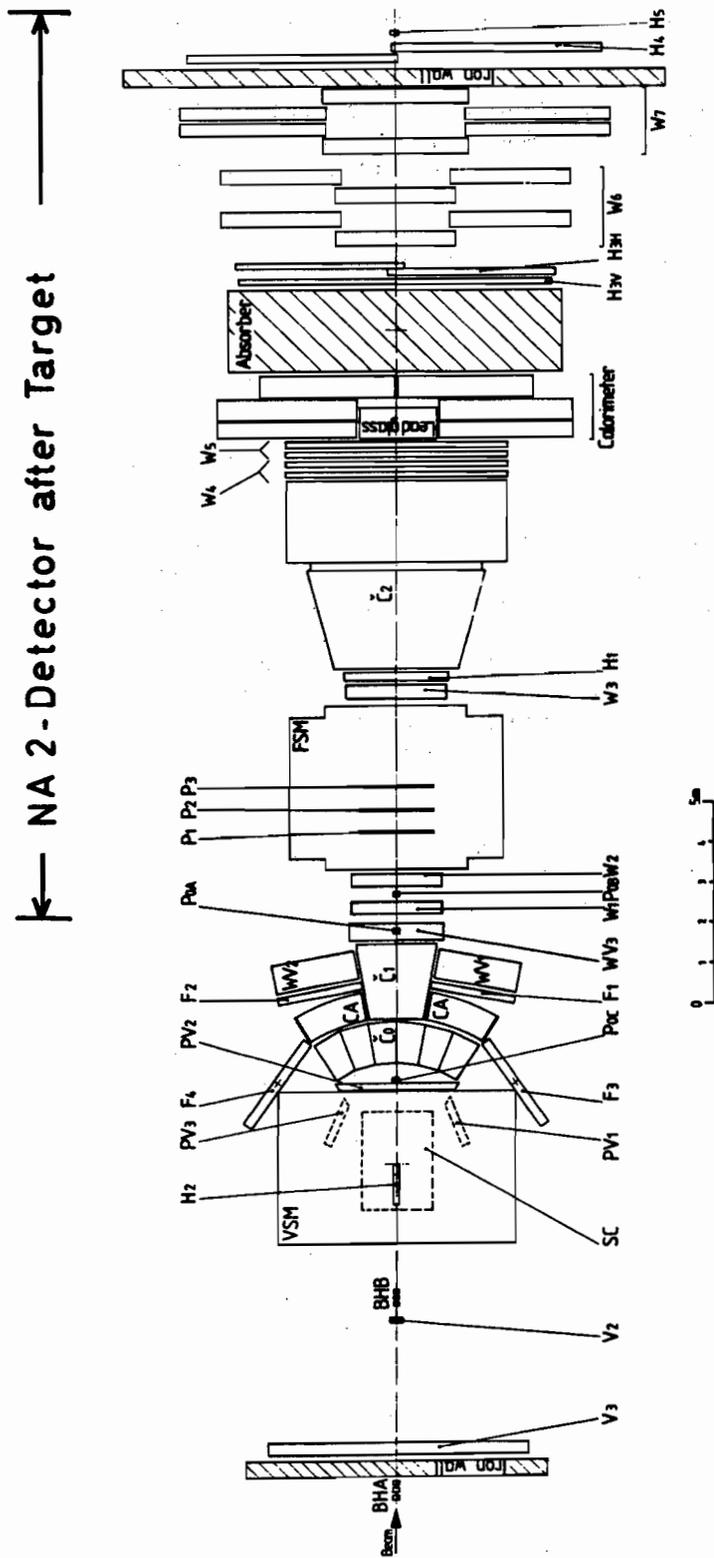
$$\begin{aligned} \Gamma_{\gamma\gamma}(A_2) &= (1.14 \pm 0.20 \pm 0.26) \text{ keV} \\ \Gamma_{\gamma\gamma}(\delta) \text{ BR}(\delta \rightarrow \pi\eta) &= (0.19 \pm 0.07 \begin{smallmatrix} +0.10 \\ -0.07 \end{smallmatrix}) \text{ keV} \end{aligned}$$

Für das A_2 sind die Ergebnisse in Übereinstimmung mit der Kenntnis über Tensormesonen. Die theoretischen Vorhersagen für das δ variieren um einen Faktor 2000. Es handelt sich um eine erste Messung der Partialbreite $\Gamma_{\gamma\gamma}$ für ein skalares Meson.

Mit einem besonderen Trigger konnte erstmals die Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \pi^0 \rightarrow \gamma\gamma$ beobachtet werden; Abb. 7.16 zeigt die Verteilung der invarianten Masse. Man erkennt klar den π^0 -Peak. Es ist das erste Mal, daß das π^0 -Meson in $\gamma\gamma$ -Reaktionen beobachtet werden konnte. Das Experiment wird durchgeführt und die π^0 -Lebensdauer gemessen.

$\gamma\gamma \rightarrow \gamma\gamma$

EMC (NA 9) - DETECTOR



VSM = Vertex Magnet; FSM = Forward Magnet; SC = Streamer Chamber; PV1-3, P1-3, P0A-C = Prop. Chambers; W1-7 = Driftchambers; H1-5, F1-4, BHA-B = Hodoscopes; V2-3 = Vetocounters; C0-2, CA = Cerenkovcounters

Abb. 8.1 : Schematischer Aufbau des EMC-Detektors.

Europäische Myon-Kollaboration EMC

Myon-Streuung am CERN-SPS

DESY beteiligt sich seit mehr als 10 Jahren mit einer Arbeitsgruppe an der Planung und Durchführung der Myon-Streuexperimente der European Muon Collaboration (EMC) am 280-GeV-Myon-Strahl des CERN-SPS. Der EMC-Detektor (CERN-NA9-Experiment) besteht aus einem Vorwärtsspektrometer und einem Vertexdetektor mit einer Streamerkammer im Magnetfeld. Dieser Detektor ist in Abb. 8.1 dargestellt. Dabei wurde großer Wert auf die Teilchenidentifikation gelegt. Sie erfolgt in den äußeren Bereichen mit den Flugzeitodoskopen F1 bis F4 sowie den Aerogel-Cerenkovzählern CA und dem Gas-Cerenkovzähler C0. Im Vorwärtsbereich befinden sich drei Gas-Cerenkovzähler C0, C1 und C2. Besonders wegen der hohen Akzeptanz der Streamerkammer kann praktisch der vollständige x_F -Bereich der erzeugten Hadronen gemessen werden.

Seit dem Abschluß der Messungen zum NA9-Experiment Ende 1983 beschränkte sich die Arbeit der DESY-Gruppe an diesem Experiment auf die weitere Analyse der in den Vorjahren aufgenommenen Meßdaten.

Physikalische Ergebnisse

Vergleiche der Strukturfunktion des Nukleons, gemessen bei hohem Impulsübertrag an Eisen und Deuterium, haben gezeigt, daß beim Eisen eine deutliche Verschiebung zu kleineren x_{Bj} -Werten erfolgt. Für die Erklärung dieses EMC-Effekts wurden viele theoretische Modelle aufgestellt. Eine Möglichkeit für eine Erklärung wäre ein höherer Gluon-Anteil in Kernen, verglichen mit den quasifreien Nukleonen im Deuterium.

J/Ψ-Produktion an H₂/D₂ und Eisen

Ein empfindlicher Test für dieses Modell ist die inklusive Produktion von J/Ψ-Mesonen, da dieser Prozeß vollständig mit dem Photon-Gluon-Fusionsmodell erklärt werden kann. Der Wirkungsquerschnitt ist dann proportional zur effektiven Gluon-Verteilung im Nukleon. Die Abb. 8.2 zeigt den gemessenen Wirkungsquerschnitt pro Nukleon für H₂/D₂-Targets und ein Eisen-Target. Innerhalb des akzeptierten x_{Bj} -Bereichs von $0.026 < x_{Bj} < 0.085$ ergibt sich ein Verhältnis für die Gluon-Verteilung von Eisen und H₂/D₂ von

$$1.45 \pm 0.12 \text{ (stat.)} \pm 0.22 \text{ (syst.)}$$

Dieses Resultat unterstützt die Hypothese, daß der EMC-Effekt zumindest teilweise mit einer Zunahme der Gluon-Verteilung in Kernen bei kleinem x_{Bj} erklärt werden kann.

Ein Vergleich der Spektren produzierter Hadronen an verschiedenen großen Kernen gibt Aufschluß über den Fragmentierungsmechanismus. Im Quark-Parton-Modell wird die Energie des virtuellen Photons praktisch vollständig auf das angestoßene Quark übertragen. Würde das Quark noch innerhalb des Kerns vollständig zu einem Jet fragmentieren, dann würde man wegen sekundärer Wechselwirkungen im Kern eine Zunahme der Multiplizität bei kleinen Impulsen erwarten. Andererseits könnte man auch Effekte von der direkten Wechselwirkung der Quarks mit den Nukleonen des Kerns erwarten.

Hadronen-Produktion an C- und Cu-Targets

Die Abb. 8.3 zeigt das Verhältnis der Hadron-Multiplizität für Cu ($R = 4.8$ fm) und C ($R = 2.7$ fm) als Funktion des Energieanteils z für verschiedene Intervalle der Energie des virtuellen Photons. Die erwartete Verschiebung der Multiplizität zu kleineren Energien bei Cu verglichen mit C ist nur für die kleinen Energien von $50 < \nu < 70$ GeV zu beobachten.

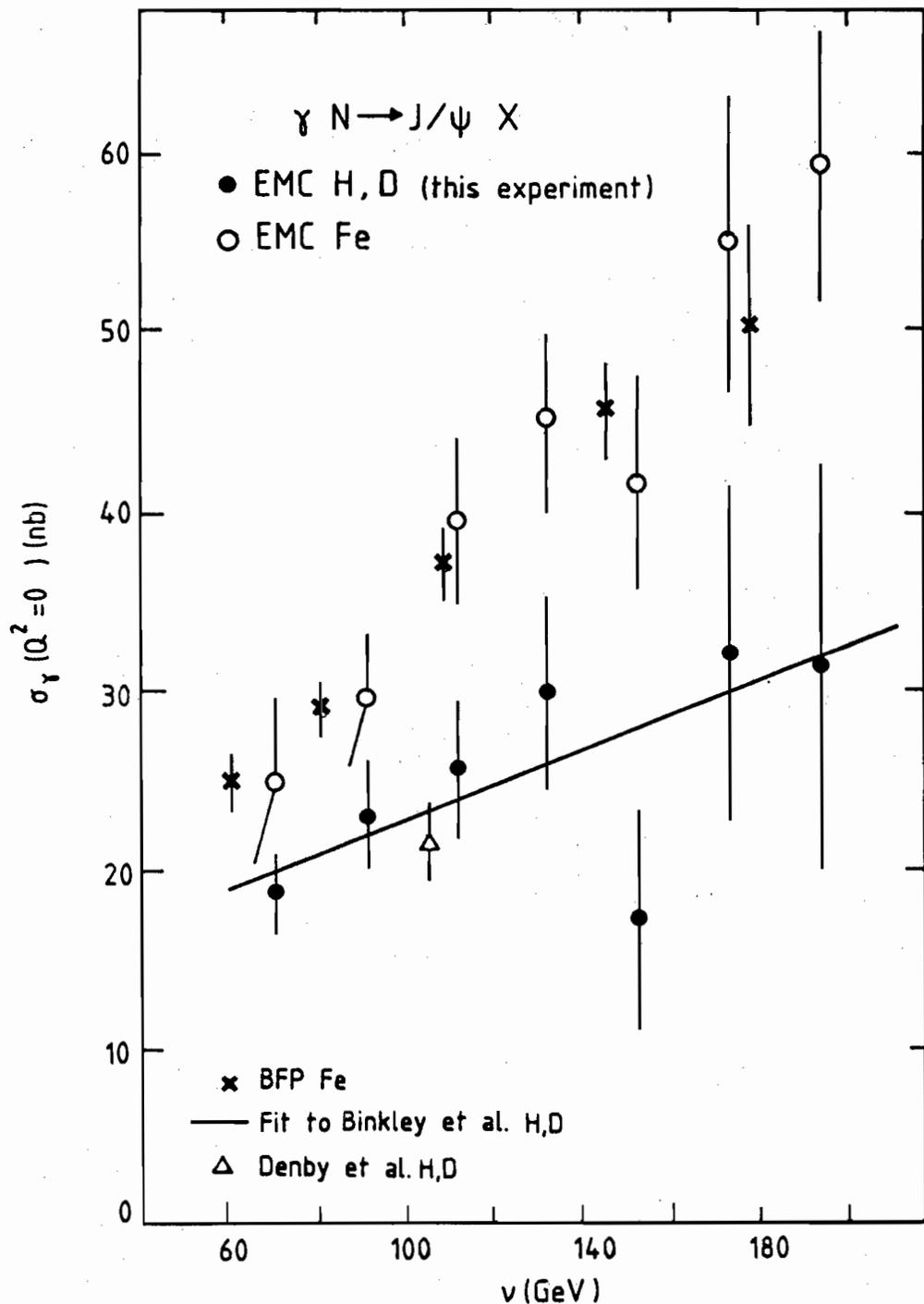


Abb. 8.2: Der Wirkungsquerschnitt für J/ψ -Produktion an Nucleonen für H_2/D_2 -Targets und ein Eisen-Target.

Bei höheren Energien ist wegen der Lorentzverschiebung kein Effekt mehr zu sehen. Das Resultat dieser Messung kann damit zusammengefaßt werden, daß die Fragmentations-

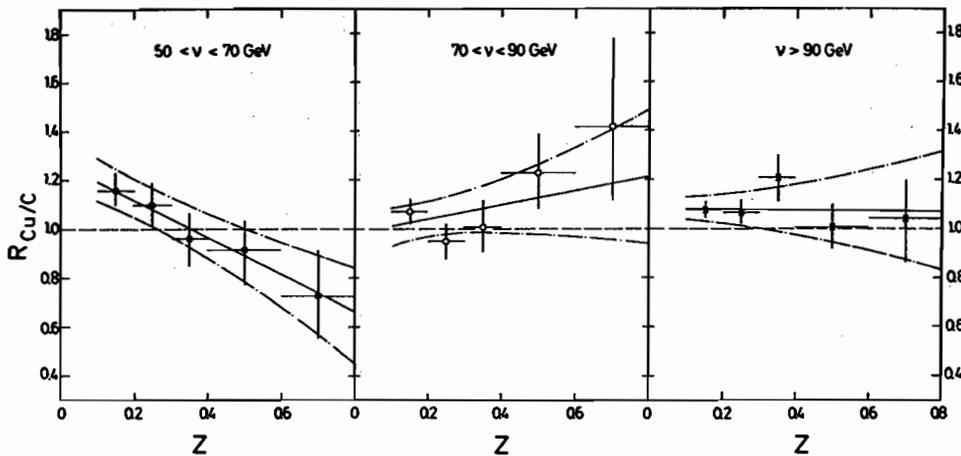


Abb. 8.3: Das Verhältnis der geladenen Multiplizität für Cu- und C-Targets. Die Linien sind lineare Fits mit einer Fehlerangabe von $\pm 1\sigma$ inklusive des systematischen Fehlers.

länge bei hohen Energien größer ist als der Radius des Kupferkerns und daß der Absorptionsquerschnitt für Partonen kleiner ist als 10 mb.

Im Quark-Parton-Modell erhält man bei der Myon-Streuung ein Quark in Vorwärtsrichtung und ein Targetrestsystem. Bei hohen Energien fragmentieren diese beiden Systeme weitgehend unabhängig, so daß im Schwerpunktsystem ein Jet in Vorwärtsrichtung und ein Jet in Rückwärtsrichtung entsteht. Aus der Diquark-Fragmentation des Resttargets erwartet man in Rückwärtsrichtung einen größeren Baryonen-Anteil.

*Identifizierte
Hadronen*

Die mittlere Multiplizität für die Erzeugung von π , K und p ist in Abb. 8.4 getrennt für den Vorwärts- und Rückwärtsbereich als Funktion von W^2 dargestellt. Die Daten sind verträglich mit einem logarithmischen Anstieg in W^2 . Lediglich die Multiplizität für Protonen in Rückwärtsrichtung mit etwa 0.5 Protonen pro Ereignis ist weitgehend unabhängig von der Schwerpunktsmasse W . Diese relativ zur Vorwärtsrichtung hohe Proton-Multiplizität spiegelt den Nachweis des Target-Protons wider. Diese Proton-Multiplizität von ~ 0.5 wird auch erwartet, wenn man beachtet, daß in etwa 50 % der Prozesse das Target-Baryon als Neutron auftritt.

Unterschiede zwischen den verschiedenen Teilchenarten sind auch in den Transversalimpulsen zu beobachten. Die Abb. 8.5 zeigt die mittleren p_{\perp}^2 als Funktion von x_F . Für π - und K-Mesonen ist ein Ansteigen des Transversalimpulses mit x_F zu beobachten, der in Vorwärtsrichtung wegen der erhöhten Emission von Gluonen stärker ausgeprägt ist. Die entsprechende Verteilung für die Protonen zeigt nur ein schwaches Ansteigen. Im zentralen Bereich ist das mittlere p_{\perp}^2 für schwere Teilchen größer als für leichte Teilchen. Die Resultate sind gut mit dem Lund-Modell verträglich.

Die Kombination der Streamerkammer-Daten mit den elektronischen Detektoren erlaubt das Ausmessen der geladenen Spuren mit hoher Genauigkeit. Dadurch lassen sich K^0 , Λ und $\bar{\Lambda}$ gut rekonstruieren. Die Abb. 8.6 zeigt die Multiplizitäten für diese Teilchen als Funktion von W^2 , verglichen mit Neutrino-Daten bei kleineren Energien. Da Teilchen mit einem s-Quark hauptsächlich über $s\bar{s}$ -Paare bei der Fragmentation erzeugt werden, kann man die Wahrscheinlichkeit für $s\bar{s}$ -Paarerzeugung verglichen mit der Erzeugung leichter Quark-Paare abschätzen. Es ergibt sich dafür ein Verhältnis von etwa 1:3.

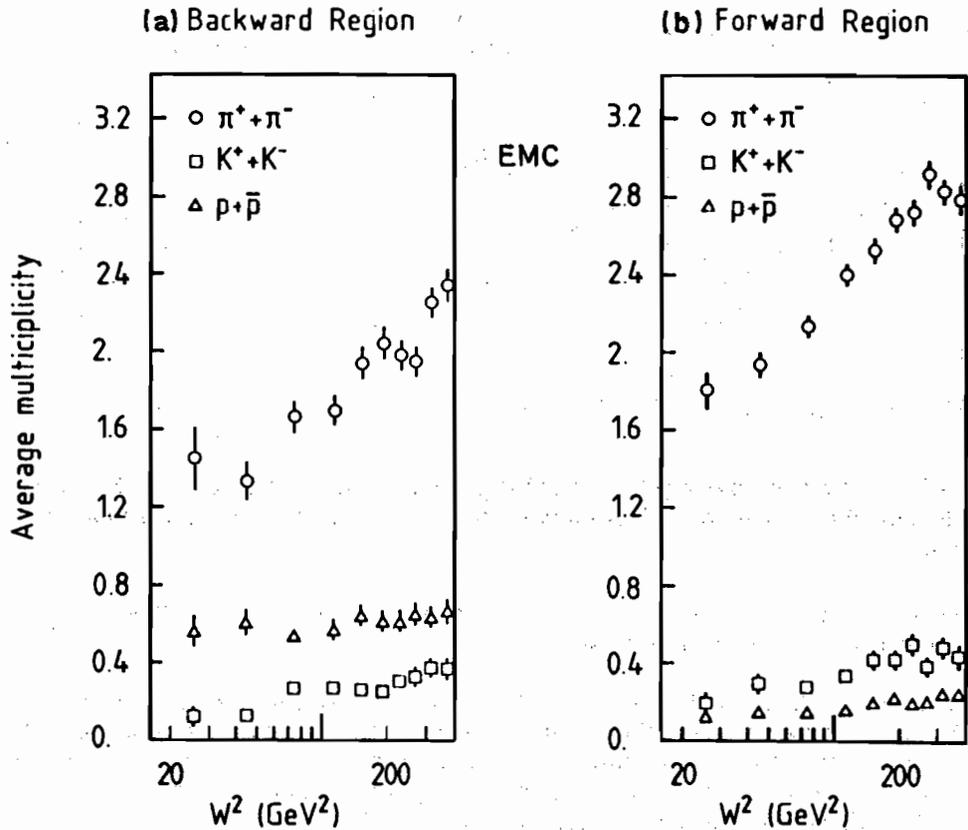
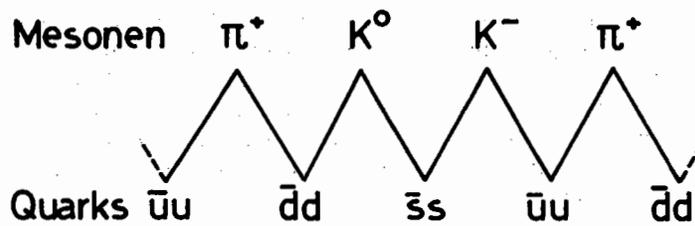


Abb. 8.4: Die mittlere Multiplizität für Pionen, Kaonen und Protonen im Vorwärts- (b) und Rückwärtsbereich (a).

Fragmentationsketten

In Fragmentationsmodellen werden die Mesonen entlang einer Kette aus Quark-Antiquark-Paaren generiert:



Dabei kommt es dann häufig vor, daß benachbarte Mesonen entgegengesetzte Ladung haben. Gelingt es, mit einer geeigneten kinematischen Variablen die Position der Mesonen innerhalb der Fragmentationskette zu bestimmen, dann kann man leicht diese Hypothese nachprüfen. In Abb. 8.7 ist das mittlere Produkt der Ladungen der beiden Teilchen mit dem größeren x_F als Funktion der Summe der beiden x_F dargestellt. Es wird deutlich, daß bei großem x_F die beiden Teilchen bevorzugt verschiedene Ladung aufweisen.

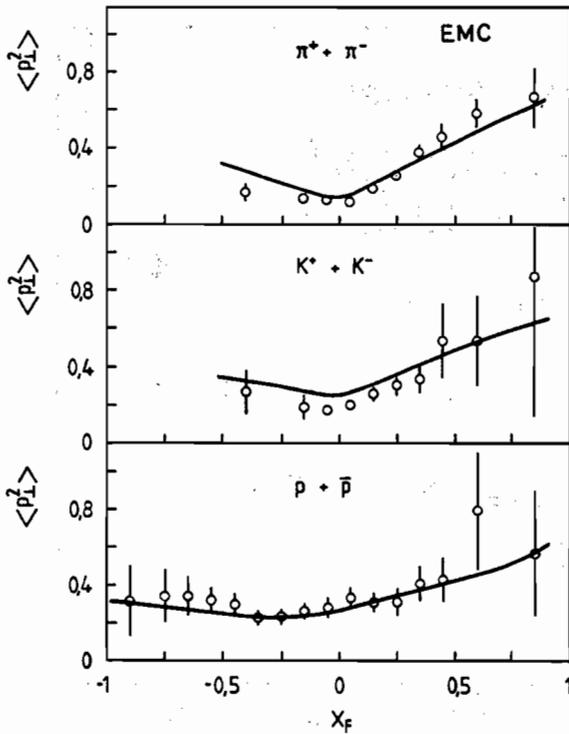


Abb. 8.5: Mittlere Transversalimpulsquadrate für Pionen, Kaonen und Protonen.

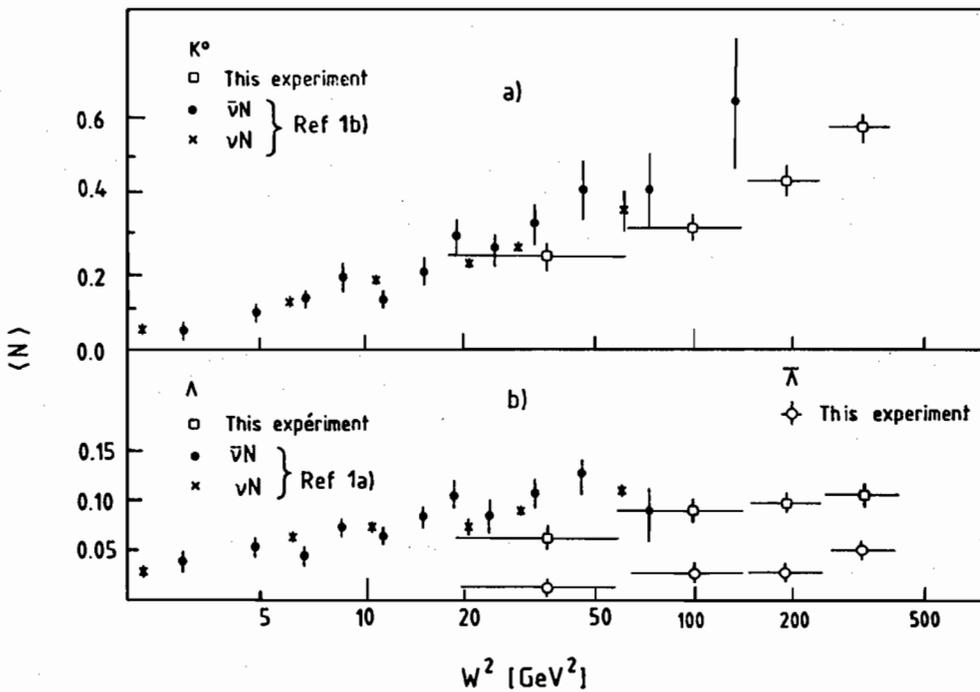


Abb. 8.6: Mittlere Multiplizität für K^0 (a), Λ und $\bar{\Lambda}$ (b), verglichen mit Neutrino-Daten.

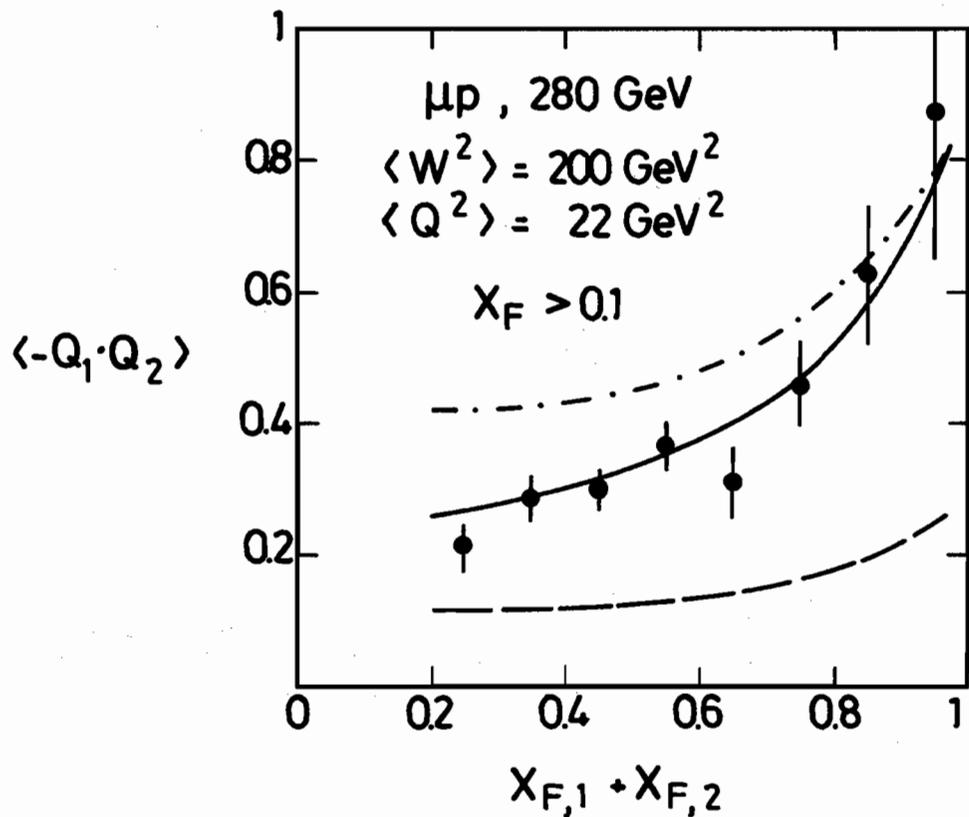


Abb. 8.7: Ladungsprodukt für die beiden schnellsten Teilchen.

*Kompensation des
Transversalimpulses
zwischen Strom-Jet
und Target-Jet*

Wegen der hohen Akzeptanz des NA9-Spektrometers kann neben dem Strom-Jet auch der Target-Jet gut gemessen werden. Das erlaubt eine Untersuchung der Kompensation des Transversalimpulses zwischen den beiden Jets. Dabei ist besonders die Frage nach dem internen Transversalimpuls k_T der Partonen interessant.

Für die Abb. 8.8 wurden Ereignisse mit einem Teilchen von $x_F > 0.5$ selektiert. Der Transversalimpuls pro Rapiditätseinheit ist als Funktion der Schwerpunktsrapidität y^* für dieses Triggerteilchen in (a) dargestellt, in (b) ist der kompensierende Transversalimpuls aller verbleibenden Teilchen aufgetragen. Die eingezeichneten Kurven sind Vorhersagen mit folgenden Annahmen:

- volle Linie: Lund Modell mit weichen Gluonen und $\langle k_T^2 \rangle = (0.44 \text{ GeV})^2$
- strichpunktierte Linie: Wie volle Linie, aber $\langle k_T^2 \rangle = 0$
- gestrichelte Linie: Ohne Gluonen, aber $\langle k_T^2 \rangle = (0.88 \text{ GeV})^2$

Die Messungen können gut nur mit einer Kombination aus Gluon-Emission und internem k_T beschrieben werden.

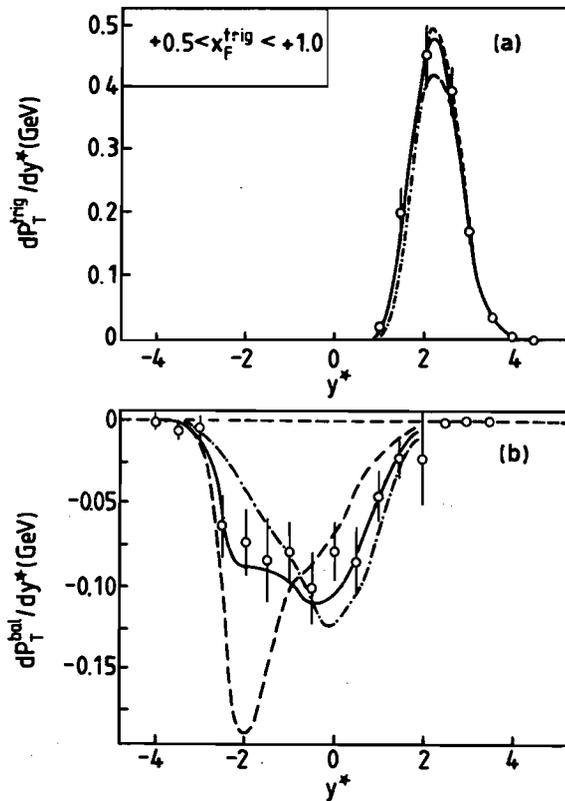


Abb. 8.8: Kompensation des Transversalimpulses eines Triggerteilchens mit $x_F > 0.5$. Die Kurven sind im Text erklärt.

Vorbereitung von HERA-Experimenten

Für die Experimente am HERA-Speicherring hat die Kalorimetrie von elektromagnetischen und hadronischen Teilchen entscheidende Bedeutung. In diesem Zusammenhang wurde untersucht, ob sich Kalorimeter in Technologien realisieren lassen, die heute noch nicht angewandt werden. Dazu gehörte:

- Verwendung großflächiger Silizium-Detektoren zwischen Konverterplatten,
- Verwendung von szintillierendem Glas als Hadron-Kalorimeter,
- Aufbau eines Samplingkalorimeters aus Bleiglasplatten und Szintillatorplatten.

Es hat sich jedoch gezeigt, daß keine dieser Methoden in der Gesamtheit der Eigenschaften zu einem Flüssig-Argon-Kalorimeter konkurrenzfähig ist, obwohl für das Samplingkalorimeter aus Bleiglasplatten und Szintillatorplatten gute Testergebnisse erzielt wurden.

Für die Festlegung der Detektorparameter wurden diverse Monte-Carlo-Rechnungen durchgeführt. Dabei ging es besonders um die erforderliche Energie- und Winkelauflösung des Kalorimeters in den verschiedenen Winkelbereichen für die Erzeugung neuer Teilchen und für die Messung von Strukturfunktionen. Mit einem Monte-Carlo-Programm für Hadron-Schauer wurden die Eigenschaften des Kalorimeters für Jets und Einzelteilchen simuliert.

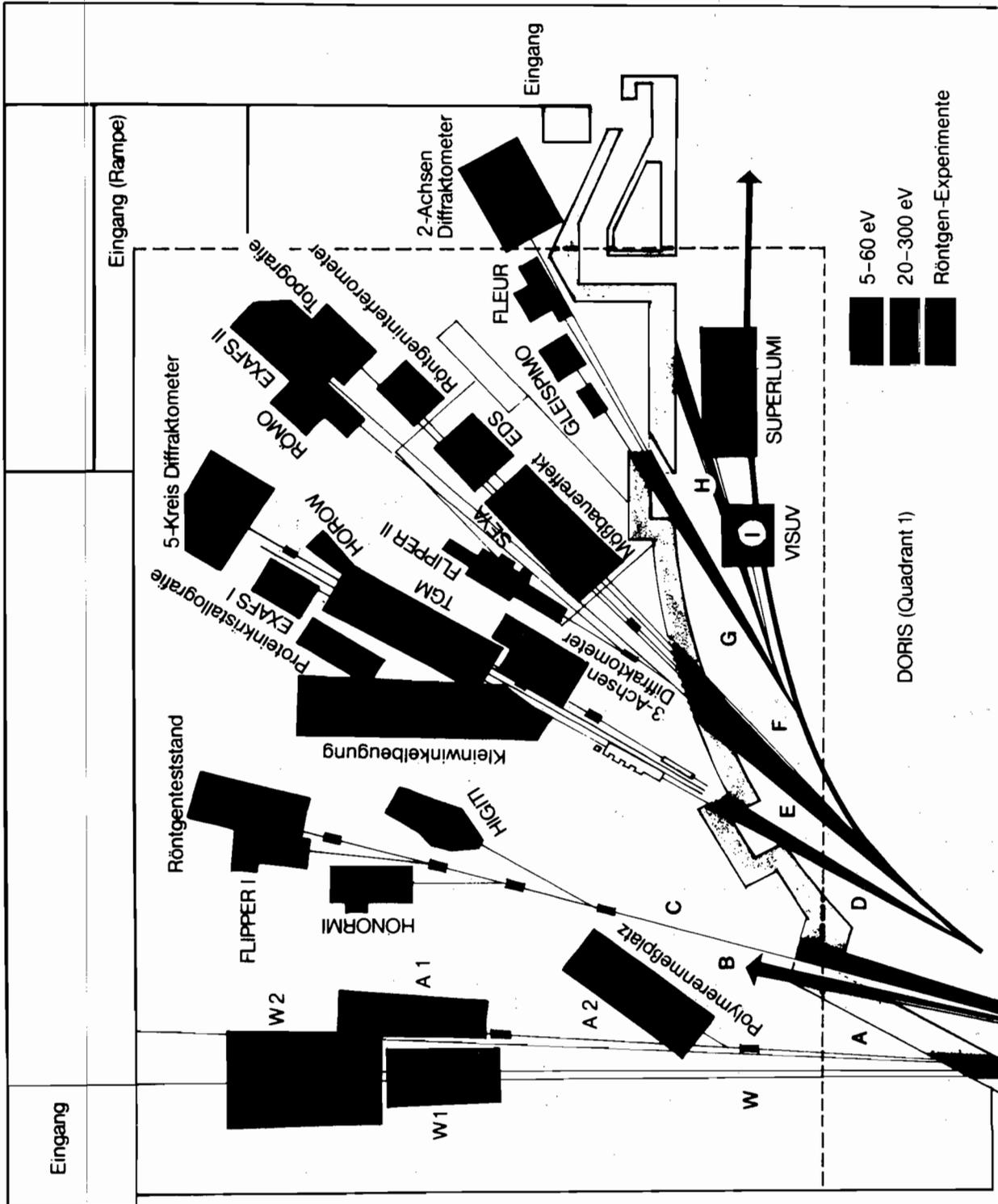


Abb. 9.1: Schematische Darstellung der Strahlführung zu den HASYLAB-Messplätzen.

Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASLAB

Im gleichen Jahr, in dem das Deutsche Elektronen-Synchrotron sein 25jähriges Bestehen feierte, waren 20 Jahre seit den ersten Experimenten mit Synchrotronstrahlung am DESY vergangen. Mit dem Speicherring DORIS steht nun seit zehn Jahren eine zehn- bis 100mal stärkere Quelle für Synchrotronstrahlung zur Verfügung, als es der Beschleuniger DESY war, an dem die Experimente damals begonnen wurden. Im Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASLAB wird DORIS heute im großen Maßstab für Experimente mit Synchrotronstrahlung genutzt. Der gesondert erhältliche Jahresbericht HASLAB 1984 mit ca. 120 Einzelbeiträgen aus den verschiedenen Disziplinen vermittelt einen Eindruck von der Fülle der interessanten Resultate.

Überblick

Im Jahr 1984 wurde ein weiterer wichtiger Schritt getan, um die Qualität der Strahlung zu verbessern. Mit der Inbetriebnahme des ersten Wiggers an DORIS II ist noch einmal ein Intensitätsgewinn von bis zu zwei Größenordnungen erzielt worden. Die Synchrotronstrahlung, die in einem breiten Spektralbereich vom Vakuum-Ultraviolett bis zum Röntgenbereich mit hoher Intensität abgestrahlt wird, steht jetzt an 23 Strahlen aus Ablenkmagneten und zwei Strahlen aus dem ersten Wiggler für Experimente zur Verfügung (Abb. 9.1, Tab. 9.1). Die hohe Energie der Elektronen in DORIS II (bis zu 5.6 GeV) ergibt ein Spektrum, das bis in den sehr harten Röntgenbereich um 100 keV reicht. Die Synchrotronstrahlung wird zur Untersuchung der elektronischen und geometrischen Struktur der Materie und für technologische Anwendungen genutzt.

Drei der Meßplätze in der HASLAB-Halle werden von einer Außenstelle des Europäischen Labors für Molekularbiologie EMBL in Heidelberg betrieben. Hinzu kommen weitere drei Meßplätze in einem eigenen Gebäude des EMBL. Neben dem Wigglerstrahl W1, der zwei Meßplätze versorgt, wurde 1984 auch ein Meßplatz für Polymerenphysik am Fächer A fertiggestellt. Im Dezember konnten die Bauarbeiten für ein neues Experimentiergebäude begonnen werden (Abb. 9.2), in dem die Röntgenstrahlung eines weiteren, besonders starken Röntgen-Wiggers W2 genutzt werden soll. Es wurden auch erste Überlegungen zur Umgestaltung und zum Ausbau der Fächer B/C begonnen und ein kleinerer Wiggler W3 für diesen Bereich konzipiert.

Experimentierbetrieb

Tab. 9.1: Meßplätze im HASLAB (Stand Dez. 1984).

2 eV – 6 eV	5 eV – 50 eV	20 eV – 1500 eV	Röntgenbereich
VISUV	HONORMI HIGITI SEYA SUPERLUMI	FLIPPER I (am W1) TGM HOROW FLIPPER II GLEISPIMO	Röntgenteststand Kleinwinkelbeugung (EMBL) Proteinkristallographie (EMBL) EXAFS I (EMBL) 5-Kreis Diffraktometer 3-Achsen Diffraktometer RÖMO EXAFS II Topographie Röntgeninterferometer EDS Möbbaueffekt 2-Achsen-Diffraktometer Wiggler W1 Kleinwinkelbeugung (Polymere) RÖFO (A1)*

* im Aufbau



Abb. 9.2: Bauvorbereitende Maßnahmen zur neuen Experimentierhalle für die hinter dem Wiggler W2 aufgestellten Experimente.

Der Speicherring DORIS II war im Berichtsjahr von Januar bis Anfang November in Betrieb. Er wurde gemeinsam genutzt für Hochenergie-Experimente im Ein-Bunch-Betrieb bei Strahlenergien von 4.7 bis 5.3 GeV (Nebenbenutzerzeit für Synchrotronstrahlung) und für Experimente mit Synchrotronstrahlung im Zwei-, Vier-, Dreißig- und Sechzig-Bunch-Betrieb bei einer Strahlenergie von 3.7 GeV (Hauptbenutzerzeit für Synchrotronstrahlung). Die verfügbare Zeit für Experimentierbetrieb wurde im vereinbarten Verhältnis 1:2 auf Synchrotronstrahlungs-Hauptbenutzerzeit (72 Tage) und Hochenergie-Experimentierzeit aufgeteilt.

Die Hauptbenutzerzeit für Synchrotronstrahlungs-Experimente wurde in drei Blöcken über das Jahr verteilt (26. 3. bis 9. 4. 84; 25. 6. bis 16. 7. 84 und 28. 9. bis 5. 11. 84). Die Nebenbenutzerzeit im Januar, Februar und Anfang März wurde bei zuverlässig mit 5.0 GeV beziehungsweise 5.3 GeV laufendem Speicherring von Experimenten, die Ein-Bunch-Betrieb und/oder harte Röntgenstrahlung benötigen, gut ausgenutzt. Mitte März wurden sechs Cavities ausgebaut, mit dem Ziel, höhere Ströme zu speichern (Verringerung der „higher order mode losses“ in den für den 3.7-GeV-Betrieb nicht benötigten Cavities). Nach einigen Maschinenstudien, bei denen bis zu 80 mA in einem Bunch gespeichert werden konnten, traten wohl auf Grund zu starker lokaler Erwärmungen starke Störungen auf (Ionen-Elektronen-Wechselwirkung), die auf verdampftes Material im Speicherring zurückgeführt werden. Die HASYLAB-Hauptbenutzerzeit Ende März, Anfang April war daher nicht brauchbar. Danach schloß sich wie geplant eine Betriebspause aller Beschleuniger an, in der unter anderem die Schäden bei DORS II behoben wurden, die neuen Auslaßkammern für den Wigglerstrahl und Fächer A sowie die Wigglerkammer und der Wiggler W1 am e^- -Injektionspunkt eingebaut wurden. Die Hauptbenutzerzeit Ende Juni, Anfang Juli war gut, die Schlußperiode im Oktober und Anfang November war ausgezeichnet nutzbar, wobei die inzwischen durchgeführten Arbeiten zur Verbesserung der Strahlage und -stabilität sich für die Experimente sehr positiv bemerkbar machten (siehe auch Jahresbericht HASYLAB).

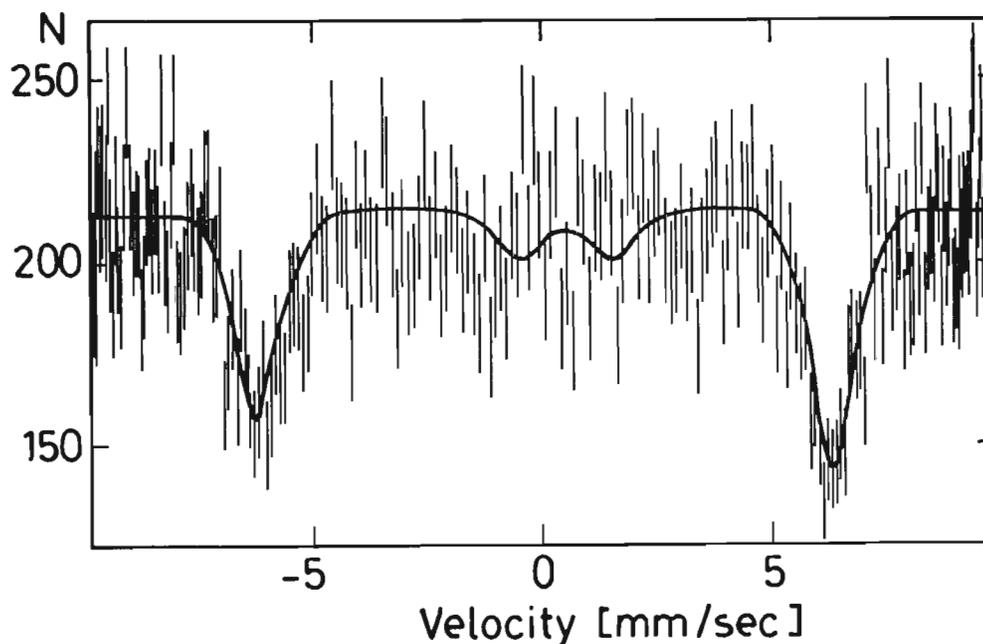


Abb. 9.3: Das Mößbauer-Spektrum von einer Eisenfolie, mit Synchrotronstrahlung aufgenommen.

Das bereits im letzten Jahresbericht erwähnte mittelfristige Entwicklungsprogramm für HASYLAB wurde im Januar 1984 vom Verwaltungsrat von DESY befürwortet. Die vorgesehenen Arbeiten zur Planung weiterer Wiggler, zu Verbesserungen an DORIS II und zu einer Verstärkung der Infrastruktur für die Experimente wurde begonnen. Der wichtigste Punkt, die verbesserte personelle Ausstattung von HASYLAB, ist Voraussetzung für die Verwirklichung dieser Pläne und soll nun durch die Zuweisung neuer Stellen in den nächsten drei Jahren realisiert werden. In dem Maße, in dem das Personalproblem gelöst wird, kann der Aufbau fortgeführt werden und auch die Hilfestellung für die Experimentatoren nach und nach verbessert werden. Dabei sind aber auch die wertvollen wissenschaftlichen und technischen Beiträge der einzelnen Arbeitsgruppen bei der Betreuung und Weiterentwicklung der Meßplätze ein ganz wesentlicher Faktor für die lebendige Atmosphäre des Labors. Diese Mitarbeit ist auch für das langfristige Konzept des Betriebs von HASYLAB wichtig und eingeplant.

Ausblick

Die Liste der an der Vorbereitung und Durchführung von Experimenten beteiligten Institute weist 84 Institute und 395 Wissenschaftler aus. Hinzu kommen noch 89 Wissenschaftler, die als auswärtige Gäste an den Meßplätzen des Europäischen Labors für Molekularbiologie gearbeitet haben.

Internationale Zusammenarbeit

Wissenschaftler von HASYLAB haben in großem Umfang am European Synchrotron Radiation Project mitgewirkt, das im Oktober 1984 ein Proposal für die European Synchrotron Radiation Facility fertiggestellt hat. Diese Arbeit wirkt sich durch die vielen dabei geknüpften internationalen Kontakte und den Informationsaustausch auch sehr positiv für HASYLAB aus.

Ergebnisse

Viele Gruppen haben im Berichtsjahr schöne und interessante Ergebnisse erzielt, die zum großen Teil am Ende des Jahres noch auf die Auswertung warten und deshalb hier noch nicht gewürdigt werden können. Eines der schönsten Ergebnisse des Jahres 1984 soll aber hier stellvertretend für alle gezeigt werden. Das erste Mößbauer-Spektrum, das je mit Synchrotronstrahlung gewonnen wurde, konnte nach neunjähriger schwieriger Vorarbeit von einer Arbeitsgruppe unter Leitung von Erich Gerdau vom II. Institut für Experimentalphysik der Universität Hamburg in den letzten Tagen der letzten Meßperiode aufgenommen werden. Die Isolierung der nur 10^{-8} eV breiten Spektrallinien gleicht dem Suchen nach der Stecknadel im Heuhaufen. Sie stellt eine außerordentliche Leistung dar. Die Abb. 9.3 zeigt das Mößbauer-Spektrum einer Eisen-Probe als Absorber, nachdem die Synchrotronstrahlung durch einen Vormonochromator (Ge-Doppelkristallmonochromator) und zwei Yig-Kristalle als Kern-Bragg-Streuer monochromatisiert wurde.



Abb. 9.4: Der Wiggler-Strahl auf einem Leuchtschirm hinter einem 2-mm-Aluminium-Fenster in 18 m Entfernung vom Quellpunkt.

Aufbau und erste Testmessungen des DORIS-Wigglers

Im Frühjahr-Shut-down 1984 wurde der DORIS-Wiggler W1 am e^- -Injektionspunkt aufgebaut (eine genauere Beschreibung des Wigglers befindet sich im HASYLAB-Jahresbericht 1982). Während der ersten Maschinenschichten wurde der Einfluß des Wigglers auf den Speicherring getestet. Wie erwartet, bestand der größte Einfluß in einer Verschiebung des vertikalen Q-Wertes um 0.1 %. Insbesondere zeigte sich, daß mit dem Wiggler problemlos injiziert werden kann.

Parallel zu diesen Tests wurde die abgestrahlte Leistung des Wigglers durch die Temperaturerhöhung des Kühlwassers am ersten Absorber gemessen. Die gemessene Leistung betrug bei 3.7 GeV und 60 mA 361 W im Vergleich zu einem gerechneten Wert von 365 W. Bei 5.3 GeV und 25 mA waren die entsprechenden Werte 289 und 309 W. Das gibt innerhalb der Fehlergrenzen eine vollständige Übereinstimmung.

Während der Hauptbenutzerzeit im Juni konnte der Wiggler-Strahl innerhalb der HASYLAB-Halle auf einen Fluoreszenzschirm hinter einem 2-mm-Aluminium-Fenster beobachtet werden. Abb. 9.4 zeigt eine Fotografie des Schirms in 18 m Entfernung vom Quellpunkt. Daraus wurde die vertikale und horizontale Divergenz des Strahles zu 0.28 beziehungsweise 1.67 mrad bestimmt, was den erwarteten Werten sehr nahe kommt. (Der schwarze Schatten auf der rechten Seite des Leuchtflecks stammt von Strahlenschäden während des ersten Versuches mit einem 1-mm-Aluminium-Fenster.) Außerdem konnte so die Strahlrichtung bestimmt und korrigiert werden.

Im Herbst 1984 wurden dann der FLIPPER-Meßplatz und ein provisorischer Röntgenmeßplatz mit Doppelkristall-Monochromator aufgebaut, so daß im Oktober die ersten Messungen hinter den Monochromatoren durchgeführt werden konnten. Diese beiden Experimente können alternativ durch das Herein- oder Herausfahren eines Ablenkspiegels den Wiggler-Strahl nutzen. (Näheres über den Aufbau der Beamlinie im HASYLAB-Jahresbericht 1982.) Neben Intensitätsmessungen am Wiggler-Strahl war die Frage von großem Interesse, ob bei voller Wigglerleistung der Ablenkspiegel sowie das Beryllium-Fenster den thermischen Belastungen gewachsen sein würden.

Es zeigte sich, daß die Kombination von zwei ungekühlten Graphit-Folien von 100 μm Dicke und einem gekühlten Beryllium-Fenster von 200 μm problemlos der Belastung durch den Wiggler-Strahl standhielt. Bei dem Ablenkspiegel (Planspiegel aus Kupfer mit Kanigen-Beschichtung, an der Rückseite wassergekühlt) wurde bei voller Wiggler-Leistung und hohem Strom eine deutliche Intensitätsabnahme gemessen. Es könnte sich hierbei um eine Verwerfung der Spiegeloberfläche aufgrund des Temperaturgradienten handeln.

Am Röntgenmeßplatz war der gemessene Intensitätsgewinn in guter Übereinstimmung mit den vorausgerechneten Werten. Als Beispiel zeigt die Abb. 9.5 die Änderung der gemessenen Intensität bei 14 keV mit dem Wiggler-Gap in relativen Einheiten (gestrichelte Linie). Die durchgezogene Kurve zeigt die Berechnung des Flusses in das Akzeptanzfenster der Apparatur unter der Annahme eines leichten Versatzes zwischen Fenstermitte und Strahlmitte. Wie man sieht, ist die Übereinstimmung sehr gut. Für einige Experimente war es sehr nützlich, daß die Variation der kritischen Energie durch Verfahren des Wiggler-Gaps zur Unterdrückung von höheren Ordnungen ausgenutzt werden konnte.

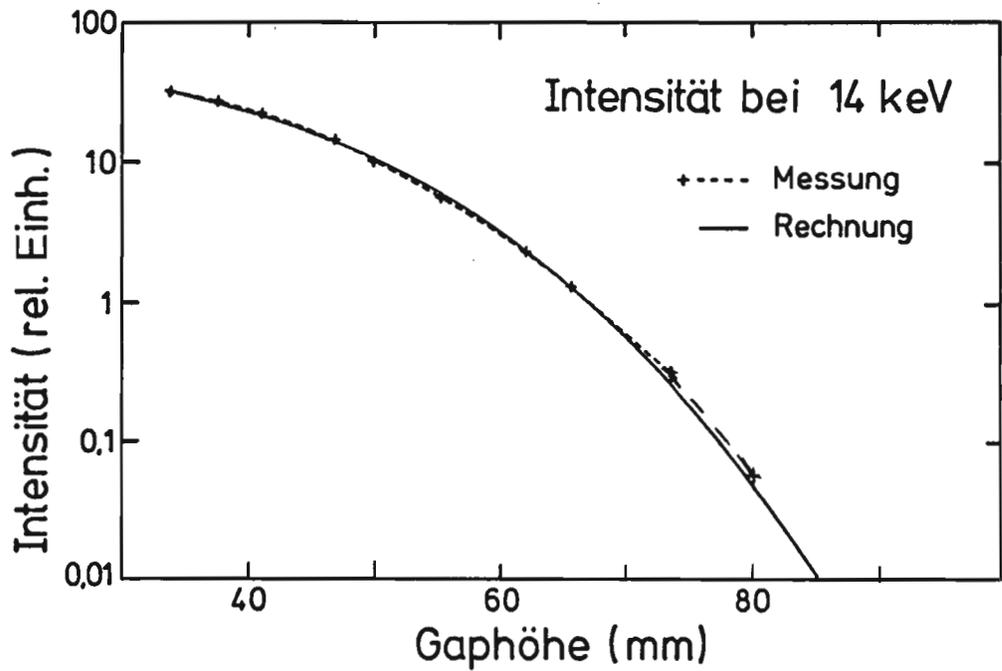


Abb. 9.5: Gemessene und gerechnete Intensität hinter dem Röntgenmonochromator bei 14 keV in Abhängigkeit von der Gaphöhe des Wignlers.

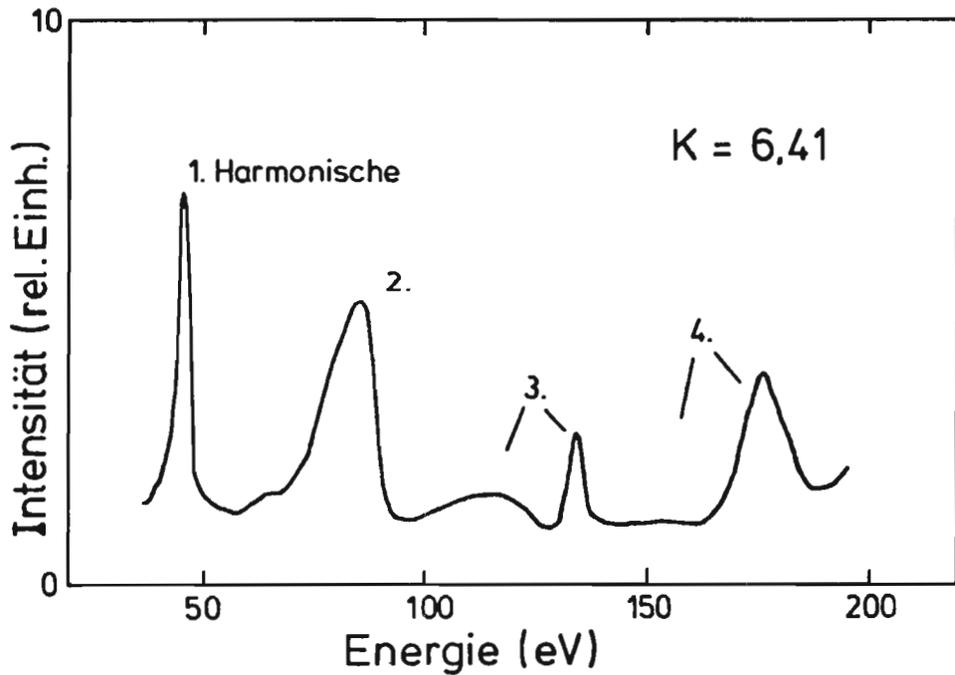


Abb. 9.6: Undulator-Strukturen von 20 bis 200 eV, gemessen mit dem Flipper-Monochromator. Das gemessene Spektrum wurde durch die Transmissionsfunktion dividiert.

Die Intensitätsmessungen am FLIPPER-Monochromator ergaben, daß auch bei kleinen Wiggler-Gaps, also bei großen K-Werten, die Spektren durch Undulatoreffekte noch stark strukturiert sind. Als Beispiel zeigt Abb. 9.6 ein Spektrum von 20 bis 200 eV für ein Gap von 38 mm entsprechend einem K-Wert von 6.41. Dabei wurde das gemessene Spektrum durch die Transmissionsfunktion des Monochromators dividiert. Man erkennt deutlich die einzelnen Harmonischen, deren Intensität um einiges höher ist als der kontinuierliche Anteil, der durch die niederenergetischen Ausläufer der höheren Ordnungen entsteht. Absolutmessungen zeigten, daß in den Maxima der Harmonischen der Intensitätsgewinn gegenüber der früheren Aufstellung des FLIPPER-Monochromators an einem Ablenkmagneten im Bereich zwischen 100 und 1000 liegt, was zum Teil auch auf die Änderungen der optischen Komponenten zurückzuführen ist. Durch Variation des Wiggler-Gaps kann die Energie der ersten Harmonischen von ~ 34 bis ~ 800 eV durchgeföhren und dieser Intensitätsgewinn somit nahezu im gesamten Spektralbereich des FLIPPERS genutzt werden.

EMBL - HASYLAB

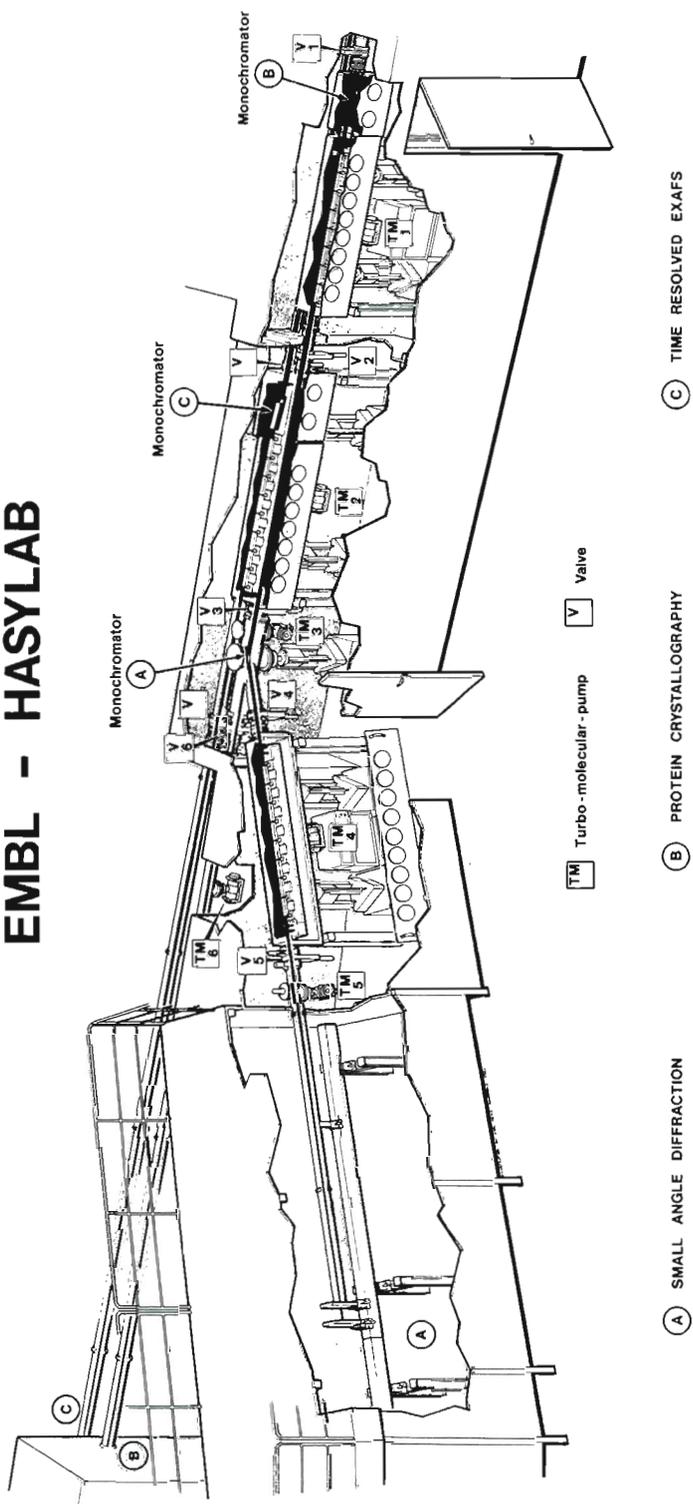


Abb. 10.1: EMBL-Experimente in der HASYLAB-Halle.

Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie EMBL

Außenstelle Hamburg

Ein Überblick über die Entwicklungen und Projekte der EMBL-Außenstelle Hamburg muß notwendigerweise unvollständig sein, da die Meßplätze für biologische Experimente (Abb. 10.1) im Berichtsjahr von 89 Gastwissenschaftlern aus 34 Instituten benutzt wurden. Zusätzlich wurden einige der Apparaturen am Positronen-Ring auch von anderen Gruppen verwendet. Einzelheiten über diese Projekte sind dem HASYLAB-Jahresbericht 1984 zu entnehmen. Der nächste Shut-down bedeutet das Ende dieser Symbiose in dem alten Labor, da die Meßapparaturen am Positronen-Ring wegen der Umgestaltung dieser Experimentierfläche abgebaut werden. Ziel dieser Maßnahme ist eine bessere Abschirmung während des Hochenergie-Betriebes von DORIS II; außerdem sollen die alten Instrumente wegen der großen Wärmebelastung der optischen Komponenten ersetzt werden. Statt dessen sollen zwei verbesserte doppelfokussierende Systeme und ein Testplatz installiert werden. Das Mößbauer-Experiment (P11) wird nicht wieder aufgebaut, da dieser Effekt inzwischen im HASYLAB nachgewiesen wurde. Ebenso wird die Apparatur X 15 für anomale Kleinwinkelstreuung nicht wieder aufgebaut, da die Gruppe von Professor Stuhmann hierfür ein neues Experiment in der HASYLAB-Halle aufbaut.

Überblick

Die Zusammenarbeit mit anderen Synchrotronstrahlungs-Laboratorien in Europa auf dem Gebiet der Hardware (mit Daresbury Laboratory and LURE/Orsay) und auf dem Gebiet der Software (mit PULS/Frascati) ist auch 1984 fortgesetzt worden, und sechs EMBL-Mitarbeiter haben bei dem ESR-Projekt (Europäische Synchrotronstrahlungsquelle) mitgearbeitet und den abschließenden Bericht mit verfaßt.

Die instrumentellen Neuentwicklungen konzentrieren sich hauptsächlich auf Flächendetektoren, bestehend aus Viel-Draht-Proportionalkammern. Eine Kammer mit einer empfindlichen Fläche von 400 cm² und 256 × 256 Drähten mit 1 mm Abstand wurde in Zusammenarbeit mit EMBL-Gruppen aus Heidelberg und Grenoble gebaut und für mehrere Experimente an biologischen Systemen verwendet.

Instrumentelle Entwicklungen

Ein Schwergewicht der Arbeit im Berichtszeitraum lag in der Entwicklung eines neuen Systems, das auf einer parallelen Elektroden-Struktur basiert (Abb. 10.2). Dieses System wird wahrscheinlich die beiden wesentlichen Nachteile der Viel-Draht-Proportionalkammer aufheben: die wegen der Raumladungseffekte begrenzte lokale Zählrate und die von dem Drahtabstand bestimmte Quantifizierung der Ortsauflösung.

Außerdem wurde für die Viel-Draht-Proportionalkammern und die Vidicon-Detektoren ein schnelles Datenerfassungs- und Display-System (10 Mio Ereignisse/sec) weiterentwickelt, mit dem die Daten mit Hilfe einer auch in der EMBL-Außenstelle entwickelten Dialogsprache interaktiv ausgewertet werden können.

Das EXAFS-Spektrometer in der HASYLAB-Experimentierhalle wurde mit einem in der EMBL-Außenstelle entwickelten neuartigen Gerät zur Bestimmung der absoluten Energie ausgerüstet. Damit wurden zum ersten Mal bei einem EXAFS-Spektrometer Genauigkeiten von 0.1 eV bei der Energie-Eichung erreicht.

Schwerpunkt der EXAFS-Experimente war die Untersuchung der Enzyme Alkohol Dehydrogenase, ein gemeinsames Projekt mit der Universität Saarbrücken.

Experimente

In der Hauptsache wurden biologische Ergebnisse in der Protein-Kristallographie und der zeitaufgelösten Kleinwinkelstreuung erzielt. Diese Methode wurde auch angewandt bei den Untersuchungen der Muskel-Kontraktion, des Kollagens, des Chromatins, das die geneti-

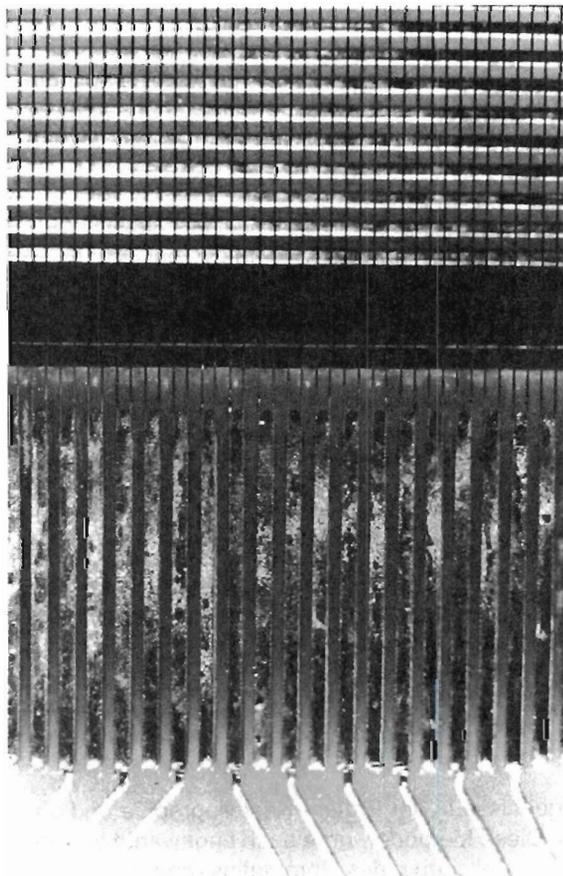
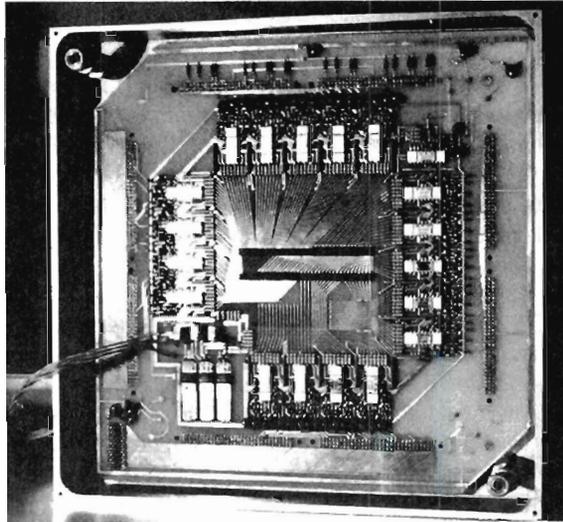


Abb. 10.2: Ansichten des Parallel-Elektroden-Detektors. Gezeigt werden ein Teil der Elektronik (oben) und Details der Auslese-Elektroden (unten). Die vertikalen Strukturen sind Kupferstreifen mit einem Abstand von 0.635 mm. Die feinen horizontalen Linien sind 50 µm Kupfer-Beryllium-Drähte mit einem Zwischenabstand von 0.317 mm.

schen Informationen in den Zellkernen speichert, und der Mikrotubuli, Organellen, die an den Vorgängen in den Zellen beteiligt sind, zum Beispiel an der Zellteilung.

In der Protein-Kristallographie wurden Messungen am Erkältungs-Virus (Rhinovirus) und an einer Serie interessanter Protein-Strukturen durchgeführt.

Das faszinierendste Projekt war die Untersuchung von Ribosomen, Organellen, die die Informationen der genetischen Codes in Proteinen übersetzen. Dieses Projekt wurde zusammen mit dem Max-Planck-Institut in Berlin und dem Weizmann-Institut in Rehovot (Israel) durchgeführt. Es handelt sich dabei um die komplexeste Kristallstruktur, die jemals untersucht wurde. Die hervorragenden Eigenschaften eines Speicherrings als Röntgenstrahlungsquelle (hohe Bündelung und Intensität) sind unerlässlich für den Erfolg dieser Messungen.

Theoretische Physik

Die beiden Schwerpunkte „Gittereichtheorie“ und „Theoretische Aufarbeitung neuer experimenteller Ergebnisse“ bestimmten auch im Jahr 1984 die Arbeit der Gruppe „Theorie“.

Das große Ziel der Gitter-QCD ist es, die Massen und andere wesentliche Eigenschaften der Hadronen allein aus den chromodynamischen Grundgleichungen mit einer solchen Genauigkeit zu berechnen, daß dies als ein überzeugender Test dieser Theorie betrachtet werden kann. Das Erreichen dieses langfristigen Ziels erfordert sowohl Erfahrung mit immer größeren und detaillierteren Computer-Experimenten als auch eine einfallsreiche Weiterentwicklung der theoretischen Einsichten und Methoden.

Gitter-QCD

Die schon klassischen Computersimulationen der reinen Gittereichtheorie zielen auf eine Berechnung des statischen Quark-Potentials (DESY 84-116) und des Glueball-Spektrums (DESY 84-12, 84-34, 84-107) im Grenzübergang zum Kontinuum. Bei der Berechnung der Masse des niedrigsten Glueball-Zustandes scheint sich eine gewisse Stabilität abzuzeichnen. Die Bestimmung der „Stringkonstanten“ des Potentials ist noch mit unverstandenen Unsicherheiten behaftet. — In der analytischen Behandlung des Glueball-Spektrums mit Hilfe der starken Kopplungsapproximation wurde eine umfangreiche Klassifikation in niedriger Näherung durchgeführt (DESY 84-10). Mit Hilfe analytischer Computerprogramme gelang die Berechnung der Masse des niedrigsten Zustandes in der Ordnung $(\frac{1}{g})^{14}$ (DESY 84-22; siehe auch 84-115).

Erstmalig ist es gelungen, die topologischen Ladungen von simulierten Gittereichfeldkonfigurationen nach der präzisen Definition von Lüscher zu messen (DESY 84-76). Für zweidimensionale Modelle gab es hierin schon einige Erfahrung (DESY 84-37). Diese Ladung ist von Bedeutung für interessante dynamische Probleme („U(1)-Problem“, „starkes CP-Problem“, . . .).

Die Simulation der vollständigen QCD (DESY 84-21, 84-53), das heißt mit dynamischen Quarks, stößt noch auf weitere, erhebliche Schwierigkeiten. Die Berechnung der Ausbreitungsfunktion von Quarks in einer gegebenen Gluon-Konfiguration ist sehr aufwendig. Fortschritte hängen hier wesentlich von der Anwendung neuer Rechenmethoden ab (DESY 84-81). Die Berücksichtigung der sonst vernachlässigten Quark-Paarerzeugung bei der Berechnung von Hadron-Massen gelang erst jetzt auf einem mittelgroßen Gitter (DESY 84-2, 84-53). Ferner führen die verschiedenen Gitterdarstellungen der Quark-Felder („Susskind Fermionen v.s. Wilson Fermionen“) zu weiteren Unterschieden in den numerischen Rechnungen, so daß diese nur sehr qualitativ bewertet werden können. Zur möglichen physikalischen Interpretation der in der Susskindschen Gitterdarstellung der Fermionen auftretenden zusätzlichen Freiheitsgrade wurden verschiedene theoretische Überlegungen angestellt (DESY 84-25 u. a.). Es ist naheliegend, die mit der numerischen Simulation der QCD gewonnene Erfahrung auf andere physikalische Feldtheorien anzuwenden. Erste Schritte in dieser Richtung wurden gemacht bezüglich des Higgsmechanismus (DESY 84-89), der Quanten-Gravitationstheorie (DESY 84-119) und der probabilistischen Geometrie (DESY 84-13).

Eine Verbesserung der Methode, physikalische Größen durch Gitterapproximation mit guter Genauigkeit zu berechnen, besteht möglicherweise in der Wahl einer Wirkungsfunktion auf dem Gitter, welche an den erforderlichen Grenzübergang zum Kontinuum besonders gut angepaßt ist. Diese auf Symanzik zurückgehende Methode wurde durch einige Arbeiten (DESY 84-18, 84-30) soweit für Gittereichtheorien weiterentwickelt, daß die Koeffizienten der „angepaßten Wirkung“ in zweiter Ordnung der Störungsrechnung bestimmt sind.

Endliche Gitter beschreiben endliche physikalische Raumzeitvolumen, die bei den derzeitigen durchführbaren Computersimulationen von der linearen Größe $2-3$ f sind. Die dadurch eingeführten Fehler wurden mit Hilfe einer theoretischen Überlegung zur Glueball-Glueball-Streuung abgeschätzt (DESY 84-88). Für die theoretisch begründete starke Glueball-Wechselwirkung gibt es qualitative Anzeichen eines relativ starken Volumeneffekts in den numerischen Rechnungen (DESY 84-107).

Phänomenologie

Im Bereich der phänomenologischen Theorie war die Jet-Produktion in der QCD und der Hadronisationsprozeß weiter Gegenstand von Untersuchungen. Speziell wurde der longitudinale Jet-Wirkungsquerschnitt in der Ordnung $O(\alpha_s^2)$ berechnet (DESY 84-79). Es wurde der Einfluß von verschiedenen Fragmentationsmodellen auf die Bestimmung von α_s in e^+e^- -Reaktionen untersucht (DESY 84-23). Weiter wurden die spezifischen Eigentümlichkeiten der Jet-Physik, wie das Überlappen von Jets (DESY 84-19) sowie Ähnlichkeiten und Unterschiede zwischen Quark- und Gluon-Jets, analysiert.

Ein genauer Vergleich des $SU(2) \times U(1)$ -Standard-Modells der elektroschwachen Wechselwirkung von Glashow-Salam-Weinberg mit Experimenten erfordert die Berechnung von störungstheoretischen Korrekturen. Da die Theorie renormierbar ist, sind diese Korrekturen berechenbar, wobei alle unphysikalischen Divergenzen zu wohldefinierten, physikalischen Parametern kombiniert werden. Eine explizite Durchführung dieses Programms findet sich in (DESY 84-027). Strahlungskorrekturen zu leptonischen Prozessen können direkt auf die experimentell gemessenen Daten angewandt werden, ohne daß die Komplikationen der Quark-Hadronisation auftreten, wie sie notwendigerweise mit Prozessen mit Hadronen verknüpft sind. Deshalb sind diese Prozesse besonders zur Bestimmung der elektroschwachen Parameter geeignet (DESY 84-40). Diese Strahlungskorrekturen wurden detailliert untersucht für die Bhabha-Streuung (DESY 84-40) und die schwachen Korrekturen zur Polarisation und Ladungsasymmetrie der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ in der Umgebung der Z^0 -Resonanz (DESY 84-75).

Ogleich die Vorhersagen der QCD und der $SU(2) \times U(1)$ -elektroschwachen Theorie in guter Übereinstimmung mit den Experimenten sind (DESY 84-123), gibt es doch einige theoretische Argumente dafür, daß man im Bereich von einigen hundert GeV auf neuartige Physik stößt (DESY 84-095). Einer der Vorschläge für eine solche „neue Physik“ ist der der Supersymmetrie. Diese fordert eine Verdopplung aller Freiheitsgrade, indem durch die Supersymmetrie jedes Fermion (Boson) mit einem neuen Boson(Fermion)-Partner verknüpft wird. Ein anderer Vorschlag geht dahin, eine neue Unterstruktur der Materie anzunehmen. Bei dieser Annahme sind Quarks und Leptonen gebundene Zustände von noch fundamentalen Einheiten, „Preonen“ genannt.

Andeutungen von seltsamen und unerklärten Phänomenen, welche am CERN-p \bar{p} -Collider beobachtet wurden, veranlaßten eine größere Anzahl verschiedener Untersuchungen (DESY 84-096). Dabei ist die statistische Signifikanz der Phänomene selbst eher mager. Diese Untersuchungen basierten auf den oben angeführten theoretischen Spekulationen. So wurde besonders die Möglichkeit diskutiert, daß die Produktion von supersymmetrischen Partnern von Quarks und Gluonen die Erklärung für die Beobachtung von „Mono-Jets“ am Collider liefert (DESY 84-045). Diese Ergebnisse wurden dann auf noch viel höhere Energien ($\sqrt{s} = 20-40$ TeV) extrapoliert, in einem Energiebereich, welcher einem der zur Zeit diskutierten hadronischen „Supercollider“ (DESY 84-71) zugänglich wäre. Weiter wurde die Existenz eines skalaren Bosons diskutiert, welches die am Collider beobachteten „anomalen“ Z^0 -Zerfälle $Z^0 \rightarrow e^+e^-\gamma$ erklären könnte (DESY 84-114). Es wurden die Möglichkeiten einer Bestätigung dieses Teilchens durch e^+e^- -Experimente (DESY 84-11) ausführlich untersucht. Im Zusammenhang mit Preon-Modellen wurden noch exotischere Objekte, wie schwere Vektormesonen mit Farbe (DESY 84-55) und Skalare mit leptoni-

schen und Farbquantenzahlen, diskutiert und einige ihrer charakteristischen experimentellen Signaturen beschrieben (DESY 84-117).

Abgerundet und ergänzt werden diese Arbeiten zu den beiden theoretischen Forschungsschwerpunkten durch eine Reihe von Publikationen aus einem weiten Bereich der Feldtheorie. Erwähnt seien Untersuchungen zur „Schrödingerdarstellung in der Quantenfeldtheorie“, zur Pfadintegraldarstellung der Quantenmechanik (DESY 84-85, 84-100), zu einer konvergenten Störungsrechnung (DESY 84-90), zur Quantenfeldtheorie im Schwerfeld (DESY 84-9). Spezielle Rechnungen galten einem klassischen feldtheoretischen Modell für das Quark-Confinement (DESY 84-66) und der Beschreibung der Bindung von Fermionen im Monopolfeld (DESY 84-46, 84-47).

Feldtheorie

Zur Darstellung und Diskussion der neueren Ergebnisse auf dem Gebiet der Elementarteilchen wurden viele Seminare und kleinere Konferenzen veranstaltet. Drei Ereignisse sollen besonders erwähnt werden:

Konferenzen

Am 6./7. Februar 1984 fand ein Kolloquium in memoriam von Kurt Symanzik statt. Sprecher aus aller Welt würdigten die wichtigen Beiträge unseres verstorbenen Kollegen zur modernen Elementarteilchentheorie.

Vom 25. bis 27. September 1984 fand der jährliche „Theorie-Workshop“, diesmal zum Thema „Elektroschwache Wechselwirkung und Elementarteilchenstruktur“, statt.

Ab Oktober 1984 gab es ein wöchentliches Seminar zum Thema „Physik mit HERA“. Es war das Ziel, die wichtigsten physikalischen Fragestellungen für die Experimente mit HERA herauszuarbeiten, entsprechend den neuen, oben erwähnten Entwicklungen in der Elementarteilchenphysik.

Zum Schluß muß auch dieses Jahr wieder festgestellt werden, daß das Forschungsprogramm der Gruppe Theorie in enger Zusammenarbeit mit den Kollegen des II. Instituts für Theoretische Physik der Universität Hamburg und unter Beteiligung zahlreicher Gastwissenschaftler aus in- und ausländischen Instituten durchgeführt wurde.

*Internationale
Zusammenarbeit*

Technische Entwicklungen und Dienste

Drei DESY-Gruppen haben im Berichtsjahr die Forschungsarbeiten an den Speicherringen direkt unterstützt. Es sind die Gruppen „Elektronik-Entwicklung“, „Digitale Datenerfassung“ und „Elektronik-Service“.

Elektronik-Entwicklung

Zur Simulation der Strahleigenschaften von Speicherringen untersucht man die Verfolgung der Bahnen vieler Teilchen über sehr viele Umläufe. Simulationsprogramme benötigen daher sehr viel Rechenzeit, obgleich sie eine relativ einfache Struktur und wenig Eingabe-/Ausgabeoperationen enthalten. Die Gruppe „Elektronik-Entwicklung“ F56 hatte 1983 damit begonnen, Spezialrechner zu entwickeln, auf denen ein Simulationsprogramm läuft. Ende 1983 lief der Prototyp; er wurde im ersten Halbjahr 1984 getestet. Dabei erreichte die Stabilität des mit über 600 Schaltkreisen bestückten Rechners zufriedenstellende Werte. Die Rechengeschwindigkeit betrug 250 ns für eine doppelt genaue Addition beziehungsweise Subtraktion und 800 ns für eine doppelt genaue Multiplikation und erreichte damit für das Simulationsprogramm etwa 6 % der Rechengeschwindigkeit einer IBM 3081D.

Simulations-Rechner

Um eine möglichst hohe Rechenleistung zu erzielen, ist der Einsatz von mindestens zehn gleichen Rechnern geplant, die unabhängig voneinander arbeiten. Jeder der Prozessoren erhält das gleiche Programm und die gleichen Optikdaten, jedoch unterschiedliche Startkoordinaten, das heißt jeder rechnet die Bahn eines Teilchens im Speicherring.

Als Mitte 1984 erste Hinweise aus den USA kamen, daß eine Schaltkreisfirma den größten Teil der hier benutzten Schaltkreise in sechs Superchips integrieren würde, wurde der Prototyp neu entwickelt, um diese Chips einzusetzen. Durch die starke Reduzierung der Anzahl der Bausteine soll das System deutlich sicherer und wartungsfreundlicher werden.

Ende 1984 standen die ersten Musterchips zur Verfügung, zunächst noch mit eingeschränkten Daten; die Funktionsweise konnte geprüft und der Bau der neuen Platinen vorgeplant werden.

Die zehn Mikroprozessoren werden über einen 1983 beschafften UNIX-Rechner CADMUS 9200 (PCS-München) kontrolliert. Dieser Rechner erhielt 1984 eine zusätzliche Hardware-Gleitkomma-Einheit, so daß jetzt in relativ kurzer Zeit vorbereitende Optikrechnungen ausgeführt werden können. Zur Zeit ist der Rechner über eine serielle Schnittstelle (V24) mit dem vorhandenen System verbunden; für den späteren Betrieb wird eine parallele Schnittstelle alle 10 Rechner mit Programmen und Daten versorgen.

Digitale Datenerfassung

Wie in jedem Jahr wurden auch 1984 umfangreiche Servicetätigkeiten geleistet, insbesondere:

Service-Tätigkeiten

- Wartung und Reparatur von installierten Prozeßrechnern und ihrer Peripheriegeräte, besonders der Platten
- Weitere Erweiterung des EXP-Online-Systems

– Installation weiterer PADAC-Crates für Rechner-Interfaces (insgesamt ca. 130 Crates mit etwa 750 Moduln)

CAD-System

Für das Leiterplatten-Entwicklungssystem wurde eine VAX-750 installiert. Die automatischen Platzierungs- und Entflechtungsroutinen wurden als Batchprogramme in Betrieb genommen; der Übergang auf die interaktive Version auf der VAX wird im Frühjahr 1985 erfolgen. Die Benutzung der Anlage hat stark zugenommen; die installierten sechs Arbeitsplätze arbeiten mit einem hohen Auslastungsgrad.

Mit Unterstützung der Gruppe „Digitale Datenerfassung“ wurde eine Probeinstallation für Systeme verschiedener Hersteller zur rechnergestützten dreidimensionalen Konstruktion für die Gruppe „Konstruktion“ eingerichtet. Diese Installation benutzt ebenfalls die Appli-con-VAX; die Versuche dauern an.

Lokale Netzwerke

Weitere Netzwerke zur schnellen Verbindung von Prozeßrechnern (FPSS) wurden installiert und von den betroffenen Gruppen in Betrieb genommen.

Eine Weiterentwicklung des jetzigen FPSS-Systems, die ein Kernstück des HERA-Kontrollsystems bilden soll, wurde konzipiert. Die Prototypen befinden sich zur Zeit im Test.

PADAC-Mikro-computer

Die Entwicklung der ersten Version des auf dem NS-32 016 basierenden Mikrocomputers innerhalb des PADAC-Systems wurde abgeschlossen. Die ersten Serienexemplare wurden an die interessierten DESY-Gruppen ausgeliefert. Vergleichende Messungen mit Standard-Benchmark-Programmen zeigen, daß die Rechnerleistung in der gleichen Größenordnung wie etwa die einer VAX-750 liegt.

Die für die Benutzer notwendige Infrastruktur für die Software-Entwicklung (PASCAL, ab Frühjahr '85 auch FORTRAN) wurde geschaffen und weiter ausgebaut.

Ein PADAC-Modul, das eine Speichererweiterung um 2 MByte (ECC-memory) enthält, wurde entwickelt und befindet sich zur Zeit im Test. Die nächste Version des Mikrocomputers (größerer Speicher, zusätzliche memoryports) befindet sich in einem sehr fortgeschrittenen Entwicklungsstadium.

PADAC-Crates

Die Neukonstruktion der PADAC-Crates wurde abgeschlossen. Durch den Übergang auf Multilayer-Backplanes mit Einpreßtechnik wurde neben einer höheren Betriebssicherheit vor allem eine größere Fertigungsfreundlichkeit erreicht, die im Hinblick auf die zu erwartenden Stückzahlen bei den HERA-Kontrollen notwendig wurde.

PADAC-Bus-Interface

Da in Zukunft PADAC-Interface-Moduln auch von anderen Gruppen gebaut werden sollen, wurde ein Hybrid-Baustein entwickelt, der die gesamte Anpassung (Line-Transceiver, Timing) der Interface-Schaltung an dem PADAC-Bus übernimmt. Neben einer deutlichen Erleichterung beim Layout der Platine wird auf diese Weise sichergestellt, daß der PADAC-Bus nicht durch eventuell falsche Schaltungen in Mitleidenschaft gezogen wird.

Terminal Switch

In verschiedenen Gruppen werden in letzter Zeit nicht mehr nur ein, sondern mehrere Rechner verwendet, die meist dicht beieinander stehen. Für die Benutzer wird es deshalb notwendig, auf einfache Weise ihr Terminal an verschiedene Rechner anschließen zu können. Um dies zu ermöglichen, hat die Gruppe „Digitale Datenerfassung“ einen „Terminal Switch“ entwickelt, der diese Verbindungen im Dialog mit dem Benutzer herstellt.

Der Terminal Switch besteht aus einem PADAC TMS-9900 Mikrocomputer und neu entwickelten 16fach-V24-Interface-Moduln.

Einige Eigenschaften:

- Die Konfiguration der Rechner und Peripheriegeräte wird durch symbolische Namen beschrieben. Diese Namen sind von den Benutzern wähl- und änderbar.
- Anschlüsse werden in Gruppen zusammengefaßt, so daß es zum Beispiel möglich ist, „irgendeinen“ Anschluß an der F58-VAX anzuwählen.
- Von jedem Terminal aus können weitere Verbindungen hergestellt werden, um zum Beispiel Programmiergeräte, Micros, Printer usw. mit einem Rechner verbinden zu können.
- Alle Übertragungsparameter wie Baudrate, Stopbits, . . . sind im Dialogmode änderbar, um alle Geräte bedienen zu können.
- Die Beschreibung der Konfiguration (symb. Namen) ist in batteriegepufferten Memories gespeichert, so daß der Terminal Switch nach einem Stromausfall sofort wieder betriebsbereit ist.
- Es kann eine Verbindung zwischen Terminal Switches hergestellt werden, so daß Rechner durch mehrere Terminal Switches hindurch angewählt werden können.

Da es häufig vorkommt, daß mehrere zusammenstehende Terminals über größere Entfernungen angeschlossen werden müssen, wurde ein 8fach-V24-Modem entwickelt. Hiermit ist es möglich, acht V24-Kanäle über zwei Koaxial-Leitungen über eine Entfernung von bis zu 1 km zu überbrücken.

Die Implementierung des MODULA-2-Compilers wurde sowohl für den TMS-9900 als auch für die IBM erfolgreich abgeschlossen.

MODULA 2

Auf der VAX-750 wurde der vom Fachbereich Informatik der Universität Hamburg entwickelte MODULA-2-Compiler (basierend auf der PDP-11-Implementierung der ETH-Zürich) installiert. Hiermit wurde die Entwicklung eines Cross-Compilers für den NS-32 016 begonnen.

Elektronik-Service

Ein Teil der Mitarbeiter der Gruppe „Elektronik-Service“ beteiligte sich vom Berichtsjahr ab am Bau des Protonen-Linearbeschleunigers für HERA. Als Folge dieser Personalreduktion mußten die Serviceleistungen eingeschränkt werden. Mit den verbleibenden Mitarbeitern konnte jedoch der Reparaturdienst defekter elektronischer Meß- und Experimentiergeräte aufrechterhalten werden. Im Jahre 1984 wurden 964 Reparaturen ausgeführt, die sich auf die Bereiche folgendermaßen aufteilen:

	F	HASYLAB	M	Z	V	Gesamtzahl
Reparaturen	533	77	312	38	4	964

Bibliothek und Dokumentation

Überblick

Bibliothek und Dokumentation haben die Aufgabe, die von den bei DESY tätigen Wissenschaftlern, Ingenieuren und Technikern benötigte Fachliteratur zu sammeln und so zu katalogisieren/dokumentieren und bereitzustellen, daß sie leicht gefunden werden kann.

Die weltweit erscheinende Literatur über Hochenergie-/Elementarteilchenphysik wird möglichst vollständig ermittelt und durch Kauf (Monographien, Zeitschriften, Konferenzabhandlungen) oder Tausch (Konferenzabhandlungen, Berichte/Vorabdrucke, Diplomarbeiten, Dissertationen, Habilitationsschriften) erworben.

Bibliothek und Dokumentation vertreten DESY als Mitglied in der Arbeitsgemeinschaft der Spezialbibliotheken (ASpB), im Hamburger Arbeitskreis für Dokumentation (HADOK) und im Arbeitskreis für Bibliotheks- und Informationswesen der Arbeitsgemeinschaft der Großforschungseinrichtungen (AGF).

Der Leiter von Bibliothek und Dokumentation vertritt seit Mitte 1984 die AGF im Benutzerrat des Fachinformationszentrums Karlsruhe.

Durch die Bereitstellung von Praktikaplätzen für den Fachbereich Bibliothekswesen der Fachhochschule Hamburg und einer Ausbildungsstelle für Bibliotheksassistenten beteiligt sich die Bibliothek aktiv an der Ausbildung zu bibliothekarischen Berufen.

Bibliothek

Die nachfolgende Aufstellung zeigt die Entwicklung der Bibliothek im Berichtszeitraum.

Bibliotheksbestand

	Zugang	Löschungen	Bestand (31. 12. 84)
Monographien	1 077	181	13 114
Gebundene Zeitschriftenbestände	950*	—	13 882
Laufend gehaltene Zeitschriften	14	26	313
Berichte und Vorabdrucke	5 634	3 925**	35 400

* Hierin sind 63 Bände für EMBL enthalten.

** Veröffentlichte Berichte/Vorabdrucke werden fortlaufend aus dem Bestand aussortiert.

1341 Leser (Stand 31. 12. 84) benutzten 1984 regelmäßig die Bibliothek. Sie verursachten durchschnittlich 245 Ausleihvorgänge pro Woche. Im auswärtigen Leihverkehr wurden 418 Literaturstellen von anderen Bibliotheken besorgt und 295 an andere vermittelt. Hierbei hat sich vor allem der unbürokratisch ablaufende Kopienverkehr zwischen den AGF-Bibliotheken hervorragend bewährt. Etwa 34 500 Kopien neu eingegangener Berichte und Vorabdrucke wurden den DESY-Mitarbeitern im Jahre 1984 zur Verfügung gestellt.

Bibliotheksbenutzung

Das Projekt „Maschinenlesbare Erfassung des Buchbestandes/Rechnergestützte Erstellung der Kataloge“ wurde im Jahre 1984 fortgesetzt. Bis Jahresende konnten ca. 60 % 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 seit Juni 1983 im Rahmen Allgemeiner Maßnahmen zur Arbeitsbeschaffung (ABM) aus Mitteln der Bundesanstalt für Arbeit durch das Arbeitsamt Hamburg gefördert. Es wird im Frühjahr 1985 abgeschlossen werden.

Dokumentation

Datenbank

16 227 Arbeiten aller Art (Berichte und Vorabdrucke, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Monographien) aus den Gebieten Elementarteilchen-/Hochenergiephysik, Quantenfeldtheorie und Beschleunigertechnologie wurden im Jahr 1984 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 Jahr 1984 erfaßten Schriften:

	Experi- mentell	Instru- mentell	Theo- retisch	Ins- gesamt
Berichte und Vorabdrucke Andere Veröffentlichungen (Zeitschriften, Konferenzen, Bücher)	824 1 576	636 1 446	4 174 7 571	5 634 10 593
Gesamt	2 400	2 082	11 745	16 227

Berichte und Vorabdrucke, 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 Vorabdrucken und Berichten außerordentlich wichtig, zumal die zeitliche Verzögerung zwischen dem Eingang eines Vorabdrucks und seiner eventuellen Veröffentlichung erfahrungsgemäß etwa ein halbes Jahr beträgt.

Auch im Jahr 1984 erschienen etwa 10 % der aufgenommenen Artikel in russischer Sprache und wurden im Original erfaßt. Somit wurden sie etwa zehn Monate vor ihrem Erscheinen in englischer Übersetzung von der DESY-Dokumentation referiert.

Dokumentations- dienste

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

- Als vierzehntägig erscheinende Zeitschrift HIGH ENERGY PHYSICS INDEX (HEP) mit jährlich kumulierten Autoren- und Sachindizes.

- Als vierzehntägig herausgegebener SDI-Dienst (= Selective Dissemination of Information). Die 281 (im Vorjahr 262) Teilnehmer (davon 74 Teilnehmer von DESY und der Universität Hamburg und 207 Teilnehmer von anderen deutschen und ausländischen Instituten) erhalten vierzehntägig Maschinenausdrucke über neu erschienene Titel auf ihrem Forschungsgebiet.
- Als Retrieval-Ausdruck. Eine Datenbank mit ca. 160 000 Publikationen ab 1969 steht für die einmaligen retrospektiven Literatursuchen zur Verfügung. Gesucht werden kann nach Titel, Titelteilen, Autoren, Quellen und Schlagwörtern. Insgesamt wurden im Berichtsjahr für 102 Teilnehmer 285 Literaturrecherchen im Stapelbetrieb erstellt. Die Physikalischen Institute der RWTH Aachen und das MPI für Physik und Astrophysik in München verfügen im Rahmen der sehr engen wissenschaftlichen Zusammenarbeit mit DESY über Computerterminals, die direkt an die DESY-Rechenanlage angeschlossen sind. Von Mitarbeitern dieser Institute können so Literaturrecherchen in der HEP-Datenbank im Stapelbetrieb am Ort vorgenommen werden.
- Als Magnetbanddienst. Ebenfalls im Rahmen des wissenschaftlichen Austausches und der nationalen und internationalen Zusammenarbeit von DESY mit anderen Forschungsstätten wurden acht Institutionen regelmäßig mit den Datenbändern des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX beliefert. Diese Institute benutzten 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.
- Im Online-Retrieval. Im Rahmen des an DORIS II aufgebauten Crystal-Ball-Experiments ist in der DESY-Bibliothek ein Bildschirmterminal aufgestellt, das über Telefonstandleitung an die Rechenanlage des Stanford Linear Accelerator Center SLAC angeschlossen ist. Mittels des leicht bedienbaren dialogfähigen Retrievalprogramms SPIRES können die Bibliothekbenutzer 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 in der Bibliothek als Katalog für die gesamte Berichts- und Zeitschriftenliteratur. Ohne diesen Index wäre ein Auffinden dieser Literatur (ca. 160 000 Literaturstellen) nicht möglich.

Weitere Dienstleistungen

17 Arbeiten größeren Umfangs mit insgesamt 303 Schreibmaschinenseiten wurden aus dem Russischen ins Deutsche oder Englische übertragen. Weitere 66 Seiten wurden vom Französischen ins Deutsche beziehungsweise vom Deutschen ins Französische übersetzt. 93 Kurzfassungen von Berichten sowjetischer Forschungsinstitute wurden ins Englische übersetzt. Außerdem werden die Titel, Inhaltsverzeichnisse sowie andere bibliographischen Angaben der in russischer Sprache erscheinenden Arbeiten aus den wissenschaftlichen Zeitschriften, Reports, Konferenzen und Büchern ins Englische übersetzt. Autorennamen werden von der kyrillischen in die lateinische Schrift übertragen.

Übersetzungsdienst

Berichtswesen

Es wurden Druckaufträge für 159 DESY-Berichte, 64 Interne Berichte sowie 62 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften bearbeitet.

Sonstiges

Zum ständigen Service von Bibliothek und Dokumentation gehören auch die wöchentlichen Bibliotheksmitteilungen, die fortlaufend kumulierte Anti-Preprint-Liste (Liste der zur Veröffentlichung gelangten Vorabdrucke), die vierzehntägig kumulierte Fassung des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX sowie der als Anhang der Bibliotheksmitteilungen unregelmäßig erscheinende Tagungskalender. Die DESY-Anti-Preprint-Liste wird außer an CERN auch an die Universitäten Aachen, Bielefeld, Berlin, Bonn, das Zentrum für Theoretische Physik in Marseille und das MPI für Physik und Astrophysik in München geliefert.

Bereich Maschinen

Inhalt	Seite
Die gegenwärtigen Beschleuniger:	
Übersicht	159
Speicherring PETRA	160
Speicherring DORIS II	164
Synchrotron DESY	168
Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen	172
Strahlenschutz	185
Neue Beschleunigungstechniken	186
Das Zukunftsprojekt:	
Speicherringanlage HERA	190



Übersicht

Am 6. April 1984 unterzeichneten Minister Riesenhuber und Senator Sinn im Rahmen einer Feierstunde in der DORIS-Experimentierhalle die Vereinbarung zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg über den Bau der Elektron-Proton-Speicherringanlage HERA.

HERA genehmigt

Das Projekt trat damit aus dem Planungsstadium in die Phase der Realisierung; bereits am 15. Mai 1984 begannen die Erdarbeiten. Im Laufe des Jahres konnten dann auch für die ersten technischen Komponenten der Speicherringe eine Reihe größerer Aufträge vergeben werden.

Wie zu erwarten, hatte die Genehmigung von HERA erhebliche Konsequenzen auf die Entwicklungs- und Betriebsprogramme der bereits vorhandenen Beschleuniger und Speicherringe. So müssen zum Beispiel PETRA und DESY I ab Ende 1986 zu Einschubbeschleunigern für HERA umgebaut werden.

An PETRA und DORIS wurden gegenüber dem Vorjahr keine Veränderungen mehr vorgenommen. Beide Maschinen wurden soviel wie möglich für ihre Benutzer betrieben. Insbesondere bei PETRA wurde der Betriebsanteil für die Hochenergiephysik zu Lasten des Eigenbedarfsanteils der Maschine heraufgesetzt. Dadurch stieg die Anzahl der Tage mit Luminositätsbetrieb gegenüber dem Vorjahr von 178 auf 214, obwohl die Gesamtbetriebszeit aller Beschleuniger um mehr als 1000 Stunden hinter dem Vorjahresergebnis zurückblieb. Das lag teils an dem Montagezeitbedarf für DESY II, teils aber auch daran, daß infolge des PETRA-Betriebes bei höchsten Strahlenergien oberhalb 22 GeV der Bedarf an elektrischer Primärenergie mit 253 GWh den bisherigen Höchstwert erreichte mit der Konsequenz, daß die Betriebsdauer erneut von den Energiekosten her begrenzt wurde.

PETRA und DORIS voll im Einsatz für die Hochenergiephysik

Das Synchrotron DESY I hatte im Februar 1984 zwanzig Jahre Strahlbetrieb hinter sich, davon die ersten 14 Jahre zur unmittelbaren Erzeugung hochenergetischer Strahlen für die Elementarteilchenphysik, die letzten sechs als Injektionsmaschine für die Speicherringe DORIS und PETRA sowie als Lieferant von Teststrahlen für die Entwicklung und Erprobung von Nachweisgeräten.

20 Betriebsjahre von DESY I

Im Berichtsjahr wurden an DESY I nur noch die unmittelbar zur Aufrechterhaltung des Routinebetriebes nötigen Arbeiten ausgeführt. Dafür wurden in zwei Montagezeiten der Aufbau des Magnetringes und des Einschubweges vom LINAC I für das neue e^-/e^+ -9-GeV-Synchrotron DESY II im DESY I-Tunnel vorbereitet und durchgeführt. Die beiden Einschublinearbeschleuniger I und II wurden weitgehend umgebaut zur Erzielung höherer Strahlenergie beziehungsweise höherer Positronenausbeute.

Magnetring von DESY II aufgebaut

Als einzige Beschleunigerentwicklungsprogramme neben dem HERA-Projekt wurden auch 1984 zwei Programme für neuartige Hochfrequenzbeschleunigungsverfahren weiter verfolgt:

Beschleunigerforschung

- Supraleitende Hohlraumresonatoren
- Erzeugung sehr hoher Feldgradienten durch strahlungsgeregte Strukturen

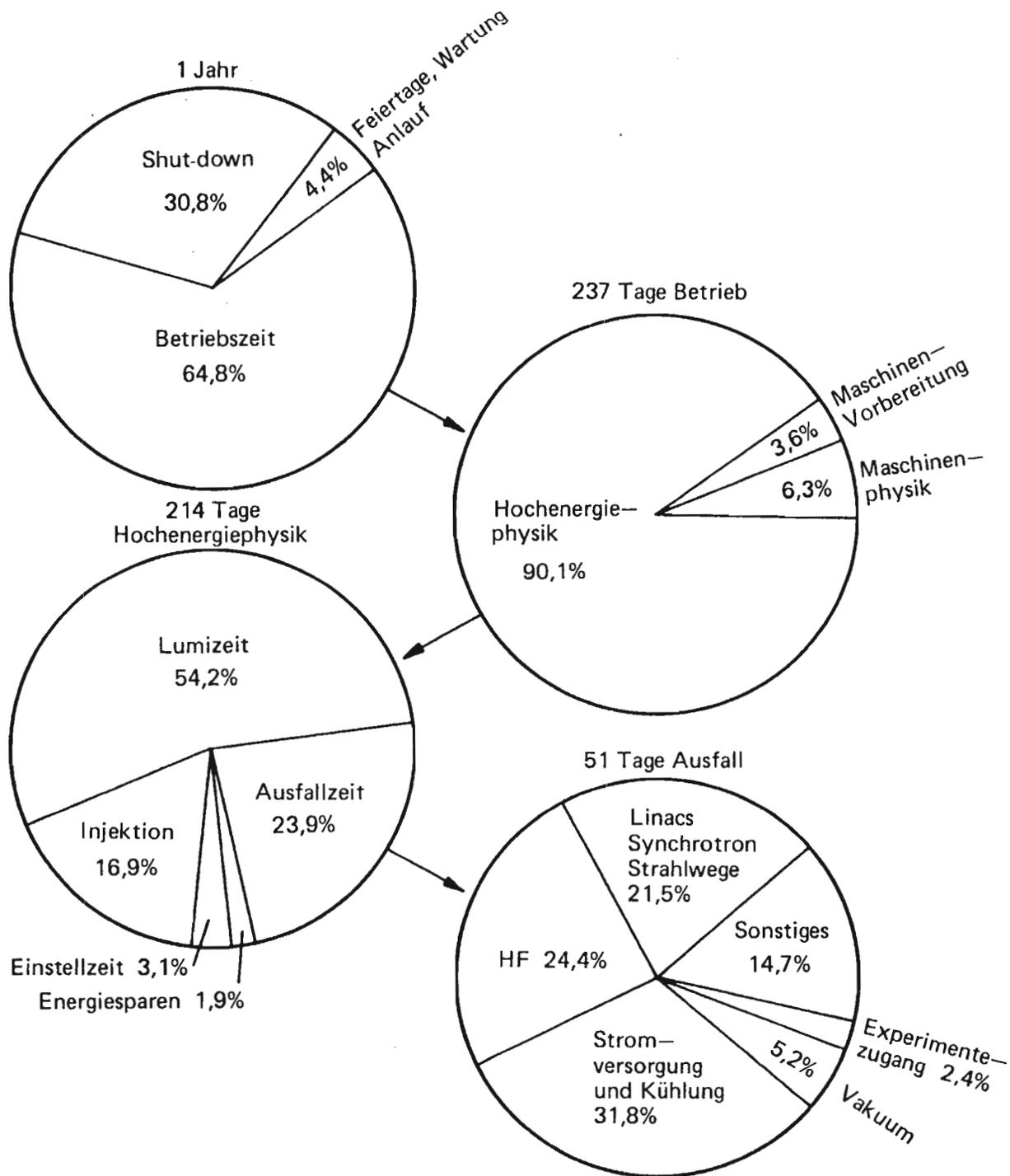


Abb. 14.1: Maschinenzeitverteilung und Ausfallstatistik von PETRA in 1984.

Speicherring PETRA

Am Speicherring PETRA wurde die Suche nach neuen Teilchen fortgesetzt. Dabei erreichte PETRA mit 2×23.39 GeV die derzeit weltweit höchste Energie für e^+e^- -Kollisionen. Im Energiebereich von 22 GeV bis 23.39 GeV wurde pro Experiment eine Luminosität von 20.6 pb^{-1} akkumuliert. Mit einer neuen Injektionsoptik gelang es, höhere Ströme zu speichern. Es konnten 4×3.5 mA auf über 22 GeV beschleunigt werden.

Überblick

PETRA lief an 214 Tagen, das sind 90 % der Betriebszeit, für die Hochenergiephysik. Mit 36 Tagen mehr als in 1983 ist dieses Ergebnis besonders beachtenswert. Der Grund hierfür ist darin zu suchen, daß nach Abschluß des Energieerhöhungsprogrammes im Vorjahr und nach Genehmigung von HERA keine größeren technischen Veränderungen mehr vorgenommen wurden. Auch die Maschinenstudienprogramme wurden eingeschränkt, da die Wissenschaftler des M-Bereiches Aufgaben bei HERA übernehmen mußten. Lediglich die Gruppe „Maschinenkoordination PETRA“ bemühte sich intensiv um optimale Ausrichtung des Speicherringes auf die Erfordernisse der Experimente.

Betriebsergebnis

In der ersten Betriebsperiode 1984 wurde der Energiebereich in Schritten von 2×15 MeV nach neuen Teilchen durchsucht, während in der zweiten Betriebsperiode überwiegend bei 22.1 GeV und 23.285 GeV Daten genommen wurden.

Die Luminosität, die von PETRA in den einzelnen Betriebswochen pro Experiment produziert wurde, zeigt Abb. 14.2. Über alles integriert ergeben sich 20.6 pb^{-1} pro Experiment. Aus der Tab. 14.1 entnimmt man, wieviel Luminosität bei den verschiedenen Energien geliefert wurde.

Tab. 14.1: Luminosität bei verschiedenen PETRA-Energien.

Tage	Luminosität [nb^{-1}]	Energie [GeV]
85	5 909	22.0 . . . 23.39
92	13 016	22.100
37	1 668	23.285

Einen Überblick über die Maschinenzeitverteilung und die Ausfallstatistik von PETRA gibt Abb. 14.1.

Der maximale Strom, der sich bei der Injektionsenergie von 7 GeV in PETRA füllen läßt, ist durch Satellitenresonanzen begrenzt. Dieser Effekt machte sich besonders negativ bemerkbar, nachdem in PETRA für die Energieerhöhung die maximale Zahl der Beschleunigungsstrecken eingebaut worden war (112 mehrzellige 500-MHz-Beschleunigungsstrecken statt vorher 60 mit 9 MW_{cw} Senderleistung, dazu ein $600 \text{ kW}_{\text{cw}}$, 1-GHz-System mit insgesamt 24 mehrzelligen Beschleunigungsstrecken). Es ließen sich zunächst nur noch

Maximaler Strom

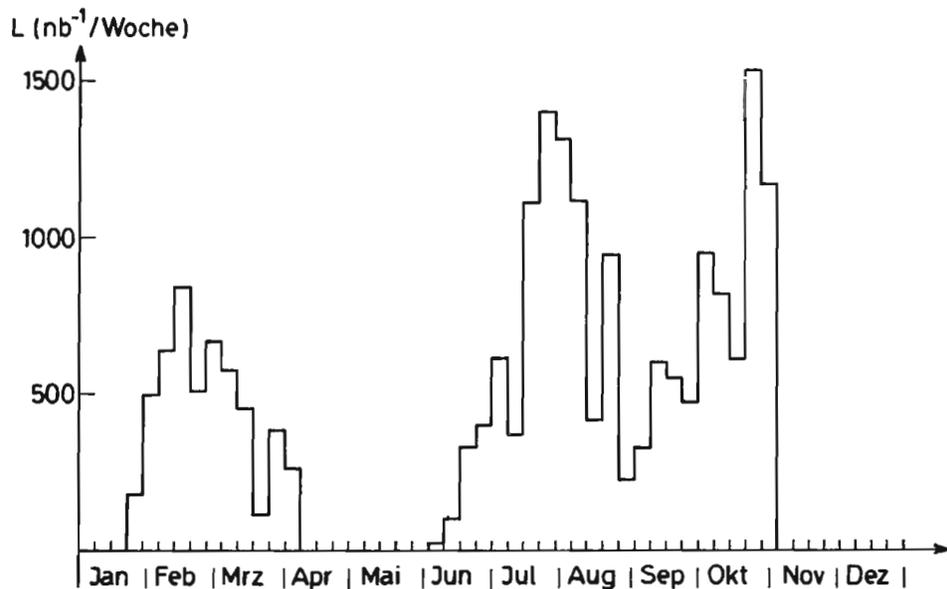


Abb. 14.2: Mittlere Luminosität pro Experiment von PETRA in 1984.

4 × 2.5 mA auf höhere Energien beschleunigen. In den Schichten für Maschinenphysik wurde herausgefunden, daß sich durch Wahl einer geeigneten Injektionsoptik der maximale Strom erhöhen läßt.¹⁾ Es konnten 4 × 6.1 mA bei 7 GeV gespeichert werden, wobei der Strom weiterhin durch Satellitenresonanzen begrenzt war. Deshalb ist der maximale Strom empfindlich abhängig von der Wahl der Betatronfrequenzen, der Synchrotronfrequenzen und von Orbitbeulen in den Beschleunigungsstrecken. Das führt während der Beschleunigung leicht zu Strahlverlusten, so daß nur 4 × 3.5 mA wiederholt auf hohe Energien beschleunigt werden konnten.

Polarisation

1983 war das Polarimeter unter Verwendung eines Nd-YAG-Lasers mit einer Spitzenleistung von 100 MW aufgerüstet worden. Mit diesem Polarimeter konnte erstmals die Polarisation eines e⁻-Strahls bei Energien über 20 GeV und in einer Luminositätsoptik nachgewiesen werden.²⁾

In einer weiteren Messung bei 16.52 GeV wurde die Reproduzierbarkeit der PETRA-Energie untersucht. Bei diesen Messungen ergab sich, daß die Strahlenergie von Füllung zu Füllung sich nicht um mehr als 0.018 % veränderte. Eine Abhängigkeit von den Orbitbeulen, die zur Optimierung von Luminosität und Untergrundraten benutzt werden, konnte nicht festgestellt werden.

¹⁾ A. Piwinski und J. Roßbach, DESY M-84-02
²⁾ D. Barber et al., DESY M-84-16

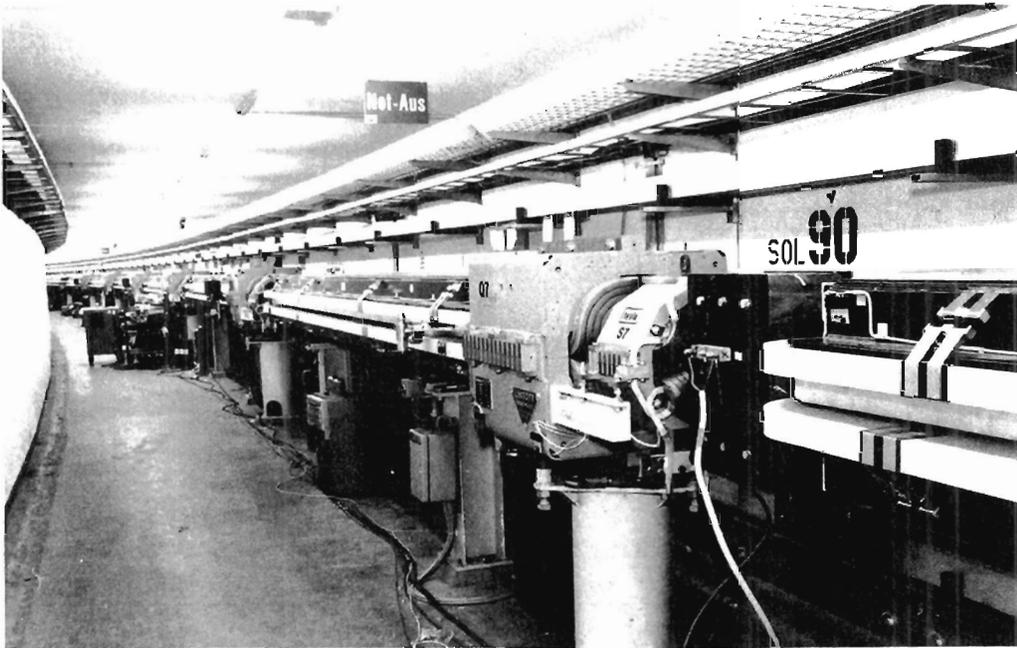


Abb. 14.3: Blick in den PETRA-Tunnel

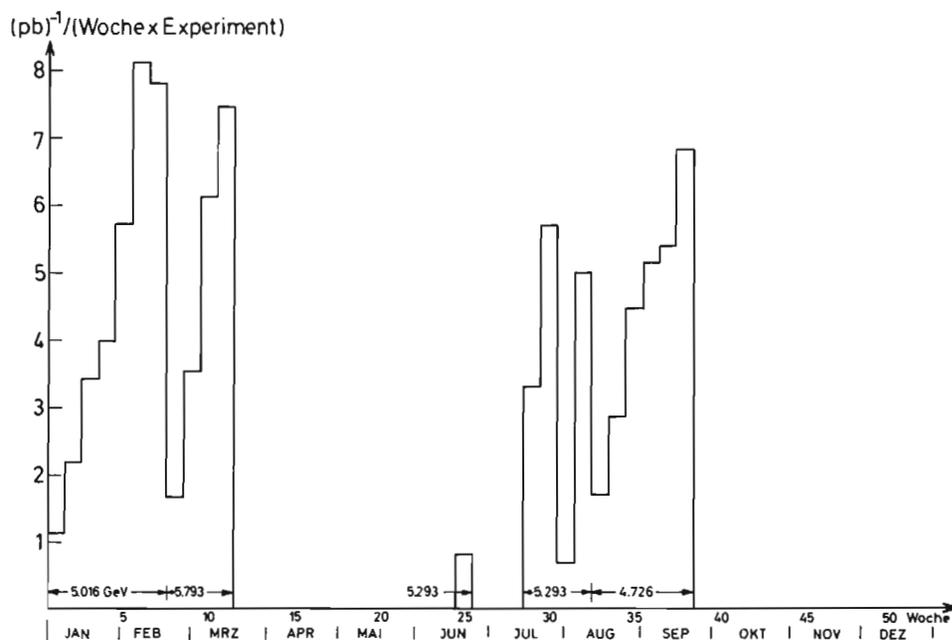


Abb. 15.1: Luminosität von DORIS II in 1984.

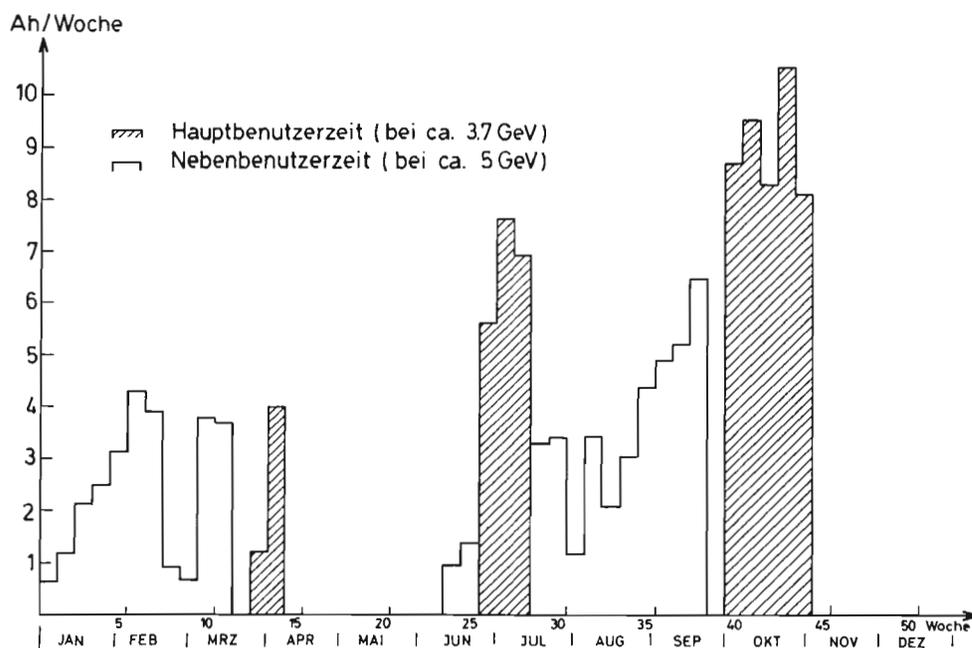


Abb. 15.2: Für Synchrotronstrahlung von DORIS II gespeicherte Ladung in 1984.

Speicherring DORIS II

Wie schon im Vorjahr wurde DORIS II auch 1984 für Hochenergiephysik, Synchrotronstrahlungserzeugung und Weiterentwicklung der Maschine genutzt. Von den 8784 Stunden des Jahres waren 5760 Stunden oder 65.6 % für den Betrieb vorgesehen (Tab. 15.1 und 15.2). Die Restzeit entfiel auf Umbauten und Wartung für alle Beschleuniger („Shut-down“-Zeit) sowie auf Feiertage. Im Vorjahr betrug die Betriebszeit noch 7386 Stunden. Der Rückgang ist auf die teils durch den Bau von DESY II, teils durch die Energiekosten verringerte Gesamtbetriebszeit der Beschleuniger im Berichtsjahr zurückzuführen.

Überblick

Die für die Hochenergiephysik vorgesehene Strahlzeit wurde zu etwa gleichen Teilen für die Datennahme bei einer Strahlenergie von 4.73 GeV (Y-Resonanz), 5.02 GeV (Y'-Resonanz) und 5.29 GeV (Y(4S)-Resonanz) genutzt (Tab. 15.3). Dabei wurde die integrierte Luminosität auf mehr als 1500 nb^{-1} in 24 Stunden und die momentane Luminosität auf etwa $3 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{sec}^{-1}$ gesteigert. Das ermöglichte die über das Jahr 1984 integrierte Luminosität trotz reduzierter Betriebszeit von 77.6 pb^{-1} (1983) auf 90 pb^{-1} zu erhöhen (Tab. 15.3).

Betriebsergebnis

Für die Nutzer der Synchrotronstrahlung konnte die gespeicherte Ladung von 132.2 Ah im Jahr 1983 auf 137.8 Ah leicht gesteigert werden, ebenfalls trotz Reduzierung der Betriebszeit.

Tab. 15.1: Geplante Nutzung von DORIS II im Jahr 1984.

Hochenergiephysik	3 552 h \triangleq 61.7 %
Synchrotronstrahlung	1 800 h \triangleq 31.2 %
Maschinenentwicklung	408 h \triangleq 7.1 %
Summe:	5 760 h \triangleq 100.0 %

Tab. 15.2: Verwendung der geplanten Nutzungszeit von DORIS II in 1984.

Nutzbare Zeit	3 662 h \triangleq 63.6 %
technische Ausfälle	1 051 h \triangleq 18.2 %
Maschineneinstellung und Injektion	1 047 h \triangleq 18.2 %
Summe:	5 760 h \triangleq 100.0 %

Tab. 15.3: Verwendung der DORIS II-Hauptbenutzerzeit.

Hauptbenutzer	Energie [GeV]	zugeteilte Zeit [h]	Luminosität pro WWZ [pb^{-1}]	gespeicherte Ladung [Ah]
ARGUS	5.29	1 488	30.8	22.4
Crystal Ball	4.73	1 008	26.3	25.4
	5.01	1 056	32.9	18.1
DORIS II	3.7	168	—	—
	5.01	192	—	—
	5.29	48	—	—
HASYLAB	3.7	1 800	—	71.9
Summe:	—	5 760	90.0	137.8

In den Abbildungen 15.1 und 15.2 ist die erreichte Luminosität/Woche für Hochenergiephysik beziehungsweise die gespeicherte Ladung/Woche für Nutzer der Synchrotronstrahlung dargestellt. Tab. 15.1 zeigt die Planung für die Hauptbenutzerzeit, Tab. 15.2 gibt Auskunft über die nach Abzug der Ausfallzeiten erreichte nutzbare Zeit. In Tab. 15.3 sind die Einzelheiten der Maschinenzeitverwendung durch die Hauptbenutzer, in Tab. 15.4 schließlich die Ursachen für technische Ausfälle zusammengestellt. Die Zeitangaben sind in allen vier Tabellen auf die geplante Gesamtbetriebszeit von 5760 Stunden auf 100 % bezogen.

*Maschinenstudien
und technische
Weiterentwicklung
von DORIS II*

– **Optik:** Um die Luminosität weiter zu erhöhen, wurde der gespeicherte Strahl in den Kollisionspunkten noch schärfer fokussiert. Anstelle der 4-cm-Optik ($\beta_x^* = 0.62$ m; $\beta_z^* = 4$ cm) wurde eine 3-cm-Optik benutzt ($\beta_x^* = 0.4$ m; $\beta_z^* = 3$ cm). Dadurch erhöhte sich die spezifische Luminosität bei kleinen Strömen (ca. 10 mA/Bunch) zwar wie erwartet von $2.4 \times 10^{28} \text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1} (\text{mA})^{-2}$ auf $3.4 \times 10^{28} \text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1} (\text{mA})^{-2}$, aber es konnten nur verhältnismäßig kleine Ströme zur Kollision gebracht werden (maximal 2×28 mA im Einzelbunch), und die Untergrundzählrate bei den Experimenten war hoch. Die bereits erwähnten hohen Luminositäten von ca. $3 \times 10^{31} \text{cm}^{-2} \text{sec}^{-1}$ beziehungsweise mehr als $1500 \text{nb}^{-1}/\text{Tag}$ wurden deshalb in der 4-cm-Optik durch sorgfältiges Optimieren insbesondere des Arbeitspunktes erreicht.

– **Maximale Ströme:** Für Hochenergiephysik wird DORIS II bei einer Energie von etwa 5 GeV betrieben. Es werden ein e^- - und ein e^+ -Bunch auf je knapp 50 mA gefüllt. Instabilitäten werden durch ein schmalbandiges Rückkopplungssystem gedämpft. Der Maximalstrom ist technisch begrenzt: Wandströme heizen die Vakuumkammer zu stark auf (higher order mode losses), und die HF-Leistung der vier Sender reicht nicht aus, um mehr Strom zu speichern.

Für gezielte Synchrotronstrahlungserzeugung wird DORIS II bei einer Energie von etwa 3.7 GeV betrieben. Es werden nur Elektronen gespeichert, und es können mehr „buckets“ gefüllt werden (in der Regel vier). Deshalb gehen die Wandströme zurück. Infolge der kleineren Energie läßt auch die HF-Leistung nur eines Senders schon größere Ströme zu. Bei

Tab. 15.4: Ursachen für technische Ausfälle von DORIS II.

Ausfallursache	Gesamtdauer [h]	$\frac{\text{Ges.-Dauer}}{5\,760 \text{ h}} \times 100$
Kein Strahl aus Vorbeschleunigern	339.8	5.9 %
Zugang für Experimente	244	4.2 %
Technische Ausfälle der Experimente	86.4	1.5 %
HF-Sender	79.6	1.4 %
Vakuumslecks	67.5	1.2 %
Stromversorgung für Dipole und Quadrupole	59.4	1.0 %
andere Vakuumfehler (z. B. Ventilsteuerung)	25	0.4 %
Injektionssystem	21	0.4 %
HEW-Ausfall	20.6	0.4 %
Interlocksystem	9.1	0.2 %
Sonstiges (z. B. Wasser im Ring)	98.5	1.7 %
Summe:	1 050.9	18.2 %

dieser Betriebsweise ist die speicherbare Stromstärke durch Strahlinstabilitäten begrenzt, vermutlich durch schädliche Impedanzen der Beschleunigungsstrecken. Es wurden deshalb auch für DORIS II Dämpfungsantennen für bestimmte höhere HF-Modi entwickelt, wie sie bereits mit gutem Erfolg in DORIS I eingesetzt wurden.

Maximal wurden in einem Bunch 84 mA Elektronen gespeichert. Als Folge dieses hohen Stromes trat ein Vakuumleck auf. Außerdem wurden durch temperaturbedingte Oberflächenveränderungen später örtlich begrenzt Ionen erzeugt.

Diese waren die Ursache für kurze und stark schwankende Lebensdauern (etwa zwischen 5 min und 30 min) des Elektronenstrahles; Positronen waren hingegen nicht betroffen. Die fokussierende Wirkung der Ionen auf den Elektronenstrahl konnte nachgewiesen werden.

— **Einbau von neuen Kicker-Magneten:** Bei laufender Maschine konnte der Ort, an dem die Ionen erzeugt wurden, trotz intensiver Suche nicht gefunden werden. Nach Öffnung des Ringes zeigte sich an den Stromschienenhalterungen der Feedback-Kicker Abdampfung von Aluminium. Nach Auswechseln der Feedback-Kicker wurden keine Ionen mehr beobachtet.

Auch die Injektionskicker wurden durch eine Neukonstruktion ersetzt, weil sie bei großen Bunch-Strömen starke Erwärmungen gezeigt hatten.

— **Stabilität der Strahlage:** Vertikale Änderungen der Gleichgewichtsbahn des gespeicherten Strahles stören insbesondere die Nutzer der Synchrotronstrahlung, da ihre Experimente in einer Entfernung zwischen 10 m und 40 m vom Strahl aufgebaut sind. Derartige Änderungen sind zumindestens teilweise auf ein geringfügiges Kippen der horizontalen Ablenkmagnete des Speicherrings zurückzuführen, das seinerseits durch Verbiegen der an den Magneten befestigten Vakuumkammer, infolge Erwärmung durch den Strahl, verursacht wird. Durch Gegenmaßnahmen wie Versteifung der Gestelle für die Ablenkmagnete, Regelung der Temperatur des Kühlwassers in der Vakuumkammer, Weiterentwicklung der schon im letzten Jahr installierten Regelung für die Strahlage, wurden die Lageschwankungen eines Synchrotronlicht-Strahles in etwa 10 m Entfernung vom Speicherring von ca. 2000 μ auf ca. 20 μ reduziert.³⁾

— **Einbau eines Wigglers:** Der erste Wiggler von DORIS II wurde in der Nähe der Elektronen-Injektion aufgestellt (s. S. 137 ff). Er hat folgende für die Wirkung auf den Strahl wichtige Eigenschaften:

maximales Magnetfeld am Strahl	0.6 T
Periodenlänge	132 mm
Gesamtlänge	2112 mm
Gaphöhe	34 mm

Für den Einbau war es erforderlich, die lichte Weite der Injektionsvakuumkammer auf ca. 20 mm und die lichte Höhe der Hauptvakuumkammer auf 28 mm zu verringern. Die dadurch entstandene engste Stelle in der Maschine hat sich jedoch nicht nachteilig auf den gespeicherten Strahl ausgewirkt.

Das Magnetfeld des Wigglers bewirkte bei 3.7 GeV eine Änderung des Arbeitspunktes um 0.005. Einflüsse auf die Strahlage, die Strahlhöhe oder die Injektionsrate waren nicht nachweisbar.

³⁾ Vgl. Jahresbericht 1984 des HASYLAB

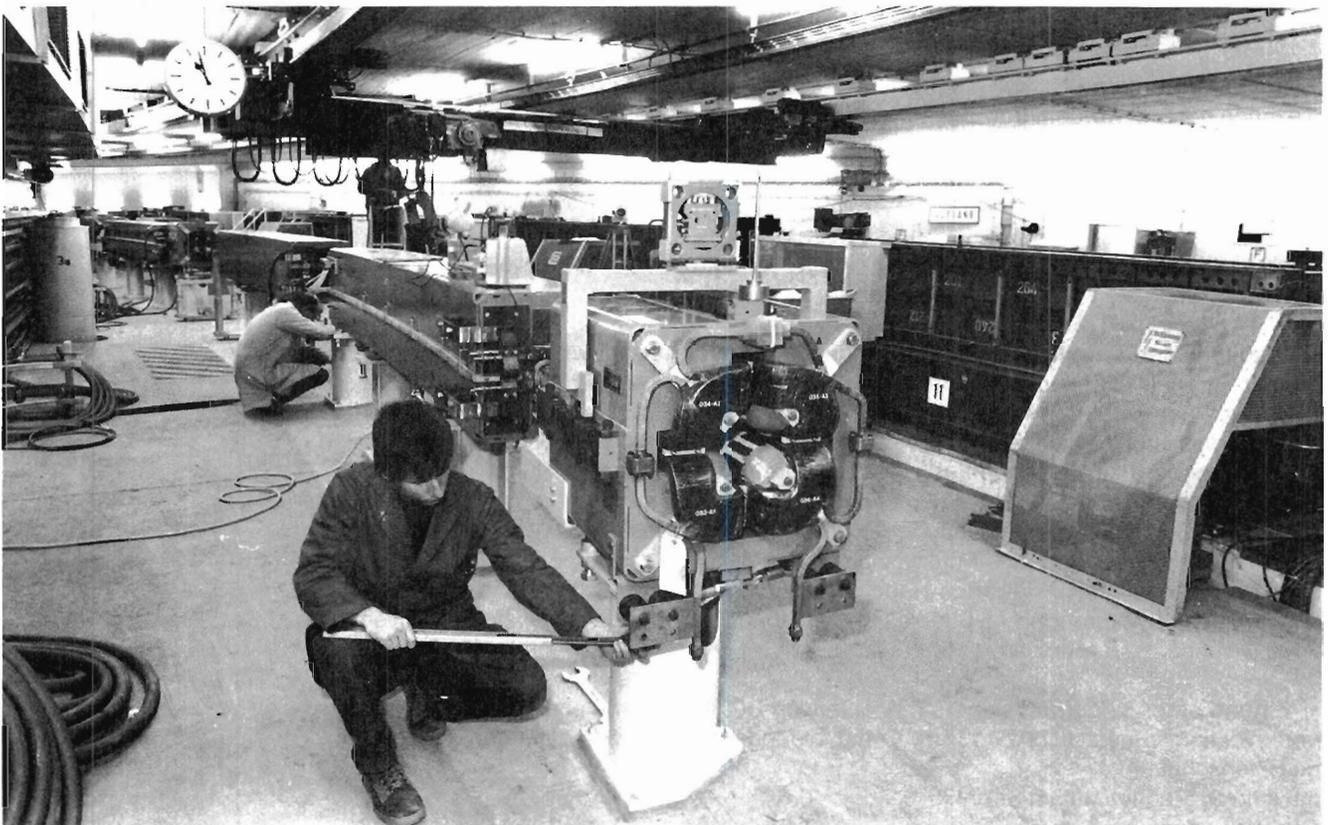


Abb. 16.1: In den Montagezeiten des Berichtsjahres wurden die vorbereitenden Arbeiten für die Installation des neuen Elektronen-Synchrotrons DESY II durchgeführt und die ersten Magnete an der Innenseite des Synchrotron-Tunnels aufgestellt.

Synchrotron DESY

Seit 1979 dient das Synchrotron nur noch der Versorgung von den Speicherringen DORIS und PETRA mit Elektronen- und Positronen-Einzelbunchen. Arbeiten am Synchrotron wurden im Berichtszeitraum 1.1. bis 31.12.1984 nur insoweit durchgeführt, als sie zur Aufrechterhaltung des fortlaufenden Betriebes notwendig waren. Eine Weiterentwicklung an den einzelnen Beschleunigerkomponenten wurde nicht durchgeführt, da der Betrieb des Synchrotrons nur noch bis Ende 1985 laufen wird.

DESY I – Betrieb

Die Betriebsstatistik zeigt das gleiche Bild wie in den Vorjahren, das heißt eine Verfügbarkeit für die Synchrotronbenutzer von über 90 % (Tab. 16.1 bis 16.3).

Ab März 1986 soll das dann 22 Jahre in Betrieb befindliche alte Synchrotron (DESY I) durch die neue Beschleunigeranlage DESY II ersetzt werden.

Der Aufbau des neuen Synchrotrons erfolgte im Berichtsjahr in zwei größeren Betriebsunterbrechungen. In der Montagezeit vom 9. 4. bis 11. 5. 1984 wurden vorbereitende Arbeiten im DESY-Ringtunnel durchgeführt, wie Verlegen von Kabeltrassen und Kühlleitungen, Installation von Klimaanlage, Montage von Magnetgestellen und ähnliches. Im zweiten Shut-down ab 5. 11. 1984 wurde dann der vollständige Magnetring aufgebaut (Abb. 16.1) einschließlich aller Maschinenkomponenten, wie sie für den geplanten Probetrieb des neuen Synchrotrons mit Elektronen bis 1 GeV erforderlich sind.

DESY II – Aufbau und Erprobung

Dieser Probetrieb soll 1985 parasitär zum DESY I/DORIS/PETRA-Betrieb erfolgen unter Benutzung des für den DESY II-Einschuß in seiner Energie von 55 MeV auf ca. 200 MeV erhöhten Linearbeschleunigers LINAC I. Im Winter 1985/86 soll die Magnetstromversorgung von DESY II für mindestens 8 GeV eingebaut und erprobt werden. Dadurch wird DESY I zwangsläufig außer Betrieb gesetzt; DESY II muß dann ab März 1986 die Rolle von DESY I als Elektronen/Positronen-Einschußbeschleuniger für die Speicherringe übernehmen. DESY I wird danach zum speziellen Protonen-Synchrotron für das HERA-Projekt umgebaut.

Tab. 16.1: Betriebsstatistik des Synchrotrons für 1984.

Monat	Gesamt-Betriebszeit	für Hauptbenutzer		erhalten		Maschinenstudien	Wartungszeiten	Montagezeiten	Nebenbenutzer am Synchrotron
		vorgesehen	erhalten	DORIS h(%)	PETRA h(%)				
Januar	720 h	720 h	598.6 h	598.6 (83.1)	422.5 (83.8)				720 h
Februar	696 h	696 h	681.2 h	681.2 (97.9)	681 (97.8)				696 h
März	744 h	744 h	708.7 h	694.3 (95.4)	708.7 (97.3)				744 h
April	192 h	192 h	185.9 h	185.9 (97.3)	176.1 (92.2)			9.–30. 4.	192 h
Mai	432 h	96 h	73.2 h		73.2 (76.3)	96 h	240 h	1.–13. 5.	
Juni	639 h	639 h	569.3 h	440.4 (84.8)	569.3 (89.1)				639 h
Juli	744 h	744 h	700 h	700 (94.1)	693.3 (93.2)				744 h
August	744 h	744 h	724.7 h	718.9 (96.6)	724.7 (97.4)				744 h
September	708 h	708 h	677.1 h	666.7 (94.2)	677.1 (95.6)				708 h
Oktober	744 h	744 h	713 h	702.4 (94.4)	713 (95.8)				744 h
November	96 h	96 h	72.9 h	72.9 (75.9)	72.9 (75.9)			5.–30. 11.	96 h
Dezember								1.–21. 12.	
Summe	6459 h	6123 h 94.8 %	5704.6 h 93 %	5461.3 h 89.2 %	5511.8 h 90 %	96 h 1.5 %	240 h 3.7 %		6027 h 93.3 %
1983	7658 h	7466 h	6945.6 h	6927 h	4904 h	96 h	96 h		7216 h

Tab. 16.2: Anlagenausfälle von über einer Stunde Hauptbenutzerzeit für das Jahr 1984.

Transportmagnete und Netzgeräte: 13, Septumausfälle: 1, Kickerausfälle: 4 Störungen durch Rechner und Interface: 5 Wasserstörungen: 17 Magnete, Magnetstromversorgung des Synchrotrons sowie alle allgemeinen Stromausfälle: 21 Ausfälle durch Vakuümlecks und Vakuumpumpen: 16 Intensitätsverlust (Regen): 1, Änderung des Betriebszustandes: 1 Interlockursachen: 1 Ausfälle im LINAC I: 11, im LINAC II: 8, bei PIA: 2, in der Hochfrequenz: 4 Vorbereitung für DESY II: 2
Angegeben ist die Anzahl der Störungen: (107) , die insgesamt ausgefallenen Experimentestunden belaufen sich auf 418.4 h (7.0%) .

Tab. 16.3: 20 Jahre Betriebsstatistik des Synchrotrons (1964 bis 1984).

	Gesamt- betriebszeit	für Hauptbenutzer		Maschinen- studien	Wartungs- schichten
		geplant	erhalten		
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
1983	7658 h	7466 h	6946 h	96 h	96 h
1984	6459 h	6123 h	5704 h	96 h	240 h

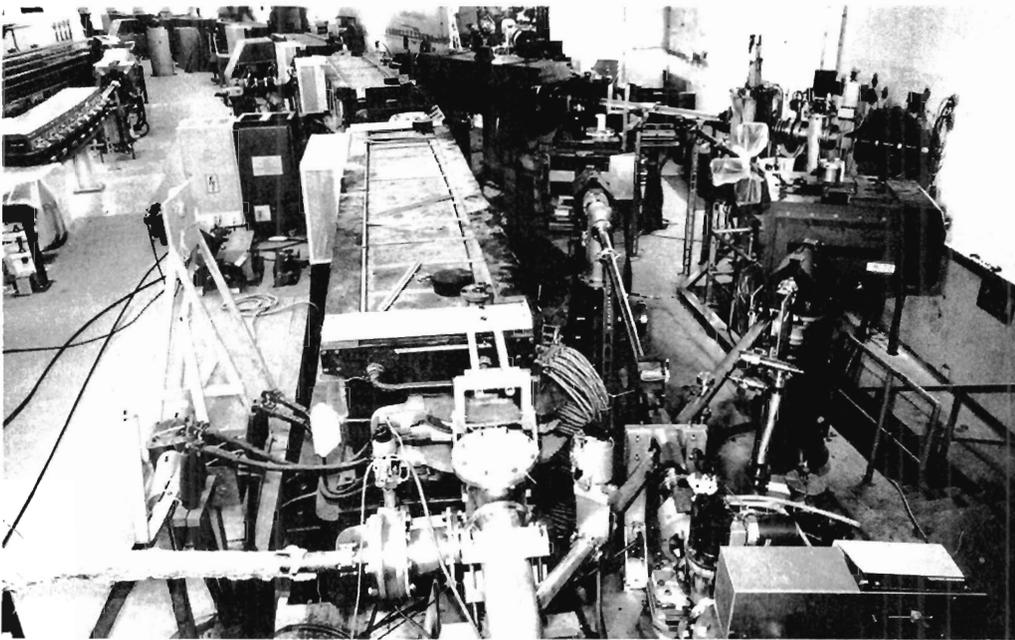


Abb. 16.2: Blick in den DESY-Tunnel mit dem neuen Elektronen-Synchrotron DESY II (links oben im Aufbau) und dem alten 7.5-GeV-Synchrotron daneben. Rechts oben ist der verlängerte Linearbeschleuniger LINAC I zu erkennen.

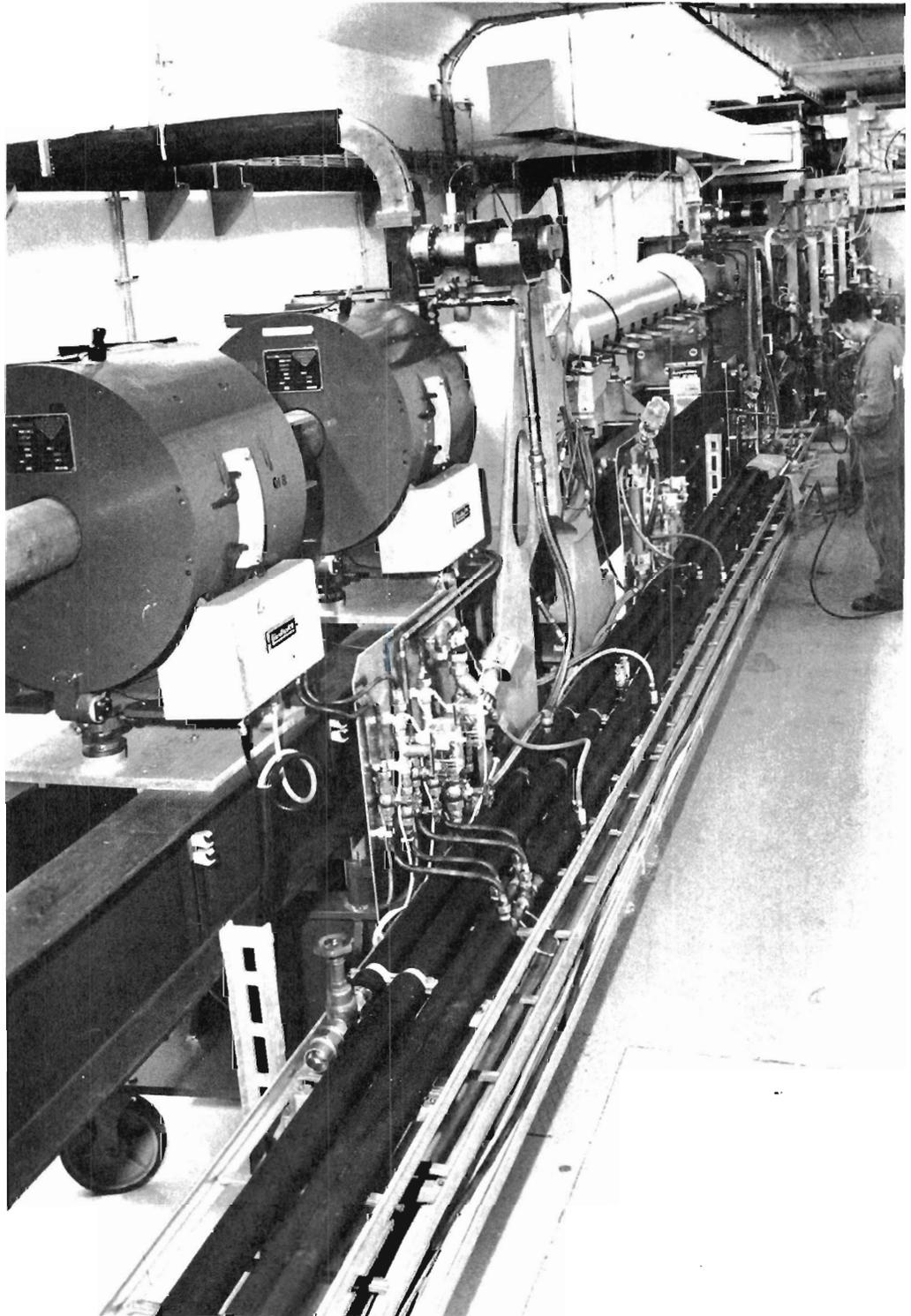


Abb. 17.1: Der ausgebaute Linearbeschleuniger LINAC I.

Arbeiten der Gruppen des Bereiches Maschinen

Die Genehmigung des HERA-Projektes im April 1984 hatte naturgemäß erhebliche Auswirkungen auf die Betriebs- und Entwicklungsprogramme der bei DESY derzeit vorhandenen Beschleuniger und Speicherringe wie auch auf die Organisation des Gesamt-Laboratoriums; hierüber wird im HERA-Teil (s. S. 191 ff.) gesondert berichtet.

*Koordinatoren und
Wissenschaftler*

Die Wissenschaftler des M-Bereiches wurden für Aufgaben nicht nur beim HERA-Elektronenring, sondern auch für die Bewältigung von Problemen der Protonenbeschleunigung eingesetzt und standen deshalb für beschleunigerphysikalische Meßprogramme sowie für die Unterstützung des laufenden Betriebes von PETRA und DORIS nicht mehr zur Verfügung.

Die Koordinationsstellen PETRA und DORIS wurden – teilweise in Verbindung mit personellen Veränderungen auch bei den Koordinationsstellen selbst – entsprechend stärker belastet. Die Maschinenkoordination DESY wiederum hatte nicht nur den laufenden Betrieb von DESY I zu betreuen, sondern auch den Aufbau von DESY II verantwortlich zu leiten und zudem bereits erste Vorüberlegungen über die Umwandlung von DESY I in das zukünftige 7-GeV-Protonen-Synchrotron DESY III anzustellen.

Die technischen Gruppen waren weiterhin für die Komponenten der derzeit laufenden Beschleuniger verantwortlich, desgleichen stellten sie weiterhin das Schichtpersonal für den durchlaufenden Betrieb. Dazu jedoch wurden sie mit Entwicklungsaufgaben vor allem für den HERA-Elektronenring, teilweise aber auch für den Protonenring beziehungsweise die technische Infrastruktur von HERA, betraut. Hierbei wurden Fragestellungen und Termine stark durch die für die Auslegung des HERA-Tunnels und der HERA-Experimentierhallen erforderlichen Festlegungen bestimmt.

Technische Gruppen

Da die Gruppen des M-Bereiches bereits seit 1979 auf die für Beschleuniger und Speicherringe erforderlichen technischen Komponenten hin strukturiert sind, waren hier durch HERA keine größeren organisatorischen Veränderungen erforderlich. Da insbesondere der HERA-Elektronenring aus zumindest grundsätzlich ähnlichen Komponenten aufgebaut wird, konnte deren Entwicklung unmittelbar den vorhandenen Gruppen aufgetragen werden. Lediglich die Gruppen „Kontrollen“ und „Elektronik“ wurden, wie schon länger geplant, zu einer Gesamtgruppe „Kontrollen und Instrumentierung“ zusammengefaßt.

Im Berichtsjahr wurden die im Vorjahr hergestellten Speichercavities in die Linearbeschleuniger eingebaut und in Betrieb gesetzt.

Injektion

Bei diesen Speichercavities handelt es sich pro Linearbeschleunigerabschnitt um zwei Hohlraumresonatoren, die im T_{015} -Mode arbeiten und über einen 3-dB-Koppler gekoppelt sind. Die Leerlaufgüte liegt bei 100 000. Diese Einheiten werden zwischen den Klystrons und den LINAC-Abschnitten angebracht. Man erreicht so, daß ein großer Teil der HF-Energie während des 3 μ sec langen 20-MW-Pulses, den das Klystron liefert, hier gespeichert wird. Durch eine LINAC-HF-Struktur-Füllzeit vor Ende des Pulses wird diese Energie durch einen Phasensprung von 180° in der Klystronansteuerung abgerufen. Durch Überlagerung der Welle, die aus dem Klystron kommt, mit der aus den Speichercavities wird die Eingangsleistung am Abschnitt um einen Faktor vier bis fünf erhöht. Berücksichtigt man die Gruppengeschwindigkeit in den Abschnitten, so ergibt sich eine Steigerung der Energie der Elektronen (Pulslänge \approx 100 nsec) gegenüber dem ursprünglichen Betrieb um einen Faktor 1.6, wenn die Teilchen gegen Ende des 3- μ sec-Pulses eingeschossen werden.

Wichtige Vorteile, die sich durch den Umbau ergeben, sind:

- Die gesteigerte Energie der Elektronen, die auf das Positronentarget treffen, führt zu einer ebenfalls um 60 % höheren Intensität der entstehenden Positronen und der in PIA erzeugten e^+ -Bunche, was letztlich zu einer Reduktion der Füllzeit in HERA führt (die bisher mit einer halben Stunde angesetzt werden mußte).
- Im Positronenteil des LINAC II können zwei Abschnitte eingespart werden; die für PIA notwendige Energie von 450 MeV wird von nur sieben mit Speichercavities ausgerüsteten Abschnitten aufgebracht. Ferner kann die Leistung der Klystrons herabgesetzt werden, die Lebensdauer der Röhren wird dadurch größer. Die beiden freiwerdenden Abschnitte stehen zur Erhöhung der LINAC I-Energie von zur Zeit 55 MeV auf 220 MeV zur Verfügung.

Im Januar und Februar 1984 wurden 11 Modulatoren des LINAC II mit Speichercavities ausgerüstet. Dazu waren Infrastrukturänderungen wie zum Beispiel neue Kabelanschlüsse, Wasserversorgungen und ein neuer Lüftungskanal nötig. Die LINAC-Abschnitte 13 und 14 wurden abgebaut, an ihrer Stelle wurde ein neues Strahlführungssystem zwischen LINAC II und PIA aufgebaut. Seit März 1984 läuft der LINAC II routinemäßig mit den Speichercavities. Wegen der höheren Energie der auf das Positronen-Target fallenden Elektronen konnte der in PIA umlaufende Positronen-Strom von 9 auf 14 mA erhöht werden; die Energie der in PIA gespeicherten Positronen ist nach wie vor 450 MeV, obwohl zwei LINAC-Abschnitte ausgebaut wurden und ein weiterer nicht mitläuft.

Im Laufe des Jahres wurden die beiden bis dahin zu den LINAC II-Abschnitten 13 und 14 gehörenden Modulatoren am LINAC I aufgebaut und ab November 1984 der LINAC I um die beiden Beschleunigerstrukturen vom LINAC II erweitert. Im Zusammenhang damit mußten bei LINAC I erhebliche Veränderungen durchgeführt werden:

- Umbau der Wasserversorgung
- Aufbau einer Klimaanlage
- Bau und Montage von Hohlleiterzügen
- Erweiterung der Rechnersteuerung

Die Inbetriebsetzung des umgebauten Linearbeschleunigers I (Abb. 17.1) ist für Ende Februar 1985 vorgesehen.

Für DESY II wurden von der Injektionsgruppe im Berichtsjahr sechs Kicker und fünf Septa mit Pulsern, Netzgeräten und Rechnersteuerung gefertigt und eingebaut.

Energieversorgung

Der über Monate ohne Wartungszeiten durchlaufende Maschinenbetrieb und die in immer größerem Umfang notwendig werdenden Anlagen-Erneuerungsarbeiten (JADE-Stromversorgung, PETRA-Netzgerätetransformator, Ringkran DESY, Kältemaschinen DESY und DORIS) banden auch 1984 einen erheblichen Teil der Arbeits- und Planungskapazität der Gruppe „Energieversorgung“.

Einen weiteren Aufgabenschwerpunkt bildeten im Berichtsjahr die Maschinen DESY II und HERA.

- **DESY II:** Die für den Synchrotron-Probebetrieb bis 1 GeV zur Speisung des Ablenk magnetkreises sowie der je zwei Quadrupol- und Sextupolkreise erforderlichen, mit 12.5 Hz modulierbaren Stromrichter wurden gebaut und erprobt. Die den Wechselstrom-Magnetteststand versorgende Anlage hat sich im Berichtsjahr bewährt. Die technischen Daten der für den vollen Betrieb bis 7.5 GeV notwendigen Geräte wurden festgelegt und die Beschaffung eines Direktumrichters für den Hauptkreis und von zwei modulierbaren Gleichrichtern vorbereitet.

70 direkt vom 220-V-Netz her mit 20 kHz taktbare Choppernetzgeräte mit den Daten 10 A, 20 V für horizontale und vertikale Dipolkorrekturen wurden gebaut.

Die Verkabelung und Verrohrung der ganzen Maschine wurde abgeschlossen. In einer eigens dafür errichteten Halle wurde mit dem Aufbau der elektrischen Filter für die Quadrupol- und Sextupolkreise begonnen. Als Filterelemente werden zum Teil Drosseln der früheren DESY-Flat-Top-Schaltung eingesetzt, zusätzlich werden aber auch Magnete des in Daresbury (England) abgebauten Elektronen-Synchrotrons NINA als Drosseln verwendet.

An der Senderstromversorgung von DESY wurden Messungen zur Klärung des künftigen 12.5-Hz-Betriebes durchgeführt, die notwendigen Anlagenänderungen geplant und die Beschaffung von weiteren Filterdrosseln und -Kondensatoren eingeleitet. Durch den Umbau wird eine Ersatzbeschaffung für die 22 Jahre alte Anlage zunächst vermieden.

Auch auf der Drehstromseite wurden für die neue Maschine DESY II im Beschleunigerring umfangreiche Änderungs- und Erneuerungsarbeiten erforderlich.

Im Rahmen des Umbaus des LINAC I auf höhere Energie für den Betrieb mit DESY II wurden dessen Wasserkühlanlagen weitgehend umgebaut und damit an den erhöhten Wärmeabruflbedarf angepaßt. Ähnliche Anpassungen für Wasser- und Luftkühlanlagen waren auch beim LINAC II erforderlich.

— **HERA:** Für HERA samt Hilfseinrichtungen wurde die Planung intensiv weiter vorange-
trieben. Einzelne überschaubare Komponenten wurden schon bestellt, so zum Beispiel
zwei große 10-kV-Schaltanlagen sowie die 10-kV-Drehstrom- und die 85-kV-Gleichstrom-
Kabel zu den „exterritorialen“ Experimentierhallen. Die zur Genehmigung der Kabeltrassen
zu diesen Hallen über öffentlichen Grund erforderlichen Unterlagen wurden erstellt und das
Antragsverfahren eingeleitet.

Für den dritten 110-kV-Drehstrom-Anschluß wurden von den HEW in der Herbstmontage-
zeit vorbereitende Trassierungsarbeiten durchgeführt. Der zugehörige 110/10-kV-
Transformator wurde vom Lieferanten abnahmereif fertiggestellt.

Eine Prototyp-Stromversorgung zum Testen der supraleitenden Protonenmagnete wurde in
Betrieb genommen. Weitere vier Geräte mit ihrem Zubehör für 8000 A/15 V zur umschicht-
igen Versorgung der acht Magnetmeßstände wurden ausgeschrieben.

Im Wechselspiel mit den Anforderungen der Baustatik bei den HERA-Experimentierhallen
wurde der den statischen Bedingungen oft widersprechende Trassenraumbedarf für die
Klimakanäle und Versorgungsleitungen in mehreren Durchgängen abgestimmt. Dement-
sprechend oft mußte die Konstruktion der Klimaanlage — es gibt sechs Anlagen unter-
schiedlicher Größe pro Halle — angepaßt und überarbeitet werden.

Die Anforderungen an die Betriebsräume in den Hallen Süd, West und Nord wurden weit-
gehend festgelegt. Ein allgemeines Trassenkonzept wurde ausgearbeitet und an der Kon-
trolle der Schaltpläne mitgewirkt.

Die Betriebsbedingungen der Ringwasserleitung wurden abgesprochen. Aus mehreren
technischen Konzepten wurde die Art des Leitungsaufbaus mit Kompensatoren ausge-
wählt. Die Festpunkte, die Druck- und Mengenverhältnisse wurden weitgehend berechnet
und festgelegt. Das für HERA vorgesehene Kühlkonzept wurde mit Experten von CERN
beraten.

Für die Versorgung und Kühlung der Helium-Kälte-Kompressoren in der Kryohalle wurden in Zusammenarbeit mit den Vertragspartnern von DESY feste Vorstellungen entwickelt und Schnittstellen vereinbart. Je nach Größe sollen die Maschinen an getrennte Netze mit den Spannungsebenen 3000 V, 660 V und 400 V angeschlossen werden.

Als Vorarbeit für die Planung der elektrischen Hallen- und Ringinstallationen durch ein Ingenieurbüro wurde in einer umfangreichen Befragungsaktion der Bedarf und die Verteilung der elektrischen Energie im Ring ermittelt.

– **Weitere technische Entwicklungen:** Aus der großen Zahl von weiteren Projekten ist der Aufbau einer neuen Blindleistungskompensationsanlage für das DESY-10-kV-Netz zu erwähnen. Auch dafür wurden nach einigen Berechnungen die Filterelemente gewählt. Die Bedienung wird – erstmalig in den DESY-Hochspannungsanlagen – durch eine speicherprogrammierbare Steuerung erfolgen. Es werden zum größten Teil vorhandene Kondensatoren eingesetzt, so daß nur die Drosseln und die Schalter zugekauft werden mußten. Die DESY-10-kV-Hauptschaltanlage wurde dazu weiter ausgebaut und verstärkt.

Als Beitrag zur Verringerung von Umweltrisiken wurden mit Clophen gefüllte Bauelemente – überwiegend Kondensatoren – durch solche mit weniger belastenden Isoliermitteln ersetzt, wodurch sich einzelne Gebäude beziehungsweise Gebäudegruppen ganz clophenfrei machen ließen.

Schließlich wurden weitere Gleichstromversorgungen aus dem DESY-Altgerätebestand für den Einsatz in Strahlführungswegen oder bei PETRA an die dort geltenden Steuer- und Genauigkeitsbedingungen angepaßt oder für den Umbau vorbereitet. Dieses „Recycling“ hat DESY bisher die Beschaffung einer größeren Anzahl von Neugeräten erspart.

Aufbau von Beschleunigern und Experimenten

Der Gruppe „Aufbau von Beschleunigern und Experimenten“ oblagen die Gesamtplanung und Koordination der größeren Montageprojekte und Arbeitsabläufe in den beiden Shut-downs (April/Mai 1984 und Nov. 1984/März 1985) für die Maschinen- und Experimentebereiche; ferner die Wartungs- und Reparaturarbeiten an den Magneten in allen Beschleunigern, Speicherringen und externen Teststrahlen, die Wartung des Personeninterlocks an allen externen Strahlgebieten und die regelmäßige Wartung und Kalibrierung aller in den Speicherring-Experimenten, Teststrahlen und Labors eingesetzten Gaswarnanlagen.

Hinzu kamen Planungs- und vor allem Vermessungsarbeiten für HERA.

Einzelne Arbeiten im Maschinen- und Experimentebereich sind nachfolgend aufgelistet:

– **DESY II:** Magnetfeldrechnungen zur Bestimmung der Streu- und Endfelder der DESY II-Dipole, Berechnung und Konstruktion von Quadrupolen für die Auslaßkammern der Teststrahlen, Konstruktion von Korrekturspulen und Jochwindungen, Zusammenbau der DESY II-Dipole, Montage von Maschinenkomponenten und Abschirmungen im DESY-Tunnel (Abb. 16.1).

– **Allgemeiner Magnetmeßplatz der Gruppe „Aufbau von Beschleunigern und Experimenten“:** Aufbau der Tandemmeßmaschinen mit 12.5 Hz Wechselbetrieb für die magnetische Vermessung der DESY II-Dipole und -Quadrupole, magnetische Vermessung und Funktionskontrolle aller DESY II-Magnete.

– **Personeninterlock:** Aufbau eines einheitlichen modularen Personeninterlocksystems an den DESY-Teststrahlen und im EMBL-Bunker, Aufbau des Personeninterlocks für den HASYLAB-Fächer W/A.

— **Crystal Ball:** Bau einer fernbedienbaren Bleiabschirmung zur Reduktion der Strahlenbelastung der NaJ-Kristalle während der Injektion in den Speicherring.

— **MARK J:** Entwurf und Planung des Einbaus eines neuen, mit einer TEC-Vertexkammer kompatiblen Drifftube-Systems.

— Für das **HERA-Projekt** erbrachte die Gruppe „Aufbau von Beschleunigern und Experimenten“ im Berichtsjahr folgende Beiträge:

Magnetfeld- und Feldqualitätsberechnungen für die HERA-Elektronenring-Magnete und die Magnete der HERA-Protonen- und -Elektronen-Einschußwege.

Spezifikation, Ausschreibung und Einleitung des Bestellvorganges für ca. 8000 t Eisenblech zur Herstellung der Eisenjoche der Protonen-Dipole und der Elektronenring-Dipole, -Quadrupole und -Sextupole.

Auslegung und Berechnung der HERA-Elektronenring-Quadrupole. Spezifikation, Ausschreibung und Einleitung des Bestellvorgangs der Quadrupole QH1, QH2 und QH3.

Erste Auslegung der HERA-Elektronenring-Sextupole. Mitarbeit bei der Konstruktion und Spezifikation der Sextupole HSK und HSL.

Konstruktion einer Magnetmeßmaschine für die Quadrupole QH1, QH2 und QH3, Konstruktion einer Meßmaschine für die Sextupole HSK und HSL.

Entwürfe für Abschirmmaßnahmen in den HERA-Hallen.

Erste Entwürfe für ein Transportsystem im HERA-Tunnel.

Aus dem Arbeitsbereich der Vermessungsabteilung innerhalb der Gruppe „Aufbau von Beschleunigern und Experimenten“ sind für 1984 zu erwähnen:

- Absteckung der **HERA**-Hallen, Koordinierung der Tunnelachsen
- Genauigkeitsabschätzung für einen Tunnelvermessungsvorschlag der Arbeitsgemeinschaft der fünf bauausführenden Firmen Arge HERA
- Kontrollvermessungen und Justierarbeit bei **PETRA**
- Höhenjustierung von **DORIS**
- Absteckung und erste Justierung der DESY II-Strahlführung

Die Aktivitäten der Gruppe „Kontrollen und Instrumentierung“ im Jahr 1984 lassen sich vier Schwerpunkten zuordnen:

- Beteiligung am laufenden Betrieb der Beschleuniger
- Weiterentwicklung des Kontrollsystems der existierenden Maschinen
- Das Projekt DESY II
- Das Projekt HERA

*Kontrollen und
Instrumentierung*

Auf eine umfassende Darstellung aller Aktivitäten wird verzichtet, statt dessen werden einige typische Aufgaben der genannten Schwerpunktgebiete dargelegt:

— **Betrieb der Beschleuniger:** Zwei Drittel der Mitarbeiter der Gruppe „Kontrollen und Instrumentierung“ ist am Schichtdienst im zentralen Beschleunigerkontrollraum beteiligt. Obwohl die Kontinuität bei den Entwicklungsvorhaben hierdurch spürbar gestört wird, gewährleistet dies andererseits eine vorteilhafte Betriebsnähe der Beteiligten.

Das Beschleunigerkontrollsystem zeigte sich auch in diesem Berichtsjahr als sehr wenig störanfällig. Betriebsausfälle durch Fehler im Kontrollsystem sind äußerst gering und im Vergleich mit anderen technisch bedingten Störungen unwesentlich.

– **Der zentrale Kontrollraum:** Durch die kontinuierlichen Verbesserungen und Erweiterungen von Kontrollprogrammen und Steuerprozeduren wurden die Fähigkeiten des Kontrollraumes weiter erhöht. Bei diesen Arbeiten erweist sich die Einheitlichkeit der Kontrollelemente immer wieder als außerordentlich hilfreich und effektiv. Der Kontrollraum stützt sich auf einige Tausend Programme, die vom Prozeßrechnerpool exekutiert werden.

– **Der Prozeßrechnerpool:** Im Berichtszeitraum wurde der Rechnerpool aus verschiedenen Gründen erweitert. Zusätzliche Aufgaben durch neue Projekte wie DESY II, LINAC III und andere kleinere Vorhaben sowie die Vorbereitung für HERA selbst sind einige dieser Gründe. Für die Auswahl dieser Erweiterungen waren zeitaufwendige Untersuchungen erforderlich, da es sich um neue, bisher noch nicht eingesetzte Rechner und Peripherie handelt. Als Nachfolgetyp für die bisherigen Rechner vom Typ NORD-100 wurde eine neue Konfiguration NORD-100 CX als künftiger Kontrollsystem-Standardrechner eingeführt. Mit der Implementation der DESY-spezifischen Betriebssystemsoftware in das neue Betriebssystem SINTRAN-III-J wurde begonnen. Hierdurch können die Vorteile neuester Peripheriegeräte genutzt werden, ohne vorhandene Anwenderprogramme verändern zu müssen.

Im Rahmen einer langfristigen Planung sollen die Fähigkeiten des Rechnerpools um neue Qualitäten erweitert werden. Aus diesem Grunde wurden zwei weitere Rechner Typen beschafft: eine VAX 750 der Firma DEC und eine NORD 570 der Firma NORSK DATA DIETZ. Damit besteht der Rechnerpool aus insgesamt 22 Rechnern der MINI-Klasse (7 ND-10, 11 ND-100, 4 ND-100-CX) und zwei Maschinen der Medium-Dimension (1 VAX-750, 1 ND-570-cxa).

Das DESY-spezifische Rechnerinterface PADAC – eine Entwicklung der Gruppe „Digitale Datenerfassung“ – wurde zusammen mit dieser Gruppe im größeren Umfang erweitert und in das Gesamtsystem integriert (s. S. 150f.). Die Verbindung des Rechnerpools mit den Geräten der Beschleuniger wird weiterhin durch das serielle Datensystem SEDAC realisiert.

– **Das SEDAC-System:** Auch hier waren, bedingt durch die verschiedenen Projekte, Erweiterungen oder Neuentwicklungen im größeren Stil erforderlich. Zur Zeit werden ca. 4000 Interface-Module betrieben. Das System zeigt nach wie vor eine sehr geringe Ausfallrate.

– **PETRA:** Nachdem die vertikale Strahlausdehnung in PETRA zwecks Erhöhung der Luminosität immer weiter verringert werden konnte, war der lichtoptische Strahlprofilmonitor wegen der Beugungsgrenzen nicht mehr brauchbar. Daher wurde ein Strahlhöhenmonitor auf röntgenoptischer Grundlage entwickelt und in PETRA eingebaut. Die Röntgenstrahlung des Synchrotronlichts wird durch Filterung und Leuchtfolie sichtbar gemacht und mittels einer Halbleitermatrix-Kamera dargestellt. Die bei PETRA durchgeführten Umbauten im Bereich der Hochfrequenz erforderten eine Anpassung des Kontrollsystems.

Aufgrund der hohen Strahlungsbelastung sind an vielen Geräten im Tunnel Korrosionserscheinungen aufgetreten. Um Verfälschungen der Meßergebnisse zum Beispiel im Lage-monitorsystem zu vermeiden, wurden aufwendige Restaurierungen ausgeführt.

– **DORIS II:** Das System zur Dauermessung der Betatronfrequenz wurde fertiggestellt. Die Daueranzeige erleichtert die Feinjustierung der optischen Parameter der Maschine erheblich und trägt damit zur Verbesserung des Betriebsergebnisses bei.

Die Forderung der Synchrotronstrahlungsexperimente nach einer Maschinenfüllung mit mehreren gleichmäßig verteilten „Bunchen“ konnte durch eine Weiterentwicklung des „DORIS-Bunchmarker-Systems“ realisiert werden.

– **DESY II:** Dem Umfang dieses Vorhabens entsprechend waren die Aktivitäten hier erheblich. Da es sich um eine neue Maschine handelt, war ein komplettes Maschineninstrumentations- und -kontrollsystem zu erstellen.

DESY II weist im Vergleich mit den laufenden Beschleunigern einige Besonderheiten auf. Aus diesem Grund waren neben dem Bau von Kontrollsystem-Standardkomponenten eine Reihe von Neuentwicklungen vor allem bei der Instrumentierung erforderlich.

Die Fluoreszenz-, Strahlprofil-, Strahlintensitäts-, Schwingungs- und Lagemonitore wurden neu entwickelt und eingebaut. Für die magnetische Vermessung der DESY II-Magnete wurde gemeinsam mit den Gruppen „Aufbau von Beschleunigern und Experimenten“ und „Digitale Datenerfassung“ ein Meßplatz installiert.

Am LINAC I waren im Rahmen des DESY II-Projektes umfangreiche Erweiterungen und Änderungen des Kontrollsystems erforderlich. Dies gilt für die Instrumentierung, das SEDAC-Interface sowie den Bereich der Operationsprogramme. Die rechnergestützte Kontrolle wurde auf nahezu alle Parameter des LINACs ausgedehnt.

– **LINAC III:** Für die Kontrolle des HERA-Protonen-Linearbeschleunigers wurde eine Standard-Kontrolleinheit, bestehend aus Operator-Konsole, Prozeßrechner, Man-Machine-Interface PADAC und einem SEDAC-System, zusammen mit der Gruppe „Digitale Datenerfassung“ aufgebaut und bereitgestellt.

– **HERA:** Dem Status des Projektes entsprechend wurden vor allem vorbereitende Untersuchungen durchgeführt und mit der Entwicklung von Prototypen in Teilbereichen begonnen.

Mit HERA erhöht sich die Anzahl der Beschleuniger bei DESY auf zehn Maschinen und zehn Strahltransportsysteme.

Die positiven Erfahrungen mit dem einheitlichen Kontrollsystem für alle DESY-Beschleuniger lassen es wünschenswert erscheinen, auch den späteren Gesamtkomplex weitgehend uniform zu betreiben. Um hierfür die Voraussetzungen und Möglichkeiten zu schaffen, konzentrieren sich die Untersuchungen unter anderem darauf, neueste technische Entwicklungen in das vorhandene System zu integrieren, ohne dabei die Uniformität zu verlieren. Unter Berücksichtigung der außerordentlich raschen Entwicklung im Bereich der Elektronik und des gegebenen Realisierungszeitraums von einigen Jahren ist dies sicherlich genauso schwierig wie notwendig.

Eine wichtige Voraussetzung zur Minimierung des Aufwandes ist die Transportierbarkeit vorhandener Programme und Steuerprozeduren auf verschiedenartige Rechner. Die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Rechnern und Betriebssystemen ist ein weiterer wesentlicher Faktor. Mit konkreten Untersuchungen in diesen Bereichen wurde begonnen. Die schon erläuterte Beschaffung einer VAX 750 und der ND-570 (s. S. 178) stehen in direktem Zusammenhang mit diesen Aktivitäten. Unter anderem soll die Verwendbarkeit von UNIX als einheitliches Betriebssystem für verschiedene Rechner untersucht und der Aufwand mit anderen Lösungen verglichen werden.

Neben diesen prinzipiellen Arbeiten wurde mit der konkreten Planung für Teilgebiete der Instrumentierung der Elektromaschinen von HERA begonnen.

Zur Vereinfachung der Dokumentations- und Planungsarbeiten für das Kontrollsystem von HERA wurde ein CAD-Arbeitsplatz in Betrieb genommen.

Hochfrequenz

In der Arbeitsgruppe „Hochfrequenz“ wurden neben dem Schichtdienst und der Betreuung aller HF-Komponenten an den Anlagen von DESY, DORIS und PETRA während des normalen Maschinenbetriebes im Berichtsjahr folgende Arbeiten durchgeführt:

– **DESY I und II:** Bei DESY II wurden für den Anlauf der Maschine bei 1 GeV im März 1985 zwei Cavities aufgestellt und über eine Hohlleiterzweingleitung an das HF-System von DESY I angeschlossen sowie Planungsarbeiten für den Endausbau im Jahr 1986 mit acht 7zelligen Cavities durchgeführt.

Für den 12,5-Hz-Betrieb mußten für die Cavity-Regeleinheiten und für die Meßwerterfassung neue Elektroniken entwickelt und eingebaut werden.

Ein Test für die Auslegung der neuen Senderstromversorgung in Zusammenarbeit mit der Gruppe „Kraft, Wasser, Klima“ wurde durchgeführt; 12,5-Hz-Betrieb und hohe Klystron-Spitzenströme bei 600 bis 800 kW HF-Leistung konnten mit dem derzeitigen System nicht erreicht werden.

Der Sender von DESY I ist nach Abschluß der Modernisierungsarbeiten betriebssicherer geworden; Senderausfälle haben kaum noch zu Betriebsunterbrechungen für DESY I geführt.

– **PETRA-500-MHz-System:** Der Betrieb bei PETRA stand im Berichtsjahr im Zeichen extrem hoher Energie (23,4 GeV), das heißt alle Sender (mit 19 Klystrons) wurden auf maximale Leistung gebracht. Zu diesem Betrieb einige Stichworte:

Der HF-Ausbau mit neuen Klystrons wurde 1984 abgeschlossen (Tab. 17.1). Bei PETRA waren für den Run bis zur maximalen Energie von 23,4 GeV acht Klystrons YK 1300 und acht Klystrons YK 1301 in Betrieb. Würde man diese Klystrons voll ausfahren, so stünde unter Beschleuniger-Betriebsbedingungen eine Dauerstrichleistung von 10,4 (12,4) MW bei 500 MHz zur Verfügung.

Die Leistungsbegrenzung im Routinebetrieb ergab sich aus der Überlastung von HF-Einkoppelungen an den Cavities. Besonders betroffen waren die Cavities im HF-Bereich West, da hier wegen Platzbeschränkung im Ring pro Sender nur eine kleinere Zahl von 500-MHz-Cavities angeschlossen werden konnte.

Tab. 17.1: PETRA-Sender im Berichtsjahr.

Senderhallen	Nord 500 MHz	Süd 500 MHz	Ost 500 MHz	West 500 MHz	West 1 GHz	Summe
Klystron Typ	YK 1300	YK 1300	YK 1301	YK 1301	YK 1250	
Zahl der Klystrons	4	4	4	4	3	19
Senderleistung [MW] bei Normalbetrieb	2.2	2.2	2.8	2.0	0.6	9.8
Senderleistung [MW] spezifiz. Höchstwerte (Testwerte im Prüffeld)	2.4	2.4	3.2	3.2	1.2	12.4

An verschiedenen Komponenten für die PETRA-Sender wurden zur Erhöhung der Betriebssicherheit (besonders im Hinblick auf den HERA-Betrieb) Nachentwicklungen geplant und teilweise eingeleitet, und zwar:

- Neue Istwerterfassung für die Leistungsregelung der PETRA-Sender
- Entwicklung, Bau und Inbetriebnahme einer neuen Modulations-Anoden-Strommessung mit Lichtleiter zur Überbrückung von Potentialdifferenzen bis 75 kV-DC
- Planung, Beschaffung und Bau von neuen 500-MHz-Klystron-Treiber-Verstärkern. Die Verstärker haben eine Ausgangsleistung von 100 W und eine Verstärkung von 40 db. Die vorhandenen Verstärker haben zur Zeit eine mittlere Lebensdauer von 6000 bis 8000 Stunden (angestrebt werden 30 000 bis 40 000 Stunden). Diese Nachbesserung ist unbedingt erforderlich, um die Ausfallzeiten der Sender zu vermindern. Ein Mustergehärt wurde bereits gebaut, weitere Verstärker sollen je nach Finanzlage 1985/86 folgen.
- Planung und Entwicklung eines neuen Gittersignalverstärkers für die Sendermodulatorröhre

Die Nachentwicklung an verschiedenen Hohlleiterbauteilen für die hohe HF-Leistung wurde abgeschlossen. Die Klystrons in PETRA-Ost wurden über sogenannte 3-db-Koppler statt über „Magische T“ zusammengeschaltet.

An den 5zelligen Cavities traten während des Betriebes häufig Vakuum- und Wasserlecks auf. Von den vorhandenen 62 5zelligen Cavities sind 26 Cavities repariert worden (Leckbeseitigung erfolgte durch Zustemmen oder Kleben).

Die 7zelligen Cavities haben bisher störungsfrei gearbeitet. Lediglich der relativ kleine Abstimmbereich hat bei hohen Temperaturen im Sommer gelegentlich zu Störungen geführt.

Die Entwicklung einer neuen HF-Einkopplung für die 500-MHz-Cavities wurde im Berichtsjahr begonnen mit dem Ziel, bis 150 kW_{cw} und 500 kW ohne Überschlüge übertragen zu können.

- **PETRA-1-GHz-System:** Das 1-GHz-HF-System wurde im Berichtsjahr mit drei Klystrons und 24 Cavities zur Energieerhöhung von PETRA im Routinebetrieb eingesetzt.

In PETRA-Ost-links wurden im Berichtsjahr für den Test von supraleitenden 1-GHz-Resonatoren Umbauten am Sendergleichrichter vorgenommen. Diese Anlage wird mit einem 500-MHz- und einem 1-GHz-Klystron betrieben. Die Kathodenspannung für die Klystrons wurde dazu auf 60 kV abgesenkt. Ferner wurde zur Entkopplung ein Zirkulator aufgebaut. Im Test konnte die Anlage bei 1 GHz mit 400 kW auf Absorber betrieben werden, und das 500-MHz-Klystron lief mit 500 kW_{cw} auf die Cavities in PETRA. Für den Test des supraleitenden Cavities wurden verschiedene Aufbauten und Entwicklungen durchgeführt:

- Kontrolle des 1-GHz-Senders vom Kontrollraum
- Frequenzaufbereitung 500 MHz auf 1 GHz
- AM-Regelung mit Umschaltung auf Feldregelung am supraleitenden Cavity
- Phasenregelung für 1 GHz (Istwert des Cavities)
- Meßwerterfassung des 1-GHz-Aufbaus
- Hohlleiteraufbau 1 GHz mit Richtkoppler bis zum PETRA-Tunnel

In der Montagezeit 1984/85 wurde das supraleitende Cavity für einen Langzeittest im Jahr 1985 in PETRA-Ost eingebaut.

– **DORIS-HF-System:** Das DORIS-HF-System ist im Berichtsjahr wieder mit vier Klystrons für den Maschinenbetrieb gelaufen. Der Testsender im DORIS-Gebäude wurde für die Aushärtung von HF-Komponenten betrieben. Die Modernisierung und Verbesserung der Betriebssicherheit der Sender wurde fortgesetzt.

– **Testsender in Halle IIa:** Der Testsender wurde 1984 in Betrieb genommen. Für das Wakefield-Experiment (s. S. 189 ff.) wurde der Sender mit einem 75-kV-Modulator im Impulsbetrieb bis zu einer Spitzenleistung von 1 MW auf Absorber betrieben. Der neue Modulator ist mit einer Thomson-CSF-Tetrode in Öl mit der dazugehörigen Gitterspannungsversorgung gebaut worden. Diese Röhre soll wegen der geringen Verlustleistung und der höheren Spannungsfestigkeit der Röhre später auch bei den HERA-Sendern eingesetzt werden. In Zusammenarbeit mit der Kontrollgruppe wurde eine Rechnerkontrolle (Mikroprozessor) für den Testsender installiert und erfolgreich getestet. Damit wird es möglich sein, den Sender mit Testprogrammen für Klystrontest, Komponententest oder das Wakefield-Experiment zu programmieren. Außerdem wurde an dem Testsender der Aufbau eines Cavity-Teststandes für Messungen an HF-Einkopplungen und 7zelligen Cavities mit hoher Leistung eingeleitet sowie Vorbereitungen für einen Teststand für supraleitende 500-MHz-Cavities.

– **HERA-500-MHz-Systeme:** Bearbeitet wurden die Pläne für die Sendehallen bezüglich Baumaßnahmen, Wanddurchbrüchen, Kontrollschranken, Aufstellung der Sender, HV-Räumen, Elektro-Installation in den Sendehallen usw; ferner die Wasser- und Luftkühlung für Sender, Zirkulatoren und die Aufstellung der Klystrons, Zirkulatoren, Absorber und der Hohlleiterführung. Für die HV-Räume und Modulatoren der Sender erfolgte die Bearbeitung und Entwicklung eines neuen HV-Klystronmodulators. Hierzu gehört auch die Raumaufteilung für den Aufbau im Gleichrichterraum.

Für den Bau der HERA-Sender wurden die Senderüberwachung, die Regelkreise für Amplitude und Phase überarbeitet, und es wurden neue Einschübe gebaut, welche die Möglichkeit bieten, Komponenten per Rechner auf mögliche Fehler zu überprüfen. Die Hohlleiterführung und Aufstellung der Cavities in den geraden Stücken von HERA wurde vorgeplant; die Möglichkeit, Hohlleiter mit Wasser zu kühlen, wurde untersucht.

– **Sonstige Aktivitäten:** Im Laufe des Berichtsjahrs wurden außerdem folgende Arbeiten durchgeführt, angefangen oder geplant:

Entwicklung von Modekopplern für DORIS-Cavities; Nachentwicklung an der Cavity-Regelung für strahlungssicheren Betrieb bei PETRA; Entwicklung und Bau eines Phasenmeßplatzes für 500 MHz und 1 GHz – Durch diesen Meßplatz können mit Hilfe eines Spektrumanalysators mögliche Störsignale besser als 0.1° aufgelöst werden. Hierbei kann man die Anteile von 50 Hz bis in den kHz-Bereich genau untersuchen. Dieses Gerät wurde für die Fehlererkennung an den PETRA-Sendern schon mehrfach erfolgreich eingesetzt.

Vakuum

Neben allgemeinen Wartungs-, Reparatur- und Umbauarbeiten an den Vakuumanlagen der DESY-Beschleuniger lag der Schwerpunkt der Tätigkeiten der Gruppe „Vakuum“ im Berichtsjahr bei der Konstruktion, Fertigung, Montage und Inbetriebnahme des neuen Vakuumsystems für das DESY II-Synchrotron und die dazugehörigen neuen Strahltransportwege.

Das ca. 300 m lange Vakuumsystem von DESY II besteht hauptsächlich aus 48 dünnwandigen Metallvakuumkammern mit einer Länge von jeweils ca. 5 m, die in die Magnete des Beschleunigers eingelegt werden. Diese Kammern wurden nach einem bei DESY entwickelten Verfahren aus elliptischen Edelstahlrohren mit 0.3 mm Wandstärke gefertigt. Diese Rohre sind durch im Abstand von 20 mm aufgelötete Verstärkungsrippen gegen den atmosphärischen Druck stabilisiert.

Die Kammern weisen geringe Wirbelstromverluste im Magnetwechselfeld auf und können damit die sonst in Synchrotrons verwendeten kostspieligen und empfindlichen Keramikammern ersetzen. Darüber hinaus ermöglichen sie den Einsatz kleiner Magnete mit geringeren Bau- und Betriebskosten als im Fall der dickwandigen Keramikammern, da nun fast die gesamte Magnetapertur dem Strahl zur Verfügung steht.

Für die restlichen freien Strecken von DESY II mit einer Gesamtlänge von ca. 60 m wurden ca. 60 Kammern üblicher Bauart gefertigt mit Pumpen, Monitoren usw., dazu die Vakuumkammern für Kicker und Septa. Darüber hinaus wurde das Vakuumsystem des LINAC I wegen der Energieerhöhung umgebaut und die Strahlführungen zu DESY I und DESY II erstellt.

Gegen Ende des Jahres waren alle Vakuumkomponenten gefertigt, getestet, installiert und in Betrieb genommen. Dabei erreichte das Vakuumsystem nach kurzer Zeit den erforderlichen Betriebsdruck im 10^{-8} -mbar-Bereich.

Zum Betrieb der Ionenzerstäuberpumpen wurden besonders kleine Netzgeräte entwickelt und bei DESY II erstmals in größerer Zahl in Betrieb genommen. Sie sollen auch bei HERA eingesetzt werden.

Für das Standard-Vakuumsystem von HERA wurden vorbereitende Entwicklungs- und Entwurfsarbeiten durchgeführt. Als Material für den Strahlskanal der HERA-Vakuumkammern wurde Cu_2NiSi gewählt, da dieses der Kammer die erforderliche Steifigkeit gibt und darüber hinaus bei guter Kühlbarkeit einen sehr viel größeren Energieanteil der Synchrotronstrahlung absorbiert als Aluminium. Der Pumpenkanal wird aus Cu_2MnSi hergestellt, da hier Schweißbarkeit gefordert ist. Lötversuche haben gezeigt, daß die Fertigung von dichten und stabilen Kammern mit dieser Technik möglich ist.

An PETRA wurde das 1-GHz-HF-System ausgebaut. Außerdem mußten Umbauten an den Experimenten MARK J und JADE durchgeführt werden.

Das Arbeitsgebiet der Gruppe „Beschleunigerplanung“ ist angesiedelt zwischen den Maschinenphysikern, welche die strahl-optischen Erfordernisse in „lattice“-Entwürfe umsetzen, und den technischen Gruppen, die nach erfolgter Gesamtkonzeptfestlegung die Komponenten entwickeln, bauen und in Betrieb setzen. Vor allem geht es in diesem „Zwischengebiet“ um die Klärung der Geometrieprobleme bezüglich der Unterbringung von Beschleunigerstrukturen in Tunneln und Experimentierhallen sowie um die Erarbeitung grundsätzlicher konstruktiver Lösungen für die Maschinenaufstellung, hierbei vor allem auch um Verträglichkeitsprüfungen zwischen den vielseitigen Platzanforderungen in Tunneln und Wechselwirkungszonen unter Einbeziehung statischer Probleme.

*Beschleuniger-
planung*

Naturgemäß war diese Gruppe im Berichtsjahr nahezu ausschließlich in die HERA-Planung eingespannt, wobei die Termine durch die erforderliche Festlegung gegenüber den für den Bau der HERA-Hallen und des Tunnels verantwortlichen Bauingenieuren vorgegeben wurden.

Die Lage der Hallen relativ zu den Wechselwirkungspunkten, die Einmündung der Tunnel in die Hallen und die Verbindungswege PETRA–HERA waren Schwerpunktthemen. Aus dem konstruktiven Bereich ist hier die Unterbringung der Beschleunigerringe samt ihrem Zubehör im „Tunnelquerschnitt“ in Faltung mit der bauseitigen Gestaltung des Tunnelinneren zu nennen.

Neben diesen grundsätzlichen Arbeiten sorgte die Gruppe „Beschleunigerplanung“, unterstützt auch von der Gruppe „Bauangelegenheiten“, für die im Alltagsablauf nötigen Verbindungen zwischen der Projektleitung, den Bauingenieuren, den Magnetkonstrukteuren und den technischen Gruppen.

Unmittelbar verantwortlich waren Angehörige der Gruppe mit der Konstruktion und Entwicklung sowohl der supraleitenden Dipole für den Protonenring wie auch des Dipol/Quadrupol/Sextupol-Moduls für den Elektronenring befaßt.

Strahlenschutz

Alle Strahlenschutzmessungen des Berichtsjahres zeigen, daß die Personendosen, die Ortsdosen in zugänglichen Gebieten, Aktivitätskonzentrationen in Luft und Wasser sowie staubförmige Kontaminationen in Beschleunigungsräumen trotz des Betriebes von PETRA bei sehr hohen Energien sicher unterhalb der zulässigen Grenzen lagen. Als Beispiel seien die Strahlungsdosen in den Experimentierhallen am Speicherring PETRA genannt; diese haben sich gegenüber den Vorjahren aufgrund gestreuter Synchrotronstrahlung erhöht (Tab. 18.1). Mit einem weiteren Anstieg ist nicht zu rechnen, da die PETRA-Strahlenergie nicht weiter erhöht werden soll.

Tab. 18.1: Jahresdosen in den PETRA-Experimentierhallen, gemittelt über alle Meßstationen.

Jahr	Jahresdosen [mrem]
1982	70
1983	280
1984	480

Neben der permanenten Strahlungsüberwachung lag das Schwergewicht der Arbeiten bei theoretischen Überlegungen auf dem Gebiet der Abschirmung von Protonen-Beschleunigern. Da es bei DESY noch keine Experimentiermöglichkeiten mit Protonen gibt, wurden durch kritische Analyse der spärlichen experimentellen und theoretischen Veröffentlichungen aus den letzten zehn Jahren einfache Rechenmodelle für folgende Probleme entwickelt: Neutronendosis hinter der seitlichen Abschirmung von Protonen-Beschleunigern oberhalb einer Strahlenergie von 1 GeV; Dosis hinter der seitlichen Betonabschirmung von niederenergetischen Protonen-Beschleunigern (50 MeV bis 1 GeV); Neutronenfluenzen und Neutronendosen an Protonenstrahl-Absorbern und ihre Ausbreitung im Beschleunigertunnel. Die Dosen durch Myonen, die andere wichtige Strahlungskomponente an hochenergetischen Protonen-Beschleunigern, wird durch Monte-Carlo-Programme erfaßt, die DESY vom FERMILAB und vom CERN erhalten hat.

Diese Rechenmethoden wurden angewendet auf spezielle Abschirmprobleme in den HERA-Hallen, zur Berechnung einiger Abschirmungen der Protonen-Einschußbeschleuniger, zur Abschätzung von Strahlenschäden im HERA-Tunnel und zur Dimensionierung des Protonen-Absorbers.

Ferner wurden verschiedene Meßmethoden zur Bestimmung von radioaktiven Nukliden in der Luft eines Beschleunigers und in den Kühlkreisläufen untersucht und miteinander verglichen. Die Radioaktivität in Luft und Wasser spielt zwar an Elektronen-Beschleunigern kaum eine Rolle, im Hinblick auf das HERA-Projekt erschien es aber notwendig, Nachweisgrenzen und Fehler dieser Meßmethoden genauer kennenzulernen.

Es wurden die Studien über die Dosen durch Synchrotronstrahlung im PETRA-Tunnel weiter fortgeführt. Umfangreiche Monte-Carlo-Rechnungen mit dem Programmsystem EGS haben die Meßergebnisse verifiziert; die Messungen wurden auf die geraden Stücke des Tunnels nahe den Experimentierhallen ausgedehnt, um die Ausbreitung dieser Strahlungskomponente durch Vielfachstreuung zu studieren. Eine abschließende Arbeit über die Synchrotronstrahlung in PETRA bei Energien zwischen 17 und 23 GeV wurde fertiggestellt.

Ein gewisses Strahlenschutzproblem stellen an allen Beschleunigern die sogenannten „Störstrahler“ dar; das sind Geräte, die unerwünscht Röntgenstrahlen emittieren, zum Beispiel Klystrons und Hochfrequenz-Beschleunigungsstrecken. Besonders an den letztgenannten Cavities kann die Dosisleistung hoch sein, wenn sie in Elektronen-Speicherringen bei sehr hoher Leistung betrieben werden. Daher wurde die Dosisleistung an Beschleunigerstrecken in Abhängigkeit von Leistung und Gasdruck untersucht; es zeigte sich, daß sie sehr stark, nämlich mit der zehnten Potenz, mit der im Cavity absorbierten HF-Leistung ansteigt.

Überwachung

Studien für HERA

Studien für die bestehenden Beschleuniger

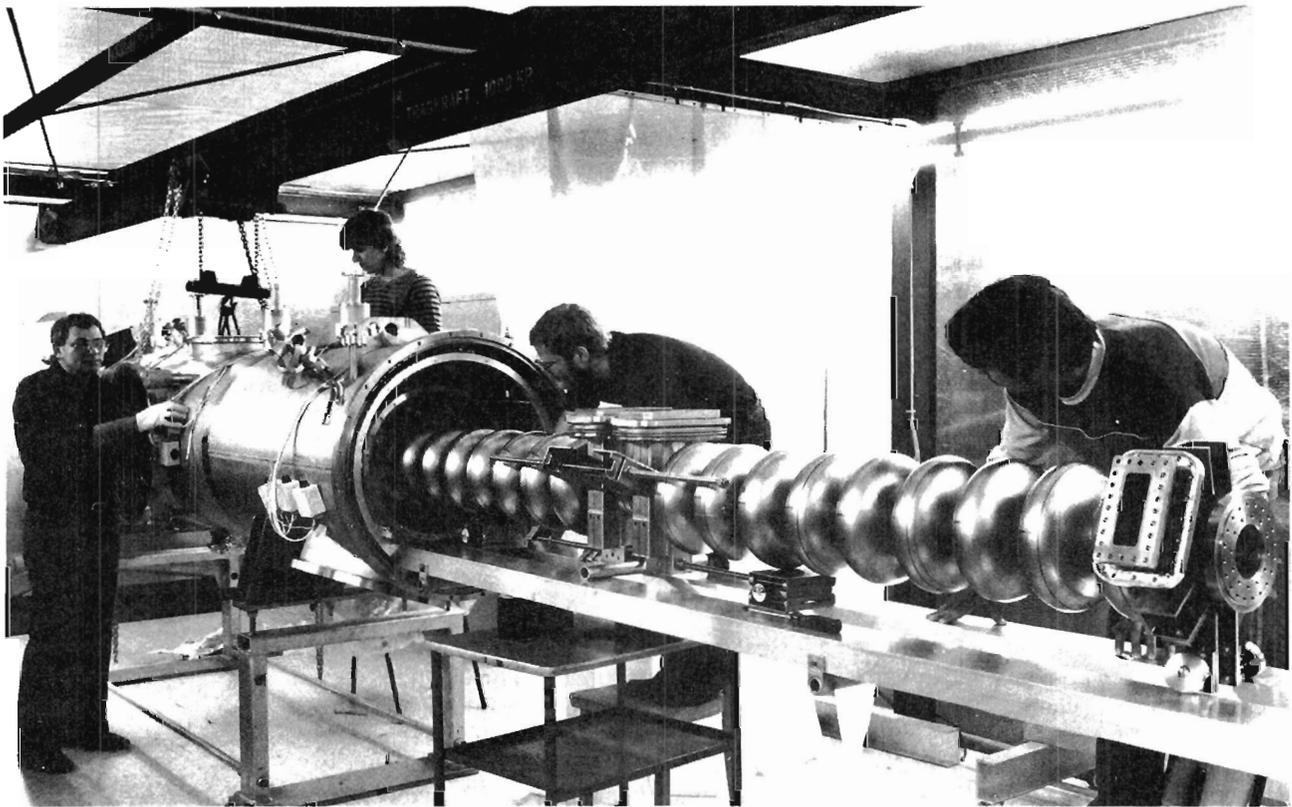


Abb. 19.1: Einbau von zwei supraleitenden 9zelligen 1000-MHz-Cavities in den Kryostaten.

Neue Beschleunigungstechniken

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“, das heißt 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 erreichen konnte, konzentrierte sich das Interesse immer stärker auf die Vermeidung von Energieverlusten in den Beschleunigungsstrecken.

Der Einsatz supraleitender Beschleunigungsstrecken ist der nächstliegende Ausweg. In Fortführung des 1000-MHz-Programmes wurden zu Beginn des Berichtsjahres die zweite und dritte 9zellige Struktur mit Hilfe des Tumblingverfahrens sowie der „abgeschwächten“ Chemie behandelt, wonach, wie schon bei der ersten Struktur, im Labor Feldstärken von 5 MV/m bei 4.20 K erreicht wurden. Die Entwicklung und Fertigung der zum Betrieb der Resonatoren gehörigen HF-Komponenten war im Mai abgeschlossen:

- Breitbandiges Einkoppelfenster getestet bis zu 50 kW übertragener Leistung, 34 kW bei Vollreflexion
- Einkoppelwellenleiter mit Wärmetauscher
- Auskoppelwellenleiter mit Wärmetauscher
- HOM-Absorber in der Einkoppelleitung mit geringer Einfügungsdämpfung für den Grundmode

Für den PETRA-Test wurden die zuletzt gelieferten Strukturen (Interatom, Dornier) ausgewählt und bei der Lufthansa-Werft mit den dort gefertigten Kopplern versehen.

Im Januar fand der erste Abkühltest des horizontalen Kryostaten statt, so daß nach der Messung des kompletten HF-Systems im Warmen der Zusammenbau des gesamten Systems beginnen konnte (Abb. 19.1). Zweimal wurde das System abgekühlt, wobei Lecks in den Strukturen auftraten. Nach deren Reparatur begann der dritte Zusammenbau mit nur noch einer Struktur im Dezember.

Parallel dazu begann Anfang des Jahres die Fertigung eines rohrgekühlten Einzellers. Erste Messungen im Juni ergaben, daß mit der Rohrkühlung des versilberten Cavitys gleiche Feldstärken wie mit dem reinen Niob-Cavity im Flüssig-Helium-Bad erreicht wurden (5 MV/m bei 4.2 K). Zur weiteren Verfolgung dieses Konzeptes begann ab Oktober die Konstruktion eines Kryostaten für Messungen am 500-MHz-Einzeller mit „Schlangen“-Kühlung.

Problemstellung

*Supraleitende
Beschleunigungs-
strecken*

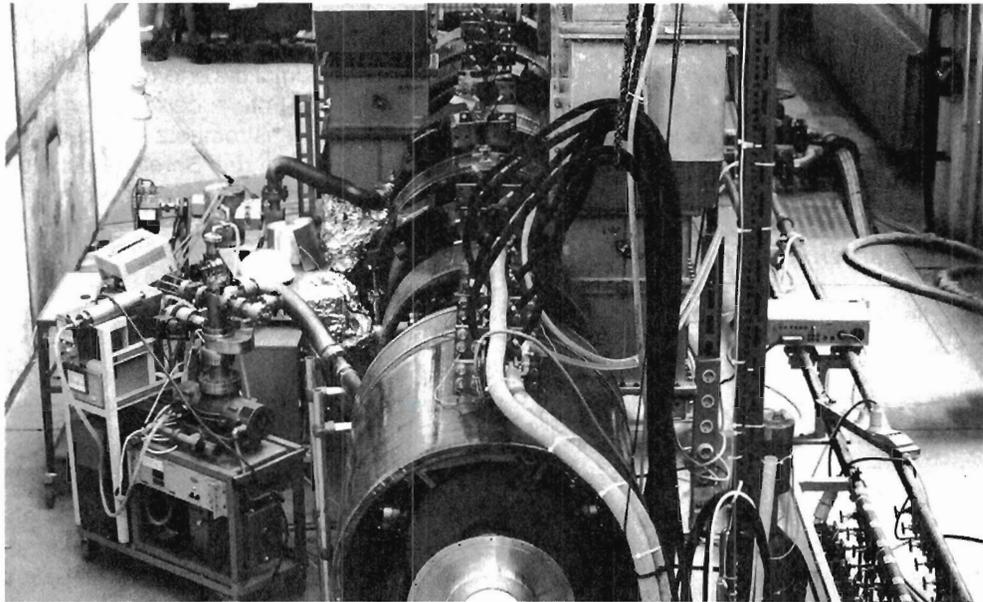


Abb. 19.2: Der Testbeschleuniger des „Wakefield-Transformator“-Experiments zur Erzeugung sehr hoher Feldstärken ($> 100 \text{ MV/m}$).

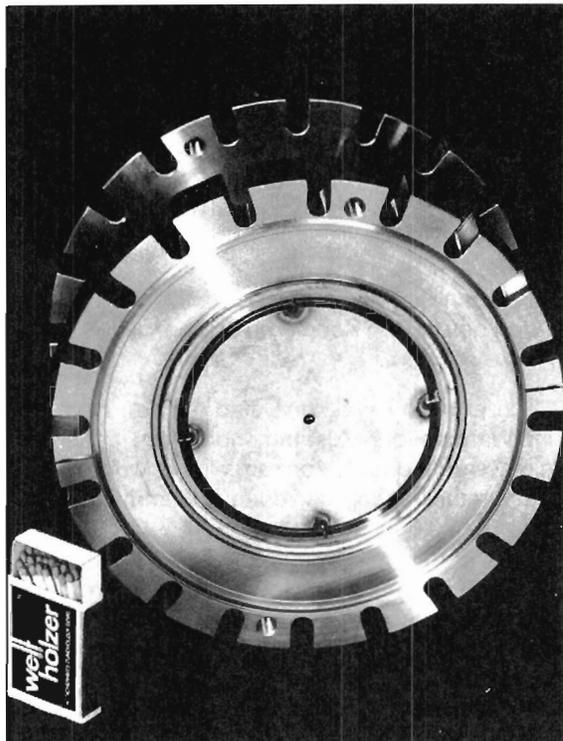


Abb. 19.3: Prototyp eines zylindrischen „Wakefield-Transformators“, in dessen Zentrum durch den anregenden Strahl mit ringförmigem Querschnitt hohe Feldstärken erzeugt werden sollen.

Die interessanteste Alternative zu Speicherringen stellen moderne Hochleistungslinearbeschleuniger dar, bei denen Synchrotronstrahlungsverluste praktisch keine Rolle spielen. Um jedoch mit Linearbeschleunigern in den TeV-Bereich vordringen zu können, müssen die Beschleunigungsstrukturen sehr hohe Feldstärken ermöglichen (mehr als 100 MV/m), da andernfalls die baulichen Ausmaße einer solchen Anlage jedes vernünftige Maß übersteigen würden. Solch hohe Felder können theoretisch mit Lasern und in Plasmen erzeugt werden oder auch mit überdimensionierten konventionellen Linearbeschleunigern.

*„Wakefield“-
Beschleunigung*

Bei DESY wird ein anderes, neues Beschleunigungsprinzip^{4,5)} untersucht, das es erlaubt, sowohl die baulichen Ausmaße als auch den Energieverbrauch auf einen Bruchteil dessen zu reduzieren, was ein konventioneller Großbeschleuniger mit gleicher Strahlenergie benötigen würde.

Nach eingehenden theoretischen Untersuchungen wurde mit dem Aufbau eines Testbeschleunigers begonnen, mit dessen Hilfe das neue „Wakefield-Transformator“-Prinzip experimentell untersucht werden kann (Abb. 19.2). Bei diesem Verfahren werden die elektromagnetischen Streufelder eines Elektronen-„Treiberstrahls“ im „Wakefield-Transformator“ räumlich fokussiert, so daß für kurze Zeit (ca. 30 ps) sehr hohe Feldstärken entstehen (100 MV/m), die dann zur Beschleunigung eines zweiten Strahls ausgenutzt werden.

Das Experiment⁶⁾ besteht aus einer Elektronen-Kanone zur Erzeugung des Treiberstrahls (Hohlstrahl) und eines Teststrahls zum Nachweis der Beschleunigung, einem Prebuncher, vier Beschleunigungsresonatoren (Reserve DESY I), dem eigentlichen „Wakefield-Transformator“ (Abb. 19.3), diversen Strahlanalysegeräten und aus mehreren Solenoidfeldspulen zur Strahlfokussierung. Ein Klystronsender mit 1.2 MW Spitzenleistung wurde bereits aus Reservebeständen in der Test-HF-Halle in Betrieb genommen. Der Testbeschleuniger mit Reservecavities von DESY I und neu beschafften Solenoiden wurde im Berichtsjahr größtenteils aufgebaut. Ein Betrieb mit Strahl wird für 1985 erwartet.

⁴⁾ G.-A. Voss, T. Weiland: „Particle Acceleration by Wake-Fields“, DESY M 82–10

⁵⁾ G.-A. Voss, T. Weiland: „The Wake-Field Acceleration Mechanism“, DESY 82–074

⁶⁾ The Wakefield Transformer Study Group, „A Wake Field Transformer Experiment“, 12th International Conference on High Energy Accelerators, Fermilab, Batavia, August 1983



Abb. 20.1: Die Lage des HERA-Tunnels in Hamburg-Bahrenfeld. Rechts innerhalb des HERA-Ringes liegt die Süd-Halle neben der Trabrennbahn. (Freigabe-Nr. 262/81 Luftamt Hamburg)

Speicherringanlage HERA

Überblick

Die Unterzeichnung der Vereinbarung über die Finanzierung des HERA-Projektes zwischen der Bundesrepublik Deutschland und der Freien und Hansestadt Hamburg durch Minister Heinz Riesenhuber und Senator Hansjörg Sinn am 6. April 1984 (siehe S. 9 und S. 33) war das Startzeichen, mit dem das HERA-Projekt aus dem Stadium der Planung und Vorbereitung in die Phase der Realisierung eingetreten ist. Die Bereitschaft ausländischer Institute, sich am Bau der beiden Speicherringe durch die Beisteuerung von Komponenten finanziell zu beteiligen, war für die endgültige Genehmigung von besonderer Bedeutung.

*HERA-Genehmigung
und -Finanzierung*

Bezogen auf den Preisstand vom 31.12.1980 wurden die erforderlichen Investitionskosten für das HERA-Projekt mit 654 Mio DM angesetzt, zuzüglich einer zu aktivierenden Eigenleistung von DESY in Höhe von 160 Mio DM. Die Investitionskosten für den Bau von Tunnel und Hallen werden vom Bund und von Hamburg im Verhältnis 80 : 20 getragen, die Investitionskosten für die Speicherringanlage nach Abzug der Auslandsbeteiligung im Verhältnis 90 : 10.

Nach der HERA-Genehmigung hat das DESY-Direktorium über die Organisation des Projekts entschieden. Es wurde eine **Projektgruppe** geschaffen, in der Mitarbeiter aus allen DESY-Bereichen zusammengefaßt sind. Die Projektleitung übernahmen Professor Gustav-Adolf Voss (Bauten, Elektronenring, Injektionswege zwischen PETRA und HERA) und Professor Björn H. Wiik (Protonenring, einschließlich Kälteanlage und Injektion).

Projektorganisation

Sowohl für den Personaleinsatz als auch für die Kostenkontrolle hat sich nach den Erfahrungen bei PETRA⁷⁾ die Aufteilung des Gesamtprojektes HERA in Teilaufgaben als zweckmäßig erwiesen, wobei diese Teilaufgaben durch Teilanlagen definiert sind. Als Grundlage für die Abwicklung wurde deshalb ein **anlagenorientierter Projektstrukturplan** aufgestellt. Dies erlaubt die gleiche Verfahrensweise wie die bei DESY langjährig erprobte Durchführung von technischen Vorhaben.

Zur Beratung wichtiger Fragen des Projektablaufs und der Zusammenarbeit mit den beim HERA-Bau beteiligten ausländischen Instituten wurde das **HERA Management-Board** eingerichtet, dem die beiden HERA-Projektleiter, Mitglieder des DESY-Direktoriums, der Vorsitzende des Wissenschaftlichen Rates und je zwei Vertreter der am Bau von HERA beteiligten Länder angehören.

Das **HERA Machine-Committee** berät das Direktorium und die Projektleitung in allen Fragen der Projektdurchführung. Es ist aus Fachleuten im Beschleunigerbau aus dem In- und Ausland zusammengesetzt.

Eine ausländische Beteiligung beim Bau der HERA-Speicherringe ist durch die Lieferung von Komponenten vorgesehen, die zum Teil von den Laboratorien in Zusammenarbeit mit DESY entwickelt und unter Mitwirkung der ausländischen Industrie gebaut werden. Bis

Auslandsbeteiligung

⁷⁾ H. Kumpfert, „Projekt-Management für den Bau des 2 mal 19 GeV Elektron-Positron-Speicherringes PETRA“, DESY M 83-30 (1983)

Tab. 20.1: Liste der wichtigsten HERA-Parameter, Stand 1984.

Umfang	6336 m	
Tunneldurchmesser	5.20 m	
Zahl der Wechselwirkungszonen	4	
Frei für Experimente bis zu	15 m	
Experimentierhallen N, S, O	25 m x 43 m	
Experimentierhalle W	25 m x 35 m	
Luminosität	$2 \times 10^{31} \text{ cm}^{-2}\text{s}^{-1}$	
	p-Ring	e-Ring
Energie	820 GeV	30 GeV
Teilchenstrom	270 mA	58 mA
Zahl der Teilchenpakete	210	210
Zahl der Standard-Ablenkmagnete in den Bögen	400	416
Feld der Ablenkmagnete	4.53 T	0.1849 T
Länge der Ablenkmagnete	9.20 m	9.135 m
Am Wechselwirkungspunkt:		
Strahlbreite	0.29 mm	0.26 mm
Strahlhöhe	0.065 mm	0.070 mm
Betafunktion x	10 m	2 m
Betafunktion z	1 m	0.70 m
Injektionsenergie in das Synchrotron	50 MeV	450 MeV
in PETRA	7.5 GeV	7 GeV
in HERA	40 GeV	14 GeV
H.F.-Systeme		
Frequenz	52.033 MHz und 208.13–208.19 MHz	499.667 MHz
Polarisationszeit	—	20 min

Ende 1984 lagen Zusagen für eine derartige Beteiligung vor vom

- Centre d'Études Nucléaires CEN, Saclay/Frankreich, für die technische Vorbereitung der supraleitenden Quadrupole
- Istituto Nazionale di Fisica Nucleare INFN, Frascati/Italien, für die Hälfte der supraleitenden Dipolmagnete
- Canadian Institute of Particle Physics IPP, Toronto/Kanada, für die Protonen-Hochfrequenz und -Transportwege
- National Institute for Nuclear Physics and High Energy Physics NIKHEF, Amsterdam/Niederlande, für die supraleitenden Korrekturspulen
- Schweizerischen Institut für Nuklearforschung SIN, Villigen/Schweiz, für die Vorbereitung der Helium-Transferleitung

Personelle Beiträge sind aus Brookhaven, Krakau, Warschau, Peking und vom Rutherford and Appleton Laboratory, Chilton, zu erwarten.

Da eine vollständige Beschreibung des Projektes den Rahmen des Jahresberichtes sprengen würde, werden an dieser Stelle die wesentlichen Veröffentlichungen zur HERA-Anlage aus den Jahren vor der endgültigen Genehmigung aufgelistet:

Projektbeschreibung

- ECFA-Studie über eine europäische Einrichtung für Elektron-Proton-Kollisionen⁸⁾
- Präsentation des HERA-Projekts auf der 11. internationalen Beschleunigerkonferenz 1980 durch B. H. Wiik⁹⁾
- HERA-Proposal¹⁰⁾
- Statusbericht auf der 12. internationalen Beschleunigerkonferenz 1983 von G.-A. Voss¹¹⁾

Die wichtigsten HERA-Parameter sind in der Tab. 20.1 zusammengefaßt. Der Fortschritt des Projektes ist der Graphik auf der letzten Umschlagseite dieses Jahresberichtes zu entnehmen; Abb. 20.1 zeigt den Verlauf des HERA-Ringes in Hamburg.

Einzelheiten über die Parameter und über die technische Auslegung der HERA-Komponenten werden fortlaufend in den speziellen **HERA-Berichten** veröffentlicht. Außerdem wird während des HERA-Baus in regelmäßigen Abständen im **HERA Bulletin** über den Fortgang des Projekts berichtet.

⁸⁾ Proc. of the ECFA Study of an ep-Facility for Europe, DESY 79-48

⁹⁾ Proc. of the 11th Int. Conf. on High Energy Accelerators, Geneva (1980)

¹⁰⁾ „HERA – A Proposal for a Large Electron-Proton Colliding Beam Facility at DESY“, DESY HERA 81-10

¹¹⁾ Proc. of the 12th Int. Conf. on High Energy Accelerators, Batavia (1983)

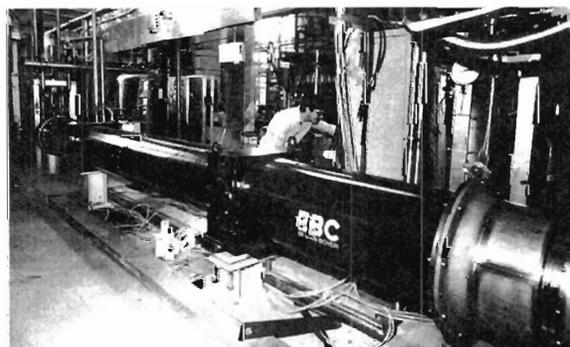
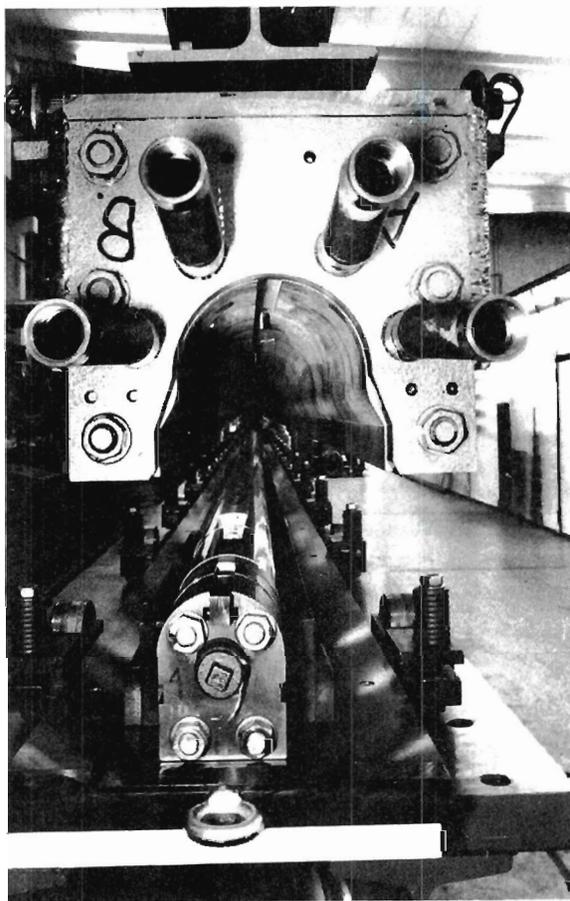


Abb. 20.2: Nach zwei unterschiedlichen Konzepten wurden supraleitende Dipolprototypen für den Protonenring entworfen, der „Warmisenmagnet“, der bei DESY gebaut wurde (Foto oben: eine 6 m lange Halbspule in der Backpresse), und der „Kalteisenmagnet“, der in Zusammenarbeit zwischen DESY und der Firma BBC entstand (Foto unten: im Teststand).

Experimente an HERA

Am 30. Mai 1984 fand bei DESY ein Informationstreffen über die Experimentiermöglichkeiten an HERA statt und auf dem Diskusstreffen vom 1. bis 3. Oktober, zu dem sich etwa 280 Physiker aus vielen Ländern in Genua einfanden, wurden die ersten Vorbereitungen zur Bildung möglicher Kollaborationen getroffen. Mitte des nächsten Jahres sollen die ersten Absichtserklärungen für HERA-Experimente eingereicht werden.

Die Entwicklungsarbeiten zum Protonenring waren am Ende des Berichtsjahres so weit fortgeschritten, daß zum Teil schon Industriaufträge erteilt werden konnten. Auf der Grundlage der ersten Tests der supraleitenden „Warmeisen“- und „Kalteisen“-Dipolmagnete von 6 m Länge wurde der Vorschlag für den sogenannten Hybrid-Magneten von 9 m Länge ausgearbeitet. Die technischen Entwicklungen zu den supraleitenden Quadrupol- und Sextupol-Magneten, zur Protonen-Injektion und zum Kältesystem wurden fortgeführt.

Protonen-Speicherring

Im Berichtsjahr wurden grundlegende Untersuchungen zur Strahloptik und zu dem Magnetsystem des Elektronenrings durchgeführt, die zu folgenden Festlegungen führten: Elektronen- und Protonenstrahl werden in den Wechselwirkungszonen unter null Grad zusammenstoßen (Head-on Collision); zur Polarisierung des Elektronenstrahls werden Mini-Spin-Rotatoren eingesetzt; es wurden die technischen Parameter der Magnetmodule festgesetzt. Ferner wurde die Konstruktion sämtlicher Magnettypen beendet.

Elektronen-Speicherring

Die Untersuchungen zur Geometrie der Injektionswege von PETRA zu HERA wurden abgeschlossen und führten zu Entscheidungen über den Verlauf des Transfers. Mit der Ausarbeitung der Pläne für die Kabel- und Versorgungswege wurde begonnen.

Injektion, Kontrollen und Versorgung

Sechs Wochen nach der HERA-Genehmigung konnte mit den Erdarbeiten begonnen werden, und am Ende des Berichtsjahres war der Bau von zwei der vier unterirdischen Experimentierhallen im Gange und mit dem Bau der dritten wurde angefangen. Die Pläne für weitere Gebäude wurden erstellt.

Baumaßnahmen

Protonen-Speicherring

Die Entwicklungsarbeiten und technischen Auslegungen für die Komponenten des Protonen-Speicherrings wurden 1984 zum Teil so weit vorangebracht, daß erste große Industriaufträge erteilt werden konnten. Im einzelnen wurde zum Ende des Berichtsjahres folgender Stand erreicht:

Überblick

Im Protonen-Linearbeschleuniger werden negative Wasserstoffionen einer 18-keV-Quelle von einem Hochfrequenz-Quadrupol (RFQ) erst auf 750 keV und dann von einer Reihe von drei Alvarez-Linearbeschleuniger-Strecken auf 50 MeV beschleunigt. Diese immer noch negativen Ionen werden in einen Ablenkmagneten des DESY III-Protonen-Synchrotrons eingeschossen, wo sie in einer „Stripping“-Folie in positive Ionen (Protonen) verwandelt werden.

Injektion

Die mechanischen Bestandteile der Ionenquelle wurden fertiggestellt (s. Abb. 20.3). Der Entwurf des 18 keV Strahltransports und die Konstruktionszeichnung des RFQ sind fertig. Die Alvarez-Tanks wurden bestellt. Ebenso wurde das Radiofrequenzsystem mit insgesamt fünf Sendern und den notwendigen Regelungen bestellt. Die Ausschreibungsunterlagen für die 131 Driftröhren, die in den Alvarez-Tanks montiert werden, sind komplett. Die Quadrupole, die in den Driftröhren angebracht werden, sind bestellt worden.

Der Entwurf der Strahloptik für das Protonen-Synchrotron DESY III, das unter Verwendung von Komponenten des alten Injektionssynchrotrons DESY I gebaut werden soll, wurde erarbeitet. Mit dem eigentlichen Umbau kann begonnen werden, sobald das neue Injektionssynchrotron für Elektronen DESY II den Routinebetrieb aufgenommen hat.

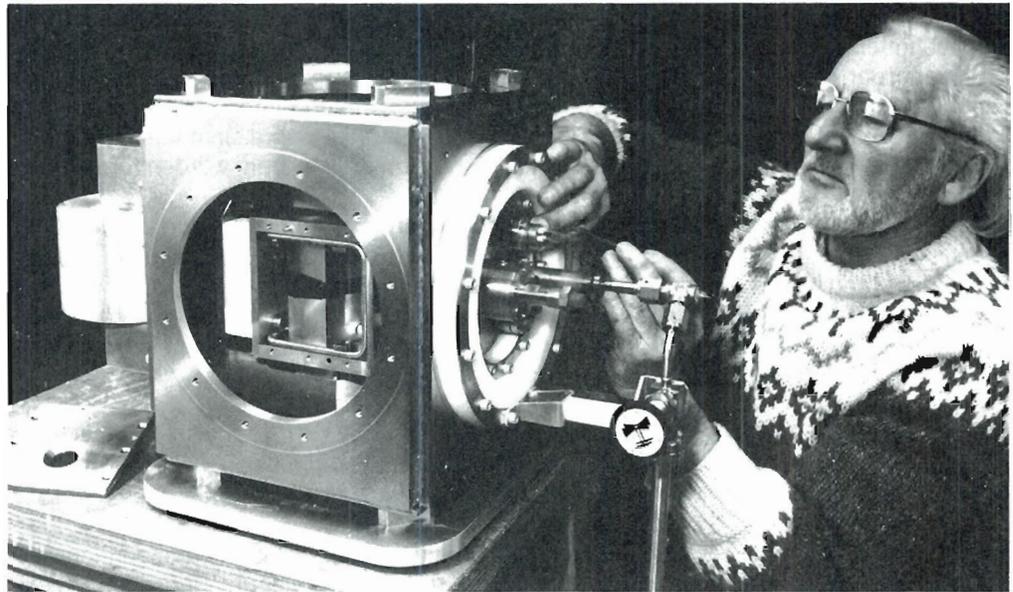


Abb 20.3: Zusammenbau der Ionenquelle für den Protonen-Linearbeschleuniger.

Das Hochfrequenzsystem für die Beschleunigung von Protonen im PETRA-Speicherring von 7.5 GeV bis 40 GeV wurde festgelegt. Im geraden Stück Süd von PETRA müssen die Protonen an den Hochfrequenzresonatoren des Elektronenringes vorbeigeführt werden.

Supraleitende Magnete

Für die supraleitenden Ablenkmagnete für den Protonenring von HERA wurden zwei alternative Konstruktionen untersucht, einmal das Konzept von Fermilab mit warmem Eisen, zum anderen das Konzept von Brookhaven mit kaltem Eisen. In Zusammenarbeit mit der Firma BBC hat DESY drei 6 m lange Kalteisenmagnete (Abb. 20.2) gebaut. Der erste Magnet wurde getestet und hat 5.75 T bei 4.69 K erreicht, wobei nur 4.53 T für den Betrieb von HERA bei 820 GeV nötig sind. Bei DESY wurden sechs 1 m lange Spulen und zehn 6 m lange Warmeisenmagnete gebaut. Alle getesteten Magnete haben mit wenigen Trainingschritten den Kurzprobenstrom des Leiters bei guter Feldqualität erreicht. Auf der Grundlage der Erfahrung mit diesen Magneten wurde vorgeschlagen, einige Vorteile der Warm- und der Kalteisenmagnete in einem sogenannten Hybrid-Typ zu kombinieren. Bei diesem Magneten werden die Spulen der Warmeisenmagnete benutzt. Die mit Klammern versehene Spule wird direkt in das kalte Eisenjoch eingesetzt. Die Abb. 20.4 zeigt den Schnitt durch den neuen Magnettyp (Stand Oktober 1984).

Die Werkzeuge zum Wickeln und Klammern der 9 m langen Hybridmagnete wurden fertiggestellt. Eine 1 m lange Spule dieses Typs wurde gewickelt und wird zu Beginn des nächsten Jahres getestet. Für die Hälfte der Dipole wurden 465 km supraleitendes Kabel (Abb. 20.5) bestellt. Ebenso wurde die insgesamt benötigte Eisenmenge für die Joche bestellt. Die technischen Diskussionen mit den italienischen Firmen bezüglich der Herstellung der anderen Hälfte der Dipolmagnete wurden fortgesetzt.

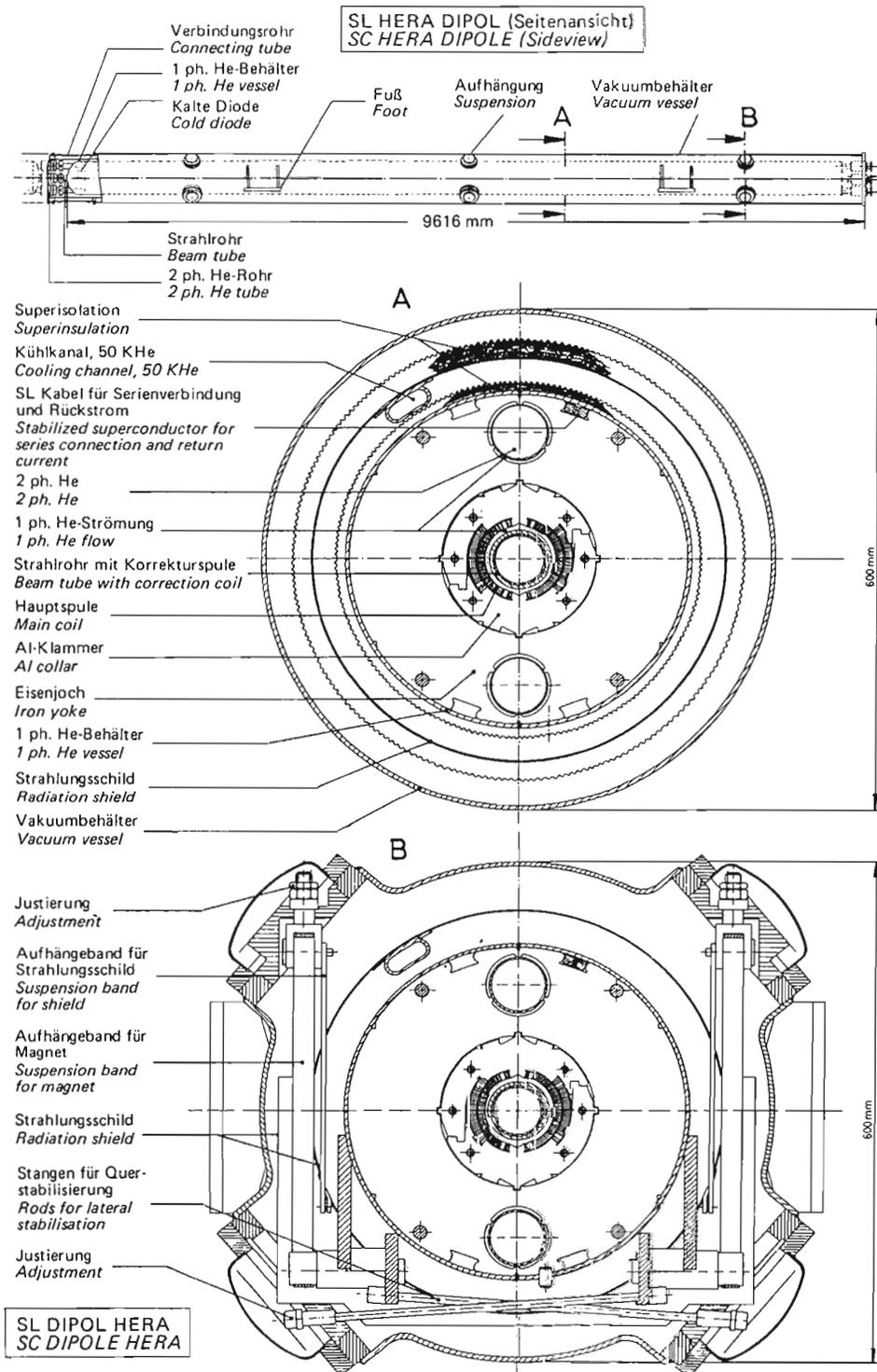


Abb. 20.4: Stand der Planung (Oktober 1984) der supraleitenden 9 m langen Dipole des „Hybrid-Typs“ für den Protonenring. Das Eisenjoch ist innerhalb des heliumgekühlten Kryostaten.

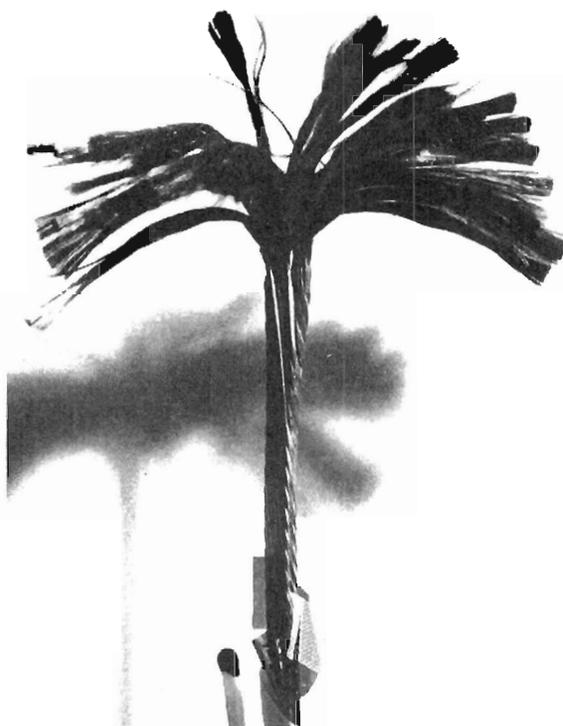


Abb. 20.5: Das supraleitende Niob-Titan-Kabel für die Protonenring-Magnete besteht aus 24 Einzelleitern, die in bestimmter Weise in eine Kupfermatrix eingebettet sind. Jeder Einzelleiter hat einen Durchmesser von 0.8 mm und besteht aus 2460 supraleitenden Fasern.

Die beiden von Saclay gebauten Warmeisen-Quadrupolmagnete wurden bei DESY vermessen. Sie erreichten Gradienten von 119.3 T/m und 121.9 T/m bei 4.38 K, die deutlich über dem Betriebswert von 90 T/m liegen. Mit dem Bau von zwei Kalteisen-Quadrupolen wurde in Saclay begonnen. Die für die Quadrupole insgesamt benötigten 115 km supraleitendes Kabel wurden ebenfalls bestellt.

Die erste 6 m lange Quadrupol- und Sextupol-Korrekturspule, die um das Strahlrohr gewickelt ist, wurde von einer holländischen Firma gefertigt und in einem 6 m langen Dipolmagneten installiert und bei 4.6 K in einem externen Feld von 5.08 T vermessen. Dabei wurde mehr als das Doppelte des höchsten geforderten Stromes erreicht. Mit dem Bau einer zweiten Spule wurde begonnen.

Kältesystem

Es wurde beschlossen, eine zentrale Helium-Anlage in der Nähe der HERA-Halle West auf dem DESY-Gelände zu bauen. Flüssiges Helium wird um den HERA-Ring geleitet. Helium-Gas wird dann in die zentrale Anlage zurückgeführt. Der Auftrag für die komplette Helium-Anlage, inklusive Kompressoren, Kälteboxen, Reinigungssystem und großer Verteilerbox, wurde vergeben. Die Anlage ist in drei Einheiten unterteilt, von denen leistet jede: 6500 W bei 4.3 K, 20.5 g/s Stromleiter-Kühlgas, 20 kW zwischen 40 K und 80 K. Die warmen Drucktanks für das gasförmige Helium wurden bestellt.

Magnetmeßanlage

Um das Helium um den Ring zu verteilen, ist eine fünffache Transferleitung nötig. Ein Prototyp dieser Leitung wird vom Schweizerischen Institut für Nuklearforschung SIN entworfen, gebaut und getestet.

Die Magnetmeßanlage (Abb. 20.2) besteht zur Zeit aus einem Meßstand für Dipole und Quadrupole verschiedener Länge (bis zu 6 m, ausbaubar auf 9 m), zwei senkrechten Badkryostaten zum Testen von 1 m beziehungsweise 6 m langen Spulen und einer 400-W-

Kälteanlage mit Flüssigspeicher und Verteilersystem. Der Aufbau eines Teststandes zur Durchführung von Systemtests an bis zu vier kompletten Halbzellen stand am Ende des Berichtsjahres unmittelbar vor der Vollendung. Zwei weitere Diplomeßstände (9 m) sind in der Planung. Um genügend Helium für diese Stände und für den Magnetsystemtest zu erhalten, wird die Leistung der jetzigen Kühlanlage von 400 W auf 900 W erhöht. Hierzu wurden zwei leistungsfähigere Turbinen und ein zusätzlicher Kompressor in Auftrag gegeben.

Es ist geplant, alle supraleitenden Magnete bei DESY auszutesten. Die Ausschreibungsunterlagen für die Detailplanung und den Bau von acht Magnetmeßständen und für das Helium-Verteilungssystem in einer neuen Magnetmeßhalle wurden vorbereitet.

Die Parameter des Hochfrequenzsystems wurden für die Strahloptik, in der Elektronen und Protonen in den Wechselwirkungspunkten frontal kollidieren, neu berechnet (siehe unten).

Hochfrequenzsystem

An der Planung der Strahl- und Kryostat-Vakuumsysteme wurde weitergearbeitet. Erste Prototypen von Strahlrohren mit einem inneren Kupferbelag wurden geliefert.

Vakuumsystem

Für den „Quench“-Schutz der Hybridmagnete genügt ein einziges passives System, in dem kalte Dioden verwendet werden. Ein intensives Programm für die Erprobung von Dioden bei niedrigen Temperaturen wurde eingeleitet.

Steuerung und Instrumentierung

Elektronen-Speicherring

In den vier Wechselwirkungszonen sollten sich der Elektronen- und der Protonenstrahl nach dem bisherigen Stand der Planung unter einem Winkel von 20 mrad kreuzen. Die im Berichtsjahr vorgenommenen Berechnungen haben ergeben, daß die Raumladungseffekte des Elektronenstrahls aufgrund der Anregung von Nebenresonanzen den Protonenstrahl schon bei sehr kleinen Kreuzungswinkeln aufblähen würden. Es wurde deshalb eine Entscheidung zugunsten der „Head-on Collision“^{12,13}) des Zusammenstoßes unter Null Grad, getroffen, die Änderungen der Strahloptik in den geraden Stücken zur Folge hat. Die neue Geometrie und Optik wurde ausgearbeitet, wobei besonders der Synchrotronstrahlungs-Untergrund an den Kollisionspunkten untersucht wurde.

Strahloptik und Maschinentheorie

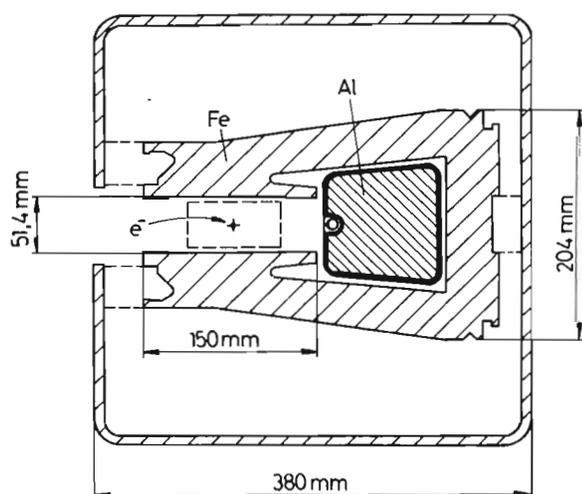


Abb. 20.6: Schnitt durch den Ablenkmagneten für den Elektronenring.

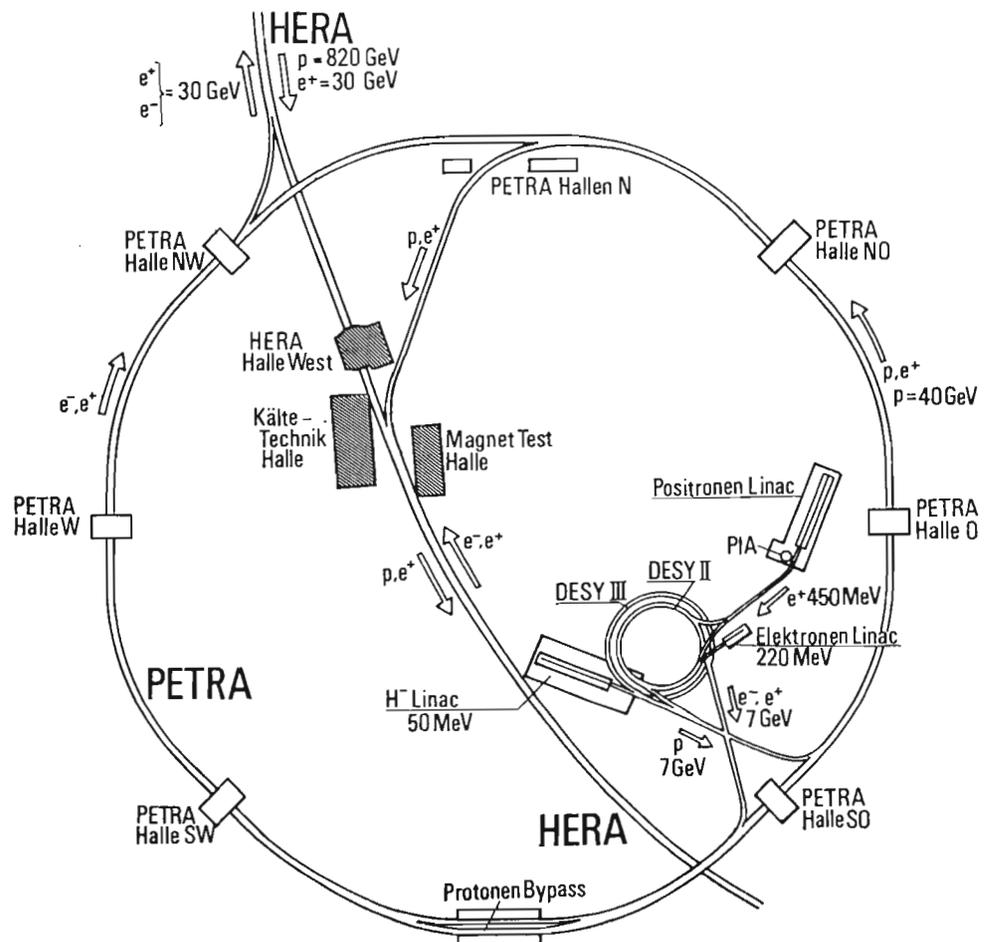


Abb. 20.7: Das HERA-Injektionsschema.

Die Strahloptik in den Bögen bleibt von der Head-on Collision unberührt. Es wurden verschiedene Möglichkeiten der chromatischen Korrektur durch Sextupol-Magnete analysiert und die entsprechenden Maschinenakzeptanzen mit Bahnverfolgungsprogrammen berechnet. Für die vorgesehene Sextupol-Anordnung konnte ein geeignetes Korrekturschema gefunden werden, das ausreichend große Akzeptanzen liefert.

Es wurden verschiedene Lösungen für die Spin-Rotatoren entwickelt und untersucht. Es handelt sich dabei um Magnetsysteme, die die transversale Polarisation der Elektronen in den Wechselwirkungszone in eine longitudinale umwandeln. Das Ergebnis sind sogenannte Mini-Spin-Rotatoren, die im gesamten Energiebereich von 27.5 bis 35 GeV wirksam sind.

Ablenk- und Korrekturmagnete

Die Länge eines Magnetmoduls, bestehend aus Dipol, Quadrupol und Sextupol, wurde untersucht und auf 12.1 m festgelegt. Das Modul wird nur unter dem Quadrupol unterstützt und ist mit geeigneten Justierschrauben versehen. Erste Tests der mechanischen Festigkeit konnten erfolgreich beendet werden.

Die Konstruktionszeichnungen für den Dipolmagneten (Abb. 20.6) wurden im Berichtsjahr beendet. Der Dipol besteht aus 5 mm starken Eisenblechen und einem einzigen Aluminium-Leiter. An einem Teststück des Ablenkmagneten wurden schon die ersten Magnetfeldmessungen durchgeführt. In Berechnungen wurden die Auswirkungen der Permeabilität und der Remanenz auf die Feldqualität untersucht.

Die Planung der 1 m und 0.75 m langen Quadrupole wurde abgeschlossen und der Auftrag für die Herstellung der 496 Quadrupole erteilt.

Der Entwurf der beiden Sextupol-Magnettypen ist abgeschlossen und die Ausschreibung für die 634 Magnete eingeleitet.

Für den Elektronenring werden sieben Achtel des gegenwärtigen Hochfrequenzsystems von PETRA übernommen, das sind 105 Resonatoren und 14 Klystrons. Im Berichtsjahr wurden Verteilungspläne für die etwa neunzig 500-MHz- und die sechzehn 1000-MHz-Resonatoren ausgearbeitet und der Verlauf der Versorgungsleitungen zu den neuen Standorten der Klystrons in den vier HERA-Hallen festgelegt.

Hochfrequenzsystem

Es wurden vorläufige Untersuchungen zu den Standard-Vakuumkammern in den Bögen und ihren flexiblen Verbindungen gemacht. Zur besseren Absorption der Synchrotronstrahlung werden die Kammern aus Kupfer hergestellt, zusätzlich wird eine Blei-Abschirmung den größten Teil der harten Komponenten dieser Strahlung absorbieren. Berechnungen der transversalen Impedanz haben ergeben, daß die Stufen zwischen den Kammern kleiner als 1 mm sein müssen. Die Vakuumkammern werden eine Länge von 12.1 m haben.

Vakuumsystem

Injektion, Kontrollen und Versorgung

Im Berichtsjahr wurden Untersuchungen der Elektronen- und Protonen-Injektionskanäle von PETRA zu HERA durchgeführt, einschließlich ihrer Optik und Geometrie, die zu Entscheidungen über die Anordnung der Kanäle führten (Abb. 20.7).

Injektion in HERA

Die Elektronen werden in den Bogen von HERA zwischen der West- und der Nord-Halle injiziert. Dadurch wird es erforderlich, einige der Standard-Ablenkmagnete durch kürzere und stärkere zu ersetzen. Spezifikationen für diese speziellen Magnete und für die Kicker- und Septummagnete wurden vorbereitet; mit der Arbeit an den optischen Systemen wurde begonnen.

Der Protonen-Injektionskanal wird eine Länge von 324 m haben. Er liegt neben der Halle West auf dem DESY-Gelände. Seine genaue Geometrie wurde festgelegt. Er besteht aus einem 70-Grad-Bogen, einer 148 m langen geraden Strecke und einem 30-Grad-Bogen. Die Bögen haben einen mittleren Krümmungsradius von 90 m. Mit dieser Anordnung wird der Höhenunterschied von 14 m zwischen PETRA und HERA überbrückt. Die Konstruktionsarbeiten für die 1.95 Tesla starken Ablenk- und Strahltransportmagnete und für die fokussierenden Quadrupole wurden begonnen.

¹²⁾ R. Brinkmann, J. Roßbach, „Layout and Optics for HERA Head-on Interaction Region and Straight Sections“, DESY HERA 84-17

¹³⁾ A. Wrulich, „Status of the HERA Project“, Beschleunigerkonferenz Dubna (1984)

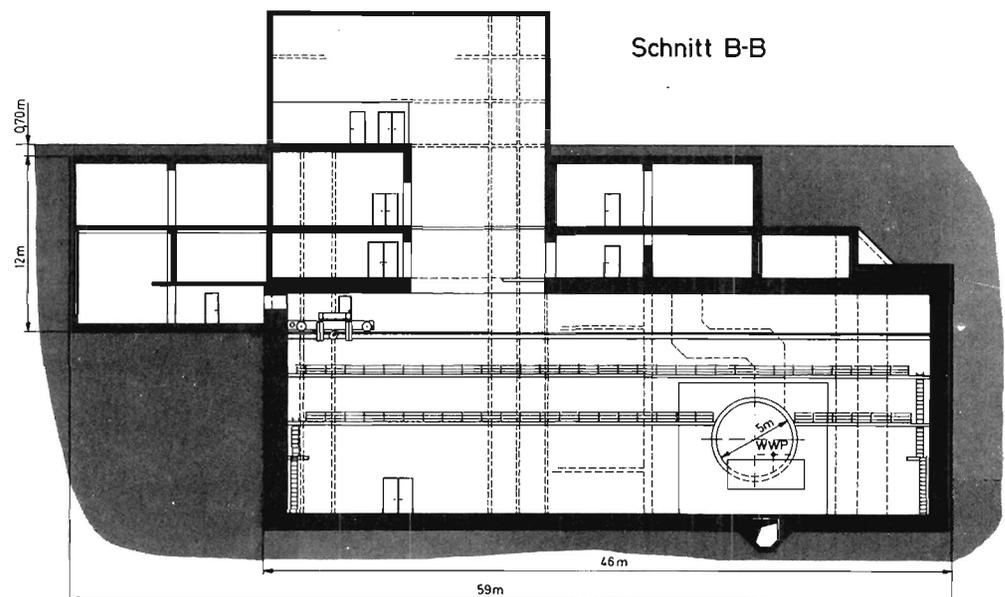


Abb. 20.8: Schnittzeichnung durch eine HERA-Experimentierhalle am Beispiel der Süd-Halle.

Kontrollsysteme

Es wurden erste Überlegungen zum HERA-Kontrollsystem gemacht. Die HERA-Anlage wird entlang ihrer Peripherie mit wesentlich mehr elektronischer Intelligenz (Mikrocomputer) ausgestattet sein als PETRA. Zentrale Computer müssen so ausgelegt sein, daß sie mit den vorhandenen Maschinen-Kontrollsystemen kompatibel sind.

Für die Datenübertragung zwischen dem zentralen Kontrollraum, der in der Nähe des jetzigen Beschleuniger-Kontrollraumes lokalisiert sein wird, und den Unterkontrollen in den HERA-Hallen werden die Glasfibreroptiken verwendet werden. Es müssen neue Typen von Strommeßgeräten entwickelt werden, die sich für die große Anzahl von umlaufenden Teilchenpaketen (210) eignen. Die Positionsmonitore für den Elektronenstrahl werden denen gleichen, die schon bei PETRA und DORIS II erfolgreich eingesetzt wurden.

Stromversorgung und Kühlung

Die Arbeiten im Bereich der Stromversorgung und Kühlung konzentrierten sich im Berichtsjahr auf den Entwurf der Kabelwege in den Experimentierhallen und im Ringtunnel (Strom- und Meßkabel, Wasserversorgung, HF-Hohlleiter, Kälte-Versorgungsleitungen) und auf die Auslegung des Ventilationssystems und der Wasserkühlung.

Es werden Kabel- und Versorgungskanäle unter den Experimenten verlaufen, um so die beiden Tunnelzugänge auf dem kürzesten Weg miteinander zu verbinden. Zumindest zwei Stockwerke über den Experimentierhallen (Abb. 20.8), aber immer noch unterhalb der Erdoberfläche, sind für die Klimaanlage, die Stromversorgungen und die Wasserpumpen vorgesehen. Die Wasserkühlung soll von einem zentralen System übernommen werden. Durch ein Rohr von 40 cm Durchmesser wird demineralisiertes Wasser zu den verschiedenen Komponenten im Tunnel und in den Hallen geleitet. Ein zweites Rohr führt das Wasser in die West-Halle zurück, in der alle Kühlungs- und Aufbereitungsanlagen installiert sind. In externen Kabeltrassen werden Hochleistungskabel für die Energieversorgung der HERA-Hallen und die Gleichspannungskabel für die Klystronsender verlegt, dazu einige Glasfaserkabel und Kontrollleitungen.



Abb. 20.9: Sechs Wochen nach der Genehmigung wurde mit den Baumaßnahmen zu HERA angefangen. Das Bild unten zeigt die Baustelle Süd im Winter 1984.

Es wurde die Installation eines 110 kV/10 kV Haupteingangstransformators neben der West-Halle vorbereitet und die 10-kV-Kabel für die Stromverteilung und die Zuleitungskabel für den dritten Hochspannungsnetzanschluß bei DESY bestellt.



Abb. 20.10: Die HERA-Baustelle West auf dem DESY-Gelände im Anfangsstadium. Es werden die Träger zur Abstützung der Seitenwände in den Boden gerammt.

Baumaßnahmen

Vorbehaltlich der endgültigen Genehmigung konnte die Ausschreibung für einen großen Teil der HERA-Baumaßnahmen schon im Vorwege erfolgen, so daß der erste Auftrag bereits am 24. 4. 1984 erteilt wurde. Er umfaßt etwa 70% der gesamten Bauarbeiten und ist an fünf Firmen gegangen, die sich in der Arbeitsgemeinschaft HERA, „Arge HERA“, zusammenschlossen.

Experimentierhallen

Die Forderung nach mehr Raum in den Experimentiergegenden hat dazu geführt, daß die Grundflächen der drei außerhalb des DESY-Geländes liegenden Hallen von ursprünglich 25 m (entlang des Speicherringverlaufs) mal 35 m (senkrecht zum Speicherringverlauf) auf 25 m mal 43 m erweitert wurden. Der Wechselwirkungspunkt ist 4.50 m bei der Süd- und West-Halle und 5.50 m bei der Nord- und Ost-Halle über dem Hallenboden, asymmetrisch zur Hallenmitte lokalisiert. Der 40-Tonnen-Kran ist mit einer Hakenhöhe von 11.80 m beziehungsweise 12.80 m unterhalb der einen Meter dicken Stahlbeton-Decke installiert. In den Stockwerken über der eigentlichen Experimentierhalle werden jeweils die Kontroll- und Laborräume und die Versorgungsanlagen untergebracht. Die Abb. 20.8 zeigt den Schnitt durch eine der vier HERA-Hallen.

Alle vier Hallen werden in offener Bauweise errichtet; nach ihrer Fertigstellung werden auf die drei Hallen außerhalb des DESY-Geländes an der Erdoberfläche nur noch die Zufahrtsstraßen und die Zugangsgebäude hinweisen.

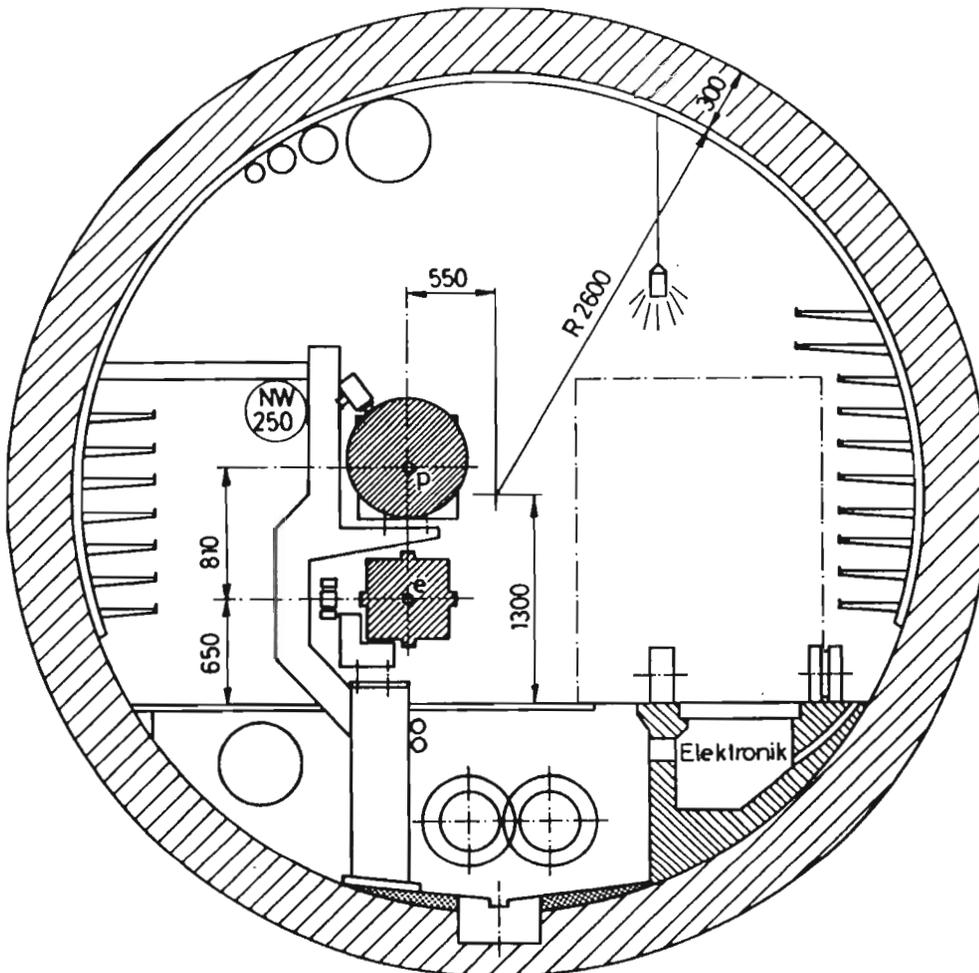


Abb. 20.11: Schnitt durch den HERA-Tunnel. Der Protonenring liegt über dem Elektronenring.

Am 15. Mai des Berichtsjahres wurde mit der Ausschachtung der ersten Experimentierhalle, der Süd-Halle, neben der Trabrennbahn Bahrenfeld begonnen, und zum Winter war der unterirdische Teil dieser Halle im Rohbau fertiggestellt. Mit dem Bau der West-Halle auf dem DESY-Gelände wurde im Sommer angefangen; Ende 1984 war die Sohle dieser Halle fertig betoniert. Die Vorbereitungen zum Bau der Nord-Halle liefen zum Ende des Berichtsjahres an. Die während des Baus notwendigen Grundwasserabsenkungen wurden eingeleitet. Die Abbildungen 20.9 und 20.10 vermitteln einen Eindruck von der Bautätigkeit im Berichtsjahr.

Der HERA-Tunnel von 6.336 km Umfang verläuft 10 bis 20 m unter der Erdoberfläche, zum Teil im Grundwasser. Er wird mit einer speziellen Schildvortriebsmaschine unterirdisch gegraben und aus Fertigsegmenten zusammengesetzt. Die Maschine wurde im Berichtsjahr hergestellt, mit dem Bau des Tunnels wird im nächsten Jahr begonnen. Die letzten Planungen sehen vor, daß der Tunnel auf seiner gesamten Länge einen Innendurchmesser von 5,20 m hat und nicht in den Bogen auf 3,20 m reduziert wird. Die Abb. 22.11 zeigt den HERA-Tunnel im Modell und Abb. 20.11 einen Schnitt durch den Tunnel.

HERA-Tunnel

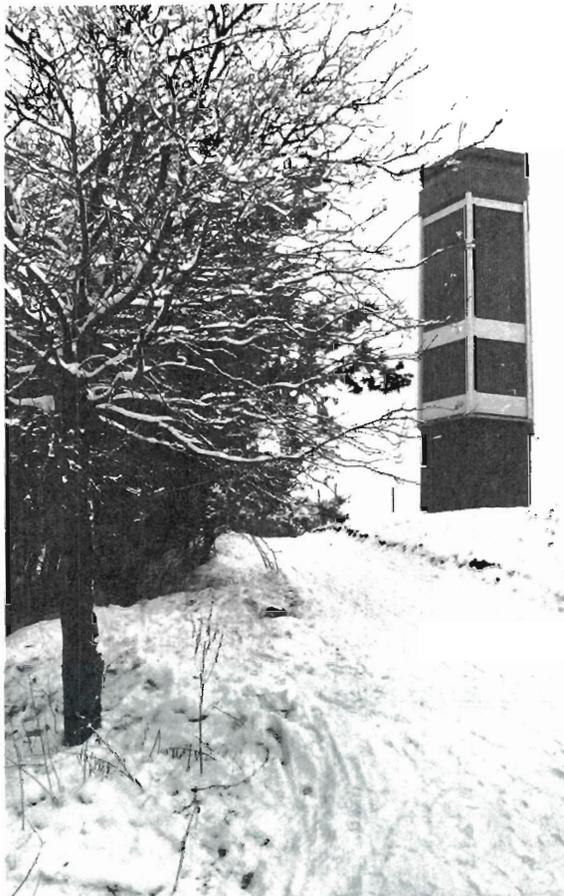


Abb. 20.12: Der neu gebaute sechseckige Vermessungsturm neben der Nord-Halle, mit dem das HERA-Vermessungsnetz geschlossen wurde.

*Weitere
Baumaßnahmen*

Neben der Nord-Halle entstand der 20 m über das Gelände herausragende sechseckige Vermessungsturm (Abb. 20.12), durch den das DESY-Vermessungsnetz unter Einbeziehung von HERA geschlossen wurde.

Im Berichtsjahr wurden die Pläne für die Magnettest-Halle und die Kältetechnik-Halle für das Helium-Kühlsystem, bestehend aus Kompressoren, Kälteboxen und den zugehörigen Turbinen, erstellt. Beide Gebäude werden in unmittelbarer Nähe der HERA-Halle West auf dem DESY-Gelände entstehen.

Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb

Inhalt	Seite
Übersicht	209
Datenverarbeitung	210
Technische Entwicklung und Dienste:	
Kältetechnik und Gase	218
Technologietransfer	220
Technische Dienste	221



Übersicht

Mit der Genehmigung von HERA im April 1984 wurde die HERA-Projektgruppe gegründet. Die Gruppe „Neue Technologien“, die in den vergangenen Jahren das Projekt „Entwicklung supraleitender Magnete“ durchgeführt hatte, wurde vollständig in die HERA-Projektgruppe delegiert. Ihr Tätigkeitsbericht erscheint daher erstmals unter dem Kapitel „Protonen-Speicherring“ des HERA-Abschnitts. Der Betrieb und die Betreuung der Helium-Kälteanlagen für den CELLO-Detektor und für die Durchführung der Tests von supraleitenden Beschleunigungsstrecken (ehemalige PLUTO-Kälteanlage) wurden von der Gruppe „Neue Technologien“ im bisherigen Umfang weiter durchgeführt.

Im Rechenzentrum stand im Vordergrund eine Kapazitätserweiterung durch Aufrüstung eines Rechners IBM 3081 D zur 3084 Q und Auslagerung des zweiten Rechners IBM 3081 D an ein kommerzielles Backup-Zentrum. Dadurch erhöhte sich einerseits die Kapazität im Rechenzentrum um ca. 35 %, andererseits konnte DESY sich ein Zugangsrecht auf dem ausgelagerten Rechner vorbehalten, so daß sich die insgesamt verfügbare Rechnerleistung für DESY um ca. 50 % erhöhte.

Datenverarbeitung

Ein weiterer Schwerpunkt war die Verbesserung der Rechner-Kommunikation. Durch die Inbetriebnahme des EARN-Netzes ist DESY neben den bereits bestehenden Verbindungen mit zahlreichen Stellen in Deutschland, dem europäischen Ausland und mit dem amerikanischen BIT-Net, einem Rechnernetz für Universitäten, verbunden; außerdem gelang es, durch Bereitstellung der notwendigen Protokolle das DESY-Rechenzentrum über DESYNET mit dem Datex-P-Netz der Deutschen Bundespost zu verbinden. DESY trat außerdem dem Deutschen Forschungsnetz bei, das sich die Entwicklung eines offenen Rechner-Kommunikationsnetzes für Deutschland zur Aufgabe gestellt hat.

Bei den technischen Diensten standen Konstruktion und Bau von DESY II im Vordergrund. Die Untersuchungen zur Einführung eines CAD-Systems wurden mit ausführlichen Benchmark-Tests und Testinstallationen bei DESY fortgesetzt, so daß die technischen Aspekte für die Beschaffung eines derartigen Systems abschließend durchleuchtet wurden.

Technische Dienste

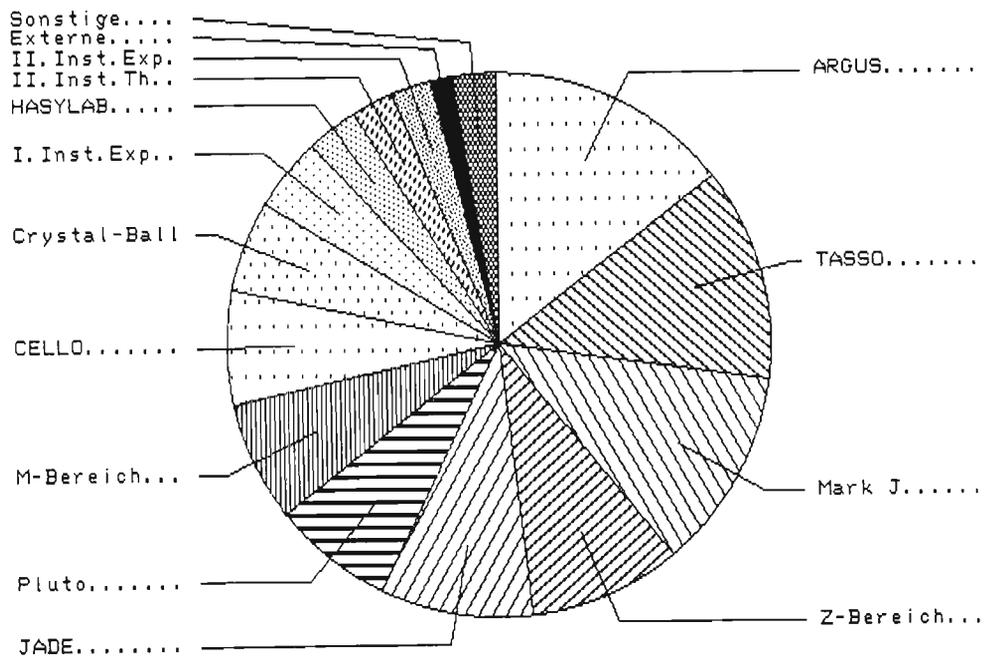
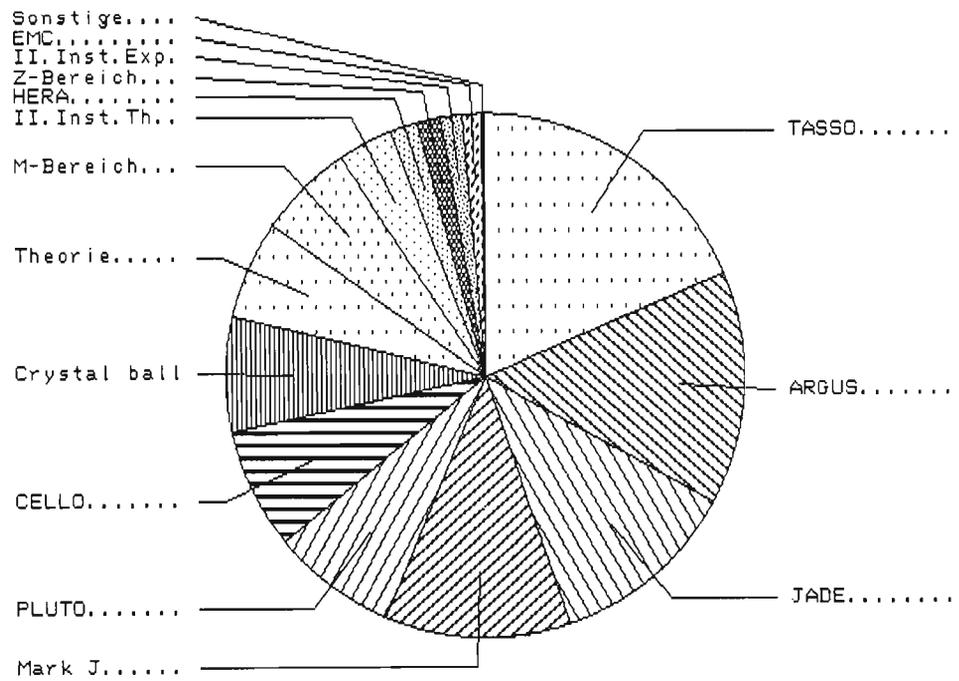


Abb. 21.1: Verteilung der Batch-CPU-Zeit (oben) und der TSO-CPU-Zeit (unten) auf die Benutzergruppen.

Datenverarbeitung

Betrieb des Rechenzentrums

Zu Beginn des Berichtsjahres waren zwei Systeme IBM 3081 D installiert mit je 16 MB Hauptspeicher und 16 beziehungsweise 24 Ein-/Ausgabe-Kanälen. Nach der Ausrüstung auch des zweiten Systems mit 24 Kanälen im August konnte das Rechenzentrum mit zwei identischen Maschinen betrieben werden. Im Oktober wurde ein Rechner umgebaut in eine 3081 K (mit 24 MB). Im Dezember endlich ersetzte eine 3084 Q mit 32 MB und 48 Kanälen alle installierten Systeme. Die folgende Tabelle zeigt die Rechner im Vergleich:

Erweiterung der Zentralrechner

System	BB	CC	relative Leistung
Januar	3081D16-24	3081D16-16	7.4
August	3081D16-24	3081D16-24	7.4
Oktober	3081K24-24	3081D16-24	8.7
Dezember	3084Q32-48		10.0

Die CPU-Auslastung betrug 60.9 % gegenüber 61.6 % im Vorjahr, das heißt die Benutzer haben die angebotene zusätzliche Kapazität sofort voll übernommen. Die Auslastung ist im Vergleich zu den Vorjahren in Abb. 21.2 dargestellt, die Verteilung der CPU-Stunden auf die DESY-Gruppen in Abb. 21.1.

Nutzung der Anlagen

Seit Beginn des Jahres ist ein Kurzstrang Magnetplatten vom Typ IBM 3380 in Dünnfilm-Technologie im Einsatz. Durch Verwendung als Paging- und Swapping-Device war es möglich, trotz Erweiterung der CPU-Kapazität und Vergrößerung der Terminalzahl die CPU-Auslastung etwa konstant zu halten. Von der optimalen Ausnutzung der Anlage ist man allerdings immer noch etwa 10 % entfernt. Sie kann nicht ohne weitere geeignete Erweiterung der Peripherie erreicht werden.

Platten-Peripherie

So wie das Kontingentschema für CPU-Zeit verhindert, daß einzelne Benutzergruppen die Zentraleinheit dominieren, so verhindert die neu eingeführte Plattenplatz-Kontingentsierung, daß der verfügbare Platz im globalen Pool vom Einzelnen überproportional in Anspruch genommen wird. Es ist nach wie vor möglich, nach Belieben Dateien einzurichten, und bei Überschreiten eines bestimmten Füllungsgrades migriert der Hierarchical Storage Manager (HSM) Dateien von den Magnetplatten in den Massenspeicher, jedoch während er vorher nur das Datum der letzten Nutzung und die Größe der Datei bei seiner Strategie berücksichtigte, ist jetzt das oberste Kriterium die Einhaltung des Plattenkontingents. Mit dieser Maßnahme wird neben der Herstellung größerer Gerechtigkeit gleichzeitig die Gesamtzahl der Dateiwanderungen herabgesetzt, da jede Gruppe einen Grundstock aktiver Dateien auf den Platten behält, die kein anderer verdrängen kann.

Am Ende des Berichtsjahres waren 300 alphanumerische Terminals mit Anschluß an die Zentralrechner auf dem DESY-Gelände installiert, davon 46 in der Verwaltung. Erstmals waren Farbterminals in größerer Stückzahl darunter (insbesondere für die Nutzer von SAP, CIPREC und GDDM) und Terminals, die in anderen Formaten als 24 × 80 Zeichen betrieben werden können. Zusammen mit der innerbetrieblichen Fortbildung wurden sechs Personal Computer angeschafft, um ihre Eignung als Terminal-Ersatz zu untersuchen.

Terminal-Peripherie

Neben der bisher üblichen sternförmigen Koaxial-Verkabelung sind andere Techniken ausprobiert worden, um Kosten zu reduzieren, den Umfang von Kabelbäumen herabzusetzen und die 1.5-km-Grenze zu überwinden. Für die beiden ersten Ziele konnten brauchbare Lösungen in Form von Multiplexern, Ersatz der Koax-Kabel durch 2- und 4-Drahtleitungen

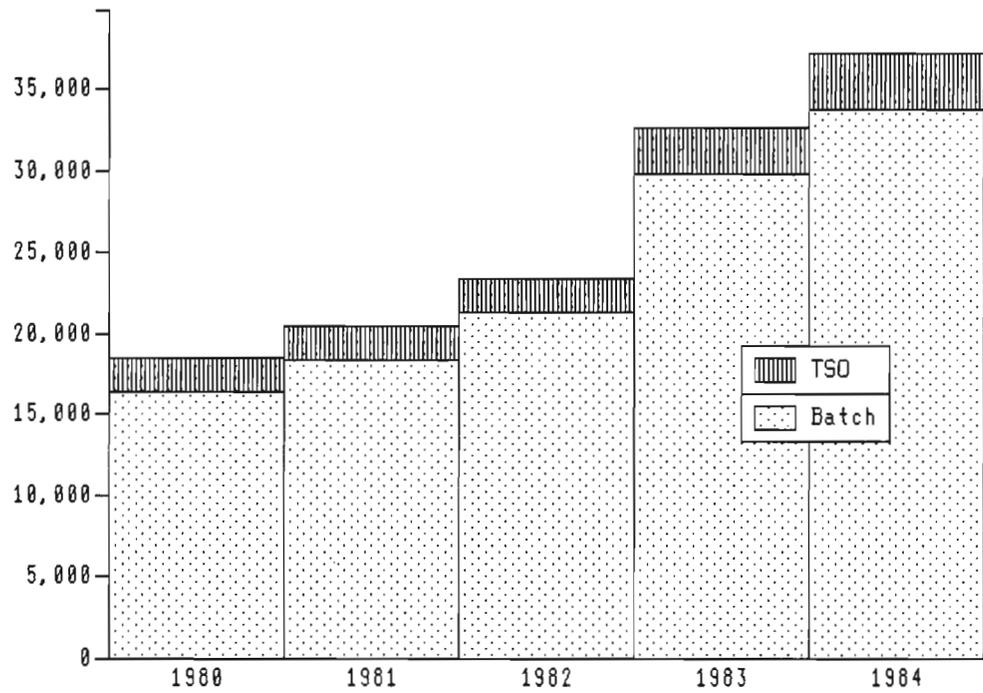


Abb. 21.2: Genutzte CPU-Zeit pro Jahr (in 168 Stunden).

und Multidrop-Leitungen gefunden werden. Größere Entfernungen (im Hinblick auf die Versorgung der HERA-Hallen wichtig) sind wahrscheinlich nur mit Lichtleitern zu überbrücken. Dies bleibt künftigen Untersuchungen vorbehalten.

Der Bandbestand wächst ständig mit etwa 10 000 Bändern/Jahr (Abb. 21.3). Daher mußte im Berichtsjahr das dritte Bandarchiv in Betrieb genommen werden. Die Größe sollte ausreichen, um die restliche Produktion bis zur Stilllegung des PETRA-Speicherrings aufzunehmen.

Der Betrieb des Hybrid-Rechners ist eingestellt worden. Probleme der Strahloptik (Hauptanwendungsgebiet des Hybridrechners) können jetzt von jedem grafischen Terminal aus auf der zentralen Rechenanlage mit Hilfe des Programmsystems COPPOC (Communications with Optics Program/Program for Optics Calculation) gelöst werden. COPPOC wurde von der Gruppe „Betrieb des Rechenzentrums“ (mit Assistenz von der Gruppe „Rechnerperipherie“ für den grafischen Teil) entwickelt und wird laufend den Bedürfnissen der Benutzer angepaßt.

EARN

Das European Academic Research Network hatte bis zum Ende des Berichtsjahres Installationen in Deutschland, der Schweiz, Italien und Israel und eine Verbindung zum BIT-Net in den USA, so daß insgesamt etwa 300 Rechner via EARN miteinander und mit dem DESY-Rechenzentrum verbunden waren. Seit April sind die Transmit/Receive-Kommandos verfügbar, so daß jetzt im EARN neben den Diensten Job-Submission und Output-Retrieval auch die Dienste Electronic-Mail und File-Transfer zur Verfügung stehen.

Software

Nach einem Zwischenspiel von nur fünf Monaten ist der Siemens-Compiler für Fortran77 wieder im Einsatz, nachdem sich gezeigt hat, daß der IBM-Compiler in der DESY-Umgebung untragbare Fehler zeigt. Seit März läuft eine moderne Version des Assemblers

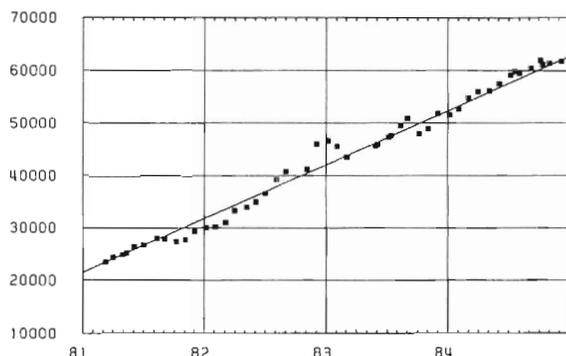


Abb. 21.3: Anzahl der belegten Bänder im DESY-Rechenzentrum.

(Assembler H). Das Terminverfolgungs- und Projektplanungs-Instrument CIPREC ist installiert worden und wird in zunehmendem Maße für das HERA-Projekt und die Kapazitätsplanung der zentralen Dienste eingesetzt. Seit November ist SPICE, ein allgemeines Programm zur Simulation elektrischer Stromkreise mit Halbleiterelementen am DESY-Rechenzentrum, verfügbar. Erste Benutzer hat das Programm GDDM (Graphical Data Display Manager), das auf einfache Weise erlaubt, Histogramme, Balkendiagramme, Pie Charts usw. zu erstellen, das aber in Zukunft auch als vollwertiges grafisches System eingesetzt werden soll.

Sehr viel Arbeit und Mühe wurde in die systemseitige Unterstützung des integrierten Programmsystems SAP für die Verwaltung gesteckt. Zunächst mußte das CICS als Time-sharing-Treiber installiert und getestet werden. Danach erfolgte die Erstinstallation des eigentlichen Verwaltungsprogramms und dessen Anpassung an DESY-Erfordernisse. Bei Auslieferung einer neuen Version im Herbst mußte wegen fehlender Kompatibilität weitgehend noch einmal von vorn begonnen werden.

Rechnerperipherie

Die Schwerpunkte der Arbeit der Gruppe im Berichtsjahr lagen auf folgenden Gebieten:

Überblick

Bereitstellung, Pflege und Weiterentwicklung von Programm-Systemen, die von vielen Hunderten von Physikern bei DESY benutzt werden; sie werden ständig neuen Erfordernissen und technischen Möglichkeiten angepaßt.

- NEWLIB – ein universelles Programm-Entwicklungssystem
- IPS – ein graphisches Grundsystem („Interactive Plotting System“)
- GEP – das „Graphische Editier-Programm“ für Präsentationsgraphik
- SCRIPT und T_EX – Textformattersysteme für den Satz wissenschaftlicher Arbeiten

Betrieb und Weiterentwicklung des allgemeinen „paketvermittelnden“ lokalen Rechnernetzes DESYNET für breitbandige Datenübertragung und Kommunikation:

- Verbindung graphischer Arbeitsstationen, die überall auf dem Gelände sind, mit dem Großrechner
- Verbindung zum DATEX-P-Dienst der Bundespost
- X.25-Inhouse-Vermittler
- Zugang von außen zu allen Rechnern über Telefon mit Akustikkopplern
- Anbindung von Terminals und Mikroprozessor-Entwicklungssystemen an VAX- und IBM-Rechner und DATEX-P über V.24
- Verbindungen von Rechnern untereinander auf dem Gelände

Entwicklung, Betrieb und Wartung von Hardware und Software von Knotenrechnern, Terminalrechnern, Datenkanälen, Interfaces, graphischen Arbeitsstationen und Plottern.

Unterstützung der Benutzer bei DESY auf dem Gebiet der Software:

- Unterstützung bei Beschaffung, Implementierung und Anpassung an die Gegebenheiten des DESY-Rechenzentrums
- Bereitstellung von Cross-Software auf der IBM (Flame, Singlechip Micro Z8, Z8000, National Semiconductor NS32000)
- Unterstützung von nationalen und internationalen Standards (GKS, AGF-Plotfile)

Betrieb und Weiterentwicklung eines flexiblen Systems zur Herstellung mikroprogrammierter Hardware:

- Erstellung von PROM-Bausteinen (Programmable Read-Only Memories)
- Erstellung von PAL-Bausteinen (Programmable Array Logic)

Diese Infrastruktur wird auch von anderen DESY-Gruppen häufig in Anspruch genommen. Im Folgenden werden die Aktivitäten im einzelnen erläutert.

Benutzungsstatistik des graphischen Systems IPS

Im Berichtsjahr wurden graphische Anwendungsprogramme in 122 889 (88 587)¹ IPS-Sitzungen von 855 (784) verschiedenen Benutzern („User-id“s) aus 44 (46) verschiedenen Benutzergruppierungen („Accounts“) ausgeführt. Dabei wurden 508 (400) CPU-Stunden Rechenzeit in IBM 370/3081 D-Einheiten verbraucht. Sie verteilte sich folgendermaßen auf die großen Experimente:

16 (16) % für MARK J	9 (7) % für CELLO
15 (31) % für ARGUS	7 (8) % für PLUTO
13 (14) % für JADE	6 (2) % für Crystal Ball
10 (10) % für TASSO	

Der Rest von 24 (12) % wurde von 37 (40) weiteren „Accounts“ verbraucht.

Es wurden über 216 000 (182 000) Bilder mit einer Gesamtlänge von ca. 92 (78) km auf den beiden elektrostatischen Plottern ausgegeben. Davon waren ca. 39 (35) % Darstellungen physikalischer Meßergebnisse (erzeugt mit dem graphischen Editor GEP) und ca. 38 (36) % Textseiten wissenschaftlicher Veröffentlichungen (erzeugt mit den Textsystemen SCRIPT/CALLIGRA und T_EX/TEXOUT); die restlichen 23 (29) % waren überwiegend Darstellungen physikalischer „Events“ (erzeugt mit experimentespezifischen Programmen).

Entwicklungen für das graphische System IPS

Neue Arbeitsstationen für IPS

Fünf IPS-Arbeitsstationen der neuen Generation wurden in Betrieb genommen. Es werden hochauflösende einfarbige Rasterbildschirme mit 1024 Bildpunkten pro Zeile verwendet. Neben dem alphanumerischen Tastenfeld wird zur graphischen Eingabe eine Rollkugel mit Auslösetasten und einem Potentiometerfeld standardmäßig angeboten; zusätzlich kann ein graphisches Tablett zur Menüeingabe und Digitisierung angeschlossen werden.

Die Produktion von 20 weiteren Stationen dieses Typs wurde in die Wege geleitet – einschließlich der Vorbereitungen für den Anschluß an DESYNET.

Eine IPS-Arbeitsstation mit einem hochauflösenden Farb-Rasterbildschirm mit 1024 Bildpunkten pro Zeile und maximal 64 Farben wurde fertiggestellt. Sie wird vor allem zur Entwicklung und Erprobung neuer Software benutzt, die das zusätzliche Element Farbe berücksichtigt.

¹ Die Zahlen in Klammern zeigen jeweils die Werte des Vorjahres.

Den Bewegungen auf dem Markt folgend, wurden Untersuchungen bezüglich des Einsatzes fertiger Arbeitsstationen unter IPS betrieben, die sowohl „Personal Computers“ als auch „Billig-Terminals“ betreffen. Hier sind in Zukunft günstige Entwicklungen zu erwarten.

Neuer Plotter für IPS

Ende des Jahres wurde ein Laserprinter LASERGRAPHIX 1200 der Firma QMS als neues Ausgabegerät für IPS beschafft. Die hohe Auflösung von 300 Punkten pro 2.54 cm bedeutet eine wesentliche Steigerung der Qualität der Bilder. Der eingebaute Graphikprozessor gestattet neben dem normalen „line printer mode“ auch die Ausgabe beliebiger Graphik. Das verwendete DIN-A4-Einzelblatt-Format stellt eine wesentliche Erleichterung für den Betrieb dar.

Es wurde mit der Herstellung der benötigten Programme und der Einbindung in den Produktionsbetrieb begonnen.

Software-Unterstützung für 32-bit-Mikroprozessoren

Die Implementierung der „Cross Software“ NSX16 für die 32-bit-Mikroprozessorfamilie NS32000 der Firma National Semiconductor Corporation wurde in der verbesserten Version 2.0 auf dem IBM-System abgeschlossen.

Parallel dazu wurden Untersuchungen für den Einsatz des Betriebssystems UNIX begonnen, das immer mehr an Bedeutung gewinnt.

*Entwicklungen für
DESYNET*

Verbindung von DESYNET zu den Datendiensten der Bundespost

Die Entwicklung einer Verbindung zwischen DESYNET und DATEX-P – dem öffentlichen Datenvermittlungsnetz der Bundespost – wurde abgeschlossen und der Betrieb aufgenommen. Es werden die Protokolle X.28, X.3 und X.29 unterstützt. Damit ist es möglich, sowohl Terminals von beliebigen Orten aus mit dem DESY-Rechenzentrum zu verbinden, als auch von ans DESYNET angeschlossenen Terminals mit externen Rechenzentren zu kommunizieren. Die weitere Planung sieht vor:

- Ausbau des „Gateways“ für einen Betrieb mit bis zu 16 gleichzeitigen Verbindungen
- die Installation eines V.24-Inhouse-Vermittlers für einfache Terminals (ASCII, asynchron Start-Stop) und eines X.25-Inhouse-Vermittlers, beide mit Verbindung zum DESYNET; problematisch ist zur Zeit noch die Gebührenerfassung.

Verbindung von DESYNET zum Telefonnetz der Bundespost

Es wurde eine Verbindung von DESYNET über derzeit vier Leitungen mit einer Geschwindigkeit von 1200 baud zum Telefonnetz der Bundespost realisiert, die den Zugang zum DESYNET und damit zum Rechenzentrum über Terminals mit „Akustik-Koppler“ ermöglicht.

Es wurde das Datenformat und Protokoll eines IBM 3270-Emulators für einen Single-chip μ -Prozessor entwickelt, der den Full-screen-Betrieb eines einfachen alphanumerischen Terminals (mit geringen Gesamtkosten von nur 3000 DM inklusive μ -Prozessor und Akustikkoppler) von zuhause ermöglicht.

Wegen des 24-Stunden- und 7-Tage-Betriebs der Experimente wurden diese „Home-terminals“ besonders von den Physikern gewünscht, die ihre Experimente von zuhause überwachen möchten. Es sind zur Zeit sieben Terminals dieser Art verfügbar.

Geplant ist die Übertragung dieses Konzepts auf die DATEX-P-Verbindungen bei weiterer Reduktion der übertragenen Datenmenge, um Gebühren und Zeitbedarf zu verringern.

Anschluß von Personal Computern an DESYNET

Über eine allgemeine Schnittstelle nach der V.24-Norm wurde der Anschluß eines Personal Computers realisiert und dieser vorerst mit einer Terminal-Emulation in Betrieb genommen.

Graphische Software

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

Graphisches Editier-Programm (GEP)

Im Berichtszeitraum ist die Anzahl der GEP-Batchjobs mit 170 000 nahezu konstant geblieben. In Zusammenarbeit mit der Gruppe F 35 wurde eine GEP-Version für den VAX-Rechner erstellt. Der dort mit einem Batchjob erstellte GEP-Datensatz kann zum IBM-Großrechner kopiert werden, wo die weitere interaktive Verarbeitung unter IPS erfolgt.

Für die interaktive Weiterverarbeitung der GEP-Datensätze wurde die Full-screen-Version für die Zwei-Terminal-Version von IPS zur Benutzung freigegeben. Durch den Full-screen-Modus für den Dialog wird die Benutzerfreundlichkeit wesentlich erhöht und ein intensiveres Arbeiten ermöglicht. Dieses zeigt sich auch in der Steigerung der Anzahl der interaktiven GEP-Sitzungen um 32 % auf 39 000.

Weitere Verbesserungen am interaktiven GEP waren:

- Die gewählten Darstellungskonstanten können als CONS-Member gespeichert werden.
- Es besteht die Möglichkeit, fertige Bilder zu überlagern.
- HIST- und DPLOT-Datenstrings können normiert werden.
- Für eindimensionale Anpassungsrechnungen wurde ein zweiter Anpassungsbereich eingeführt, so daß zum Beispiel zur Untergrundbestimmung unter- und oberhalb eines Signals Anpassungsrechnungen ausgeführt werden können.
- Bei eindimensionalen Anpassungsrechnungen können für jeden Anpassungsschritt die zugehörigen Kurven graphisch dargestellt werden.
- Die Ergebnisse von Anpassungsrechnungen sind auf einfache Weise in die Graphik übertragbar.

Graphisches Kern System (GKS)

Das Graphische Kern System (GKS) ist ein internationaler Standard für die Programmierung graphischer Anwendungsprogramme, der unter maßgeblicher Mitwirkung von Mitgliedern der AGF entwickelt wurde. Er ist im Hinblick auf die Geräteunabhängigkeit und die Austauschbarkeit von Programmen von besonderer Bedeutung.

Eine an der Freien Universität in Berlin entwickelte FORTRAN77-Implementierung von GKS wurde probeweise installiert. Es wurde damit begonnen, die DESY-spezifischen Gerätetreiber zu erstellen. Erste erfolgreiche Tests sind zu verzeichnen.

Graphischer Postprozessor GRANEDA

Für das Netzplanprogramm CIPREC wurde der graphische Postprozessor GRANEDA der Firma Netronic installiert und in unser graphisches Systems IPS integriert.

Stromlaufplanerzeugung

Zur Erstellung von Stromlaufplänen wurde das Programmsystem RUPLAN der Firma AEG-Telefunken probeweise installiert und an IPS adaptiert. Falls die Tests durch die zukünftigen Benutzer positiv verlaufen, soll dieses Programm im nächsten Jahr käuflich erworben werden.

Textverarbeitung

Das im Vorjahr bei DESY implementierte Textformatierprogramm $T_{E}X$, das von D. E. Knuth in Stanford entwickelt wurde, wurde von den Benutzern bei DESY sehr gut angenommen. Es ist hervorragend zum automatischen Satz von Texten – insbesondere auch mit mathematischen Formeln – geeignet. Im Berichtsjahr wurde die neueste Version 1.0 installiert. Einige Verbesserungen an der Full-screen-Kommandoliste GTEX führten zu erhöhter Benutzerfreundlichkeit.

Mit der Version 1.1, die gegen Ende des Berichtsjahrs probeweise installiert wurde, erhielt DESY auch ein neues Macro-Paket $L_{A}T_{E}X$, das gegenüber dem bereits vorhandenen $A_{M}S-T_{E}X$ viele Erweiterungen bezüglich der automatischen Erzeugung von Inhalts-, Abbil-

dungs- und Tabellen-Verzeichnissen, Querverweisen und Listen enthält. L^AT_EX wird im nächsten Jahr beim Übergang zur T_EX-Version 1.1 den Benutzern allgemein angeboten werden.

Auch im Berichtsjahr wurden wieder viele Verbesserungen am NEWLIB – einem der Grundwerkzeuge der Rechenzentrumsbenutzer bei DESY – vorgenommen.

*Allgemeine Software
für TSO-Benutzer*

Vereinfachungen für den Benutzer:

- Das neue Kommando COGO (Compile and Go) läuft automatisch ab: Auswahl des passenden Compilers, Binden zum ausführbaren Programm und Initialisieren der Ausführung (dabei ist eine „Load Library“ nicht erforderlich).
- Verbesserte Unterstützung von Groß-/Kleinschreibung
- Neue Funktionen für Kommandolisten
- Einige „Panels“ auch mit deutschem Text (zum Beispiel COGO, LOADGO)
- Das COMPILE-Kommando gestattet die Auswahl von Programmen einer bestimmten Sprache oder von solchen, die ausgewählte MACROs enthalten.

Einführung neuer Produkte:

- Verfügbarkeit von TRANSMIT und RECEIVE für EARN (zum Beispiel TRANSMIT von „Members“ aus NEWLIB-Dateien)
- Verfügbarkeit des ASSEMBLER H
- Unterstützung von MORTRAN3
- Installation des PL/I Rel. 4.0 Compilers
- Unterstützung des PL/I Checkout Compilers

Erhöhung der Effektivität durch die Verwaltung der Inhaltsverzeichnisse der Quell- und Lade-Bibliotheken im Hauptspeicher.

Editor-Verbesserungen durch neue Kommandos (zum Beispiel IS: Einfügen von Zeichenketten, SPLIT-JOIN: Teilen und Verbinden von Zeilen), sowie Vereinfachungen der Zeilen-Kommando-Syntax.

Verallgemeinerung der HELP-Dienste durch die Verwendung von Kommando-Listen.

„Weck-Service“ für den Benutzer: ALARM.

Verbesserung der Information über Aktivitäten bei DESY: Veranstaltungen des Tages werden in der Initialisierungsphase gezeigt.

Unterstützung von „Billig-Terminals“ für den Hausgebrauch.

Im Berichtsjahr gab es ca. 322 000 NEWLIB-Sitzungen unter TSO und ca. 22 000 NEWLIB-Läufe im Stapelbetrieb. Insgesamt wurden unter NEWLIB ca. 88×10^6 Transaktionen ausgeführt.



Abb. 22.1: Am 17. 12. 1984 nahm der DESY-Techniker Artur Teske von Bundesminister Dr. Heinz Riesenhuber einen Sonderpreis im Rahmen der Verleihung des Technologietransfer-Preises 1984 entgegen.

Technische Entwicklungen und Dienste

Kältetechnik und Gase

Im Laufe des Jahres 1984 hat die Gruppe „Kältetechnik und Gase“ für den CELLO-Detektor eine Gaskreislaufanlage für die neue Driftkammer gebaut. Das Besondere an dieser Anlage ist, daß sie für Propan bei konstantem Absolutdruck von 2 bar ausgelegt ist. Dabei mußte insbesondere ein hermetisch gekapselter Turbokompressor für den entsprechenden Druck gebaut werden. Da der Motor wegen der verdoppelten elektrischen Leistung nicht mehr innerhalb des Kompressors untergebracht werden konnte, wurde in Zusammenarbeit mit der Vakuumschmelze Hanau eine 8polige Magnetkupplung für eine Leistung von 2 kW bei 3000 U/min entwickelt und gebaut.

Die Arbeiten an der Abkühlanlage für das supraleitende Cavity in Halle Ost wurden weitergeführt.

Für die Gruppe „Aufbau von Beschleunigern und Experimenten“ wurde eine umfangreiche Testeinrichtung gebaut, um Gaswarngeräte der verschiedenen Hersteller in vergleichenden Tests zu untersuchen.

Für das JADE-Experiment wurde ein kleineres Gassystem gebaut, um den neuen Vertex-detektor mit Gas zu versorgen.

Für das HERA-Projekt wurden für die Magnettestanlage nach umfangreichen Vorarbeiten Pläne für das Verfahren erarbeitet. Die erforderliche Halle wurde entworfen. Verschiedene wichtige Komponenten wie Kaltventile, Superisolation, Anordnung der Ventile in den Ventilboxen usw. wurden untersucht. Aus diesen Arbeiten entstand eine technische Spezifikation für die Ausschreibung der Magnettestanlage.

Neben verschiedenen Erweiterungen an den bestehenden PETRA-Gaskreisläufen wurde auch die Helium-Rückgewinnungsleitung zwischen dem Verflüssigergebäude und dem Schwerlabor wieder hergestellt und in Betrieb genommen.

Die Modernisierung der bestehenden Stickstoff-, Argon- und Helium-Gasgewinnungssysteme im Bereich des Verflüssigergebäudes wurde begonnen. Die alten provisorischen Gebäude wurden teils abgerissen, teils in ein einheitliches Gebäude integriert, das später eine Aufstockung erlaubt. Durch diese Maßnahmen wird es möglich, die Produktionskapazität für gasförmiges Argon um das 10fache, die für Helium um das 6fache zu erhöhen.

Ende des Jahres 1984 wurde auf Beschluß des Direktoriums die Betreuung der Gasanlagen an den PETRA-Experimenten eingestellt. Das eingesparte Personal soll am HERA-Projekt mitarbeiten.

Für die Modernisierung der Gaslagerverwaltung wurde im Jahr 1984 ein Personal Computer beschafft und in Betrieb genommen, so daß die meisten notwendigen Verwaltungsvorgänge inzwischen über Bildschirm laufen.

Um die Leistungsfähigkeit der vorhandenen Gasanalysen-Geräte zu erhöhen, wurde ein größerer Analysenraum innerhalb des Verflüssigergebäudes eingerichtet und eine Reihe von zusätzlichen Meßgeräten angeschafft, insbesondere ein moderner Helium-Gaschromatograph, der bis 0.1 ppm Verunreinigungen im Helium nachweisen kann.

Technologietransfer

Arbeitnehmererfindungen

Im Berichtsjahr wurde die Arbeitnehmererfindung „**Tieftemperatur-Meßschaltung**“ neu in Anspruch genommen.

Das Verfahren gestattet es, in der ausgeführten Form bis zu 960 Meßwerte, die bei 4.2 K anfallen, über nur 22 Adern auszuwerten, die von 4.2 K auf Raumtemperatur herausgeführt werden müssen. Das ist möglich, weil es gelang, Multiplexer bei der sehr tiefen Temperatur von 4.2 K einzusetzen.

Bei DESY wird diese Schaltung für Temperaturmessungen an supraleitenden Cavities verwendet. Anwendungsbereich ist das gesamte Gebiet der Tieftemperaturtechnik.

Lizenzen

Eine neue Lizenz konnte für das „**Reinigungsverfahren für supraleitende Cavities**“ an eine namhafte Firma im Bereich der „Neuen Technologien“ vergeben werden. Erfolgreichere Verhandlungen mit einer weiteren Firma wurden geführt.

BMFT-Preis

Herausragendes Ereignis der Technologietransfer-Arbeit war die Verleihung eines Sonderpreises durch den Bundesminister für Forschung und Technologie im Rahmen der Ausschreibung 1984 (Abb. 22.1 und 22.2) eines Technologietransferpreises an Herrn Teske für seine „Beleuchtete Lupe zur Untersuchung von Schreib-Lese-Köpfen in Datenträgereinheiten“.

Der Sonderpreis wurde verliehen, weil hier die eigenständige Innovation eines technischen Mitarbeiters bei unserem Lizenznehmer – einer kleinen Firma im Hamburger Umland – zu einem Anstieg der Mitarbeiterzahl von 7 auf 16 im Berichtsjahr geführt hat und ein kumulierter Umsatz von 1.7 Mio DM mit diesem Lizenzobjekt erreicht wurde.

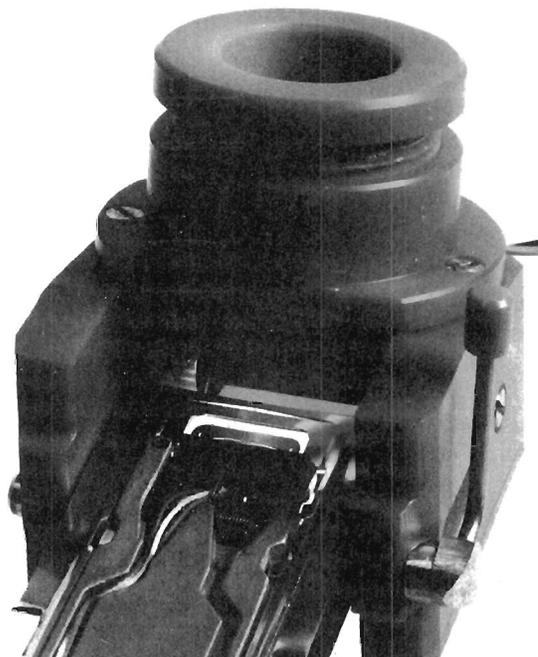


Abb. 22.2: Mit dieser beleuchteten Lupe können Schreib-Lese-Köpfe von Datenträgereinheiten im eingebauten Zustand kontrolliert werden.

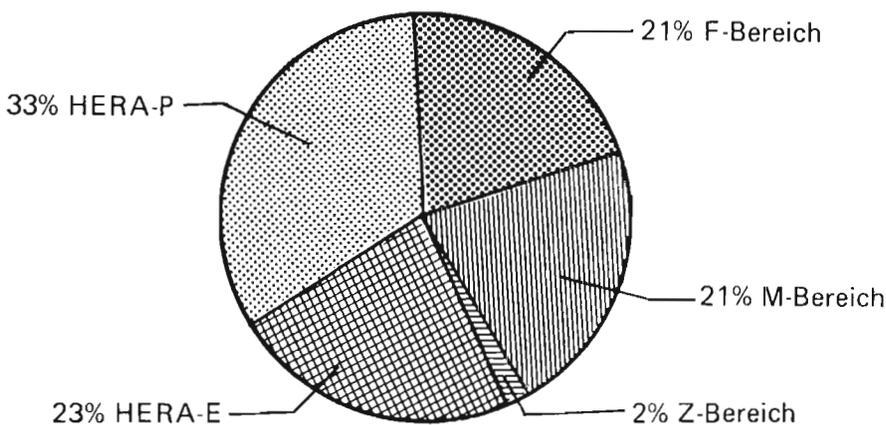
Technische Dienste

Herausragende Aufgabe für die „Technischen Dienste“ war 1984 mit 800 Mannwochen, gleich 20 % der Gesamtkapazität, die Konstruktion und Fertigung von Komponenten für DESY II.

Hierfür wurden 15 % der Kapazität der Konstruktion, 31 % der der Mechanischen Fertigung und 56 % der der Elektronik-Fertigung in Anspruch genommen.

Die Kapazität der Konstruktion verteilte sich entsprechend nachfolgender Grafik:

Konstruktion



Bereich Forschung

Für CELLO wurden die Konstruktionsarbeiten der neuen Stereo-Drift- und Vertexkammer inklusive notwendiger Montagevorrichtungen abgeschlossen.

HASYLAB erhielt einen neuen Röntgenstrahl-Lagemonitor sowie Strahlführungskomponenten für den neuen Wiggler-Strahl.

Für die Experimente MARK J und ARGUS wurden neue Vakuumkammern konstruiert.

Bereich Maschine

Die 1983 begonnenen Konstruktionsarbeiten für DESY II konnten im Berichtszeitraum weitestgehend abgeschlossen werden.

Hervorzuheben sind die Konstruktionen der Septum- und Kicker-Magnete sowie der Vakuumkomponenten der geraden Stücke und des Injektionsweges für DESY II.

Ebenfalls abgeschlossen wurden die Konstruktionsarbeiten für das supraleitende 1-GHz-Cavity mit 2×9 Zellen.

Für den neuen Wakefield-Beschleuniger wurden Transformer und Solenoid-Spulen konstruiert.

HERA-Elektronen-Ring

Hauptaufgabe im abgelaufenen Jahr war die Konstruktion des Moduls bestehend aus Dipol, Quadrupol und Sextupol auf einem gemeinsamen Gestell.

Dabei konnten die Konstruktionen von Quadrupol und Sextupol beendet und die Dipol- und Modul-Konstruktionen mit den schwierigen Spulenleiterverbindungen für die Prototyp-Fertigung abgeschlossen werden.

Abgeschlossen werden konnte auch die Konstruktion der notwendigen Stapelvorrichtung zum Stapeln der Dipol-Jochlamellen.

Für ein supraleitendes 500-MHz-Cavity wurden, inklusive Kryostat, die ersten Entwürfe angefertigt.

HERA-Protonen-Ring

Die Konstruktion des supraleitenden 6 m langen Warmeisenmagneten vom Typ D wurde abgeschlossen, die eines 6 m langen Kalteisenmagneten vom Typ C als Entwurf ausgeführt und die Konstruktion eines 9 m langen sogenannten Hybridmagneten aufgenommen und weitestgehend abgeschlossen.

Für die zukünftig 9 m langen Magnete mußten sämtliche Vorrichtungen und Fertigungseinrichtungen entsprechend umkonstruiert werden.

Ebenfalls ein Schwerpunkt war die Konstruktion der Anschlußboxen für den Einzel- und Serienbetriebstest der supraleitenden Magnete.

Externe Konstruktionsarbeiten

Zusätzlich wurden im abgelaufenen Jahr 15 Konstruktionsaufträge mit einem Auftragswert von insgesamt 150 000 DM an auswärtige Konstruktionsbüros vergeben.

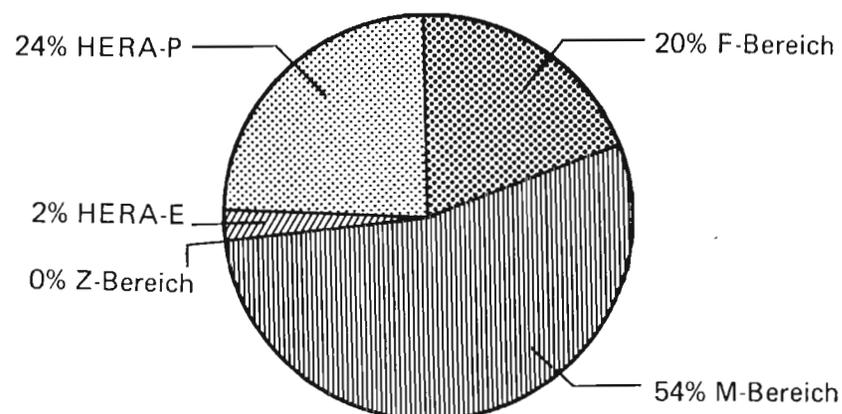
Einführung eines CAD-Systems

Eine Gruppe von Konstrukteuren beschäftigte sich neben den genannten Arbeiten sehr intensiv mit den Problemen des Computer-Aided-Design (CAD). Bei fünf Firmen wurden ausführliche Benchmarktests durchgeführt, für die vorher ein Katalog aus für DESY typischen Konstruktionsaufgaben und ein Bewertungsschema erstellt worden waren. Gegen Ende des Jahres wurden drei in der engeren Wahl befindliche Systeme zu Testzwecken bei DESY installiert, um die in den Benchmarktests gewonnenen Erfahrungen zu vertiefen und die Handhabbarkeit dieser Systeme im täglichen Betrieb zu erforschen.

Mechanische Fertigung

Über die Arbeitsvorbereitung wurden 1984 für 3.2 Mio DM Aufträge zur externen Fertigung vergeben.

Für die interne Fertigung standen 1984 1700 Mannwochen Werkstattkapazität entsprechend einem Wert von 4 Mio DM zur Verfügung, die sich wie folgt verteilen:



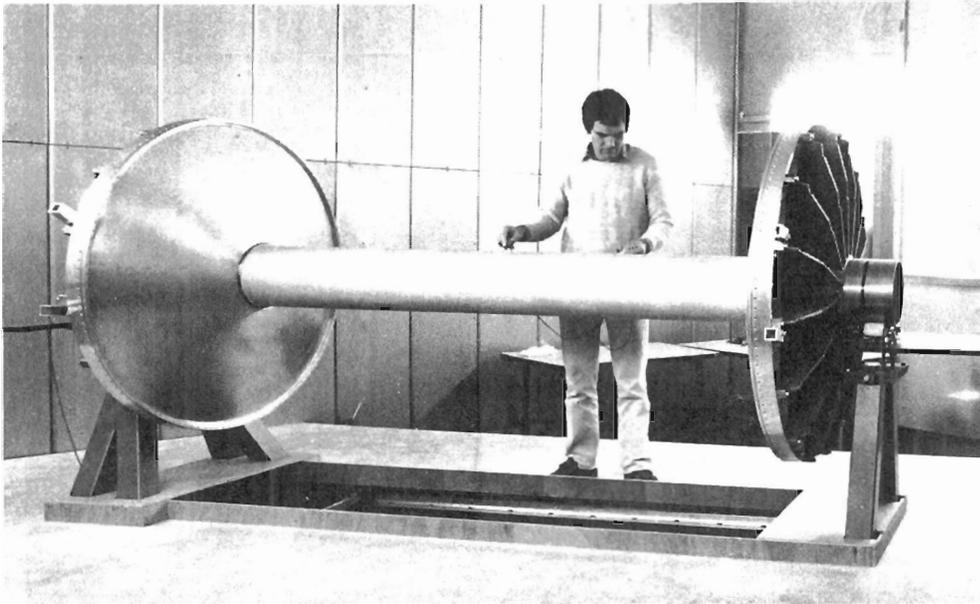


Abb. 22.3: Stirnscheiben für die neue CELLO-Driftkammer im Montagegestell.

Bereich Forschung

Für die Driftkammern an PETRA-Experimenten wurden über die „Mechanische Fertigung“ große mechanische Komponenten gefertigt: ARGUS erhielt einen Satz neuer, ebener Stirnscheiben mit 30 000 Löchern von 3 und 5 mm Durchmesser. CELLO baut eine neue Stereo-Kammer, für die die im Vorjahr bestellten zwei gewölbten Stirnscheiben mit je 40 000 Bohrungen à 2 mm Durchmesser und der Zylinder von 1400 mm Außendurchmesser aus 10 mm dickem Aluminium geliefert wurden (Abb. 22.3). Alle drei Bauteile bedurften sehr sorgfältiger Kontrollen.

Für den Ausbau des HASYLAB war zum Komplettieren des Wiggler-Strahles eine spezielle Vakuumkammer für den Wiggler in der Werkstatt zu bauen, ferner eine komplette Spiegelkammer sowie diverse Kompensatoren.

Bereich Maschine

Am umfangreichsten war die Fertigung für DESY II. 50 Ablenkmagnete waren nach dem Test der Prototypen herzustellen. Die kreisbogenförmigen Magnet-C-Joche wurden in geblechter Ausführung aus 1 mm starken, gestanzten Lamellen bei einem kleineren Hamburger Maschinenbaubetrieb auf einer eigens dafür gebauten, gekrümmten Vorrichtung gestapelt, mit Gurtblechen verschweißt und mechanisch vermessen. Die Polendkontur wurde entsprechend der Blechstärke, über 90 mm Länge in Schritten von 1 mm, durch CNC-Befräsen dieser Lamellen der theoretischen Hyperbel angenähert.

Die Kleinteile zur Spuleneinbau wurden ebenfalls extern beschafft; der Spuleneinbau und die magnetische Vermessung erfolgte bei DESY, der die Meßspulen tragende Schlitten aus GFK-Material wurde intern gefertigt.

Die justierbaren Magnet-Untergestelle, 100 Stück für Dipole und 50 Stück für Quadrupole, standen aus externer Fertigung rechtzeitig ab Frühjahr zum Einbau im Ringtunnel zur Verfügung.

In der DESY-Werkstatt wurden sieben Kicker- und sieben Septum-Magnete (Abb. 22.4), einschließlich Vakuumtanks, für die Ein- und Ausschluß-Abschnitte in DESY II gefertigt. Die

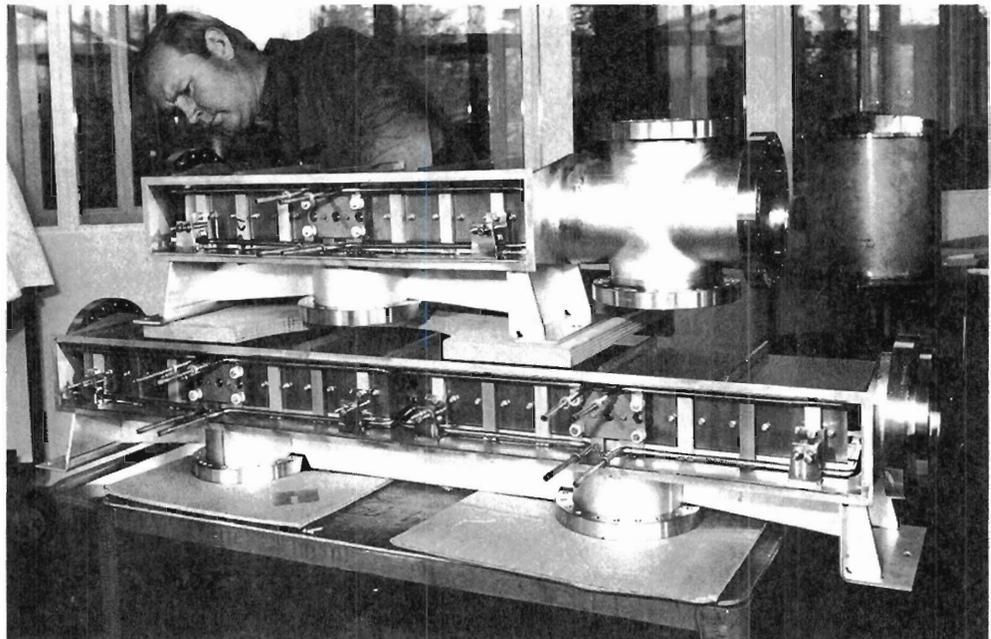


Abb. 22.4: Septum-Magnet mit Vakuumtank für die Ein- und Ausschub-Abschnitte in DESY II.

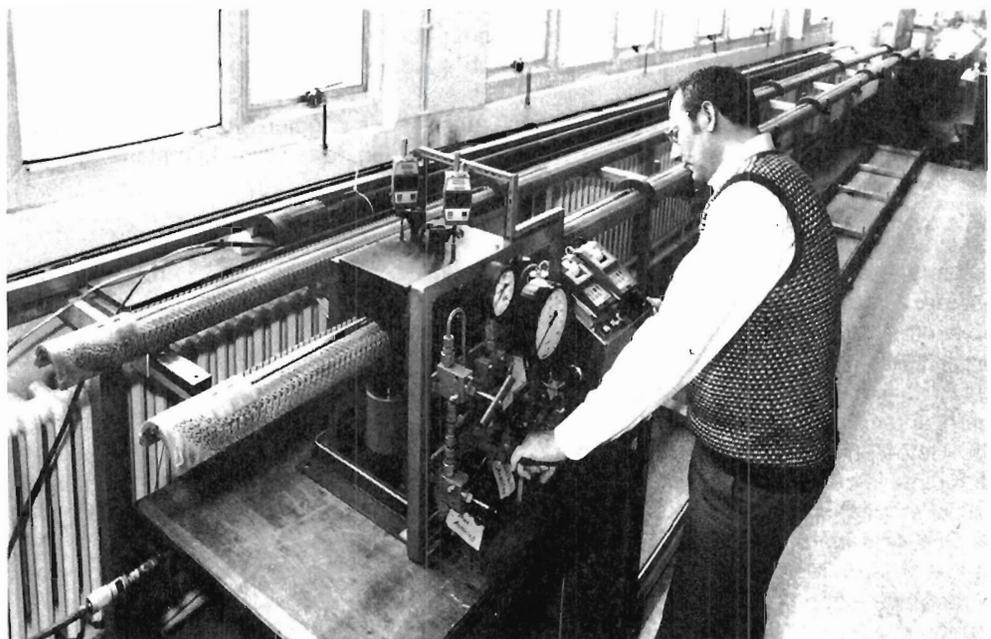


Abb. 22.5: E-Modul-Meßvorrichtung für supraleitende Spulen.

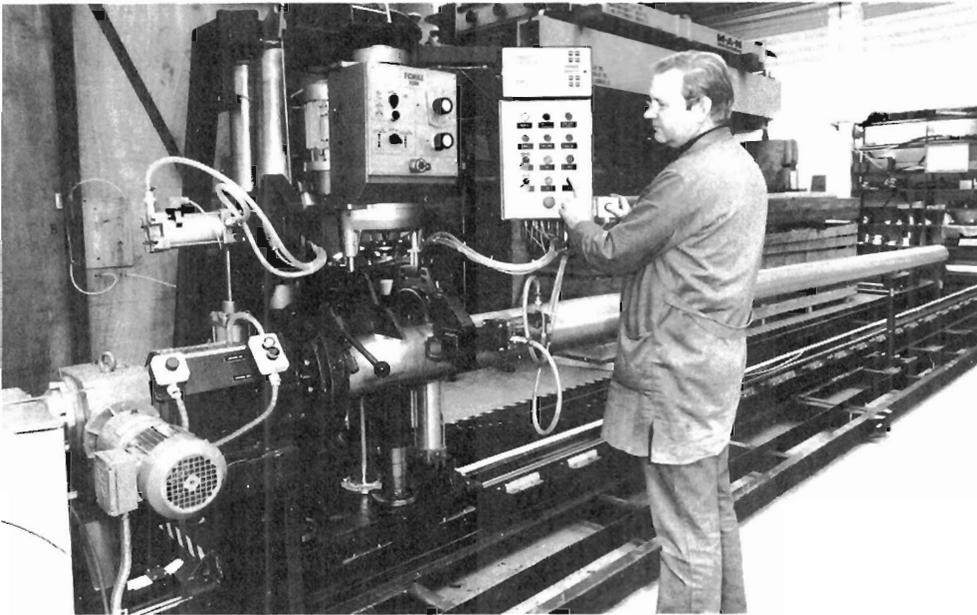


Abb. 22.6: Spezielle Rohraushalsmaschine mit 10-m-Indextisch für die Fertigung der Kryostate der supraleitenden Dipole.

Kickermagnete sind aus Ferritplatten aufgebaut, die Septa aus geblechtem Eisen mit Cu-Leiterschiene.

Die Vakuumkammern für DESY II stellte die Gruppe „Vakuum“ in Kooperation mit der Werkstatt her. Die einzuschweißenden Strahlage-Monitore wurden in der Werkstatt CNC-gefräst und vormontiert. Die Techniker-Werkstatt baute ein 6-Kopf-Target für DESY II zur Ergänzung von γ -Strahlung. Die Strahlrohre für die Einschußwege von LINAC I sowie Kreuzkammern, Pumpstutzen usw. fertigte komplett die Werkstatt. Diese Arbeiten konzentrierten sich hauptsächlich auf das letzte Quartal des Berichtsjahres und erforderten hohen persönlichen Einsatz der Handwerker. Eine große Hilfe bei diesen Rohrverarbeitungen stellte die Rohraushalsmaschine (Fabrikat T-Drill) dar.

Die Fertigung der 13 SLED-Speicher-Cavities für LINAC I und II, die im Vorjahr einen großen Teil der Werkstattkapazität beanspruchte, konnte zur Jahresmitte abgeschlossen werden. Nach Test- und Abstimmungsarbeiten bei der Gruppe „Injektion“ führte die Werkstatt die Endmontage aus.

Der Versuchsaufbau des Wakefield-Beschleunigungssystems brachte interessante Aufträge in die Werkstatt, die mit teilweiser externer Hilfe (Laserschneiden, Metalldrücken, Elektropolieren) bearbeitet wurden, zum Beispiel das Anfertigen der Hohlstrahl-Kanone mit verschiedenen Ringkathoden, des Transformators, der Widerstandsmonitore usw.

Weitere interessante Arbeiten im Berichtsjahr waren für die internen Werkstätten zum Beispiel eine E-Modul-Meßvorrichtung für das supraleitende Kabel (Abb. 22.5), acht Antriebe für Meßblenden DESY II, diverse Hohlleiter und „Magisches T“ sowie ein Grundmode-HF-Einkoppelfenster für den Betrieb des supraleitenden Cavities oder zum Beispiel 50 kleine Verstärkergehäuse aus Aluminium als Serien-CNC-Fräsarbeit.

HERA-Protonen-Ring

Für die supraleitenden Dipole des Protonen-Rings in HERA wurde in der Werkstatt die Fertigung der 6-m-Kryostat-Einzelteile fortgesetzt. Dabei wurde vom Konzept, die Kryostate aus einzelnen Halbschalen zu fertigen, wegen des Schweißverzuges abgegangen. Statt

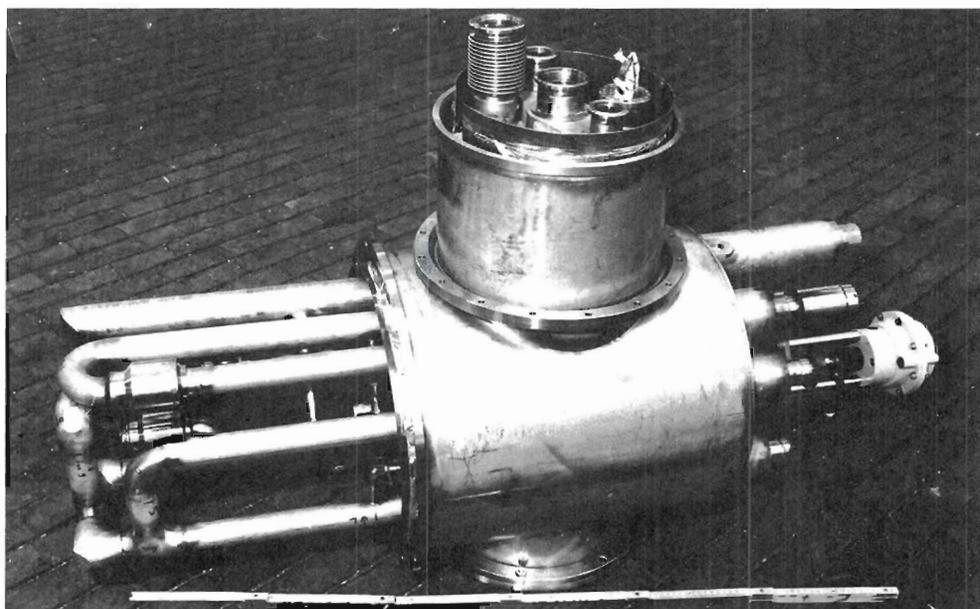


Abb. 22.7: Anschlußbox mit Kälte- und Stromanschlüssen sowie Meßdurchführungen für supraleitende Dipolmagnete.

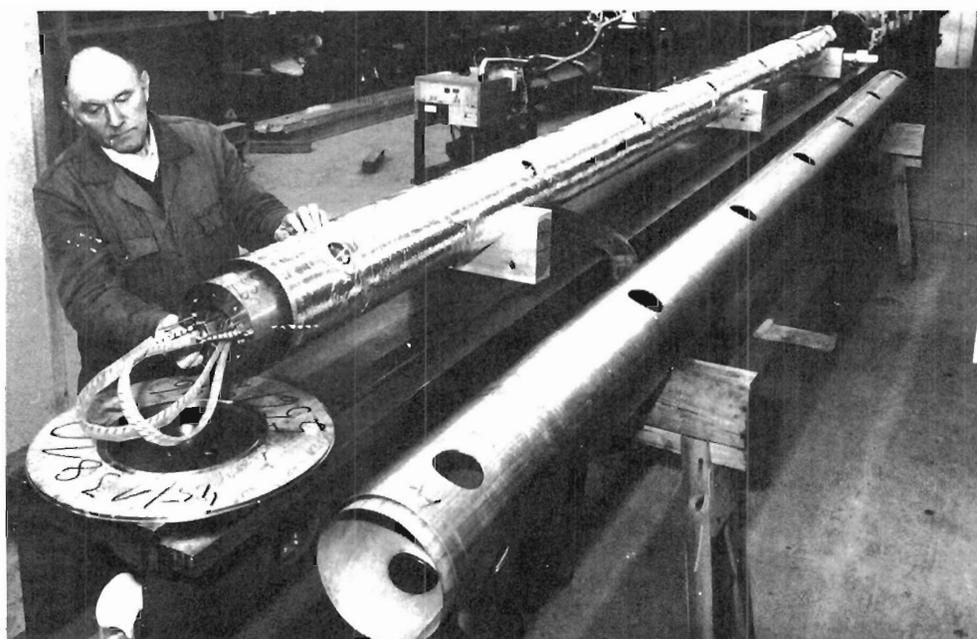


Abb. 22.8: Ein 6 m langer supraleitender Dipol-Magnet (Typ D) beim Einbau in den Kryostaten.

dessen wurden Rohre in entsprechenden Sonderabmessungen angefertigt. Die 6 m langen, ineinanderschubbaren Rohre mit den radial konzentrisch liegenden Bohrungen beziehungsweise Stützen für die Spulenstützen sind für die geplanten Prototypen nahezu alle vorbereitet.

Eine speziell hierfür mit Längs- und Zirkular-Teileinrichtung ausgerüstete zweite Rohraushalsmaschine (Abb. 22.6) wurde gegen Jahresende geliefert, mit der diese Arbeiten für die Kryostate sehr beschleunigt werden.

Ferner wurden in der Werkstatt eine Anfangs- und eine Endbox mit aufwendiger Innenverrohrung zum Anschließen der supraleitenden Dipole in der Testhalle an die Kälteanlage komplett gefertigt (Abb. 22.7).

Parallel zum Bau und Test der 6-m-Dipol-Warmeisener-Version (Abb. 22.8) waren Vorbereitungen zu treffen zur Fertigung 9 m langer supraleitender Dipole. Die Vorrichtungen mußten entsprechend verlängert beziehungsweise neu gebaut werden, insbesondere die Spulen-Wickelvorrichtung, Transport-Traversen und das Spulen-Preßwerkzeug mit der großen hydraulischen Presse.

Der Bau eines sogenannten Hybrid-Magneten erforderte weitere Vorbereitungen wie Ausschreibung und Auftragserteilung für die Feinschneidwerkzeuge und 0-Serien-Stanzteile zum Herstellen der Kalteisen-Halbjoche aus 5 mm Weicheisen und der entsprechend neu ausgelegten Collars aus 4 mm hochfester Aluminium-Legierung.

Einige Komponenten zur Protonen-Erzeugung für HERA wurden bereits in der Werkstatt angefertigt, so das Gehäuse der H^- -Quelle, ein Testgehäuse und die sogenannte Cold-Box mit Magneteinsatz.

Von den externen Aufträgen sind besonders erwähnenswert der Prototyp des 9 m langen C-förmigen Kastens für den Dipol des HERA-Elektronen-Ringes mit verzahnten Riegeln am Magnetgap sowie der Versuch des Laser-Schneidens einiger Muster-Lamellen für diesen Dipol, mehrere GFK-Bauteile, wie zum Beispiel ein Meßsystem für die Feldmessung an den ersten supraleitenden Quadrupolen.



Abb. 22.9: Digitales Höhenmeßgerät mit Mikroprozessor für die Fertigungskontrolle.

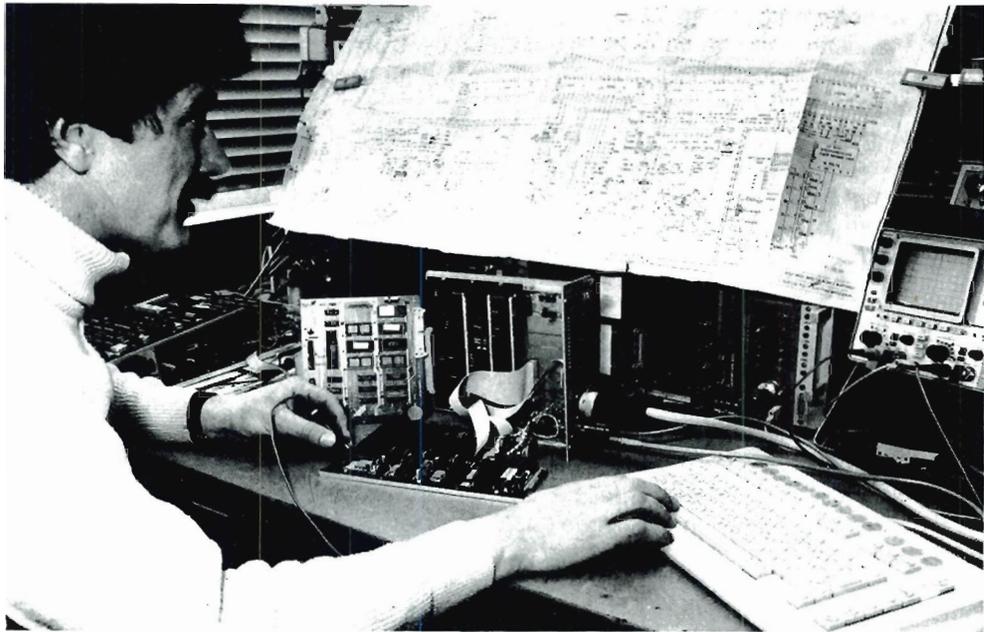


Abb. 22.10: Test einer bestückten Sedac-Platine für die mikroprozessorgesteuerte Motorregelung von Folienmonitoren, die bei der Strahlkontrolle in Speicherringen verwendet werden.

Für die Ausschreibung der Alvarez-Struktur des LINAC III, bestehend aus einer Reihe Tanks und Driftröhren, wurde intensive technische Beratung zu Fertigungsfragen und -formulierungen gegeben.

Fertigungskontrolle

Für die Fertigungskontrolle wurde ein elektronisches Höhenmeßgerät mit Mikroprozessor beschafft (Abb. 22.9). Hiermit können Längen- und Parallelitätsmessungen bis 635 mm mit einer Genauigkeit von ± 0.003 mm durchgeführt werden. Über einen angeschlossenen Meßwertdrucker werden die Toleranzen und Soll-Ist-Vergleiche aufgezeichnet.

Elektronik- Fertigung

Im Berichtsjahr wurden 703 Werkstattaufträge mit einem Gesamtwert von ca. 6 Mio DM ausgeführt. Hierin ist die gesamte Werkstattkapazität von 1000 Mannwochen mit einem Wert von 1.73 Mio DM enthalten.

Bereich Maschine

Der Schwerpunkt der Tätigkeiten während des Berichtsjahres lag bei der Fertigstellung diverser elektronischer Geräte und Baugruppen für DESY II, wie auch für die Ausrüstung des LINAC II mit Speicher-Cavities.

Bereich Forschung

An umfangreichen Aufträgen sind zu erwähnen:

- Fertigstellung von 100 FADC-Kassetten für den JADE-Detektor sowie die Auslieferung von 370 Driftkammer-Vorverstärkern in Hybrid-Technik
- Fertigstellung von 100 TDC-Karten nebst zugehörigen Crates und Bussen für den weiteren Ausbau von CELLO
- Diverse Interlock-Einheiten für den Ausbau von HASYLAB
- Diverse Sedac- (Abb. 22.10) und Padac-Module

Zur Entlastung der eigenen Werkstatt mußten in 15 Fällen (im Vorjahr sieben) Fremdfirmen für Verdrahtungs- und Bestückungsarbeiten herangezogen werden, ebenso für die Erstellung von Layouts für gedruckte Schaltungen. Insgesamt wurden 6552 gedruckte Schaltungen (im Vorjahr 6949) von auswärtigen Firmen nach unseren Unterlagen gefertigt. Der Anteil der durchkontaktierten Platinen betrug 86.5 %, hierin enthalten sind 561 Multi-Layer-beziehungsweise Multi-Wire-Platinen.

Die Tischlerei-Werkstatt verfügte über eine Jahreskapazität von 210 Mannwochen, entsprechend einem Produktionswert von 0.5 Mio DM.

Tischlerei

Die Schwerpunkte der größeren Arbeiten waren:

- Die Neuanfertigung von 40 Drehkipfenstern für das Zentralgebäude.
- Für die HERA-Planung wurden Vorrichtungen und Modelle gebaut.
- Für die Abteilung „Öffentlichkeitsarbeit“ wurde ein HERA-Tunnelmodell mit Tunneleinrichtung (Abb. 22.11) für die Industrieausstellung Tokio 1984 im Maßstab 1:3 gebaut.
- Weiterhin wurde für die Gruppe „Öffentlichkeitsarbeit“ eine DESY-Ausstellung in der Universität Bielefeld auf- und abgebaut.
- Für verschiedene Gruppen bei DESY wurden Arbeitsmodelle im Maßstab 1:1 gebaut.
- In Zusammenarbeit mit der Gruppe „Bauangelegenheiten“ wurden Fenster und Türen repariert und umgebaut.

Neben diesen Arbeiten werden drei Lehrlinge ausgebildet.



Abb. 22.11: Das von der DESY-Tischlerei hergestellte Modell des HERA-Tunnels.

Fernmeldetechnik

Fernsprech- und Uhrenanlage

In den Laborgebäuden 1c und 1d wurden Telefone und Uhren für das Direktorium und die HERA-Projektgruppe installiert.

Bedingt durch die Bildung der HERA-Projektgruppe und dem damit verbundenen Umzug der DESYaner wurde eine aufwendige Umschaltaktion im Fernsprechnet und der Fernsprechanlage notwendig.

Im Zuge der Installation von DESY II mußten sämtliche Telefone demontiert und an anderer Stelle provisorisch installiert werden.

Weiter wurde eine besondere Verbundtelefonanlage (Makleranlage) mit 11 Telefonen und einer Konferenzsprecheinrichtung für den Beschleuniger-Kontrollraum und die Experimente-Kontrollräume eingerichtet.

Fernmelde-Kabeltrupp

Neben den allgemeinen Kabelarbeiten sowie der notwendigen Dokumentation wurden größere Netzerweiterungen vorgenommen:

– Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb

TSO-Netzerweiterung: Es wurden 80 neue Anschlüsse hergestellt. Damit belief sich die Anzahl der Terminals im Dezember 1984 auf 215.

TSO-2-Draht-Technik: Es wurde ein neues Teilnetz in 2-Draht-Technik über Fernmeldekabel aufgebaut (als Alternative zum Coax-Kabelnetz/93 Ohm) in Gebäude 11/Warenwirtschaft und Laborgebäude 2b/IBM/Zentraleinheit.

Rauchmelderanlage: Vorhandene Melderlinien wurden geändert und um zusätzliche Linien in neuen Gebieten ausgebaut.

– Serviceleistungen

Zu den regelmäßigen Aufgaben der Gruppe „Fernmeldetechnik“ gehört die Störungsbehebung in folgenden Netzen: Fernsprechanlagen; Uhrenanlage; Rauchmelderanlage; Störungsmeldungen zum Technischen Notdienst; Datenübertragungswege für TSO-Terminals, Modem-Leitungen und IBM-Online-System; Ruf- und Überwachungssysteme.

– Planung

In der zweiten Hälfte des Berichtsjahres fielen intensive Planungsaufgaben für HERA an: Fernmeldeversorgungskabel in Kupfer einerseits und Glasfasern andererseits für die Hallen Ost, West, Nord und Süd. Hierfür wurde die Ausschreibungsspezifikation zusammengestellt.

Ausbildung in gewerblichen Berufen

Im August des Berichtsjahres wurden bei DESY 18 neue Auszubildende für die gewerblichen Berufe in die Lehrwerkstätten aufgenommen. Dabei wurde in Zusammenarbeit mit der Gruppe „Energieversorgung“ ein Ausbildungsplatz für den Beruf Rohrinstallateur neu eingerichtet. Zur Zeit befinden sich somit 65 junge Menschen in gewerblicher Ausbildung bei DESY (Tab. 22.1).

Nach dem ersten Lehrjahr werden die Auszubildenden in die technischen Gruppen von DESY entsandt, in denen sie weitgehend in den Entwicklungs- und Fertigungsprozeß integriert werden und so an konkreten Aufgaben ihre Ausbildung vertiefen. Für die DESY-Gruppen erfordert dies ein erhebliches Maß an Fürsorge und Engagement.

In diesem Jahr legten 11 Auszubildende ihre Abschlußprüfungen ab. Darunter sind auch die ersten vier bei DESY ausgebildeten Feingeräte-Elektroniker.

Den erfolgreichen Prüflingen bietet DESY bei guter Führung einen Dreimonats-Zeitvertrag als Übergangslösung an, damit der fertig Ausgebildete einen geeigneten Arbeitsplatz suchen kann oder die Zeit bis zum Beginn einer weiterführenden Ausbildung oder bis zur Einberufung zur Bundeswehr überbrückt wird. Von den Ausgebildeten dieses Jahres konnte DESY einen Feinmechaniker und eine Technische Zeichnerin in unbefristete Arbeitsverhältnisse übernehmen.

Auch die Betreuung und Einweisung von Hochschul- und Schülerpraktikanten wurde, soweit es organisatorisch und platzmäßig möglich war, fortgesetzt.

Unter den sehr zahlreichen Aktivitäten der Gruppe „Bauangelegenheiten“ können nur einige herausragende genannt werden:

Bauangelegenheiten

Im April wurde die Aufstockung des Laborgebäudes 1c begonnen und nach zügiger Bauabwicklung noch vor Jahresende fertiggestellt, so daß mit der Jahreswende das Direktorium in diese neuen Räumen einziehen konnte. Die früheren Räume des Direktoriums dienen einerseits der seit langem dringenden Erweiterung der DESY-Bibliothek, andererseits zur Unterbringung weiterer DESY-Gruppen.

Tab. 22.1: Übersicht über die gewerbliche Ausbildung bei DESY in 1984.

Beruf	Ausbildende DESY-Gruppe	Ausge- lernt	Neu	Dez. 1984 gesamt
Technischer Zeichner	Ausbildungswerkstatt (WLA) und Konstruktion	2	4	13
Bau- und Möbeltischler	Tischlerei	—	—	3
Feinmechaniker	WLA und Mechanische Fertigung	5	5	17
Dreher	WLA und Mechanische Fertigung	—	—	2
Betriebsschlosser	WLA und Betriebshandwerker	—	2	5
Rohrinstallateur	WLA und Energie-Versorgung	—	1	1
Elektrogeräte-Mechaniker	WLA und Energie-Versorgung	—	2	2
Energiegeräte-Elektroniker	WLA und Energie-Versorgung	—	—	4
Elektroanlagen-Installateur	WLA und Energie-Versorgung	—	1	3
Energieanlagen-Elektroniker	WLA und Energie-Versorgung	—	—	2
Nachrichtengeräte-Mechaniker	WLA und Elektronik-Fertigung und div. F- und M-Gruppen	—	3	7
Feingeräte-Elektroniker	WLA und Elektronik-Fertigung und div. F- und M-Gruppen	4	—	6
Summe		11	18	65

Mit dem Tage des DORIS-Shut-downs am 5. November wurde der erste Spatenstich für den Bau der neuen Röntgen-Wiggler-Halle für HASYLAB geleistet. Als erstes mußte hierzu eine Stützwand für den DORIS-Abschirmwall errichtet werden (Abb. 9.2), die gleichzeitig auch als Abschirmwand für die dahinter liegende neue Halle dient. Diese Arbeiten konnten nur während eines Shut-downs durchgeführt werden und mußten daher unter den erschwerenden Winterbedingungen in Angriff genommen werden.

Als weiteres wichtiges Bauvorhaben wurde der Umbau des Lager- und Maschinengebäudes der Gruppe „Kältetechnik und Gase“ begonnen. Ziel dieser Erweiterung ist die geordnete und sichere Lagerung aller für die Experimente benötigten brennbaren und inerten Gase sowie die Unterbringung der erweiterten Anlagen für die Rückgewinnung teurer Gase, insbesondere von stark verunreinigtem Helium.

Bereits im Jahr 1983 war an der Stelle der ehemaligen Traglufthalle eine gegen Wind und Regen beständige neue Lagerhalle errichtet worden. Diese wurde im Jahre 1984 um einen weiteren Flügel erweitert.

Für die räumliche Zusammenführung der HERA-Projektleitung wurde der Flügel des Laborgebäudes 1d zu Büroräumen, Sekretariaten und Besprechungsräumen umgestaltet, so daß alle Mitarbeiter der Projektleitung auf kurzem Wege miteinander kommunizieren können.

Die Gruppe „Bauangelegenheiten“ wirkte auch intensiv mit bei der Planung und Realisierung der HERA-Baumaßnahmen, insbesondere der sehr komplizierten Experimentierhallen.

Die alte Freitreppe vor dem Foyer zum DESY-Hörsaal stellte wegen ihrer ungünstigen Konstruktion einen ständigen Gefahrenpunkt, insbesondere bei Glätte, dar. Da sie ohnehin einer dringenden Renovierung bedurfte, wurde sie dabei so umgestaltet, daß sie nunmehr allen Sicherheitskriterien standhält und außerdem auch optisch zur Verschönerung des Eingangs beiträgt.

Die Umgestaltung des Verkehrskreisels bei DESY diene ebenso den Sicherheitsaspekten wie der Verschönerung. Neben einer klaren Verkehrsführung konnte die frühere provisorische Einfassung des Kreisels, die insbesondere durch die Winterdienstarbeiten ständig beschädigt wurde, durch eine saubere und stabile Einfassung ersetzt werden. Die Asphaltdecke im Zentrum des Kreisels wurde durch ein Blumenbeet ersetzt.

Die älter werdende Bausubstanz bei DESY erfordert in wachsendem Umfang Bauunterhaltungsmaßnahmen, die in der Gesamttätigkeit der Baugruppe einen wesentlichen Bestandteil darstellen. Im Vordergrund stehen stets Fassaden- und Betonsanierungsarbeiten sowie Reparatur und Umrüstung der Flachdächer nach modernen Gesichtspunkten der Dacheindeckung.

Transport

Die Transport-Gruppe ist für die Durchführung und Organisation aller internen und externen Transporte verantwortlich. Im vergangenen Jahr kam zu den normalen Transportaufgaben die Organisation der zahlreichen durch HERA bedingten Umzüge innerhalb des DESY-Geländes hinzu. Zu ihren Aufgaben zählten auch die Überwachung der Fremdfirmen für die Schnee- und Eisbeseitigung. Ferner pflegt und wartet die Gruppe alle DESY-eigenen Fahrzeuge.

Betriebsschlosserei

Die Betriebsschlosserei wird zu vielen Spezialarbeiten herangezogen. Im vergangenen Jahr hatte sie einen wesentlichen Anteil an der zügigen und termingerechten Montage des DESY II-Ringes.

Sicherheitswesen

Arbeitssicherheit

Im Jahre 1984 sind insgesamt 72 Unfälle an die Eigenunfallversicherung der Freien und Hansestadt Hamburg gemeldet worden. Davon verliefen 29 ohne Arbeitsunfähigkeit; von den restlichen 43 Unfällen waren 23 Wegeunfälle. Die Gesamtzahl der Ausfalltage betrug 426.

Folgende Prüfungen wurden durch amtlich anerkannte Sachverständige der technischen Aufsicht des Amtes für Arbeitsschutz durchgeführt:

- Druckbehälter: 1 Vorprüfung, 5 Bauprüfungen, 19 Abnahmeprüfungen, 8 innere Prüfungen, 9 Druckprüfungen, 6 äußere Prüfungen
- Dampfkessel: 5 äußere Prüfungen

An Neubauabnahmen und -planungen wurde insbesondere bei der Aufstockung für das Direktorium und beim Neubau für HASYLAB mitgewirkt. Bei den weiteren Umbauten wurde bereits in der Planungsphase die Sicherheitsgruppe regelmäßig eingeschaltet, um insbesondere den Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung zu entsprechen.

Der Sicherheitsrat tagte im Berichtszeitraum fünfmal. Schwerpunkt war die Gassicherheit in den Experimenten. Außerdem wurden die ersten Überlegungen für die Sicherheit bei den HERA-Experimenten erörtert.

Der Arbeitsschutzausschuß tagte sechsmal. In diesem Gremium, das auf gesetzlicher Grundlage des Arbeitssicherheitsgesetzes basiert, sind aus allen Bereichen und Gruppen die Sicherheitsbeauftragten versammelt, um allgemeine Fragen der Arbeitssicherheit aus ihren Bereichen zu diskutieren.

Im Jahr 1984 wurden die gemäß Arbeitssicherheitsgesetz §§ 3, 6 und 9 vorgeschriebenen Betriebsbegehungen durchgeführt. Beteiligt sind hieran der Sicherheitsingenieur, der Betriebsarzt sowie ein Vertreter des Betriebsrates. Als Arbeitgeber nimmt jeweils die Aufsichtsperson nach der Reichsversicherungsordnung teil sowie der Sicherheitsbeauftragte der betreffenden Gruppe. Es wurden 18 Begehungen durchgeführt, die insgesamt 260 Arbeitsplätze betrafen.

Brandschutz

Die Schulung der Mitarbeiter gegen Feuergefahren und die Schulung in der Bekämpfung von kleineren Feuern wurde systematisch weitergeführt. Bei mehreren Übungen wurden insgesamt fünf Gruppen mit ca. 90 Personen in der praktischen Handhabung der bei DESY üblichen Feuerlöscher unterwiesen.

Der DORIS-Speicherring wurde vollständig mit Rauchmeldern eines neuen Typs ausgerüstet.

Technischer Notdienst

Bei dem Umfang der zu überwachenden Anlagen und der Größe des Geländes spielt der ständige Ausbau der zentralen Störungs-Meldeanlage weiterhin eine wichtige Rolle. Außerhalb der normalen Arbeitszeit wurden Überwachungsarbeiten an den DESY-Anlagen kontinuierlich oder auf Einzelanforderung durchgeführt.

An besonderen Leistungen des Technischen Notdienstes wurde folgendes ausgeführt:

Unfall mit Krankentransport	16mal
Erstversorgung von Verletzten	8mal
Einsatz bei Aufzugalarm	134mal
Rauchmeldealarm	66mal
Feueralarm	12mal
Einsatz bei Stromausfall DESY	7mal
Gasalarm	47mal
Brandwache	21mal

Sicherheit bei HERA

Im Laufe der Baubesprechungen wurden kontinuierlich sicherheitstechnische Anforderungen mit eingebracht; insbesondere bei der Feinplanung der Hallenkomplexe mußten die verschiedenen Anforderungen der Arbeitsstättenverordnung und der Sicherheitstechnik mit berücksichtigt werden.

Die Gespräche mit der Gewerbeaufsicht aufgrund des Zustimmungsbescheides konnten trotz ausführlicher Diskussion noch nicht abgeschlossen werden.

Schulung

Auch in diesem Berichtsjahr wurde die „Erste-Hilfe-Ausbildung“ weitergeführt. Das Malteser-Hilfswerk führte zwei Kurse für insgesamt 53 Mitarbeiter in der „Ersten Hilfe“ durch. Diese Mitarbeiter wurden in einer zusätzlichen Unterweisung mit der Herz-Lungen-Wiederbelebung vertraut gemacht, die bei DESY von besonderer Bedeutung ist, da der Anteil der elektrischen Installationen sehr hoch ist.

Betriebsarzt

Unter Mitarbeit einer Krankenschwester und einer Verwaltungsangestellten nahm der seit 1976 bei DESY tätige Betriebsarzt weiterhin die Aufgaben nach dem Arbeitssicherheitsgesetz wahr. Seine Einsatzzeit betrug 350 Stunden im Jahr, das entspricht sieben Stunden pro Woche. Augenärztliche Untersuchungen, Röntgen, Ergometrie und spezielle Laboruntersuchungen wurden ergänzend von anderen Ärzten ausgeführt. Je ein Drittel der Einsatzzeit des Betriebsarztes entfiel auf arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen (Tab. 22.2), auf gemeinsame Arbeitsplatzbegehungen mit den Sicherheitsingenieuren und einem Mitglied des Betriebsrates sowie auf Beratungen für Arbeitnehmer und Arbeitgeber. Insgesamt sind bei DESY zur Zeit 508 Personen nach staatlichen oder berufsgenossenschaftlichen Vorschriften in unterschiedlichen Intervallen untersuchungspflichtig.

Mehr noch als früher war die Zeit für die von DESY-Mitarbeitern gewünschten persönlichen Beratungen nicht ausreichend. Der Betriebsarzt wurde in zahlreichen Fällen außerhalb seiner Anwesenheitszeiten und über seine Einsatzzeit hinaus von DESY-Mitarbeitern in Anspruch genommen. So erfolgten Beratungen, Untersuchungen auf Wunsch, Hilfe in akuten Krankheitsfällen und bei Unfällen sowie ergänzende Telefonate beziehungsweise Schriftwechsel mit behandelnden Ärzten, Krankenhäusern, Gesundheitsamt u. a. im Berichtsjahr in 295 Fällen. Zusätzlich wurden 101 Schutzimpfungen vorgenommen (21 Tetanus-Schutzimpfungen, zum Teil mit Serum-Prophylaxe, und 80 Grippe-Schutzimpfungen).

Der Betriebsarzt gab Informationen und Anregungen zur Gesundheitsvorsorge in sechs Arbeitsschutz-Sitzungen und in der Betriebsrat-Zeitschrift.

Es wurde zum dritten Mal ein Kursus im Autogenen Training für 20 DESY-Mitarbeiter durchgeführt.

Tab. 22.2: Arbeitsmedizinische Vorsorgeuntersuchungen in 1984.

Gefährdung	Unter- suchungen	davon für die vorgesehene Tätigkeit			durchzuführende arbeitsmedizini- sche Vorsorge- untersuchungen insgesamt
		(geeignet) keine gesund- heitlichen Bedenken	(bedingt geeignet) keine gesundheitli- chen Bedenken unter bestimmten Voraussetzungen	(nicht geeignet) dauernde gesundheitli- che Bedenken	
Blei und seine Verbindungen	4	4			13
Methanol	2	2			7
Atemschutz- geräteträger	63	32	19	12	115
Fahr-, Steuer- u. Überwachungs tätigkeiten	22	8	14		183
Radioaktive Strahlen	3	3			10
Bildschirm- Arbeitsplätze	43	43			200
Lärm	29	22	7		103
Summe	166	114	40	12	631

**Veröffentlichungen
und
Vorträge**

F-Bereich

DESY-Kolloquien

H. A. BETHE,
CORNELL UNIV.
Theory of Supernova Explosions.
25. 5. 1984

H. FRITZSCH,
UNIV. MÜNCHEN
Facts and Visions in Subnuclear Physics.
24. 9. 1984

H. MEINHARDT,
MPI TÜBINGEN
Generation of Structures during Development of Higher Organisms — A Comparison between Theories and Experiments.
6. 12. 1984

H. MEYER,
UNIV. GHS WUPPERTAL
High Energy Physics at DESY Accelerators.
24. 9. 1984

M. SANDS,
UNIV. OF CALIFORNIA, SANTA CRUZ
High Energy Machines — DESY and the World.
24. 9. 1984

H. STEINMANN,
UNIV. MÜNCHEN
Highlights in Synchrotron Radiation Research.
24. 9. 1984

C. F. VON WEIZSÄCKER,
STARNBERG
Reconstruction of Quantum Theory.
22. 11. 1984

Vorträge

V. SOERGEL
The HERA Project: General Review of Physics, Goals, Machine Layout, Present Status.
VIth Symp. on High Energy Spin Phys., Marseille (1984)

Neue Ergebnisse von DORIS und PETRA.
Univ. Basel (1984)

Research Possibilities for High-energy Physics at DESY — Present and Future.
Topical Conf. of Flavor Mixing in Weak Interactions, Erice (1984)

DORIS and PETRA Programme, HERA Description.
Newton Magazine, Tokyo (1984)

P. SÖDING
Neue Ergebnisse von den Speicherringen bei DESY und CERN.
Kolloquiumsvortrag, Freie Univ. Berlin (1984)

New Results from PETRA and DORIS.
15th Spring Symp. on High Energy Phys., Georgenthal (1984)

Electron-Proton Collisions at Very High Energy — The Planned ep Storage Ring HERA at DESY.
Int. Centre for Theor. Phys. ICTP, Trieste (1984)

Physics with Electron-Proton Colliding Beams.
IVth Int. Conf. on Phys. in Collision, Santa Cruz (1984)

Review of e^+e^- Physics.
Annual Meeting of the Italian Phys. Soc., Genua (1984)

High-Energy Electron-Proton Collisions with HERA.
Inst. Rudjer Boskovic, Zagreb (1984)

CELLO

Veröffentlichungen

CELLO-KOLLABORATION,
H.-J. BEHREND et al.
On the Model Dependence of the Determination of the Strong Coupling Constant in Second Order QCD from e^+e^- Annihilation into Hadrons.
Phys. Lett. B 138 (1984) 311
und DESY 83-127

Production of the f^0 Meson in Photon Photon Collisions.
Z. Phys. C 23 (1984) 223
und DESY 84-007

New Data on Semihadronic Decays of the τ Lepton.
Z. Phys. C 23 (1984) 103
und DESY 84-008

Limits on Spin 0 Bosons in e^+e^- Annihilation up to 45.2 GeV c.m. Energy.
Phys. Lett. B 140 (1984) 130
und DESY 84-020

Observation of a Multiparticle Event with 2 Isolated Energetic Muons in e^+e^- Interactions.
Phys. Lett. B 141 (1984) 145
und DESY 84-024

Search for New Heavy Quarks in e^+e^- Collisions up to 46.74 GeV in c.m. Energy.
Phys. Lett. B 144 (1984) 297
und DESY 84-051

An Investigation of the Process
 $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$.
DESY 84-101
zur Veröffentlich. in Phys. Lett. B

A Study of Final States with four Charges in e^+e^- Interactions
DESY 84-103

J. AHME, et al.
Silicon Photodiode Readout of a Lead Scintillator Shower Counter.
Nucl. Instr. Meth. 221 (1984) 543

R. ALEKSAN
Topics on recent search of new particles at PETRA.
DPPhE 84.11, Saclay (1984)

H.-J. BEHREND
Two-Photon Physics at PETRA.
DESY 84-062

CH. BIELER, et al.
Radiation Damage of BGO and CsJ (TI) Crystals.
DESY 84-041
zur Veröffentlich. in Nucl. Instr. Meth.

J. ENGLER
A Liquid Ionization Chamber Using Tetramethylsilane.
Nucl. Instr. Meth. 223 (1984) 47
und KfK-3638, Karlsruhe (1983)

Status and Perspectives of Liquid Argon Calorimeters.
Nucl. Instr. Meth. 225 (1984) 525

G. FLÜGGE
Search for new particles at PETRA.
Proc. of the XIXth Rencontre de Moriond on Electro weak Interactions and Unified Theories, La Plagne (1984)
und KfK-3759, Karlsruhe (1984)

Upgrading the CELLO Track Detector.
KfK-3858, Karlsruhe (1984)

H. SPITZER
Recent Results on a compact Lead-Scintillator Shower Counter with Photodiode Readout.
Proc. of the XXIIth Int. Conf. High Energy Phys., Leipzig (1984)

Dissertationen und Diplomarbeiten

CH. BIELER
Energieauflösung einer BGO-Schauerzähler-Matrix mit Photodiodenanalyse im Energiebereich von 0.7-6.0 GeV.

E. DIETRICH
Berechnungen zur Identifikation hochenergetischer Teilchen durch Channeling.

P. JARRY
Recherche d'un lepton lourd sequentiel en annihilation e^+e^- $A\sqrt{s} = 34$ GeV.

V. JOURNÉ
Etude de la production et de la désintégration de paires $\tau^+\tau^-$ à PETRA.

F. KOVACS
Détermination de la largeur radiative du η' , f^0 et A_2 par interaction photon-photon auprès du détecteur CELLO.

E. R. MARTINEZ

Recherche de photons isolés avec le détecteur CELLO à PETRA.

J. PAMELA

Désintégrations semi-leptoniques de hadrons charmés et beaux produits en annihilation e^+e^- A $\sqrt{s} = 14, 22$ et 34 GeV.

R. PAIN

Mesure de la luminosité avec le détecteur avant de CELLO. Contribution à l'étude de la diffusion profondément inélastique électron-photon.

L. REINDL

Untersuchungen zum kalorimetrischen Nachweis hochenergetischer Teilchen mit Bariumfluorid.

M. RIEBESELL

Ortsauflösung einer BGO-Schauerzähler-Matrix mit Photodiodenauslese im Energiebereich von 1-6 GeV.

B. SACK

Die Strahlrohrkammer des CELLO-Detektors.

W. WIEDENMANN

Messung von semileptonischen Zerfällen des τ -Leptons.

K. WITTENBURG

Untersuchung an BGO-Kristallen im Hinblick auf ihre Eignung als Kleinwinkel-Schauerzähler für den CELLO-Detektor.

Vorträge

O. ACHTERBERG

Search for Scalar Boson Exchange in e^+e^- Annihilation.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

R. ALEKSAN

Recent Search for New Particles at CELLO. Proc. of XIXth Rencontre de Moriond on Electroweak Interactions and Unified Theories, La Plaque (1984)

Topics on Recent Search of New Particles at PETRA.

Invited talk, XXIVth Cracow School of Theoretical Phys., Zakopane (1984)

G. ALEXANDER

PETRA – Recent Physics Results. XIIIth Trieste Conf. on Particle Phys., Trieste (1984)

W.-D. APEL

CELLO-Contributions to the Leipzig Conference.
Seminarvortrag, DESY (1984)

Recent Results from CELLO.

XXIIInd Int. Conf. on High Energy Phys., Leipzig (1984)

H.-J. BEHREND

Two-Photon Physics at PETRA. Int. Conf. on Elementary Particle Phys., Vanderbilt Univ., Nashville (1984) und Seminarvortrag, Cornell Univ. (1984) und Seminarvortrag, SLAC, Stanford (1984)

CH. BIELER

Energie- und Ortsauflösung einer BGO-Matrix.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

V. BLOBEL

Two-Photon Physics.
Plenarvortrag, DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

Unfolding Methods in High-Energy Physics Experiments.

1984 CERN School of Computing, Arguablava (1984)

W. DE BOER

Search for Scalar Bosons in e^+e^- Annihilation.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

Search for New Phenomena in e^+e^- Annihilation.

Lawrence Berkeley Lab., Berkeley (1984) und SLAC, Stanford (1984) und IVth Int. Conf. on Phys. in Collision, Santa Cruz (1984)

J. ENGLER

Electromagnetic Calorimeter.
Invited talk, Int. Conf. Instrumentation for Colliding Beam Phys., Novosibirsk (1984)

Perspectives in Calorimetry.

Invited talk, Topical Seminar Experimental Apparatus, Florenz (1984) und Invited talk, IVth Int. Conf. on Phys. in Collision, Santa Cruz (1984)

J. ENGLER, B. FORSTBAUER, H. KEIM

A Liquid Ionization Chamber Using Tetramethylsilane (TMS).
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

G. FLÜGGE

Upgrading the CELLO Track Detector. First Workshop on e^+ Colliding Beam Physics, Peking (1984)

G. GRINDHAMMER

Testing QCD: Latest Results from DESY. Workshop on Topical Problems of Testing QCD in High Energy Hadronic Reactions, Budapest (1984)

TH. HENKES

Determination of the Strong Coupling Constant in e^+e^- Annihilation into Hadrons.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

G. HOPP

Analysis of Hadronic Events in e^+e^- Annihilation with Different Fragmentation Models.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

F. KAPUSTA

Evidence for Hard Scattering in Untagged Photon Photon Collisions. Seminar on $\gamma\gamma$ Collisions, Paris (1984) und XXIIInd Conf. on High Energy Phys., Leipzig (1984)

Hard Scattering Processes in no-tag $\gamma\gamma$ Collisions in the CELLO Detector.

DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

C. KIESLING

τ -Pair Production at PETRA's Top Energies. Seminarvortrag, MPI München (1984) und DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

R. KOTTHAUS

The CELLO Track Detector. Seminarvortrag, KEK, Tsukuba (1984)

Radiation Damage in Drift Chambers.

Annual Meeting of the Japanese Phys. Soc., Mito, Ibaraki-Ken (1984)

Recent Particle Searches with CELLO at PETRA.

Seminarvortrag, KEK, Tsukuba (1984)

H. KROHA

Untersuchung zur Quark-Flavor-Identifizierung mittels semileptonischer Myonzerfälle in multihadronischen e^+e^- Ereignissen. München (1984) und Herbstsch. für Hochenergiephys., Maria Laach (1984)

M. KRÜGER

Search für new Heavy Quarks in e^+e^- Collisions up to 45.22 GeV c.m. Energy.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

D. LÜERS

Search for New Particles with CELLO. XIth Cracow-Munich-Seminar, München (1984)

J. MARKS

Blei-Szintillatorsandwichzähler mit Si-Photodiodenauslese.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

H. OBERLACK

New Results from PETRA.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

B. SACK

The New Beam-Pipe-Chamber of the CELLO Detector.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

P. SCHACHT

Search for New Particles at PETRA. Invited talk, XXIIInd Int. Conf. on High Energy Phys., Leipzig (1984)

B. SCHARLEMANN

Energieeichung von organischen Szintillationszählern für Neutronen-Flugzeitmessung.
Herbstsch. für Hochenergiephys., Maria Laach (1984)

H. SPITZER

Recent Results on a Compact Lead-Scintillator Shower Counter with Photodiode Readout.
XXIInd Int. Conf. on High Energy Phys., Leipzig (1984)

K. WITTENBURG

Strahlenschäden an BGO-Kristallen.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

XXIInd Intern. Conf. on High Energy Phys., Leipzig (1984)**CELLO KOLLABORATION**

Investigation of $e^+e^-e^+e^-$ and $e^+e^-\mu^+\mu^-$ Final States in e^+e^- Interactions.

Search for Scalar Electrons and Neutralinos in e^+e^- Interactions.

Evidence for Hard Scattering in Untagged Photon-Photon Collisions.

High p_T Lepton Production in Hadronic Events in e^+e^- Annihilation up to 46.78 GeV c.m. Energy.

Search for New Heavy Quarks in e^+e^- Collisions up to 46.78 GeV c.m. Energy.

Observation of a Multiparticle Event with 2 Isolated Energetic Muons in e^+e^- Interactions.

Limits on Spin 0 Bosons in e^+e^- Annihilation up to 45.2 GeV c. m. Energy.

Production of the f^0 Meson in Photon-Photon Collisions.

JADE**Veröffentlichungen****JADE-KOLLABORATION,**

W. BARTEL et al.

Test of Fragmentation Models by Comparison with Three-Jet Events Produced in e^+e^- Annihilation.
Phys. Lett. 134 B (1984) 275

A Search for Massive Photinos at PETRA.
Phys. Lett. 139 B (1984) 327
und DESY 84-016

Observation of Radiative e^+e^- Annihilation into $\mu\mu\gamma$ and $\mu\mu\gamma\gamma$.
Z. Phys. C 25 (1984) 223
und DESY 84-032

A Search for the Supersymmetric Partner of the Z^0 in e^+e^- Annihilation at PETRA.
Phys. Lett 146 B (1984) 126
und DESY 84-038

Measurement of Energy Correlations in $e^+e^- \rightarrow$ Hadrons.
Z. Phys. C 25 (1984) 231
und DESY 84-050

Inclusive Production of Vector Mesons ρ^0 and K^{*+} in e^+e^- Annihilation at PETRA.
Phys. Lett 145 B (1984) 441
und DESY 84-058

Experimental Study of the Photon Structure Function F_2 at Q^2 from 10 to 220 GeV².
Z. Phys. C 24 (1984) 231
und DESY 84-042

Charged D^+ Production in e^+e^- Annihilation.
Phys. Lett. 146 B (1984) 121
und DESY 84-059

A Measurement of the Electroweak induced Charge Asymmetry in $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}$.
Phys. Lett. 146 B (1984) 437
und DESY 84-068

New Results on $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ from the JADE Detector at PETRA.
Z. Phys. C 26 (1984) 507
und DESY 84-078

Search for Supersymmetric Partners of Electrons.
DESY 84-112

Search for Scalar Muons.
DESY 84-113.

Habilitation**A. PETERSEN**

3-Jet Ereignisse in der e^+e^- Vernichtung und deren Vergleich mit Fragmentations-Modellen.
(1984)

Dissertationen**J. T. M. BAINES**

Determination of the Lifetime and Semimuonic Branching Fraction of b Flavoured Hadrons Produced in e^+e^- Annihilation.
Univ. of Manchester (1984)

J. CHRIN

A Measurement of the Charge Asymmetry in $e^+e^- \rightarrow b\bar{b}$ and a Search for New Heavy Quarks at PETRA.
Univ. of Manchester (1984)

A. J. FINCH

High Transverse Momentum Jets in Two Photon Physics.
Univ. of Lancaster (1984)

K.-H. MEIER

Untersuchung der Photonproduktion bei Elektron-Positron-Annihilationen am Speicherring PETRA.
DESY F11-84/01 (1984)

P. G. ROWE

A Study of Electroweak Interference and QED at High PETRA Energies.
Univ. of Manchester (1984)

Diplomarbeiten**J. HAGEMANN**

Untersuchungen zur Verbesserung der Impulsauflösung und der Rekonstruktion von Zerfallsvertices durch die Detektorkombination Vertexkammer — Jetkammer.
(1984)

C. KLEINWORT

Untersuchungen zur Auslese einer Driftkammer mit ultraschnellen Analog-Digital-Umsetzern (Flash-ADC) und unmittelbar erfolgreicher Datenreduktion.
(1984)

R. RAMCKE

Untersuchungen zum Auflösungsvermögen einer Vertexkammer mit Auslese durch ultraschnelle Analog-Digital-Umsetzer.
(1984)

M. KUHLEN

Nachweis konvertierter Photonen aus der e^+e^- Vernichtung im JADE-Detektor.
(1984)

H. SCHIEMANN

Untersuchungen der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ unter kleinen Polarwinkeln mit dem JADE-Detektor.
(1984)

Vorträge**W. BARTEL**

Muon Detection in Experiments at the LHC. CERN ECFA Workshp on Large Hadron Collider in the LEP Tunnel, Genf und Lausanne (1984)

Head on Collision Geometry for HERA Experiments.

Discussion Meeting on HERA Experiments, Genua (1984)

Erzeugung von Photonen bei e^+e^- Vernichtung
Seminarvortrag Aachen (1984)

S. BETHKE

New Results From High Energy Physics. Arecibo Observatory, Arecibo/Puerto Rico (1984)

D. HAIDT

Exotische Teilchen.
Seminarvortrag Aachen (1984)

Experimental Tests of Gauge Theories. Vortragsreihe, CERN Summer School Hardanger (1984)

Sriluppo delle interazioni deboli.
Vortragsreihe, Bari (1984)

10 years of Electroweak Interactions.
CERN (1984)

Asimmetrie dettro deboli in $e^+e^- \rightarrow l^+l^-$.
Mailand (1984)

G. HEINZELMANN
Hadronenerzeugung und Suche nach dem
Top-Quarkteilchen bei PETRA.
Kolloquiumsvortrag Univ. Hamburg (1984)

H. KADO
Test of a Driftchamber with FADC Read-out.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

S. KOMAMIYA
Search for Supersymmetric Partners of
Quarks and the Z^0 in e^+e^- Annihilation.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

Search for Supersymmetric Partners in e^+e^-
Annihilation at PETRA.
VIth Warsaw Symp. on Elementary Particle
Phys., Warschau (1984)

M. KUHLEN
Inclusive γ and π^0 Spectra in e^+e^- Annihila-
tion.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

J. OLSSON
 $\gamma\gamma$ results from JADE.
XXIInd Int. Conf. on High Energy Phys.,
Leipzig (1984)

Measurement of $\Gamma_{\eta} \rightarrow \gamma\gamma$ at PETRA.
VIth Int. Workshop on Photon-Photon Colli-
sions, Lake Tahoe (1984)

A. PETERSEN
Further Studies on Quark and Gluon Frag-
mentation.
XVth Int. Symp. on Multiparticle Dynamics,
Lund (1984)

J. A. J. SKARD
JADE Results on $\gamma\gamma \rightarrow p\bar{p}$.
VIth Int. Workshop on Photon-Photon Colli-
sions, Lake Tahoe (1984)

G. ZORN
Multiparticle Production in $\gamma\gamma$ Collisions.
XVth Int. Symp. on Multiparticle Dynamics,
Lund (1984)

MARK J

Veröffentlichungen

B. ADEVA et al.
Search for New Particles in e^+e^- Annihilation
from 39.79 to 45.22 GeV.
Phys. Rev. Lett. 53 (1984) 134

A Summary of Recent Experimental Results
from MARK J.
Phys. Rep. 109 (1984) 131

Search for the Supersymmetric Partners of
 Z^0 and W^\pm .
Phys. Rev. Lett. 53 (1984) 1806

Dissertationen

CHEN HE-SHENG
Experimental Tests of Electroweak Theories
at MARK J.

WU HONG-GONG
Hadronic Jet Study and Determination of the
Strong Coupling Constant at PETRA.

Vorträge

U. BECKER
PETRA Results on Supersymmetric
Particles.
Zur Veröffentlich. in Proc. of the XXIIInd Conf.
on High Energy Phys., Leipzig (1984)

A. BÖHM
Testing the Standard Model: A Summary of
the Moriond Conference.
Proc. of the XIXth Rencontre de Moriond on
Electroweak Interactions and Unified Theo-
ries, La Plague (1984)

Measurement of $\sin^2\Theta_W$ from the Reaction
 $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$.
Proc. of the XIXth Rencontre de Moriond on
Electroweak Interactions and Unified Theo-
ries, La Plague (1984)

Measurement of $\sin^2\Theta_W$ from $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$.
DESY-Kolloquium (1984)

J. BRANSON
Recent Results from MARK J.
Zur Veröffentlich. in Proc. of the XXIIInd Conf.
on High Energy Phys., Leipzig (1984)

M. CHEN
New Particle Search at MARK J.
Proc. of the XIXth Rencontre de Moriond on
Electroweak Interactions and Unified Theo-
ries, La Plague (1984)

H. S. CHEN
Experimental Tests of Electroweak Theories
at MARK J.
Seminarvortrag California Inst. of Techno-
logy, Pasadena (1984)

M. DEMARTEAU
Recent Results from the the MARK J Colla-
boration.
Annual Scientific Meeting NIKHEF, Amster-
dam (1984)

W. KRENZ
Search for New Particles at PETRA –
Newest Results.
Zur Veröffentlich. in Proc. of the Symp. on High
Energy e^+e^- Interactions, VIth Int. Conf.,
Vanderbilt Univ., Vanderbilt (1984)

R. MOUNT
Tests of QCD from MARK J at PETRA.
Seminarvortrag California Inst. of Techno-
logy, Pasadena (1984)

M. POHL
New Results on Heavy Flavor Production
from PETRA.
Zur Veröffentlich. in Proc. of the Topical Conf.
of Flavor Mixing in Weak Interactions, Erice
(1984)

F.-P. POSCHMANN
Study of Inclusive Muon Events with
MARK J.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

R. R. RAU
 e^+e^- Physics at High Energies.
Kolloquia Univ. of Colorado und Univ. of
Wyoming (1984)

MARK J at PETRA.
Kolloquium Brookhaven Nat. Lab., Brook-
haven (1984)

H. RYKACZEWSKI
Latest Results on Hadron Production at
PETRA.
Seminarvortrag NIKHEF, Amsterdam (1984)

J. SALICIO
Recent Results from MARK J.
Seminarvortrag Univ. Autonoma de Barce-
lona (1984)

G. M. SWIDER
Recent Results from MARK J/PETRA.
Seminarvortrag NIKHEF, Amsterdam (1984)

D. TEUCHERT
Measurement of $\sin^2\Theta_W$ in e^+e^- Annihilation.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

R. Y. ZHU
Experimental Tests of QCD and Fragmenta-
tion at PETRA.
Proc. of the Santa Fé American Phys. Soc.
Meeting, New Mexico (1984) und Seminar-
vortrag California Inst. of Technology, Pasa-
dena (1984)

Latest Results of the MARK J Experiment.
Seminarvortrag Inst. für Hochenergiephys.,
Peking (1984)

PLUTO

Veröffentlichungen

PLUTO-KOLLABORATION,
C. BERGER et al.
Measurement of Deep Inelastic Electron
Scattering off Virtual Photons.
Phys. Lett. 142 B (1984) 119
und DESY 84-031

- Measurement of the Photon Structure Function $F_2^{\gamma}(x, Q^2)$.
Phys. Lett. 142 B (1984) 111
und DESY 84-032
- Measurement of Exclusive η' Production in $\gamma\gamma$ Reactions.
Phys. Lett. 142 B (1984) 125
und DESY 84-036
- The Q^2 and Transverse Momentum Dependence of Jet Production in Photon-Photon Interactions.
Z. Phys. C 26 (1984) 191
und DESY 84-070
- Pion Pair Production in Photon-Photon Interactions.
Z. Phys. C 26 (1984) 199
und DESY 84-074
- Measurement of the Total Photon-Photon Cross Section for the Production of Hadrons at Small Q^2 .
Phys. Lett. 149 B (1984) 421
und DESY 84-080
- A Measurement of the Q^2 and W Dependence of the Total Cross Section for Hadron Production.
Z. Phys. C 26 (1984) 353
und DESY 84-081
- Serman-Weinberg Jets and Energy Flow in e^+e^- Annihilation at CM-Energies between 9.4 and 35 GeV.
DESY 84-083
zur Veröffentl. in Z. Phys. C
- Formation of the Tensor Meson $A_2(1320)$ in Photon-Photon Interactions.
Phys. Lett. 149 B (1984) 427
und DESY 84-084
- Tagged Two-Photon Production of Muon Pairs.
DESY 84-098
zur Veröffentl. in Z. Phys. C
- Tests of the Standard Model with Lepton Pair Production in e^+e^- Reactions.
DESY 84-121
zur Veröffentl. in Z. Phys. C
- G. KNIES
The Total Cross Section $\gamma\gamma \rightarrow$ Hadrons.
DESY 84-123
- Interne Berichte
Dissertationen und Diplomarbeiten**
- A. BÄCKER
Unfolding Techniques.
Si-84-17, Siegen (1984)
- S. L. CARTWRIGHT
A Study of High Transverse Momentum Hadron Production in Two-Photon Interactions.
DESY PLUTO 84-01
Dissertation, Univ. Glasgow (1984)
- M. FEINDT
Untersuchung der 2-Photon-Erzeugung des η' -Mesons mit dem Detektor PLUTO.
DESY PLUTO 84-03
Diplomarbeit, Univ. Hamburg (1984)
- D. HEIDRON
Untersuchung von Orts- und Impulsauflösung einer zylindrischen Driftkammer im Magnetfeld.
DESY PLUTO 84-02
Diplomarbeit, Univ. Hamburg (1984)
- R. G. KELLOGG et al.
PLUTO-Note – SAT Analysis.
DESY PLUTO 84-04
- B. LEWENDEL
Messung des Totalen Hadronischen Photon-Photon-Wirkungsquerschnitts im Bereich $0.1 < Q^2 < 1 \text{ GeV}^2$.
DESY PLUTO 84-05
Dissertation, Univ. Hamburg (1984)
- U. MAURUS
Untersuchung von Ladungsteilung an Sensedrähnen einer Driftkammer.
Diplomarbeit, Univ. Hamburg (1984)
- S. J. MAXFIELD
Measurement of Deep Inelastic Scattering of Virtual Photons.
Dissertation, Univ. Maryland (1984)
- A. J. TYLKA
The Q^2 and Transverse Momentum Dependence of Jet Production in Photon-Photon Reactions.
Dissertation, Univ. Maryland (1984)
- Vorträge**
- G. ALEXANDER
PETRA – Recent Physics Results from CELLO, JADE, MARK J, PLUTO, TASSO Collaborations.
Plenarvortrag, XIIIth Trieste Conf. on Particle Phys., Trieste (1984)
- A. BÄCKER
Unfolding Techniques.
VIth Int. Workshop on Photon-Photon Collisions, Lake Tahoe (1984)
- F. BARREIRO
EEC in e^+e^- Annihilation.
XIXth Rencontre de Moriond on Electroweak Interactions and Unified Theories, La Plague (1984)
- Physics at DESY, PETRA and HERA.
XIIIth Winter Meeting on Fundamental Phys., Santillana del Mar (1984)
- S. BRANDT
Jets in e^+e^- Storage Ring Experiments.
Kolloquium, Centre de Recherches Nuclaires, Strasbourg (1984)
- J. BÜRGER
Results on Hard Scattering Processes in 2-Photon Interactions of the PLUTO Detector at PETRA.
Seminarvortrag, CERN, Genf (1984)
- P. BUSSEY
Photon-Photon Physics.
The VIIIth Nordic Meeting, Spatind (1984)
- A. DEUTER
Messung der Photonstrukturfunktion $F_2^{\gamma}(x, Q^2)$ mit dem PLUTO-Detektor.
Plenarvortrag, DPG-Tagung, Bielefeld (1984)
- Measurement of the Photon Structure Function.
VIth Int. Workshop on Photon-Photon Collisions, Lake Tahoe (1984)
- J. GRUNHAUS
Recent Results on the Reactions $\gamma\gamma \rightarrow \eta^0$, A_2 , $(5\pi)^0$ and Upper Limits on $\gamma\gamma \rightarrow \rho^0 w$ and $\gamma\gamma \rightarrow ww$ Production.
XVth Int. Symposium on Multiparticle Dynamics, Lund (1984)
- C. GRUPEN
Hadronic Photon Structure Functions and High p_T -Jets in Photon-Photon Interactions.
XXIth Int. Conf. on High Energy Phys., Leipzig (1984)
- Inexpensive Large Area Electrodeless Drift Chambers.
IXth European Cosmic Ray Symposium, Kosice (1984)
- H. KAPITZA
Test der elektroschwachen Wechselwirkung mit dem Detektor PLUTO.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)
- G. KNIES
 σ_{tot} ($\gamma\gamma \rightarrow$ Hadrons).
VIth Int. Workshop on Photon-Photon Collisions, Lake Tahoe (1984)
- σ_{tot} and F_2 in $\gamma\gamma \rightarrow$ Hadrons.
Seminarvortrag, Harvard Univ., Cambridge/USA (1984)
- B. LEWENDEL
Measurement of the Total Hadronic Photon-Photon Cross Section with the Detector PLUTO at PETRA.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)
- J. MEYER
Measurement of the Photon Structure Functions with the Detector PLUTO.
XIXth Rencontre de Moriond on Electroweak Interactions and Unified Theories, La Plague (1984)
- Zukunftsprojekte der Hochenergiephysik.
Kolloquiums-Vortrag, Univ. GHS Essen (1984)

U. MICHELSEN
Hadron-Production by Interaction of the Real Photons.
DPG-Tagung, Bielefeld (1984)

H. MÜLLER
Rekonstruktion von Endzuständen in der Zwei-Photon-Physik ($e^+e^- \rightarrow e^+e^-q\bar{q}$).
Seminarvortrag, Univ. GHS Siegen (1984)

M. POPPE
Resonance Production in PLUTO.
VIII Int. Workshop on Photon-Photon Collisions, Lake Tahoe (1984)

D. SCHMIDT
The Q^2 and Transverse Momentum Dependence of Jet Production in Photon-Photon Interactions.
VIII Int. Workshop on Photon-Photon Collisions, Lake Tahoe (1984)

H. SPITZER
Harte $\gamma\gamma$ -Wechselwirkungen.
Seminarvortrag, Univ. Dortmund (1984)

Results from PLUTO on low $Q^2\gamma\gamma$ Physics.
XXIInd Int. Conf. on High Energy Phys., Leipzig (1984)

A. TYLKA
 $\gamma\gamma$ Physics at PLUTO.
Seminarvortrag, Pennsylvania State Univ., State College (1984)

Jet Production in $\gamma\gamma$ Interactions.
Seminarvortrag, Univ. of Maryland, College Park (1984)

W. WAGNER
Photon Structure Functions.
Seminarvortrag, Univ. of California, Santa Cruz (1984) und VIII Int. Workshop on Photon-Photon Collisions, Lake Tahoe (1984)

TASSO

Veröffentlichungen

TASSO KOLLABORATION,
ALTHOFF et al.
Properties of Charm Jets Produced in e^+e^- Annihilation Near 34 GeV.
Phys. Lett. 135 B (1984) 243
und DESY 83-114

Observation of Hard Processes in Collisions of Two Quasi-Real Photons.
Phys. Lett. 138 B (1984) 219
und DESY 83-115

Observation of F Meson Production in High-Energy e^+e^- Annihilation.
Phys. Lett. 136 B (1984) 130
und DESY 83-119

Production and Muonic Decay of Heavy Quarks in e^+e^- Annihilation at 34.5 GeV.
Z. Phys. C 22 (1984) 219
und DESY 83-121

Jet Production and Fragmentation in e^+e^- Annihilation at 12-43 GeV.
Z. Phys. C 22 (1984) 307
und DESY 83-130

Measurement of R and Search for the Top Quark in e^+e^- Annihilation Between 39.8 and 45.2 GeV.
Phys. Lett. 138 B (1984) 441
und DESY 84-001

Evidence for Local Compensation of Baryon Number in e^+e^- Annihilation.
Phys. Lett. 139 B (1984) 126
und DESY 84-004

Experimental Test of the Flavor Independence of the Quark-Gluon Coupling Constant.
Phys. Lett. 138 B (1984) 317
und DESY 84-005

Observation of the Reaction $\gamma\gamma \rightarrow p\bar{p}\pi^+\pi^-$.
Phys. Lett. 142 B (1984) 135
und DESY 84-015

Determination of the τ Lifetime in High-Energy e^+e^- Annihilation.
Phys. Lett. 141 B (1984) 264
und DESY 84-017

Determination of α_s in First and Second Order QCD from e^+e^- Annihilation into Hadrons.
Z. Phys. C 26 (1984) 157
und DESY 84-057

Inclusive Electron Production from Heavy Quarks in e^+e^- Annihilation at 34.6 GeV Center of Mass Energy.
Phys. Lett. 146 B (1984) 443
und DESY 84-061

Upper Limits on the Production Rate of the Decuplet Baryons Δ and Σ^* in e^+e^- Annihilation at 34.4 GeV.
Z. Phys. C 26 (1984) 181
und DESY 84-065 und QUNP 55/84

Measurements of the Radiative Width of the η' (958) in Two-Photon Interactions.
Phys. Lett. 147 B (1984) 487
und DESY 84-069

Photon Pair Production by e^+e^- Annihilation and Search for Supersymmetric Photons at Energies Greater than 40 GeV.
Z. Phys. C 26 (1984) 337
und DESY 84-072

The Production and Decay of Tau Leptons in e^+e^- Annihilation at PETRA Energies.
DESY 84-091 und QUNP 65/84

A Detailed Study of Strange Particle Production in e^+e^- Annihilation at High Energy.
DESY 84-093

Determination of the Average Lifetime of Bottom Hadrons.
Phys. Lett. 149 B (1984) 524
und DESY 84-094

U. KÖTZ et al.
Silicon Strip Detectors with Capacitive Charge Division.
MPI PAE/EXP.EL 142, München (1984), zur Veröffentl. in Nucl. Instr. Meth.

D. PANDOULAS
TASSO Results on Baryon Production in High Energy e^+e^- Annihilation Jets.
Proc. of the VIIIth Warsaw Symp. on Elementary Particle Phys., Kazimierz (1984)

G. WOLF
Lifetime Measurements for Bottom Hadrons.
SLAC-PUB 3446, Stanford (1984)

Vorträge

B. LÖHR
The TASSO Vertex Detector, Design and Performance.
Ist Workshop on e^+e^- Colliding Beam Phys., Peking (1984)

D. NOTZ
A Review of Triggers and Special Computing Hardware at DESY.
Symp. on Recent Development in Computing, Processor, and Software Research for High Energy Phys., Guanajuato (1984)

The 370/E Emulator at DESY.
Topical Seminar on Perspectives for Experimental Apparatus at Future High Energy Machines, S. Miniato (1984)

Status of the 370/E Emulator.
370/E Meeting CERN, Genf (1984)

Bericht über Symposium „On Recent Developments in Computing, Processor, and Software Research for High Energy Physics“.
DESY-Datenverarbeitungsseminar (1984)

G. WOLF
Identification of Leptons and Quarks.
ICFA Meeting on Hadron Colliders, KEK, Tsukuba (1984)

Determination of the Lifetime of Bottom Hadrons.
XXIInd Int. Conf. on High Energy Phys., Leipzig (1984)

Physics at HERA.
Seminarvorträge, Argonne (1984) und Columbia Univ., New York (1984) und LBL Berkeley (1984)

Physics at HERA and Layout of Detectors.
Seminarvortrag, Univ. of Washington (1984)

What is HERA?
Kolloquium, Univ. of California, Davis (1984)

News from HERA.
Seminarvortrag SLAC, Stanford (1984)

Physics at the Electron-Proton Collider
HERA.
Kolloquium, Univ. of Houston (1984)

Dissertation

W. Schütte
Lebensdauermessung schwerer kurzlebiger
Teilchen.

Diplomarbeiten

D. DRESSELHAUS
Bau und Test eines Ringabbildenden Ceren-
kovdetektors.

M. HILDEBRANDT
Messungen mit der hochauflösenden
TASSO-Vertexkammer.

TH. HOLDT
Studien zur Impulsauflösung von Detektoren
in der Hochenergiephysik.

U. OTTERPOHL
Untersuchungen zum Quenchverhalten
supraleitender Magnete.
DESY-HERA 84-05.

K. WACHS
Untersuchung an den photosensitiven
Dämpfen von „TMAE“ und „TEA“.

W. ZEUNER
Der Anteil der Photonen an der Energie-
bilanz hadronischer Endzustände aus der
 e^+e^- Vernichtung bei 34 GeV.

ARGUS

Veröffentlichungen

ARGUS-KOLLABORATION,
H. ALBRECHT et al.
Evidence for F^+ -Meson Production in e^+e^-
Annihilation at 10 GeV Center-of-Mass
Energy.
Phys. Lett. 146 B (1984) 111
und DESY 84-052

Production and Decay of the Charged D^+ -
Meson in e^+e^- Annihilation at 10 GeV
Center-of-Mass Energy.
Phys. Lett. 150 B (1985) 235
und DESY 84-073

Production and Decay of the F-Meson in
 e^+e^- Annihilation at 10 GeV Center-of-Mass
Energy.
DESY 84-043
zur Veröffentl. in Phys. Lett.

Inclusive π^+ , K^+ and \bar{p} Production in the Υ
Energy Region.
Proc. of the XXII Int. Conf. on High Energy
Phys., Leipzig (1984)
und IHEP – HD/84-06, Heidelberg (1984)

A Determination of $B_{int}(\Upsilon)$.
Proc. of the XXII Int. Conf. on High Energy
Phys., Leipzig (1984)

C. W. DARDEN
Results from ARGUS.
Proc. of the AIP Conference No. 121 on High
Energy e^+e^- Interactions, Vanderbilt (1984)

W. R. FRISKEN
The ARGUS Experiment: Beauty (and
Charm) at DESY.
Proc. of the Yukon Advanced Studies Inst.,
Whitehorse (1984)

H. GENNOW
Results from ARGUS on D^+ - and F^+ -
Mesons.
Proc. of the XXII Int. Conf. of High Energy
Phys., Leipzig (1984)

H. SCHROEDER
Spectroscopy with ARGUS.
Proc. of the XXII Int. Conf. on High Energy
Phys., Leipzig (1984)

K. R. SCHUBERT
First ARGUS Results on Beauty Spectros-
copy.
Proc. of the XIXth Rencontre de Moriond on
Elektroweak Interactions and Unified Theo-
ries, La Plague (1984)

R. WALDI
Recent Results from ARGUS on Quark and
Gluon Fragmentation in the Υ Energy
Region.
Proc. of the XVth Symp. on Multiparticle
Dynamics, Lund (1984).

Dissertation

R. HELLER
Untersuchung hadronischer Übergänge zwi-
schen Υ^+ und Υ mit dem ARGUS-Detektor.
IHEP-HD/84-08, Univ. Heidelberg (1984)

Diplomarbeiten

G. BRAUNSHAUSEN
Luminositätsmessung für ARGUS mit
Bhabha-Streuung als Eich-Reaktion.
IHEP-HD/84-5, Univ. Heidelberg (1984)

B. HAHN
Teilchentrennung mit den Schauerzählern
des ARGUS-Detektors.
Univ. Dortmund (1984)

G. HARDER
Optimierung der Ortsauflösung der zylindri-
schen Driftkammer des Detektors ARGUS.
DESY F15-84/01, Univ. Hamburg (1984)

T. KLINGER
Teilchentrennung in e^+e^- Reaktionen mit
Hilfe des ARGUS-Flugzeitsystems.
IHEP-HD/84-2, Univ. Heidelberg (1984)

J.-C. YUN
A Vertex Chamber for ARGUS.
Carleton Univ., Ottawa (1984)

Crystal Ball

Veröffentlichungen

CRYSTAL BALL-KOLLABORATION,
C. PECK et al.
Evidence for a Narrow Massive State in the
Radiative Decays of the Upsilon.
Phys. Lett. 136B (1984) und DESY 84-064
und SLAC-PUB-3380 Stanford (1984)

D. ANTREASIAN
Radiative Decays from the $\Upsilon(2S)$.
Proc. of the VIth Int. Conf. on Elementary
Particle Phys.,
Vanderbilt Univ., Nashville (1984)

I. C. BROCK
Latest Results from the Crystal Ball.
Proc. of the American Phys. Soc. Meeting on
Particles and Fields, Santa Fé (1984)

J. IRION
Radiative Decays of the $\Upsilon(2S)$ Resonance.
Proc. of the XIXth Rencontre Moriond on
Electroweak Interactions and Unified Theo-
ries, La Plague (1984)

H.-J. TROST
Evidence for a Massive State in the Radia-
tive Decays of the Upsilon.
Proc. of the XXII Int. Conf. on High Energy
Phys., Leipzig (1984)

U. VOLLAND
Crystal Ball Results on $\Upsilon(2S)$ Radiative
Decays.
Proc. of the XXII Int. Conf. on High Energy
Phys., Leipzig (1984)

Diplomarbeiten

TH. KLOIBER
Bestimmung der Luminosität aus der
Bhabha-Streuung.
DESY F31 84-01, Hamburg (1984)

W. MASCHMANN
Energieeichung des Crystal Ball-Detektors
unter Benutzung eines Van de Graaff-Gener-
ators.
Hamburg (1984)

Vorträge

G. CONFORTO
Quarkonium-Spectroscopy
EPS Gen. Conf., Prag (1984)

- E.-H. BÖTTCHER, W. F. SCHMIDT
Photoconductivity of Nonpolar Liquids Induced by Vacuum-Ultraviolet Light.
J. Chem. Phys. 80 (1984) 1353
- R. A. HOLROYD, J. M. PRESES,
E. H. BÖTTCHER, W. F. SCHMIDT
Photoconductivity Induced by Single-Photon Excitation of Aromatic Molecules in Liquid Hydrocarbons.
J. Phys. Chem. 88 (1984) 744
- N. SCHWENTNER, E. E. KOCH,
J. JORTNER
Energy Transfer in Solid Rare Gases. „Energy Transfer in Condensed Matter“, B. DiBartole (ed.), Plenum Press, New York (1984)
- A. KROLZIG, G. MATERLIK, M. SWARS,
J. ZEGENHAGEN
A Feedback Control System for Synchrotron Radiation Double Crystal Instruments.
Nucl. Instr. Meth. 219 (1984) 430
- R. FRAHM, R. HAENSEL, P. RABE
EXAFS Studies of the Local Order in Amorphous and Crystalline Nickel-Zirconium Alloys.
I. Principles and Evaluation of the Crystalline Alloys.
J. Phys. F14 (1984) 1029
- II. Structure of the Amorphous Alloys.
J. Phys. F 14 (1984) 1333
- M. CHERGUI, V. CHANDRASEKHARAN,
W. BÖHMER, R. HAENSEL, H. WILCKE,
N. SCHWENTNER
A New Band System in the Ultraviolet Emission Spectrum of NO Trapped in an Argon Matrix.
Chem. Phys. Lett. 105 (1984) 386
- H. DERENBACH, V. SCHMIDT
Angular Distribution of Kr 4s \rightarrow ϵ p Photoelectrons.
J. Phys. B 17 (1984) 83
- R. KNAUF, A. THOMÄ, H. ADRIAN,
R. L. JOHNSON
Phase Diagram and High Resolution Photoemission Study of the Superconducting and Magnetic Pseudoternary bct $\text{Ho}(\text{Rh}_{1-x}\text{Ru}_x)_2\text{B}_4$ System.
Phys. Rev. B 29 (1984) 2477
- M. BEDZYK, M. V. KOVALCHUK,
G. MATERLIK
Determination of the Electron Escape Depth by Means of X-Ray Standing Waves.
Metallophysika 6 (1984) 101
- E. ROICK, R. GAETHKE, P. GÜRTLER,
T. O. WOODRUFF, G. ZIMMERER
Observation of Surface Sensitive Luminescence in Solid Argon; Relation to Self-Trapping and Relaxation Excitations.
J. Phys. C 17 (1984) 945
und DESY SR 83-11
- M. J. BEDZYK, G. MATERLIK
X-Ray Standing Wave Analysis of Bromine Chemisorbed on Germanium.
Proc. Vth Europ. Conf. on Surface Science (ECOSS-6), York (1984)
- Determination of the Position and Vibrational Amplitude of an Adsorbate by Means of Multiple-Order X-Ray Standing Wave Measurements.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B.
- M. J. BEDZYK, M. V. KOVALCHUK,
G. MATERLIK, S. I. ZHELUDEVA,
B. G. SAKAROV, P. FUNKE
Measurement of the Interference Behaviour of Standing X-Ray Waves to Investigate the Internal Photoeffect Across a Schottky Barrier.
Zur Veröffentlich. in Doklady Akademie Nauk
- W. JITSCHIN, G. MATERLIK, U. WERNER,
P. FUNKE
Fluorescence and Coster-Kronig Yields of an L-Subshell Derived from Photoionization Measurements.
Zur Veröffentlich. in J. Phys. B.
- O. KESKI-RAHKONEN, G. MATERLIK,
B. SONNTAG, J. TULKKI
The L-Level X-Ray Absorption Spectra of Atomic Barium and Mercury.
J. Phys. B 17 (1984) L 121
- B. LENGELER, R. ZELLER
X-Ray Absorption Near Edge Structure of Nickel Hydride.
Sol. Stat. Comm. 51 (1984) 889
- K. F. FISCHER
Anwendungsmöglichkeiten von Röntgen-Synchrotronstrahlung für Mineralogen. Kurzfassung Plenarvortrag, 61. Jahrestagung der Dt. Mineral. Ges. und der Soc. Franc. de Minér. et de Cristall., 1983 und Fortschr. Minerl. 62 (1984) 173
- W. B. HOLZAPFEL
X-Ray Diffraction on Solids Under Pressure.
Revue Phys. Appl. 19 (1984) 705
- D. SCHAUPP, H. CZERWINSKI, F. SMEND,
R. WENSKUS, M. SCHUMACHER,
A. H. MILLHOUSE, H. SCHENK-STRAUSS
Resonant Raman Scattering of Synchrotron X-Rays by Neodymium: Observation of Fine Structure in K-L-RRS and of K-N-RRS*.
Z. Phys. A 319 (1984) 1
- L. LEY
Photoemission and Optical Properties of Amorphous Silicon.
Topics in Applied Physics Volume 56: The Physics of Hydrogenated Amorphous Silicon II, Electronic and Vibrational Properties editors: J. D. Joannopoulos and G. Lucovsky, Springer-Verlag Berlin Heidelberg (1984)
- B. S. CLAUSEN, H. TOPSØE, R. CANDIA,
B. LENGELER
EXAFS, Mössbauer and Reactivity Studies of Unsupported Cobalt-Molybdenum Hydrotreating Catalysts.
ACS Symposium, San Francisco, California (1983)
- B. LENGELER
Application of X-Ray Absorption Spectroscopy in Materials Science.
Proc. of Vth Risø Int. Symp. on Metallurgy and Materials Science, Risø (1984)
- R. KNAUF, R. MÜLLER, H. ADRIAN,
G. SAEMANN-ISCHENKO, R. L. JOHNSON
High Resolution Photoemission Studies on the Pseudoternary Pt Ho $(\text{Rh}_{1-x}\text{Ru}_x)_2\text{B}_4$ System.
LT-17 (contributed papers), eds. U. Eckern, A. Schmid, W. Weber and H. Wühl, Elsevier Science Publishers B. V. (1984)
- E. E. KOCH
Synchrotronstrahlung: Mehr Licht!
Phys. Bl. 40 (1984) 324
- U. O. KARLSSON, S. A. FLODSTRÖM,
R. ENGELHARDT, W. GÄDEKE, E. E. KOCH
Intrinsic Surface State on $\text{Be}(0001)$.
Solide State Comm. 49 (1984) 711
- K. SEKI, U. KARLSSON, R. ENGELHARDT,
E. E. KOCH
Intramolecular Energy Band Dispersion of $n\text{-C}_{36}\text{H}_{74}$ Observed by Angle-Resolved Photoemission Using Synchrotron Radiation.
Chem. Phys. Lett. 103 (1984) 343
- J.-H. FOCK, E. E. KOCH
Partial Cross Sections and Autoionization Resonances in the Valence Shell Photoemission from Solid Acetylene.
Chem. Phys. Lett. 105 (1984) 38
- Y. JUGNET, F. J. HIMPSEL, PH. AVOURIS,
E. E. KOCH
High-Resolution C1s and O1s Core-Excitation Spectroscopy of Chemisorbed, Physisorbed and Free CO.
Phys. Rev. Lett. 53 (1984) 198
- R. I. G. UHRBERG, G. V. HANSSON,
U. O. KARLSSON, J. M. NICHOLLS,
P. E. S. PERSSON, S. A. FLODSTRÖM,
R. ENGELHARDT, E. E. KOCH
Bulk and Surface Electronic Structures of $\text{Si}(111) 2 \times 1$ and $\text{Si}(111) 7 \times 7$ Studied by Angle Resolved Photoelectron Spectroscopy.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- H. DERENBACH, H. KOSSMANN,
R. MALUTZKI, V. SCHMIDT
Photoionisation Processes in the 5d, 6s and 6p Shells of Atomic Lead and the 4d Shell of Atomic Tin.
J. Phys. B 17 (1984) 2781

- P. DREIER, P. RABE, W. MALZFELDT, W. NIEMANN
Anomalous X-Ray Scattering Factors Calculated from Experimental Absorption Spectra. *J. Phys. C* 17 (1984) 3123
- P. RABE
X-Ray Absorption Spectroscopy and Scattering of Surfaces.
„EXAFS and Near Edge Structure III“, Springer Proc. in Physics 2, Springer-Verlag Berlin/Heidelberg (1984)
- O. ANDERSON, W. DRUBE, G. KARSCHNIK, I. SCHÄFER, M. SKIBOWSKI
Angular Resolved Photoemission and Inverse Photoemission Studies of Layered Transition Metal Dichalcogenides. Proc. XVIIth Int. Conf. Phys. of Semiconductors, San Francisco (1984)
- O. ANDERSON, G. KARSCHNIK, R. MANZKE, M. SKIBOWSKI
The Phase Transition in the Electronic Structure of 1T-TiSe₂. *Solide State Comm.* 53 (1984) 339
- G. KARSCHNIK, O. ANDERSON, W. DRUBE, M. SKIBOWSKI
Adsorbate Enhanced Ti-3d Photoemission from Layered TiSe₂ Surfaces. Zur Veröffentlich. in *Surface Science*.
- P. S. PERSHAN, J. ALS-NIELSEN
X-Ray Reflectivity from the Surface of a Liquid Crystal: Surface Structure and Absolute Value of Critical Fluctuations. *Phys. Rev. Lett.* 52 (1984) 759
- A. NOERLUND CHRISTENSEN, M. S. LEHMANN, M. NIELSEN
Solving Structures from Powder Data. Zur Veröffentlich. in *Austr. J. Phys.*
- J. ALS-NIELSEN
X-Ray Studies of Phase Transitions on Surfaces. Proc. of the XVIIth Int. Conf. on Low Temperatures Phys., Karlsruhe (1984)
- R. L. JOHNSON, J.-H. FOCK, J. K. ROBINSON, J. BOHR, R. FEIDENHANS'L, J. ALS-NIELSEN, M. NIELSEN, M. TONEY
X-Ray Diffraction from 3 × 3 Reconstructed (111) Surface of InSb. Proc. of the First Int. Conf. on the Structure of Surfaces, Berkeley (1984)
- B. BURAS
Sample Environment in Experiments Using X-Ray Synchrotron Radiation. *Revue Phys. Appl.* 19 (1984) 697
- B. BURAS, B. LEBECH, W. KOFOED
A Furnace for Diffraction Studies Using Synchrotron X-Ray Radiation. *Revue Phys. Appl.* 19 (1984) 743
- H. TOPSØE, B. S. CLAUSEN
Importance of Co-Mo-S Type Structures in Hydrodesulfurization. *Catal. Rev. -Sci.* 26 (3 & 4) (1984) 395
- B. S. CLAUSEN, B. S. RASMUSSEN, B. LENGELER
X-Ray Absorption Spectroscopy Studies of Binary and Ternary Cu-based Methanol Catalysts. Abstracts MRS 1984 Fall Meeting, Boston (1984)
- K. KOSTEN, H. ARNOLD
Short-Time X-Ray Diffraction for the Investigation of Chemical Reactions and Phase Transitions. *J. Appl. Cryst.* 17 (1984) 206
- G. WORTMANN, K. H. FRANK, E. V. SAMPATHKUMARAN, B. PERSCHIED, G. SCHMIESTER, G. KAINDL
Combined Mössbauer and L_{III}-Edge X-Ray Absorption Study of Mixed-Valent EuPd₂Si₂ and EuNi₂P₂. Zur Veröffentlich. in *J. Magn. Magn. Mat.*
- W. KRONE, G. WORTMANN, K. H. FRANK, G. KAINDL, K. MENKE, S. ROTH
Polarization-Dependent EXAFS in Bromine-Doped Polyacetylene. *Solide State Comm.* 52 (1984) 253
- E. V. SAMPATHKUMARAN, G. KAINDL, W. KRONE, B. PERSCHIED, R. VIJAYARAGHAVAN
Final-State Effects in the Eu L_{III}-Edge Spectrum of EuPd₂P₂. Zur Veröffentlich. in *Phys. Rev. Lett.*
- T. PRESCHER, M. RICHTER, E. SCHMIDT, B. SONNTAG, H. E. WETZEL
Resonant Photoemission of Atomic Cs and Sm. Proc. IXth Intern. Conf. on Atomic Phys., Seattle (1984)
- B. SONNTAG
Resonant Photoemission of Atomic Transition Metals. APS 1984 March Meeting, Detroit (1984)
- J. D. STEPHENSON
Double Laue Pattern Topography of Top-Seeded BaTiO₃ Single Crystals Using White Synchrotron Radiation. *phys. stat. sol. (a)* 84 (1984) 19
- G. HILDEBRANDT, G. JÄHNIG, H. BRADACZEK, J. D. STEPHENSON
Informationen zum Messplatz für Röntgen-Topographie mit Synchrotronstrahlung am HASYLAB/DESY (Hamburg). DGKK-Jahrestagung, Aachen (1984) zur Veröffentlich. in *Z. Kristallogr.*
- J. D. STEPHENSON
Ferroelectric Domain (Surface State) Analysis Using White Synchrotron Radiation. DGKK-Jahrestagung, Aachen (1984) zur Veröffentlich. in *Z. Kristallogr.*
- B. S. CLAUSEN, H. TOPSØE, R. CANDIA, B. LENGELER
Co-Mo Hydrodesulfurization Catalysts Studies by EXAFS. „EXAFS and Near Edge Structure III“, eds. K. O. Hodgson, B. Hedman, J. E. Penner-Hahn, Springer-Verlag, Berlin (1984)
- B. S. CLAUSEN, B. LENGELER, B. S. RASMUSSEN
X-Ray Absorption Spectroscopy Study of Copper-Based Methanol Catalysts. I. Calcined State. Zur Veröffentlich. in *J. Phys. Chem.*
- K. HOLLAND-MORITZ
Deformation Phenomena in Polymers. „Spectroscopic Characterization of Polymers“, ed. H. A. Willis, Academic Press (1984)
- E. V. SAMPATHKUMARAN, G. KALKOWSKI, C. LAUBSCHAT, G. KAINDL, M. DOMKE, G. SCHMIESTER, G. WORTMANN
4f Mixing in Ternary Metallic Cerium Systems. Zur Veröffentlich. in *J. Magn. Magn. Mat.*
- E. V. SAMPATHKUMARAN, G. KAINDL, C. LAUBSCHAT, W. KRONE, G. WORTMANN
Spectroscopic Evidence against Rh-4d Itinerant Ferro-magnetism in CeRh₃B₂. Zur Veröffentlich. in *Phys. Rev. B*
- W. KRONE, K. H. FRANK, G. WORTMANN, G. KAINDL, K. MENKE, S. ROTH
Polarization Dependent EXAFS in Br-Doped Polyacetylene. Proc. Int. Conf. on Synthetic Metals, Abano Terme (1984)
- T. BEIN, F. SCHMIDT, W. GUNSSER, G. SCHMIESTER
Substrate Effect on the Growth of Iron Clusters in Y Zeolite. Proc. Int. Symp. on Small Particles and Inorg. Clusters, Berlin (1984)
- W. KRONE, K. H. FRANK, G. WORTMANN, G. KAINDL, K. MENKE, S. ROTH
Polarization-Dependent EXAFS in Br-Doped Polyacetylene. Proc. IIIrd Int. EXAFS Conf., Stanford (1984)
- W. KRONAST, R. HUSTER, W. MEHLHORN
Alignment of Cd⁺(4d⁻¹ 2D_{5/2}) after Photoionization with Synchrotron Radiation. *J. Phys. B* 17 (1984) L 51
- H. SCHMORANZER, J. IMSCHWEILER
Radiative Lifetimes and Collisional Quenching Cross Sections of Selectively Excited Vibrational States of the B 2p ¹Σ_v⁺ state of H₂. *Phys. Lett.* 100 A (1984) 85
- H. SCHMORANZER, J. IMSCHWEILER, T. NOLL
Radiative Lifetimes of Selectively Excited Rotational Levels of the B 2p ¹Σ_v⁺ and C 2p ¹π_u states of H₂. Abstracts IXth Int. Conf. on Atomic Phys., Seattle (1984)

- W. L. WU, H. G. ZACHMANN, C. RIEKEL
The Role of Melting-Recrystallisation Mechanism in Deformation of Crystalline Polymers.
Polymer Comm. 76 Vol. 25 (1984)
- W. RUDNICK, R. HAENSEL, H. NAHME, N. SCHWENTNER
Luminescence Efficiency and Grain Sizes of Ar Crystals.
phys. stat. sol. (a) 87 (1984) 536
- H. KÜHLE, J. BAHRDT, N. SCHWENTNER, H. WILCKE
Vibrational Relaxation and Electronic Energy Transfer of N₂ Aggregates in Solid Xe Matrices.
Zur Veröffentlich. in Surface Science
- M. CHERGUI, N. SCHWENTNER
Moment Analysis of the Rydberg Absorption and Emission Lines of Nitric Oxide in Condensed Gases.
„Spectral Lineshapes“, Springer Berlin
- J. BAHRDT, H. KÜHLE, N. SCHWENTNER, H. WILCKE
Vibrational Relaxation of N₂ Aggregates in Rare Gas Matrices.
„Photophysics and Photochemistry above 6 eV“, ed. by P. Rigny, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam
- M. CHERGUI, Y. LE DUFF, E. BOURSEY, N. SCHWENTNER
Quenching of No D² Σ (v = 0) and C² π (v = 0) States by Rare Gases.
„Photophysics and Photochemistry above 6 eV“, ed. by P. Rigny, Elsevier Sciences Publishers B. V., Amsterdam
- M. CHERGUI, N. SCHWENTNER, W. BÖHMER, R. HAENSEL
Observation of the Rydberg States of NO in an Ar Matrix.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. A
- H. KÜHLE, J. BAHRDT, R. FRÖHLING, N. SCHWENTNER, H. WILCKE
Vibrational Relaxation and Electronic Energy Transfer of N₂ Aggregates in Solid Xe Matrices.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. B
- W. MALZFELDT, W. NIEMANN, P. RABE, R. HAENSEL
EXAFS Studies of Xenon Atoms in Matrices of Argon and of Krypton Atoms in Matrices of Neon.
„EXAFS and Near Edge Structure III“, Springer Proc. in Phys. 2, Springer-Verlag Berlin (1984)
- R. REININGER, S. BERNSTORFF, P. LAPORTE, V. SAILE, I. T. STEINBERGER
Extrinsic Photoconductivity in Xenon-Doped Fluid Argon and Krypton.
Chem. Phys. 86 (1984) 189
und DESY SR 83-20
- R. REININGER, V. SAILE, G. L. FINDLEY, P. LAPORTE, I. T. STEINBERGER
Photoconduction in Fluid Gases Doped with Molecular Impurities.
„Photophysics and Photochemistry above 6 eV“, ed. by P. Rigny, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam
- R. REININGER, V. SAILE, P. LAPORTE, I. T. STEINBERGER
Photoionization Yield Spectra below the Atomic Ionization Limit in Xenon.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- V. SAILE, R. REININGER, A. M. KÖHLER, G. L. FINDLEY, I. T. STEINBERGER
Electric Field Dependence of the Total Excimer Luminescence of Xenon Excited below the Atomic Ionization Limit.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instr. Meth.
- J. STAUN OLSEN, S. STEENSTRUP, L. GERWARD, U. BENEDICT, J. C. SPIRELT, G. D. ANDRETTI
High-Pressure X-Ray Diffraction Experiments on US Using Synchrotron Radiation.
J. Less-Common Metals 98 (1984) 291
und DESY SR 83-21
- U. BENEDICT, J. C. SPIRELT, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN
High-Pressure X-Ray Diffraction Studies on ThS up to 40 GPa Using Synchrotron Radiation.
J. Less-Common Metals 98 (1984) 301
und DESY SR 83-22
- J. STAUN OLSEN, L. GERWARD, U. BENEDICT
A New High-Pressure Phase of Uranium Nitride, Studied by X-Ray Diffraction and Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlich. in J. Appl. Cryst.
- J. STAUN OLSEN, L. GERWARD
High-Pressure Energy-Dispersive Diffraction Research with Synchrotron Radiation.
Proc. of Workshop on the Evaluation of High-Pressure X-Ray Diffraction Data, Karlsruhe (1984)
- U. BENEDICT, L. GERWARD, J. STAUN OLSEN
High-Pressure Structural Studies of Cerium Metal.
Proc. of Annual Meeting of the Danish Phys. Soc., Helsingør (1984)
- W. SCHÜLKE, H. NAGASAWA, S. MOURIKIS
Dynamic Structure Factor of Electrons in Li by Inelastic Synchrotron X-Ray Scattering.
Phys. Rev. Lett 52 (1984) 2065
- W. SCHÜLKE, S. MOURIKIS, K. D. LIEDTKE
A Ge Solid State Detector as an X-Ray Filter with a 5 eV Bandpass at 111 keV.
Nucl. Instr. Meth. 222 (1984) 266
- W. SCHÜLKE, H. NAGASAWA
Performance of a Spherically Bent Crystal Spectrometer for Inelastic Scattering Experiments with Synchrotron X-Radiation.
Nucl. Instr. Meth. 222 (1984) 203
- J. SCHMIDT-MAY, E. SENF, J. VOSS, C. KUNZ, R. NYHOLM, A. FLODSTRÖM, R. STOCKBAUER
Resonant Photoemission and PSD of Rare Earth Oxides.
Proc. DIET II, Elmau OBB (1984)
- J. SCHMIDT-MAY, F. GERKEN, R. NYHOLM, L. C. DAVIS
Resonant Photoemission of Oxidized Yb: Experiment and Theory.
Phys. Rev. B 30 (1984) 5560
- R. NYHOLM, A. FLODSTRÖM, L. I. JOHANSSON, S. E. HORNSTRÖM, J. SCHMIDT-MAY
Surface Core Level Shift of the Be 1s Level Observed from a Be(0001) Single Crystal Surface.
Zur Veröffentlich. in Surface Science
- H. G. ZACHMANN, D. WISWE, R. GEHRKE, C. RIEKEL
Characterization of Polymers with Specific Properties by Means of Synchrotron Radiation.
Zur Veröffentlich. in Makromolekulare Chemie Supplement
- H. B. STUHRMANN
Resonant X-Ray Scattering in Macromolecular Structure Research.
Advances in Polymer Science 67 (1984) 123
- J. LAUTERJUNG, G. WILL, E. HINZE
A fully Automatic Peak-Search Program for the Evaluation of Gauss-Shaped Diffraction Patterns.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Instr. Meth.
- W. FRONK, B. HEISE, B. NEPPERT, H.-R. SCHUBACH, W. WILKE
Dynamical SAXS Investigations on Oriented Polyethylene by Synchrotron Radiation: Reversible Variation of Superstructure.
Colloid & Polymer Sci. 262 (1984) 99
- W. FRONK, W. WILKE
Reversible and Irreversible Variation of the Superstructure of Partially Oriented Polymers.
Proc. of Symp. on Small-Angle Scattering and Related Methods, Hamburg (1984)
- P. MARTIN, J. KLEIN, U. HAHN
Photoionization of Organic Monocrystals in the VUV Domain.
„Photophysics and Photochemistry above 6 eV“ ed. by P. Rigny, Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam
- R. KÄRCHER, L. LEY, R. L. JOHNSON
Electronic Structure of Hydrogenated and Unhydrogenated Amorphous SiN_x (0 ≤ x ≤ 1.6): A Photoemission Study.
Phys. Rev. B 30 (1984) 1896

- L. LEY, R. KÄRCHER, R. L. JOHNSON
Localized States at the Conduction-Band Edge of Amorphous Silicon Nitride Detected by Resonant Photoemission.
Phys. Rev. Lett. 53 (1984) 710
- R. D. BRINGANS, H. HÖCHST
Photoemission Resonance Effects in the Nitrides of Titanium and Zirconium
Phys. Rev. B 30 (1984) 5416
- L. LEY
Photoelectron Emission Studies.
„Semiconductors and Semimetals“, Academic Press, New York (1984)
- J. BOHR, R. FEIDENHANS'L, M. NIELSEN, M. TONEY, R. L. JOHNSON, I. K. ROBINSON
Model Independent Structure Determination of the InSb(111) 2×2 Surface Using Synchrotron X-Ray Diffraction.
Zur Veröffentlich. in Phys. Rev. Lett.
- L. LEY, R. KÄRCHER, R. L. JOHNSON
Non-Stoichiometry and the Electronic Structure of Amorphous Silicon Nitride.
Proc. of the MRS Meeting, Boston (1984)
- L. LEY, J. REICHARDT, R. L. JOHNSON
Investigations of Amorphous Silicon with Synchrotron Radiation.
Proc. of the XVIIIth Int. Conf. on the Phys. of Semiconductors, San Francisco (1984)
- R. L. JOHNSON, J.-H. FOCK, L. LEY, M. CARDONA
Al 2p Core Exciton in AlSb.
Proc. of the XVIIIth Int. Conf. on the Phys. of Semiconductors, San Francisco (1984)
- M. TILLI, T. TUOMI, O. ANTTILA
Observation of a Defect-Free Zone in Annealed Wafers of Czochralski Silicon by Means of Synchrotron Section Topography.
VTT Symp. 45, Proc. XIth Nordic Semiconductor Meeting, Espoo (1985)
- T. TUOMI, M. TILLI, O. ANTTILA
Synchrotron Section Topography Study of the Denuded Zone Formation in Annealed Silicon.
Proc. of Symp. K, Materials Research Society 1984 Fall Meeting, Boston (1984)
- H. D. BARTUNIK
Crystallographic Investigation of Transient States by Time-Resolved Techniques Using Synchrotron Radiation.
Rev. Phys. Appl. Vol. 19 (1984) 671
- Protein Crystallography Using Synchrotron Radiation at DORIS.
Photon Factory News Letters, Vol. 3, No. 1
- H. D. BARTUNIK, T. GEHRMANN, B. ROBRAHN
An Optimized Collimator for X-Ray Diffraction from Very Small Samples Using Synchrotron Radiation.
J. Appl. Cryst. Vol. 17 (2) (1984) 120
- J. HENDRIX
The Fine Grid Detector: A Parallel Electrode Position Sensitive Detector.
IEEE Transactions on Nuclear Sciences Vol. NS-31, No. 1 (1984) 281
- C. HERMES, E. GILBERG, M. H. J. KOCH
A Double-Focusing EXAFS Beam Line, Data Acquisition and Evaluation System for Biological Applications.
Nucl. Instr. Meth. Vol. 222 (1984) 207
- E. MANDELKOW, E.-M. MANDELKOW, W. RENNERT, J. BORDAS
Time-Resolved X-Ray Scattering Studies of Microtubule Assembly Using Synchrotron Radiation.
„Spectroscopy and Dynamics of Biological Systems“, eds. P. M. Bayley and R. E. Dale, Academic Press, London (1984)
- L. PEREZ-GRAU, J. BORDAS, M. H. J. KOCH
Chromatin Superstructure: Synchrotron Radiation X-Ray Scattering Study of Solutions and Gels.
Nucl. Acids Res. Vol. 12 (6) (1984) 2987
- L. SUMMERS, G. WISTOW, M. NAREBOR, D. MOSS, P. LINDLEY, C. SLOGSBY, T. BLUNDELL, H. D. BARTUNIK, K. S. BARTELS
X-Ray Studies of the Lens Specific Proteins: The Crystallins.
Peptide and Protein Rev. Vol. 3 (1984) 147
- A. YONATH, H. D. BARTUNIK, K. S. BARTELS, H. G. WITTMANN
Some X-Ray Diffraction Patterns from Single Crystals of the Large Ribosomal Subunit from *B. Stearothermophilus*.
J. Mol. Biol. Vol. 177 (1984) 201
- W. BREFFELD, W. GRAEFF, P. GÜRTLER, E. E. KOCH
Studie zum Röntgenwiggler W2 (MAXI).
Techn. Notiz HASYLAB/F41 84-01
- W. BREFFELD, P. GÜRTLER
Vorstudie für einen Speicherring für Synchrotronstrahlung WILMA (Wiggler-Licht-Maschine).
Techn. Notiz HASYLAB/F41 84-02
- Habilitationschrift**
- L. LEY
Die Elektronischen Eigenschaften von Amorphem Silizium und Germanium.
Univ. Stuttgart (1984)
- Dissertationen**
- S. BERNSTORFF
Photoemission aus angeregten Zuständen in festen Edelgasen mit einer Kombination von Synchrotronstrahlung und einem Laser als Lichtquellen.
Univ. Hamburg (1984)
DESY HASYLAB 84-03
- E. H. BÖTTCHER
Experimentelle Untersuchung der photoelektrischen Leitung reiner und mit aromatischen Molekülen dotierter organischer Flüssigkeiten.
Univ. Berlin (1984)
- J. BOHR
Synchrotron X-Ray Diffraction Studies in Physisorbed Monolayers of Rare Gases on Graphite.
Risø Univ. (1984)
- H. DERENBACH
Winkelaufgelöste Photoelektronenspektrometrie an freien Atomen mit monochromatisierter Synchrotronstrahlung.
Univ. Freiburg (1984)
- K. H. FRANK
Druck- und temperaturabhängige Röntgenabsorptionsuntersuchungen an gemischvalenten Systemen der Seltenen Erden.
Freie Univ. Berlin (1984)
- W. FRONK
Reversible und irreversible Änderungen der Überstruktur von teilweise orientierten Polymeren.
Univ. Ulm (1984)
- R. KÄRCHER
Photoemissionsuntersuchungen an amorphen tetraedrischen Verbindungshalbleitern.
Univ. Stuttgart (1984)
- U. KARLSSON
Angle-Resolved Photoemission Studies of Al, Be, Mg, Zn, Ag-Al, Ag-Zn and n-C₃₆H₇₄.
Linköping Univ. (1984)
- K. KJÆR
Diffraction Studies of Ordered Phases and Phase Transitions.
Risø Univ. (1984)
- M. KRATZAT
Dissoziative Photoionisation und Ionenpaarbildung bei H₂O, SO₂, NO₂, N₂O und OCS.
Freie Univ. Berlin (1984)
und DESY HASYLAB 84-09
- J. REICHARDT
Photoemissionsuntersuchungen an amorphem Silizium mit Hilfe von Synchrotronstrahlung.
Univ. Stuttgart (1984)
- W. PETERSEN
Röntgenfluoreszenzanalyse mit Hilfe der Synchrotronstrahlung.
Univ. Hamburg (1984)
und DESY HASYLAB 84-02
- E. ROICK
Relaxationsprozesse in festen Edelgasen untersucht mit energie- und zeitaufgelöster Lumineszenzspektroskopie.
Univ. Hamburg (1984)
und DESY HASYLAB 84-07

D. SCHAUPP

Experimente zur elastischen Streuung von Photonen im Energiebereich zwischen 20 keV und 3.5 MeV als Test theoretischer Vorhersagen der relativistischen Quantenmechanik und Quantenelektrodynamik.
Univ. Göttingen (1984)

J. ZEGENHAGEN

Strukturuntersuchung von Grenzschichten mit Röntgeninterferenzfeldern.
Univ. Hamburg (1984)
und DESY HASYLAB 84-04

Diplomarbeiten

H.-W. BIESTER

Partielle Wirkungsquerschnitte in der Photoionisation der Valenzelektronen von festem NO und gasförmigem und festem CH₄ und CF₄.
Univ. Hamburg (1984)
und DESY HASYLAB 84-08

K. ENGELKE

Ein oszillierender Monochromator für Angiographie mit Synchrotronstrahlung.
Univ. Hamburg (1984)

A. FRAHM

Röntgeninterferometrische Analyse der Struktur von Adsorbat-Einkristall-Grenzflächen am Beispiel von Brom auf (111)-Silicium.
Univ. Hamburg (1984)
und DESY HASYLAB 84-01

A. V. GROSSE

Ellipsometrische Untersuchungen zur Kohlenstoffkontamination an Goldspiegeln im Synchrotronlicht.
Univ. Hamburg (1984)

A. HENNING

Stroboskopische Sektionstopographie an AT-Schwingquarzen.
Univ. Hamburg (1984)

W. HOFFBAUER

Messung der Kompressibilität von Forsterit im Diamantsqueezer bis 300 kbar mit energiedispersiver Röntgenbeugung.
Univ. Bonn (1984)

W. KRONE

Röntgenabsorptionsspektroskopie an dotiertem Polyacetylen.
Freie Univ. Berlin (1984)

H. MAACK

Resonante Valenzbandsatelliten in Kupfer, Kupferoxiden und Kupferhalogeniden.
Univ. Hamburg (1984)

H. MESSMER

Bau und Test eines Metaldampfens mit Hochfrequenz-Heizung für den Einsatz bei der Elektronenspektrometrie.
Univ. Freiburg (1984)

K. OSTERMANN

Röntgentopographie an nahezu perfekten Si-Einkristallen.
Univ. Dortmund (1984)

M. RICHTER

Auger- und Photoemissionsmessungen an atomarem Samarium.
Univ. Hamburg (1984)
und DESY HASYLAB 84-05

T. RÖTGER

Untersuchung von Laser-angeregtem Platin-Phthalocyanine mittels Photoemission.
Univ. Hamburg (1984)

J. SCHMIDT

Absorptionsspektroskopie im Vakuumultraviolett-Bereich von metallischem Samarium und Mangan.
Univ. Hamburg (1984)

H. H. SCHMITZ

Kompressibilitätsmessungen und Strukturuntersuchungen unter Druck an 3d-Sulfiden mit Pyritstruktur mit Hilfe der energiedispersiven Röntgenbeugung.
Univ. Bonn (1984)

H. SEIDEL

Untersuchung thermisch und mechanisch induzierter Änderungen von Ordnungszuständen in Poly(alkylenterephthalat)en mit Methoden der Schwingungsspektroskopie und Röntgenbeugung.
Univ. Köln (1984)

U. SEILER

Messung des statischen Strukturfaktors S(q) mit einem Filterdifferenzverfahren.
Univ. Dortmund (1984)

J. STAPELFELDT

Entdeckung und Zuordnung eines neuen Fluoreszenzkontinuums des Xenon-Moleküls.
Univ. Hamburg (1984)
und DESY HASYLAB 84-06

H. STRAUSS

Ein hochauflösendes Röntgenpaßbandfilter mit Untergrundunterdrückung.
Univ. Dortmund (1984)

M. TAUSCH

Bestimmung der Verschiebung der 2s- und 2p-Bindungsenergien in den atomaren und metallischen Lanthaniden Cer, Samarium, Gadolinium und Erbium.
Univ. Hamburg (1984)

R. WALLER

Bau und Test eines Elektronenspektrometers zur Messung mit Metaldämpfen.
Univ. Freiburg (1984)

Staatsexamensarbeiten

A. FISCHER

Bau und Erprobung einer Ionisationskammer zur Intensitätsbestimmung monochromatisierter Synchrotronstrahlung.
Univ. Hamburg (1984)

F. HEINRICH

Konzeption eines Demonstrationsexperiments zur Atom- und Molekülphysik: Absorption von Natriumatomen und Molekülen.
Univ. Hamburg (1984)

T. VANESS

Aufbau und Erprobung eines Farbstofflasers.
Univ. Hamburg (1984)

Theorie

Veröffentlichungen

A. ALI, F. BARREIRO

Energy-Energy Correlation in e^+e^- Annihilation.
Nucl. Phys. B 236 (1984) 269

A. ALI, E. PIETARINEN, W. J. STIRLING

Transverse Energy Energy Correlations: A Test of Perturbative QCD for the Proton-Antiproton Collider.
Phys. Lett. 141 B (1984) 447

A. ALI, C. JARLSKOG

Signatures of B_s^0 - \bar{B}_s^0 Mixings in $p\bar{p}$ and e^+e^- Collisions.
Phys. Lett. 144 B (1984) 266

A. ALI et al.

Hard Hadronic Collisions – Extrapolation of Standard Effects.
Proc. of the Workshop on Large Hadron Collider in the LEP-Tunnel,
CERN 84-10 (1984) 469
und CERN-TH 3959

Muon Group Report.

CERN 84-10 (1984) 211

B. BERG

The Spectrum in Lattice Gauge Theories.
„Progress in Gauge Field Theory“, G. 't Hooft et al. (ed.), Plenum Press New York, London (1984)
und DESY 84-012

A Strong Coupling Simulation of Euclidean

Quantum Gravity.
DESY 84-119

B. BERG, A. BILLOIRE

A Monte Carlo Simulation of Random Surfaces.
Phys. Lett. 139 B (1984) 297
und DESY 84-013

- B. BERG, C. PANAGIOTAKOPOULOS
Definition and Statistical Properties of a
Universal Topological Charge.
DESY 84-037
- M. BÖHM, W. HOLLIK, H. SPIESBERGER
The Renormalization of the Electroweak
Standard Model.
DESY 84-027
- Electroweak Parameters and Leptonic
Processes.
DESY 84-067
- M. BÖHM, A. DENNER, W. HOLLIK,
R. SOMMER
Radiative Corrections to Bhabha Scattering
in $SU(2) \times U(1)$.
Phys. Lett. 114 B (1984) 414
und DESY 84-040
- D. BUCHHOLZ, H.-J. BORCHERS
The Energy-Momentum Spectrum in Local
Field Theorie with Broken Lorentz-
Symmetry.
Comm. Math. Phys. 97 (1985) 169
und DESY 84-044
- K. DECKER
Strong Coupling Expansion for Mass Gap in
 $SU(2)$ Lattice Gauge Theory with Mixed
Action.
Nucl. Phys. B 240 FS 12 (1984) 543
und DESY 84-022
- Critical Behavior of the 3-d Ising Model from
an Extended Low Temperature Expansion of
the Inverse Correlation Length.
DESY 84-115
Zur Veröffentlich. in Nucl. Phys. B FS
- I. A. FOX, J. P. GILCHRIST, M. L. LAURSEN,
G. SCHIERHOLZ
The Topological Charge in $SU(2)$ Lattice
Gauge Theory.
Phys. Rev. Lett. 54 (1985) 749
und DESY 84-076
- I. P. GILCHRIST, G. SCHIERHOLZ,
H. SCHNEIDER, M. TEPER
Meson and Baryon Masses for Light Kogut-
Susskind Quarks on a Large Lattice.
II: Renormalization Group Analysis.
Nucl. Phys. B 248 (1984) 29
und DESY 84-021
- Meson and Baryon Masses for Light Kogut-
Susskind Quarks on a Large Lattice.
Phys. Lett. 136 B (1984) 87
- I. P. GILCHRIST, I. M. BARBOUR, P. GIBBS,
H. SCHNEIDER, G. SCHIERHOLZ,
M. TEPER
Strong Evidence for Spontaneous Chiral
Symmetry Breaking in (Quenched) QCD.
Phys. Lett. 136 B (1984) 80
- M. GÖCKELER
Mass Term and Mass Renormalization for
Susskind Fermions.
Phys. Lett. 142 B (1984) 197
und DESY 84-025
- M. GÖCKELER, H. JOOS
On Kähler's Geometric Description of Dirac
Fields.
„Progress in Gauge Field Theory“, G. 't Hooft
et al. (ed.)
Plenum Press New York, London (1984)
- F. GUTBROD, I. MONTVAY
Scaling of the Quark-Antiquark Potential and
Improved Actions in $SU(2)$ Lattice Gauge
Theory.
Phys. Lett. 136 B (1984) 411
- R. HAAG, H. NARNHOFER
On Quantum Field Theory in Gravitational
Background.
Comm. Math. Phys. 94 (1984) 345
und DESY 84-009
- K. HAGIWARA, H. BAER, J. OHNEMUS
Testing Spinless Boson Parent Models for
Anomalous Events.
DESY 84-114
- W. HOLLIK
Weak Corrections to Polarization and
Charge Asymmetries in $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ around
the Z^0 .
DESY 84-075
- W. HOLLIK, B. SCHREMPP, F. SCHREMPP
Composite Scalars in e^+e^- Collisions and
Radiative Z-Decays.
Phys. Lett. 140 B (1984) 424
und DESY 84-011
- H. JOOS
Boson-Fermion Symmetry and Dirac Kähler
Forms.
Revista Brasileira de Fisica, Special
Vol. 1984 on M. Schönberg's 70th Anniver-
sary.
- N. KIMURA
Glueball Spectroscopy from Strong Coupling
Expansions in Hamiltonian Lattice QCD.
Nucl. Phys. B 246 (1984) 143
und DESY 84-010
- B. KLIMA, U. MAOR
A Relativistic Quarkonium Potential Mode.
DESY 84-029
- W. LANGGUTH, I. MONTVAY
Monte Carlo Calculation of Hadron Masses
with Light Dynamical Quarks.
Phys. Lett. 145 B (1984) 261
und DESY 84-053
- H. LEHMANN, T. T. WU
Classical Models of Confinement.
Comm. Math. Phys. 97 (1985) 161
und DESY 84-066
- M. LÜSCHER
Improved Lattice Gauge Theories.
Lecture Proc. of the Summer School on Cri-
tical Phenomena. Random Systems and
Gauge Theories. Les Houches (1984)
- Schrödinger Representation in Quantum
Field Theory.
Zur Veröffentlich. in Nucl. Phys.
- M. LÜSCHER, G. MÜNSTER
Weak Coupling Expansion of the Low-lying
Energy Values in $SU(2)$ Gauge Theory on a
Torus.
Nucl. Phys. B 232 (1984) 445
- M. LÜSCHER, P. WEISZ
On-shell Improved Lattice Gauge Theories.
Comm. Math. Phys. 97 (1985) 59
und DESY 84-030
- Definition and General Properties of the
Transfer Matrix in Continuum Limit Improved
Lattice Gauge Theories.
Nucl. Phys. B 240 FS 12 349
und DESY 84-018
- G. MACK
Renormalization Group and Mayer
Expansions.
DESY 84-014
- G. MACK, A. PORTD
Convergent Perturbation Expansions for
Euclidean Quantum Field Theory.
Comm. Math. Phys. 97 (1985) 161
und DESY 84-090
- H. MEYER-ORTMANNS
Proposal of a New Upgrading Procedure for
Monte Carlo Experiments.
DESY 84-086
- H. MEYER-ORTMANNS, I. MONTVAY
Monte Carlo Study of Glueball Masses in
 $SU(2)$.
Phys. Lett. 145 B (1984) 251
und DESY 84-034
- I. MONTVAY
Monte Carlo Calculation with Unquenched
Wilson-Fermions.
Phys. Lett. 139 B (1984) 70
und DESY 84-012
- Correlations in the $SU(2)$ Fundamental Higgs
Model.
Phys. Lett. 150 B (1985) 441
und DESY 84-089
- G. MÜNSTER
Quantitative non-Monte Carlo Methods for
Low-energy QCD.
Physica 124 A (1984) 495
- The Size of Finite Size Effects in Lattice
Gauge Theories.
Nucl. Phys. B 249 (1985) 659
und DESY 84-088
- P. OSLAND, K. OLAUSEN, H. A. OLSEN,
I. OVERBOE
Proton Capture by Magnetic Monopoles.
Phys. Rev. Lett. 52 (1984) 325

P. OSLAND, T. T. WU
 Monopole-Fermion and Dyon-Fermion
 Bound States I: General Properties and
 Numerical Results.
 Nucl. Phys. B 247 (1984) 421
 und DESY 84-046

Monopole-Fermion and Dyon-Fermion
 Bound States II: Weakly Bound States for the
 Lowest Angular Momentum.
 DESY 84-047

R. D. PECCEI
 Theoretical Implications of Recent Collider
 Results.
 DESY 84-096

New Directions in High Energy Physics.
 Proc. of the Vth General Conf. of the Euro-
 pean Phys. Society: „Trends in Physics“,
 Prag (1984)
 und DESY 84-095

Tests and Present Status of Gauge
 Theories.
 DESY 84-123

G. SCHIERHOLZ
 Comparison of Quark and Gluon Jets.
 Proc. of the Berne-Meeting on $p\bar{p}$ Collider
 Physics (1984)
 und DESY 84-056

G. SCHIERHOLZ, I. M. BARBOUR,
 N. E. BEHILIL, P. E. GIBBS, M. TEPER
 The Lanczos Method in Lattice Gauge
 Theories.
 DESY 84-087

G. SCHIERHOLZ, Ph. de FORCRAND,
 H. SCHNEIDER, M. TEPER
 The String and its Tension in SU(3) Lattice
 Gauge Theory: Towards Definite Results.
 DESY 84-116

The 0^{++} Glueball Mass in SU(3) Lattice
 Gauge Theory: Towards Definitive Results.
 DESY 84-107

G. SCHIERHOLZ, H. SCHNEIDER,
 G. KRAMER
 Higher Order Corrections to the Energy-
 Energy Correlation Function.
 Z. Phys. C 22 (1984) 201

G. SCHIERHOLZ, J. SEIXAS, M. TEPER
 Formation and Stability of Quantized (non-
 Abelian) Magnetic Monopoles: A Lattice
 Monte Carlo Study.
 LAPP-Th. 116

G. SCHIERHOLZ, M. TEPER
 On the Restauration of Lorentz Invariance in
 SU(2) und SU(3) Lattice Gauge Theories.
 Phys. Lett. 136 B (1984) 69

Glueball Masses on Large Lattices.
 Phys. Lett. 136 B (1984) 64

B. SCHREMPP, F. SCHREMPP
 Light Leptoquarks.
 DESY 84-117

Massive Yang Mills — An Effective Lagran-
 gian for Composite W^{\pm} , Z and New Coloured
 Vector Bosons.
 DESY 84-055

T. SJÖSTRAND
 Some Comments on Jet Fragmentation
 Models and α_s Determinations.
 Z. Phys. C 26 (1984) 93
 und DESY 84-023

The Merging of Jets.
 Phys. Lett. 142 B (1984) 420
 und DESY 84-019

F. STEINER
 Space-Time Transformations in Radial Path
 Integrals.
 Phys. Lett. 106 A (1984) 356
 und DESY 84-085

Exact Path Integral Treatment of the
 Hydrogen Atom.
 Phys. Lett. 106 A (1984) 363
 und DESY 84-100

Technische Entwicklung und Dienste

Veröffentlichungen

H. FRESE
 Digital Control of Accelerators — The First
 Ten Years.
 Proc. of the Conf. Computing in Accelerator
 Design and Operation, Lecture Notes in
 Phys. Vol. 215, Springer Verlag, Berlin (1984)

G. PFEIFFER
 A Flexible Command Generation Technique
 for Application in Dialogue Systems.
 SOFTWARE-Practice and Experience,
 Vol. 14 (5) (1984) 483

Vorträge

H. J. STUCKENBERG
 Requirements for HERA Data Read-out.
 ESONE Conf., Padua (1984)

Die Silizium-Hardware der Rechen-
 maschinen.
 DESY-Datenverarbeitungsseminar und
 DESY F56-84-01

Überblick über moderne BUS-Systeme.
 DESY-Datenverarbeitungsseminar

M-Bereich

Veröffentlichungen

K. L. F. BANE, T. WEILAND, P. B. WILSON
 Wake Fields and Wake Field Acceleration.
 IIIrd Summer School on High Energy Accele-
 rators, Upton (1983),
 SLAC-PuB-3528, Stanford (1984)

D. P. BARBER, H. D. BREMER,
 J. KEWISCH, H. LEWIN, T. LIMBERG,
 H. MAIS, G. RIPKEN, R. ROSSMANITH,
 R. SCHMIDT, F. ZWACK
 Polarization at PETRA and DORIS.
 Invited talk, Vth Int. Symp. on High Energy
 Spin Phys., Marseille (1984)
 und DESY M-84-19

D. P. BARBER, J. KEWISCH, G. RIPKEN,
 R. ROSSMANITH, R. SCHMIDT
 A Solenoid Spin Rotator For Large Electron
 Storage Rings.
 DESY 84-102

B. DWERSTEG, W. EBELING, F. FLAUGER,
 W. D. MÖLLER, J. PETERS, D. PROCH,
 D. RENKEN, J. SUSTA
 Status Report of the PETRA 18-cell Super-
 conducting Cavity Experiment.
 Second Workshop on Superconducting
 Cavities, CERN, Genf (1984)
 und DESY M-84-14

Superconducting Cavities Activities at DESY.
 Second Workshop on Superconducting
 Cavities, CERN, Genf (1984)
 und DESY M-84-12

H. HENKE (CERN), T. WEILAND
 Mode and Mode-Losses in the LEP Accele-
 rating Cell.
 LEP-Note 516, Genf (1984)

A. PIWINSKI
 Longitudinal and Transverse Wake Fields in
 Flat Vacuum Chambers.
 DESY 84-097

R. ROSSMANITH, R. SCHMIDT
 Compensation of Depolarizing Effects in
 Electron Positron Storage Rings.
 DESY 84-105

On the Unique Numerical Solution of Max-
 wellian Eigenvalue Problems in Three
 Dimensions.
 DESY 84-111

K. STEFFEN
 Die schnellen Ringe.
 Bild d. Wiss. 9(1984) 62

J. SUSTA
 Development in Fabrication Methods.
 Second Workshop on Superconducting
 Cavities, CERN, Genf (1984)
 und DESY M-84-13

S. H. WANG

Beam Dynamics Design for the Radio Frequency Quadrupole (RFQ) as Preinjector of the HERA-LINAC III.
DESY 84-092

T. WEILAND

On the Numerical Solution of Maxwell's Equations and Applications in the Field of Accelerator Physics.
Particle Accelerators 15 (1984) 245
und DESY 84-006

High Gradient Acceleration of Particles by Wake Field Transformation.

Invited Talk Symp. on the Projekt of Future of High Energy Accelerators at KEK, Tsukuba (1984)
und KEK Report 84-01, Tsukuba (1984)

Numerical Solution of Maxwell's Equations by Finite Integration Theory.

KEK Accelerator Seminar, Tsukuba (1984)
und TN-84-007

Wake Field Accelerators.

Invited Talk, Symp. on the Projects of Future High Energy Accelerators at KEK, Tsukuba (1984)
und KEK Report 84-1

Two Beam, Wakefield and Millimeter-wave Accelerators.

Invited Talk, CAS-ECFA-INFN Workshop (1984)
und DESY M-85-06

A. WRULICH

RACETRACK — A Computer Code for the Simulation of Nonlinear Particle Motion in Accelerators.
DESY 84-026

Vorträge

H. MAIS

Polarisierte Elektronenstrahlen in BESSY
Seminarvortrag, BESSY, Berlin (1984)

Nichtlineare Probleme des Speicherrings.
Treffen der KFA Jülich zu „Nichtlineare Dynamik“, Bad Honnef (1984)

Chaotisches Verhalten Hamilton'scher Systeme.

Seminarvorträge, Univ. Hamburg und Frankfurt
und M/VM-84-02

K. STEFFEN

Basic Course on Accelerator Optics.
5 Lectures, CERN Accelerator School, Orsay (1984)

Perspectives and Plans for HERA.

Invited Talk, VIth Int. Symp. on High Energy Spin Physics, Marseille (1984)

G.-A. VOSS

Particle Accelerator Technology Today and Tomorrow.
SIN-Symposium, Villingen (1984)

T. WEILAND

Das Wakefield-Studienprojekt bei DESY — Ein neues Beschleunigungsprinzip.
DESY-Fortbildungsseminar (1984)

Neue Verfahren zum Berechnen von Beschleunigern (Feldberechnungen, Beam Cavity Interaction, kollektive Effekte, Wake Field Beschleuniger).

Seminarvortrag, Univ. Frankfurt (1984)

Numerische Lösung der Maxwell'schen Gleichungen in zwei und drei Dimensionen.
Seminarvortrag, Kernforschungszentrum Karlsruhe (1984)

Ein Weg zur e^+e^- Physik im TeV-Bereich — Der Wake Field Transformator.

Seminarvortrag, Univ. Bonn (1984)

The Wake Field Accelerator.

Invited talk, Annual Scientific Meeting, NIKHEF, Amsterdam (1984)

Instabilities and Tracking.

Symp. on the Projekt of Future High Energy Accelerators at KEK, Tsukuba (1984)

Impedance, Bellows and Cavity Design.

Symp. on the Projekt of Future High Energy Accelerators at KEK, Tsukuba (1984)

Operational Experience with PETRA.

Symp. on the Projekt of Future High Energy Accelerators at KEK, Tsukuba (1984)

Wake Field Acceleration.

Invited talk, Annual Meeting of the Japanese Phys. Soc., Kyushu (1984)

Near Field Accelerators — Working Group Report.

Invited talk, CAS-ECFA-INFN Workshop (1984)

Interne Berichte

D. BARBER, H. D. BREMER, J. KEWISCH, H. C. LEWIN, T. LIMBERG, G. RIPKEN, R. ROSSMANITH, R. SCHMIDT, F. ZWACK
Measurements of the Reproducibility of the PETRA Energy.
DESY M-84-16

D. P. BARBER, H. MAIS, G. RIPKEN

Calculation of the Dependence of Damping Distributions of R. F. Frequency in the Fully Coupled 6×6 Formalism.
DESY M-84-01

Conversion of the Thin Lens 8×8 Matrix Formalism of the Spin Orbit Coupling (SLIM) to a Formalism Using Dispersion.
DESY M-84-17

G. HEMMIE, J. ROSSBACH

Eddy Current Effects in the DESY II Dipole Vacuum Chamber.
DESY M-84-05

R. KLATT, R. D. KOHAUPT, T. WEILAND

Theoretical Prediction of Head Tail Tune Shift in PETRA.
DESY M-84-15

R. KLATT, T. WEILAND

Comparison of Six Accelerating Cavities with Respect to Collective Effects.
DESY M-84-06

W. KRIENS, F. NEUBAU

Messungen an Prototypen eines gepulsten 4 Tesla Sättigungs-Dipols und eines 200 T/m Panofsky-Quadrupols.
DESY M-84-18

T. LIMBERG

Eine genaue Bestimmung der Masse des Y^0 -Teilchens.
Diplomarbeit, Univ. Hamburg (1984)
und DESY M-84-03

H. MAIS, G. RIPKEN

Investigation of Spin-Orbit Decoupling and Elimination of Depolarizing Resonances in Electron-Positron Storage Rings.
DESY M-84-04

Influence of the Synchrotron Radiation on the Spin-Orbit Motion of a Particle in a Storage Ring. — (II) Introduction of the Dispersion.
DESY M-84-09

F. NEUBAU

Zusammenfassung der Magnet- und Pulserdaten der Septa bei bei PIA, DORIS und PETRA.
DESY M-84-08

J. PETERS

Temperature Mapping with Distributed Multiplexers and an Amplifier at 4.2 K.
DESY M-84-07

A. PIWINSKI, J. ROSSBACH

Höhere Ströme in PETRA.
DESY M-84-02

D. PROCH, K. THIELE

Reinigungsverfahren für supraleitende Niob Strukturen.
DESY M-84-10

Vorläufige Mitteilungen

CHR. FALLAND, W. GIESSKE, H. LETTNER
Vorschlag für künftigen Aufbau zur Helium-Lecksuche.
M/VM-84-03

J. RÜMMLER

Berechnung und Test des neuen DORIS II Kickers.
M/VM-84-01

Strahlenschutz

Veröffentlichung

K. TESCH
Measurement of Doses between 10^{-2} and 10^9 Gy with Glass Dosimeters.
Rad. Prot. Dosimetry 6 (1984) 347

Interne Berichte

K. TESCH
A Simple Estimation of the Lateral Shielding for Proton Accelerators in the Energy Range 50 to 1000 MeV.
DESY D3-50 (1984)

K. AMSINCK, K. P. KLIMEK, H. P. SCHOLZ
Die Dosisleistung der Röntgenstrahlung beim Betrieb von Hochfrequenz-Resonatoren.
DESY D3/MHF-51 (1984)

H. DINTER
Synchrotron Radiation in the PETRA Tunnel.
DESY D3-52 (1984)

Vorträge

K. TESCH
Dosimetrie an Hochenergiebeschleunigern.
Haus der Technik, Essen (1984)

Die Organisation des Strahlenschutzes an Beschleunigern im nicht-medizinischen Bereich.
Haus der Technik, Essen (1984)

HERA

Veröffentlichungen

H. BARTON
Summary of Cryogenic Cycles Proposed for HERA.
DESY HERA 84/20

R. BRINKMANN, J. ROSSBACH
Layout and Optics for HERA — Head-on Interaction Region and Straight Sections.
DESY HERA 84/17

J. BUON
Mini Rotator A2 and Systematic Study of Seven-Magnet Rotators for HERA.
DESY HERA 84/11

Sensitivity of an Experiment to the Degree of Polarization in HERA for Detecting Right Handed Currents.
DESY HERA 84/14

R. HENSLER, D. HUBERT, A. LADAGE, D. TRINES
Present Ideas on the Leak Hunting at the Cryostats in the HERA Tunnel.
DESY HERA 84/29

HERA-KÄLTEGRUPPE
Eine Helium-Kälteanlage zum Betrieb des supraleitenden Protonen-Speicherringes des p-e-Speicherringensystems HERA.
Tech. Spez. DESY No. B 2.530

G. HORLITZ
A Central Refrigeration System for the Superconducting HERA Proton Magnet Ring.
DESY HERA 84/02

G. HORLITZ, H. KAISER, G. KNUST, H. LIERL, K.-H. MESS, S. WOLFF, P. SCHMÜSER, B. H. WIJK
Warm Yoke Dipole Prototypes for HERA.
Proc. of the Superconductivity Conf., San Diego (1984)
und DESY HERA 84/23

H. LIERL, P. SCHMÜSER
Cooldown of a HERA Octant Equipped with Cold Iron Dipoles.
DESY HERA 84/16

J. MAIDMENT
Parameter of DESY III — The 7.5 GeV/c HERA Proton Booster.
DESY HERA 84/08

Proton RF Parameters in PETRA.
DESY HERA 84/21

F. NEUBAU, W. KRIENS
Messungen an Prototypen eines gepulsten 4 Tesla Sättigungs-Dipols und eines 200 T/m Panofsky-Quadrupols.
DESY HERA 84/24

U. OTTERPOHL
Untersuchungen zum Quentchenverhalten supraleitender Magnete.
DESY HERA 84/05

J. PETERS
A New Type of Higher Order Mode Coupler and Absorber for Single Mode Cavities.
DESY HERA 84/19

U. VON RIENEN, T. WEILAND
Higher Order Mode Loss Heating of Vacuum Chamber Joints in HERA p-Ring.
DESY HERA 84/13

F. SCHMIDT
Untersuchung der Skalierung der maximalen Amplitude mit den Beta-Funktionswerten.
DESY HERA 84/06

P. SCHMÜSER
The Electron-Proton Colliding Beam Facility HERA.
DESY HERA 84/15

P. SCHMÜSER, C. DAUM
Superconducting Correction Coils for HERA.
J. de Phys. C 1 (1984) 267

K. STEFFEN
Rotation of Beam Cross Section in the HERA Proton and Positron Injection Channel.
DESY HERA 84/01

Errors and Corrections in the Mini Rotator.
DESY HERA 84/03

Alternative Lattice and Optic Layout for the HERA Proton Ring.
DESY HERA 84/04

Layout of a Head-on and a 4 mrad Collision Geometry with Longitudinal Polarisation for HERA.
DESY HERA 84/09

Perspectives and Plans for HERA.
DESY HERA 84/27

K. STEFFEN, J. BUON
HERA Variable Energy Spin Rotator.
DESY HERA 84/25

LINAC III Group, U. TIMM et al.
Project Study for the 50 MeV HERA LINAC as H⁻ Injector for DESY III.
DESY HERA 84/12

D. TRINES et al.
The Insulation Vacuum System of the HERA Superconducting Magnet in the Arcs — A Status Report.
DESY HERA 84/28

F. ULLRICH
Druckverläufe der Kühlwasserleitung im HERA-Tunnel.
DESY HERA 84/26

T. WEILAND
Design of RF Quadrupoles and RF Waveguides with URMEL 3.0 (URMEL Userguide — Update 3.0).
DESY HERA 84/18

P. WILHELM, E. LOHRMANN
Role of Rounding Errors in Beam Tracking Calculations.
DESY HERA 84/22

A. WRULICH
Particle Tracking for HERA.
DESY HERA 84/07

Aperture Requirements in the Straight Sections of the HERA Proton Ring.
DESY HERA 84/10

Vorträge

G. HORLITZ
Refrigeration of a 6.4 km Circumference 4.5 Tesla Superconducting Magnet Ring System for the Electron-Proton Collider HERA.
Proc. of the Xth Int. Cryog. Eng. Conf., Helsinki (1984)

K. H. MESS
HERA – The Machine and the Physics.
Workshop on Phys. beyond 100 GeV, Santa
Barbara (1984)

P. SCHMÜSER
HERA.
Kolloquiumsvortrag, GKSS Geesthacht
(1984)

The Electron-Proton Colliding Beam Facility
HERA.
Topical Sem. on Perspectives for Experi-
mental Apparatus at Future High Energy
Machines, S. Miniato (1984)

Elementarteilchenphysik bei DESY.
Zürcher Phys. Ges., Univ. Zürich (1984)

Der supraleitende HERA-Protonring.
Seminarvortrag, Univ. Bonn (1984)

Experiments with Polarized Electron Beams
at HERA.
VIth Int. Symp. on High Energy Spin Phys.,
Marseille (1984)

B. H. WILK
HERA – The Machine and the Physics.
Kolloquiumsvortrag, Univ. Bern (1984)
und CERN School of Physics, Lofthus (1984)

HERA.
ICFA Seminar, Tokio (1984)

Technical Uses of Superconductivity.
Annual Meeting of the Norw. Phys. Ges.,
Bergen (1984)

HERA – The Accelerator and the Physics.
Univ. Lund (1984) und Univ. Zürich (1984)
und SIN Villingen (1984)

Physics with HERA.
Particle Phys. Conf., Triest (1984) und
I Teoretisk Fysikk, Trondheim (1984) und
Univ. Göteborg (1984)

Experimental Evidence for QCD.
I Teoretisk Fysikk, Trondheim (1984)

Status of HERA.
Discussion Meeting on HERA Experiments,
Genua (1984)

Z-Bereich

Vorträge

W. SCHÖTT
Datenverarbeitung bei DESY.
ECFA Data Processing Harmonisation
Group Meeting, CERN Genf (1984)

Anforderungen der Großforschungsein-
richtung DESY Hamburg an die Datenver-
arbeitung bei der Durchführung von Ex-
perimenten in der Hochenergiephysik.
IBM-Seminar „Konzept und Produkte der
Informationsverarbeitung in Technik und
Wissenschaft“, Sindelfingen (1984)

Verwirklichte und geplante Energiespar-
maßnahmen bei DESY in Hamburg.
Erfahrungsaustausch bei der BGR, „Energie-
einsparung im Bereich der Öffentlichen
Hand“, Hannover (1984)

Datenverarbeitung

Vorträge

H. BUTENSCHÖN
Fehlersuche in FORTRAN Programmen.
DESY-Datenverarbeitungsseminar (1984)

NEWLIB: TSO Productivity System at DESY.
Europhys. Conf., Brüssel (1984)

Experiences in Implementing a General
Software Development Tool in PL/I.
Proc. of the SEAS Anniversary Meeting
(1984)

H.-P. SOMMER
NEWLIB für Anfänger.
DESY-Fortbildungsseminar (1984)

Interne Berichte

P.-K. SCHILLING
How to use T_EX at DESY.
Int. Bericht DESY R02

Formatting Tables with T_EX.
Int. Bericht DESY R02

Using T_EX Fonts.
Int. Bericht DESY R02



Herausgeber:
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY
Notkestraße 85, 2000 Hamburg 52
Telefon (040) 89980, Telex 2 15 14

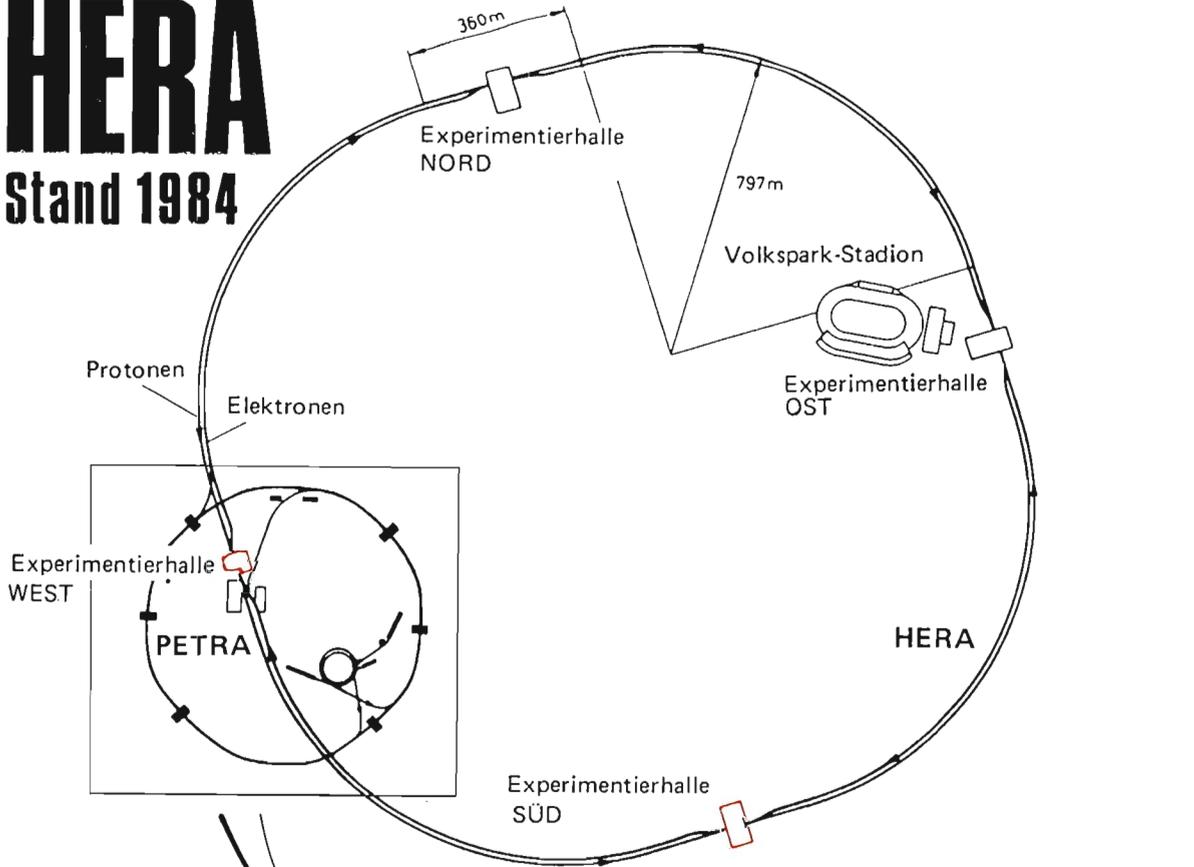
Drucklegung:
November 1985

Herstellung und Gestaltung:
Abteilung PR – Öffentlichkeitsarbeit
Telefon (040) 8998-36 13

Satz: DSD, Hamburg
Druck und Verarbeitung:
HB-Druck H. Bung, Hamburg

HERA

Stand 1984



Gebäude	Tunnel	
		im Bau
		fertig
		Elektronen-Ring
		Protonen-Ring

