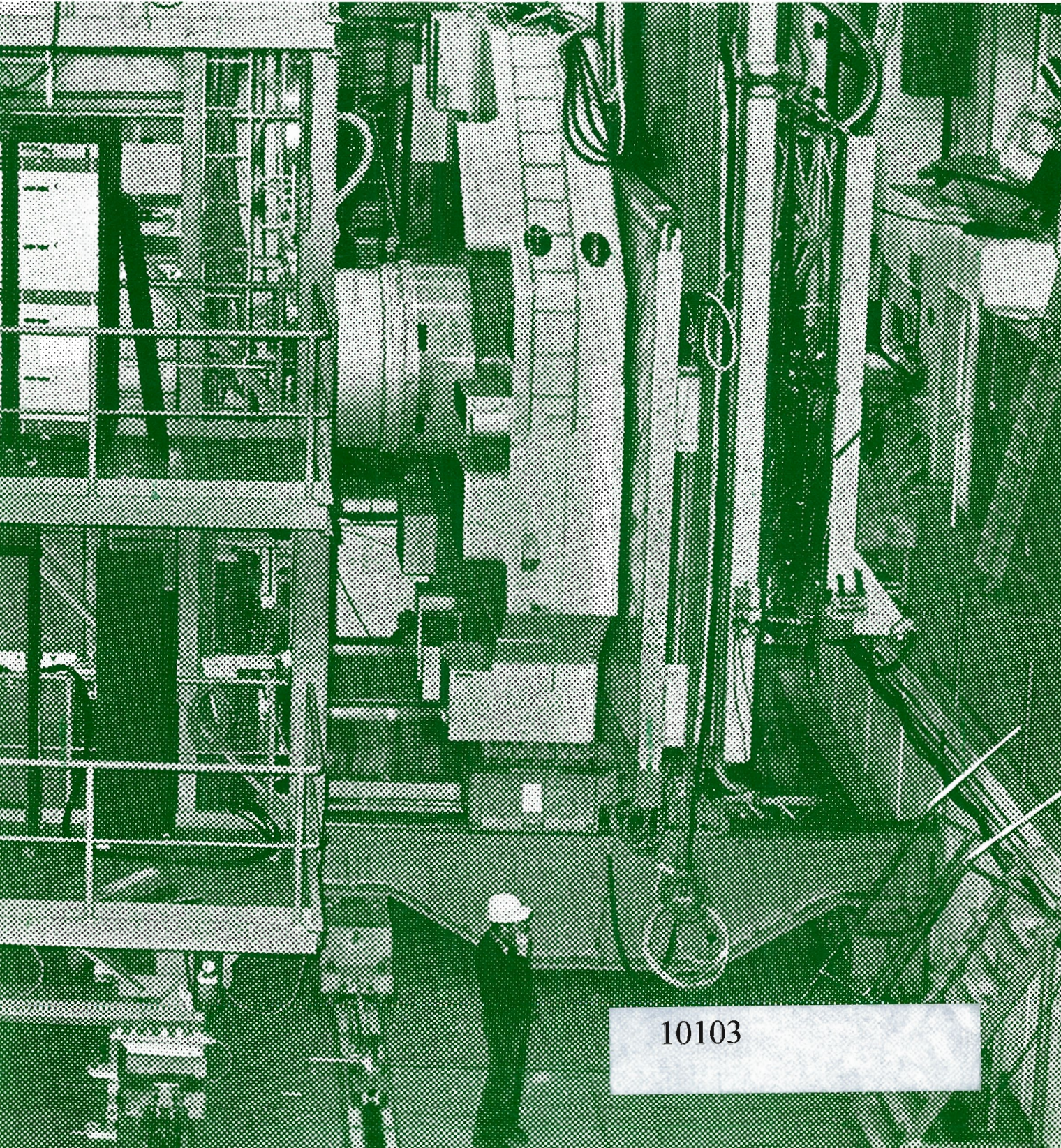




WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT
1979

DESY

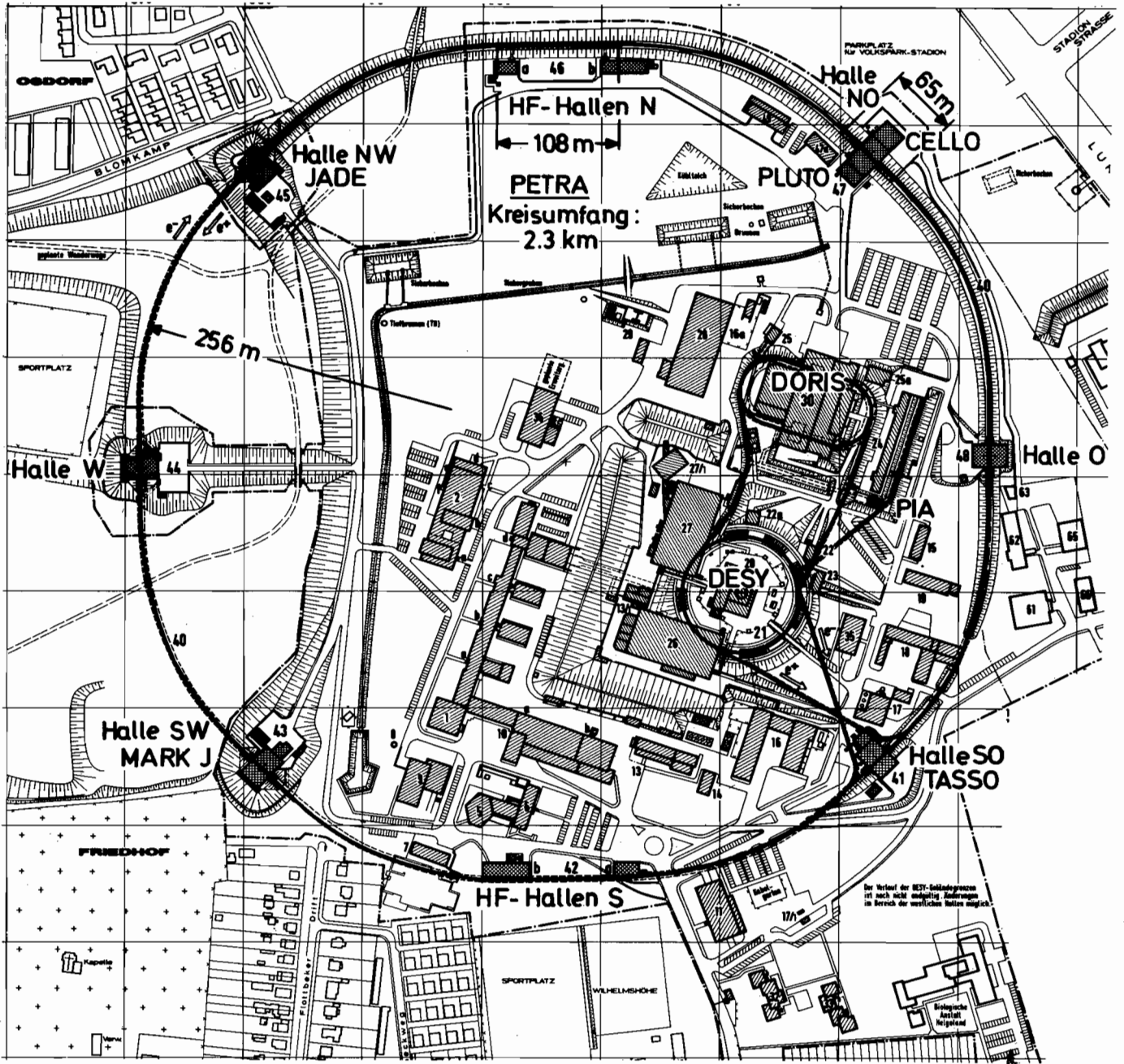


10103

**Wissenschaftlicher Jahresbericht 1979
Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY**

INHALT

	Seite
Einführung	V
Übersicht	IX
Organe der Stiftung	XVII
Bereich Forschung	1
Bereich Maschine	143
Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb	163
Veröffentlichungen und Vorträge	179



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

Einführung

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

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

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

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

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

Finanzierung

Der zum Betrieb von DESY erforderliche Mittelaufwand wird im Verhältnis 9 : 1 von der Bundesregierung und von der Freien und Hansestadt Hamburg aufgebracht. Die Zuwendungen für Betriebsmittel und Investitionen betragen im Jahre 1979 130,9 Mio DM. Ausländische Institute tragen z. Zt. etwa die Hälfte der für die Experimente anfallenden Kosten. Dies entspricht internationalen Absprachen, durch die eine optimale Nutzung der Anlagen gewährleistet wird.

Die Problemstellung der Elementarteilchenphysik

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

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

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

Elementarteilchenphysik bei DESY

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

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

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

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

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

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

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

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

Forschung auf benachbarten Gebieten

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

Es sind außerdem eine Reihe von anwendungsnahen Projekten möglich, wie z. B. Mikroskopie im weichen Röntgengebiet mit elementspezifischem Kontrast, Röntgentopographie, Röntgenbeugung und Röntgenabsorption für Strukturuntersuchungen auch technisch interessanter Materialien. Röntgenlithographie kann eines Tages als Produktionstechnik für die Herstellung subminiaturisierter elektronischer Schaltkreise eine große Bedeutung erlangen. So hat die Fraunhofer-Gesellschaft zusammen mit deutschen Industrieunternehmen ein neues Strahlrohr am DORIS-Speicherring für Voruntersuchungen auf diesem Gebiet aufgebaut.

Bei den Anwendungen seien auch die Eichungen von Sekundärlichtquellen durch die Physikalisch-Technische Bundesanstalt für quantitative Untersuchungen von Fusionsplasmen erwähnt. Es wurden schließlich Vorarbeiten für ein stark erweitertes Synchrotronstrahlungslabor an DORIS durchgeführt und an einer Studie des BMFT für die Einrichtung eines eigenen Synchrotronstrahlungs-Speicherrings in Berlin mitgearbeitet.

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

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

Die Elementarteilchenphysik als ein Motor des technologischen Fortschritts

Bau und Weiterentwicklung von DESY, DORIS und PETRA in Zusammenarbeit mit der Industrie, dienen zugleich der allgemeinen Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Beschleunigertechnik und der dabei angewendeten neuen Technologien. Elektronenströme mit immer besseren Strahlqualitäten sollen auch in Zukunft zu wesentlichen neuen Erkenntnissen verhelfen. Die Durchführung und Auswertung von Experimenten auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik stellen extreme Anforderungen an die benötigten technischen Apparaturen. Das hat dazu geführt, daß die Elementarteilchenphysik zu einem Innovationsmotor für fortgeschrittene Technologien geworden ist, Beispiele sind:

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

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

Übersicht 1979

Nachdem Ende 1978 die ersten Messungen am neuen Speicherring PETRA durchgeführt waren, konnten ab Januar 1979 routinemäßig Daten aufgenommen werden. Die daraus gewonnenen Ergebnisse führten in wissenschaftliches Neuland und wurden mit entsprechendem Interesse aufgenommen.

Das wohl eindrucksvollste Ergebnis war die Beobachtung der für die Kräfte zwischen den Quarks verantwortlichen „Gluonen“. Bei Elektron-Positron-Stößen entstehen Quark-Antiquark-Paare, deren Zerfallsprodukte gebündelt in entgegengesetzter Richtung wegfliegen (Jets). Bei den bei PETRA erreichten Energien werden diese Bündel immer schlanker und gelegentlich wird ein drittes Bündel beobachtet. Dieses wird als abgestrahltes Gluon interpretiert. Die Häufigkeit dieser Drei-Jet-Reaktionen bestätigt die für die Quark-Kräfte entwickelte Theorie, die Quanten-Chromo-Dynamik (QCD) und erlaubt eine Abschätzung der Stärke der Quarkkräfte.

*Die Beobachtung
der Gluonen*

Ein zweites wichtiges Ergebnis von PETRA betrifft die Struktur der Leptonen, die neben den Quarks als Urbausteine der Materie angesehen werden. Für die drei z. Zt. bekannten geladenen Leptonen (das Elektron, das Myon und das Tau) konnte bewiesen werden, daß man sie bis herab zu 10^{-16} cm (ca. 1 0/100 der Größe des Wasserstoffkernes) als Punktteilchen betrachten kann. Dies ist die kleinste Entfernung, bis zu der ein Naturgesetz bis jetzt nachgeprüft wurde.

*Die Struktur der
Leptonen*

Bei PETRA konnten im Jahre 1979 Messungen bis zu einer Gesamtenergie von 31.6 GeV durchgeführt werden und dabei besonders nach dem sechsten, dem t-Quark-Antiquark-Paar gesucht werden. Das Ergebnis ist, daß solch ein Paar (ähnlich dem J/psi- und dem Ypsilon-Teilchen), eine Masse haben müßte, die höher liegt als die bei PETRA z. Zt. erzeugbare. Dies ist für die Quark-Theorien besonders interessant.

*Die Masse der
t-Quarks*

Wenn ein Elektron und ein Positron nahe aneinander vorbeifliegen und sich jedoch nicht vernichten, dann können beide je ein Lichtquant (= Photon) abstrahlen. Die beiden Lichtquanten können zusammenstoßen und sich dabei in Materieteilchen verwandeln. Diese Vorgänge werden bei höheren Energien sehr häufig. Sie wurden jetzt bei PETRA beobachtet und eröffnen ein ganzes neues Forschungsgebiet.

*Streuung von
Licht an Licht*

Auch am Speicherring DORIS lief das Forschungsprogramm voll weiter. Die wichtigsten Ergebnisse betreffen das Ypsilon-Teilchen. So wurde der schon im vorigen Jahr beobachtete Zerfall in drei Jets von einer zweiten Gruppe bestätigt. Auch dieses Ergebnis ist mit der Theorie der Quarkkräfte (QCD) voll im Einklang: Die drei Jets werden von drei Gluonen verursacht, in die das Ypsilon-Teilchen bevorzugt zerfällt. Aus den Messungen am Ypsilon-Teilchen konnte auch seine Lebensdauer bestimmt werden.

*Eigenschaften des
Ypsilon*

Die in Zusammenarbeit mit der Universität Cornell durchgeführten Arbeiten (Elektroproduktion) haben bemerkenswerte Ergebnisse über den Zerfallsmechanismus der Quarks (Fragmentation) beigetragen. Die Auswertung der Daten wurde 1979 abgeschlossen. DESY ist außerdem an der großen europäischen Myonen-Kollaboration am CERN in Genf beteiligt. Wasserstoff und Deuterium wurden im Berichtsjahr mit Myonen von 120 bis 280 GeV bestrahlt. Dabei wurde unter anderem auch die Produktion des J/psi-Teilchens untersucht. Diese Arbeiten sind die natürliche Fortsetzung der am Synchrotron bei DESY bei niedrigeren Energien durchgeführten Elektron-Streuexperimente.

*Arbeiten an auswertigen
Beschleunigern*

Anfang Juli wurde ein neuer Speicherring bei DESY in Betrieb genommen: PIA, der Positronen-Intensitäts-Akkumulator. Er dient zur Aufbereitung der Positronenstrahlen bei der Füllung der beiden Speicherringe DORIS und PETRA. Der Füllvorgang der beiden großen Ringe konnte auf diese Art wesentlich vereinfacht werden. Die Füllzeiten haben sich auf wenige Minuten reduziert. Die früher nötige Unterbrechung des Betriebes von DORIS für die Füllung von PETRA entfällt.

Der Speicherring PIA

Synchrotronstrahlung HASYLAB

Im März 1979 wurde das 1974 in Betrieb genommene Synchrotronstrahlungslabor bei DORIS unmittelbar nach einer letzten Meßperiode geschlossen und mußte dem Bau der neuen etwa zehnmal größeren Experimentierhalle weichen. Viele Arbeitsgruppen beschäftigten sich jedoch 1979 intensiv mit der Auswertung und Interpretation ihrer Daten, wovon die große Zahl von mehr als 100 DESY-Synchrotron-Strahlungs-Berichten und externen Publikationen zeugt.

Planung für HERA

Ein für die Zukunft von DESY wesentliches Projekt wurde 1979 in Angriff genommen. Es handelt sich um die Planung eines neuen Speicherringsystems. Zwei wichtige Probleme sollen an ihm untersucht werden: Die Kräfte zwischen den Quarks und den Leptonen und eine mögliche Struktur dieser beiden Bausteine. Dazu werden Stöße zwischen den im Wasserstoffkern enthaltenen Quarks und Elektronen bei sehr hoher Energie untersucht. Die Wasserstoffkerne und die Elektronen werden gegeneinander geschossen in einem unterirdischen Doppelring-System, das den Namen HERA erhalten hat und zwei Kilometer Durchmesser haben soll.

Nationale und Internationale Zusammenarbeit

Besonders erfreulich an der Elementarteilchen-Physik ist ihre sehr enge nationale und internationale Verflechtung, an der auch DESY intensiv beteiligt ist. Die Forschungsarbeiten bei DESY werden mit entsprechenden Einrichtungen in anderen Ländern koordiniert. Auf europäischer Ebene ist das DESY-Programm mit den wissenschaftlichen Untersuchungen des Kernforschungszentrum CERN in Genf eng verbunden. Neben den 180 von DESY angestellten wissenschaftlichen Mitarbeitern (insgesamt hat DESY rund 1100 Mitarbeiter), sind über 300 auswärtige Wissenschaftler am Forschungsprogramm von DESY beteiligt. Folgende deutsche Forschungsstätten sind vertreten: Die Universitäten Bielefeld, Bonn, Dortmund, Freiburg, Hamburg, Heidelberg, Karlsruhe, Kiel, Mainz, Marburg, München, Osnabrück, Siegen, Trier/Kaiserslautern, Tübingen, Würzburg und Wuppertal, das Kernforschungszentrum Karlsruhe, die Technische Hochschule Aachen, das Max-Planck-Institut für Physik und Astrophysik in München. Zwanzig ausländische Institute beteiligen sich mit eigenen Mitteln an den Experimenten. Die Institute verteilen sich auf die Länder England, Frankreich, Holland, Israel, Italien, Japan, Norwegen, Schweden, UdSSR, USA, V. R. China.

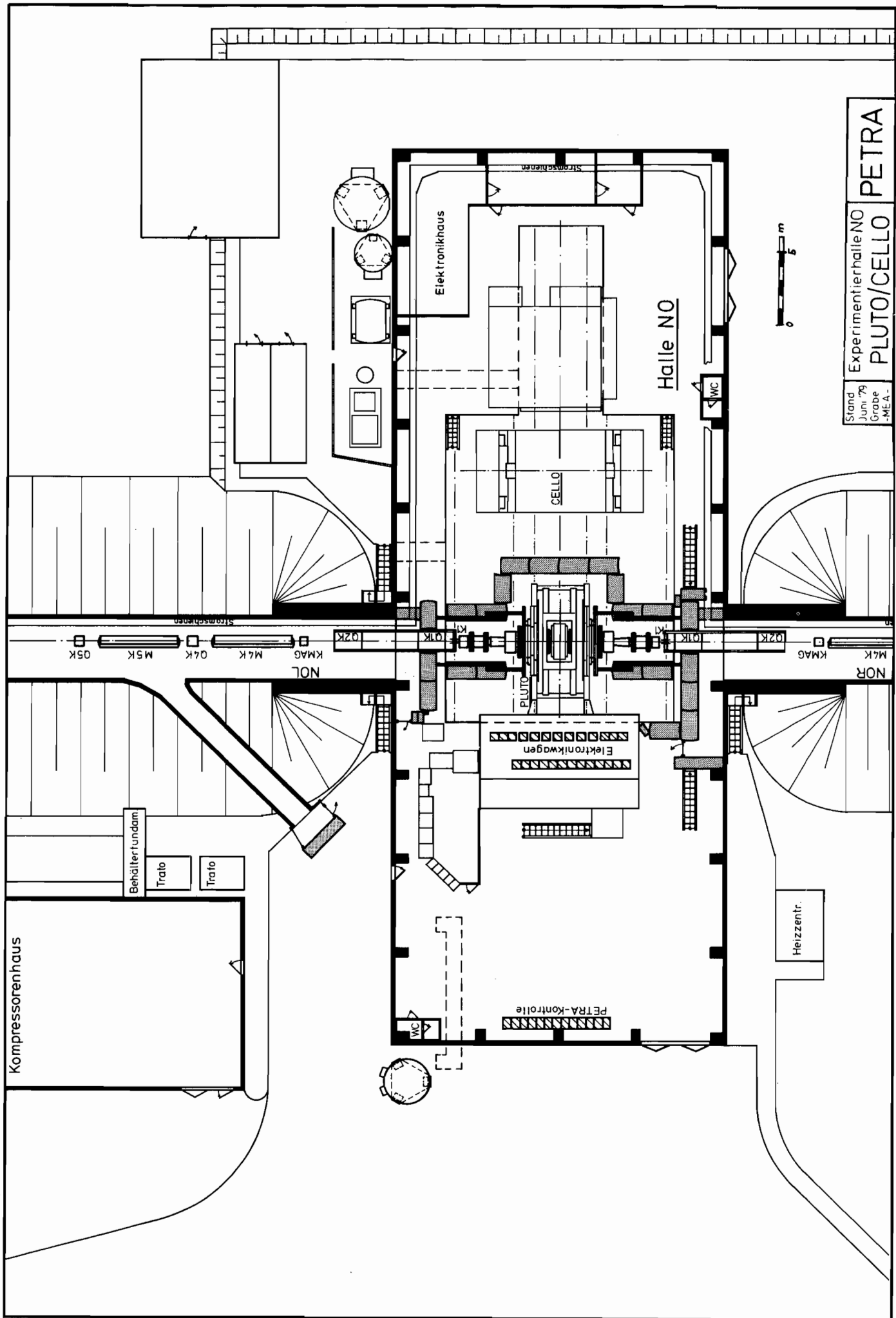
Internationale Zusammenarbeit bei den Experimenten

Am Speicherring DORIS

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

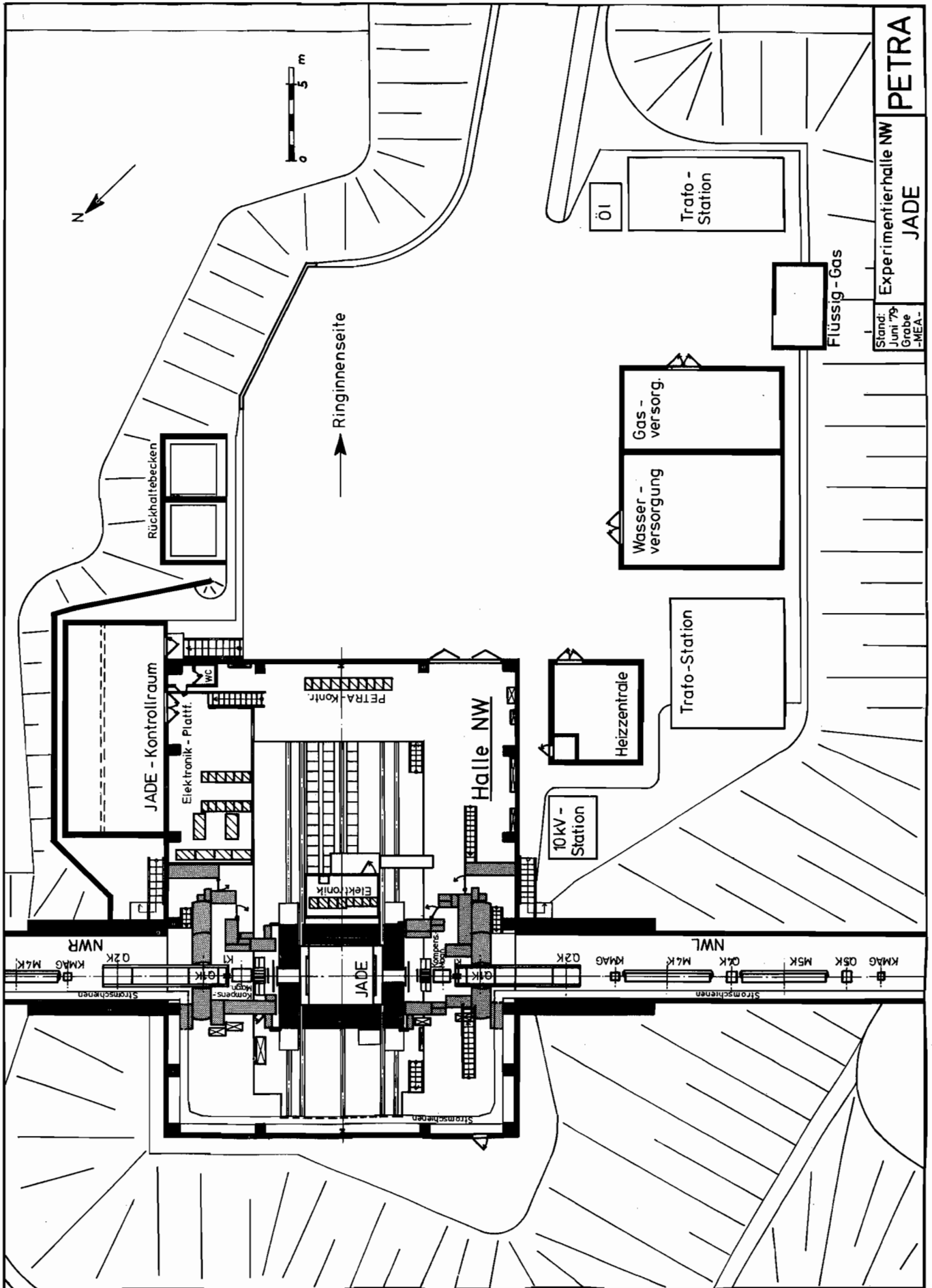
Am Speicherring PETRA

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

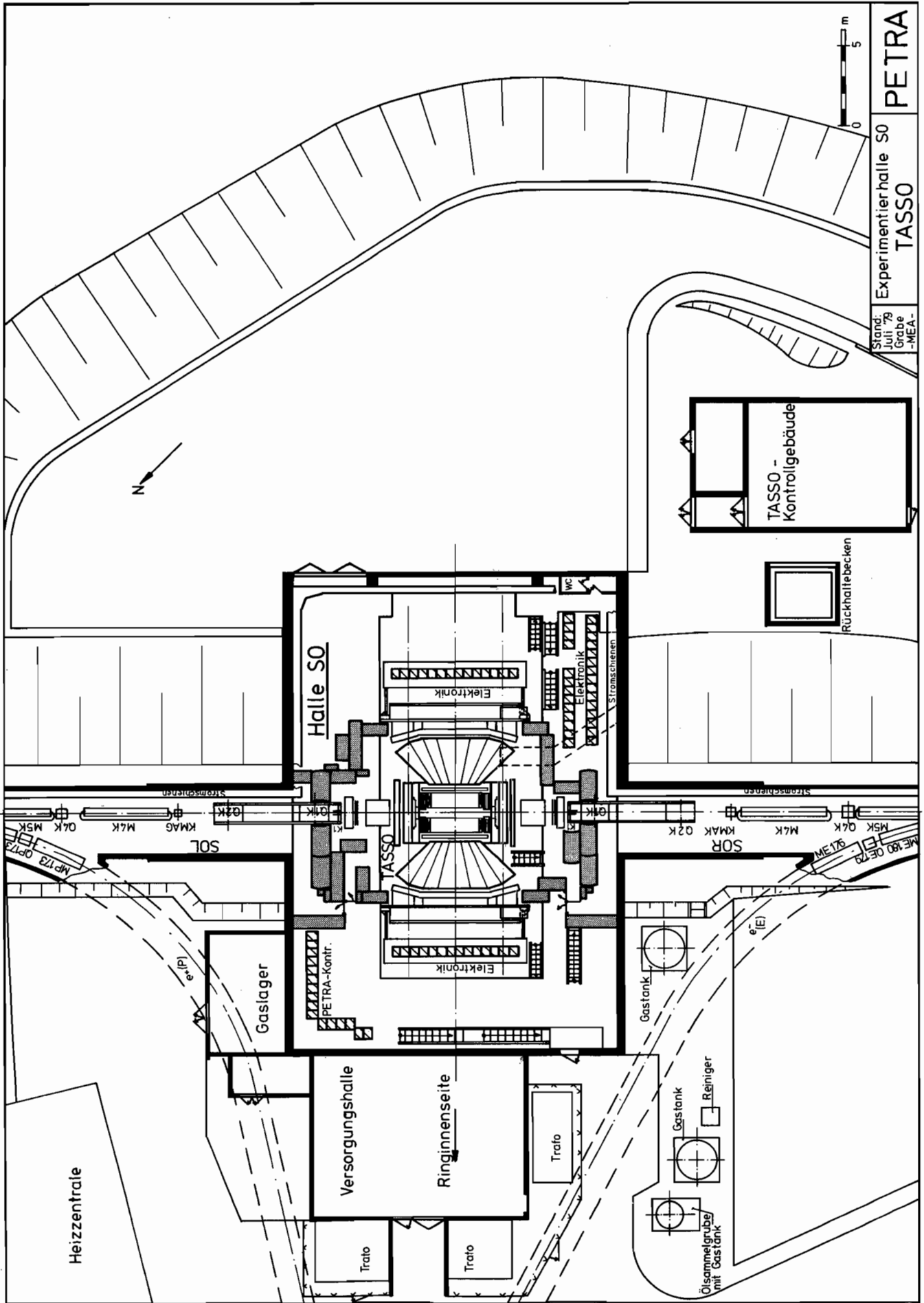


Stand Juni 79
 Grabe
 -MEA-

Experimentierhalle NO
 PLUTO/CELLO
 PETRA



PETRA
 Experimentierhalle NW
JADE
 Stand: Juni 79
 Grabbe
 -MEA-

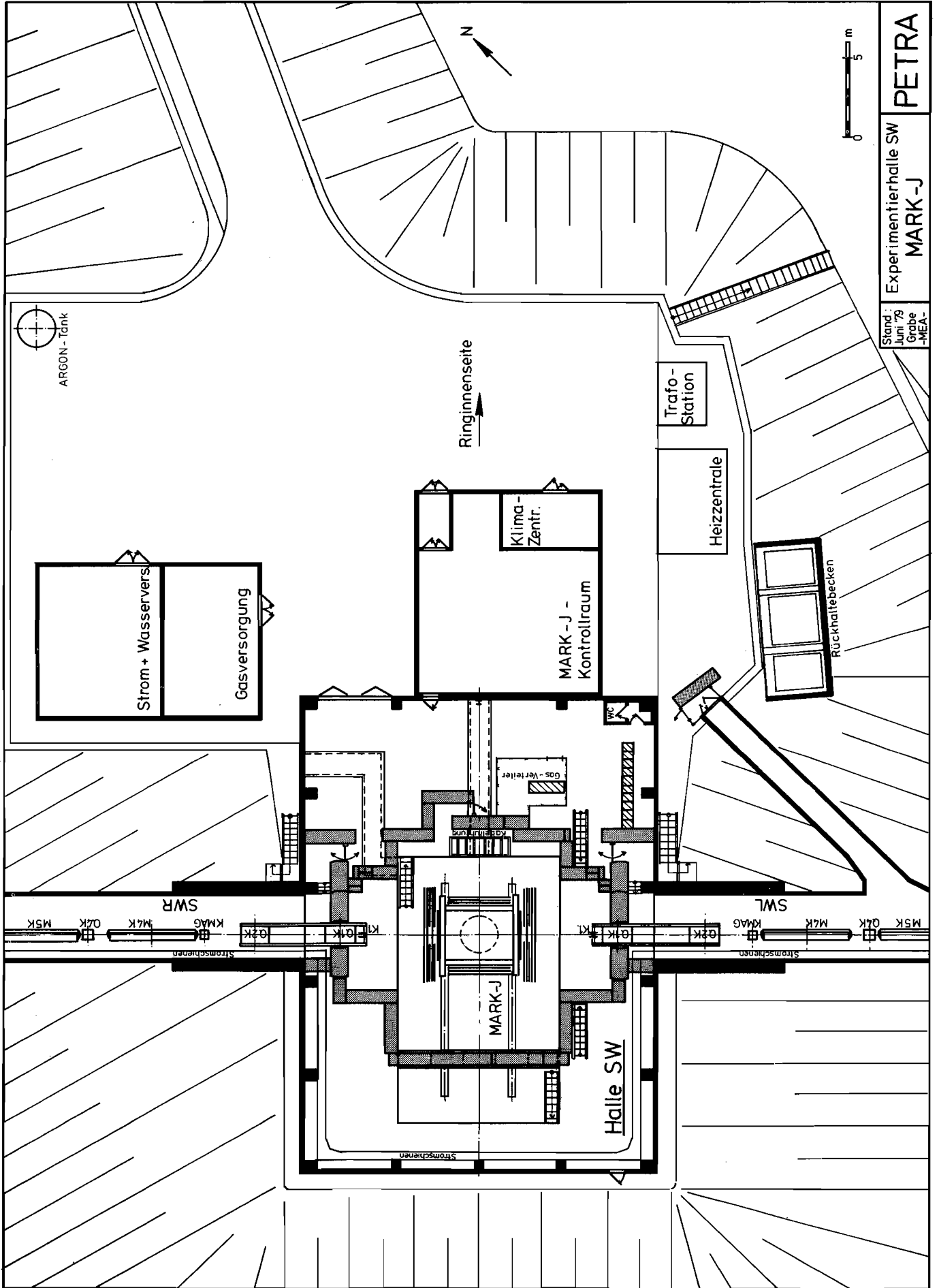


PETRA

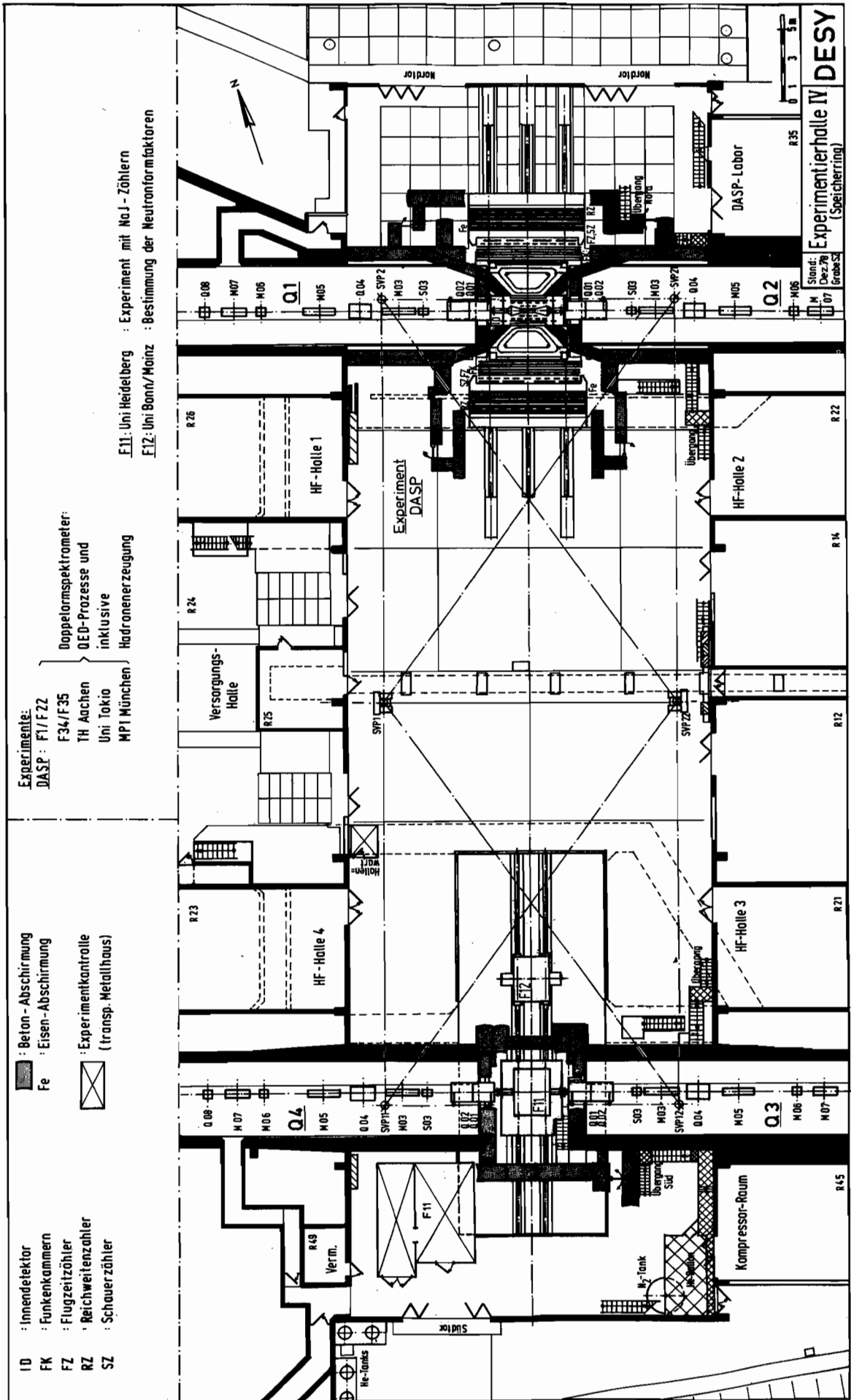
Experimentierhalle S0
TASSO

Stand:
Juli '79
Grabe
-MEA-





PETRA
 Experimentierhalle SW
MARK-J
 Stand: Juni '79
 Gräbe - MEA-



Verwaltungsrat

Vertreter der Bundesrepublik Deutschland

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

Stellvertreter: Min. Rat. Dr. J. Rembser

Min. Rat W. Haßmann — Stellvertreter: F.-W. Drechsler
(Bundesministerium für Forschung und Technologie)

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

Vertreter der Freien und Hansestadt Hamburg

Senatsdirektor Dr. H. Freudenthal (stellvertr. Vorsitzender)

Stellvertreter: Ltd. Reg. Dir. Dr. H. Braun
(Behörde für Wissenschaft und Forschung)

Senatsdirektor Dr. K. Nordbruch

Stellvertreter: Reg. Dir. H.-P. Boldebuck
(Finanzbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg)

Wissenschaftler Rat (extern)

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

Als Vorsitzender:

Prof. Dr. V. Soergel
I. Physikalische Institut
der Universität Heidelberg
bis zum 2.5.1979

Prof. Dr. W. Paul
Physikalisches Institut
der Universität Bonn
ab 2.5.1979 — Vorsitz

Als Stellvertreter:

Prof. Dr. G. Althoff
Physikalisches Institut
der Universität Bonn
bis zum 30.4.1979

Prof. Dr. G. Kramer
II. Institut für Theoretische Physik
ab 30.4.1979 — Stellvertreter

Als weitere Mitglieder:

Prof. Dr. K. Lübelmeyer
I. Physikalisches Institut
der RWTH Aachen

Prof. Dr. D. Schildknecht
Universität Bielefeld
Abt. Theoretische Physik
ab 1.5.1979

Prof. Dr. U. Bonse
Universität
Dortmund

Prof. Dr. F. Feger
European Organization for
Nuclear-Research CERN,
Genf

Prof. Dr. P. Stähelin
II. Institut für Experimental-
physik der Universität Hamburg

Prof. Dr. A. Citron
Kernforschungszentrum
Karlsruhe, KfK

Prof. Dr. W. Jentschke
II. Institut für Experimen-
talphysik der
Universität Hamburg
(Ehrenmitglied)

Prof. Dr. H.-E. Stier
Fakultät für Physik
und Astrophysik München

Prof. Dr. J. Drees
Gesamthochschule
Wuppertal

Dr. H. Wahl
European Organization for
Nuclear Research CERN
Genf

Prof. Dr. K. Tittel
Institut für Hochenergiephysik
der Universität Heidelberg

Prof. Dr. H. Faissner
III. Physikalisches Institut
der TH Aachen
bis zum 30.4.1979

Prof. Dr. N. Schmitz
Max-Planck-Institut
für Physik und Astrophysik
München

Erweiterter Wissenschaftlicher Rat:

Prof. J. Perez-y-Jorba
Laboratoire de l'Accéléra-
teur Linéaire
Université Paris-Sud
Frankreich

Prof. Dr. A. Bohr
Niels Bohr Institut
Kopenhagen/Dänemark

Sir J. C. Kendrew
Europäisches Laboratorium
für molekulare Biologie EMBL
Universität Heidelberg

Dr. P. Darriulat
CERN Genf/Schweiz

Dr. G. Stafford
Rutherford High Energy
Lab. Didcot,
Oxfordshire, England

Prof. Dr. J. Mannelli
CERN Genf/Schweiz

Dr. E. Picasso
CERN Genf/Schweiz

Prof. B. Richter
Stanford Linear Accelerator
Center SLAC Stanford, USA

Organe der Stiftung und weitere Gremien

Direktorium

Prof. Dr. H. Schopper (Vorsitzender)
Senatsdir. R. Laude (kaufmännisches Mitglied)
Prof. Dr. E. Lohrmann
Prof. Dr. G.-A. Voss

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

1. Leitende Wissenschaftler von DESY

Prof. Dr. J. K. Bienlein (F31)
Dr. D. Dégèle (MPE)
Dr. D. Haidt (F22)
Prof. Dr. H. Joos (T)
Dr. W. Koch (F1)
Prof. Dr. P. Söding (F1)
Prof. Dr. K. Symanzik (T)
Prof. Dr. P. Waloschek (F14)
Dr. B. H. Wiik (F35)
Dr. G. Wolf (F1)

2. Gewählte Vertreter der DESY-Gruppen

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

3. Gewählte Vertreter der bei DESY arbeitenden Gastgruppen

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

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

Ihm gehören an:

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

PETRA Research Committee

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

ab 31. Juli 1979 vereinigt zum **Physics Research Committee (PRC)**

Ihm gehören an:

Dr. U. Amaldi (CERN)
Dr. J. E. Augustin (Orsay)
Dr. G. Barbiellini (Frascati)
Dr. W. Bartel (DESY)
Prof. Dr. C. Berger (Aachen)
Prof. Dr. K. Berkelmann (Ithaca, USA)
Prof. Dr. G. Buschhorn (MPI, München)
Dr. M. Davier (Orsay)
Prof. Dr. A. N. Diddens (Amsterdam)
Dr. F. Foster (Lancaster)
Prof. Dr. H. Fritzsche (Bern)
Dr. W. Koch (DESY)
Prof. Dr. G. Kramer (Hamburg)
Prof. Dr. E. Lohrmann (DESY)
Prof. Dr. H. Schopper (DESY, Vors.)
Dr. Ch. Llewellyn Smith (Oxford)
Prof. Dr. P. Söding (DESY)
Prof. Dr. G.-A. Voss (DESY)
Prof. Dr. D. Wegener (Dortmund)
Prof. Dr. S. Yamada (Tokio, Japan)

Ab Anfang 1979

Forschungsbeirat Synchrotronstrahlung

Prof. Dr. U. Bonse (Vorsitz)
Prof. Dr. M. Cardona
Prof. Dr. E. Lohrmann
Prof. Dr. C. Kunz

Dr. E. E. Koch

1979 auslaufend:

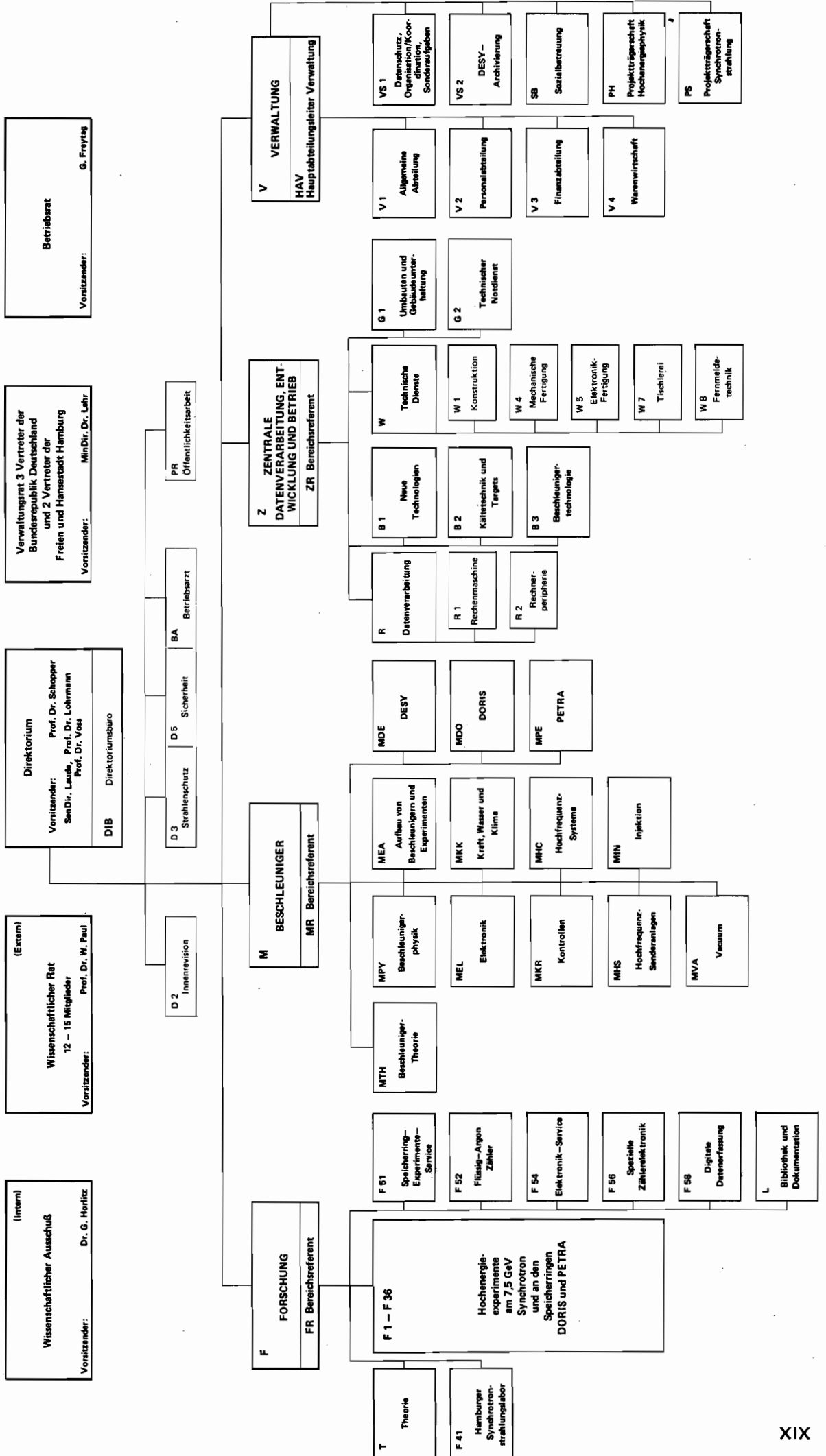
Prof. Dr. O. Madelung
Prof. D. H. Baumgärtel
Prof. Dr. W. Steinmann

1979 neu:

Prof. Dr. R. Haensel
Prof. Dr. K. Fischer

DEUTSCHES ELEKTRONEN – SYNCHROTRON DESY

Organigramm für das Geschäftsjahr 1979
Stand: 10. Mai 1979



Bereich Forschung

Bereich Forschung

INHALT

	Seite
Elementarteilchenphysik	
Experimente am Speicherring PETRA	
CELLO Kollaboration	1
JADE Kollaboration	2
MARK J Kollaboration	22
PLUTO Kollaboration	50
TASSO Kollaboration	59
Experimente am Speicherring DORIS	
DESY-Hamburg-Heidelberg-MPI München Kollaboration	88
LENA Kollaboration	91
BONANZA Kollaboration	95
DASP 2 Kollaboration	96
ARGUS Kollaboration	99
Experimente an anderen Beschleunigern	
Elektroproduktion in einer Streamarkammer in Cornell	102
Elektroproduktion bei DESY	105
Myon-Streuung bei CERN	106
Elektroproduktion an Kernen bei DESY	113
Theoretische Physik	116
Experimente mit der Synchronstrahlung	
HASYLAB, das Hamburger Synchrotronstrahlungslabor (Kurzbericht)	118
EMBL, Europäisches Laboratorium für Molekularbiologie Außenstation Hamburg bei DESY	129
Datenverarbeitung in der Medizin	134
Technische Entwicklungen und Dienste	136
Bibliothek und Dokumentation	140

Elementarteilchenphysik

Experimente am Speicherring PETRA

CELLO-KOLLABORATION

DESY F 36, KfK Karlsruhe, MPI für Physik München, LAL Orsay,
Université Paris VI, CEN Saclay

Für Experimente an dem e^+e^- -Speicherring PETRA wurde der Detektor CELLO konzipiert. Der Schwerpunkt der Experimente liegt auf einer möglichst guten Messung von charakteristischen Größen der Hadronerzeugung, wie totalem Wirkungsquerschnitt, Gesamtenergie, Anzahl der neutralen und geladenen Teilchen, topologischen Wirkungsquerschnitten sowie auf einer möglichst guten Erkennung und Messung von Leptonen und Photonen im Hinblick auf die Untersuchung schwerer Leptonen oder neuer Quark-Niveaus.

Zielsetzung

Ein zentraler Detektor zur Vermessung geladener Teilchen besteht aus 7 Drift- und 5 Proportionaldrahtkammern, die eine genaue Teilchenspur- und Impulsbestimmung ($\sigma/p = 1.5\%$ bei einem Impuls von $1\text{ GeV}/c$) ermöglichen. Der zentrale Detektor ist umschlossen von einem supraleitenden Solenoiden, der ein homogenes Magnetfeld von 1.3 Tesla parallel zu der Achse des zentralen Detektors erzeugt. Die Magnetspule ist sehr dünnwandig gebaut ($0.5\text{ Strahlungslängen}$), um den Energieverlust für durchgehende Teilchen möglichst gering zu halten. Nach außen schließt sich ein Blei-Argon-Kalorimeter an, das 95% des vollen Raumwinkels überdeckt. Den gesamten Detektor umgibt eine 80 cm dicke Eisenabschirmung, die den magnetischen Kreislauf schließt und gleichzeitig als Absorber für Hadronen wirkt. Myonen werden durch 32 großflächige Proportionalkammern nachgewiesen. Zwei Vorwärtsspektrometer, bestehend aus Driftkammern und Bleiglaszählern (bis $\Theta = 25\text{ mrad}$), bedecken den Winkelbereich nahe dem Strahl. Ihre Hauptaufgabe ist der Nachweis von Elektronen, die Photonen abgestrahlt haben und eine Zweiphoton-Wechselwirkung anzeigen.

Der Detektor

Im Berichtsjahr wurde die Montage des CELLO-Detektors weitgehend abgeschlossen, alle Komponenten eingehend getestet und für das Einfahren in die Strahlposition vorbereitet. Im Dezember wurde CELLO in der Wechselwirkungszone NO bei PETRA installiert und für die Datennahme detailliert präpariert. Wir berichten im folgenden über einige typische Meßwerte, die den Zustand des Detektors vor der Datennahme charakterisieren.

Die drei supraleitenden Magnete (dünnwandiger Zentralsolenoid und zwei Kompensations-solenoiden) sowie das He-Kältesystem wurden in Betrieb genommen und Langzeittests unterworfen. Die Magnete erreichten dabei die geplanten Feldstärken. Ein Arbeitswert von 1.3 T wurde für die Zentralspule festgelegt. Die Kälteanlage lieferte eine Überschubleistung von 30% (ca. 400 Watt). Technische Mängel am Gas-Kompressor limitierten jedoch die Langzeittests auf sechs Wochen und machten Nachbesserungen erforderlich.

Magnetsystem

Der Zentraldetektor mißt präzise die Koordinaten elektrisch geladener Teilchen sowohl in azimuthaler als auch longitudinaler Richtung des Strahles. Er liefert darüber hinaus Signale für den schnellen Trigger geladener Spuren. Der schematische Aufbau ist in Abb. 1 dargestellt. Ein Blick auf die Stirnseite des Detektors vor dem Einbau in CELLO wird in Abb. 2 gezeigt. Der Zentraldetektor wurde konzipiert, um möglichst wenig Materie in den Teilchenweg zu bringen. Die Gesamtmenge an Materie entspricht 1% Strahlungslänge.

Zentraldetektor

Der Drahtabstand der fünf Kammern variiert zwischen 2.1 und 2.9 mm von Kammer zu Kammer. Die gemessene Ortsauflösung in der azimuthalen Koordinate ist $= 0.26 \cdot \text{Drahtabstand (mm)}$, konsistent mit dem erwarteten Wert von 0.29 . Der Untergrund von Synchrotronstrahlung in den Kammern kann durch ein enges Zeitintervall von 50 nsec ausgeblendet werden.

*Zylindrische
Proportionalkammern*

Die Kathoden bestehen aus freitragenden Mylarzylindern, auf die Kathodenstreifen von 4 mm aus Silberfarbe in zwei Richtungen ($30^\circ, 90^\circ$ zum Strahl) aufgebracht sind. Ladungsmessung auf den Kathodenstreifen erlaubt sowohl eine präzise Ortsbestimmung durch Ladungsmittelung als auch eine Ortskorrelation durch Ladungsvergleich auf den beiden Kathodenebenen. Die Ortsauflösung in Strahlrichtung ist in Abb. 3 als Funktion der Position gezeigt und ist überall besser als 0.4 mm . Die Ortsauflösung im Raume beträgt $(0.5\text{ mm})^2$.

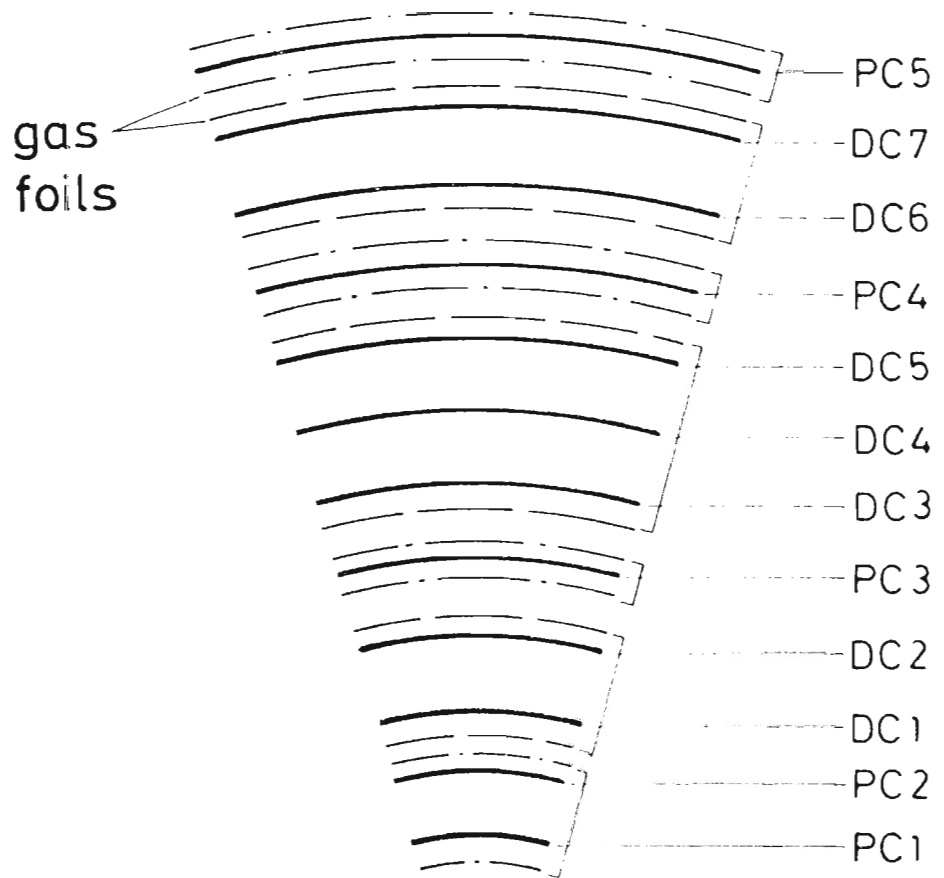


Abb. 1 Schematischer Aufbau des CELLO Innendetektors

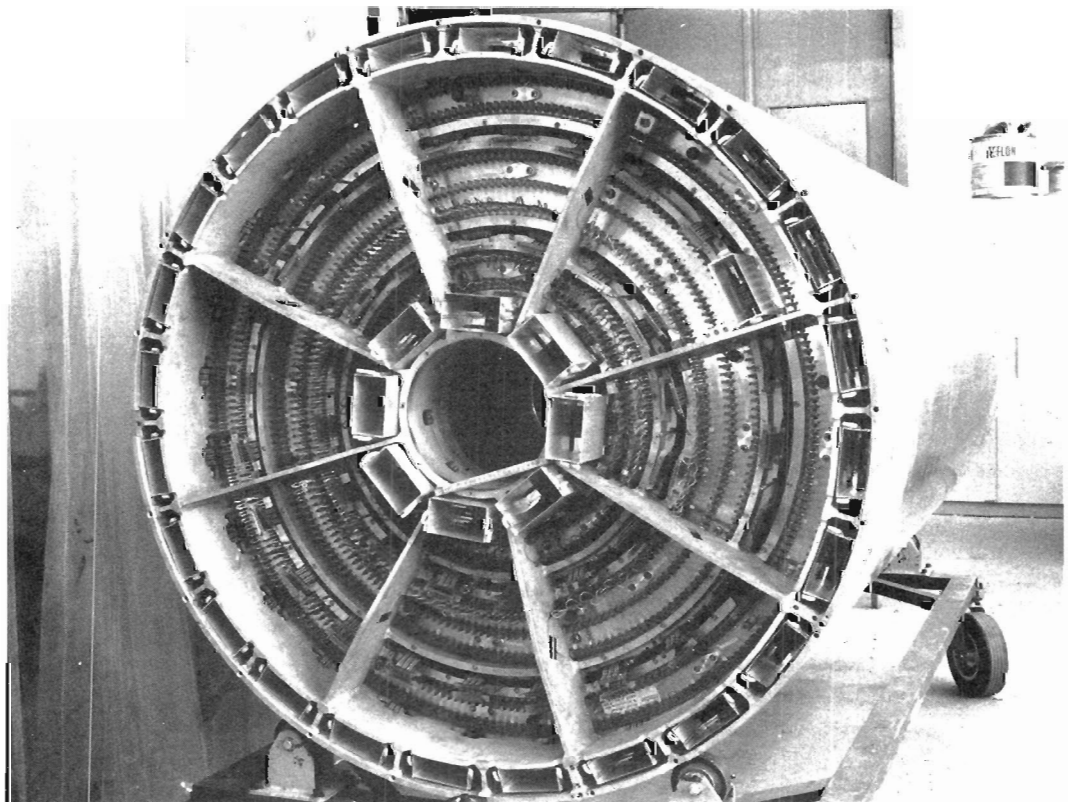


Abb. 2 Endansicht des CELLO Innendetektors während der Montage der Signalelektronik

Die Kammern sind für einen Betrieb in einem großen Magnetfeld ausgelegt. Der Driftprozeß wird durch das Magnetfeld in zweifacher Hinsicht beeinflusst: Erstens driften die Elektronen in der Richtung der Lorentzkraft unter Winkeln bis zu 60° bezüglich der elektrischen Feldlinien. Zweitens wird die Driftgeschwindigkeit im Magnetfeld reduziert in starker Abhängigkeit von der Größe des elektrischen Feldes. Beide Effekte führen zu erheblichen Nicht-Linearitäten in dem Ort-Zeit-Verhältnis. Diese werden durch Polynome dritten Grades parametrisiert, deren Parameter aus einer Computersimulation des Driftvorganges bestimmt werden. Fig. 4 zeigt als Resultat solcher Simulation die Trajektorien von Elektronen in zwei benachbarten Driftzellen. Durch die Simulation wird das experimentell beobachtete Ort-Zeit-Verhältnis zufriedenstellend beschrieben, wie aus Abb. 5 ersichtlich ist. Abb. 6 zeigt die Ablage der Meßpunkte in einer Kammer von rekonstruierten Spuren gemittelt über alle Kammern und Einfallswinkel. Eine mittlere Auflösung von 0.2 mm wird beobachtet (Abb. 7a). Diese Auflösung ist durch systematische Effekte bestimmt, wie aus der Auflösung von 0.1 mm in einer Einzelkammer ersichtlich ist (Abb. 7b).

*Zylindrische
Driftkammern*

Abb. 8 zeigt schließlich eines der ersten multihadronischen Ereignisse, die mit dem Zentraldetektor in CELLO beobachtet wurden.

Das Kalorimetersystem besteht aus 16 Bleipaketen, die in einem Doppeloktagon zylindrisch um den Strahl angeordnet sind, und 4 Bleipaketen, die im Kleinwinkelbereich senkrecht zur Strahlachse positioniert sind. Detaillierter Aufbau und Resultate intensiver Strahltests dieser Kalorimeter sind in früheren Berichten geschildert worden. Im letzten Jahr wurde die Auswertung dieser Tests abgeschlossen. Die wesentlichen Resultate lassen sich wie folgt zusammenfassen:

*Flüssig-Argon-
Kalorimeter*

Photonen und Elektronen von kleinsten (50 MeV) bis zu größten (20 GeV) Energien können nachgewiesen und deren Energie E und Winkel Θ mit einer Genauigkeit von $\sigma/E = 8.5\%/E^{1/2}$ und $\sigma(\Theta) = 4$ mrad gemessen werden; eine gute Trennung (2×10^{-3}) zwischen geladenen Hadronen und Elektronen ist möglich; neutrale Hadronen, die im Kalorimeter eine Wechselwirkung erfahren, können nachgewiesen werden.

Das Gesamtsystem wurde im Jahre 1979 fertig installiert. Nach anfänglichen Schwierigkeiten kryotechnischer Natur konnten die Kalorimeter abgekühlt und mit flüssigem Argon gefüllt werden. Das System steht seit November konstant unter Argon.

An alle Bleipakete wurde Hochspannung angelegt. Hochspannungskurven zeigen, daß die Operationswerte (4–8 kV) sich im Plateaubereich liegen. Weniger als 1 % der Kanäle konnte nicht mit Hochspannung belegt werden.

Die Elektronik für ca. 8000 Kanäle wurde voll installiert und getestet.

Das Rauschverhalten wurde in situ gemessen und entspricht voll den Erwartungen. Ein Signal/Rausch-Verhältnis von 4–7 wird für minimal ionisierende Teilchen beobachtet.

Ein umfangreiches Triggersystem wurde für die Argon-Kalorimeter entworfen und installiert. Es wird sowohl Trigger auf Ereignisse mit hoher Gesamtenergie als auch Trigger auf richtungsgebundene Energiedeposition erlauben.

Das Gesamtsystem von 32 Kammern (Gesamtfläche 200 m^2) wurde komplettiert und installiert. Alle Kammern zeigten gute Hochspannungsplateaus. Ortsauflösung und Rekonstruktion im Raume wurden durch Tests mit Höhenstrahlung ermittelt. Die erwartete Ortsauflösung von ± 6 mm wurde erreicht. Die Rekonstruktionswahrscheinlichkeit für einen Raumpunkt (Anoden + 2 Kathoden) wurde zu ~ 90 % bestimmt.

Myon-Kammern

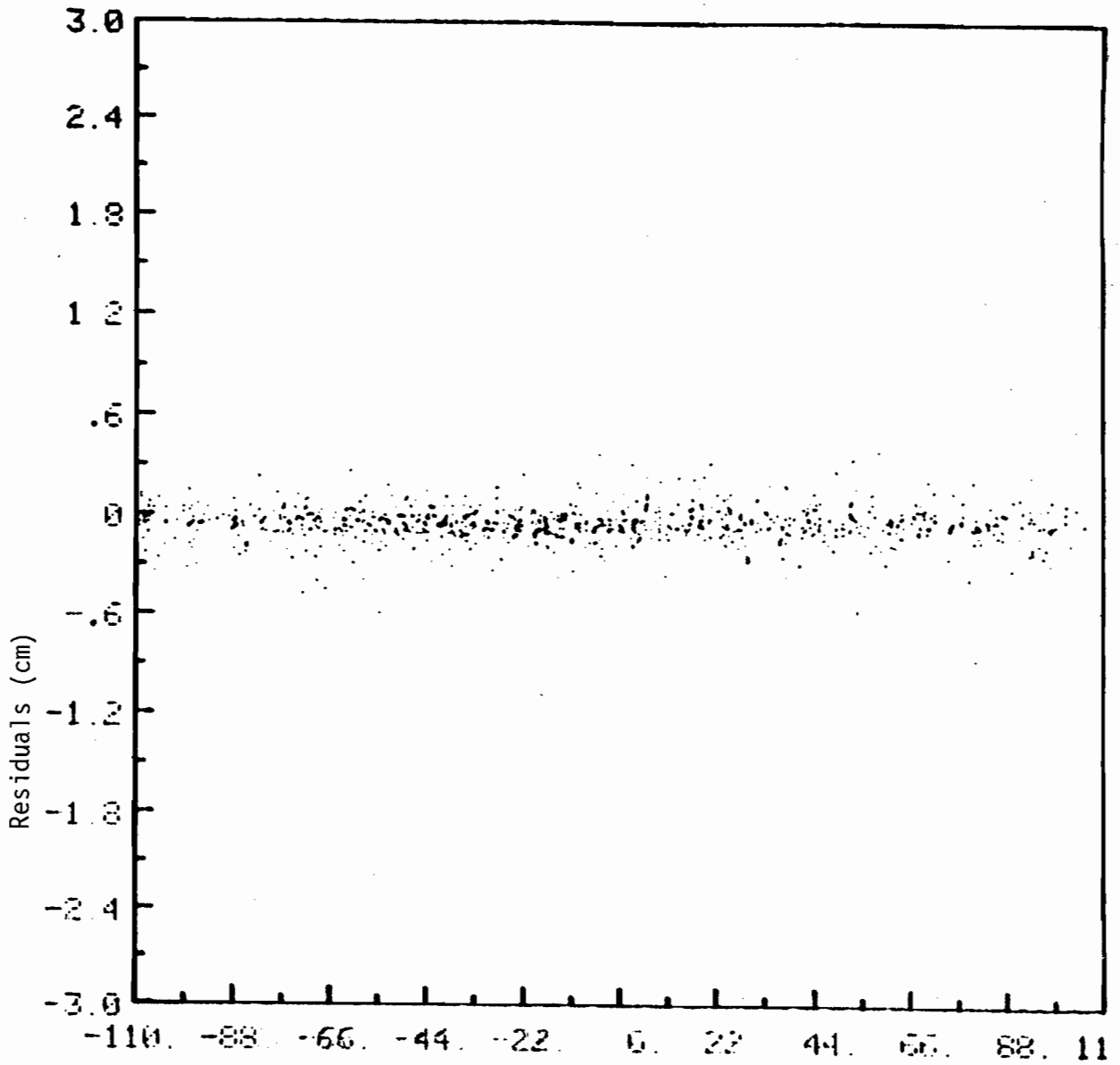


Abb. 3 Ortsauflösung der Kathodenstreifen der zylindrischen Proportionalkammer als Funktion der Position in Längsrichtung der Kammer.

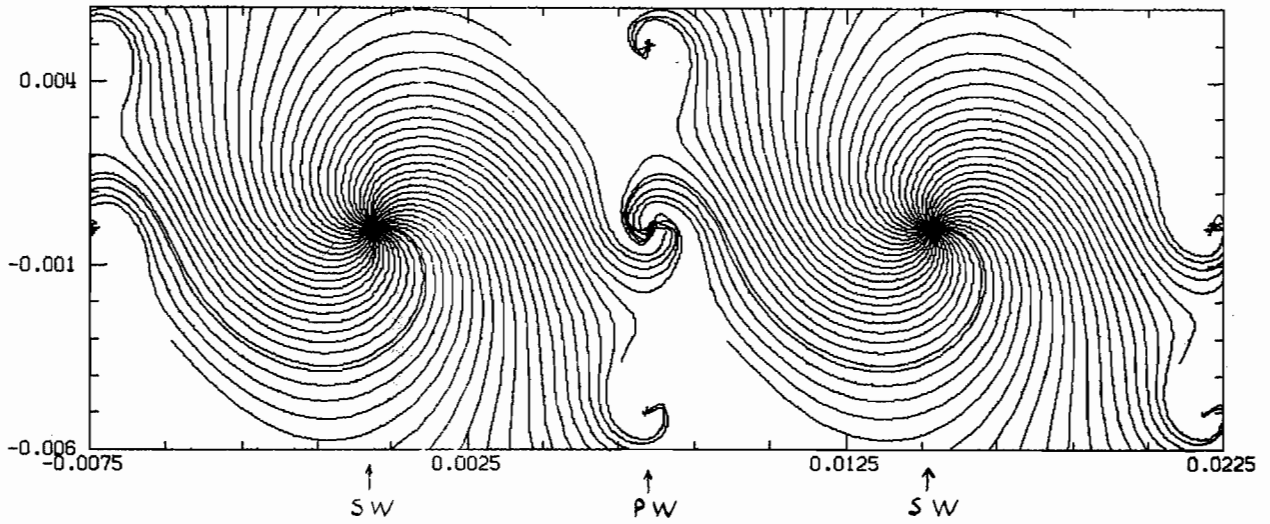


Abb. 4 Drifttrajektorien der Elektronen in 2 benachbarten Driftzellen in einem Magnetfeld von 1.3 T. SW und PW bezeichnen die Positionen von Signal- und Potentialdrähten.

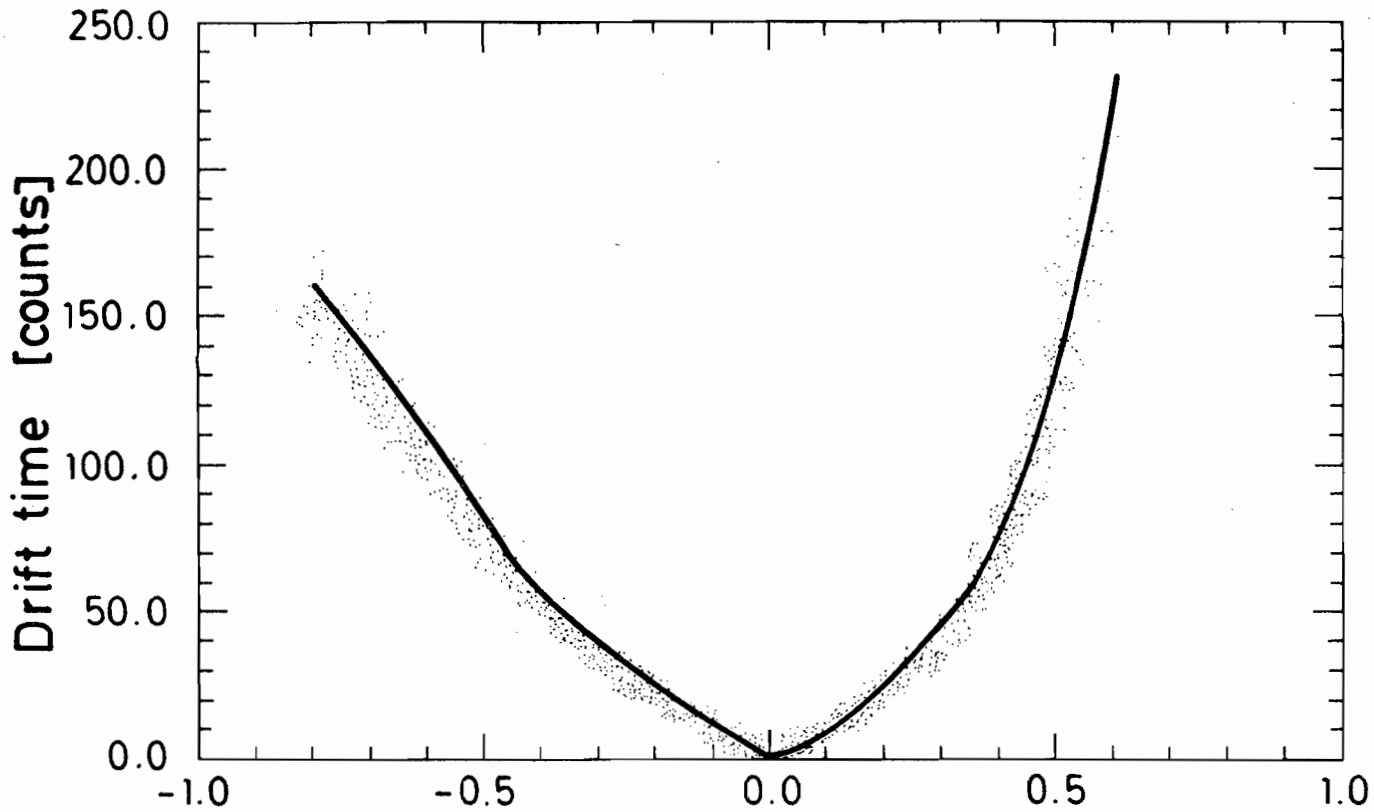


Abb. 5 Ort-Zeit-Abhängigkeit für Einfallswinkel von 0° bis 10° . Die durchgezogene Kurve zeigt die berechneten Werte für 9° und folgt den experimentellen Werten auf der Innenseite wie erwartet. cm] →

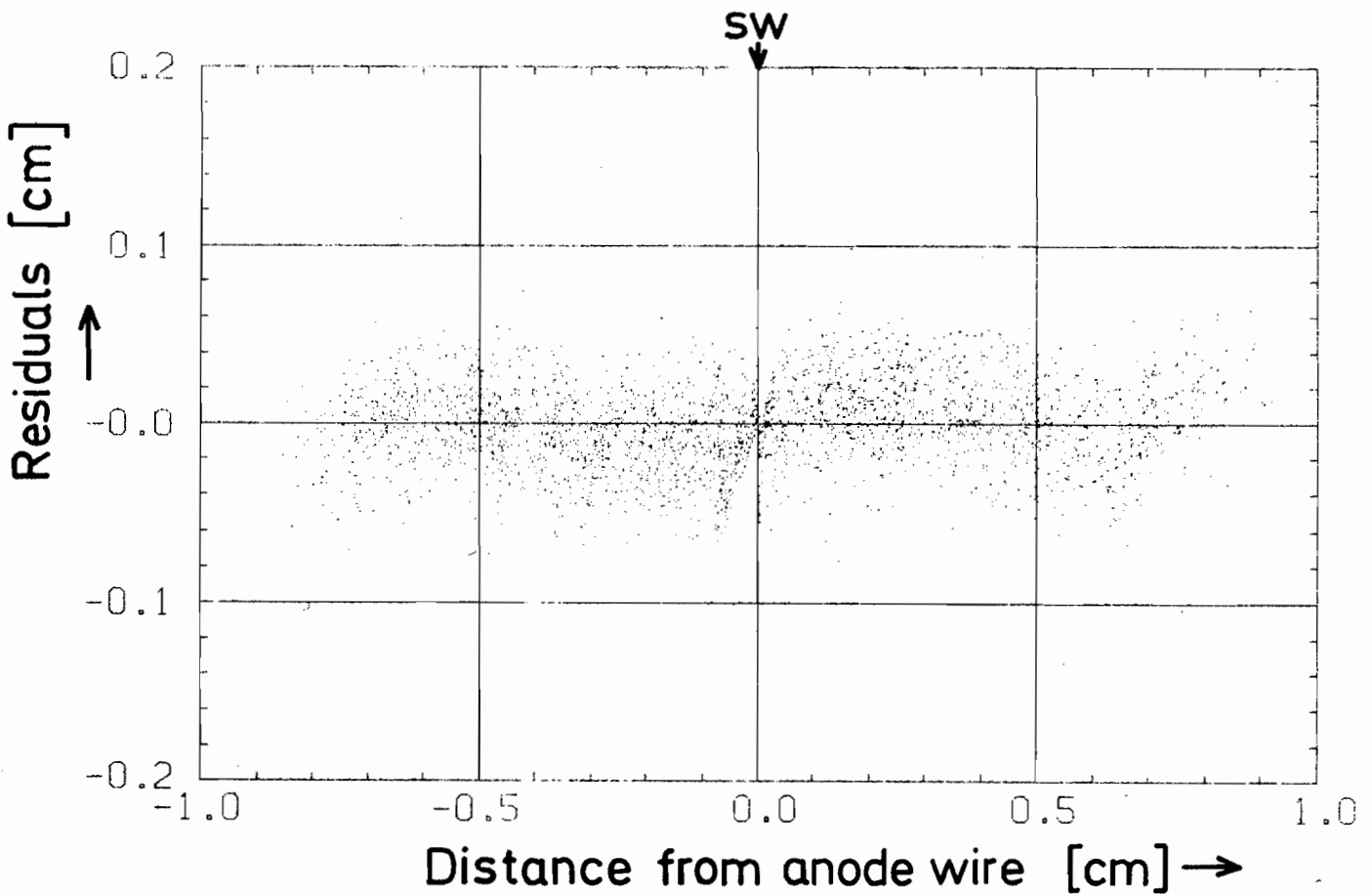


Abb. 6 Ablagen der Meßwerte in einzelnen Kammern von rekonstruierten Spuren als Funktion der Position in der Meßzelle.

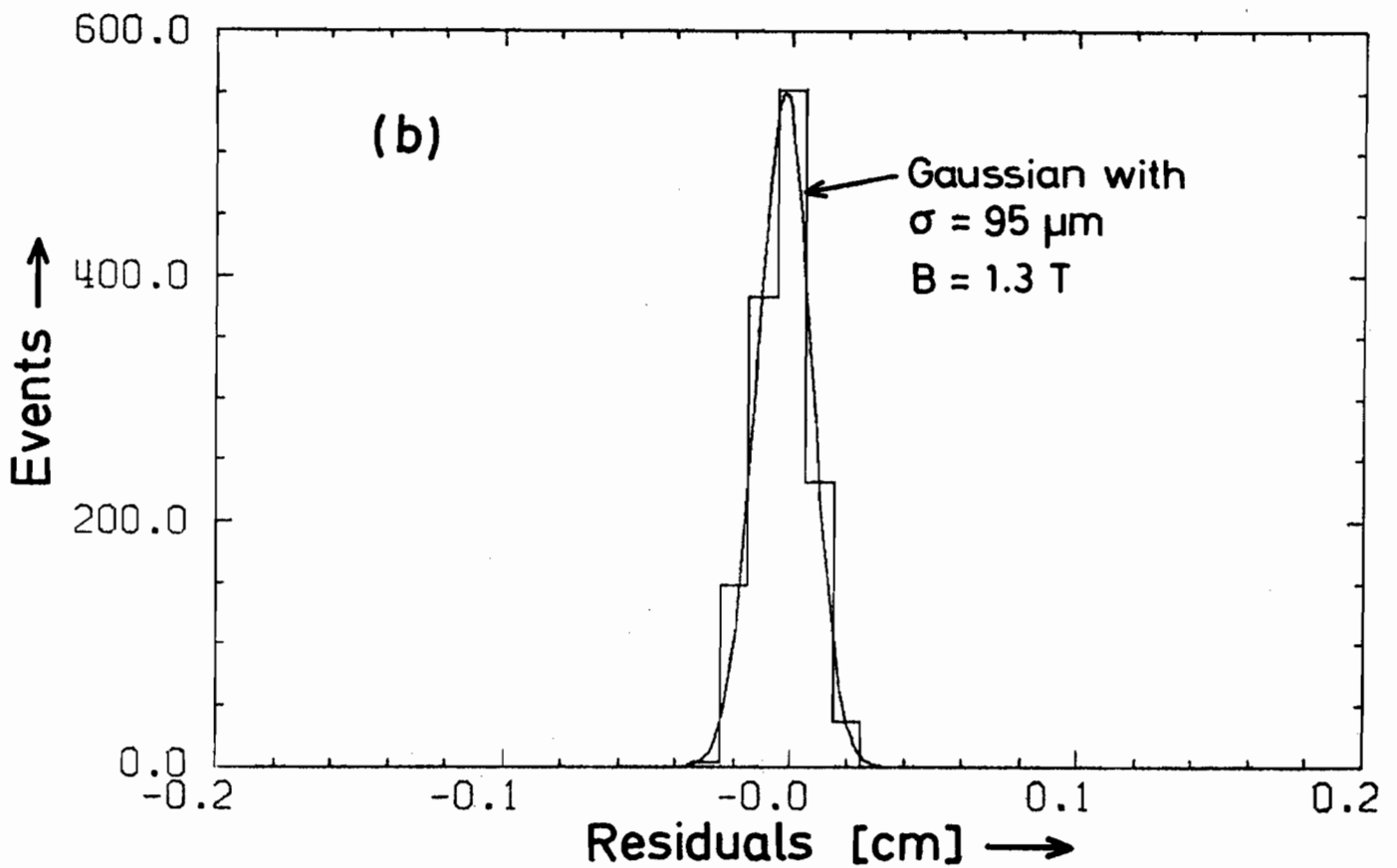
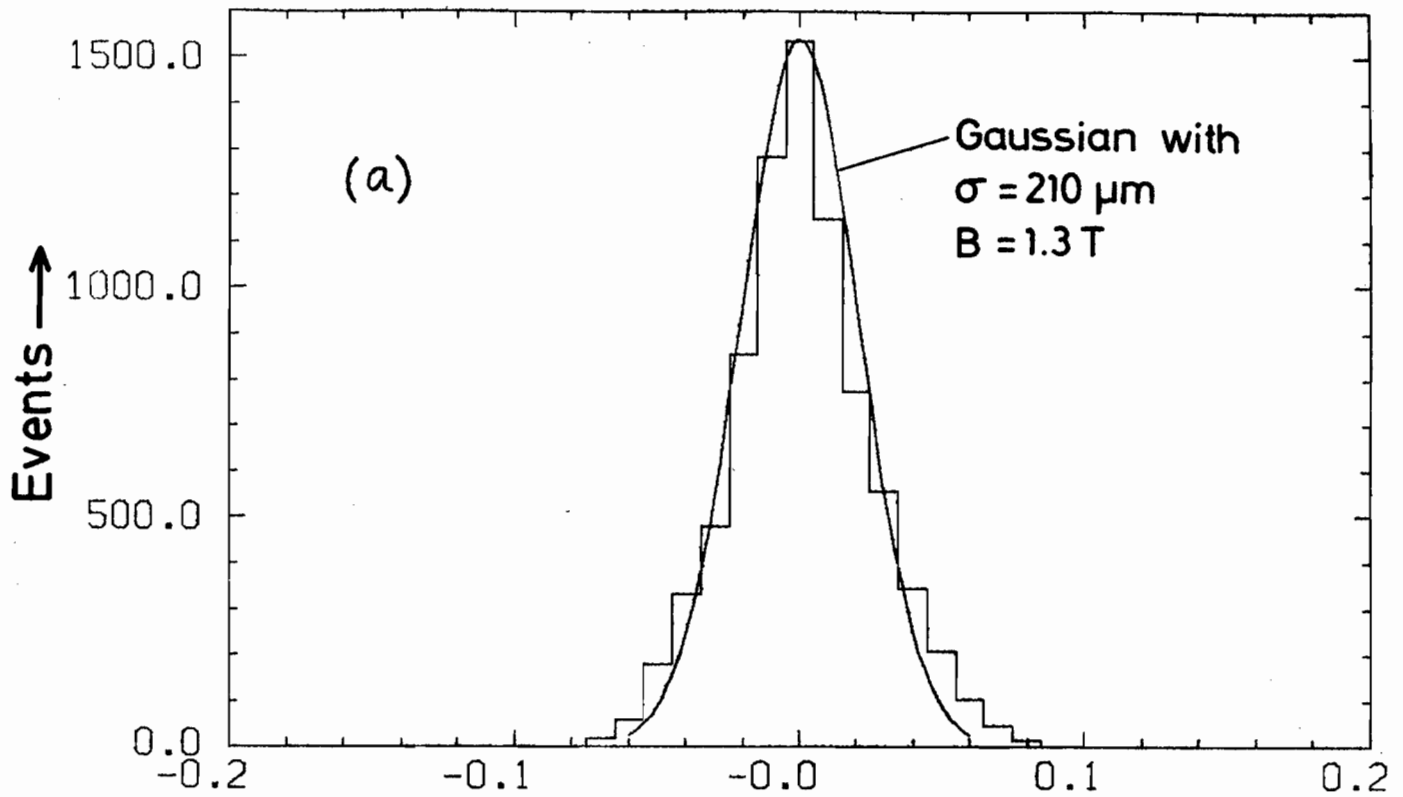


Abb. 7a Ortsauflösung in den zylindrischen Driftkammern gemittelt über alle Driftzellen und alle gemessenen Einfallswinkel bis 30° .

Abb. 7b Ortsauflösung in einer Kammer bei einem Abstand von 2 mm vom Signaldraht. Die breitere Verteilung in Abb. 7a zeigt, daß die Gesamtauflösung durch systematische Effekte bestimmt ist.

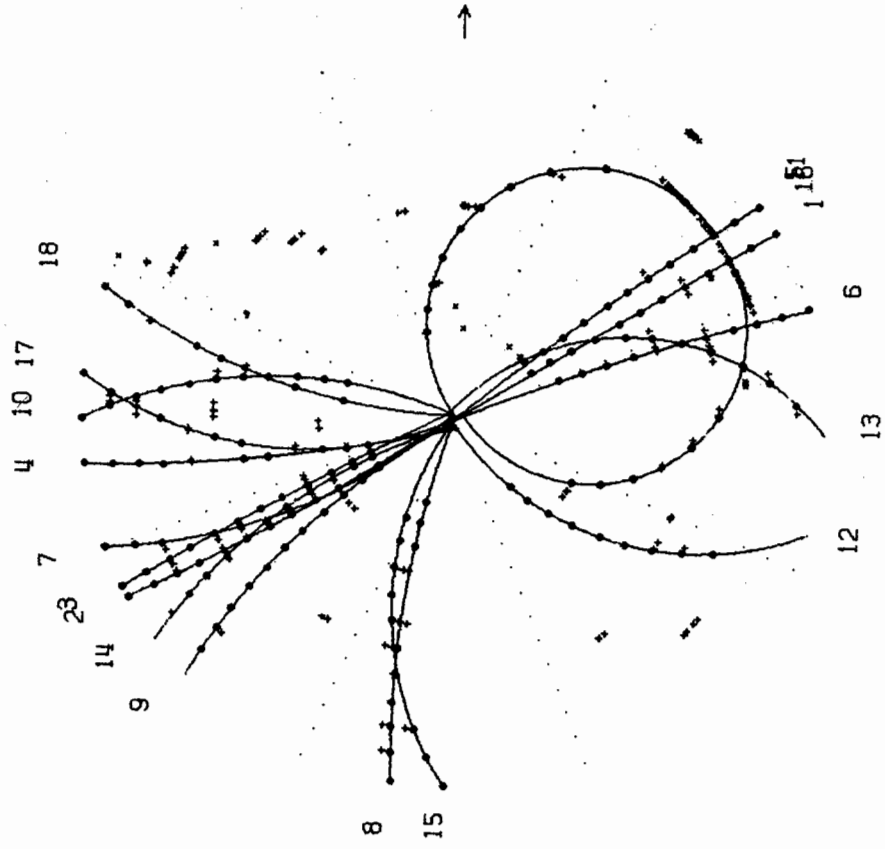
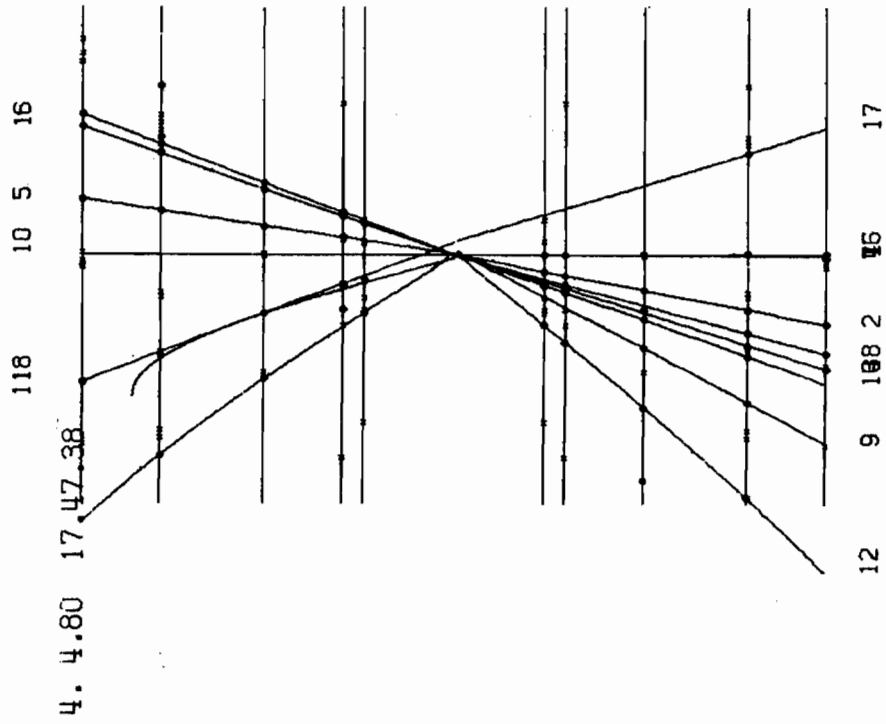


Abb. 8 Darstellung eines Ereignisses der Reaktion $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen im CELLO Innendetektor. Die durchgezogenen Linien zeigen die rekonstruierten Spuren an.

Technische Vorhaben:

Fahrgestelle und Schienen

Der CELLO-Detektor wurde im Laufe des Jahres 1979 fertig montiert, wobei am Fahrwerk bei wachsendem Gewicht (1400 t) keinerlei Probleme auftraten. Der Detektor wurde im Dezember 1979 in Strahl gefahren. Anschließend wurde das Fahrwerk durch Einspritzen von Silikon-Kautschuk auf Sollhöhe angehoben.

Vakuum-Kammer

Die CELLO-Vakuumkammer wurde im Berichtsjahr in den Detektor eingebaut. Das erreichte Vakuum richtet sich nach dem Betrieb der integrierten Pumpen, die nur bei eingeschaltetem Magnetfeld ihre Funktion erfüllen. Während des Betriebs mit Feld ist ein Vakuum von 10^{-9} Torr erreicht worden.

Trigger

Wegen des verzögerten Einfahrens von CELLO in den Strahl konnte das Berichtsjahr dazu benutzt werden, den Spurtrigger ausführlich zu testen. Der Trigger arbeitet nach folgendem Schema:

- a) Einlesen der Daten der 5 Proportionalkammern und von 2 der Driftkammern (bei den Proportionalkammern: Anoden und 90° -Kathoden),
- b) Verodern der Drahtinformation zu 64 Sektoren pro Kammer in $R\phi$ -Projektion und zu 51 Sektoren in RZ-Projektion,
- c) Prüfen auf „Spuren“ in beiden Projektionen,
- d) Unterbrechung der Datennahme, falls mehr als eine vorgegebene Anzahl von Spuren gefunden wird,
- e) Ausgabe der Information, welche Spuren nach Sektor-Nummer und Krümmung der Spur gefunden wurde.

Die Entscheidung (Punkt d) wird in weniger als $2 \mu\text{sec}$ getroffen, so daß dadurch keine Totzeiten entstehen.

Das System hat sich im Betrieb als sehr zuverlässig erwiesen. Man kann es durch Programmieren der Memory-Bausteine auf verschiedene experimentelle Gegebenheiten einstellen, z.B. indem man 5 aus 7 oder 6 aus 7 Kammern verlangt. Eine besondere Eigenschaft wird darin gesehen, daß trotz der in Kauf genommenen Unempfindlichkeiten der Kammern (z.B. 2 beliebige Kammern unempfindlich) die Zählung der Spuren bei getrennten Spuren richtig bleibt.

Beim anfänglichen Betrieb des Experiments hat sich die Eigenschaft e) als besonders nützlich herausgestellt. Da die Triggerinformation eine erste Spurenanalyse darstellt und das Ergebnis festhält, war es möglich, die Daten rasch zu reduzieren, so daß auf diese Weise die Menge der Ereignisse mit Hadronkandidaten allein aus der Triggerinformation gebildet werden konnte. Es wurden auch on-line-Programme für die PDP-11-Maschinen vorbereitet, die es gestatten, die Anzahl der Hadronen und der Bhabhas direkt während des Experiments auf ähnliche Weise herauszufiltern.

Endkappen-Kammer

Diese Kammern sitzen vor den Argon Endkappen. Es sind Proportionalkammern – bestehend aus 2 vollständigen, hintereinander liegenden Systemen – wobei jedes System aus den Anodendrähten (horizontal resp. vertikal) und zwei Kathodensystemen zusammengesetzt ist. Die Kathodensysteme bestehen auf der einen Seite aus kreisförmigen, auf der anderen Seite aus strahlenförmigen Elektroden (gleiche Θ , gleiche ϕ). Sie sollen die Information des zentralen Kammersystems für Winkel zwischen 10° und 30° in Θ ergänzen und stellen auch eine Möglichkeit dar, für neutrale Ereignisse wegen der Dicke des Endflansches der Zentralkammern (5 – 10 cm Al) eine erste Messung der Schauerentwicklung vorzunehmen. Die Kathodenebenen der Kammern werden mit den zentralen Kammern und den Endkappen-Schauerzählern kombiniert für einen speziellen Spur-Trigger, der ganz ähnlich arbeiten wird wie der gegenwärtige. Es wurde zunächst nur der $R\phi$ -Teil dieses Triggers in Auftrag gegeben. Bei Bedarf soll das System um einen RZ-Teil erweitert werden.

Die Endkappenkammern wurden im Berichtsjahr fertiggestellt und im Teststrahl am Synchrotron getestet. Die Kammern mußten aus Platzgründen sehr dünn gebaut werden; die gesamte Stärke beider Systeme zusammen beträgt nur 10 cm. Diese Forderung zusammen mit der Halbkreisform der Kammern führte zu Schwierigkeiten in der Parallelität der Kathodenflächen. Eine Verstärkung der Epoxydharzplatten mit Hartschaum brachte erst die entscheidende Verbesserung, so daß die Spannungsfestigkeit ausreichend war, um die Kammern bei einer Spannung von etwa 200 Volt oberhalb des Plateauknies für die Anoden und 100 Volt für die Kathoden zu betreiben.

Zu erwähnen ist hier noch das bei CELLO verwendete System der Mikroprozessoren, die eingesetzt werden, um unabhängig von den Hauptrechnern einzelne Komponenten zu testen. Das System hat sich sehr bewährt und ist ausgebaut worden zu einem Monitorsystem für die einzelnen Komponenten. Dabei liest der Mikroprozessor die in den Hauptrechner eingelesenen Daten mit und führt seine Monitorprogramme aus. Die Hauptrechner werden dadurch entlastet und stehen für physikalische Aufgaben zur Verfügung.

JADE-KOLLABORATION

DESY – F11 – F22, Universitäten Hamburg, Heidelberg, Lancaster, Manchester, Rutherford Laboratory, University Tokyo.

Das JADE-Experiment wurde im Frühsommer 1979 bei PETRA eingebaut und erste Ergebnisse wurden auf der internationalen Lepton-Photon-Konferenz am Fermilab, USA, im August 1979 mitgeteilt.

Der JADE-Detektor

Ein Querschnitt des Detektors ist in Abb. 9 skizziert. Ein zum Teilchenstrahl konzentrisches System von Driftkammern im Innern eines normalleitenden Solenoiden ($\phi_1 = 1.98$ m, $B = 0.5$ T) dient zur Richtungs- und Impulsbestimmung geladener Teilchen. Das Driftkammersystem wird zur Gewährleistung guter Orts- und Ionisationsdichten-Bestimmung in einem Argon-Methan-Gemisch unter 4 atm Druck betrieben. Der Drucktank umfaßt das von einem Szintillationszählerhodoskop umgebene Strahlrohr und ist an seinem Außenmantel von einem System von Flugzeitzählern umgeben. Zur Identifikation und zur Winkel- und Energieanalyse von Photonen und Elektronen dient ein zwischen Solenoid und Magnetjoch installiertes System von Bleiglaszählern, das aus 2712 Elementen besteht. Das Ausfiltern der Myonen erfolgt in Schwerbetonblöcken, in welche großflächige Myonkammern eingeschoben sind und die den zentralen Detektor kastenförmig umgeben. Abb. 10 zeigt den aufgefahrenen Detektor kurz vor der Inbetriebnahme. Vom Bildschirm einer Rechenmaschine wurden die Abb. 11 und 12 kopiert. Sie zeigen, wie der JADE-Detektor die Spuren von Elementarteilchen vermißt, die durch Zerstrahlung eines Elektron-Positron-Paares erzeugt werden. Abb. 11 stellt ein Ereignis vom Typ $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen dar, Abb. 12 $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$.

Ergebnisse

Die Auswertung der 1979 bei Schwerpunktsenergien von 22, 27.7, 30 und 31.6 GeV gewonnenen Daten hat bisher folgende Resultate geliefert:

(1) Die Übereinstimmung der gemessenen Wirkungsquerschnitte für die Reaktionen $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$ und $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ (s. Abb. 13) mit den theoretischen zeigt, daß die Quanten-Elektrodynamik bis zu Distanzen von 2×10^{-16} cm herunter noch gültig ist.

(2) Das Verhältnis des Wirkungsquerschnitts für Hadronerzeugung zum Wirkungsquerschnitt für Myon-Paar-Erzeugung R ändert sich in dem überdeckten Energiebereich innerhalb der Fehler nicht. Der Mittelwert $R = 4.1 \pm 0.3$ ist mit der Annahme verträglich, daß die 5 Quarksorten u, d, s, c und b zur Hadronproduktion beitragen, nicht aber die gesuchte sechste Quark-Spezies „ t “. Die Schwelle für die Paarerzeugung von Mesonen, die aus einem t -Quark und einem normalen Antiquark bestehen, muß daher oberhalb von 31.6 GeV liegen. Diese Folgerung ergibt sich aus der Tatsache, daß im ganzen Energiebereich die Impulsvektoren der bei einer e^+e^- -Annihilation entstehenden Sekundärteilchen jeweils in einem relativ schmalen Doppel-Kegel enthalten sind, während bei der $t\bar{t}$ -Erzeugung in der Nähe der Schwelle die Impulsvektoren nahezu isotrop verteilt sein müßten.

(3) Mit wachsender Energie tritt zunehmend häufiger eine Verbreiterung jeweils eines der beiden Halbkegel („JETS“) auf, und eine detaillierte Analyse zeigt, daß dieser verbreiterte JET in Wirklichkeit aus zwei JETs besteht. Dieses Verhalten ist in quantitativer Übereinstimmung mit den Voraussagen der Quanten-Chromo-Dynamik, daß Quark oder Anti-Quark mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zwischen dem Zeitpunkt der Erzeugung und dem Zeitpunkt der Fragmentierung ein Feldquant, „Gluon“ genannt, abstrahlen, das in ein Bündel von Hadronen (Gluon-JET) zerfällt. Da die Achsen der drei JETs (zwei Quarks und ein Gluon) koplanar sind, sind diese sogenannten „Gluonbremsstrahlung-Ereignisse“ dadurch charakterisiert, daß die Impulse aller Sekundärteilchen näherungsweise in einer Ebene liegen. Abb. 14 zeigt ein solches Ereignis in drei zueinander senkrechten Ebenen. Die ausgezogenen und die gestrichelten Linien stellen die Impulsvektoren der geladenen und der neutralen Teilchen dar (\vec{n}_1, \vec{n}_2 und \vec{n}_3 sind zueinander orthogonale Einheitsvektoren). Man sieht, daß die Impulsvektoren der meisten Teilchen nahezu in der (\vec{n}_2, \vec{n}_3) Ebene liegen, während die Impulskomponenten in der dazu senkrechten \vec{n}_1 -Richtung relativ klein sind.

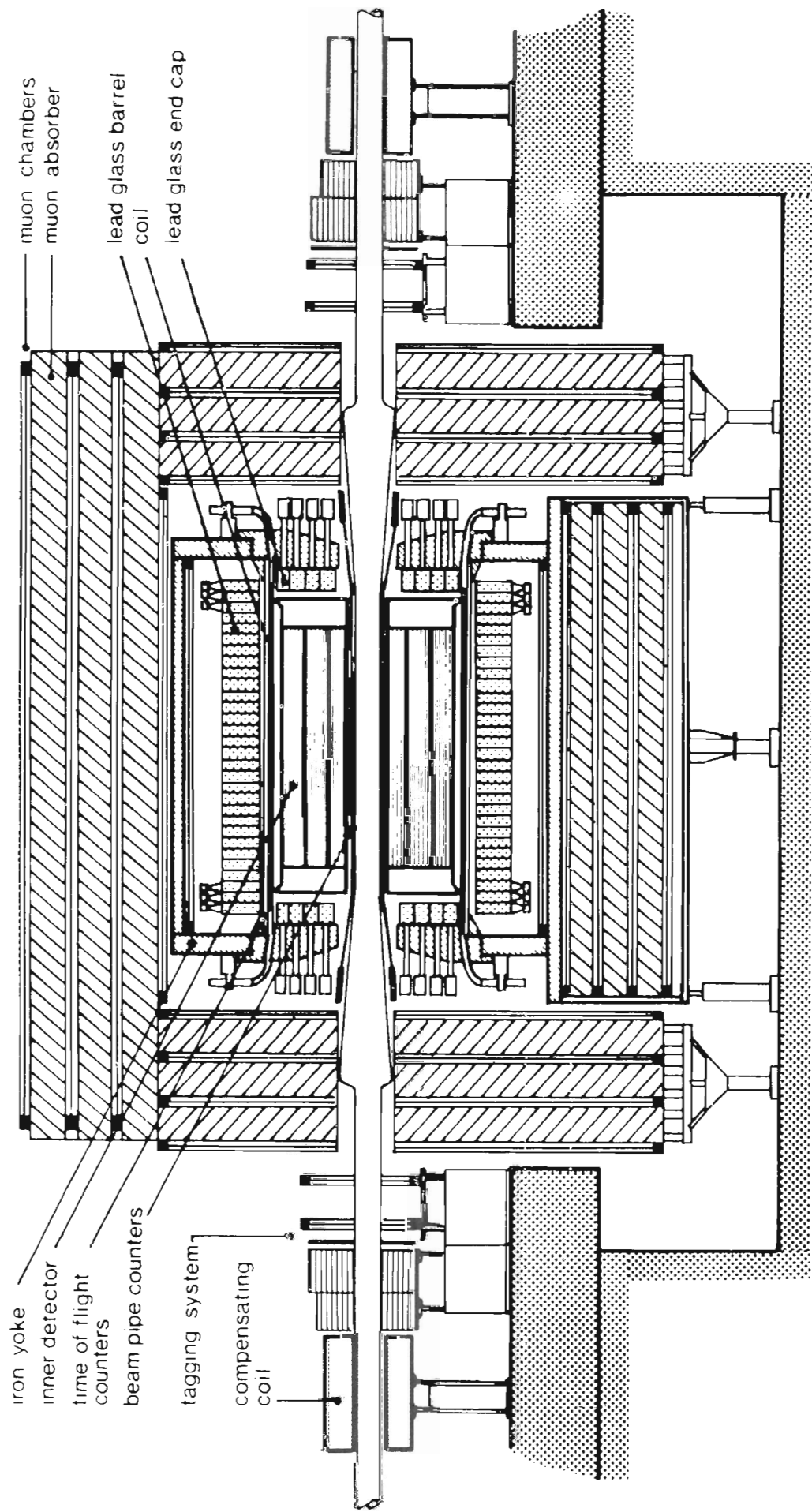


Abb. 9 Seitenansicht des JADE-Detektors.

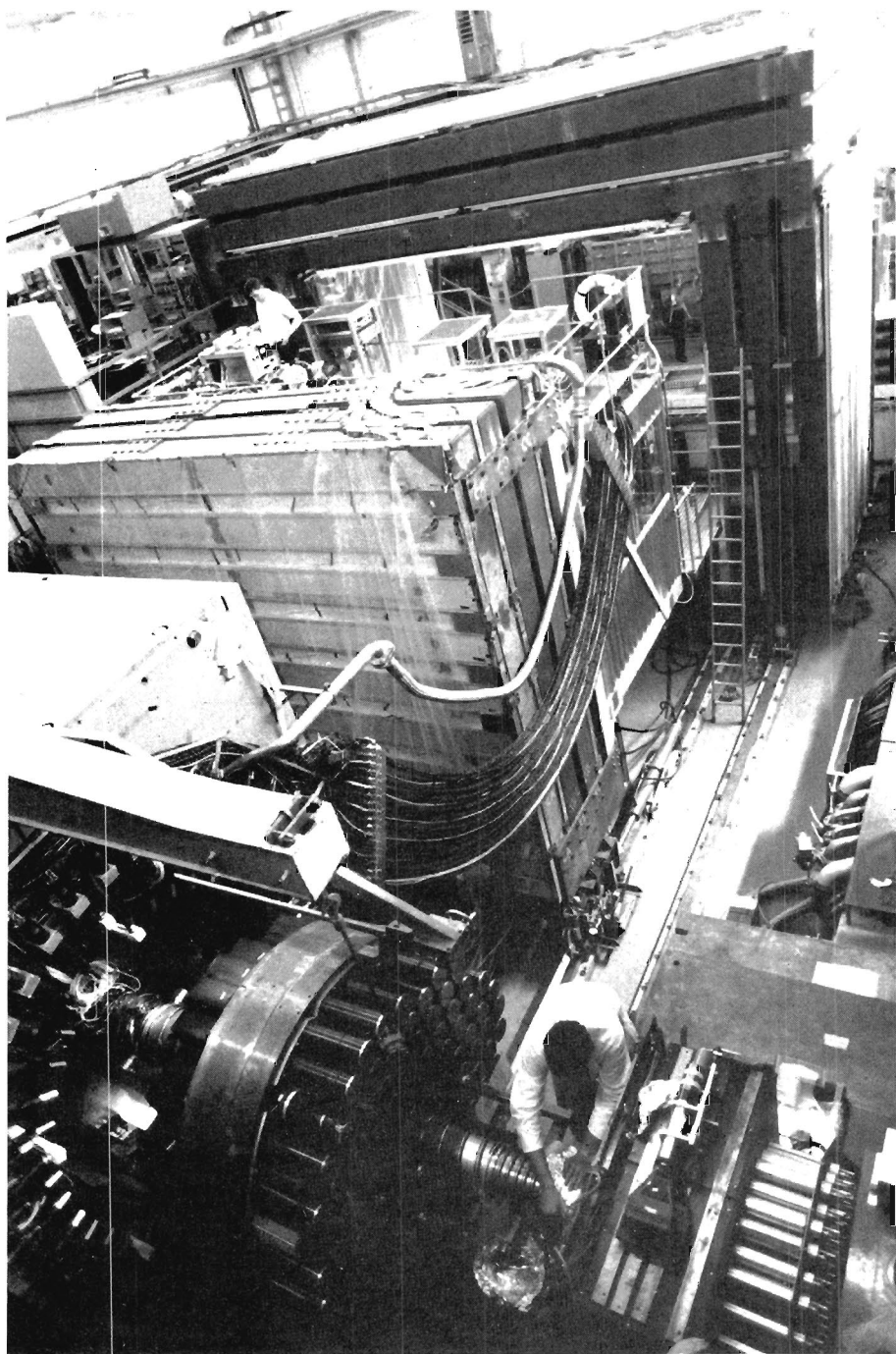


Abb. 10 Blick auf den aufgefahrenen JADE-Detektor kurz vor der Inbetriebnahme.

DSR: FIFER (RUC:PH)
 1570 3007 1
 IONIZ: 3144
 ELECT: 7638
 MURALS: 0
 LCCYLS: 7314
 LCCAPS: 27 457
 FWCAPS: 0

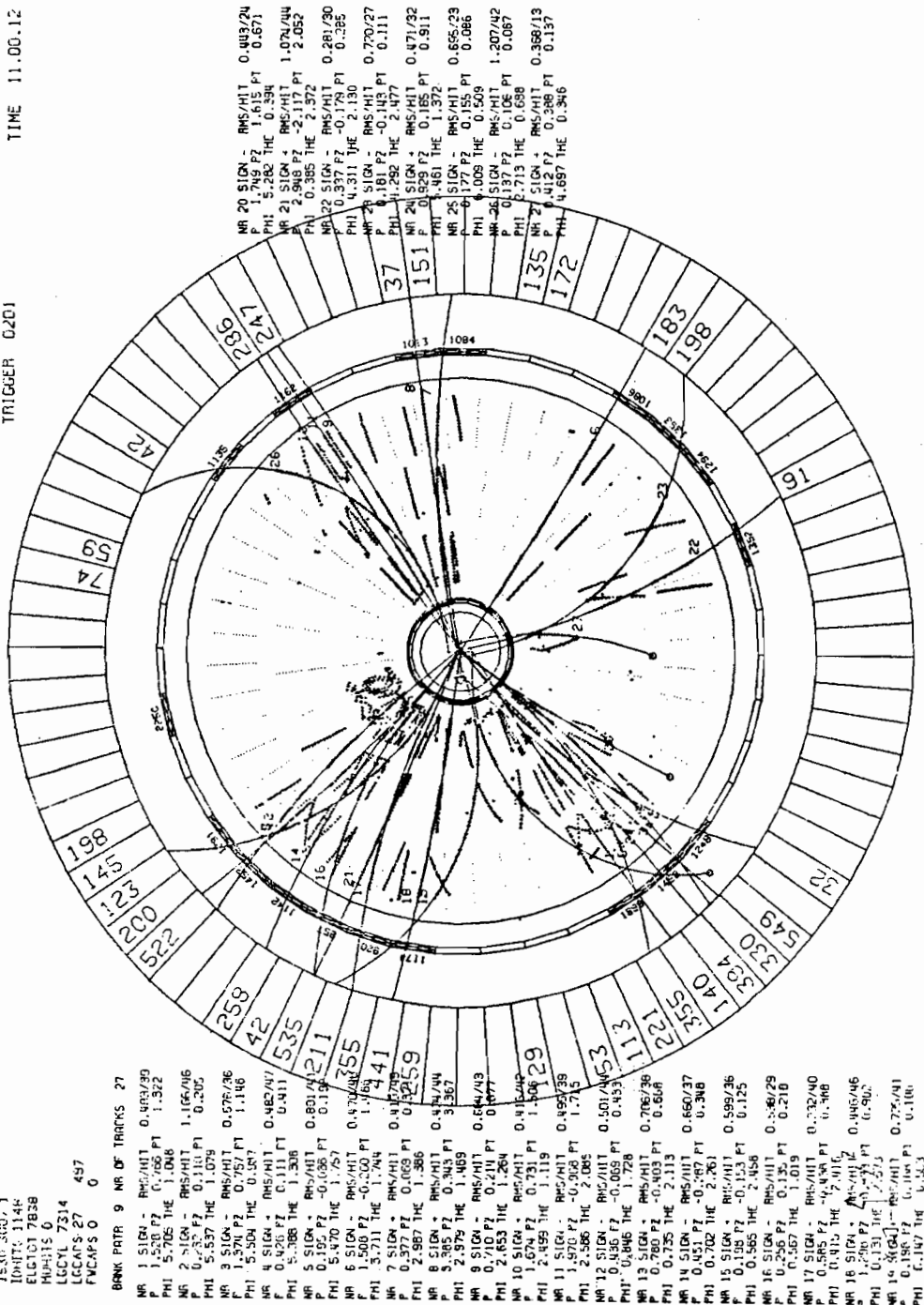
JADE

R-FI SECTION

BEAM 15.250 GEV

MIC.FILLO -4.534 MG
 TRIGGER 0201

DATE 03/12/79
 TIME 11.00.12



BANK PATR 9 NR OF TRACKS 27
 NR 1 SIGN - RMS/HIT 0.493/30
 P 1.527E THE 0.166 PT 1.322
 PHI 2.106 THE 1.086
 NR 2 SIGN - RMS/HIT 1.165/16
 P 0.337E THE 0.111 PT 0.205
 PHI 5.537 THE 1.079
 NR 3 SIGN - RMS/HIT 0.676/36
 P 1.570E THE 0.757 PT 1.148
 PHI 5.508 THE 0.587
 NR 4 SIGN - RMS/HIT 0.482/47
 P 0.426E THE 0.111 PT 0.411
 PHI 5.388 THE 1.308
 NR 5 SIGN - RMS/HIT 0.801/48
 P 0.570E THE 0.108 PT 0.134
 PHI 5.970 THE 1.757
 NR 6 SIGN - RMS/HIT 0.470/48
 P 1.508E THE 0.100 PT 1.774
 PHI 3.711 THE 1.744
 NR 7 SIGN - RMS/HIT 0.412/78
 P 0.977E THE 1.386
 PHI 2.987 THE 1.366
 NR 8 SIGN - RMS/HIT 0.474/44
 P 5.365E THE 0.343 PT 3.367
 PHI 2.979 THE 1.489
 NR 9 SIGN - RMS/HIT 0.644/43
 P 0.710E THE 0.211 PT 0.477
 PHI 2.653 THE 1.284
 NR 10 SIGN - RMS/HIT 1.304/29
 P 0.624E THE 0.771 PT 0.416
 PHI 2.459 THE 1.119
 NR 11 SIGN - RMS/HIT 0.489/39
 P 1.970E THE 0.968 PT 1.745
 PHI 2.586 THE 2.085
 NR 12 SIGN - RMS/HIT 0.501/45
 P 0.435E THE 0.069 PT 0.453
 PHI 0.486 THE 1.728
 NR 13 SIGN - RMS/HIT 0.786/38
 P 0.780E THE 0.403 PT 0.608
 PHI 0.125 THE 2.113
 NR 14 SIGN - RMS/HIT 0.660/37
 P 0.614E THE 0.276 PT 0.348
 PHI 0.702 THE 2.386
 NR 15 SIGN - RMS/HIT 0.589/36
 P 0.198E THE 0.153 PT 0.125
 PHI 0.585 THE 2.458
 NR 16 SIGN - RMS/HIT 0.340/29
 P 0.256E THE 0.135 PT 0.210
 PHI 0.567 THE 1.019
 NR 17 SIGN - RMS/HIT 0.732/40
 P 0.645E THE 0.444 PT 0.768
 PHI 0.412 THE 2.012
 NR 18 SIGN - RMS/HIT 0.945/46
 P 0.131E THE 1.723 PT 0.902
 PHI 0.131 THE 1.723
 NR 19 SIGN - RMS/HIT 0.725/41
 P 0.198E THE 0.105 PT 0.106
 PHI 6.147 THE 0.353

XXX SURV (GEV) RMY PIOT 24.953 PTHINS 19.927 PLONG 11.839 DMKXZ - 3

Abb. 11 Kopie einer Ereignisdarstellung vom Bildschirm des Rechners. Das Elektron-Positron-Paar zerstrahlt in viele Hadronen. Jeder Spurpunkt ist zusammen mit seinem zur Drahtebene gespiegelten Punkt eingezeichnet. Zu erkennen sind außerdem die inneren Szintillationszähler, die das Strahlrohr umgeben, und die Flugzeitähler, die die Driftkammer umschließen. Der große Ring außen zeigt die Bleiglaszähler; die Zahlen geben die in einem Sektor deponierte Energie an. Die Kurven zeigen die Teilchenbahnen, wie das Spurfindungsprogramm sie erkennt. Die Parameter der 27 gefundenen Spuren sind an der Seite aufgeführt.

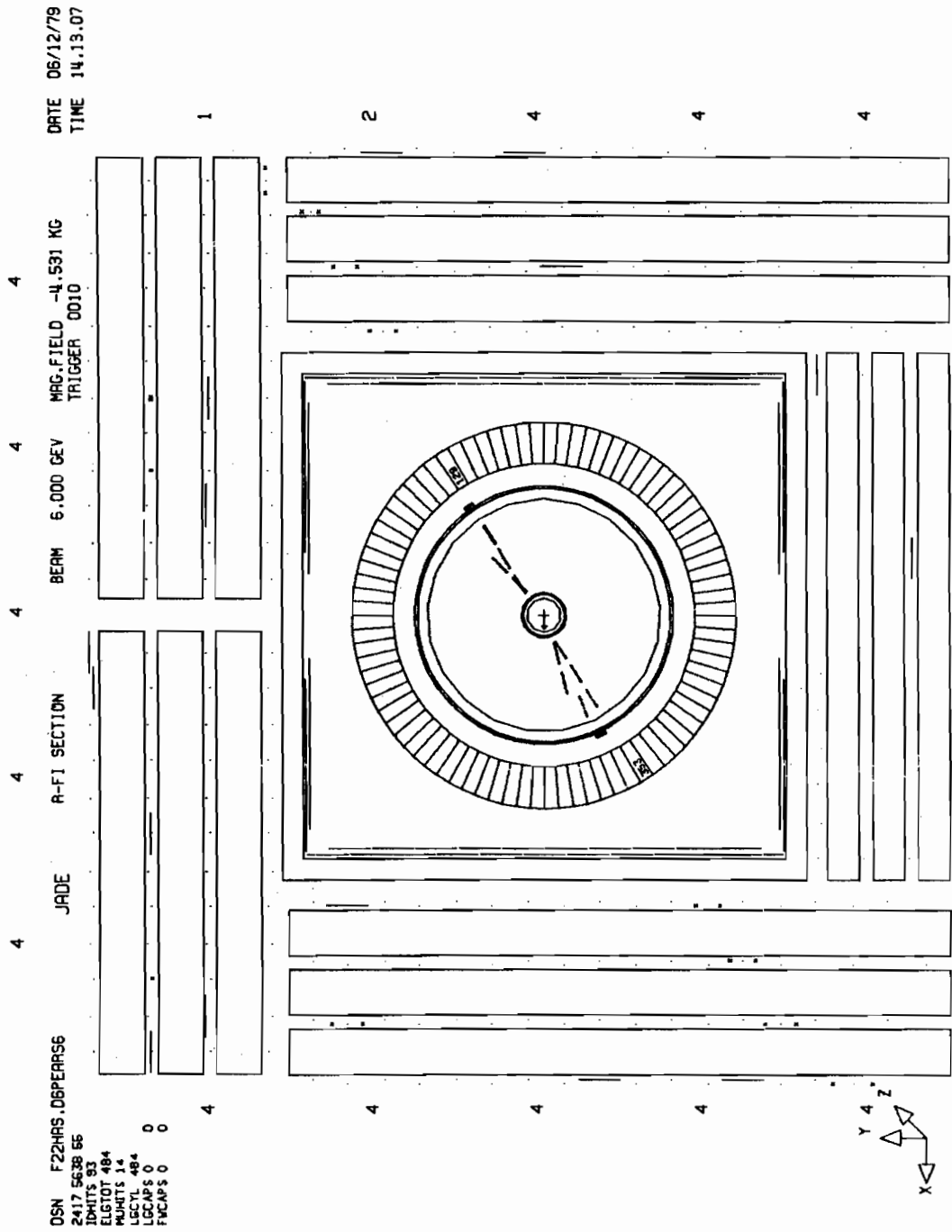


Abb. 12 Ein Ereignis vom Typ $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$. Die vermessenen Spurpunkte in der großflächigen Driftkammer zwischen den Hadronabsorbern sind durch Kreuze gekennzeichnet.

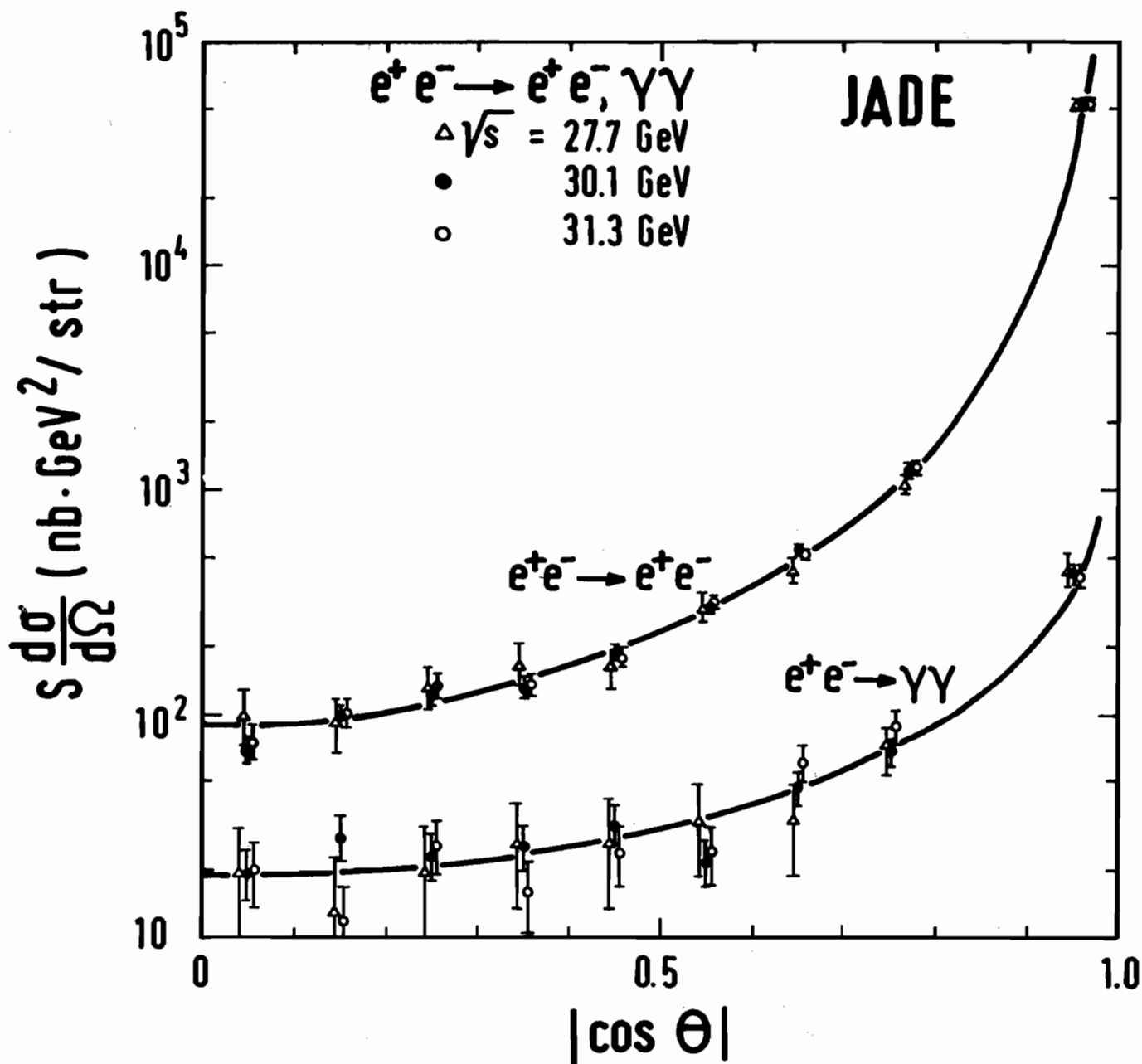


Abb. 13 $S \cdot d\sigma/d\Omega$ als Funktion von $|\cos \Theta|$ für die Prozesse $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ und $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$.

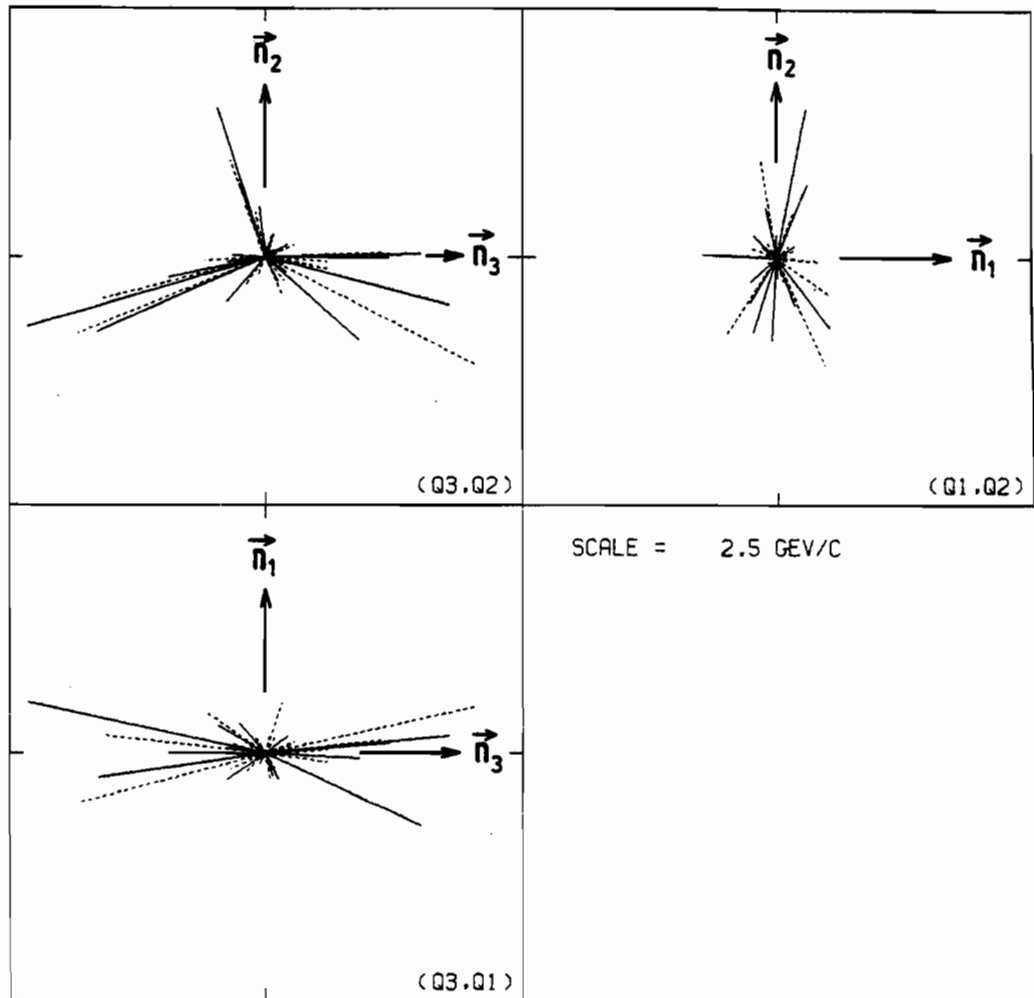


Abb. 14 Ein 3-Jet-Ereignis in 3 zueinander senkrechten Projektionen.

(4) Durch Messung der spezifischen Ionisation an 48 Punkten jeder Teilchenspur wurde nach Teilchen mit fraktioneller elektrischer Ladung (Quarks) und nach schweren stabilen Teilchen gesucht (s. Abb. 15). Da keine Evidenz für derartige Partikel gefunden wurde, kann ihre Erzeugungsrate höchstens ein Zehntel derjenigen der Myonen betragen.

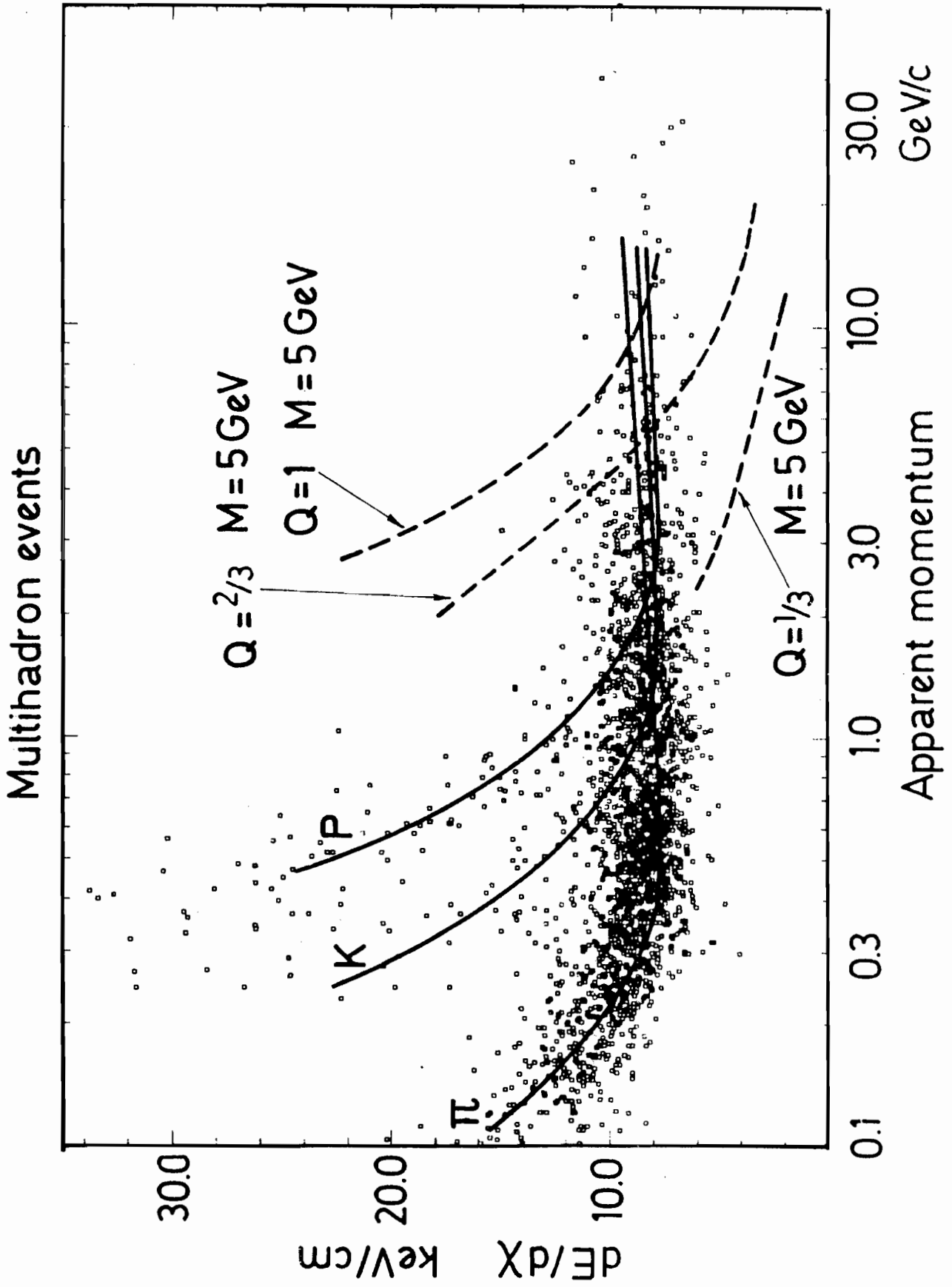


Abb. 15 Der Energieverlust dE/dx von Teilchen der Reaktion $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen.

MARK-J Kollaboration

III. Physikalisches Institut, RWTH Aachen, Deutsches Elektronen Synchrotron
DESY, F 13, Laboratory for Nuclear Science, M. I. T., Cambridge/USA,
N.I.K.H.E.F., Sectie H, Amsterdam/Holland, Institute of High Energy Physics,
Peking/V. R. China

A. ARBEITEN AM DETEKTOR

Drehmöglichkeit

Der MARK-J Detektor, der im Herbst 1978 in der SW-Halle in Meßposition gebracht worden war, wurde in den drei größten Montageperioden des Jahres vervollständigt und modifiziert. Für die Drehmöglichkeit des Detektors um die Strahlachse wurden Antriebskette und Getriebemotor angebaut. Es gelang erstmalig, die beiden Endkappen mit Spulen und Hadron-Kalorimetern in den Detektor einzufahren. Für die Messung der Luminosität wurden vor die beiden Bleiglas-Zählermäntel (G) (siehe Abb. 16 und Beschreibung des MARK-J Detektors im Jahresbericht 1978) akzeptanz-definierende Szintillationszähler installiert und mit Präzision vermessen. Die mit ihnen über Kleinwinkel-Bhabha-Streuung gemessene Luminosität stimmt danach mit der im Zentraldetektor gemessenen auf $\pm 3\%$ überein.

Driftröhren

Eine wesentliche Modifikation stellte der Ersatz der 32 Plexiglaszähler rund um das Strahlrohr durch 992 Driftröhren dar. Die Zähler, die der Trennung von geladenen und neutralen Teilchen dienen sollten, waren der auftretenden Strahlungsdosis nicht gewachsen. An ihrer Stelle wurde eine kastenförmige Anordnung aus 992 Driftröhren um das Strahlrohr gesetzt, dessen Mittelteil zu diesem Zweck neu gefertigt werden mußte. Die Driftröhre bestehen aus vernickelten Alu-Röhren von 300 mm Länge, 10 mm Durchmesser, innen mit je einem 12 μm starken W-Draht versehen und weich zu Paketen zusammengelötet. Die Gasfüllung hat die Zusammensetzung 65 % A – 35 % CH₄. Für die Gasversorgung wurde durch – B 2 – ein zusätzliches Gassystem gebaut, bei dem wegen der geringen Mengen das Kreislaufverfahren nicht angewendet wird.

Diese Driftröhre machen es möglich, über die Aussage „geladen-neutral“ hinaus Teilchenbahnen zum WWP zurückzuverfolgen und Multizitäten zu messen, da nur die 4 mm starke Al-Wand des Strahlrohrs zu durchqueren ist. Damit wird die Abtrennung von Untergrundeignissen ebenfalls wesentlich verbessert (Abbildung 17).

Zur Vervollständigung des Aufbaus gehörte weiter der Einbau einer Kabelführungskette für das Gros der zum Detektor führenden Kabel und Gasleitungen zur Erleichterung von Drehungen um die Strahlachse (Abbildung 18). Ferner wurde das Gas-Überwachungs- und -alarmsystem in der Halle vervollständigt und automatisiert. Der gesamte Detektor, einschließlich der äußeren (P-)Driftkammern wurde durch die Vermessungsabteilung – MEA – vermessen, so daß nunmehr die Ortsauflösung der Kammern genutzt werden kann. Für die End-(R-)Kammern, die bisher noch nicht eingebaut wurden, sollen die Halterungen für die Aufstellung von zusätzlichen Fokussiermagneten zur Luminositäts-erhöhung („Mini-Beta“) noch verändert werden.

Neuer Rechner

Um die Belastung des DESY-Rechenzentrums zu verringern, ist von M.I.T. eine Rechenanlage VAX11-870 gekauft worden. Zu ihrer Aufstellung neben der SW-Halle wurde von DESY ein Behälterhaus angeschafft, das mit der notwendigen Klimatisierung versehen wird. Es wird gehofft, daß mit dieser Rechenanlage ein großer Teil der off-line-Analysisprogramme für das MARK-J Experiment bewältigt werden kann.

B. MESSERGEBNISSE

1. Test der Quantenelektrodynamik und der Universalität für geladene Leptonen

QED-Tests

Bemerkenswerte Experimente an Speicherringen, die die Quantenelektrodynamik (QED) mit Elektronen, Myonen und Photonen testen, wurden gemacht von Alles-Borelli et al., Newman et al., Augustin et al., O'Neill et al. und von unserer Gruppe bei PETRA bis zu Schwerpunktsenergien von 17 GeV. Die Entdeckung des τ -Leptons bei SLAC und die nachfolgende Bestätigung bei DESY hat weitere Untersuchungen angeregt. Wir wissen, daß das Tau ein Spin $\frac{1}{2}$ -Teilchen mit schwachem Zerfall ist, dessen Eigenschaften dem Myon sehr ähneln.

MARK J - DETECTOR

- A, B SHOWER COUNTERS
 D, E TRIGGER COUNTERS
 G MONITOR COUNTERS
 K CALORIMETER COUNTERS
 DT DRIFT TUBES
 ST, UY DRIFT CHAMBERS, INNER
 Q DRIFT CHAMBERS, MEDIUM
 P, R DRIFT CHAMBERS, OUTER

- 1 AL - RING
 2 MAGNET IRON
 3 BEAM PIPE
 4 ROTATIONAL SUPPORT
 5 COILS (----)

WEIGHT: ~ 400 t
 MAGNETIC FIELD: 1.8 T

- PARTICIPANTS:**
 RWTH - Aachen
 DESY - Hamburg
 MIT - Cambridge
 NIKHEF - Amsterdam
 HEPI - Peking

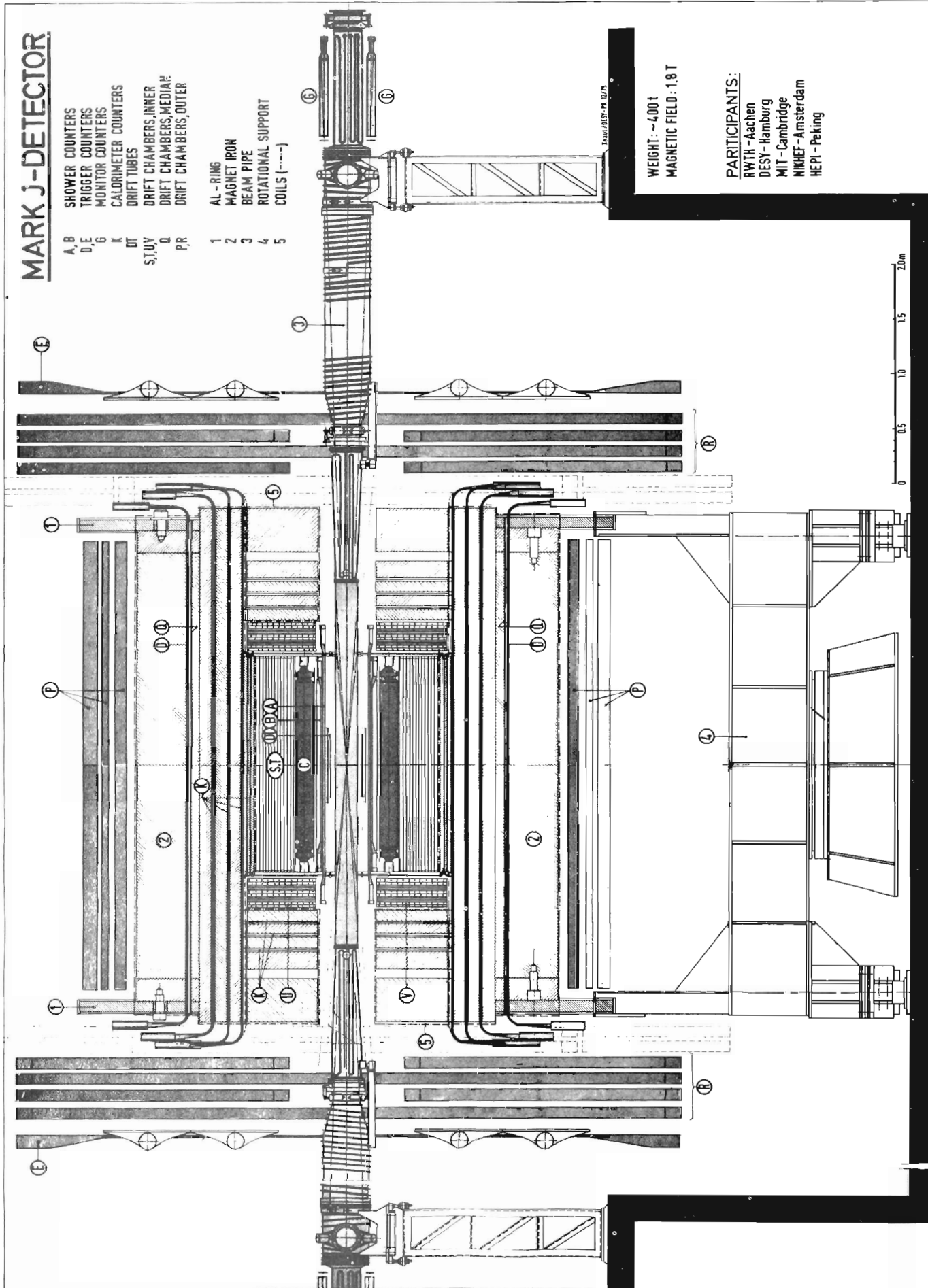
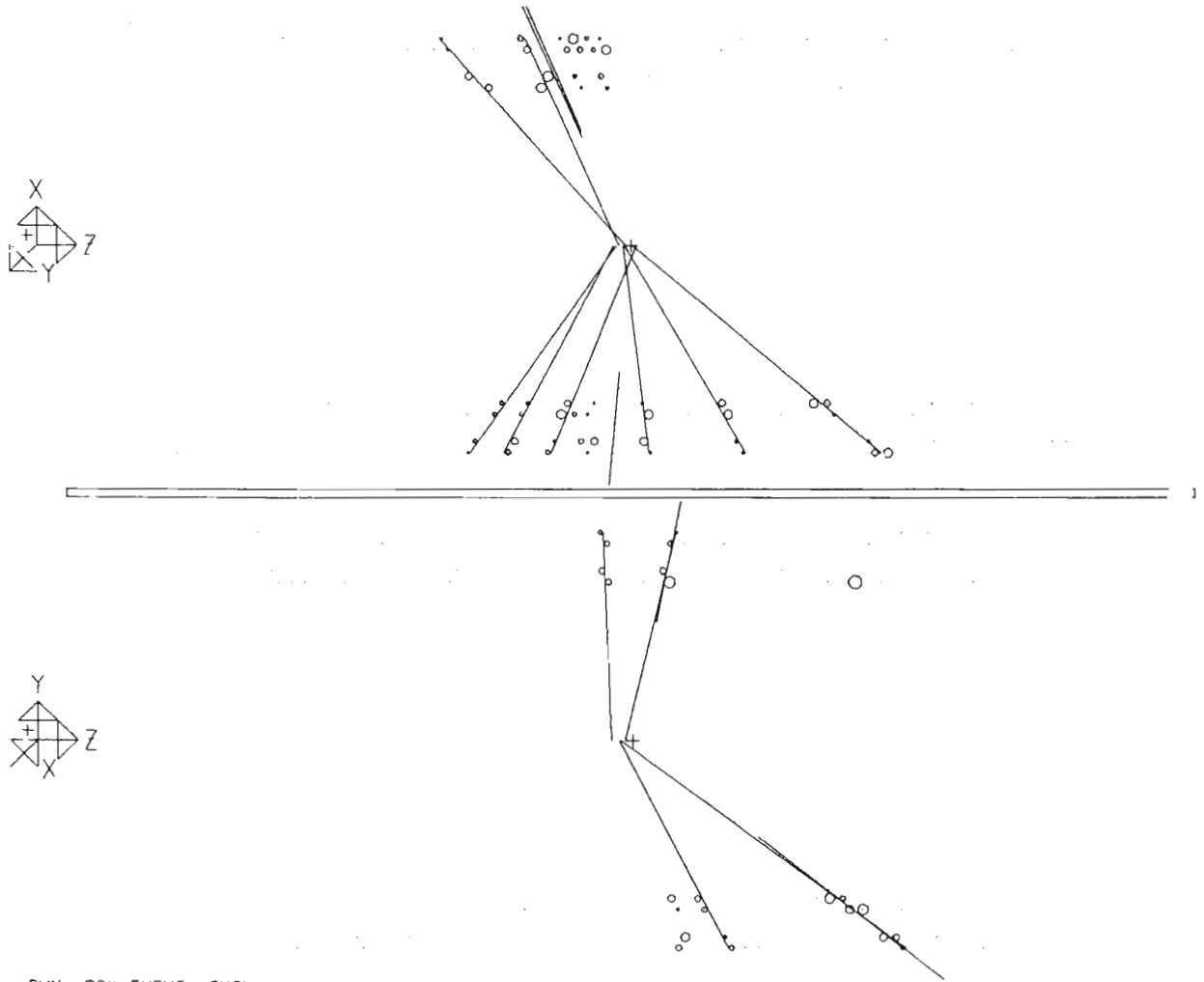


Abb. 16 Längsschnitt durch den MARK-J Detektor

USERID=F13BRA PLOTID=IPSPLOT PLOTNR= 1
 PLOT QUEUED AT 132613 ON 79290
 PLOT STARTED AT 165602 ON 791017
 PLOT RECEIVED FROM F13BRA TSUSER NEWLIBT MODULE IPS ON SYSTEM C



RUN 764 EVENT 6424

Abb. 17 Driftröhren-Bild eines Ereignisses mit mind. 8 geladenen Teilchen

In diesem Experiment untersuchen wir die Reaktionen $e^+ + e^- \rightarrow l^+ + l^-$ für die bekannten geladenen Leptonen ($l = e, \mu, \tau$), indem wir die Abhängigkeit des Wirkungsquerschnittes von der Schwerpunktsenergie oder dem Streuwinkel über einen weiten Bereich der PETRA-Energien messen. Diese Messungen befähigen uns, die Daten mit den Vorhersagen der Quantenelektrodynamik zu vergleichen, die Universalität dieser Leptonen bei sehr kleinen Abständen zu testen und eine Grenze für den Radius der Ladungsausdehnung dieser Teilchen anzugeben. Gegenwärtig sind die Reaktionen

$$e^+ + e^- \rightarrow e^+ + e^- \text{ (Bhabha-Streuung)} \quad (1)$$

$$e^+ + e^- \rightarrow \mu^+ + \mu^- \quad (2)$$

$\rightarrow (h^+ \text{ oder } e^-) + \nu^+ \text{ s}$

$$e^+ + e^- \rightarrow \tau^+ + \tau^- \quad (3)$$

$\rightarrow \mu + \nu^+ \text{ s}$

bei SR-Energien $\sqrt{s} = 12, 13, 17, 22, 27.4, 30$ und 31.6 GeV gemessen worden.

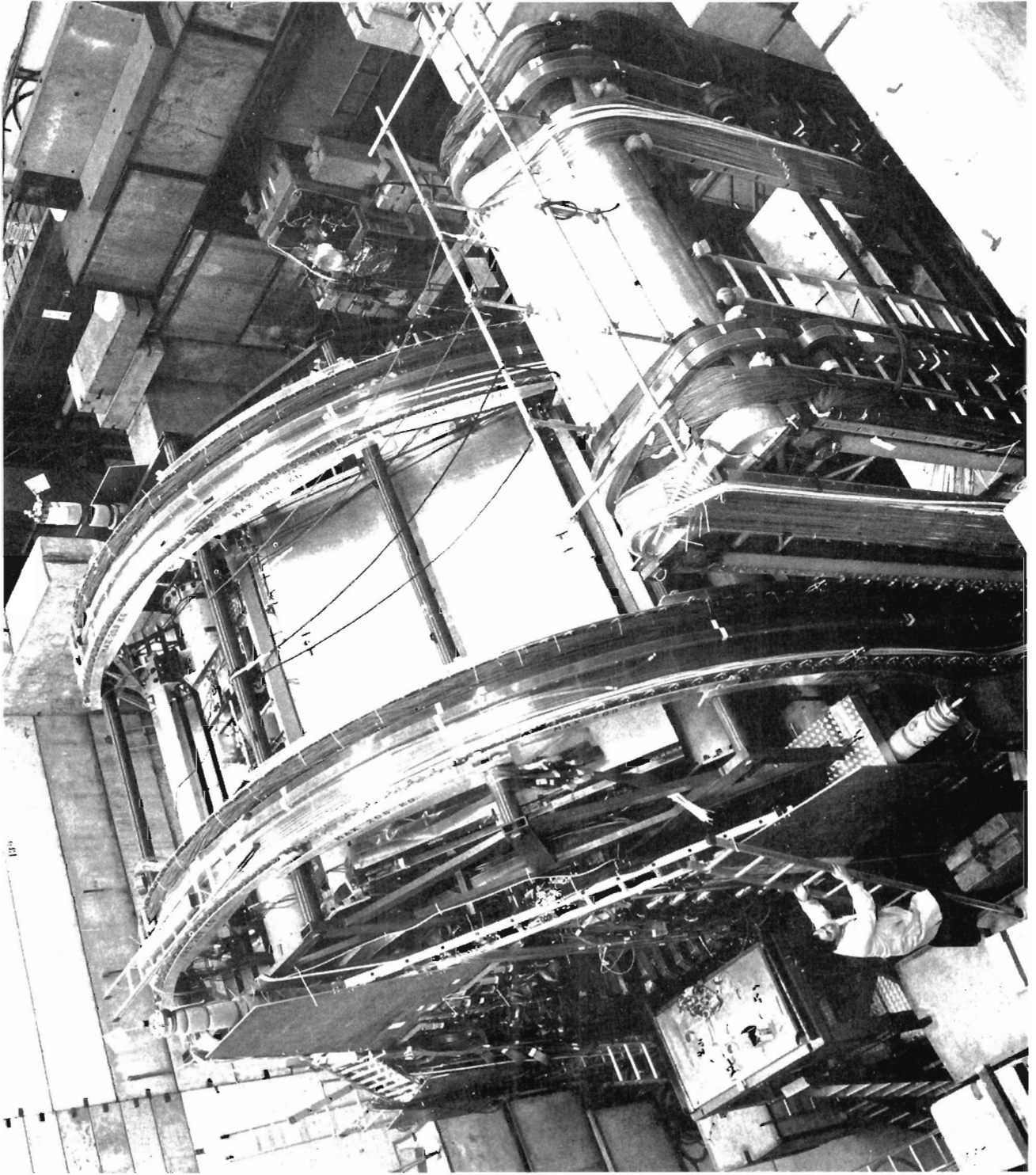


Abb. 18 Blick auf den MARK-J Detektor. Im Vordergrund die Mechanik für die Kabelführung („Kabelschlepp“).

a) Bhabha Streuung

Die Bhabha-Ereignisse werden identifiziert durch die Forderung nach zwei entgegengesetzten Schauern in den A, B und C-Zählern (Beschreibung des Detektors siehe Jahresbericht 1978), die innerhalb von 20° in θ und ϕ kollinear sind und eine gemessene Gesamt-Schauer-Energie von mehr als $1/3$ der einfallenden Strahlenenergie haben. Photonen, die nahe dem jeweiligen Elektron emittiert werden, werden in den Elektron-Impuls einbezogen. Die Messung des Akollinearitätswinkels $\Delta\theta$ und des Akoplanaritätswinkels $\Delta\phi$ ergibt, daß die meisten Ereignisse im Bereich $\Delta\theta < 4^\circ$, $\Delta\phi < 4^\circ$ liegen. Weil wenige Ereignisse nahe den 20° -Schnitten in $\Delta\phi$ liegen, schließen wir, daß der Untergrund zur Bhabha-Streuung vernachlässigbar ist.

Um den meisten Untergrund von Hadron-Jets zu eliminieren, wurde verlangt, daß die in den K-Zählern deponierte Energie kleiner als 7 % der Gesamtenergie war. Da der QED-Test gegen Untergrund am empfindlichsten im Gebiet großer Winkel ist, wurden alle Ereignisse mit $\theta > 60^\circ$ auf Bildschirmen durchmustert, die die Verteilung auf den Zählern zeigten.

Aufgrund einer Monte-Carlo-Simulation von Hadron-Ereignissen schließen wir, daß der Untergrund von dieser Quelle kleiner als 1 % ist. Die Akzeptanz für $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ wurde mit der Monte-Carlo-Methode berechnet und ist durch die Geometrie der ersten Schauerzähler-Reihe A definiert. Sowohl Energie- als auch Akzeptanzverluste in den Ecken stellten sich als klein heraus.

Der Photon Propagator in der 1. Näherung der QED erzeugt eine s^{-1} -Abhängigkeit im $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ Wirkungsquerschnitt. Daher sollte die Größe $s \frac{d\sigma}{d\cos\theta}$, gegen $\cos\theta$ aufgetragen, unabhängig von s sein, wenn Strahlungskorrekturen berücksichtigt werden. Diese Verteilung ist für die Daten bei $\sqrt{s} = 13, 17$ und 27.4 GeV in Abbildung 19 aufgetragen. Man sieht exzellente Übereinstimmung mit der QED. Die Strahlungskorrektur wurde mit einem für diese Situation angepaßten Programm von Berends berechnet.

b) Myon- und Tau-Paarzeugung

Der MARK-J Detektor ist entworfen, um Myonen von Hadronen und Elektronen, und um echte, d.h. entgegengesetzt vom WWP auslaufende Myonpaare von durchlaufenden Myonen aus kosmischer Strahlung zu unterscheiden. Die Myon-Identifikation wird unterstützt durch den kurzen Zerfallsweg für Hadronen bis zum Erreichen der Schauerzähler. Das Myon-Filter verlangt eine Spur in den äußeren Driftkammern (P). Die Signale von mindestens einem A- oder B-Zähler müssen mit dem Strahl-Durchgangssignal (bunch-Signal) und mit einem Signal von einem der D-Zähler zeitlich übereinstimmen, die durch 42 cm Eisen abgeschirmt sind. Falls es mehrere Signale von den D-Zählern gibt, wird deren Zeitdifferenz benutzt, um kosmische Strahlen zu unterdrücken. Einzelne Myonen werden als Teilchen identifiziert, welche

- i) in den inneren Driftkammern eine Spur erzeugen, die auf den Wechselwirkungspunkt weist,
- ii) minimal-ionisierende Impulshöhen in den insgesamt 7 Zälerschichten A, B, C, K und D erzeugen,
- iii) eine Spur in den äußeren Driftkammern (P) hinterlassen und daher in den Winkelbereich $45^\circ < \theta_\mu < 135^\circ$ fallen. Zusätzlich werden echte Myonpaare von kosmischer Strahlung durch die Forderung unterschieden, daß
- x) die Zeitsignale der D-Zähler koinzident sein müssen (im Gegensatz zum zeitlichen Nacheinander bei Teilchen, die den Detektor durchqueren),
- xx) die Myonen sollten kollinear und koplanar sein und durch den WWP laufen.

Eine Monte-Carlo-Berechnung zeigt, daß die $\mu^+\mu^-$ -Akzeptanz, die von der geometrischen Akzeptanz der P-Driftkammern bestimmt wird, $(41 \pm 3) \%$ beträgt, unabhängig von der Strahlenergie.

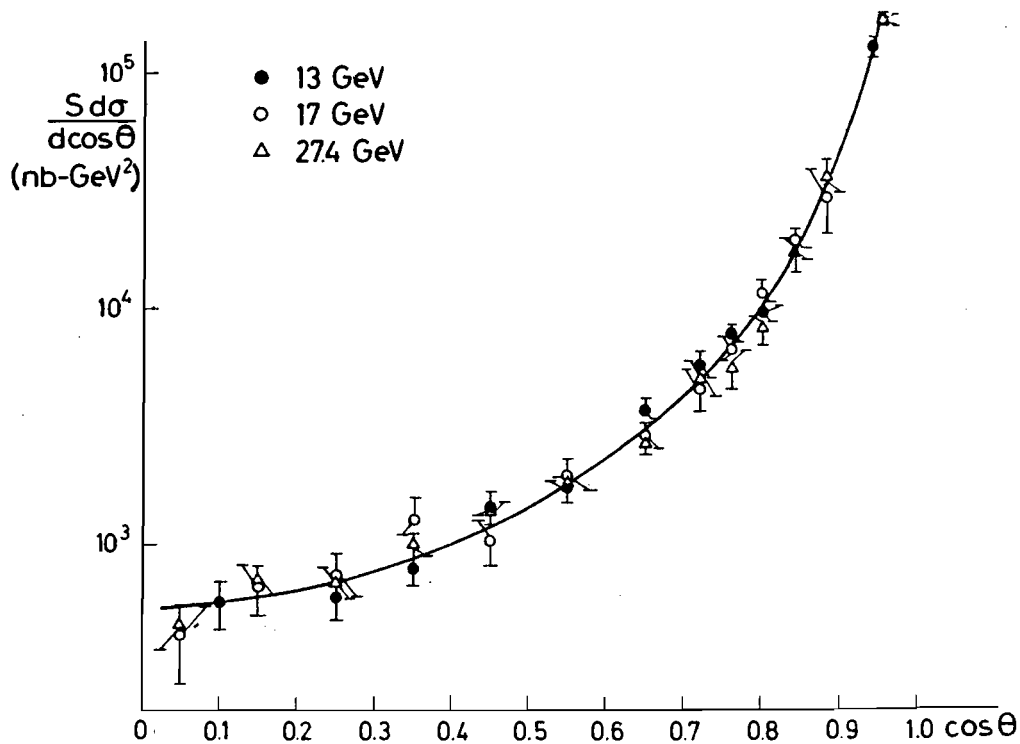


Abb. 19 Der differentielle Wirkungsquerschnitt $s \frac{d\sigma}{d\cos\theta}$ für $e^+e^- \rightarrow e^+e^-$ bei $\sqrt{s} = 13, 17$ und 27.4 GeV.

Tau-Leptonen aus der Reaktion (3) werden identifiziert über μ , Hadron- und μ , Elektron-Endzustände. Der Wirkungsquerschnitt wird bestimmt durch Verwendung der bekannten Verzweigungsverhältnisse von $\tau \rightarrow \mu\bar{\nu}$ (16 %) und $\tau \rightarrow (e, \text{Lepton} + \text{Hadron oder Multi-Hadron}) + \nu$ (84 %). Myonen, Hadronen und Elektronen werden in bekannter Weise identifiziert, wobei von Hadronen oder Elektronen eine abgegebene Energie von mehr als 2 GeV verlangt wird.

Der hauptsächliche Untergrund für Reaktion (3) ist der Zwei-Photon-Prozeß



Dieser Prozeß wird wichtig bei hohen Energien, da der gesamte Wirkungsquerschnitt wie $\ln(\sqrt{s}/m_e)^2 \ln(\sqrt{s}/m_\mu)^2$ mit der Strahlenergie ansteigt im Gegensatz zu Reaktion (2), deren Rate mit s^{-1} abfällt. Der für den Zwei-Photon-Prozeß beobachtete Wirkungsquerschnitt ist relativ zum gesamten Wirkungsquerschnitt um einen Faktor $\approx 10^3$ unterdrückt durch Impulsschnitte bei den Myonen und durch Energie- und Winkel-Schnitte bei den Elektronen, aber die Raten von akzeptierten Ereignissen bleiben signifikant.

Abbildung 20 zeigt die für unseren Detektor berechneten Wirkungsquerschnitte, wenn die folgenden Teilchen beobachtet werden:

- a) nur zwei μ 's,
- b) nur ein μ und ein e,
- c) zwei μ 's und ein e

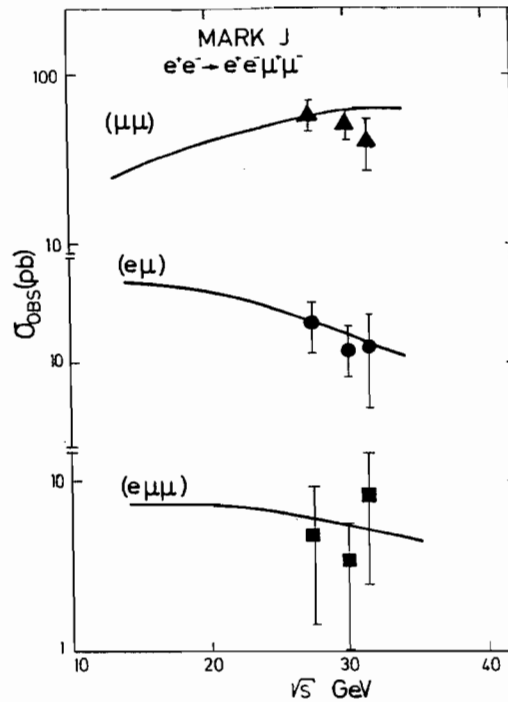


Abbildung 20

Der von unserem Detektor beobachtete Wirkungsquerschnitt für $e^+e^- \rightarrow e^+e^-\mu^+\mu^-$ als Funktion von \sqrt{s} , wenn die beobachteten Teilchen

a) zwei μ 's

b) ein μ und ein e

c) zwei μ 's und ein e

sind. Die durchgezogenen Kurven sind Monte-Carlo-Berechnungen der Ausbeute von Zwei-Photon-Diagrammen und die Punkte sind die Meßdaten.

unter Anwendung folgender Schnitte:

$$12^\circ \leq \theta_e \leq 168^\circ \quad E_e \geq 2.0 \text{ GeV}$$

$$45^\circ \leq \theta_{\mu 1} \leq 135^\circ \quad p_{\mu 1}^\perp \geq 1.5 \text{ GeV}$$

$$33^\circ \leq \theta_{\mu 2} \leq 147^\circ \quad p_{\mu 2}^\perp \geq 0.8 \text{ GeV}$$

Der Wirkungsquerschnitt für den Fall a) ist viel größer als für den Prozeß

$$e^+ + e^- \rightarrow \tau + \bar{\tau} + \mu^+ + \mu^- + 4\nu$$

und die $\mu^+\mu^-$ Ereignisse aus den beiden Prozessen sind schwer zu unterscheiden. Wir lassen daher Fall a) für unsere $\tau\bar{\tau}$ -Kandidaten unberücksichtigt. Im Fall b) wird das Elektron aus dem Zwei-Photon-Prozeß vorwiegend im Bereich kleiner Winkel auftreten.

Der Wirkungsquerschnitt $d\sigma_{\mu e}/d(\cos\theta_e)$ fällt typisch um zwei Größenordnungen von $\cos\theta_e = 0.98$ bis 0.80 . Weiterhin liegen die Spuren von Myonen und Elektronen wegen Transversal-Impulserhaltung bevorzugt in einer Ebene. Durch die Forderungen $30^\circ \leq \theta_e \leq 150^\circ$, und daß der Endzustand μ, e innerhalb 30° kollinear ist, konnten wir den Zwei-Photon-Beitrag zu den $\tau\bar{\tau}$ -Kandidaten vernachlässigen ($< 10^{-3}$ picobarn). Die Rate für den Fall c) ist klein und kann leicht von den τ -Ereignissen abgetrennt werden.

Die Tatsache, daß die μ -Hadron-Ereignisse aus der Reaktion (3) in unserem Energiebereich fast kollinear sind, kann auch benutzt werden, um Reaktion (3) von μ -Hadron-Ereignissen aus dem semileptonischen Zerfall von Teilchen mit einer c-(charm) oder b-(bottom) Quantenzahl zu unterscheiden. In den letzteren Fällen wird das Myon von Hadronen in nahezu derselben Richtung begleitet.

Die gemessenen Myon-Impulse und Hadron-Energien für die $\tau\bar{\tau}$ -Kandidaten stimmen mit den Berechnungen aufgrund der bekannten Zerfallseigenschaften des τ -Leptons überein. Die Akzeptanz wird mit der Monte-Carlo-Methode nach Reaktion (3) unter Berücksichtigung von Strahlungskorrekturen berechnet. Wir erhalten eine Nachweiswahrscheinlichkeit für τ -Paare von $\approx 10\%$ bei verschiedenen Energien, wenn ein Zerfalls-Myon zusammen mit einem einzelnen Elektron oder mit einem oder mehreren Hadronen beobachtet wird. Die resultierenden $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ und $\tau^+\tau^-$ -Wirkungsquerschnitte zusammen mit der QED-Berechnung werden in Abbildungen 21 und 22 als Funktion von \sqrt{s} gezeigt.

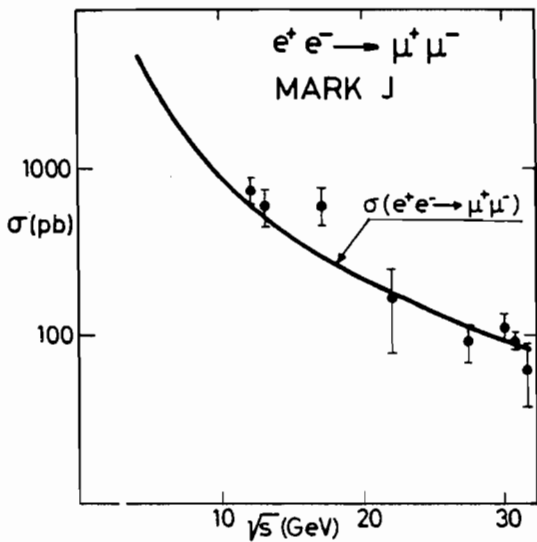


Abb. 21
Der beobachtete Wirkungsquerschnitt für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$, verglichen mit der QED-Vorhersage.

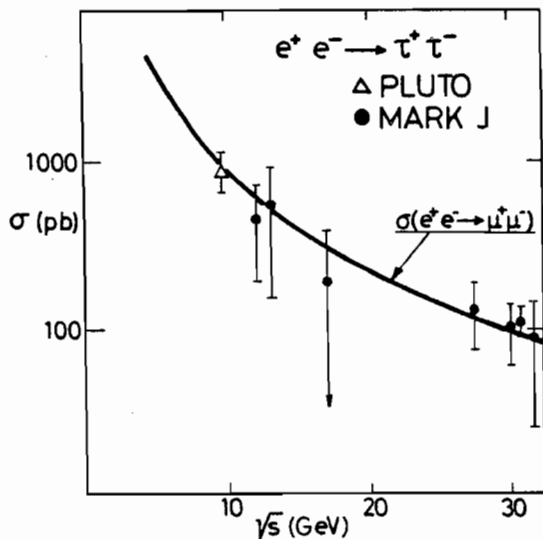


Abb. 22
Der beobachtete Wirkungsquerschnitt für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$, verglichen mit der QED-Vorhersage.

Wir sehen, daß die Daten von $q^2 = s = 169$ bis 999 GeV^2 gut mit der QED-Vorhersage für die Erzeugung von Paaren punktförmiger Teilchen übereinstimmen. Abbildung 22 zeigt im Besonderen zum ersten Mal, daß das τ -Lepton sich über einen großen Energiebereich wie ein punktförmiges Teilchen verhält, also zur selben Teilchenfamilie wie Myon und Elektron gehört. Um die maximal mögliche Ausdehnung der Teilchen zu parametrisieren, verwenden wir den Formfaktor

$$F_e = 1 \mp \frac{q^2}{q^2 - \Lambda_{\ell\pm}^2} \quad (\ell = e, \mu, \tau).$$

Durch Vergleich unserer Daten mit den durch diesen Formfaktor modifizierten Wirkungsquerschnitten finden wir die in der Tabelle angegebenen Grenzwerte für die Abschneideparameter (95 % c. l.)

ℓ	Elektron	Myon	τ -Lepton
Λ_-	95	114	69
Λ_+	74	116	118

Tabelle: Abschneideparameter $\Lambda(\text{GeV})$ für e^+e^- , $\mu^+\mu^-$ und $\tau^+\tau^-$ -Erzeugung unter Einschluß von Formfaktoren.

Durch Anwendung der Unschärferelation folgt, daß die Ladungsausdehnung aller bekannten geladenen Leptonen einen Radius $< 2 \times 10^{-16} \text{ cm}$ hat.

2. Hadronische Endzustände

a) Identifizierung der Hadronen

Hadronen- Erzeugung

Die wesentliche Selektion hadronischer Ereignisse besteht in der Durchmusterung solcher Kandidaten, die eine Vorselektion nach Energie- und Impuls-Balance passiert haben. Dabei erlauben die in den Driftkammern und Driftröhren beobachteten Spuren eine einfache Bestimmung des Reaktionsortes. Reaktionen mit dem Restgas außerhalb des Wechselwirkungspunktes können dadurch zuverlässig abgetrennt werden. Die Ladungs-Multiplizität in den Driftröhren und die Schauerentwicklung in den Zählern wird zur Unterdrückung von Ereignissen elektromagnetischen Ursprungs verwendet. Bei Ereignissen mit kleiner Multiplizität sowohl in den Driftröhren als auch in den Zählern fordern wir einen Mindestanteil der gesamten Energie im Hadron-Kalorimeter (K), um weiter gegen rein elektromagnetische Endzustände zu diskriminieren.

Das Energiespektrum der Ereignisse nach dieser Selektion zeigt Abbildung 23. Für eine Analyse hadronischer Endzustände verwenden wir einen zusätzlichen Energieschnitt: $E_{\text{vis}} > 0.5 \sqrt{s}$ für die Messung des totalen Wirkungsquerschnitts, für den größten Teil der Thrust-Analyse und für die Untersuchung inklusiver Myonen in Hadron-Ereignissen. Dieser zusätzliche Schnitt reduziert auch die Anteile von Strahl-Restgas-Ereignissen, von Zwei-Photon-Prozessen und $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$ mit Hadronen im Endzustand.

Aus Gründen, die weiter unten diskutiert werden (unentdecktes führendes Teilchen im Strahlrohr; Zwei-Photon-Ereignisse; hartes Photon im Anfangszustand emittiert) wurde für die Untersuchung von Gluon-Effekten in der Thrust-Verteilung, für die Jet Analyse mit Fox-Wolfram-Momenten, für die Entdeckung von Ereignissen mit 3 Jets und für die Bestimmung der Kopplungskonstanten α_s für die starke Wechselwirkung ein noch restriktiverer Schnitt $E_{\text{vis}} > 0.7 \sqrt{s}$ angewendet. Beide Schnitte sind durch Pfeile in Abbildung 23 angedeutet.

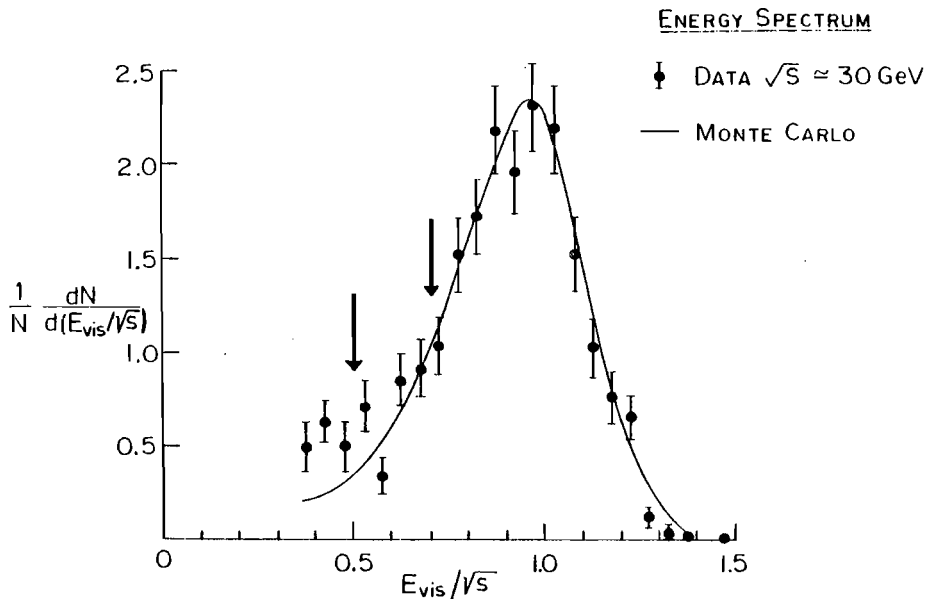


Abb. 23 Energieverteilung hadronischer Ereignisse, die die im Text beschriebenen Schnitte passieren.

b) Totaler Hadronischer Wirkungsquerschnitt

Der totale Wirkungsquerschnitt für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen wurde in einem weiten Bereich der Schwerpunktsenergie von 12 bis 31.6 GeV gemessen, unter Einschluß von Ergebnissen von längeren Meßperioden bei fester Strahlenergie und einer Feinsuche im Gebiet 29.92 bis 31.46 GeV. Das Ergebnis wird dargestellt als Verhältnis

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

Theoretisch wird im Bereich der PETRA-Energie $R \approx 4$ von der Quanten-Chromodynamik vorhergesagt. Abbildung 24 zeigt das von MARK-J gewonnene Ergebnis für R zusammen mit der QCD-Vorhersage. Die Daten enthalten 1812 Hadron-Ereignisse entsprechend 3.5 pb^{-1} . Aus Abbildung 24 folgt, daß sie kein Anzeichen für die Existenz eines sechsten Quarks mit der Ladung $2/3$ (das erwartete Top-Quark) enthalten. Die experimentellen R -Werte in Abbildung 24 sind auf Strahlungskorrekturen des Anfangszustandes ($\Delta R \approx -0.3$), auf Beiträge von Zwei-Photon-Prozessen $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \text{Hadronen}$ ($\Delta R \approx -0.1$) und von Prozessen $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^- \rightarrow \text{Leptonen}$ ($\Delta R \approx -0.3$) korrigiert worden. Zu den gezeigten rein statistischen Fehlern tritt noch ein systematischer Fehler von 10 % durch die Modellabhängigkeit der Akzeptanzberechnung. Die Genauigkeit der Abschätzung von Zwei-Photon- und Tau-Paar-Beiträgen zu den hadronischen Ereignissen wird beschränkt durch die mangelnde experimentelle Detail-Kennntnis der hoch-multiplen Endzustände aus diesen Prozessen bei hoher Energie.

Um nach einem möglichen gebundenen $t\bar{t}$ -Zustand unterhalb 31.6 GeV zu suchen, wurde eine Feinsuche von 20 MeV-Schnitten (entsprechend der PETRA-Energieunschärfe) mit ca. 25 nb^{-1} pro Punkt durchgeführt. Bei insgesamt 1945 nb^{-1} wurden 807 Hadron-Ereignisse registriert. Abbildung 25 zeigt, daß das Resultat ebenfalls mit der Vorhersage der QCD für u, d, s, c und b -Quarks übereinstimmt, ohne Anzeichen einer neuen Resonanz oder eines neuen Beitrags zum Kontinuum.

*Hadronischer
Wirkungsquerschnitt*

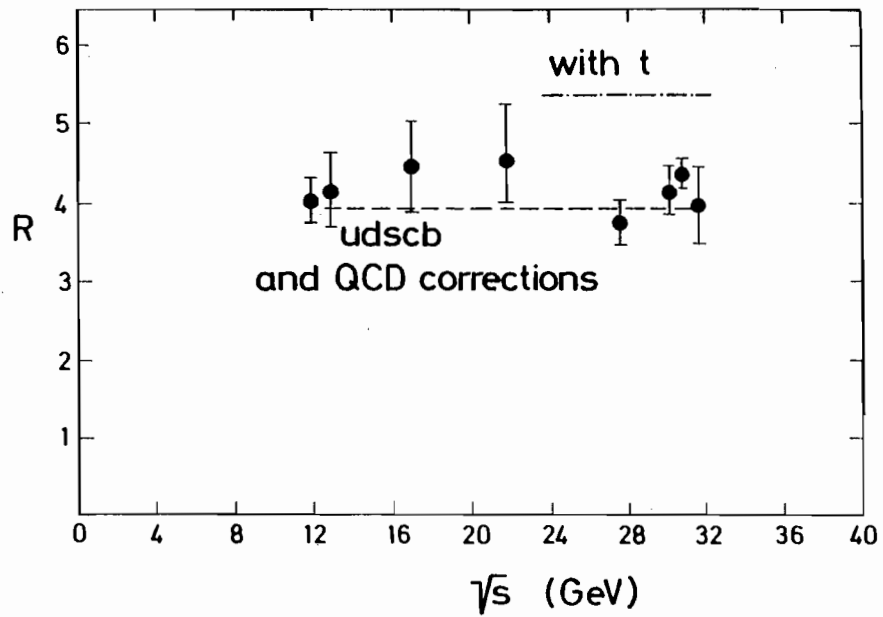


Abb. 24 Der totale relative hadronische Wirkungsquerschnitt $R = \sigma(e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}) / \sigma(e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-)$ bei allen Energien, beobachtet von diesem Experiment. Der Punkt bei 27.5 GeV entspricht den Daten im Bereich 27.4 bis 27.7 GeV, und der Punkt bei 30.7 GeV umfaßt die Feinsuche von 29.9 bis 31.5 GeV.

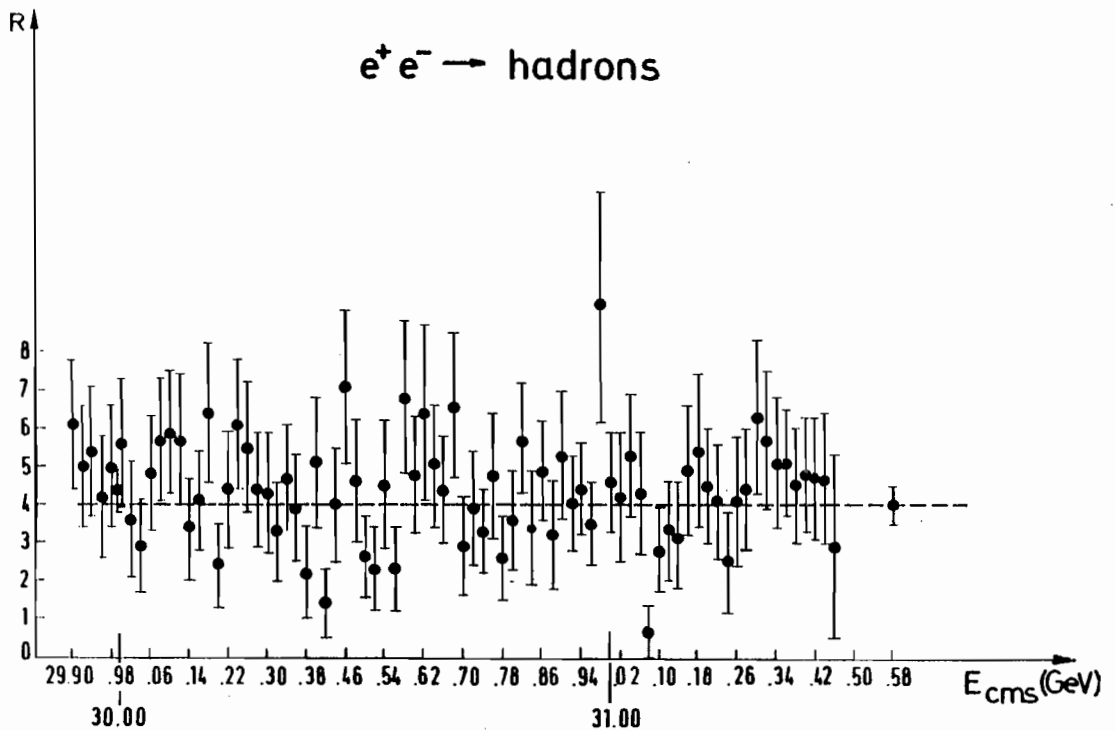


Abb. 25 R-Werte für die Feinsuche zwischen 29.9 und 31.5 GeV. Die gestrichelte Linie gibt die Vorhersage der QCD wieder.

c) Jet-Analyse

i) Thrust-Verteilungen

Es wurde eine Jet-Analyse der Hadron-Ereignisse entwickelt unter Verwendung der räumlichen Verteilung der im Detektor abgegebenen Energie. Für jeden „Treffer“ in einem Zähler wird ein Vektor \vec{E}_i konstruiert (der „Energiefluß“), dessen Richtung durch die Lage des Signals im getroffenen Zähler und dessen Betrag durch die gemessene Energie bestimmt wird. Der Parameter Thrust (T) wird definiert als

$$T = \max_i \sum_j |E_{ij}^i| / E_{\text{vis}}$$

wobei E_{ij}^i die Komponente von \vec{E}_i entlang einer vorgegebenen Achse ist. Die resultierende Richtung ist diejenige, entlang der der projizierte Energiefluß maximal ist.

Für Ereignisse mit isotroper räumlicher Energieverteilung ist $T \approx 0.5$. Das wäre z.B. die Situation, wenn das virtuelle Photon zwei schwere Quarks mit einer Masse von nahezu Strahlenergie erzeugt. Solche Quarks würden fast in Ruhe sein. Andererseits würden sich Paare von leichten Quarks sehr schnell bewegen und ihre hadronischen Zerfallsprodukte würden (durch Lorentztransformation) in engen „Jets“ gebündelt um die ursprünglichen Quark-Erzeugung-Richtungen weiterlaufen. Höhere Strahlenenergien erzeugen engere Jets, so daß T sich dem Wert 1 nähert. Daher können Messungen des Thrusts als empfindliche Methode verwendet werden, um neue Schwellen von neuen schweren Quarks aufzuspüren.

Diese Erwartungen werden qualitativ in Abbildung 26 illustriert, die die Thrust-Verteilungen wenig unterhalb und oberhalb der Erzeugungsschwelle für ein schweres Quark zeigt. Die Erzeugung eines neuen schweren Quarks würde auch den Mittelwert des Thrusts senken, wenn die Energie gesteigert und dabei die Schwelle überschritten wird.

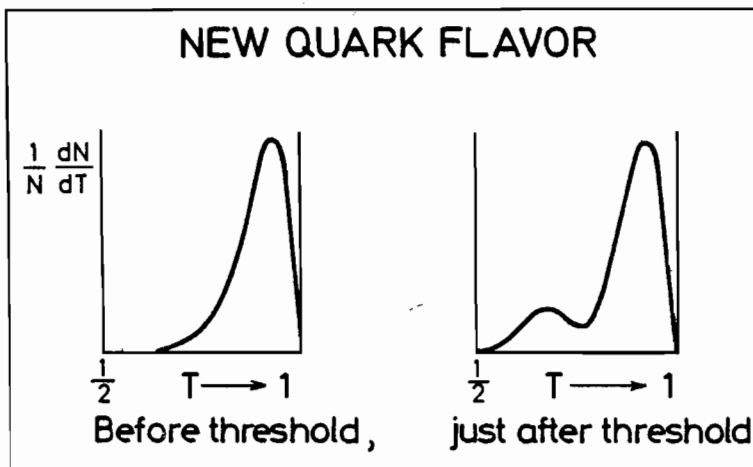


Abb. 26 Diese Skizze zeigt die erwartete Änderung in der Thrust-Verteilung, wenn die Energie gesteigert und die Erzeugungsschwelle für ein neues Quark überschritten wird.

Die normierten Thrust-Verteilungen $\frac{1}{N} \frac{dN}{dT}$ für 13, 17, 22 GeV und die vereinigten Daten bei 27.4 und 27.7 GeV zeigen die Abbildungen 27 a–d zusammen mit den Monte-Carlo-Rechnungen nach einem Quark-Parton-Modell mit u,d,s,c und b-Quarks ohne Emission von Gluonen. (Die beiden Verteilungen bei 27.4 und 27.7 GeV stimmen überein.) Wie bei der Erzeugung von Endzuständen mit zwei Teilchen-Jets erwartet, werden die Verteilungen enger und verschieben sich zu größerem Thrust mit wachsender Energie.

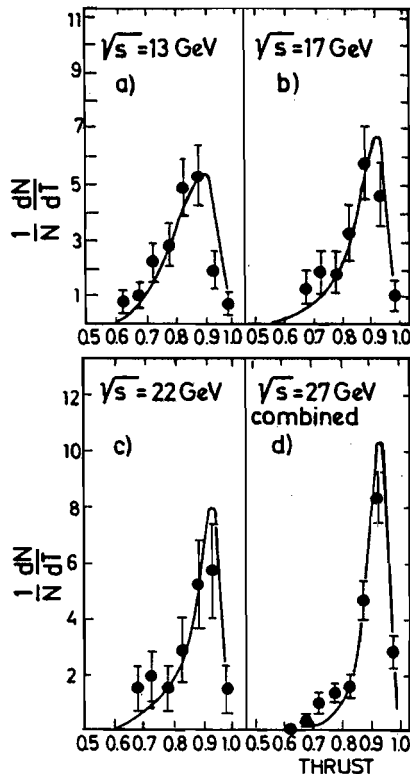


Abbildung 27

Thrust-Verteilung, gemessen bei $\sqrt{s} =$

a) 13 GeV

b) 17 GeV

c) 22 GeV

d) 27 GeV

(vergl. Text). Die durchgezogene Linie ist die Quark-Modell-Vorhersage für u-, d-, s-, c- und b-Quarks, ohne Emission von Gluonen.

Abbildung 28 zeigt die normierte Thrust-Verteilung für die vereinigten Daten von 29.9 bis 31.6 GeV, bei denen die gemessene Energie der Ereignisse mindestens 70 % von \sqrt{s} betragen. Die Kurven zeigen die Monte-Carlo-Vorhersagen mit und ohne Gluonen. Wie ersichtlich, unterstützen diese Daten die Notwendigkeit, Gluonen in das Monte-Carlo-Programm einzubeziehen. Zum Vergleich wird auch eine Monte-Carlo-Rechnung unter Einbezug eines t-Quarks mit Ladung $2/3$ gezeigt. Für $T < 0.75$ verlangt das QCD-Modell mit t-Quark 283 Ereignisse, ohne t-Quark 79. Wir beobachten 68. Daher schließen wir, daß es für die Erzeugung eines neuen, $q = \frac{2}{3}$ e-Quarks keine Evidenz gibt.

Abbildung 29 zeigt den mittleren Thrust $\langle T \rangle$, bei den sechs Energien aufgetragen. Die durchgezogene Kurve ist das Monte-Carlo-Ergebnis (u,d,s,c und b-Quarks plus Gluonen). Die Energieabhängigkeit der Daten ist glatt und zeigt keine der Stufen, die von neuen Quark-Schwellen erwartet werden.

Ähnliche Ergebnisse haben auch die JADE-, PLUTO- und TASSO-Kollaborationen erhalten.

ii) Untersuchung inklusiver Myonen in hadronischen Ereignissen

Im Rahmen des 6-Quarks-Modells erwartet man für die schwachen Zerfälle der schweren Quarks (c, b und t) verstärkte μ -Erzeugung aus den Kaskaden-Zerfällen $t \rightarrow b \rightarrow c$. Der Einsatz der Erzeugung eines neuen Leptons würde ebenfalls zu einem Ansteigen der Myon-Produktion führen. Insofern sollte die Messung der inklusiven Myon-Erzeugung in hadronischen Endzuständen, neben der Messung von R und Thrust, ein klarer Anzeiger für die Bildung von top-Quarks oder neuen Leptonen sein. Alle Hadron-Daten von 12 bis 31.6 GeV sind daher auf Myonen analysiert worden. Die wesentlichen Quellen für Myonen sind die Zerfälle von bottom- und charm-Quarks. Der Untergrund zum Myon-Signal von misidentifizierten Hadronen („punch-through“) und aus π - und K-Zerfällen ist mit der Monte-Carlo-Methode zu $\approx 2\%$

Abbildung 28

Die Thrust-Verteilung für $\sqrt{s} = 30$ GeV nach einem Energie-Schnitt bei 70 %. Die Kurven geben die Vorhersagen verschiedener Modelle wieder, wie im Text beschrieben.

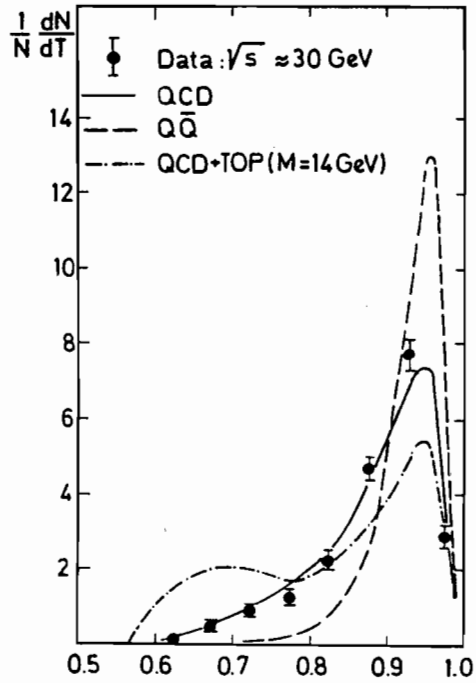
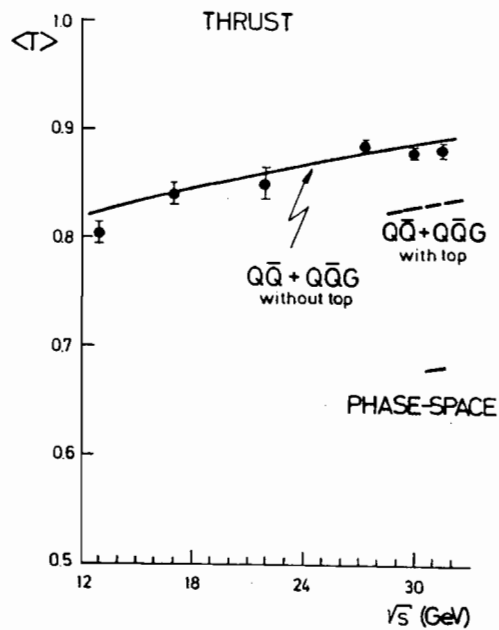


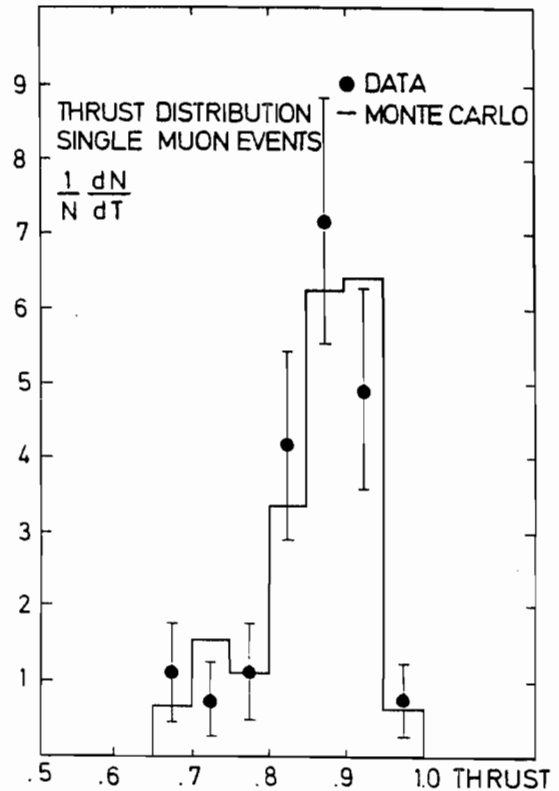
Abbildung 29

Durchschnittliche Thrust-Werte als Funktion von \sqrt{s} zusammen mit der QCD-Vorhersage (durchgezogene Linie). Die von einer Phasenraumverteilung und von einem QCD-Modell mit t -Quark erwarteten Werte sind ebenfalls eingezeichnet.



berechnet worden. Der Beitrag von $\tau^+\tau^-$ zu μ + Hadronen-Ereignissen wird vernachlässigbar nach den Schnitten für Gesamtenergie und Impuls-Erhaltung. Abbildung 30 zeigt die Thrust-Verteilung von μ -hadronischen Ereignissen im Vergleich zur Berechnung nach der QCD mit 5 Quarks. Die Übereinstimmung ist sehr gut. Die geringe Zahl von Ereignissen mit kleinen Thrust-Werten schließt ebenfalls die Existenz eines t-Quarks bei diesen Energien aus.

Abbildung 30
Die Thrust-Verteilung von hoch-energetischen Hadron-Ereignissen ($\sqrt{s} > 27$ GeV), die mindestens ein Myon enthalten. Die Daten (ausgefüllte Kreise) werden mit der QCD mit fünf Quarks verglichen.



iii) Ereignisse mit drei Jets

Im folgenden soll die detaillierte topologische Analyse beschrieben werden, die von MARK-J angewendet wurde, um eindeutig solche 3-jet-Ereignisse nachzuweisen, die durch die Emission harter, nicht kollinearier Gluonen entstehen. Es wurde die Untersuchung der azimuthalen Energieverteilung um die Thrust-Achse herum verwendet, um eine Gruppe planarer Ereignisse zu erhalten. Analyse des räumlichen Energieflusses für diese Ereignisse ergab die die zugrundeliegende 3-Jet-Struktur in Übereinstimmung mit der QCD-Vorhersage für den Prozeß $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$.

In der Reaktion $e^+ + e^- \rightarrow$ Hadronen haben die Endzustände viele Formen: sphärisch, 2 Jets, 3 Jets, 4 Jets, etc. Ereignisse, die in diese einzelnen Kategorien fallen, können durch eine Reihe verschiedener Prozesse erzeugt werden:

- $e^+e^- \rightarrow$ eine phasenraumartige Verteilung von Hadronen
- $e^+e^- \rightarrow q + \bar{q}$ (mit $\langle P_t \rangle = 200-500$ MeV für die Quarks)
- $e^+e^- \rightarrow q + \bar{q} + \text{Gluon}$ und
- $e^+e^- \rightarrow q + \bar{q} + 2$ Gluonen.

Wegen dieser Alternativen sind irgendwelche Schlußfolgerungen, die aus dem jet-artigen Erscheinungsbild einzelner Ereignisse gezogen werden, von geringem Wert, um zwischen den Modellen zu unterscheiden, noch kann ein solches Erscheinungsbild Information über die Art der Ausgangsbausteine geben, aus denen der Endzustand besteht. Neutrale Teilchen enthalten

einen großen Teil der Gesamtenergie. Bei beschränkter Statistik ist es wichtig, sowohl geladene als neutrale Teilchen zu messen. Für eine konsistente Analyse ist es notwendig, in dem jeweiligen kinematischen Gebiet eine statistisch signifikante Anzahl von Ereignissen anzusammeln und diese mit den Vorhersagen spezifischer Modelle auf statistischer Basis zu vergleichen. Ein sinnvoller Vergleich mit Modellen muß deren Unsicherheiten berücksichtigen, wie z.B. Quark- P_t -Verteilungen, Fragmentierungs-Funktionen usw. Bevor Schlüsse gezogen werden können, muß der Untergrund von anderen Prozessen verstanden und minimalisiert werden.

Um Ereignisse auszuschließen, wo führende Teilchen durch das Strahlrohr entkommen sind oder wo ein Teil eines breiten Jets fehlt, betrachten wir nur solche Ereignisse, bei denen $E_{vis} > 0.7 \sqrt{s}$ ist. Dieser Schnitt eliminiert auch Zwei-Photon Ereignisse und Ereignisse, wo ein hartes Photon im Anfangszustand emittiert wird. Die Driftröhren ermöglichen es, die Verteilung geladener Teilchen deutlicher von der neutraler zu unterscheiden. Da neutrale Teilchen einen großen Teil der Gesamtenergie enthalten, beeinflussen sie nicht nur die Richtungen der Jets, sondern auch die Identifizierung der einzelnen Jets.

Die Jet-Analyse hadronischer Ereignisse und die Suche nach 3 Jet-Ereignissen beruht auf der Bestimmung der dreidimensionalen räumlichen Energieverteilung im Detektor. Die charakteristischen Eigenschaften der Emission harter, nicht-kollinearer Gluonen durch $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$ zeigt Abbildung 31. Wegen der Impulserhaltung müssen die Impulse dieser drei Teilchen koplanar sein. Bei Ereignissen, bei denen das Gluon hinreichende Energie hat und große Winkel zu Quark und Antiquark macht, haben die beobachteten Hadron-Jets ebenfalls eine Tendenz, in einer erkennbaren Ebene zu liegen. Dies wird im oberen Teil der Abbildung gezeigt, wo eine Draufsicht auf die Ereignis-Ebene drei deutliche Jets zeigt; deutlich, weil die Zerfallsprodukte von Quarks und Gluonen begrenzte Transversalimpulse P_t in Bezug auf die ursprünglichen Richtungen der Partonen haben. Der untere Teil der Abbildung zeigt eine Ansicht in der Ereignis-Ebene, die eine scheinbare 2 Jet Struktur zeigt. Abbildung 31 zeigt daher, daß die Emission harter, nicht-kollinearer Gluonen durch ebene Ereignisse charakterisiert werden, die benutzt werden können, um eine 3-Jet-Struktur bloßzulegen, wenn die Ereignis-Ebene einmal bestimmt ist.

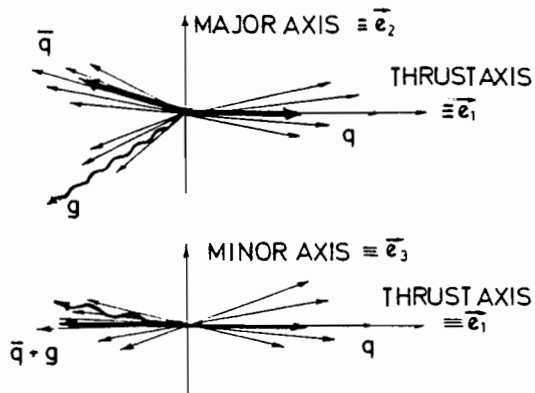
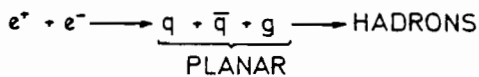


Abbildung 31
Schematische Ansicht des Prozesses $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$ und der drei resultierenden Hadron-Jets. Es werden die zur Beschreibung des Ereignisses eingeführten Achsen gezeigt.

Die räumliche Energieverteilung wird anhand dreier orthogonaler Achsen beschrieben: Thrust-, Major- und Minor-Achse. Die Achsen und der projizierte Energiefluß entlang jeder Achse T_{thrust} , F_{major} und F_{minor} werden folgendermaßen bestimmt:

(1) Die Thrust-Achse \vec{e}_1 , ist definiert als die Richtung, entlang der der projizierte Energiefluß maximal ist. Der Thrust, T_{thrust} und \vec{e}_1 werden gegeben durch

$$T_{\text{thrust}} = \max \frac{\sum_i |\vec{E}_i \cdot \vec{e}_1|}{\sum_i |\vec{E}_i|}$$

wobei \vec{E}_i den Energiefluß im Zähler i und $\sum_i |\vec{E}_i| = E_{\text{vis}}$ die gesamte sichtbare Energie des Ereignisses darstellt.

(2) Um die Energieverteilung in der Ebene senkrecht zur Thrust-Richtung zu untersuchen, wird eine zweite Richtung \vec{e}_2 senkrecht zu \vec{e}_1 definiert. Es ist die Richtung, entlang der der projizierte Energiefluß in jener Ebene maximal ist. Die Größen F_{major} und \vec{e}_2 werden gegeben durch

$$F_{\text{major}} = \frac{\sum_i |\vec{E}_i \cdot \vec{e}_2|}{E_{\text{vis}}} ; \vec{e}_2 \perp \vec{e}_1.$$

(3) Die dritte Achse \vec{e}_3 ist orthogonal sowohl zur Thrust- als auch zur Major-Achse. Man findet, daß die Summe der Absolutbeträge der auf diese Achse projizierten Energieflüsse nahezu dem Minimum des gesamten projizierten Energieflusses entlang jeder möglichen Achse gleicht, d.h.

$$F_{\text{minor}} = \frac{\sum_i |\vec{E}_i \cdot \vec{e}_3|}{E_{\text{vis}}} \approx \min \frac{\sum_i |\vec{E}_i \cdot \vec{e}|}{E_{\text{vis}}}$$

Wenn Hadronen statistisch gleichverteilt im Phasenraum oder über ein Quarkpaar $q\bar{q}$ erzeugt werden, dann würde die Energieverteilung in der Major-Minor-Ebene isotrop und der Unterschied zwischen F_{major} und F_{minor} klein sein. Andererseits, wenn Hadronen über einen Dreiteilchen-Zwischenzustand von $q\bar{q}g$ erzeugt werden und wenn jedes dieser Teilchen in einen Jet mit $\langle p_t^h \rangle \approx 325$ MeV zerfällt, wäre die Energieverteilung dieser Ereignisse flach. Nach einem Vorschlag von H. Georgi wird die Größe Flachheit („oblateness“) O definiert als

$$O = F_{\text{major}} - F_{\text{minor}}$$

Für Drei-Jet-Endzustände ist $O \approx 2p_t^{\text{gluon}}/\sqrt{s}$ und O ist nahezu Null für Endzustände einer Zwei-Jet-Verteilung. Abbildung 32 a zeigt die Energieverteilung als Funktion der Flachheit bei $\sqrt{s} = 17$ GeV, wo der Effekt von der Gluon-Emission als klein erwartet wird. Tatsächlich stimmen die Daten mit beiden Modellen überein, obgleich das Gluon-Modell bevorzugt zu sein scheint. Abbildung 32b zeigt die Ereignisverteilung als Funktion der Flachheit für die Daten bei $27.4 \leq \sqrt{s} \leq 31.6$ GeV im Vergleich zum $q\bar{q}g$ - und zum $q\bar{q}$ -Modell. Weiter wird sowohl $\langle p_t^h \rangle = 325$ MeV und $\langle p_t^h \rangle = 425$ MeV angewendet. Die Daten haben mehr flache Ereignisse als das $q\bar{q}$ -Modell vorhersagt, aber sie stimmen sehr gut mit dem $q\bar{q}g$ -Modell überein. Abbildung 32b zeigt eine weitere nützliche Eigenschaft der Flachheit: sie ist nur wenig abhängig von den Details der Quark-Fragmentation.

Um die Struktur der Ereignisse im einzelnen zu studieren, wurde jedes in zwei Halbräumen betrachtet, definiert durch die Major-Minor-Ebene; in jedem Halbraum wurde die Energieverteilung so analysiert, als ob sie von einem einzelnen Jet stammt. Der Jet mit dem kleineren P_t in Bezug auf die Thrust-Achse wird als der „enge“ Jet (n) und der andere der „breite“ Jet (b) bezeichnet. In jedem Halbraum werden die Flachheit $O_n = 2(F_{\text{major}}^n - F_{\text{minor}}^n)$ bzw. $O_b = 2(F_{\text{major}}^b - F_{\text{minor}}^b)$ und der Thrust T_n bzw. T_b berechnet.

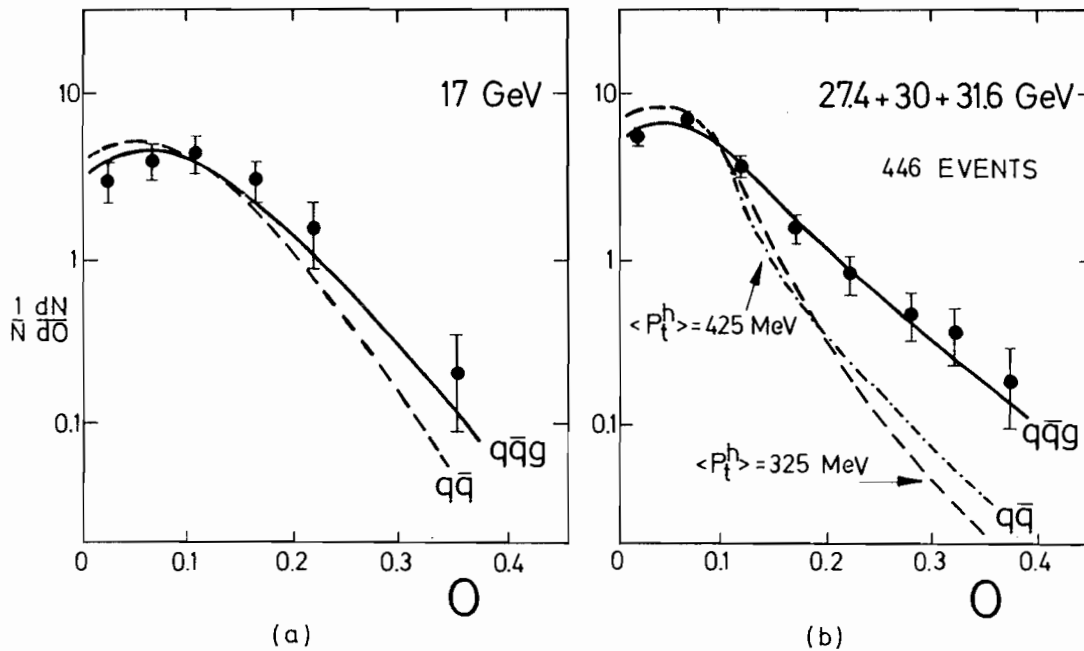


Abb. 32 Differentielle Flachheit-Verteilung
 a) bei $\sqrt{s} = 17$ GeV und
 b) bei höheren Energien (alle Daten vereinigt)
 im Vergleich zur QCD-Vorhersage (durchgezogen)
 und zum Quark-Modell (gestrichelt).

Eine Möglichkeit der Analyse flacher Ereignisse auf eine 3 Jet-Struktur hin zeigt Abbildung 33. Es wird das Energiefluß-Diagramm von zwei hochenergetischen Hadron-Ereignissen jeweils in der durch Thrust- und Major-Achse definierten Ereignis-Ebene dargestellt. Das Energiefluß-Diagramm ist eine Darstellung in Polar-Koordinaten, bei der die Energievektoren E_i^h in 10° -Intervallen summiert wurden. Jeder Punkt der Darstellung repräsentiert die Energiesumme im betreffenden Winkelintervall, wobei der Radius ihrem Betrag entspricht. Beide Ereignisse der Abbildung zeigen eine anscheinende 3 Jet-Struktur. Das zweite Ereignis zeigt weiter, daß einer der Jets vollständig neutral ist, und unterstreicht damit die Wichtigkeit der Messung sowohl geladener als auch neutraler Energie für eine konsistente topologische Analyse.

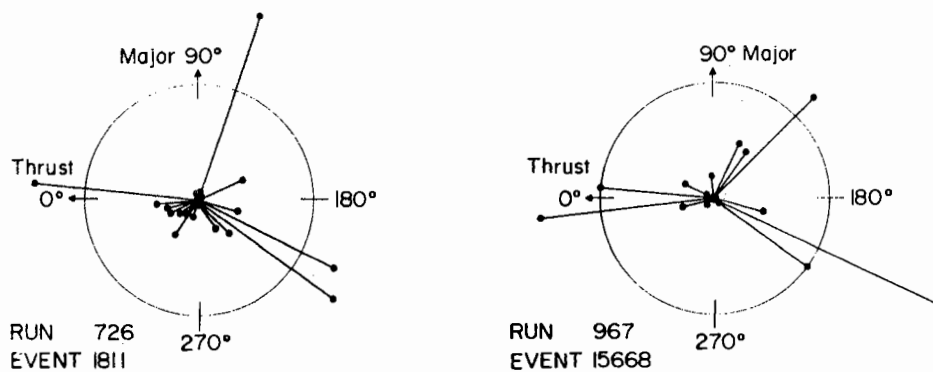


Abb. 33 Energiefluß-Diagramme von zwei hochenergetischen Hadron-Ereignissen, gesehen in der Thrust-Major-Ebene. Das Ereignis rechts enthält einen Jet von ausschließlich neutralen Teilchen.

Wie vorstehend erwähnt, kann jedoch die Durchmusterung einzelner Ereignisse nicht benutzt werden, um eine zugrundeliegende 3 Jet-Struktur zu beweisen, die charakteristisch für $q\bar{q}g$ -Endzustände wäre. Dies wird in Abbildung 34 demonstriert, die zwei ebene Ereignisse bei 12 GeV C.M.-Energie mit kleinem Thrust zeigt. Die Ereignisse zeigen ebenfalls eine deutliche Multi-Jet-Struktur. Es muß angemerkt werden, daß alle bei kleinen Energien gemessenen Verteilung von Thrust, Flachheit usw. gut durch das einfache $q\bar{q}$ -Modell beschrieben werden, so daß das suggestive Erscheinungsbild der Ereignisse nichts mit der Emission von Gluonen zu tun hat, sondern von Fluktuationen in der Quark-Fragmentation herrührt. Die Ansicht der Ereignisse in der Minor-Thrust Ebene zeigt ebenfalls, daß die Ereignisse flach sind.

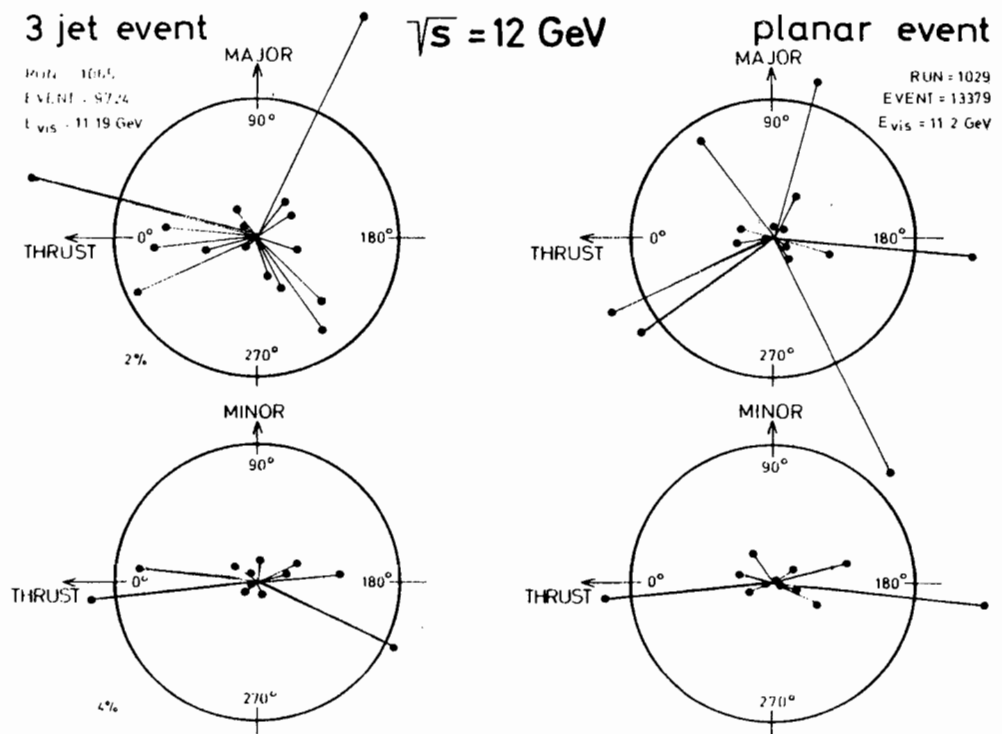
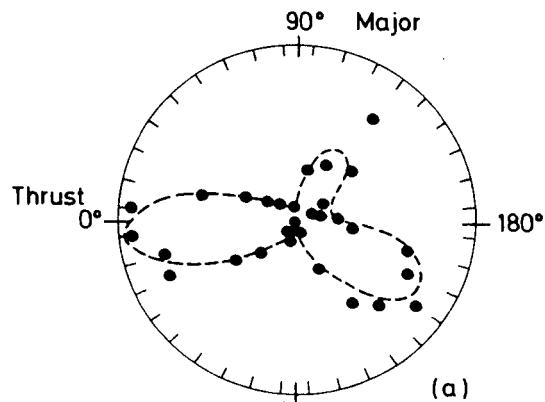


Abb. 34 Energieflußdiagramm. Zwei bei $\sqrt{s} = 12$ GeV gemessene Ereignisse, wobei die Linien die Richtung und den Betrag der im Kalorimeter abgegebenen Energien darstellen, gezeigt in zwei Projektionen. Die Ereignisse scheinen eine Vielfach-Jet-Struktur in der Thrust-Major-Ebene zu haben. Die Ansicht in der Thrust-Minor-Ebene zeigt, daß die Ereignisse flach sind.

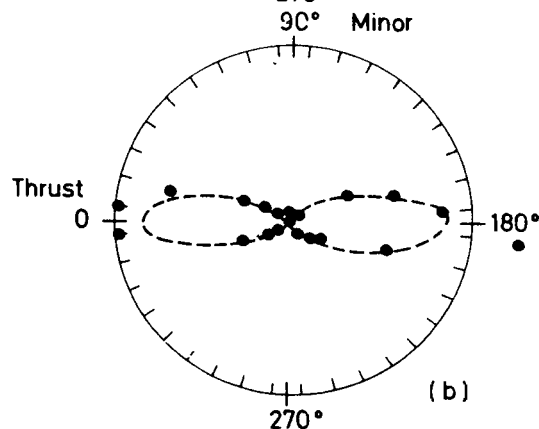
Auf dem International Symposium für Lepton- und Photon-Physik 1979 berichteten alle vier PETRA-Experimente über Evidenz für die Emission harter Gluonen. Die ersten statistisch relevanten Ergebnisse, die das 3 Jet-Muster von $q\bar{q}g$ für eine Anzahl hadronischer Ereignisse begründeten, wurden von der MARK-J Kollaboration vorgelegt. Sie werden in Abbildung 35 gezeigt, wo eine Anzahl der Ereignisse mit kleinem Thrust und großer Flachheit, wobei der Gluon-Effekt verhältnismäßig groß sein sollte, für eine detaillierte Untersuchung ausgewählt ist. Der wesentliche Punkt dieser Abbildung ist, daß sie aus einer Überlagerung einer gesamt-

Abb. 35

a) Energieverteilung in der Thrust-Major-Ebene für alle Ereignisse mit $T < 0.8$ und $0_b > 0.1$ bei $\sqrt{s} = 27.4, 30$ und 31.6 GeV, erhalten bis zur Fermilab-Konferenz 1979. Der radiale Abstand der Datenpunkte ist proportional zur abgegebenen Energie pro 10° -Intervall. Die unterbrochene Linie gibt die QCD-Vorhersage wieder.



b) Gemessene und berechnete Energieverteilung in der Thrust-Minor-Ebene. Sie zeigt nur 2 Jets.



ten Anzahl von Ereignissen besteht und damit das gemittelte Verhalten des Energieflusses von planaren Ereignissen bei hoher Energie aufzeigt. Die Ereignisgruppe besteht aus 40 Ereignissen mit $T < 0.8$ und $0_b > 0.1$, ausgewählt von 446 bis dahin im Energiebereich 27 – 31.6 GeV erhaltenen hadronischen Ereignissen. Jedes der 40 Ereignisse ist von Physikern durchmustert und als 3 Jet-ähnlich, wie in Abbildung 33, beurteilt worden. Bei der Überlagerung zeigt der enge Jet eines jeden Ereignisses in die Thrust-Richtung, und die beiden anderen Jets sind im anderen Halbraum entsprechend ihrer Größe orientiert.

Die berechneten Monte-Carlo-Modell-Vorhersagen in Abbildung 33 sind mit den Daten verträglich mit $\chi^2 = 67$ für 70 Freiheitsgrade. Die gesammelte Energieverteilung im unteren Teil der Abbildung, die die Ansicht in der Thrust-Minor-Ebene zeigt, weist eine mit der Modellvorhersage konsistente flache Verteilung auf. Diese Ergebnisse können jenen gegenübergestellt werden, die mit einem einfachen Phasenraummodell erhalten werden. Bei Betrachtung in der Thrust-Major-Ebene zeigt der Phasenraum drei nahezu gleiche Keulen, abhängig von der benutzten Auswahlmethode. Diese Keulen sind jedoch bei $\sqrt{s} = 30$ GeV in ihrer Erscheinung verschieden von den Jets in Abbildung 35. Ganz allgemein erwartet man, daß die drei Jets von $q\bar{q}g$ mit wachsender Energie schlanker werden und von der Phasenraumverteilung leichter unterschieden werden können. Ein χ^2 -Fit der Phasenraumverteilung an die Daten ergab ein $\chi^2 = 222$ für 70 Freiheitsgrade. Die Phasenraumverteilung ist daher mit den Daten inkonsistent. Ferner sind große Beiträge vom Phasenraum durch unsere Thrust-Verteilungen (Abbildungen 27 bis 29) auszuschließen.

Unter Einschluß der Messungen im letzten Teil des Jahres 1979 ist die Gesamtzahl hadronischer Ereignisse mit $E_{\text{vis}} > 0.7 \sqrt{s}$ für $\sqrt{s} > 27$ GeV auf 1220 angewachsen. Abbildungen 36 und 37 zeigen die Ereignisverteilung als Funktion von O_N und O_B im Vergleich zu den Vorhersagen der QCD und zweier Quark-Parton-Modelle mit Quark $\langle P_t \rangle = 300$ MeV bzw. $= 500$ MeV. Abbildung 36 zeigt, daß die Verteilung der engen Jets mit den verschiedenen Modellen übereinstimmt. Aus Abbildung 37 folgt jedoch, daß die Quark-Parton-Modelle die Anzahl von Ereignissen mit $O_B >$ stark unterschätzen, während das QCD-Modell die beobachtete Verteilung richtig wiedergibt.

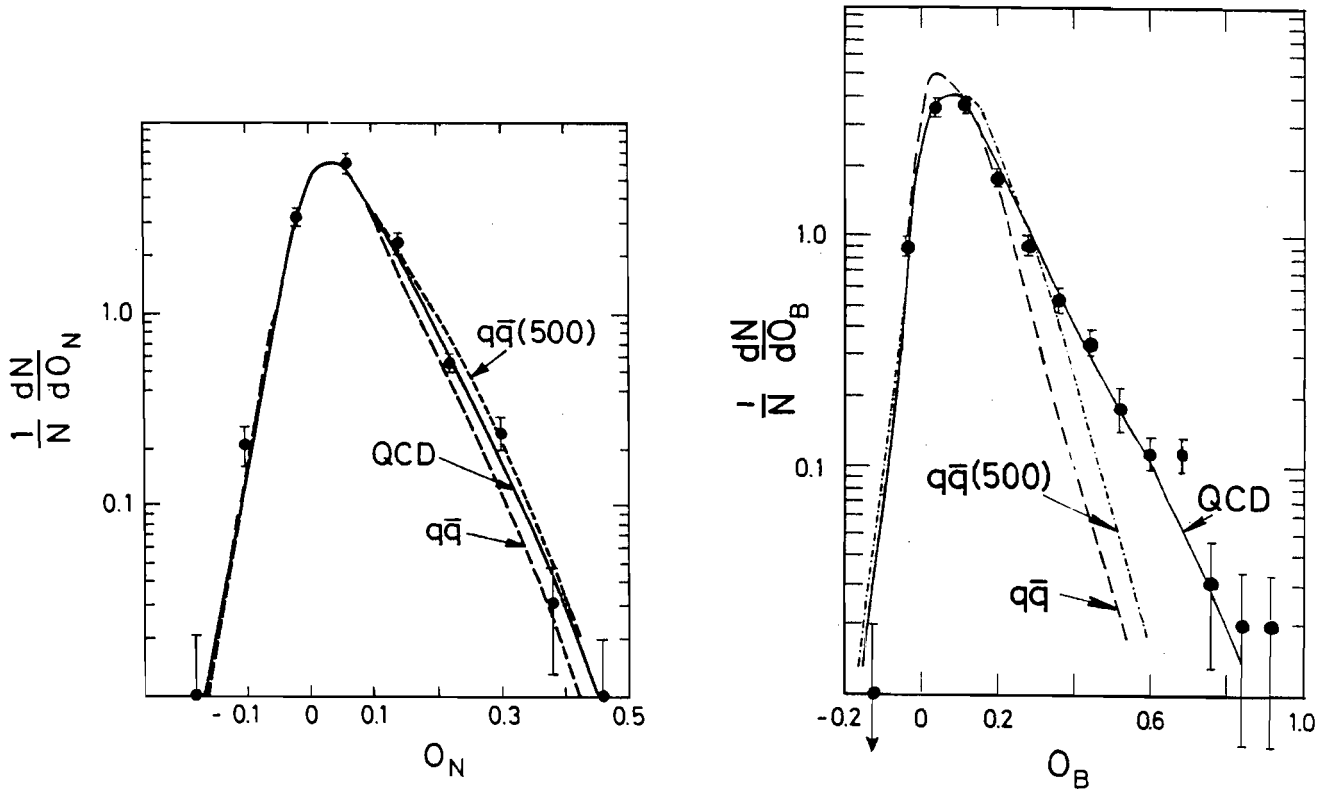


Abb. 36 Die Flachheit des engen Jets $\frac{1}{N} \frac{dN}{dO_N}$ für alle Hadron-Ereignisse mit $E_{\text{vis}} > 0.7 \sqrt{s}$. Die Daten werden verglichen mit den Vorhersagen der QCD und zweier Quark-Antiquark-Modelle mit $\langle P_t \rangle = 300$ MeV bzw. $\langle P_t \rangle = 500$ MeV.

Abb. 37 Die Flachheit-Verteilung $\frac{1}{N} \frac{dN}{dO_B}$ der breiten Jets unter denselben Bedingungen wie in Abbildung 36.

Die Thrust-Verteilungen T_N und T_B der flachen Ereignisse für $O_B > 0.3$ werden zusammen mit den Vorhersagen der QCD und anderer $q\bar{q}$ -Modelle mit großem $\langle P_t \rangle$ in Abbildungen 38 und 39 gezeigt. Die beobachtete Verteilung wird auch mit einem „abgeflachten“ $q\bar{q}$ -Modell verglichen, worin die Quarks ein $\langle P_t \rangle = 500$ MeV in der Thrust-Major-Ebene und ein $\langle P_t \rangle = 300$ MeV in der Thrust-Minor-Ebene haben. Die T_N -Verteilung in Abbildung 38 ist in guter Übereinstimmung mit der QCD-Vorhersage und hat dieselbe allgemeine Gestalt wie die Thrust-Verteilung für hochenergetische $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ -Reaktionen, abgebildet in Bild 27 und 28. Wie erwartet, ist die T_B -Verteilung jedoch viel breiter als die von T_N und stimmt nur mit dem QCD-Modell überein.

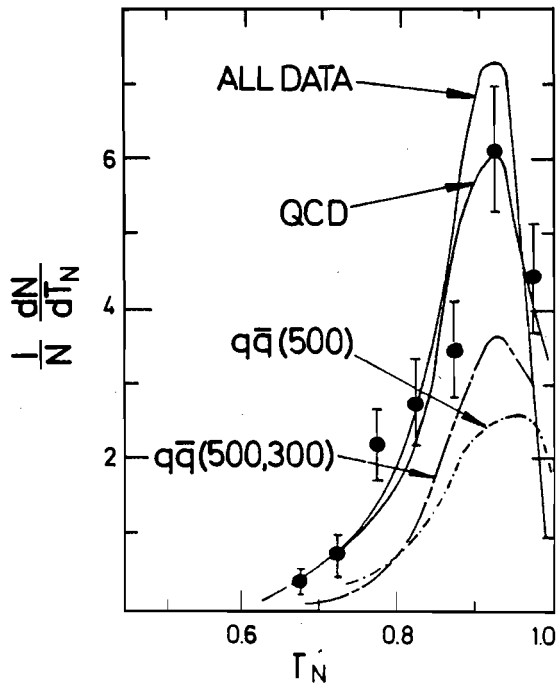


Abb. 38

Die Thrust-Verteilung der schmalen Jets für Ereignisse mit $0_b \geq 0.3$. Ebenfalls gezeigt werden die verschiedenen Modellvorhersagen einschließlich eines abgeflachten $q\bar{q}$ (500, 300), wie im Text besprochen.

Bemerkt werde, daß die Thrust-Verteilung der schmalen Jets konsistent ist mit der Thrust-Verteilung aller Hadron-Ereignisse, bezeichnet mit „ALL DATA“. Diese Kurve ist auf die Daten der Abb. 28 normiert.

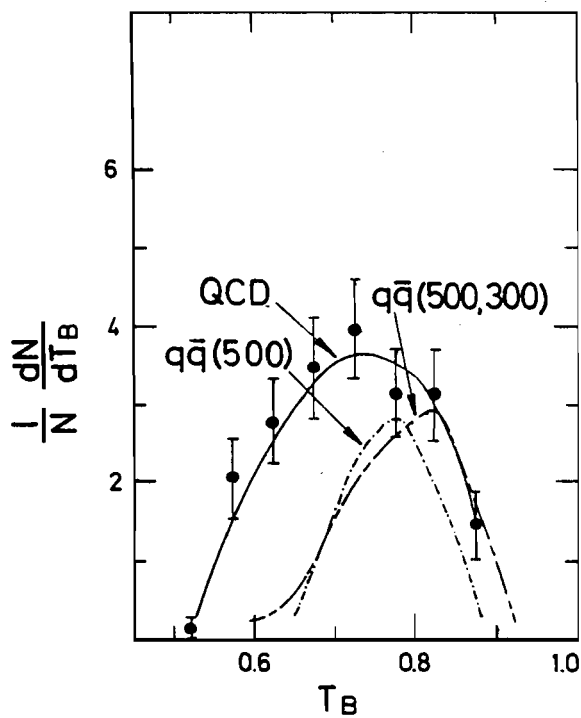


Abb. 39

Thrust-Verteilung der breiten Jets für Ereignisse mit $0_b > 0.3$. Die Kurven werden im Text erläutert.

Die Verteilungen in Abbildungen 38 und 39 zeigen, daß die relative Häufigkeit flacher Ereignisse und die Gestalt dieser Ereignisse, dargestellt durch T_n und T_b , nur durch das QCD-Modell beschrieben werden können. Die Verteilungen T_n und T_b schließen ferner die Phasenraum-Verteilung (die bei kleineren Thrust-Werten maximal wird) ebenso wie $q\bar{q}$ -Modelle als mögliche Erklärungen der Energiefluß-Diagramme aus.

Die Entwicklung der 3 Jet-Struktur mit abnehmendem Thrust und zunehmender Flachheit, gemäß QCD-Vorhersage, wird in einer Folge von Energieflußdiagrammen gezeigt (Abbildungen 40, 41, 42). Wie in Abbildung 40 ersichtlich, werden die Ereignisse bei großen Thrust-Werten von der für $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ charakteristischen 2 Jet-Struktur beherrscht. In Abbildung 41, bei kleinerem Thrust, beginnt der Gluon-Jet zu erscheinen, und in Abbildung 43 sind die 3 Jet-Ereignisse vorherrschend. Dabei ist die Bemerkung wesentlich, daß in allen drei Fällen die Daten mit der QCD-Vorhersage übereinstimmen und so das anwachsende Auftreten der Emission harter, nicht kollinearere Gluonen bei abnehmendem Thrust und anwachsender Flachheit aufweisen. Der Energiefluß in der Minor-Thrust-Ebene enthält nur zwei fast identische Bündel ähnlich dem engen Jet in Abb. 35, in guter Übereinstimmung mit der QCD. In Abbildung 43 wird das Energiefluß-Diagramm aus Abbildung 42 in kartesischen Koordinaten dargestellt, um den Vergleich mit der Vorhersage der QCD, des $q\bar{q}$ -Modells ($\langle P_t \rangle = 500$ MeV) und eines „gemischten“ Modells aus $q\bar{q}$ - und Phasenraumbeiträgen deutlicher zu machen. Alle Kurven in Abbildung 43 sind auf die Daten normiert worden, bevor die einzelnen Schnitte angewendet wurden. Die Normierung für das gemischte Modell wurde durch Anpassung der $q\bar{q}$ ($\langle P_t \rangle = 300$ MeV)- und Phasenraum-Beiträge an die gemessene Thrust-Verteilung gewonnen (Abbildung 44). Wie aus Abbildung 43 ersichtlich, kann nur die QCD die beobachtete 3 Jet-Struktur beschreiben.

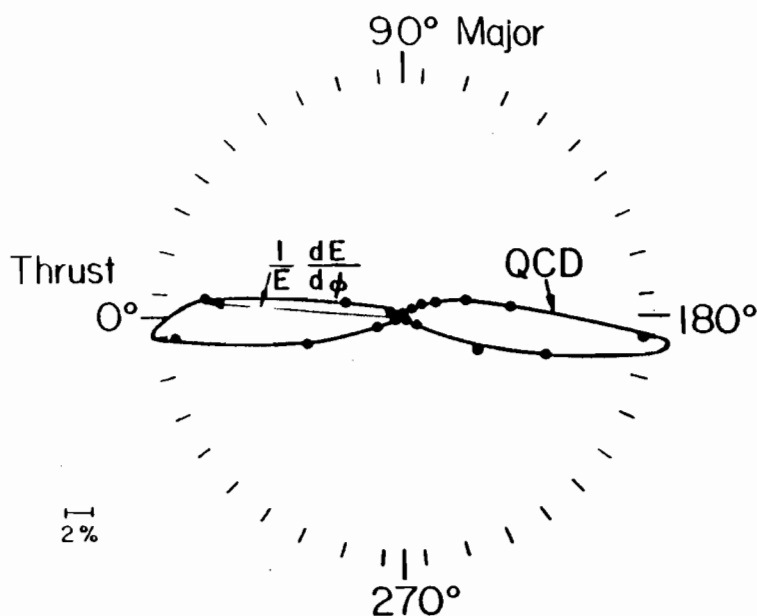


Abb. 40 Energiefluß-Diagramm in der Thrust-Major-Ebene für die Daten bei hoher Energie (27 – 31.6 GeV) mit $T > 0.9$. Die durchgezogene Linie ist die QCD-Vorhersage.

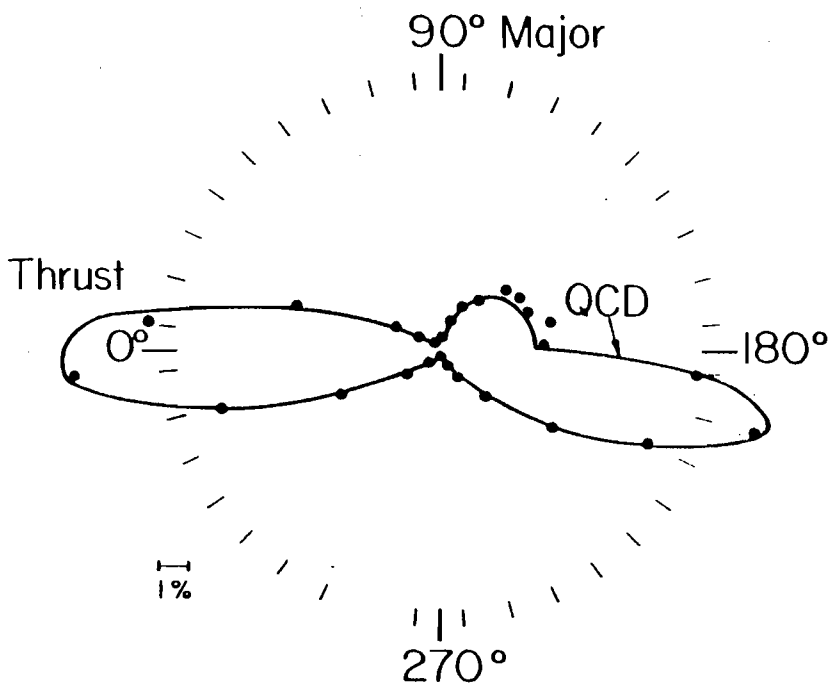


Abb. 41 Die gleiche Verteilung wie Abb. 40 für Ereignisse mit $0.8 \leq T \leq 0.9$ und Flachheit des breiten Jet $0_b > 0.1$.

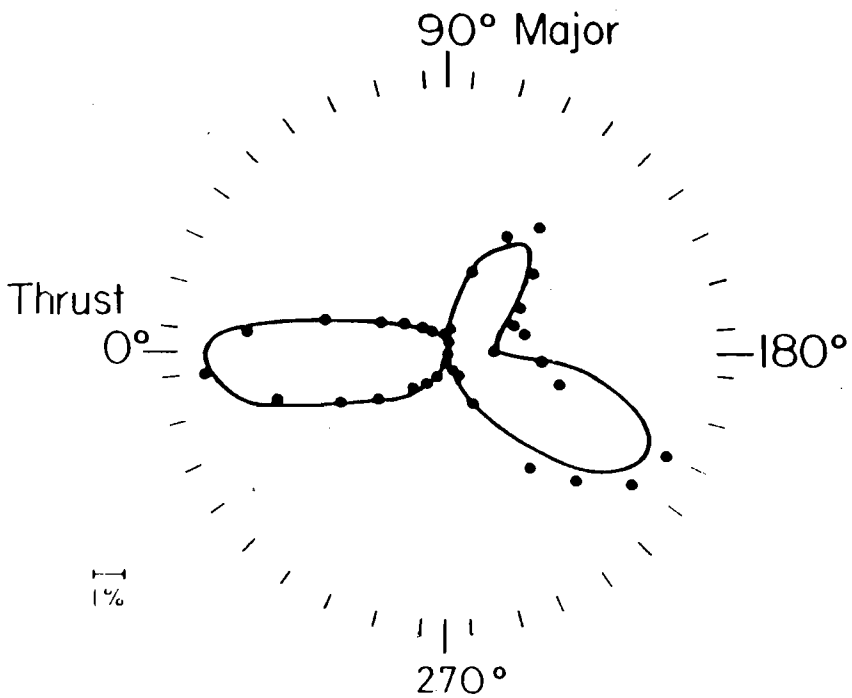


Abb. 42 Wie Abb. 40, für Ereignisse mit $T < 0.8$ und $0_b > 0.1$.

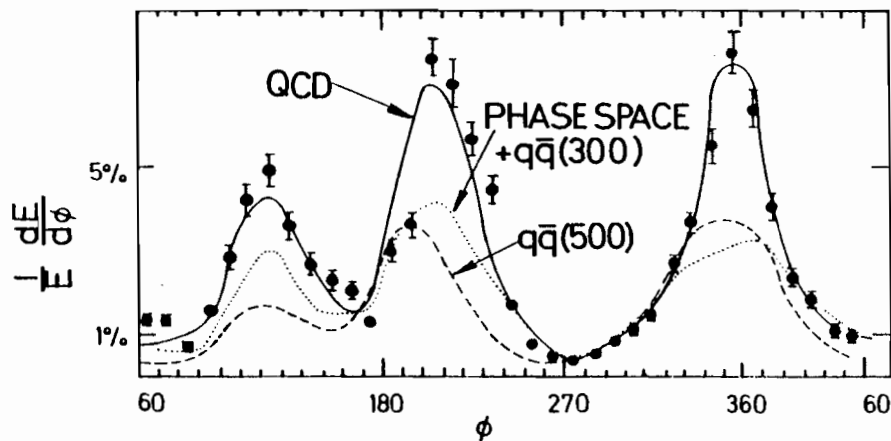


Abb. 43 Das gestreckte Energiefluß-Digramm aus Abb. 42 im Vergleich zur QCD, dem Quark-Modell mit $\langle P_t \rangle = 500$ MeV und einem gemischten Quark-Phasenraum-Modell (vergl. Text).

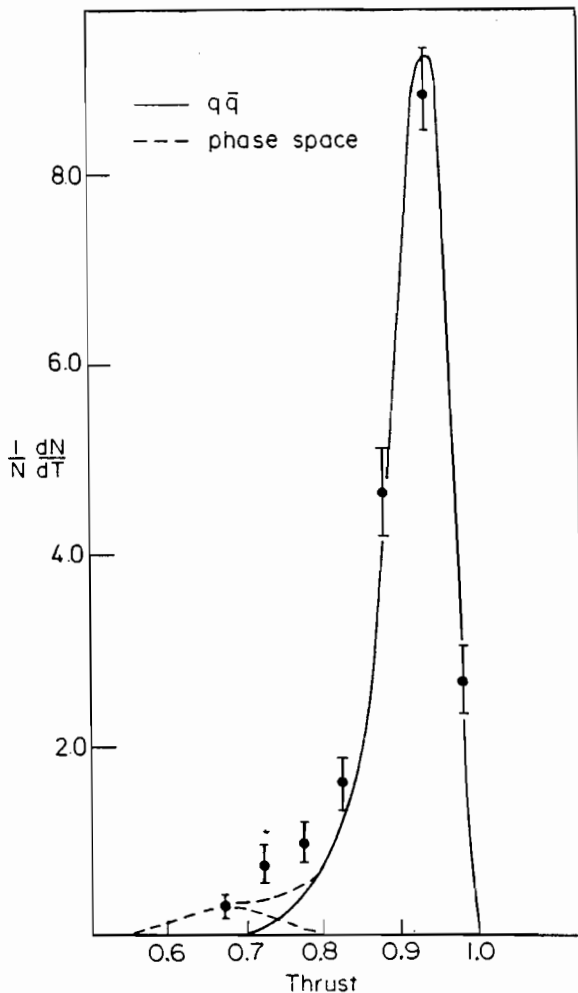


Abb. 44 Illustration der Methode, mit der der maximal zulässige Anteil von Phasenraum zu $q\bar{q}$ im gemischten Modell aus Abb. 43 bestimmt wurde.

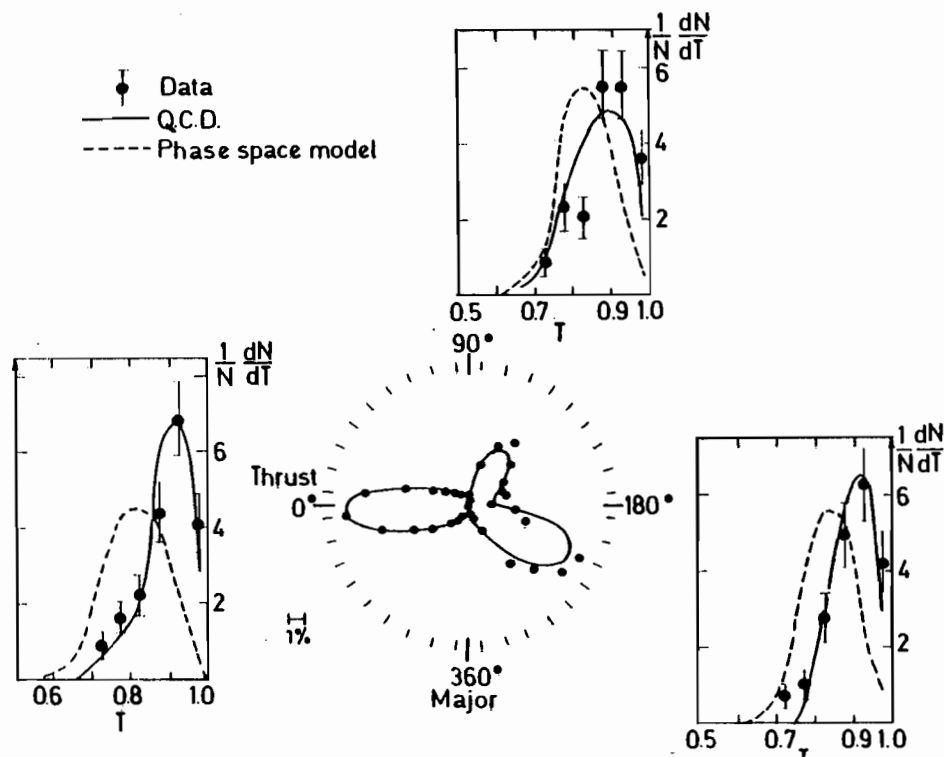


Abb. 45 Thrust-Verteilung $\frac{1}{N} \frac{dN}{dT}$ für jeden einzelnen Jet in der Drei-Jet-Auswahl aus Abb. 42, die durch die Schnitte $0_b > 0.1$ und $T < 0.8$ bestimmt wurde. Die zugehörige Verteilung, normiert auf dieselbe Anzahl von Drei-Jet-Ereignissen wird ebenfalls gezeigt für die QCD (durchgezogen) und das Phasenraummodell (unterbrochen).

Eine sehr wirksame Methode, um den Phasenraum als Quelle der 3 Jet-Ereignisse zu eliminieren und eventuell sogar die Natur der einzelnen Jets zu untersuchen, zeigt Abbildung 45. Hier werden die Thrust-Verteilungen jedes der drei Jets, getrennt nach ihrer Lage im Energiefluß-Bild, mit der QCD- und Phasenraum-Erwartung verglichen. Die Thrust-Verteilungen stimmen gut mit QCD überein, aber weichen stark vom Phasenraum ab.

Die starke Kopplungskonstante $a_s(q^2)$ zwischen Quarks ist indirekt in gebundenen Quarkonium-Zuständen und in tiefelastischer Elektronstreuung gemessen worden. Für PETRA, wo q^2 viel größer ist, erwartet man, daß die Berechnungen verlässlicher werden. Zudem stellen e^+e^- -Annihilationen bei großer Energie einen direkten Weg der Messung von a_s und der Prüfung der QCD-Störungsrechnung dar, weil hierbei Vielfach-Jets erzeugt werden können, die systematisch zu identifizieren sind.

iv) Bestimmung der „starken“ Kopplungskonstante a_s

Die oben besprochenen 3 Jet-Ereignisse, die aus den $q\bar{q}g$ -Zerfallsprodukten mit relativ kleinem Untergrund von phasenraumartigen Prozessen oder Quark-Antiquark Zwischenzuständen bestehen, erlauben weitere Vergleiche der Ereignis-Eigenschaften mit der QCD. Insbesondere die relative Ausbeute von 3 Jet-Ereignissen und die Verteilungsfunktion ergeben einen Weg für die Messung der starken Kopplungskonstanten a_s .

Wir haben mehrere Methoden der Bestimmung von a_s verwendet:

- 1) die durchschnittliche Flachheit $\langle 0_b \rangle$,
- 2) der Anteil von Ereignissen mit $0_b > 0.3$,
- 3) die relative Ausbeute von Ereignissen mit $0_b - 0_n > 0.3$, mit der Bedingung 0_n größer als Null.

Für jede dieser Größen haben wir α_s im QCD-Modell variiert, und wir haben dann den Bereich von α_s -Werten bestimmt, für den die Vorhersagen des QCD-Modells mit den Daten innerhalb der Fehler übereinstimmen. Insbesondere die durch Kriterien 2) und 3) gewonnenen Klassen bestehen vorwiegend aus 3 Jet-Ereignissen von $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}g$, bei denen das emittierte Gluon sowohl sehr energiereich ist, als auch große Winkel mit der Quark- und Antiquarkrichtung aufspannt. Das führt zu einer Untergruppe von Ereignissen, in der die Anzahl der Ereignisse eine quasi-lineare Funktion von α_s ist und in der der Einfluß von Effekten, die sich nicht störungstheoretisch in der QCD berechnen lassen, minimal wird. Für Kriterium 2) z.B. beobachten wir 161 Ereignisse, die dem QCD-Modell mit $\alpha_s = 0.23$ entsprechen. Der Beitrag von $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ wird zu 21 Ereignissen berechnet. Das Überwiegen von $q\bar{q}g$ -Ereignissen in der Klasse mit $0_b > 0.3$ bleibt erhalten, auch wenn $\langle P_t \rangle$ im Modell von 225 bis 500 MeV variiert wird. Bei $\langle P_t \rangle = 500$ MeV wird der $e^+e^- \rightarrow q\bar{q}$ -Beitrag zu 58 Ereignissen berechnet.

Die eben beschriebenen Methoden ergeben einen in sich konsistenten Satz von α_s -Werten, wie in Abbildung 46 gezeigt. Auf der Basis der Ergebnisse der drei Methoden erhalten wir:

$$\alpha_s = 0.23 \pm 0.02 \text{ (statistischer Fehler)}$$

$$ \pm 0.04 \text{ (systematischer Fehler).}$$

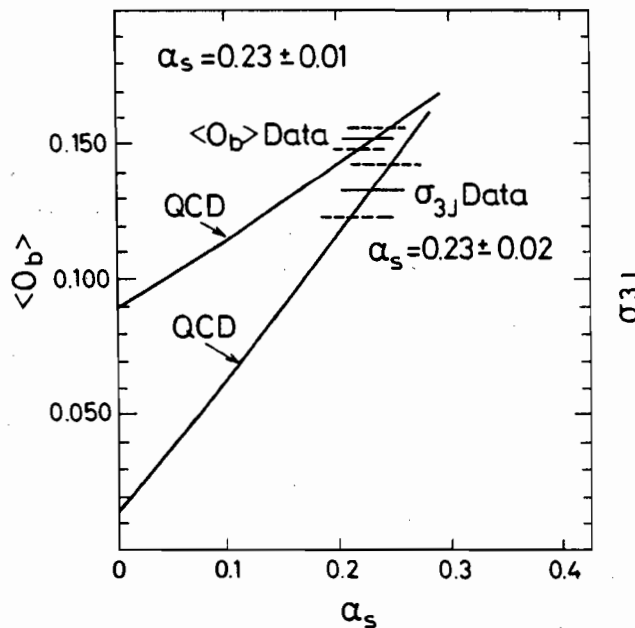


Abb. 46

Linke Ordinate: gemittelte Flachheit $\langle 0_b \rangle$ für alle Ereignisse mit $E_{vis} \geq 0.7 \sqrt{s}$ als Funktion von α_s , berechnet durch Variation von α_s im QCD-Modell.

Rechte Ordinate: der Anteil hadronischer Ereignisse mit $0_b > 0.3$ (σ_{3J}) als Funktion von α_s im QCD-Modell.

Der große systematische Fehler beruht hauptsächlich auf Unsicherheiten in QCD-Berechnungen. Bei der Methode 2) ändert sich α_s um ± 0.01 bei Variation von $\langle P_t \rangle$ von 225 bis 400 MeV, Veränderungen der Schnitte $0_b > 0.3 \dots 0.15$ oder $|0_n| \leq 0 \dots 0.1$ ändern α_s um $- 0.01$. Änderung der Quark-Fragmentierungsfunktion ändert den α_s -Wert nicht merklich.

Unser Wert für α_s ist mit dem von der JADE-Gruppe mittels eines anderen Monte-Carlo-Programms gewonnenen konsistent. Er ist in qualitativer Übereinstimmung mit den aus der tiefinelastischen Lepton-Nukleon-Streuung und der Analyse von Quarkonium-Zuständen gewonnenen Werten. Ohne genaue QCD-Rechnungen höherer Ordnung kann jedoch noch kein detaillierter Vergleich zwischen diesen Ergebnissen gemacht werden.

3. Zusammenfassung

Im ersten Experimentier-Jahr haben wir mit einem einfachen Detektor folgende Ergebnisse erhalten:

- 1) Wir haben die Gültigkeit der Quantenelektrodynamik bis zu Abständen $< 2 \times 10^{-16}$ cm bestätigt. Elektronen, Myonen und Tau-Leptonen erscheinen als punktförmig mit Ausdehnungen $< 2 \times 10^{-16}$ cm.
- 2) Die relativen Wirkungsquerschnitte und Ereignis-Verteilungen zeigen, daß es bis zu $\sqrt{s} = 31.6$ GeV keine Erzeugung von neuen Quarks der Ladung $2/3$ gibt.
- 3) Der Energiefluß von Ereignissen bei hohen Energien ist in guter Übereinstimmung mit der Quanten-Chromodynamik. Die Anzahl flacher Ereignisse und ihre Verteilungen stimmen nicht mit der einfachen Quark-Antiquark-Modell-Vorhersage überein.
- 4) Wir haben 3 Jet-Ereignisse entdeckt; ihre Erzeugungsrate und ihre Verteilung stimmen mit der QCD überein.
- 5) Wir haben die Kopplungskonstante α_s der starken Wechselwirkung gemessen.

PLUTO-Kollaborationen

DESY – F 14 – , – F 32 – , – F 33 – , – F 34-P – , Univ. Aachen, Bergen, Hamburg, Maryland, Siegen und Wuppertal

PLUTO bei PETRA

Nachdem der Detektor PLUTO bereits im Oktober 1978 seinen Betrieb in der Halle Nord/Ost des Speicherringes PETRA aufgenommen hatte, standen im Jahre 1979 die Datennahme und die physikalische Analyse der gewonnenen Daten im Mittelpunkt der Aktivitäten der PLUTO-Kollaboration. Da der Betrieb des Detektors außerordentlich störungsfrei verlief, waren neben den normalen Wartungsarbeiten nur geringe Reparatur- und Änderungsarbeiten notwendig.

Datennahme

Im Jahre 1979 standen 170 Tage für die Experimenteschichten an PETRA zur Verfügung. Dabei wurden Ereignisse gesammelt, die einer integrierten Luminosität von 2800 nb^{-1} entsprechen. Im einzelnen wurden Daten bei 12, 13, 17, 22, 27, 30 und 31 GeV genommen und der Energiebereich von 29.90 – 31.46 GeV in 20 MeV Schritten gescannt. Insgesamt wurden so 1800 hadronische Ereignisse gefunden, die die Grundlage der Datenauswertung darstellten.

Totaler Wirkungsquerschnitt

Mit den gewonnenen Daten war es möglich, die bisher veröffentlichten Messungen des totalen hadronischen Wirkungsquerschnitts im Bereich von 3.6 bis 9.5 GeV um einen beträchtlichen Bereich zu erweitern. Der gemessene Wirkungsquerschnitt (Abb. 47) stimmt sehr gut mit den Vorhersagen des Quark-Parton-Modells überein, wenn man drei Farben berücksichtigt. Korrekturen dazu, wie sie etwa von der QCD (Quantenchromodynamik = Theorie der starken Wechselwirkung mit „farbbehafte“ Austauschteilchen) vorhergesagt werden, sind mit den Ergebnissen verträglich, können aber, da sie von der gleichen Größenordnung wie der systematische Fehler ($\sim 10\%$) sind, nicht quantitativ bestimmt werden. In Abb. 47 sind die Vorhersagen des Quark-Parton-Modells mit Korrekturen 1. Ordnung QCD als Linie angegeben, der Wirkungsquerschnitt ist wie üblich auf den Wirkungsquerschnitt der Reaktion $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ normalisiert in dimensionslosen Einheiten (R) angegeben.

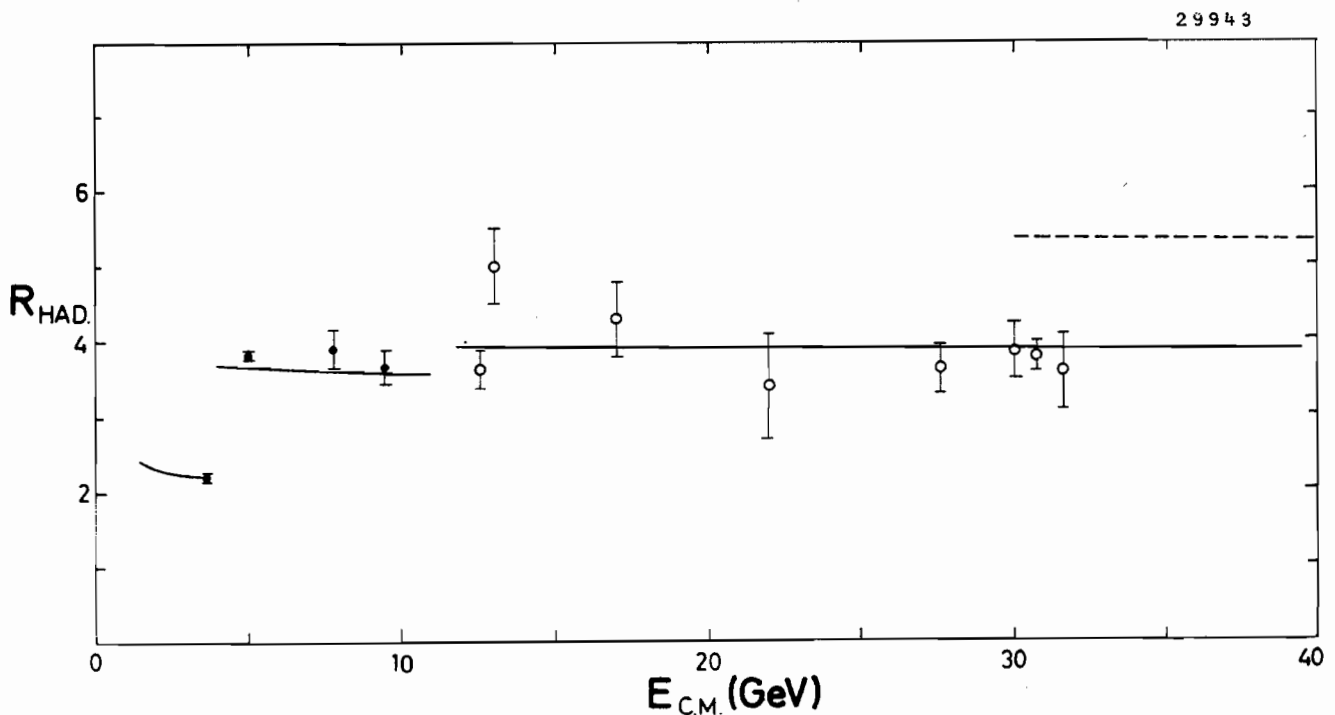


Abb. 47 Totaler hadronischer Wirkungsquerschnitt
(offene Punkte: PLUTO bei DORIS, ausgefüllte Punkte: PLUTO bei PETRA)

Eine der interessantesten Fragen bei der Untersuchung war, ob der totale hadronische Wirkungsquerschnitt im untersuchten Energieintervall konstant war. Das Auftreten einer Stufe würde nämlich die Existenz eines weiteren (6.) Quarks bedeuten.

Top-Suche

Die Existenz dieses 6. Quarks („t“ für „truth“ oder „top“) war von der Theorie vorhergesagt worden, nachdem im Vorjahr durch Messungen am Speicherring DORIS (insbesondere auch mit dem PLUTO-Detektor, s. Jahresbericht 1978) gezeigt wurde, daß die Resonanz Υ (9.46) als gebundener Zustand eines neuen (5.) Quarks und seines Antiquarks interpretiert werden konnte. Dieses 5. Quark („b“ für „beautiful“ oder „bottom“) hat eine Ladung von $1/3 e$, deshalb sollte aus Symmetriegründen das 6., das t-Quark, eine Ladung von $2/3 e$ haben. Das t-Quark würde bei Energien, die groß genug sind, mindestens zwei Mesonenpaare zu produzieren, von denen jedes ein solches t-Quark enthält (also oberhalb seiner Erzeugungsschwelle), den totalen hadronischen Wirkungsquerschnitt um $4/3$ Einheiten in R erhöhen (s. Abb. 47 gestrichelte Linie). Eine solche Erhöhung ist aber nicht mit den Daten verträglich. Infolgedessen gilt es als ausgeschlossen, daß die Schwelle für die Produktion des t-Quarks unterhalb der im Jahre 1979 erreichten Maximalenergie von 31.6 GeV liegt. Aussagen über ein Quark der Ladung $1/3 e$ können allerdings nicht gemacht werden, da die Überhöhung nur $1/3$ Einheiten in R ausmachen würde.

Nimmt man an, daß die Schwelle knapp oberhalb von 31.6 GeV liegt, so muß man immer noch damit rechnen, daß im PETRA 1979 zugänglichen Energiebereich eine schmale Resonanz als gebundener Zustand aus neuem Quark und Antiquark existiert, ähnlich wie auch J/ψ und Υ unterhalb der Erzeugungsschwellen für die entsprechenden (freien) Quarks liegen. Eine solche Resonanz hätte eine Breite, die wesentlich kleiner als die Energieauflösung von PETRA wäre. Um eine solche Resonanz zu finden, muß man daher nach einer Struktur im totalen hadronischen Wirkungsquerschnitt suchen, deren Breite der Energieauflösung von PETRA (ca. 20 MeV) entspricht. Dazu wurde der in Frage kommende Energiebereich von 29.90 bis 31.46 GeV in Schritten von 20 GeV durchgemessen (entsprechend etwa 6 hadronischen Ereignissen pro Meßpunkt). Es konnte gezeigt werden, daß in dem untersuchten Bereich eine solche Resonanz eine elektronische Breite von < 1.4 keV haben müßte, was aber nicht zum Bild der erwarteten 1^{--} -Resonanz aus Quarks mit der Ladung $2/3 e$ paßt.

Aus der topologischen Untersuchung der Ereignisse auf und außerhalb der Υ -Resonanz ergab sich folgendes Bild: Während außerhalb der Resonanz die Ereignisse wesentlich „jet“-artiger waren als bei niedrigeren Energien, so zeigten im Gegensatz dazu die Ereignisse auf der Resonanz eine Topologie, die wesentlich isotroper war, die sich aber auch nicht mit einfachen Phasenraummodellen beschreiben ließ. Letzteres gab Anstoß dazu, Modelle zu untersuchen, wie sie etwa von der QCD gefordert werden, bei denen das Υ zum größten Teil in drei Gluonen zerfällt, die nachfolgend in Hadronen fragmentieren und somit eine Drei-Jet-Struktur der Ereignisse sichtbar werden lassen. Dabei spannen diese drei Jets eine Ebene auf und führen so zu einer insgesamt flachen Topologie des Ereignisses. Detaillierte Untersuchungen der Ereignisse zeigten, daß sich der Zerfall des Υ recht gut mit einem solchen Drei-Jet-Modell beschreiben ließ.

Topologische Untersuchungen der Ereignisse

Die Topologie der Ereignisse außerhalb von Resonanzen konnte bei Energien bis etwa 20 GeV sehr gut vom einfachen Quark-Parton-Modell beschrieben werden: Die Ereignisse bestehen aus zwei entgegengesetzten „Jets“ – hadronischen Teilchenbündeln mit fast der gleichen Richtung – deren mittlerer Transversalimpuls bezüglich der „Jetachse“ bei wachsender Schwerpunktsenergie konstant ist. Die beiden Jets wurden als Fragmentationsprodukte des primären Quark-Antiquarkpaares betrachtet. Bei größer werdenden Schwerpunktsenergien jedoch sollte mit steigender Wahrscheinlichkeit zusätzlich zum Quarkpaar noch mindestens ein Gluon produziert werden, das einen nicht vernachlässigbaren Anteil der Gesamtenergie trägt. Die Abstrahlung eines oder mehrerer energetischer Gluonen ist das Analogon

Gluonenbremsstrahlung

der QCD zur Abstrahlung energetischer Photonen in der QED (Gluonenbremsstrahlung). Topologisch sollte im Idealfall also in den Ereignissen ein dritter Jet (aus der Fragmentation des Gluons) sichtbar werden, insgesamt sollte aber auch dieser Dreikörperprozeß zu einer flachen Ereignisstruktur führen und, falls der Gluon-Jet nicht separiert werden kann, die Transversalimpulsverteilung des einen Jets aufweiten.

Untersucht man zunächst den mittleren Transversalimpuls bezüglich der Jetachse (p_{\perp}) als Funktion der Schwerpunktsenergie, so zeigt das Ergebnis einen leichten Anstieg von ~ 300 auf ~ 400 MeV im Energiebereich von 9.4 bis 31.6 GeV (Abb. 48). Verfeinert man nun die Analyse dahingehend, daß man die zwei Jets getrennt analysiert, so kann man mittels des Transversalimpulses einen breiten und einen schmalen Jet definieren. Trägt man jetzt p_{\perp}^2 als Funktion des Impulses auf, so zeigen sich beträchtliche Unterschiede zwischen den beiden Seiten, die nicht mehr nur durch Fluktuationen des einfachen Quark-Parton-Modells beschrieben werden können (Abb. 49). Diese asymmetrische Jetverbreiterung ist ein Hinweis darauf, daß bei Energien von mehr als 30 GeV das Jetmodell nur mit erheblichen Modifikationen in der Lage ist, die Daten zu beschreiben. Eine der möglichen Modifikationen ist die Hinzunahme der Abstrahlung energetischer Gluonen (Abb. 40, ausgezogene Linie).

Flache Ereignisse

Genauere Einzelheiten der Topologie der Ereignisse erhält man, wenn man die Ereignisse bezüglich der Ebene, in die sich die Teilchen bevorzugt ausbreiten, analysiert. Eine solche Ebene kann durch Verallgemeinerungen der Jetmaße Thrust und Sphericity gewonnen werden. Ist der mittlere Transversalimpuls bezüglich dieser Ebene (p_{out}), in einem Ereignis klein im Vergleich zur Impulskomponente in der Ebene senkrecht zur Jetachse, die in dieser Ebene liegt, (p_{in}), so kann man von „flachen“ Ereignissen sprechen. Aus kinematischen Gründen müssen – wie beim Zerfall des Υ in drei Gluonen – auch die zwei Quarkjets und der Gluonjet eine Ebene aufspannen. In Abb. 50 sind $\langle p_{in}^2 \rangle$ und $\langle p_{out}^2 \rangle$ für verschiedene Energien gezeigt. Bei hohen Energien ist eine Zunahme von Ereignissen mit großem p_{in}^2 zu verzeichnen, wie durch die Abstrahlung von Gluonen erwartet wird. Am offensichtlichsten zeigt sich die Richtigkeit der Theorie bei den Ereignissen, die eine sichtbare Drei-Jet-Struktur zeigen.

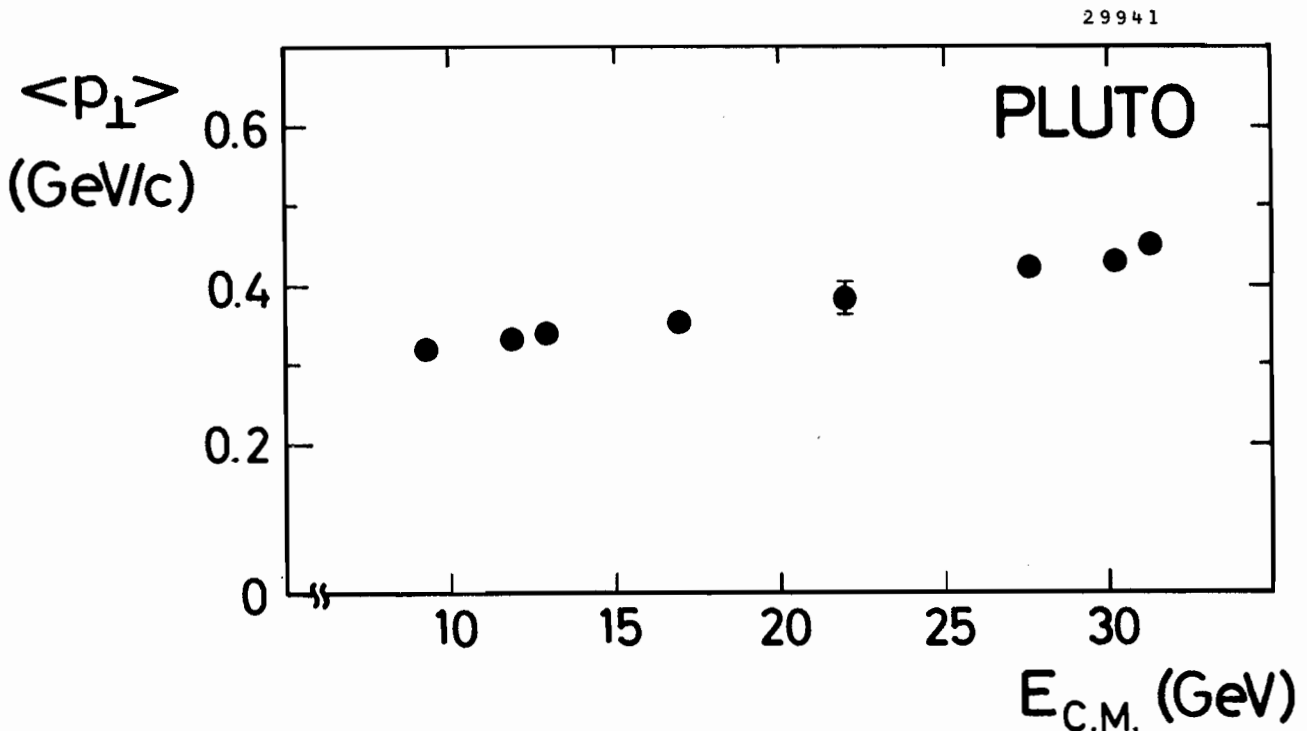


Abb. 48 Mittlerer gemessener Transversalimpuls bezüglich der Jetachse.

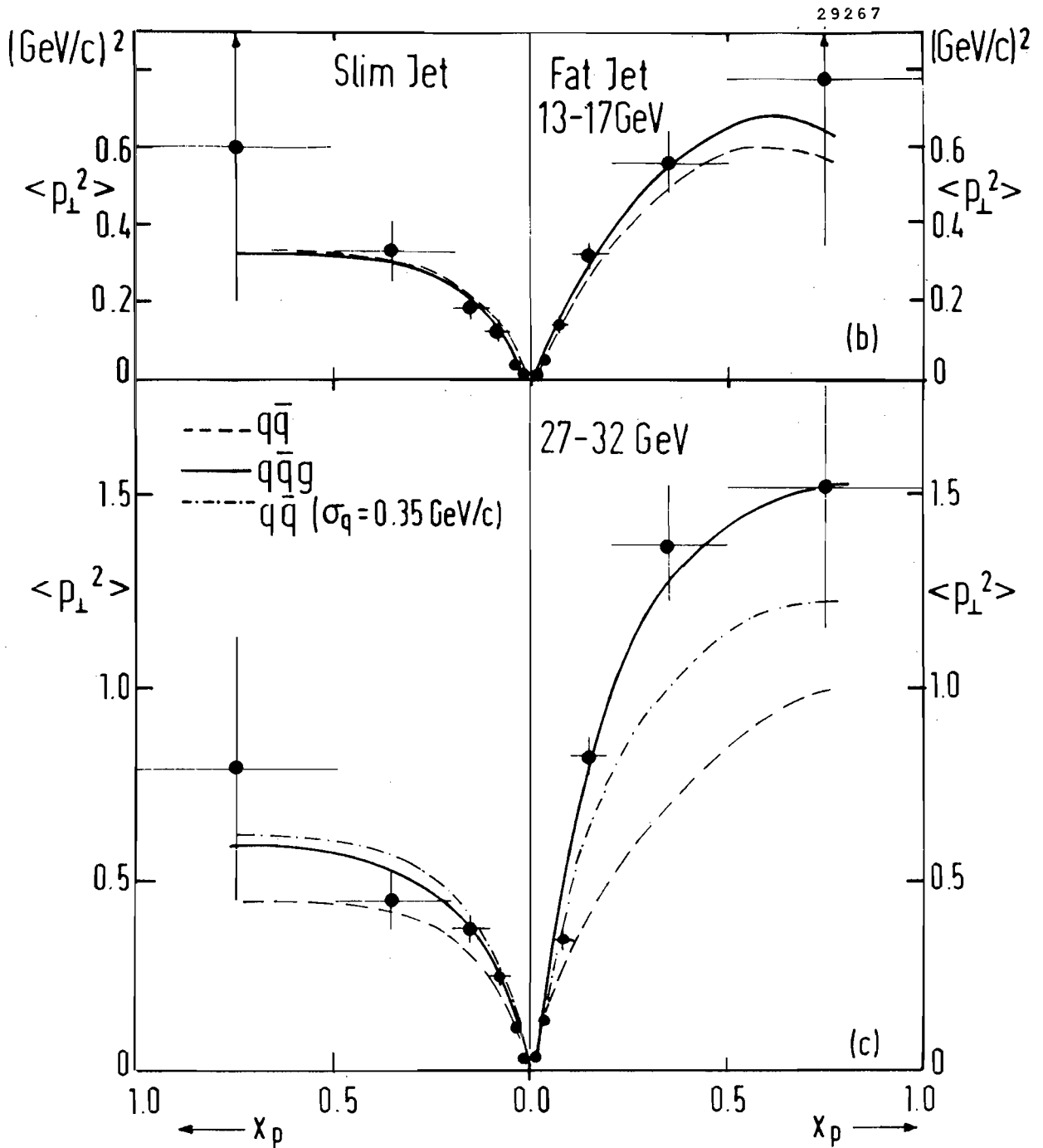


Abb. 49 $\langle p_{\perp}^2 \rangle$ der geladenen Spuren als Funktion des relativen Impulses $x_p = p/E_{\text{beam}}$, getrennt für schmalen (slim) und breiten (fat) Jet, verglichen mit verschiedenen Monte-Carlo-Rechnungen: $q\bar{q}$ reines Quark-Antiquark-Modell, $q\bar{q}g = q\bar{q} + \text{Gluon-Korrektur (QCD)}$.

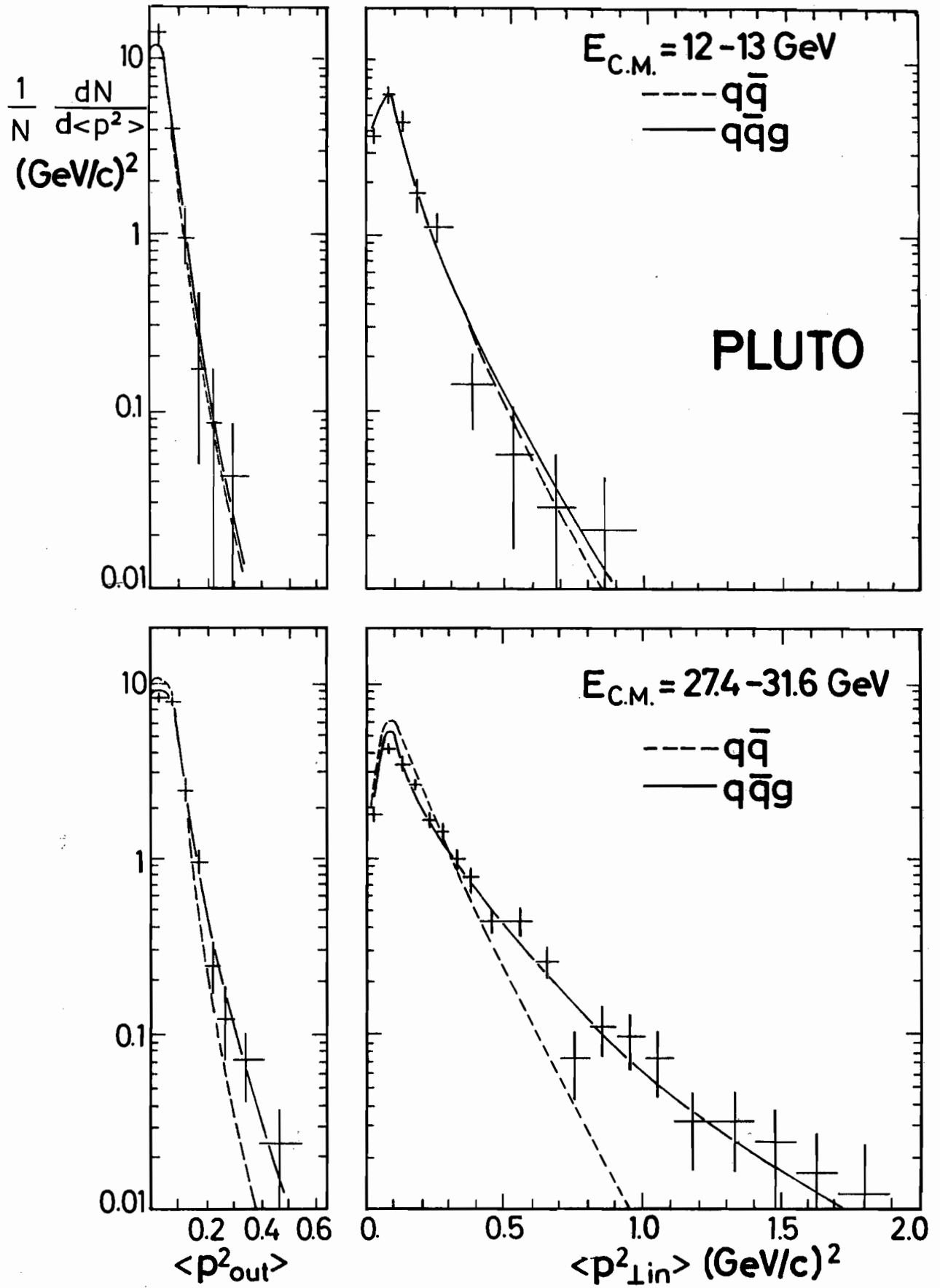


Abb. 50 Verteilungen von $\langle p_{out}^2 \rangle$ und $\langle p_{\perp in}^2 \rangle$.

PLUTO $e^+ e^- \rightarrow q \bar{q} g$

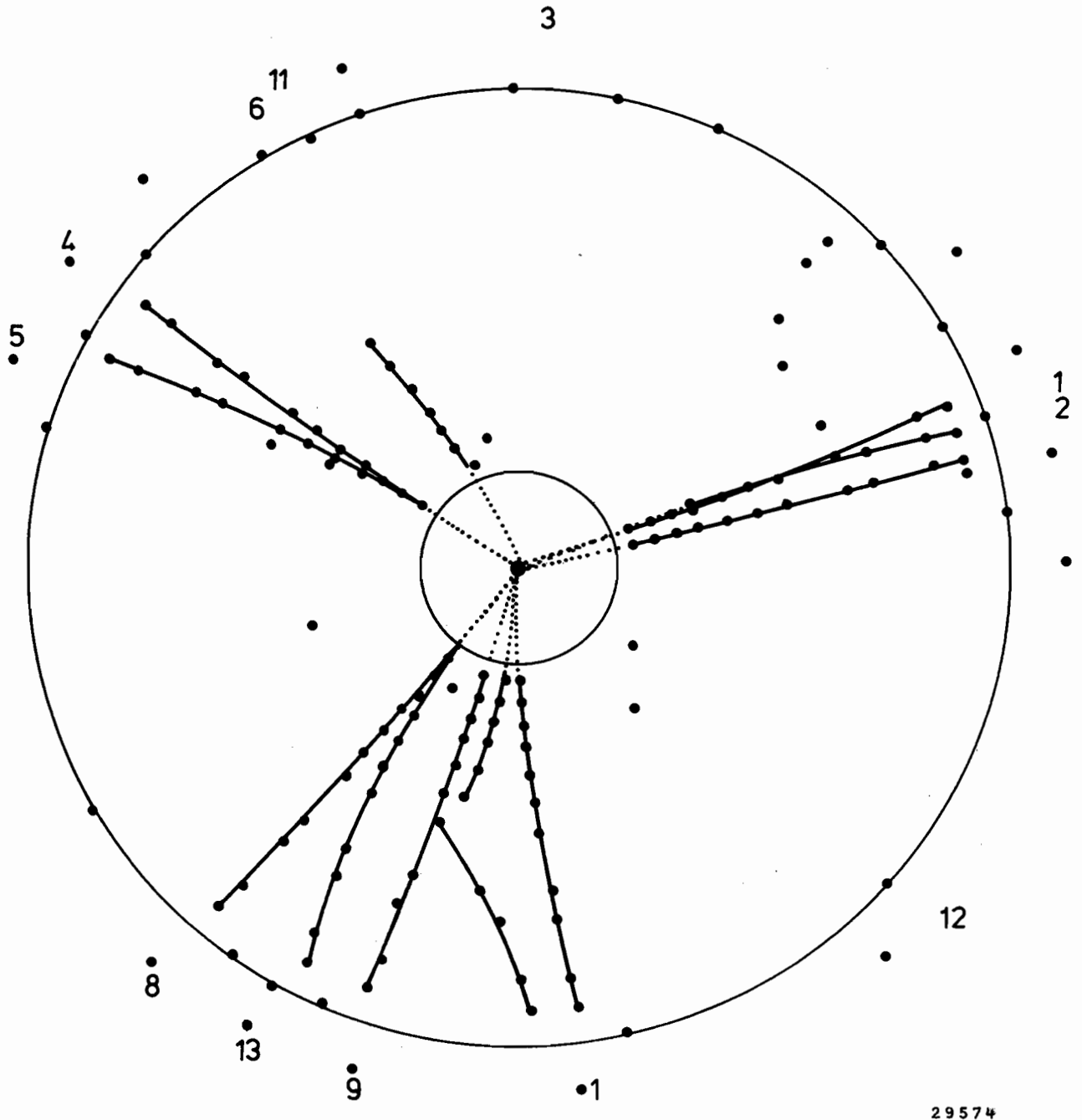


Abb. 51 Ein im PLUTO-Detektor gemessenes 3-Jet Ereignis. Blick in Achsrichtung des Spurendetektors. Die Ziffern markieren die im Schauereähler registrierte neutrale Energie der Jets.
RUN 21470, EVT 4244, $E_{cm} = 30$ GeV.

In Abb. 51 ist ein solches Ereignis gezeigt. Diese Ereignisse konnten bereits auf der Internationalen Lepton-Photon-Konferenz im August in Chicago gezeigt werden und wurden mit den Ergebnissen der anderen PETRA-Experimente als wesentlicher Beitrag zur experimentellen Bestätigung der Quantenchromodynamik gewertet. Aus der Häufigkeit des Auftretens derartiger Drei-Jet-Events läßt sich direkt entnehmen, daß die Kopplungskonstante α_s der starken Wechselwirkung etwa so groß ist, wie sie von vielen Theorien vorhergesagt wurde ($\alpha_s \sim 0.2$ bei $\sqrt{Q^2} = 30$ GeV).

Teilchenkorrelationen

Es treten nicht nur energetische Gluonen auf, sondern mit viel größerer Zahl auch niederenergetische. Die Theorie (QCD) ist eine Störungstheorie und behandelt diese niederenergetische Gluonabstrahlung als Terme höherer Ordnung. In einer bestimmten Approximation („Leading Log“) lassen sich solche Korrekturen bis zu unendlich hoher Ordnung bestimmen. Die daraus gewonnenen quantitativen Vorhersagen können mit den Daten verglichen werden. Die PLUTO-Kollaboration hat erstmalig Teilchenkorrelationen untersucht und findet – in den jeweiligen Gültigkeitsbereichen der theoretischen Vorhersagen – Übereinstimmung mit den Daten. Ob dies als weiterer Test für die Gültigkeit der QCD gewertet werden kann, wird die Zukunft zeigen.

Tests der QED

Im Gegensatz dazu ist die Gültigkeit der Theorie der elektromagnetischen Wechselwirkung (QED = Quantenelektrodynamik) in allen dazu durchgeführten Experimenten stets auf das Beste bestätigt worden, daher sind absolute Vorhersagen im Rahmen dieser Theorie möglich. Dabei bleibt die Frage offen, bis zu welchen Abständen diese Theorie die Wirklichkeit richtig beschreibt, denn sie geht davon aus, daß die Leptonen punktförmig sind. Um diese Frage zu beantworten, wurde die Winkelverteilung der rein leptonischen Streuprozesse

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

untersucht. Formuliert man etwaige Abweichungen von der Punktförmigkeit der Leptonen durch Einführung von Formfaktoren mit einem Abschneideparameter Λ , so erhält man aus den Fits untere Grenzen für diesen Parameter. Fittet man die Winkelverteilung im gesamten von PLUTO gemessenen Energiebereich, so erhält man $\Lambda \geq 80$ bis 200 GeV in Abhängigkeit von verschiedenen Annahmen; dies wiederum bedeutet, daß QED die Natur der elektromagnetischen Wechselwirkung bis zu Abständen von $< 3 \times 10^{-16}$ cm richtig beschreibt.

Photon-Photon-Streuung

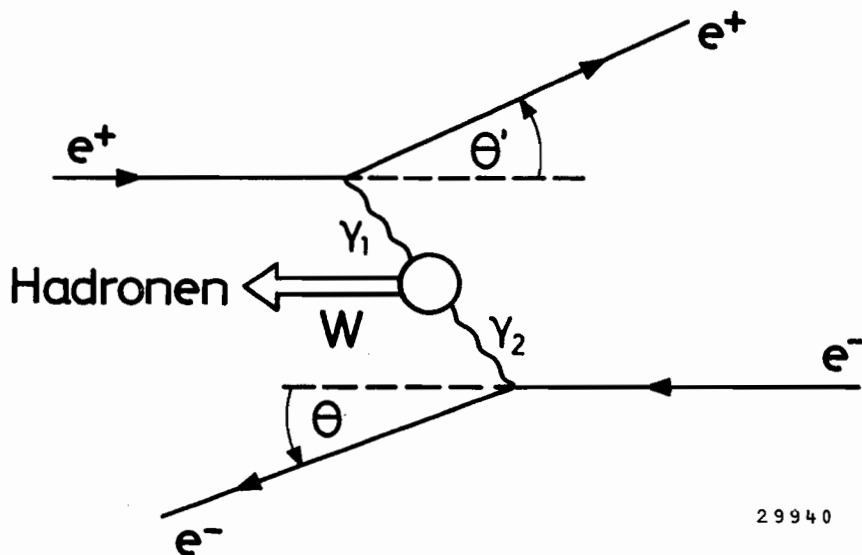
Hochenergetische e^+e^- -Speicherringe ermöglichen die Untersuchung der Photon-Photon-Streuung („Streuung von Licht an Licht“), da man sich jeden Elektronen-(Positronen-)Strahl als Quelle hochenergetischer γ -Quanten vorstellen kann (s. Diagramm in Abb. 52). Dieser fundamental wichtige Prozeß wird seit etwa 10 Jahren in der theoretischen Literatur ausführlich behandelt. Photon-Photon-Reaktionen erscheinen gegenüber Annihilationsprozessen auf den ersten Blick um einen Faktor a^2 ($a = 1/137$) unterdrückt. Wegen des Bremsstrahlungsspektrums der Photonen finden diese Prozesse aber bei einer viel kleineren Masse der erzeugten Endzustände statt. Außerdem enthalten die Querschnitte daher einen charakteristischen Faktor $\sim (\log E_b)^3$ (E_b = Strahlenergie). Zusammen bewirkt dies ungefähre Gleichheit der Hadronenrate aufgrund von $\gamma\gamma$ -Streuung bzw. von e^+e^- -Annihilation bei PETRA-Energien.

Die Messungen von PLUTO haben zum ersten Male eine statistisch signifikante Zahl von hadronischen Ereignissen der $\gamma\gamma$ -Reaktion ergeben, deren invariante Masse > 1 GeV sind. In Abb. 53 ist der gemessene Wirkungsquerschnitt als Funktion der gesehenen invarianten Masse angegeben.

Weiterentwicklung des Detektors

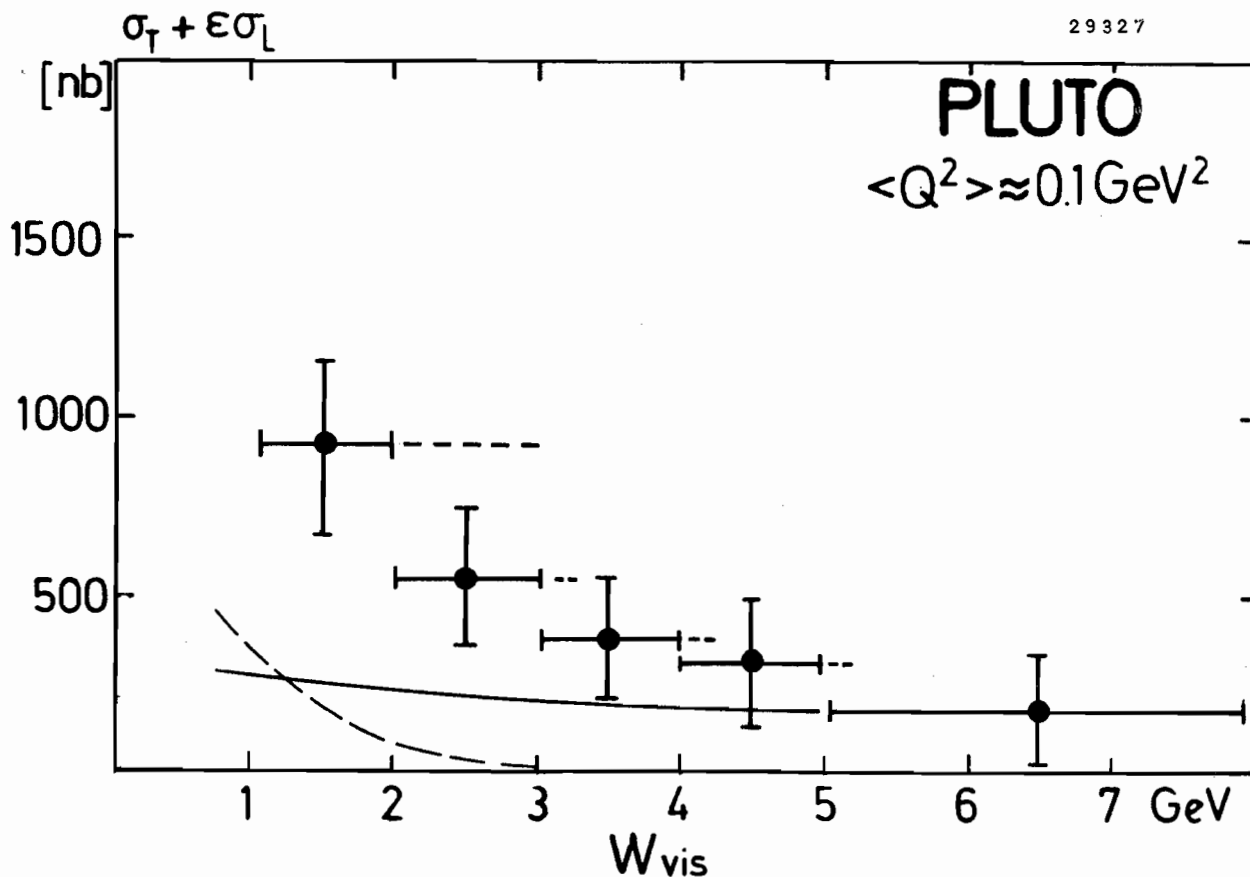
Um das neubetretene Gebiet der $\gamma\gamma$ -Physik detailliert zu untersuchen, hat die PLUTO-Kollaboration einen Ausbau der beiden Vorwärtsspektrometer vorgeschlagen. Dieser Vorschlag wurde im Herbst 1979 vom PRC genehmigt. Im Wesentlichen erhält PLUTO damit die Möglichkeit der Teilchenidentifikation und Impulsmessung auch in Vorwärtsrichtung ($2^\circ < \theta < 15^\circ$) (s. Abb. 54). Die für den Entwurf und den Bau der beiden benötigten Septummagnete

notwendigen Studien wurden an einem mit der Gruppe B1 entwickelten Magnetenmodell durchgeführt. Weiterhin wurden ein Prototyp für die Driftkammern gebaut sowie Studien für den Bau der Cerenkov-Zähler durchgeführt. Entwürfe für Vakuumrohr und Lafetten wurden zusammen mit der Konstruktion erstellt.



29940

Abb. 52 Diagramm der Zwei-Photon Reaktion: $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + \text{Hadronen}$



29327

Abb. 53 Wirkungsquerschnitt der Reaktion $\gamma\gamma \rightarrow \text{Hadronen}$ als Funktion der (beobachteten) invarianten Masse des Hadronensystems.

PLUTO

29939

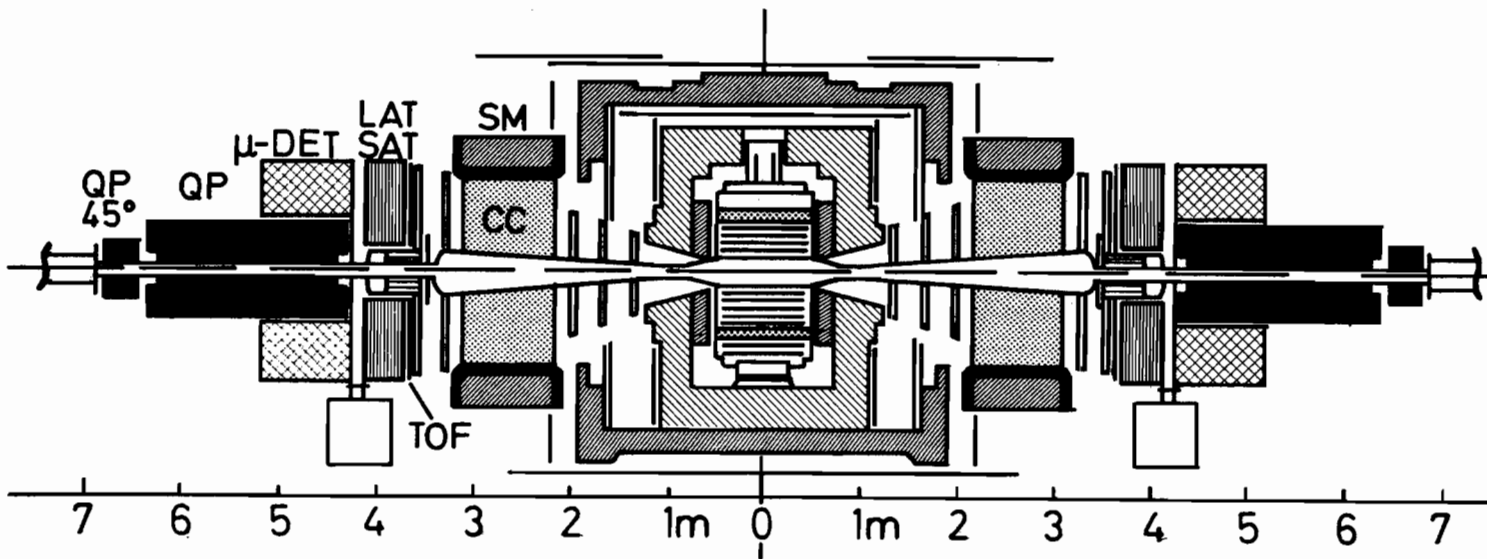


Abb. 54 PLUTO mit erweiterten Vorwärtsspektrometern.

SM = Septummagnet zur Impulsanalyse, CC = Cerenkov-Zähler, TOF = Flugzeit-Zähler, LAT, SAT = Schauerzähler für große und kleine Winkel, dazwischen Driftkammern zur Spurbestimmung, μ -DET = Myonen-Nachweis, QP = Quadrupol zur Fokussierung der Strahlen (Mini- β), QP 45° = Korrekturlinse für den SM.

TASSO-Kollaboration

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

Die Arbeiten der TASSO-Gruppe konzentrierten sich 1979 auf das Experimentieren an PETRA, die Auswertung der Daten, auf den Bau weiterer Detektor-Komponenten und die Vervollständigung des TASSO-Detektors. Am Jahresende war der Detektor bis auf zwei Argonzählereinheiten vollständig. Die Datennahme und Auswertung, über die weiter unten ausführlich berichtet wird, verlief sehr erfolgreich. Bei hohen Energien der e^+e^- -Vernichtung in Hadronen wurde ein neuer physikalischer Prozeß beobachtet, der zu Teilchenbündelung entlang dreier Achsen (3 jet Ereignisse) führt. Diese Beobachtung liefert eine wesentliche Stütze für die Quantenchromodynamik, die solche Ereignisse auf Grund der Gluonbremsstrahlung vorhergesagt hatte.

Mit Hilfe von Höhenstrahlenden wurden die nichtlinearen Orts- und Driftzeitbeziehungen bestimmt. Damit konnte die Ortsauflösung der Kammer wesentlich verbessert werden. Sie beträgt jetzt 220μ über 70 % der Breite einer Driftzelle.

Zusammen mit F56 wurde ein Spurenrechner (MONIKA) fertiggestellt, der aus der Punktfomation der Driftkammer Spuren rekonstruiert und Teilchenimpulse bestimmt. MONIKA ist mikroprogrammiert; die Rechenzeit für ein Ereignis mit 10 Spuren liegt bei 0.5 msec. MONIKA ist gegenwärtig am Experiment in der Erprobung und soll später zur Herabsetzung der Datenrate eingesetzt werden.

Die Flüssig-Argon-Schauerdetektoren für die beiden Endkappen des TASSO-Detektors wurden während der Wartungsperiode August/September eingebaut und in der Maschinenpause am Jahresende in Betrieb genommen.

Das Verhalten der Zähler war zuvor am DESY im Teststrahl mit Elektronen bis 4 GeV Energie untersucht worden. Abb. 55 zeigt zwei typische Pulshöhenspektren. Die mittlere Pulshöhe wächst linear mit der Energie (Abb. 56). Die Energieauflösung beträgt $\sigma_E/E = 10 \% E^{-1/2}$ (E in GeV) (Abb. 57). Für kleinere Energien wird die Auflösung etwas breiter. Die Meßergebnisse stimmen gut mit Schauerrechnungen überein.

Für die Datenerfassung der Flüssig-Argon-Endkappenzähler wurden etwa 3000 Leiterkarten mit 4800 Analog-Kanälen gefertigt und am Detektor betriebsbereit installiert. Zusammen mit fünf Professoren und den vierzehn Stromversorgungen – je 900 W Gleichspannung geregelt – ermöglichen diese Leiterkarten eine digitale Datenerfassung von etwa 4000 Detektorelementen. Das Gesamtsystem und seine Baugruppen sind Eigenbau und Eigenentwicklung. Großer Wert wurde auf größtmögliche Verfügbarkeit des Systems gelegt, was einerseits durch Fertigung von 10 % Reservematerial und extrem langem Probelauf aller Komponenten, andererseits durch Modularität des Konzeptes, wie die Möglichkeit, das System zunehmend mit mehr Signalverarbeitung auszustatten, bei ständiger Abgriffsmöglichkeit der Meßdaten an verschiedenen Verarbeitungsstufen angestrebt wurde.

Die Argonschalenzähler bedecken in vier mechanisch getrennten Einheiten (Abmessungen: Länge x Breite x Höhe je $440 \times 230 \times 65 \text{ cm}^3$) das TASSO Solenoid auf zwei Drittel seines Umfangs. Der aktive Zählerteil besteht vor allem aus 2 mm dicken Bleiplatten, die im Abstand von 5 mm geschichtet sind und in flüssiges Argon eintauchen. Zwischen den Bleiplatten wird Hochspannung angelegt. Die im Argon beim Durchgang geladener Teilchen freigesetzten Ladungsträger werden über die Bleiplatten nach außen auf Verstärker geführt. Die Bleiplatten sind stark unterteilt und bilden in vertikaler Richtung Türme, die auf den Wechselwirkungspunkt gerichtet sind.

Die Argonschalenzähler gestatten Energie- und Ortsmessung von Photonen, eine scharfe Trennung zwischen Elektronen und anderen geladenen Teilchen und messen den Ionisationsverlust dE/dx geladener Teilchen zur Teilchenerkennung. Abb. 58 zeigt ein Zählerpaket während des Aufbaus. Je zwei solcher Zählerpakete werden in eine mechanische Einheit eingebaut.

1. Zylindrische Driftkammer

2. Flüssig-Argon-Endkappenzähler

3. Flüssig-Argon-Schalenschauerzähler

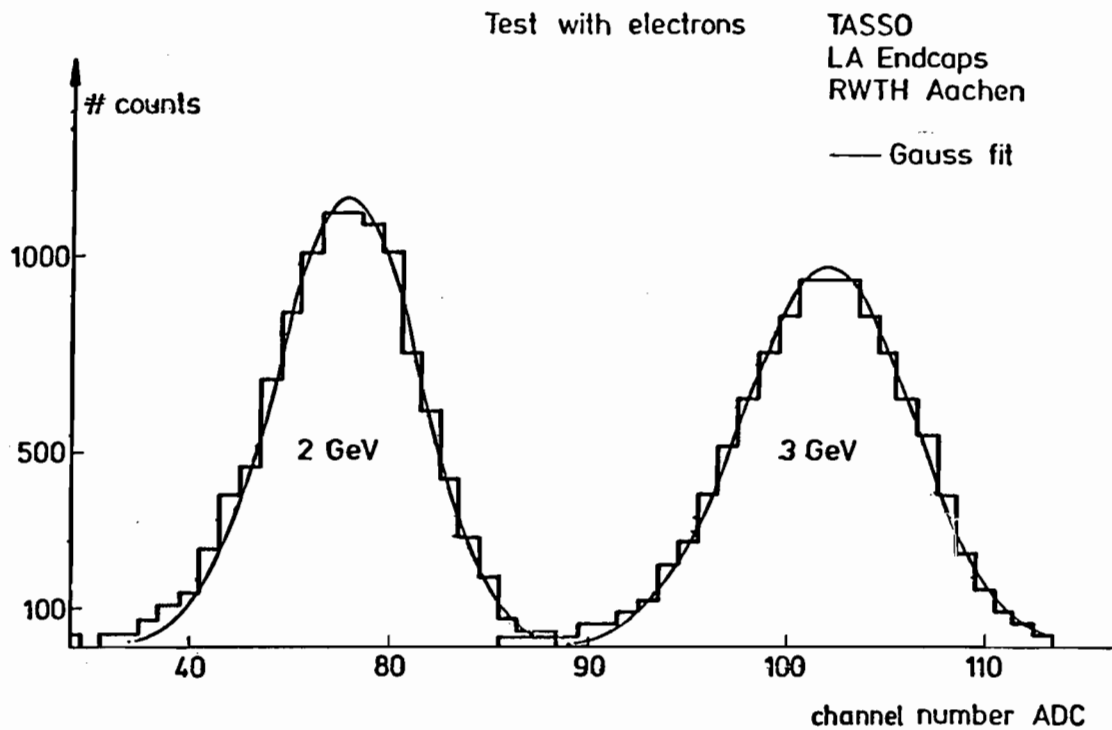


Abb. 55

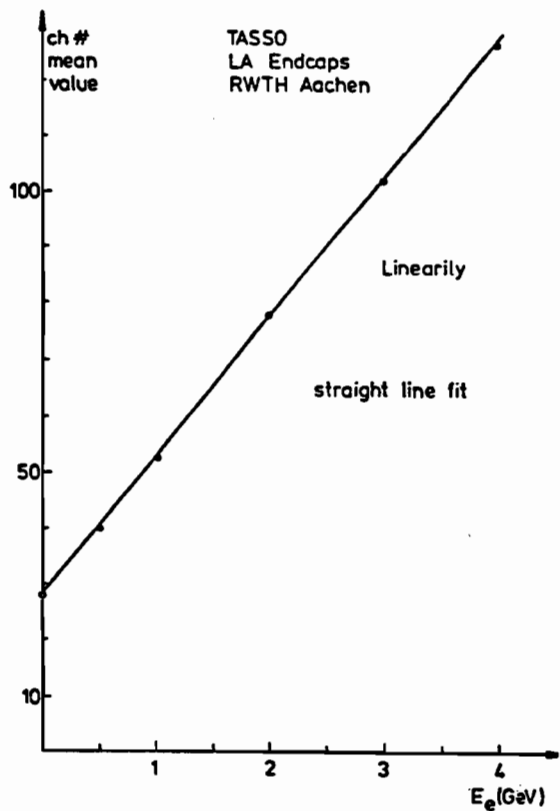


Abb. 56

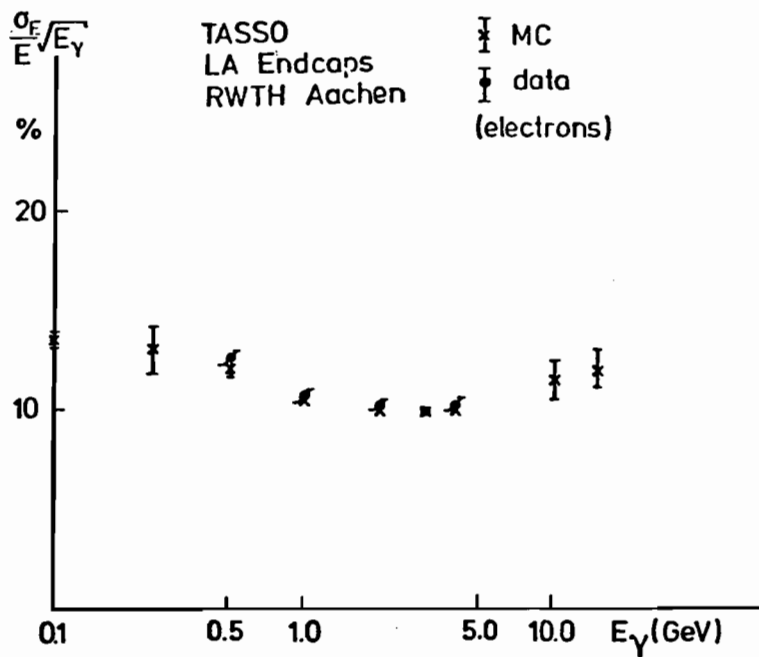


Abb. 57

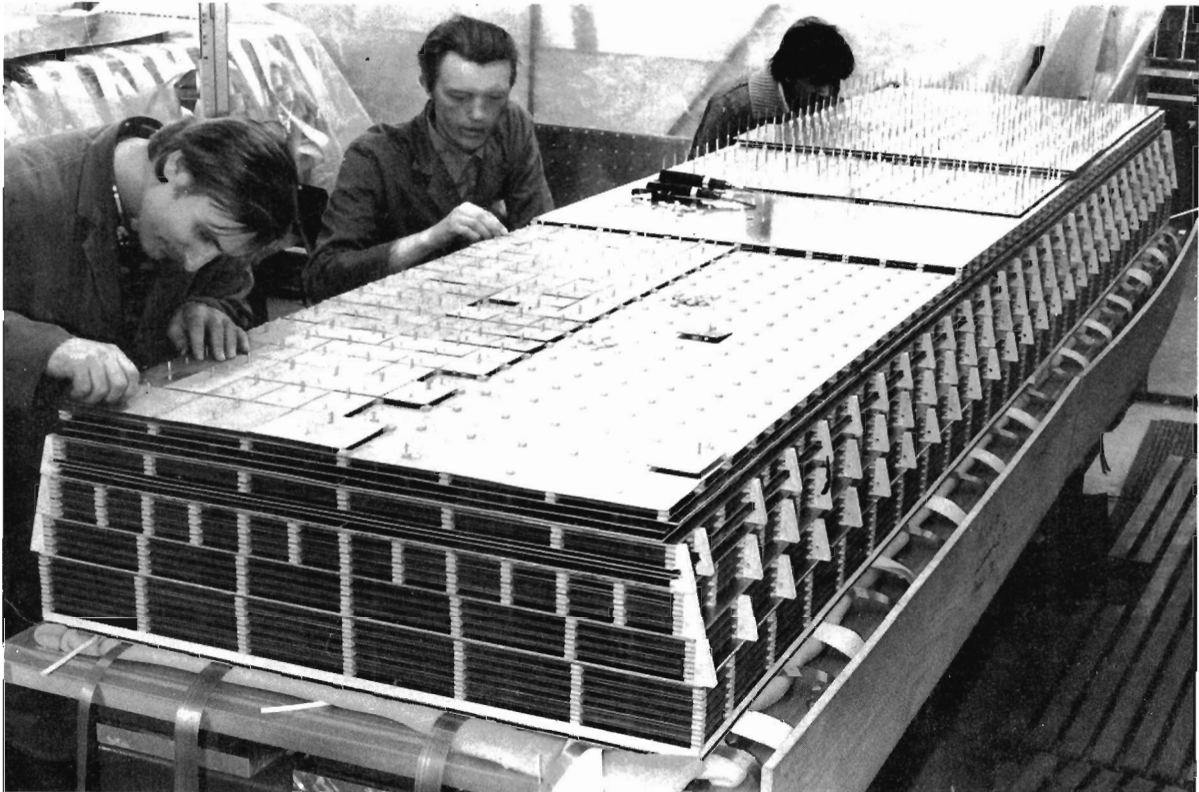


Abb. 58 Zählerpaket für die Argonschalenzähler beim Aufbau.

Im Jahre 1979 wurde die Arbeit an den 4 Schalenschauerzählern fortgesetzt. Zwei der vier Zähler konnten fertiggestellt und am Strahl 14 in Halle I erprobt werden. Die auftretenden Probleme, wie Risse in der Schweißnaht der Innentanks, Kontaktprobleme der Hochspannungszuführung an den Bleiplatten, Dichtigkeit der Deckeldichtungen usw. konnten alle erkannt und behoben werden, so daß bei Beginn der PETRA-Pause im Dezember 1979 der Einbau der beiden oberen Zähler in das TASSO-Experiment begonnen werden konnte. Die beiden Zähler sind inzwischen mit Flüssig-Argon gefüllt (Anfang Februar 1980) und werden erfolgreich bei der Datennahme eingesetzt.

Während der Erprobungszeit in Halle I und bei der Inbetriebnahme am TASSO-Experiment zeigte sich, daß das gewählte Abkühlkonzept mittels Sprühschläuchen im Innentank außerordentlich praktisch und zuverlässig arbeitet. Innerhalb von 3 Tagen konnte ein Zähler auf Argontemperatur abgekühlt und mit Flüssig-Argon gefüllt werden. Dabei betragen die maximalen Temperaturunterschiede im Modul nur ca. 30°C .

Das Kühl- und Abkühlprinzip ist in Abb. 59 näher erläutert. Der Schauerzähler ist über 2 Leitungen mit einem Rekondensationsgefäß verbunden. Dieses Gefäß befindet sich ca. 50 cm oberhalb des Schauerzählers. Die als Sprühleitung bezeichnete Leitung ist mit Sprühschläuchen innerhalb des Schauerzählers verbunden. Diese Sprühschläuche tragen feine Löcher (0.7 mm Durchmesser), deren Anzahl vom Eintritt bis zum Ende etwa exponentiell zunimmt, wobei die unten liegenden Schlauchteile (4 m lang) keine Löcher besitzen. Wenn flüs-

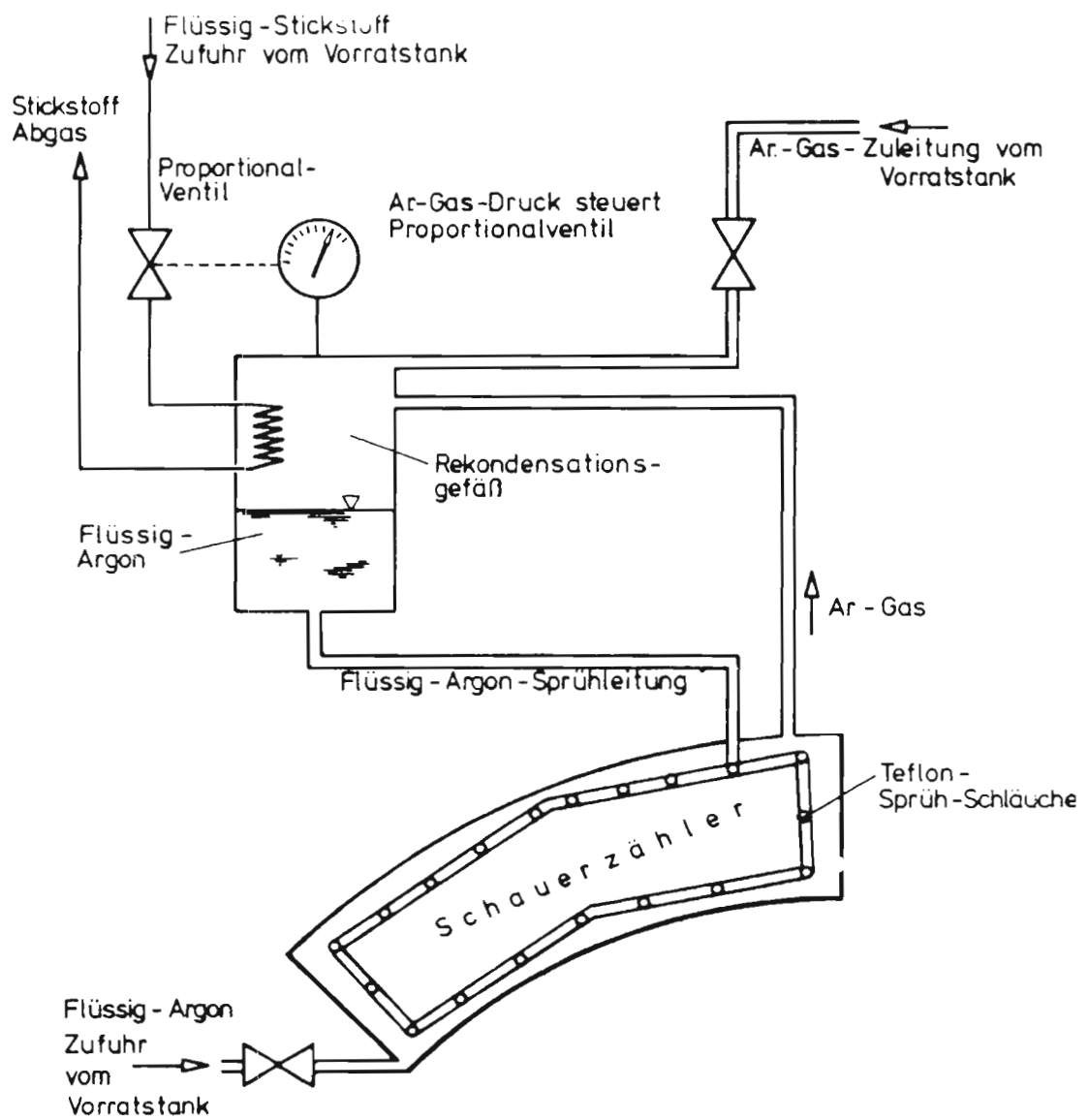


Abb. 59 Kühlkreislauf des Flüssig-Argon-Schauerzählers

siges Argon vom Rekondensationsgefäß in die Sprühschläuche strömt, verdampft wegen der Wärmeeinströmung aus der Umgebung der größte Teil des Argons. Dann tritt kaltes Argon-Gas aus den Löchern der Sprühschläuche und besprüht die Bleipakete von oben her kalt. Damit die Abkühlung ohne größere Temperaturunterschiede verläuft, muß die Lochzahl an den Sprühschläuchen vom Eintrittsende bis zum entfernten Ende anwachsen, weil a) mehr Gas produziert wird, je länger der Schlauch ist, und weil b) das Gas immer wärmer wird.

Das verdampfte Argon kann über eine Argon-Abgas-Leitung zum Rekondensationsgefäß fließen, wo es an dem Stickstoff-Wärmetauscher wieder verflüssigt wird und daher einen Kreislauf durchläuft. Der Stickstoff-Durchfluß durch den Wärmetauscher wird vom Argon-gasdruck mittels eines Proportionalventils gesteuert. Steigt der Argondruck über den Sollwert an, öffnet das Proportionalventil für den Stickstoff weiter; damit wird die Kühlleistung vergrößert und mehr Argon verflüssigt, so daß der Gasdruck absinkt. Sinkt der Argon-Gasdruck, so geht das Proportionalventil wieder langsam zu.

Der Start des Abkühlens des Schauerzählers geschieht folgendermaßen:

Der Schauerzähler wird zunächst durch Auspumpen und mehrmaliges Füllen mit reinstem Argon-Gas (< 1 ppm Sauerstoffgehalt) gesäubert. Der Argon-Gasdruck wird zu 0.3 bar gewählt, der Sollwert für die Kühlung beträgt 0.1 bar. Das Proportionalventil öffnet somit vollständig und die Abkühlung des Argons beginnt. Damit jedoch die Sprühschläuche wirksam werden, muß das Angebot an Argon-Gas ca. 2 Stunden lang so reichlich sein, daß sich 30 l Flüssig-Argon im Rekondensationsgefäß ansammeln. Erst dann reicht der hydrostatische Druck des Flüssig-Argons aus, um die Sprühschläuche gleichmäßig zu versorgen. Unter dieser Voraussetzung beträgt die Abkühlgeschwindigkeit ca. 3.5° C/h, so daß in ca. 2.5 Tagen Flüssig-Argon-Temperatur ($- 183^{\circ}$ C) erreicht wird. Der Schauerzähler kann dann vom Vorratstank mit Flüssig-Argon gefüllt werden. Die Temperaturunterschiede während des Abkühlens betragen nur ca. 30° C über die 4 m Länge des Zählers.

Nach dem Füllen sind alle Ventile zur Außenwelt geschlossen. Verdampfendes Argon (infolge der Wärmeverluste) wird regelmäßig rekondensiert und strömt über die Sprühschläuche in den Schauerzähler zurück, so daß der vorgesehene Füllstand erhalten bleibt. Die Wärmeverluste betragen ca. 250 Watt pro Modul. Sie setzen sich zusammen aus Verlusten durch die Wärmeleitung der Aufhängung, der ca. 3000 Edelstahl-Meß-Leitungen und der Strahlungsverluste durch die Superisolation und die Vakuumisolierung.

Neben der Erprobung des Kühlsystems wurde im Teststrahl 14 das Verhalten des Zählers bei Beschuß durch Elektronen mit Energien zwischen 0.25 und 4 GeV untersucht. In den Strahlengang wurde ein 0.3 Strahlungslängen dickes Aluminiumblech gestellt. Nach Rechnungen mit dem Schauerprogramm EGS hat dieses Blech auf Elektronen der Energie E dieselbe Wirkung wie die TASSO-Spule (1 Strahlungslänge) auf Photonen derselben Energie.

Der Sauerstoffgehalt des Argons betrug für die Testversuche < 1 ppm. Die beobachteten Signalhöhen entsprechen zu 80 – 90 % den rechnerisch erwarteten Werten. In den Abb. 60 – 62 sind einige Testergebnisse zusammengestellt.

Abb. 60 zeigt die Signalhöhe in Abhängigkeit von der Elektronenenergie. Man beobachtet eine gute Linearität.

In Abb. 61 ist die gemessene Energieauflösung in Abhängigkeit von der Strahlenergie aufgetragen. In einer der Meßreihen (x) wurde nur das Signal von Vorderturm und dahinterliegendem Turm summiert. In diesem Fall steigt die Auflösung σ_E von $8\%/\sqrt{E}$ (E in GeV) bei 250 MeV auf etwa $15\%/\sqrt{E}$ bei 4 GeV an, da mit wachsender Energie der Schauer breiter wird und aus dem (kleinen) Vorderturm herausläuft. In der zweiten Meßreihe (o) wurde das Signal aus vier Vordertürmen und einem Hinterturm summiert. In diesem Fall wird bei 4 GeV eine Auflösung von $10\%/\sqrt{E}$ gemessen.

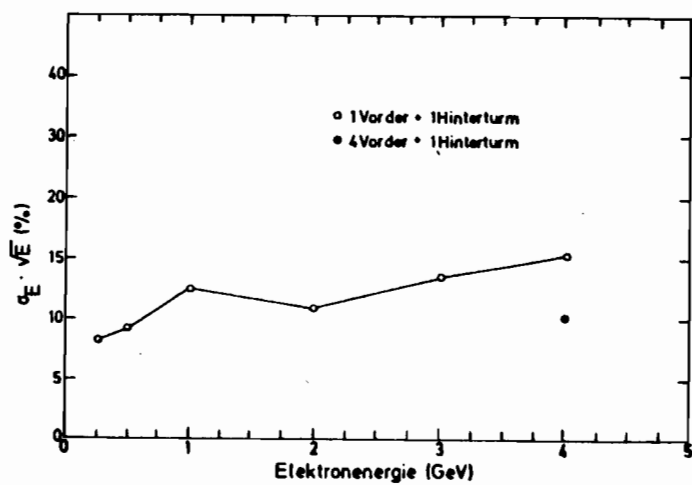


Abb. 60

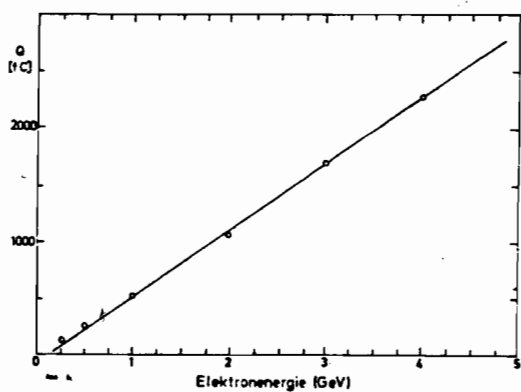


Abb. 61

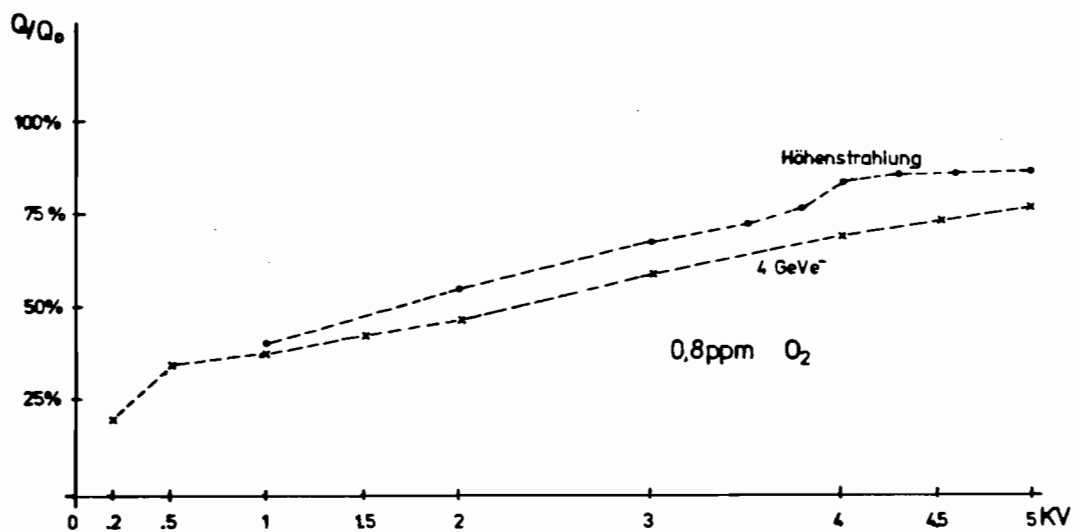


Abb. 62 Relative Signalamplitude in Abhängigkeit von der angelegten Hochspannung.

Die Abhängigkeit der Signalthöhe von der angelegten Hochspannung ist in Abb. 62 dargestellt. Aufgrund der Rekombination ist die Signalthöhe nicht konstant, sondern wächst mit steigender Hochspannung, z.B. um den Faktor 1.4 von 2 nach 4 kV.

Abb. 63 und 64 zeigen je ein Bhabha-Ereignis ($e^+e^- \rightarrow e^+e^-$) und ein hadronisches Ereignis, die bei einer Gesamtenergie von 35 GeV im Innendetektor und in den Argonzählern beobachtet wurden. Gezeigt wird jeweils eine Ansicht (a) längs des Strahls, wobei die in den Vorder- und Hintertürmen nachgewiesene Energie längs der Turmreihen aufsummiert wurde; und ein Blick vom Wechselwirkungspunkt aus auf die Vorder- und Hintertürme. Die Zahlen geben die Energie je Turm in MeV an. Die Energieeichung ist hier auf etwa 10 % genau. Im Bhabha-fall ist ein klarer Schauerhäufungspunkt zu erkennen. Beim hadronischen Ereignis gibt es mehrere Häufungspunkte, die von den auftreffenden geladenen Teilchen und von Photonen herrühren. Es ist bemerkenswert, daß für das Bhabhaereignis außerhalb des Häufungspunktes keine weiteren Kanäle angesprochen haben, obwohl die Schwelle bei 20 MeV lag. Elektronisches Rauschen ist niedrig, es entspricht einer Elektronenergie von < 15 MeV.

Die Cerenkovzähler für die TASSO-Hadronarme sind im Jahr 1979 vollständig aufgebaut worden. Abb. 65 zeigt einen Querschnitt durch den Nordarm und einen Teil des Innendetektors. Die Cerenkovzähler sind symmetrisch zur Strahlebene aufgebaut und im Polarwinkel Θ in 8 Zellen unterteilt, die jeweils ein Intervall $\Delta\Theta = 10^\circ$ erfassen. Pro Hadronarm ergeben sich somit 16 Zellen, wobei jede Zelle in den Gaszählern zwei Höhlspiegel enthält, die das Licht auf verschiedene Photovervielfacher sammeln. Als Cerenkov-Medien werden Aerogel ($n = 1.025$), Freon 114 ($n = 1.0014$) und CO_2 ($n = 1.00043$) verwendet. Die drei Zählertypen sind hintereinander angeordnet (Abb. 66).

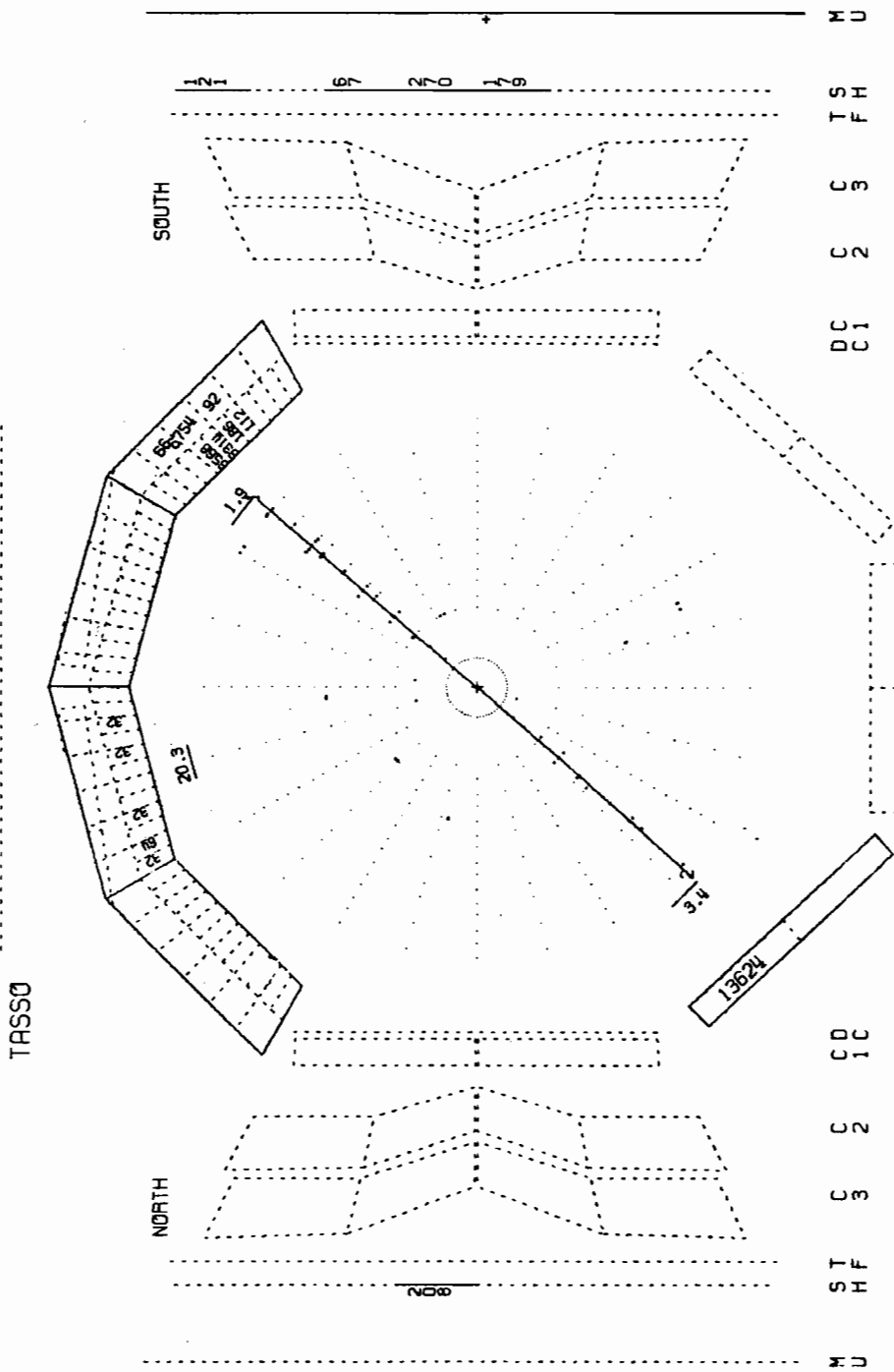
Cerenkovzähler

Die Spiegel sind Ausschnitte aus Rotationsellipsoiden. Ein Brennpunkt liegt im Wechselwirkungspunkt, der andere vor der Kathode des zugehörigen Photomultipliers. Die Lichtsamm lung für Pionen von 5 GeV/c und 10 GeV/c ist in Abb. 00 schematisch dargestellt. Die Spiegel wurden aus 2 mm starken Plexiglasscheiben im Tiefziehverfahren hergestellt. Zur Versteifung wurden sie auf Rückverstärkungen geklebt, die aus einem 19 mm starken Kern aus Nomez-Waben mit zwei Fiberglas-Deckschichten bestehen und sehr leicht und formstabil sind. Die Bedampfung ist bei F35 durchgeführt worden. Die Spiegel haben ein sehr gutes Reflexionsvermögen (> 90 %) bis in das nahe UV (ca. 200 nm). Die maximale Größe beträgt $1.5 \times 0.9 \text{ m}^2$.

Die Aerogelzellen wurden zur Lichtsamm lung mit diffus streuendem Milliporepapier ausgekleidet, das ein Reflexionsvermögen von mehr als 96 % hat. Eine fokussierende Optik kam wegen des großen Cerenkovwinkels und der diffusen Lichtstreuung im Aerogel nicht in Frage.

Im Jahr 1979 wurde sehr viel Zeit und Arbeit in die Konstruktion und den Bau der Gehäuse der Cerenkovzähler, der Fahrwerke und mechanischen Halterung investiert. Jeweils vier Zellen wurden mechanisch als eine Einheit aufgebaut. Eine Vierer-Einheit hat Außenabmessungen von ca. $3.5 \times 3.5 \times 3 \text{ m}^3$ und läßt sich mit den bei DESY verfügbaren Tiefladern und Kränen gerade noch transportieren und in der TASSO-Halle aufstellen. Für die Vierer-Einheiten wurde eine unkonventionelle Bauweise gewählt, um einerseits die Materie im Bereich der Akzeptanz zu minimalisieren und andererseits hinreichende Formstabilität für eine einwandfreie Spiegeljustierung zu gewährleisten. Die Wände werden aus Leichtbauplatten („F-Noard“ der Firma CIBA) mit Aluminium-Wabenkern und Epoxid-Fiberglas-Deckschichten hergestellt. Diese Platten sind sehr leicht, maßhaltig und verwindungssteif; eine 26 mm starke Platte hat das Gewicht eines 1.5 mm starken Aluminiumblechs, aber die Biegefestigkeit eines 15 mm starken Blechs. Die Wände und Bodenplatten werden mit Polyurethan-Kleber stumpf verklebt. Die fertigen Cerenkov-Gehäuse weisen eine erstaunliche mechanische Stabilität auf. Die oberen Vierereinheiten, die komplett mit Röhrenabschirmungen etwa 1500 kg wiegen,

FIFHEY.LABC.BHBRHRS F 1867 EVENT 4214 EBERM= 17.50 CEV T...JGER= 0100100100000001 VERSION 8.6
 DATE 24/03/80



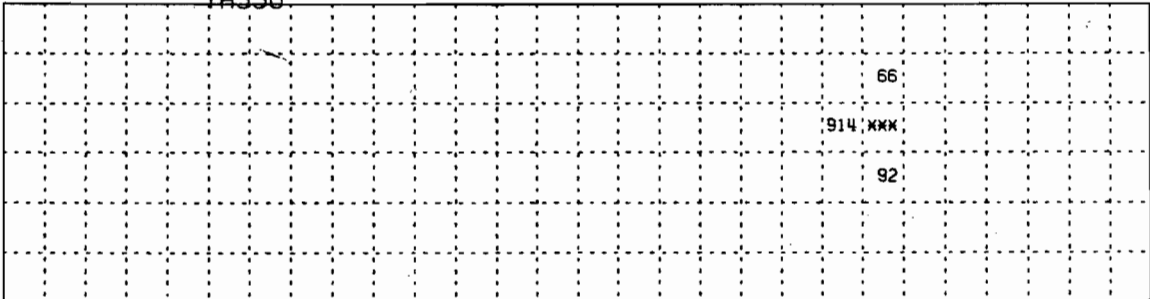
TRSS0

Abb. 63a

PHI-STRIPS

TASSO

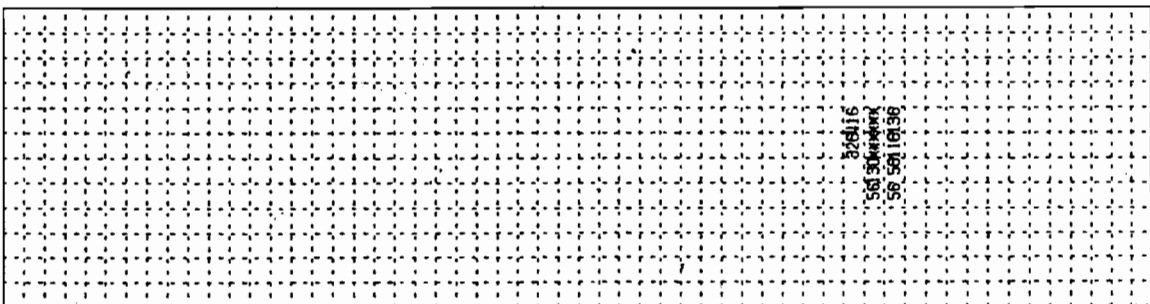
PHI-STRIPS



1. Z-STRIPS

2. Z-STRIPS

3. Z-STRIPS



WEST

EAST

Abb. 63b

FIFNEY.LABC.MHAD35 RUN 1783 EVENT 2528 EBERN= 17.50 GEV TRIGGER= 01.0010000000001 VERSION 8.6
 DATE 06/03/80

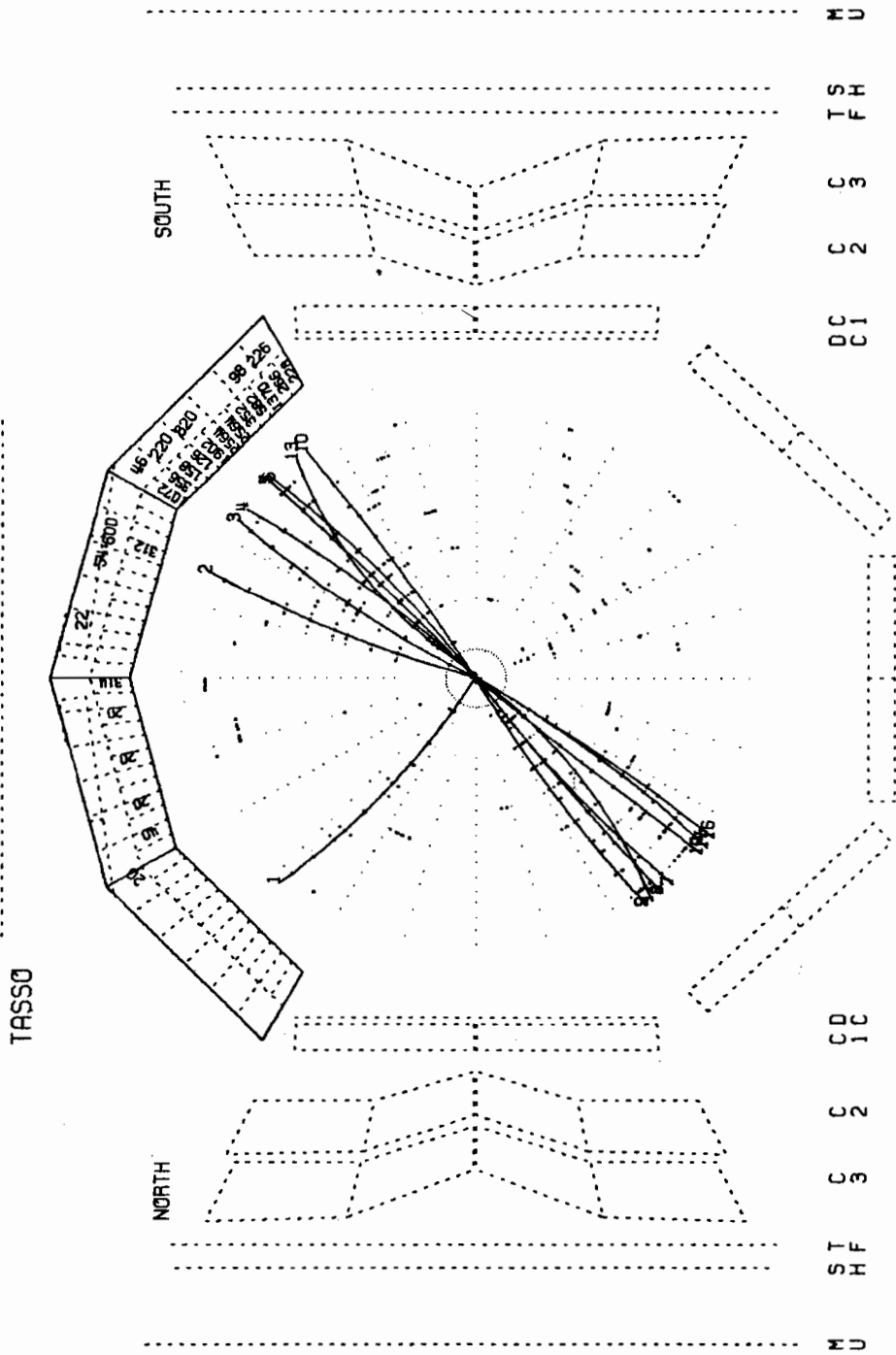


Abb. 64a

FIFHEY.LABC.MHAD35

RUN 1783 EVENT 2528
L.A.B.C.-MODUL

EBEAM= 17.50 GEV
4

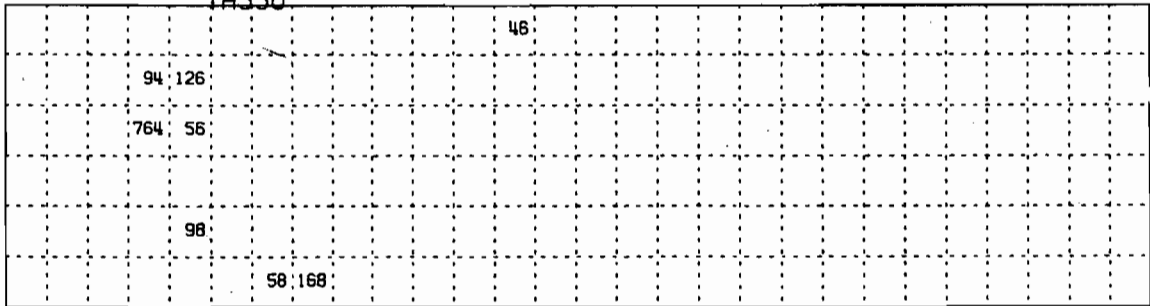
TRIGGER= 010010000000001

VERSION 8.6
DATE 06/03/80

PHI-STRIPS

TASSO

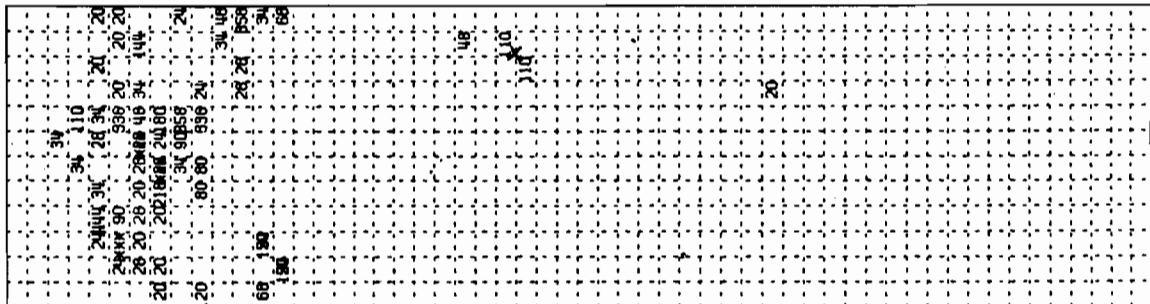
PHI-STRIPS



1. Z-STRIPS

2. Z-STRIPS

3. Z-STRIPS



WEST

EAST

Abb. 64b

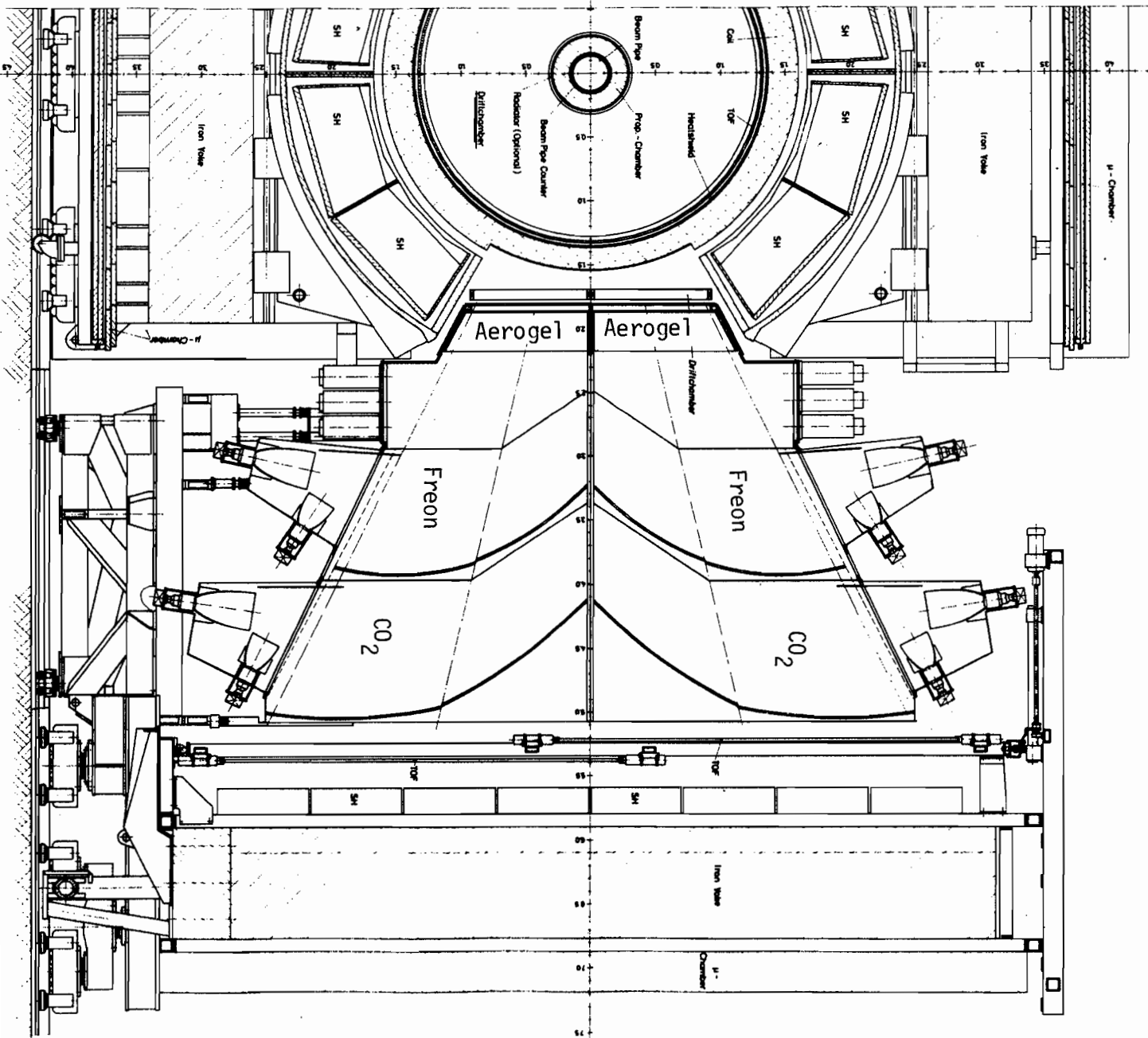


Abb. 65

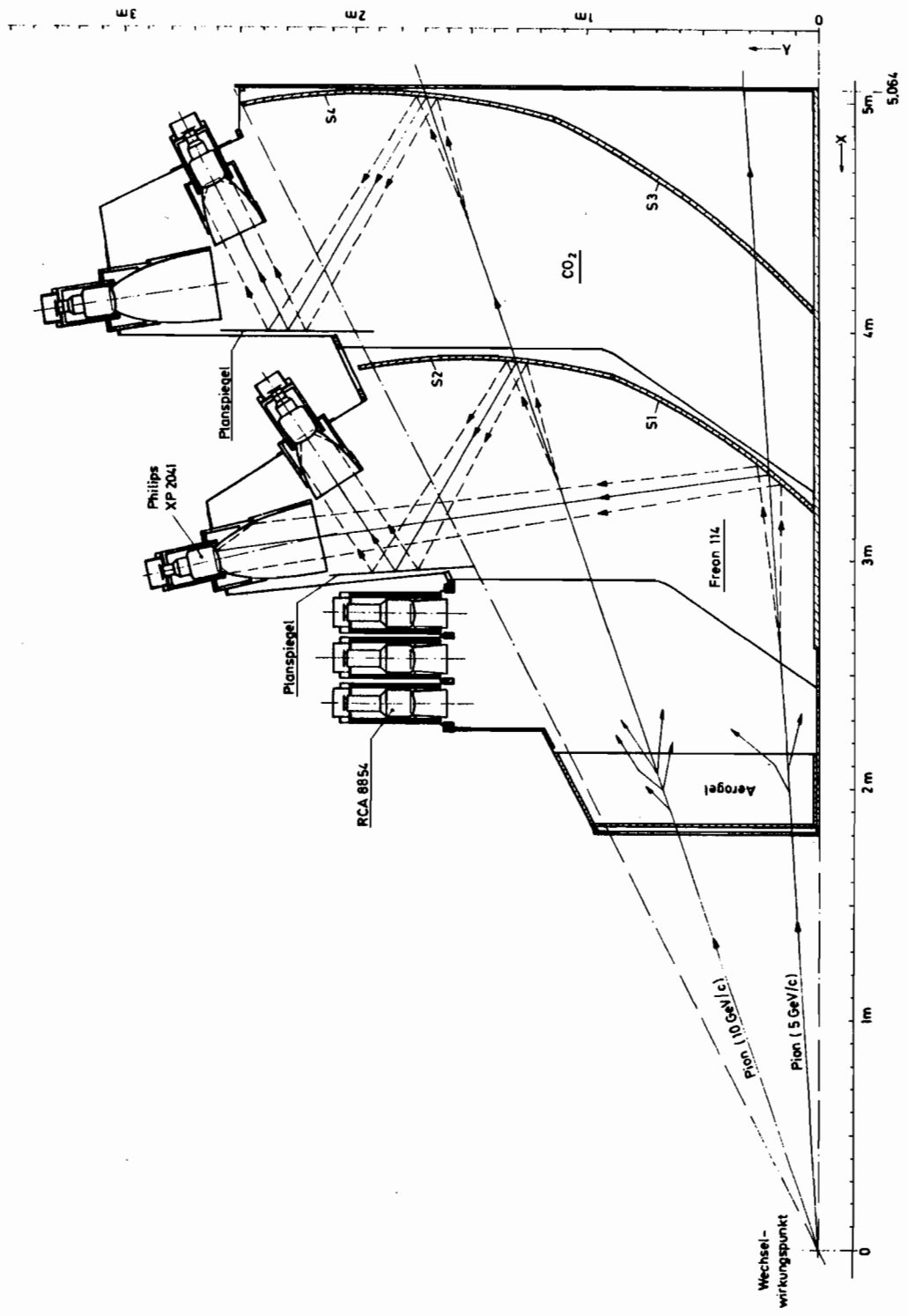


Abb. 66

werden ohne weitere Stütze direkt auf die unteren Einheiten aufgesetzt. Die unteren Einheiten sind mit Hilfe von vielen justierbaren Stützen auf einer fahrbaren Plattform montiert. Um zu hohe Punktlasten zu vermeiden, wurde eine weiche Lagerung mit Schwingmetallpuffern gewählt. Die Plattform ist in Abb. 65 zu erkennen; die Stützen sind aus Gründen der Übersichtlichkeit nicht eingezeichnet. Die Stützen und viele weitere mechanische Bauteile wurden in der Werkstatt des II. Instituts und in der DESY-Werkstatt angefertigt.

Die Gas-Trennwände bestehen aus 1 mm starken, praktisch unzerbrechlichen Makrolon-Scheiben. Zum Einbau der Spiegel wird die Vierereinheit mit den Öffnungen nach unten aufgestellt. Die Spiegel werden von unten her eingebaut und mit Winkeln an den Wänden verschraubt. Die Justierung erfolgt mit Hilfe einer Lampe, die im ersten Brennpunkt (später der e^+e^- -Wechselwirkungspunkt) angebracht ist. Zunächst werden die Spiegel des CO_2 -Zählers eingebaut und justiert, danach die Spiegel des Freon-Zählers, und schließlich wird der Aerogelzähler mit Millipore ausgekleidet. Die oberen Cerenkoveinheiten werden mit eingebauten Spiegeln unter Benutzung zweier Kräne umgedreht. Die Gehäuse sind so stabil, daß sich die Spiegeljustierung dabei nicht ändert.

Im Mai wurden die Fahrwerke sowie zwei Einheiten auf der Südseite des TASSO-Magneten installiert. In der August-Pause wurde der komplette Nordarm gebaut. Abb. 67 zeigt den Einbau der letzten Vierereinheit im Nordarm. Der Südarm ist in der Dezember-Januar-Pause fertiggestellt worden.

Die Zähler sind seit längerer Zeit in Betrieb genommen worden. Besonders bemerkenswert ist, daß die Aerogelzähler sehr zufriedenstellend arbeiten. Bei TASSO wird erstmalig Aerogel in einem sehr großen Zählersystem eingesetzt; die gesamte überdeckte Fläche beträgt ca. 13 m^2 bei einer Aerogeldicke von 15–20 cm.

Das Ansprechvermögen ist mit Myonen aus der Höhenstrahlung gemessen worden. Gemittelt über alle Zähler ergibt sich ein Wert von $(97 \pm 1) \%$ für Myon-Impulse oberhalb 3 GeV/c.

Das Ansprechvermögen der TASSO-Zähler ist größer als bei dem vor einem Jahr untersuchten Prototyp, da die optische Qualität des bei F35 hergestellten Aerogels erheblich verbessert werden konnte.

In Abb. 68 zeigt ein Zwei-Jet-Ereignis bei 31 GeV, bei dem drei Spuren als π^+ , π^- und K^- identifiziert werden können.

5. Aerogelherstellung

Im Jahre 1979 wurde die Serienproduktion von Aerogel für die Cerenkovzähler von TASSO fortgesetzt. Das Gel wird in zwei Arbeitsgängen gefertigt: Im ersten wird ein Gel aus den Ausgangskemikalien hergestellt. Diesem mit Methanol gefüllten Alkogel wird im zweiten Arbeitsgang das Methanol entzogen. Dazu wird es in einem Autoklaven über den kritischen Punkt des Methanols erhitzt und dann der Methanoldampf extrahiert. Erhitzen, Extrahieren und Abkühlen des Autoklaven benötigen insgesamt 2 Tage und begrenzen so die Produktionsrate. Die beiden vorhandenen Autoklaven wurden 3 mal pro Woche gefahren. Sie können jeweils 24 Stücke der Größe $16.5 \times 16.5 \times 2.3 \text{ cm}^3$ fassen, woraus eine Produktionsrate von 90 Ltr/Woche resultiert. Um die Transparenz zu erhöhen, wurden alle Aerogelstücke anschließend in einem Ofen nochmals für einige Stunden auf 400° C geheizt, wobei restliches Methanol verbrannt wird. Die Transparenz erhöht sich dadurch um etwa 25 %.

Anschließend wurde jedes Stück optisch vermessen und bezüglich Brechungsindex n , Streulänge Λ und Anzahl der Sprünge selektiert. Stücke mit $n > 1.026$ wurden verworfen und solche mit $n < 1.023$ für spezielle Zählereinheiten aussortiert. Für alle mußte die Streulänge $\Lambda > 1.9 \text{ cm}$ sein. Stücke mit vielen Sprüngen wurden wegen ihrer geringen mechanischen Stabilität ebenfalls verworfen. Die Ausbeute konnte von etwa 30 % zu Beginn des Jahres auf etwa 90 % gesteigert werden.

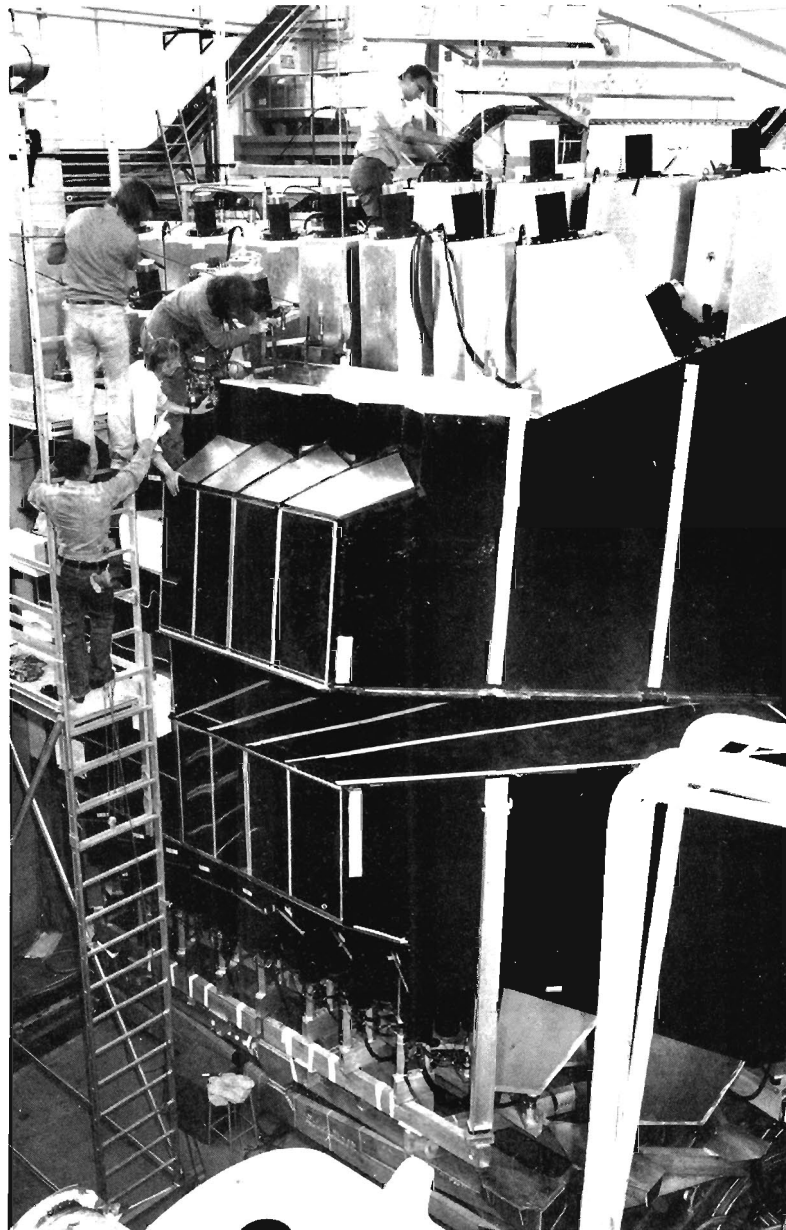


Abb. 67

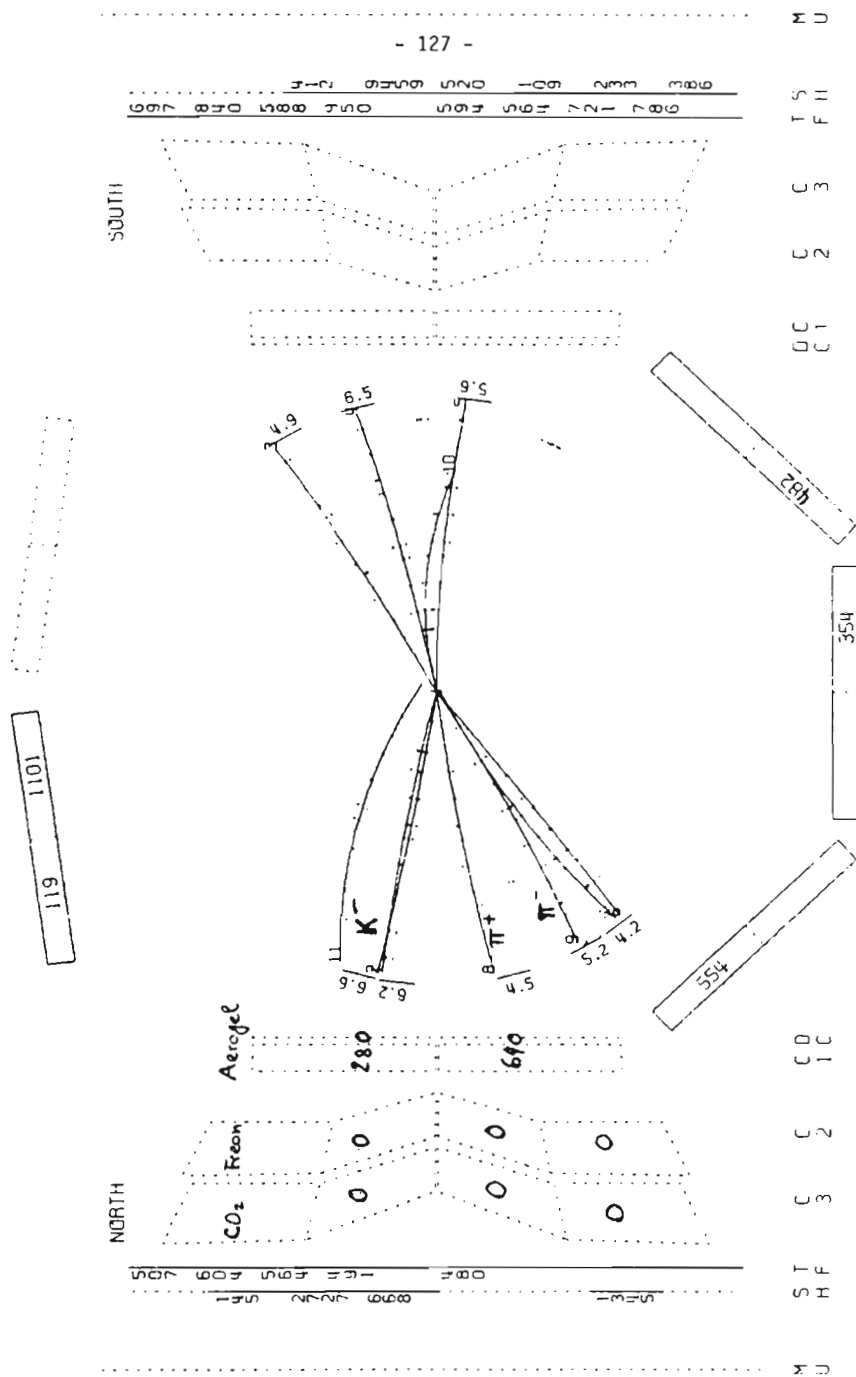


Abb. 68 Rechner-Rekonstruktion eines Zwei-Jet-Ereignisses bei 31 GeV, bei dem 3 Teilchen in den Cerenkovzählern als K^- , π^+ und π^- identifiziert werden. Die Zahlen geben die Impulshöhen in den Aerogel-, Freon- und CO_2 -Zählern an.

Auch die optische Qualität des Aerogels ist im Jahr 1979 wesentlich verbessert worden. Abb. 69 illustriert die Transparenz von 6 Schichten Aerogel mit einer Gesamtdicke von 15 cm.



Abb. 69

Die Ausbreitung des Cerenkovlichts wird durch Streuung und durch Absorption beeinflusst. Die Absorptionslänge wurde als Funktion der Lichtwellenlänge vermessen. Bei 400 nm beträgt sie etwa 1 m und variiert $\sim \lambda^{6.7}$. Da die Aerogeldicke maximal 20 cm beträgt, spielt die Absorption nur bei kurzen Wellenlängen eine Rolle. Die diffuse Streuung ist demgegenüber von großer Bedeutung. Sie verhindert, daß man bei der TASSO-Geometrie fokussierende Spiegel zur Lichtsammlung einsetzen kann. Die Streulänge Λ ist typisch 2 cm für $\lambda = 400$ nm und ändert sich $\sim \lambda^4$, in Übereinstimmung mit dem Rayleighschen Gesetz. Durch Ausheizen verringert sich der Streukoeffizient $1/\Lambda$ um ca. 30 %, wie Abb. 70 deutlich macht.

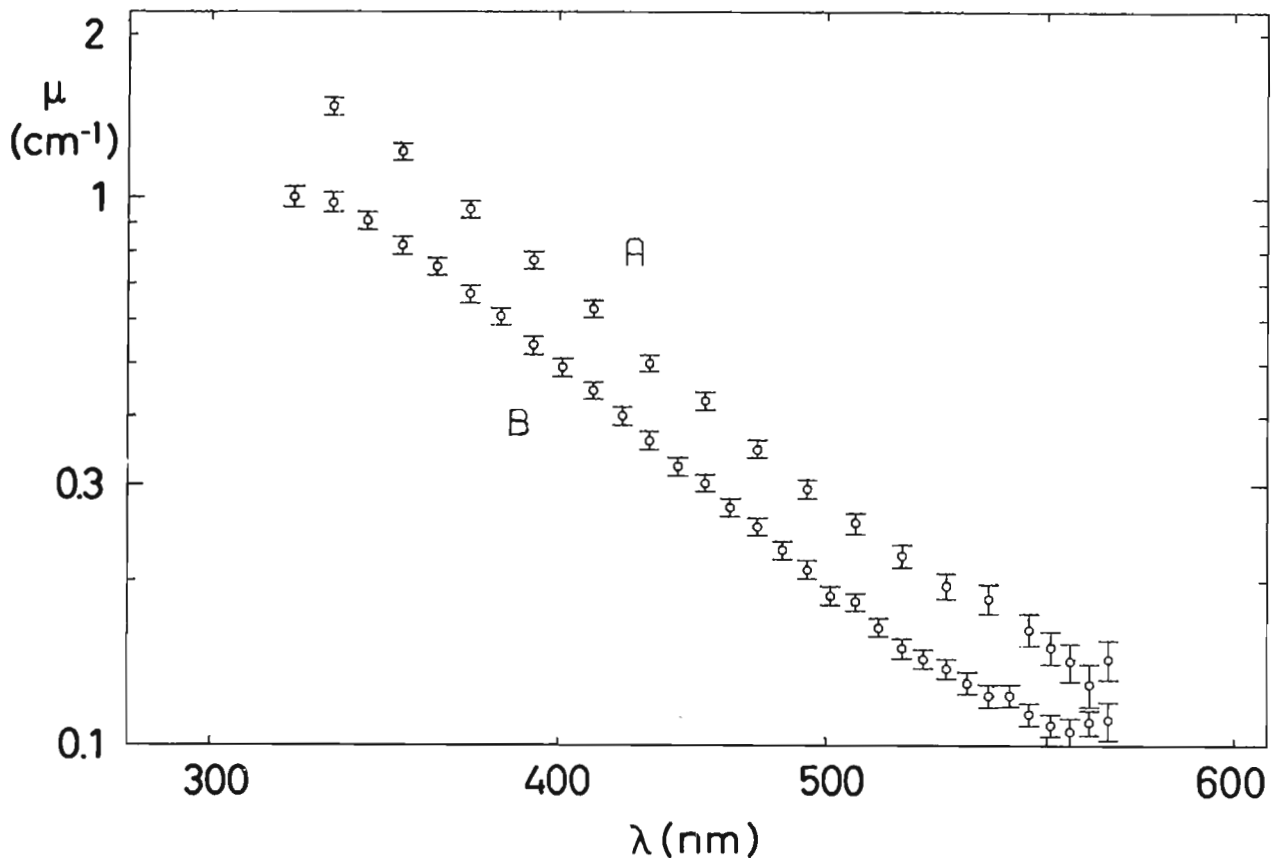


Abb. 70 Streukoeffizient $\mu = 1/\Lambda$ eines Aerogel-Stücks in Abhängigkeit von der Wellenlänge. a) vor, b) nach dem Ausheizen.

6. Vorwärts-Detektoren

Zusätzlich zu den in 1978 eingebauten Komponenten wurden im August 1979 je ein Proportionalkammersystem in Betrieb genommen. Anodendrähte und Kathodenstreifen werden zur Ortsbestimmung verwendet. Damit wird eine wesentlich genauere Winkelbestimmung von Elektronen aus Zwei-Photon-Prozessen erzielt. Außerdem gestattet die Ortsmessung eine genauere Analyse der Luminositätsereignisse und eine Verringerung der systematischen Fehler bei der Luminositätsmessung.

7. Programmentwicklung

Das Programm zur Spurfindung und Rekonstruktion im Innendetektor, d.h. in den zylindrischen Proportional- und Drift-Kammern benutzt ein neues Verfahren, das um eine Größenordnung weniger Rechenzeit braucht als die sonst verwendeten Methoden. Dieses Programm wurde verfeinert und die Parameter bestmöglich gewählt. Das Programm arbeitet mit gutem Erfolg. So werden bei 30 GeV hadronischen Ereignissen, die im Mittel 15 Spuren haben und starke Teilchenbündelung zeigen, 97 % aller Spuren gefunden und richtig rekonstruiert.

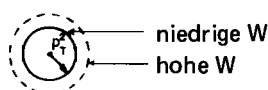
Für die Auswertung der Daten wurde eine umfangreiche Programmbibliothek erstellt, insbesondere auch für die interaktive Analyse der Ereignisse.

Im Januar 1979 begann die Datennahme an PETRA. Die Messungen der TASSO-Gruppe, die sich über Schwerpunktsenergien W von 12 bis 31.6 GeV erstreckten, verfolgten mehrere Ziele. Zunächst ging es darum, einen groben Überblick über das Verhalten der e^+e^- -Vernichtung bei hohen Energien zu gewinnen. Es zeigte sich, daß in diesem Energiebereich der totale Wirkungsquerschnitt für Hadronerzeugung gemessen in Einheiten des μ Paar-Querschnitts, $\sigma_{\mu\mu} = \frac{4\pi\alpha^2}{3s}$, nahezu konstant bei $R = 3 - 4$ liegt, mit der möglichen Ausnahme des Punktes bei $W = 13$ GeV. Die mittlere Multiplizität geladener Teilchen wächst im Vergleich zu niederen Energien oberhalb $W = 12$ GeV rasch an und erreicht z.B. bei 31.2 GeV einen Wert von $\langle n_{ch} \rangle = 13.1 \pm 0.3$ (± 0.9 systematischer Fehler) (s. Abb. 71). Wie ein Vergleich des Skalenquerschnitts $s d\sigma/dx$ ($s = W^2$, $x =$ Teilchenimpuls in Einheiten der Strahlenergie, $x = 2p/W$) bei verschiedenen Energien zeigt, ist für den Anstieg von $\langle n_{ch} \rangle$ das starke Anwachsen der Teilchenerzeugung bei kleinen x -Werten ($x \lesssim 0.15$) verantwortlich (s. Abb. 72). Oberhalb $x = 0.2$ wird zwischen und 30 GeV innerhalb der Fehler derselbe Wert für $s d\sigma/dx$ gemessen (Skalenverhalten).

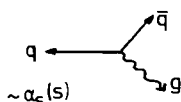
8. Physikalische Ergebnisse

Ein anderer Zielpunkt war die Untersuchung der Teilchenbündelung bei hohen Energien. Bei niederen Energien war beobachtet worden, daß die Hadronen bevorzugt als zwei entgegengesetzt gerichtete Teilchenbündel (Jets) ausgestrahlt werden. Diese Bündelung verstärkt sich noch bei PETRA-Energien. Der mittlere Öffnungswinkel der Teilchen-Kegel schrumpft zwischen $W = 4$ und 30 GeV etwa auf die Hälfte. Dieses Verhalten stimmt qualitativ mit der Hypothese überein, daß die Hadronerzeugung in zwei Stufen abläuft. Zunächst wird ein Quark-Antiquark-Paar erzeugt; im zweiten Schritt fragmentieren die Quarks in Hadronen. Die beobachtete Schrumpfrate des Jet-Öffnungswinkels ist jedoch wesentlich kleiner als nach der naiven Quarkmodell-Vorstellung erwartet worden war. Damit in Verbindung stand die Beobachtung, daß mit steigender Energie auch der Mittelwert des Transversalimpulsquadrats $\langle p_T^2 \rangle$ der Teilchen relativ zur Jetachse anwächst (s. Abb. 73). Durch eingehende und sehr sorgfältige Analyse der Meßgenauigkeit und der möglichen Meßfehler in den Spurkammern konnten experimentelle Störeffekte bei der Spurrekonstruktion als Ursachen für diese Beobachtung ausgeschlossen werden. Dieses Ergebnis veranlaßte daher die TASSO-Gruppe zu einer genauen Analyse der räumlichen Struktur der Ereignisse. Es gab mindestens zwei Erklärungsmöglichkeiten für den Anstieg von $\langle p_T^2 \rangle$:

- die Transversalimpulsverteilung der Hadronen ist energieabhängig. Mit wachsender Energie werden die Jets bezüglich p_T breiter.



- Die p_T^2 Verbreiterung rührt von Gluonbremsstrahlung her wobei



das abgestrahlte Gluon ebenfalls in einen Hadronjet fragmentiert. Dieser Prozeß führt dann zu Ereignissen mit 3 Jets. Aufgrund der Kinematik liegen die 3 Jetachsen in einer Ebene (Planare Ereignisse). Ellis, Gaillard und Ross hatten schon 1976 darauf hingewiesen, daß die Beobachtung dieses Prozesses eine wesentliche Stütze der QCD liefern würde. Die Häufigkeit der Gluonbremsstrahlung ist durch die Größe der starken Kopplungskonstanten $\alpha_s(s)$ gegeben. Es ist bemerkenswert, daß nach der QCD der mittlere Transversalimpuls des Gluons linear mit der Energie steigt,

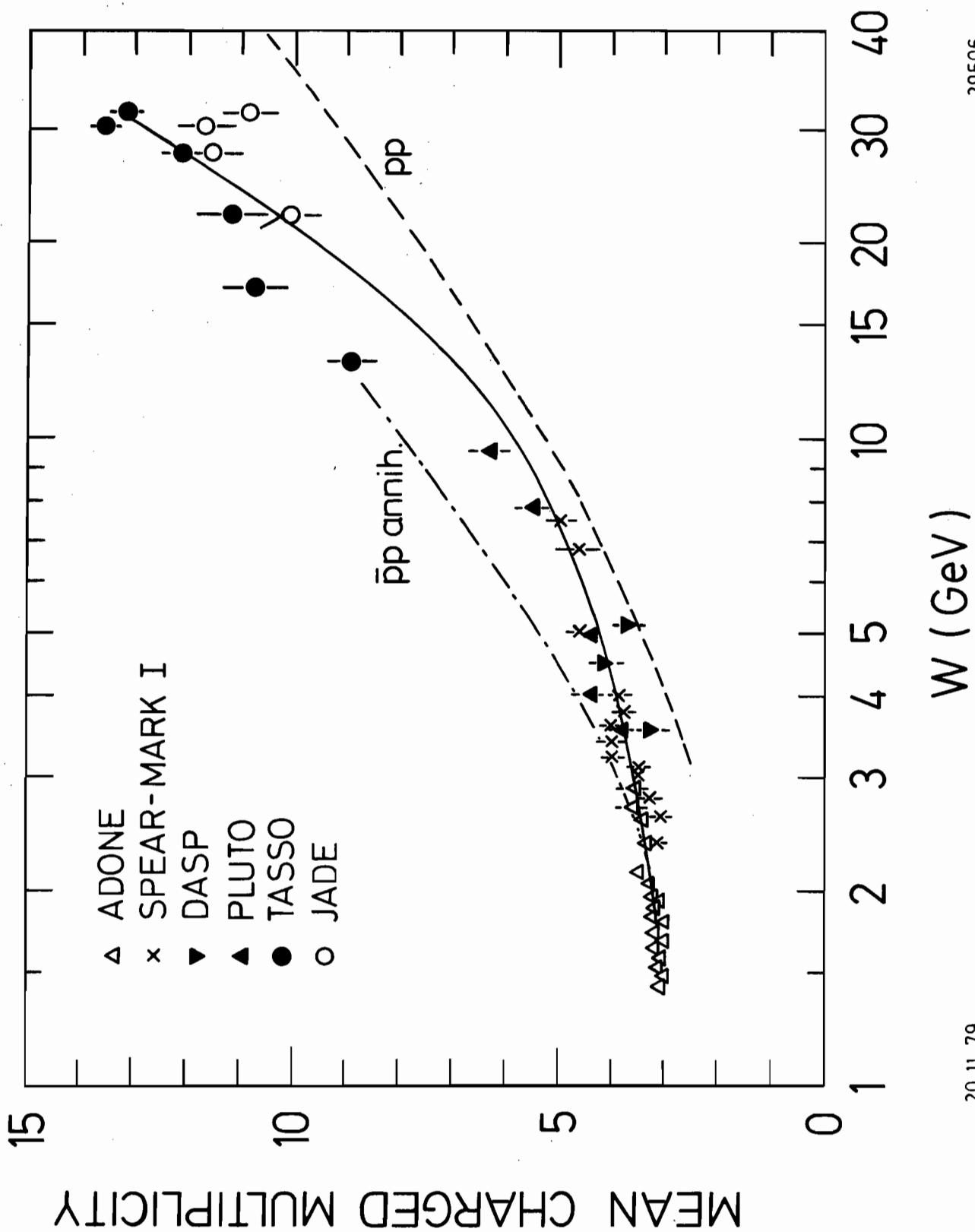


Abb. 71

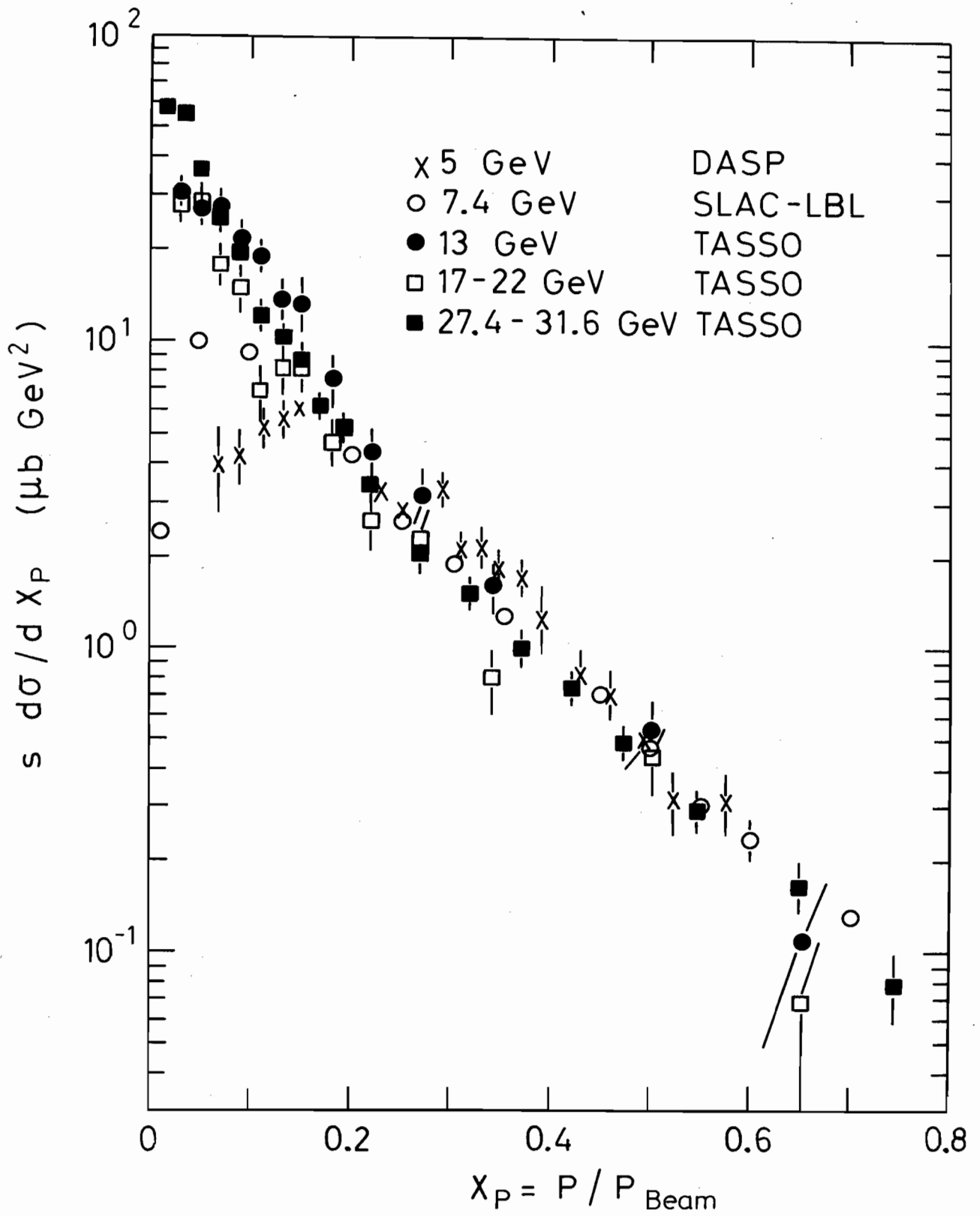
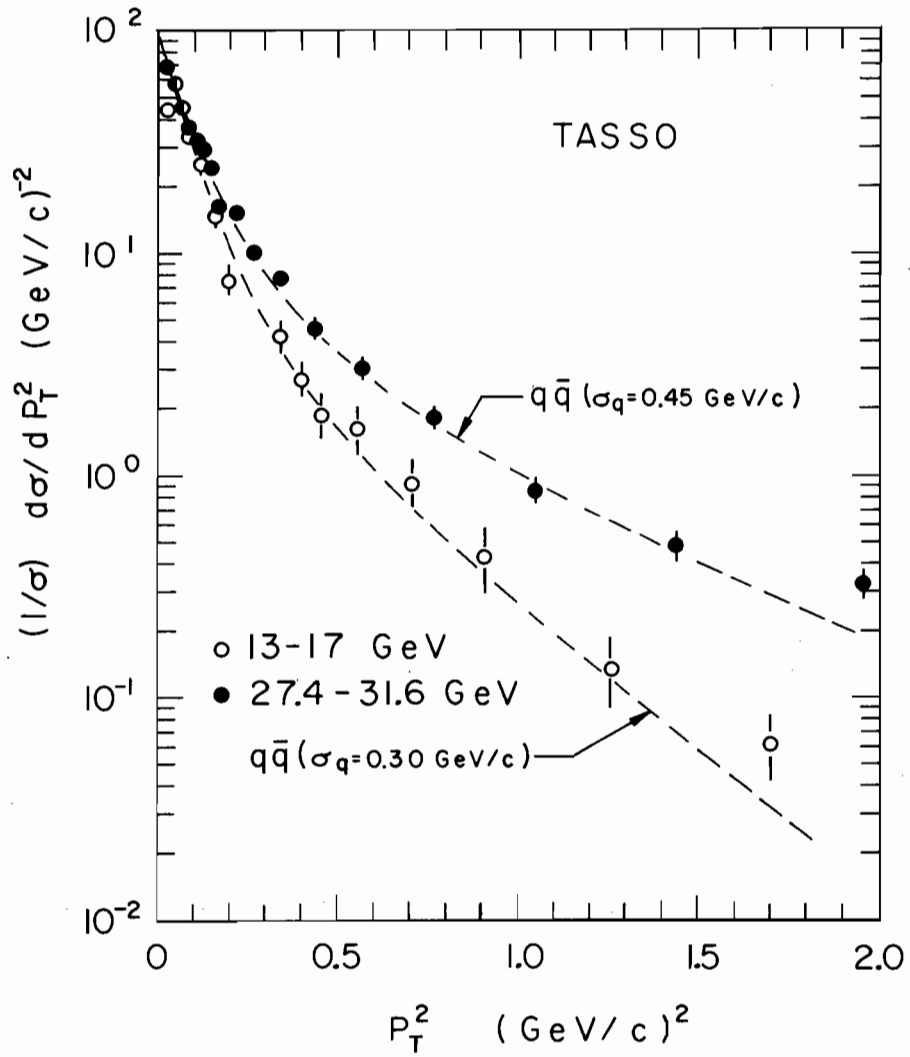


Abb. 72

22.11.79

29509



19.8.79

29173

Abb. 73

$$\langle K_T \rangle \sim a_s \cdot W$$

im Gegensatz z.B. zur tiefinelastischen Lepton-Nukleonstreuung, wo QCD i.a. nur logarithmische Effekte liefert.

Die räumliche Struktur der Ereignisse wurde dem Impulstensor untersucht:

$$M_{\alpha\beta} = \sum_{j=1}^N p_{j\alpha} p_{j\beta} \quad (\alpha, \beta = x, y, z)$$

N = Anzahl der Teilchen

Ähnlich wie beim Trägheitstensor werden die Hauptachsen \hat{n}_i und die normierten Eigenwerte

$$Q_i = \frac{\sum (\vec{p}_j \cdot \hat{n}_i)^2}{\sum p_j^2} \quad \text{bestimmt. Diese werden so geordnet, daß}$$

$Q_1 \leq Q_2 \leq Q_3$. \hat{n}_2, \hat{n}_3 definieren die Ereignisebene; \hat{n}_1 ist die Richtung bzgl. der die Summe der Impulskomponenten am kleinsten ist. In Abb. 74 werden die Verteilungen von



Verteilungen von

$$\langle p_{T \text{ out}}^2 \rangle = \frac{1}{N} \sum (\vec{p}_j \cdot \hat{n}_1)^2$$

(= mittleres Quadrat der Impulskomponenten aus der Ereignisebene heraus)

und

$$\langle p_{T \text{ in}}^2 \rangle = \frac{1}{N} \sum (\vec{p}_j \cdot \hat{n}_2)^2$$

(= ... in der Ereignisebene)

bei $W = 13, 17$ GeV und bei 30 GeV verglichen. Die $\langle p_{T \text{ out}}^2 \rangle$ Verteilungen werden mit wachsender Energie nur geringfügig breiter. Dagegen ist die $\langle p_{T \text{ in}}^2 \rangle$ Verteilung bei hohen Energien wesentlich breiter und besitzt einen langen Schwanz hin zu großen $\langle p_{T \text{ in}}^2 \rangle$ Werten. Diese Verbreiterung läßt sich nicht verstehen, wenn man annimmt, daß nur ein Quark-Antiquarkpaar erzeugt worden ist, selbst unter der Annahme, daß die p_T Verteilung der Hadronfragmentation energieabhängig ist. Die $\langle p_{T \text{ in}}^2 \rangle$ Verteilung zeigt, daß bei hohen Energien ein Teil der Ereignisse flach sind. Um zu untersuchen, ob die Teilchenvektoren in der Ereignisebene isotrop verteilt sind oder sich um drei Achsen gruppieren, wurden nach dem Verfahren von Wu und Zobernig die Teilchen in drei Bündel gruppiert, in jedem Bündel die Jetachse bestimmt und der mittlere Transversalimpuls der Teilchen bzgl. ihrer Jetachse gemessen. Die Messungen zeigen, daß für die flachen Ereignisse eine isotrope – diskusähnliche – Verteilung ausgeschlossen werden kann. Der mittlere p_T Wert, der sich aus der 3 Jet-Analyse ergibt, ist ~ 300 MeV/c. Mit anderen Worten, bei den flachen Ereignissen sind die Teilchen eng um 3 Richtungen gebündelt. Das ist auch aus Abb. 75 ersichtlich, wo die $\langle p_T^2 \rangle$ Verteilung der flachen Ereignisse (als 3-Jetereignisse analysiert) bei 30 GeV mit derjenigen der als 2-Jets analysierten Ereignisse bei 13, 17 GeV verglichen werden. Die Verteilungen sind nahezu gleich. Damit ist die Existenz von 3-Jet-Ereignissen bei hohen Energien nachgewiesen. Die Verhaltensmuster dieser Ereignisse und ihre Häufigkeit sind in guter Übereinstimmung mit der QCD-Vorhersage.

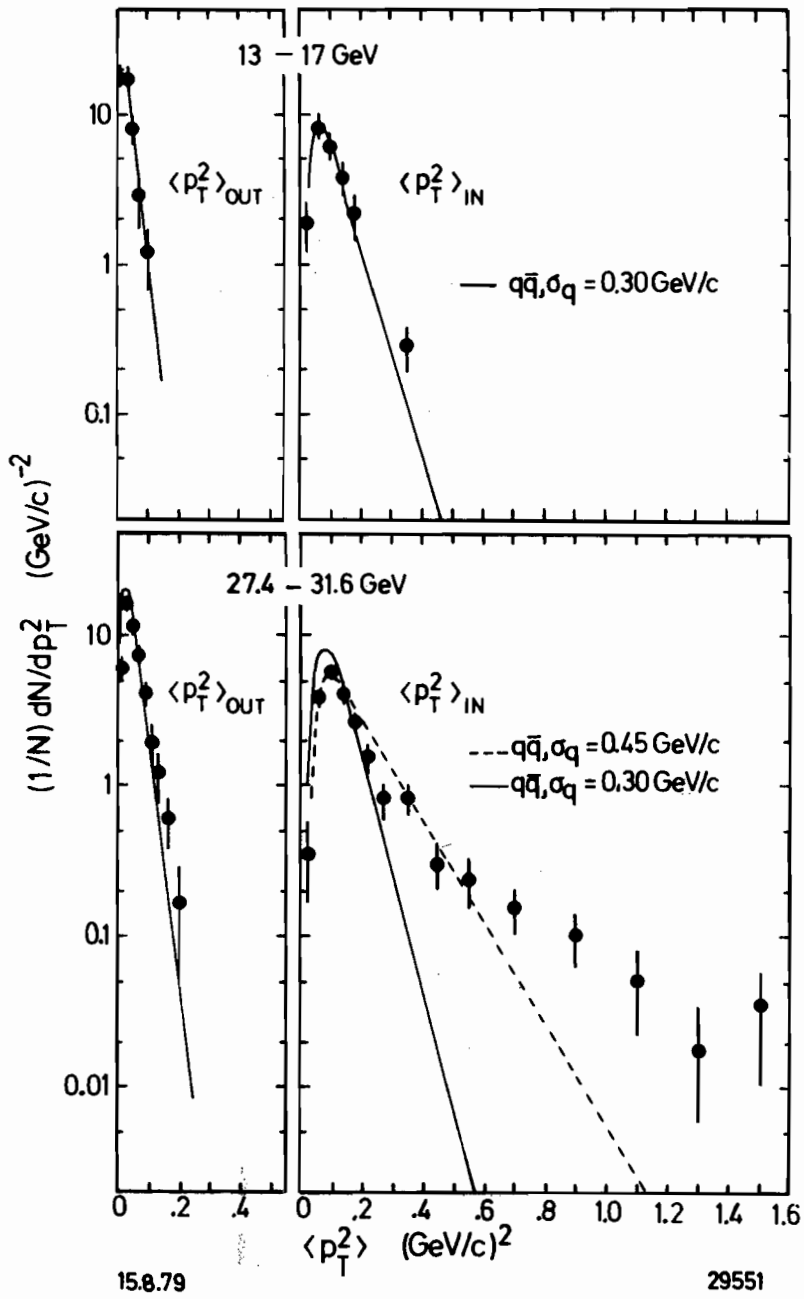


Abb. 74

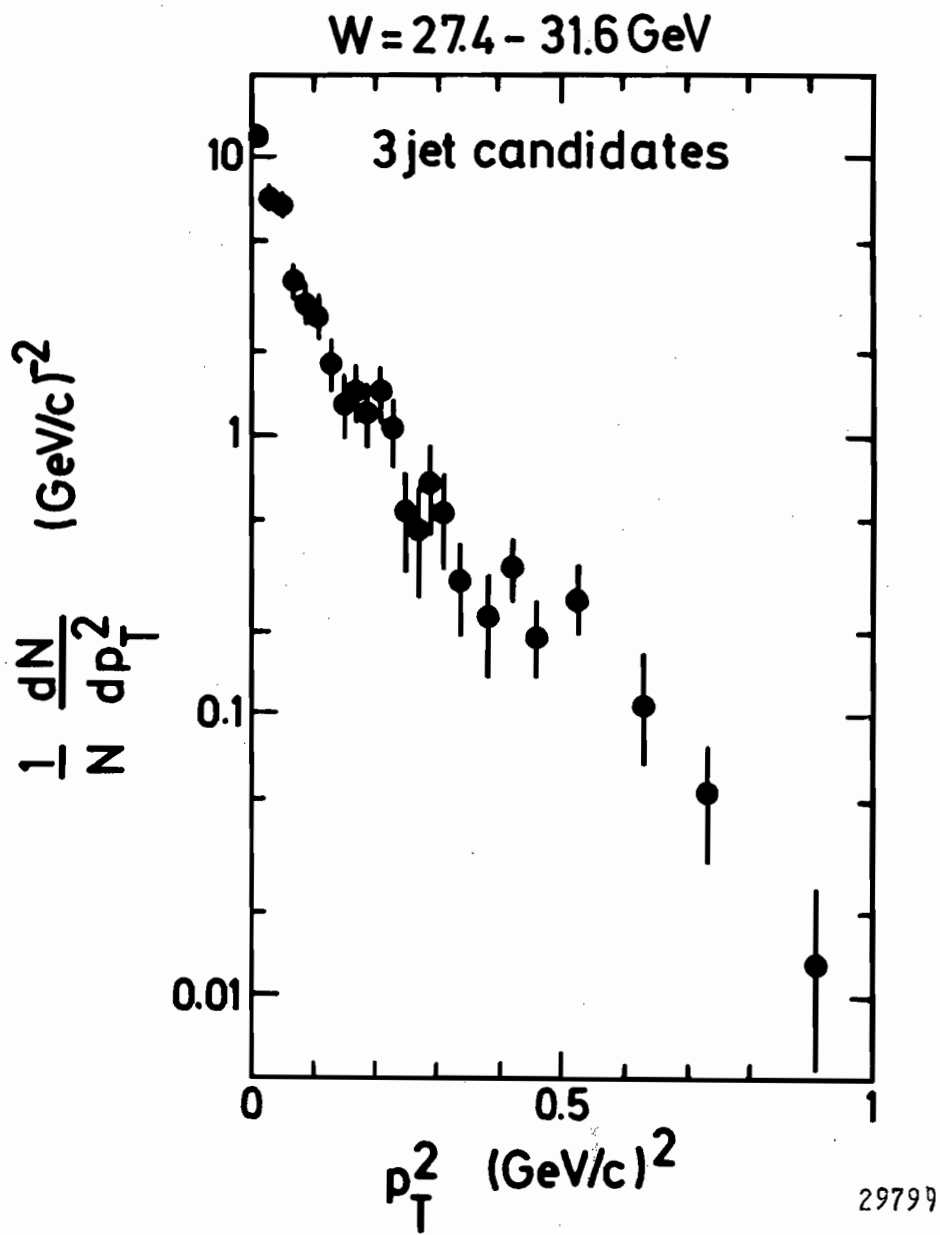
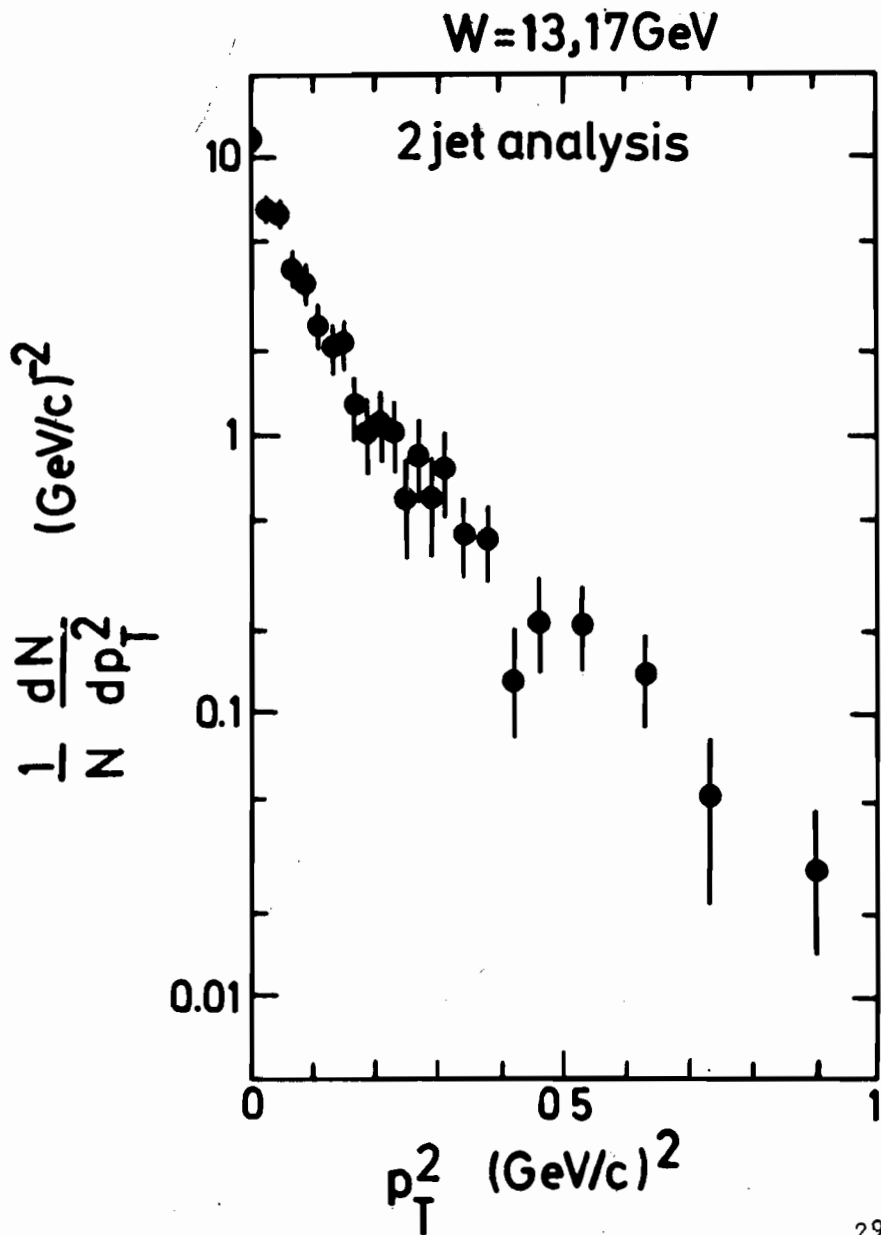


Abb. 75a



29798

Abb. 75b

Ein weiterer Zielpunkt war die Suche nach neuen schweren Quarks. Nach sehr allgemein gültigen Vorstellungen führt ihre Existenz näherungsweise zu kugelförmigen Endzuständen. Anhand der Daten kann man die Existenz von Quarks mit Ladung $|e_q| = 2/3$ der Masse zwischen 8 und 14 GeV ausschließen. Die Existenz von Quarks mit Ladung $|e_q| = 1/3$ in diesem Massenbereich ist nach den Messungen ebenfalls unwahrscheinlich.

Neben der Hadronerzeugung wurden Elektron-, Muon- und Photonpaarerzeugung untersucht, um die Gültigkeit der Quantenelektrodynamik (QED) zu prüfen. Es wurden keine Abweichungen der QED bis hinunter zu Abständen von etwa 10^{-16} cm beobachtet (s. Abb. 76). Abb. 77 zeigt Daten zum Prozeß $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$, der mit Hilfe der Blei-Szintillationszähler untersucht wurde. Abb. 77a zeigt die gemessene Energieverteilung der beiden Photonen. Die Abtrennung des Untergrunds ist problemlos. Abb. 77b zeigt die Summe der beiden γ -Energien. Ihr Mittelwert stimmt mit dem Mittelwert von $W = 30$ GeV überein. In Abb. 77c ist die gemessene Winkelverteilung mit der von QED (absolut) vorhergesagten verglichen. Form und Ereignisrate stimmen innerhalb der Fehler überein.

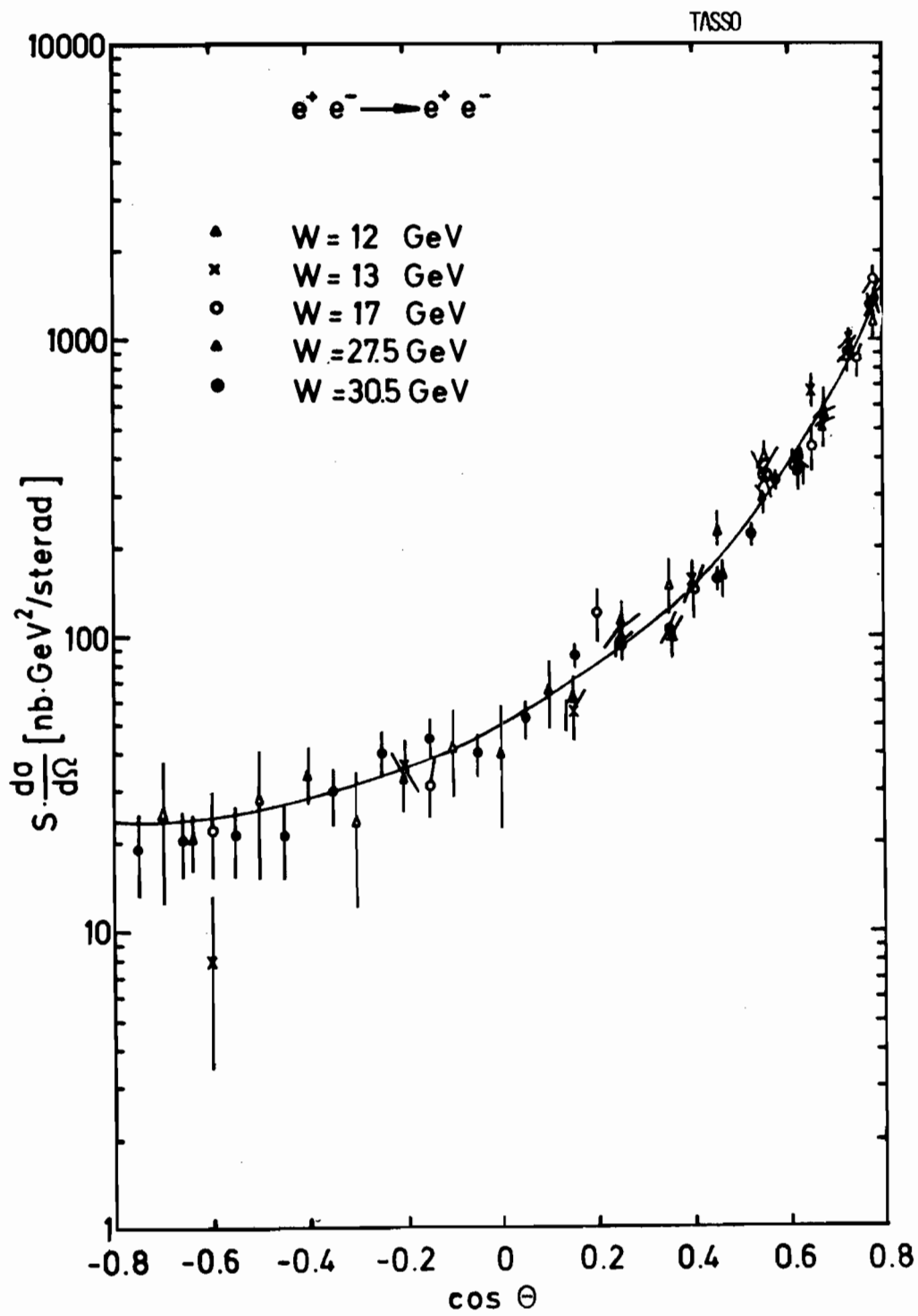


Abb. 76

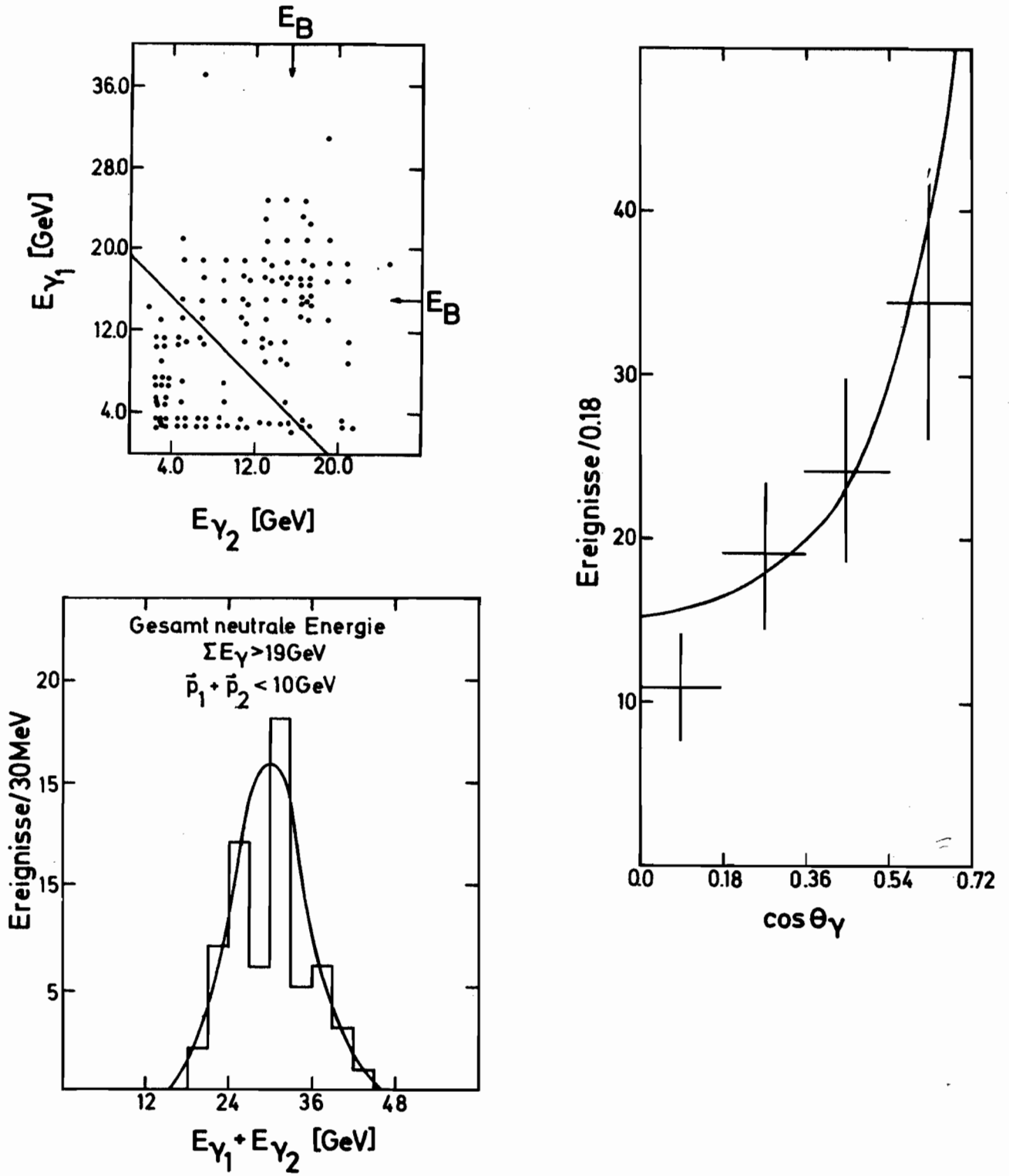


Abb. 77 Reaktion $e^+e^- \rightarrow \gamma\gamma$

Experimente am Speicherring DORIS

DESY, Hamburg, Heidelberg, MPI-München-Kollaboration

F11, F31, I. Inst. für Experimentalphysik der Univ. Hamburg, Physikalisches Institut der Univ. Heidelberg, Max-Planck-Institut für Physik München, Physikalisches Institut der Univ. Erlangen, Physikalisches Institut der Univ. Würzburg, Institute of Nuclear Physics Cracow.

Arbeiten am Speicherring DORIS

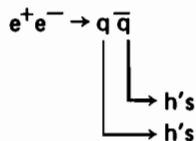
Im Berichtsjahr 1979 wurden die Daten, die im Jahr 1978 während zweier Meßperioden (im Juni und im August) mit dem DESY-Heidelberg-Detektor genommen wurden, weiter ausgewertet. Es handelt sich um Messungen zur Υ (9.46) und Υ' (10.02) Resonanz und im entsprechenden Kontinuum.

1. Es wurde der rein neutrale Endzustand $e^+e^- \rightarrow$ (neutrale Energiecluster) untersucht. Die vorsichtige Notation „neutrale Energiecluster“ bedeutet, daß der Detektor wegen seiner räumlichen Auflösung nicht zwischen Photonen und neutralen Pionen mit Energien größer als ca. 600 MeV unterscheiden kann. Der häufigste Prozeß, der zu diesem Endzustand führt, ist der QED-Prozeß $e^+e^- \rightarrow 3\gamma$: Experimentell wurde, mit einer Signifikanz von 3 Standardabweichungen, ein Überschuß über den QED-Reaktionen beobachtet. Der Effekt ist nicht an die Υ (9.46)-Resonanz gebunden. Die Verteilung der invarianten Massen ist gleichmäßig.

2. Der hadronische Endzustand $e^+e^- \rightarrow$ Hadronen wurde untersucht.

Da der DESY-Heidelberg-Detektor insbesondere neutrale Teilchen (π^0 - und η^0 -Mesonen über ihren Zerfall in 2 Photonen) nachzuweisen gestattet, sind die Ergebnisse zur „Jet-Analyse“ komplementär zu denen anderer Detektoren, z.B. Pluto.

Abb. 78 zeigt die Sphärizitätsverteilungen der Teilchen vom Zerfall der Υ (9.46)- und der Υ' (10.02)-Resonanzen, sowie der Messungen im jeweils benachbarten Kontinuum. Die Ergebnisse der beiden Messungen des Kontinuums stimmen überein. Sie zeigen eine Bevorzugung kleiner Sphärizitäten, d.h. Richtungen und Impulse der Teilchen dieser Ereignisse haben eine ausgezeichnete Achse, zu der die Transversalimpulse klein sind. Die experimentellen Sphärizitätsverteilungen werden mit der theoretischen Erwartung mit Hilfe einer Monte-Carlo-Rechnung verglichen. Man nimmt an, daß der primäre Prozeß der Hadronproduktion im Kontinuum die Erzeugung eines Quark-Antiquark-Paares ist. Diese fragmentieren dann in einem zweiten Schritt in die beobachteten Hadronen:



Wegen der Energieimpulserhaltung fliegen Quark und Antiquark in entgegengesetzte Richtungen und somit auch ihre Fragmentationshadronen. Man beobachtet ein „2-Jet Ereignis“. Abb. 78c zeigt die erwartete Sphärizitätsverteilung des 2-Jet-Modells, und zwar getrennt für neutrale und geladene Teilchen sowie für das gesamte Ereignis. In Abb. 78a und 78e sind neben den Meßpunkten auch die Modellerwartungen eingetragen, jetzt allerdings unter Berücksichtigung der Nachweiswahrscheinlichkeit des Detektors. Man erkennt, daß die Meßdaten das „2-Jet Modell“ stützen.

Abb. 78b zeigt die Sphärizitätsverteilung für den direkten Zerfall des Υ (9.46). Beiträge des Kontinuums und des Υ -Zerfalls über ein virtuelles Photon sind bereits abgezogen. Man erkennt, daß der Υ -Zerfall anders abläuft als die Kontinuumsreaktion: er ist mit dem 2-Jet-Modell nicht zu erklären. Dagegen wird beim Υ -Zerfall der von der QCD, der Theorie der starken Wechselwirkung, vorhergesagte Zerfall über einen Zwischenzustand aus drei Gluonen, die dann in Hadronen fragmentieren, beobachtet.

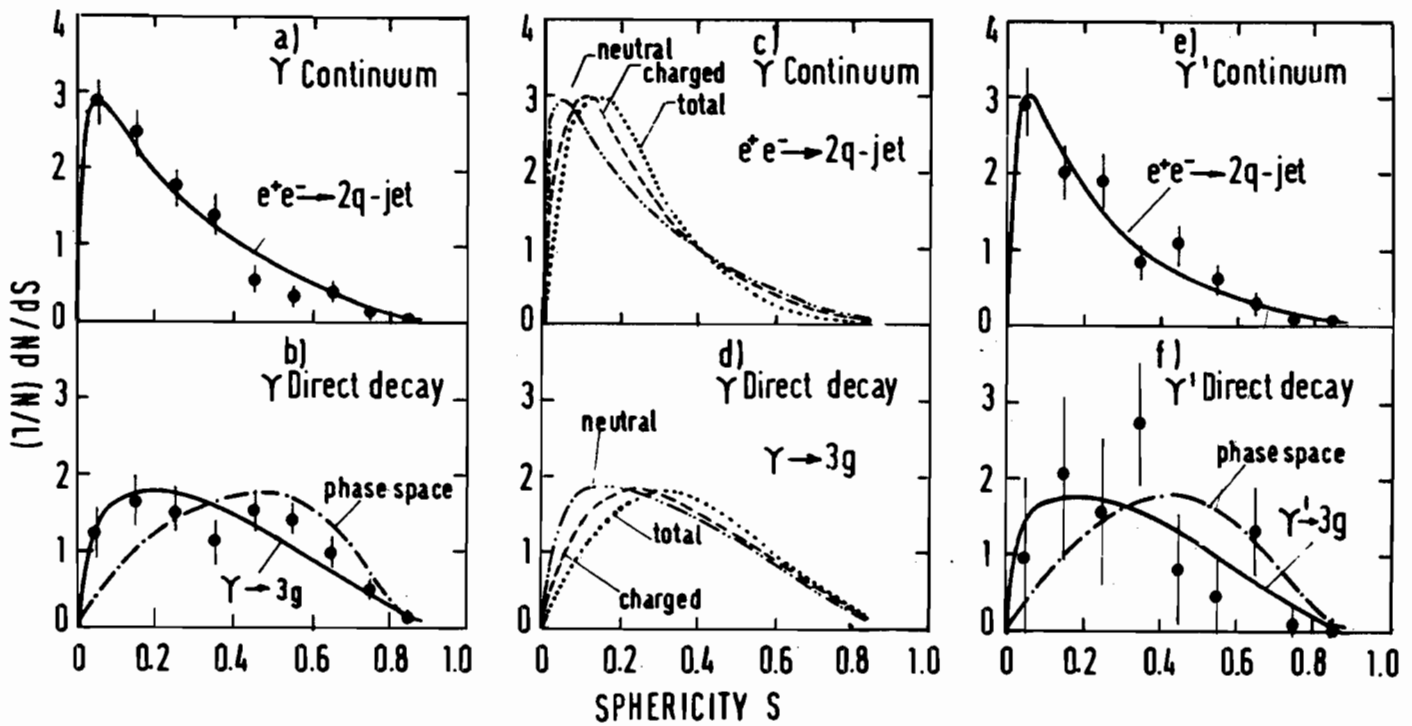
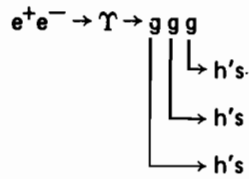


Abb. 78 Die Ergebnisse der Jet-Analyse der Daten der Messungen des Jahres 1978. Gezeigt wird die Sphärizitätsverteilung der Ereignisse im Kontinuum (Messungen um Υ (9.46) und um Υ' (10.02) sowie der Zerfälle der Υ (9.46)- und der Υ' (10.02)-Resonanzen. Die Beobachtungen werden mit den Erwartungen eines 2-Quark bzw. eines 3-Gluon-Modells mit nachfolgender Fragmentation in Hadronen verglichen. Die simulierten Ereignisse werden durch den Detektor verfolgt und dann rekonstruiert.



Dabei ist eine Achse der Teilchenimpulse sehr viel weniger ausgeprägt, die Sphärizitätsverteilung verschiebt sich nach größeren Werten. Das ist genau das, was man beobachtet. Man erkennt, daß auch eine rein zufällige Verteilung der Teilchen des Endzustands, der sogenannte Phasenraum, die Beobachtungen nicht vollständig wiedergibt, auch wenn diese Annahme vom 3-Gluon-Zerfall nicht sehr unterschiedlich ist. Dies war die erste (indirekte) Bestätigung der Existenz der Gluonen, die in der Theorie der starken Wechselwirkung, der Quantenchromodynamik (QCD) die Rolle der Photonen aus der Theorie der elektromagnetischen Wechselwirkung spielen.

Für den Zerfall des Υ' (10.02)-Mesons kann wegen der geringen Datenmenge nicht entschieden werden, ob er nach dem 2-Jet- oder nach dem 3-Jet-Modell abläuft.

3. Es wird noch an folgenden Problemen gearbeitet:

- Das Verzweigungsverhältnis $B_{\mu\mu}$ des Zerfalls $\Upsilon \rightarrow \mu^+\mu^-$,
- das Verzweigungsverhältnis $B_{\gamma gg}$ des Zerfalls $\Upsilon \rightarrow \gamma gg$,
- der totale Wirkungsquerschnitt σ_{tot} bei 9.40 GeV.

LENA-Kollaboration
 Carnegie Mellon – DESY (F31) – Erlangen – Hamburg – Krakau – Michigan
 State – Tel Aviv – Würzburg

Neue Kollaboration

Im Sommer 1979 wurde eine neue Kollaboration gebildet, um die Arbeiten mit dem LENA-Detektor (Leadglass-Nal), der von der DESY-Heidelberg Kollaboration gebaut wurde, fortzusetzen. Der Detektor wurde um zwei Hodoskope erweitert zur Flugzeitmessung, die eine bessere Diskriminierung der Myonen aus Paarbildung gegenüber den Myonen der kosmischen Strahlung erlaubt. Abb. 79 zeigt den LENA-Detektor, wie er für die Messungen 1979/80 verwendet wurde.

Im Oktober 1979 begann ein Experiment, um die Υ (9.46)- und Υ' (10.02)-Resonanzen mit wesentlich verbesserter Statistik zu erzeugen. Ziel war, für die Υ (9.46)-Resonanz das Verzweigungsverhältnis $B_{\mu\mu} = \Gamma_{\mu\mu}/\Gamma_{\text{tot}} = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow \mu^+\mu^-)}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow \text{all})}$ zu messen. Dafür konnten aus den Experimenten von 1978 nur obere Grenzen gewonnen werden. Die Messungen am Υ' (10.02) sollten, neben einer Verbesserung der Resonanzparameter, eine erste Messung der Sphärizitätsverteilung ermöglichen. Die Messungen am Υ (9.46) wurden 1979 durchgeführt, die am Υ' (10.02) von Januar bis einschließlich März 1980.

Der Speicherring DORIS lief, vom Benutzer aus gesehen, 1979/80 wesentlich besser als 1978. Trotz täglicher Abschaltungen während der Starklastzeiten war die mittlere Luminosität (während der ganzen Meßperiode, einschließlich der Ausfälle des Experiments) $24 \text{ nb}^{-1}/\text{d}$. An Wochenenden (ohne Abschaltungen) wurden im Mittel $50 \text{ nb}^{-1}/\text{d}$ erreicht, mit einem Rekord von $60 \text{ nb}^{-1}/\text{d}$.

Die Datennahme verlief im Prinzip wie im Experiment von 1978. Der Trigger bestand aus einer Kombination von Spurmultiplicität und der im Energiedetektor deponierten Energie. Besondere Beachtung wurde einem Myonenpaartrigger geschenkt. Eine erste off-line-Analyse gestattete, den gesehenen hadronischen Wirkungsquerschnitt innerhalb weniger Stunden nach der Datennahme zu ermitteln. Nur dadurch ist ein Experiment mit Energiescan sinnvoll durchzuführen. Die Schnitte für das hadronische Datensample sind:

1. $E > 1.8 \text{ GeV}$,
2. geladene Multiplizität ≥ 3 ,
3. Asymmetrie der Energieablage $\leq 95 \%$,
4. vom Rechner gefundene Spuren müssen Energie deponiert haben.

Die Luminosität wurde sowohl mit Kleinwinkel-Bhabha-Streuung im Luminositätsmonitor als auch mit Großwinkel-Bhabha-Ereignissen im Spur- und Energiedetektor gemessen. Das Verhältnis $L(\text{SAB})/L(\text{LAB})$ war (1.03 ± 0.01) vor den Strahlungskorrekturen (nur statistischer Fehler).

Die Tabelle zeigt die im Jahr 1979 genommene Datenmenge:

Energiebereich	Luminosität nb^{-1}	hadronische Ereignisse Anzahl	Vergleich 1978 hadr. Ereignisse Anzahl
Υ ON Resonanz	557.6	5247	695
Υ Resonanz-TAILS	264.9	1536	180
Kontinuum	335.9	930	327
Summe	1158,4	7713	1202

LENA-DETECTOR 1979/80

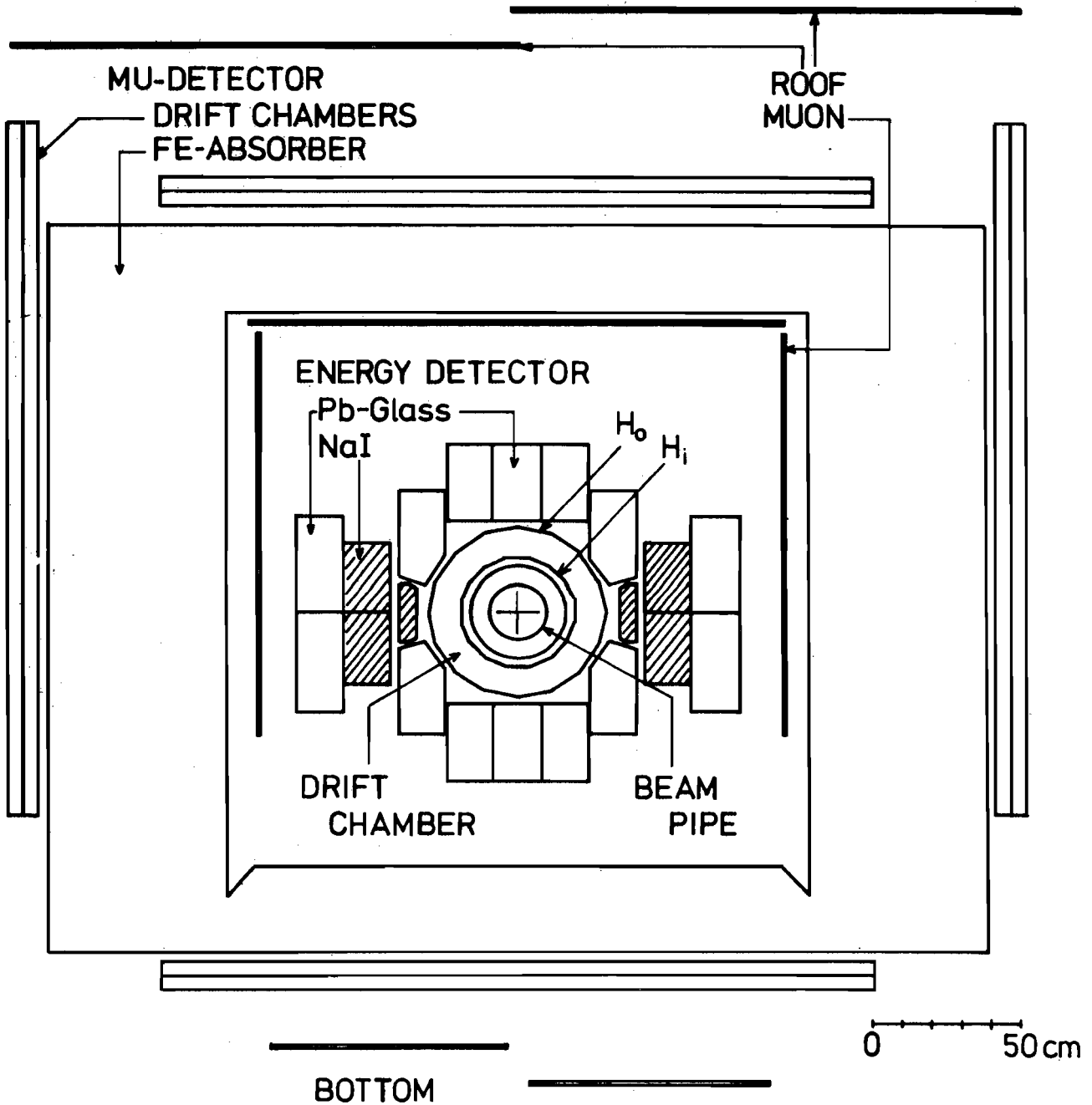


Abb. 79 Der LENA-Detektor, wie er für die Meßperiode 1979/80 verwendet wurde.

Abb. 80 zeigt für das Υ (9.46)-Meson die gemessene Resonanzkurve. Der Wirkungsquerschnitt σ_h ($e^+e^- \rightarrow h$) wurde bereits auf die Akzeptanz korrigiert. Die Resonanzkurve wird durch eine Breit-Wigner Funktion beschrieben. Ferner ist die Energiebreite der Elektron- und Positronstrahlen zu berücksichtigen. Sie ist wesentlich größer als die Breite der Resonanz. Schließlich müssen Strahlungskorrekturen angebracht werden. Als Ergebnis erhält man

$$\Gamma_{ee} \cdot \frac{\Gamma_h}{\Gamma_{tot}} = \frac{M^2}{6\pi^2} \cdot \int \sigma_h (e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow h) dW$$

M Resonanzmasse

Γ Resonanzbreite, Γ_{tot} Gesamtbreite, Γ_{ee} : elektronische Partialbreite
 Γ_h hadronische Partialbreite

W: Gesamtenergie

Die Messung des totalen hadronischen Wirkungsquerschnitts $e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow h$ erlaubt also eine Bestimmung der Partialbreite des Zerfalls $\Upsilon \rightarrow e^+e^-$.

Wir finden

$$\Gamma_{ee} \cdot \frac{\Gamma_h}{\Gamma_{tot}} = (1.10 \pm 0.07 \pm 0.11) \text{ keV}$$

(der erste Fehler ist statistisch, der zweite systematisch; ebenso im folgenden).

Ferner wurde die Erzeugung von μ -Paaren $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$ sowohl im Kontinuum wie auf der Resonanz gemessen. Obwohl diese Auswertung erst 1980 abgeschlossen wurde, sei das Ergebnis für das Verzweigungsverhältnis des Zerfalls der Υ -Resonanz in μ -Paare hier angegeben:

$$B_{\mu\mu} = \Gamma_{\mu\mu}/\Gamma_{tot} = (3.5 \pm 1.4 \pm 0.4) \%$$

Damit kann Γ_{ee} alleine berechnet werden:

$$\Gamma_{ee} = (1.23 \pm 0.10 \pm 0.14) \text{ keV}$$

Die totale Breite der Υ -Resonanz ($\Upsilon \rightarrow \text{all}$) wird damit

$$\Gamma_{tot} = (35 \pm \frac{25}{10} \pm \frac{9}{7}) \text{ keV}$$

Weitere Auswertung ist im Gange: 1. Analyse der Zerfallstopologie (3-Gluon-Zwischenzustand oder Phasenraum beim Υ -Zerfall), 2. Winkelverteilungen der Achse und der Normalen der Zerfallsebene mit dem Ziel, etwas über den Gluonspin zu erfahren, 3. Beobachtung des Zerfallskanals $\Upsilon \rightarrow \gamma gg$ (= Photon + 2 Gluonen), 4. Messung rein neutraler Endzustände, 5. Absolutmessung des totalen Wirkungsquerschnitts σ_{tot} ($e^+e^- \rightarrow h$) im Kontinuum.

Inzwischen wurde die Datennahme der Messungen zum Υ' (10.02) und des nahen Kontinuums abgeschlossen. Das hadronische Datensample besteht aus etwa 1000 direkten Υ' -Zerfällen. Das ist zu vergleichen mit 60 Ereignissen der Messungen von 1978. Die Analyse der Daten ist im Gange.

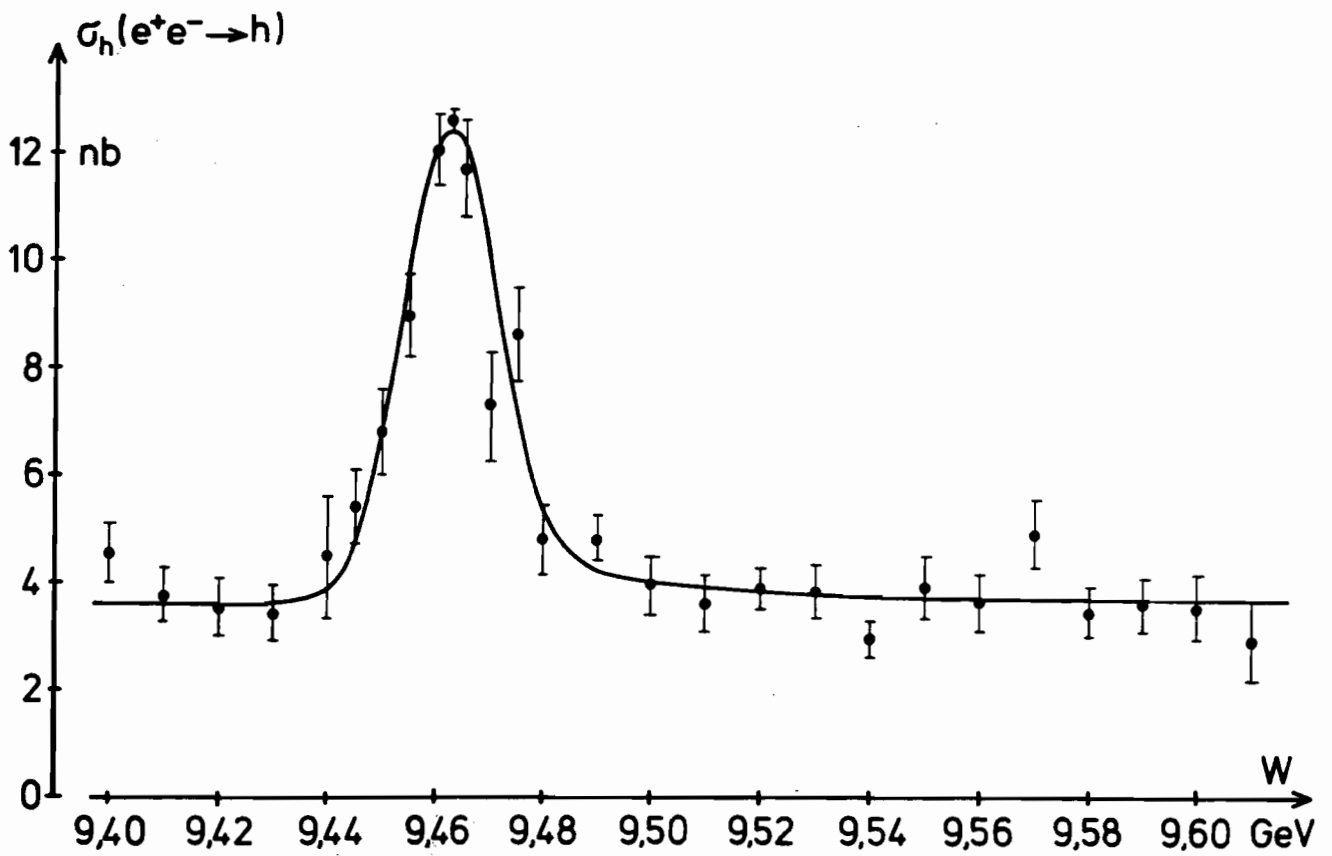


Abb. 80 Der totale hadronische Wirkungsquerschnitt $\sigma_h(e^+e^- \rightarrow h)$ im Bereich der $\Upsilon(9.46)$ Resonanz.

BONANZA-Kollaboration
Physikalisches Institut der Universität Bonn und DESY – F 12 –

Die Auswertung der im Frühjahr 1977 mit dem BONANZA-Detektor gemessenen Daten wurde fortgesetzt und steht kurz vor dem Abschluß. Untersucht wurden baryonische Zerfälle der J/ψ -Resonanz, wobei der Schwerpunkt auf Endzuständen mit Neutronen und bzw. oder Antineutronen liegt. Deren Messung wird durch die dicken Plastik-Szintillatoren ermöglicht.

*Experimente am
Speicherring DORIS*

Für einige mit magnetischen Detektoren bereits gemessene Verzweungsverhältnisse stellt diese Untersuchung eine methodisch völlig andere Überprüfung dar.

Im übrigen wurde entschieden, den Detektor nicht mehr einzusetzen. Das komplette Strahlrohr wurde an das AGL abgegeben. Die Szintillationszähler befinden sich bei LENA und DASP II im Einsatz. Der Rest wurde abgewrackt.

DASP 2-Kollaboration
 Universität Dortmund, Heidelberg, Lund, des ITEP Moskau und
 DESY-Gruppen F51 und R2

DASP 2 Messungen

Ziel der Messungen war die weitere Untersuchung des Υ -Mesons und seiner Zerfälle. Obwohl das Υ -Meson mittlerweile zu den gut etablierten Teilchen gehört, sind viele seiner Eigenschaften noch unbekannt. Dazu gehört insbesondere seine natürliche Breite Γ . Die Messung dieser Breite läßt einen wesentlichen Rückschluß auf die Natur der Υ -Mesonen zu. Stellen diese nämlich einen gebundenen Quark-Antiquark-Zustand aus einer neuen Sorte von schweren Quarks dar, so ist nach der QCD die Hauptzerfallsart durch den Zerfall des Quark-Antiquark-Paares in 3 Gluonen gegeben: Dieser Zerfall ist proportional zu α_s^3 , wobei α_s die Kopplungskonstante der starken Wechselwirkung ist. Da diese nur langsam mit der Energie variiert, erwartet man, daß die Breite des Υ -Mesons etwa gleich groß ist wie die des ψ -Mesons. Die bisherige obere Grenze für Γ_Υ lag bei $\Gamma_\Upsilon \leq 10$ MeV, so daß eine genauere Bestimmung von Γ_Υ von hohem Interesse war.

Experimentell läßt sich Γ_Υ unter Ausnutzung der $e\text{-}\mu\text{-}\tau$ -Universalität bestimmen durch:

$$(1) \quad \Gamma_\Upsilon = \frac{\Gamma_{ee}}{B_{\mu\mu}} = \Gamma_{\text{had}} + 3 \Gamma_{ee}$$

wobei $B_{\mu\mu}$ das leptonische Verzweigungsverhältnis ist:

$$(2) \quad B_{\mu\mu} = \frac{\sigma(e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow \mu^+\mu^-)}{\sigma(e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow \text{Hadronen}) + 3\sigma(e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow \mu^+\mu^-)}$$

Da die elektronische Breite bereits mit zufriedenstellender Genauigkeit bekannt war, bestand das Ziel des Experimentes darin, den Wert $B_{\mu\mu}$ wesentlich genauer als bisher möglich zu bestimmen. Dazu wurde von Oktober 1979 bis Dezember 1979 am Speicherring DORIS eine integrierte Luminosität von 790 nb^{-1} gesammelt. In Abb. 81 ist zunächst der beobachtete Wirkungsquerschnitt für die Reaktion $e^+e^- \rightarrow \text{Hadronen}$ gezeigt, wobei 4 oder mehr rekonstruierte Spuren von geladenen Teilchen oder konvertierten Photonen verlangt wurden. In guter Übereinstimmung mit dem früheren Experiment ergibt sich aus diesen Daten:

$$(3) \quad \frac{M^2}{6\pi} \sigma(e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow \text{Hadr.}) = \frac{\Gamma_{ee} \Gamma_{\text{had}}}{\Gamma_{\text{tot}}} = (1.23 \pm 0.09 \pm 0.20) \text{ keV.}$$

Der erste Fehler ist statistisch, der zweite ist eine Schätzung der systematischen Unsicherheiten.

Das leptonische Verzweigungsverhältnis $B_{\mu\mu}$ wurde unabhängig mit dem DASP-Innendetektor und dem DASP-Außendetektor bestimmt. Im Innendetektor werden μ -Paare als nicht schauernde, kollineare Spuren erkannt, die zeitgleich mit dem Kreuzen der Bunche auftreten. Zur weiteren Unterscheidung von kosmischen Muonen wird verlangt, daß die Flugzeitdifferenz Δt zwischen zwei gegenüberliegenden Flugzeitählern nahe bei $\Delta t = 0$ liegt, während diese für kosmische Muonen $\Delta t = 6$ ns beträgt. Abb. 82 zeigt die Flugzeitverteilung.

Ein Vergleich der gemessenen Wirkungsquerschnitte auf der Resonanz und außerhalb der Resonanz erlaubt den Wirkungsquerschnitt für μ -Paare aus der Υ -Resonanz anzugeben:

$$\sigma(e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow \mu^+\mu^-) = (0.27 \pm 0.20) \text{ nb.}$$

Im Außendetektor können μ -Paare und e -Paare mit Hilfe der Reichweite-, Flugzeit-, Schauer- und Cerenkovzähler identifiziert werden. Da durch die QED das Verhältnis von μ -Paaren zu e -Paaren sehr gut bekannt ist, läßt sich aus der Zahl der gemessenen Bhabha-Paare in der Resonanz die erwartete Zahl von QED- μ -Paaren berechnen. Vergleicht man diese mit der gemessenen Zahl von μ -Paaren, so läßt sich aus dem Überschuß von μ -Paaren der Wirkungsquerschnitt $\sigma_{\mu\mu}^\Upsilon$ berechnen:

$$\sigma(e^+e^- \rightarrow \Upsilon \rightarrow \mu^+\mu^-) = (0.68 \pm 0.40) \text{ nb.}$$

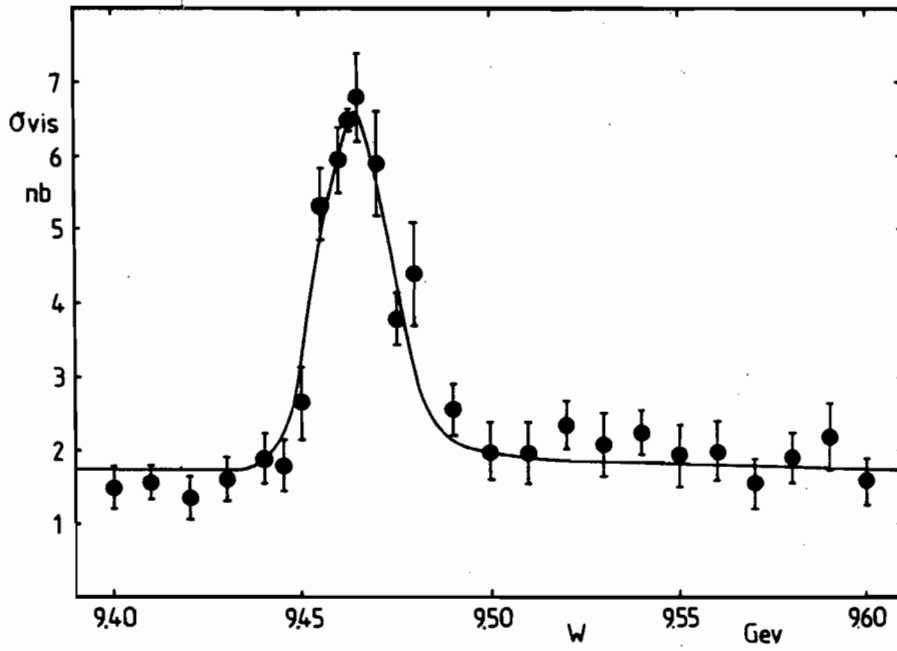


Abb. 81 Die Υ -Resonanz, gesehener Wirkungsquerschnitt als Funktion der Speicherring-Energie.

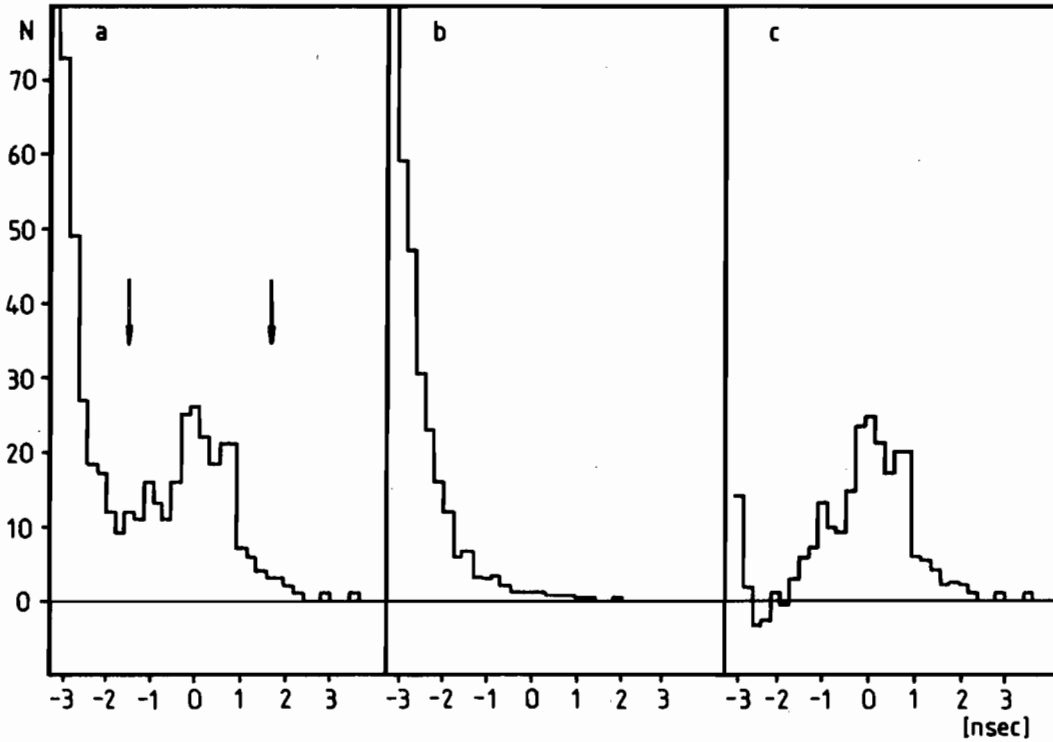


Abb. 82 Flugzeit-Differenz für Ereignisse der Reaktion $\Upsilon \rightarrow \mu\mu$
 a) für Myon-Paare und kosmische Myonen
 b) für den Untergrund von kosmischen Myonen
 c) für Myon-Paare nach Subtraktion des Untergrundes.
 Die Pfeile zeigen die verwendeten Schnitte.

Mit (2) und (3) ergibt sich damit:

$$B_{\mu\mu} = (3.1 \pm 1.6) \%$$

Unter Berücksichtigung des früher mit dem DASP-Detektor gemessenen Wertes ergibt sich gemittelt:

$$B_{\mu\mu} = (2.9 \pm 1.3 \pm 0.5) \%$$

Nach (1) und (3) läßt sich die elektronische Breite und die natürliche Breite berechnen:

$$\Gamma_{ee} = (1.35 \pm 0.11 \pm 0.22) \text{ keV}$$

$$\Gamma_{\text{tot}} = (47 \pm \frac{37}{15}) \text{ keV.}$$

Die Breite des Υ ist damit etwa gleich groß wie die des J/ψ -Mesons. Dies deutet darauf hin, daß beide Mesonen sehr ähnliche Eigenschaften haben. In beiden Fällen läßt sich die geringe Zerfallsbreite verstehen, wenn man annimmt, daß das Υ - und J/ψ -Meson gebundene Quark-Antiquark-Zustände sind, die vorwiegend in 3 Gluonen zerfallen. In erster Ordnung QCD kann man versuchen, die Kopplungskonstante α_s aus elektronischer und totaler Breite zu berechnen:

$$\alpha_s^3 = \frac{81 \pi e_Q^2 a^2}{10 (\pi^2 - 9)} \cdot \frac{\Gamma_{ggg}}{\Gamma_{ee}}$$

und erhält

$$\alpha_s (J/\psi) = 0.19 \pm 0.02$$

$$\alpha_s (\Upsilon) = 0.17 \pm \frac{0.04}{0.03}$$

Die Größe von Korrekturen höherer Ordnung kann zur Zeit mit QCD noch nicht berechnet werden.

ARGUS-Kollaboration

DESY, Universität Dortmund, Universität Heidelberg, Universität Lund/
Schweden, University of South Carolina/USA und ITEP-Moskau/UdSSR

Das Proposal „ARGUS, a new detector for DORIS“ wurde im Juni 1979 genehmigt. Die Seitenansicht des Detektors, in seiner endgültigen Form, ist in Abb. 83 dargestellt.

Die Driftkammer wurde gegenüber dem Proposal-Entwurf geringfügig geändert. Sie besitzt 36 zylindrische Lagen mit insgesamt 5940 Signaldrähten und 24000 Felddrähten. Eine Studie des elektrischen Feldes in einer Driftzelle ergab, daß 6000 Felddrähte eingespart werden können. Die endgültige Driftzelle ist in Abb. 84 gezeigt. Durch das Magnetfeld des Detektors ergeben sich komplizierte Driftwege. Da die Zelle annähernd quadratisch ist, sind aber die Linien konstanter Driftzeit auch im Magnetfeld kreisförmig, abgesehen vom Verlauf in den Ecken der Zelle. Daher können Teilchenspuren mit der ARGUS-Driftkammer besonders zuverlässig rekonstruiert werden.

Die Driftkammer

Testmessungen im Elektronenstrahl von DESY zeigten, daß die im Proposal angenommenen Werte für die Ortsauflösung und die Auflösung der dE/dx -Messung erreicht werden können.

Die mechanische Konstruktion der Kammer wurde weitgehend abgeschlossen und der Auftrag, in die beiden Stirnplatten der Kammer je 30 000 Löcher zu bohren, an die Industrie vergeben.

Der ARGUS-Magnet besitzt, wie die Magnete der meisten Speicherring-Detektoren, eine Solenoidspule. Die ARGUS-Spule besteht jedoch aus 13 einzelnen Spulenpaketen, wobei die Zwischenräume dazu dienen, die Lichtleiter der Schauerzähler innerhalb der Spule in den feldfreien Raum außerhalb der Spule zu führen. Diese Anordnung besitzt eine Reihe von Vorzügen gegenüber der konventionellen, wo Schauerzähler außerhalb einer dünnen Spule angeordnet sind: Da die Photonen vor ihrem Nachweis keine Spule zu durchdringen haben, ergibt sich eine erheblich verbesserte Energieauflösung und Nachweiswahrscheinlichkeit. Und da die Spule nicht möglichst dünn gehalten werden muß, kann bei gleicher Leistungsaufnahme ein höheres Magnetfeld erzeugt werden.

Der Magnet

Die konstruktiven Probleme dieses Magneten konnten gelöst werden. Der Bau von Joch und Spule wurde an die Industrie vergeben.

Von K. Wille und der DORIS-Gruppe wurde der Vorschlag gemacht, durch Einbau eines Quadrupol-Magneten in den Detektor die Strahloptik des Speicherringes zu verbessern und dadurch die Luminosität des Speicherringes wenigstens um einen Faktor 5 zu erhöhen.

Mini-Beta

Obwohl die hierfür erforderlichen Änderungen und zusätzlich zu bauenden Magnete das gesamte ARGUS-Projekt um einige Monate verzögern, wurde mit den für Mini-Beta erforderlichen Änderungen des Detektors begonnen, da die erwartete Luminositäts-Erhöhung die Verzögerung in kurzer Zeit kompensieren sollte.

Darüber hinaus ist eine Luminositäts-Erhöhung um einen Faktor 5 eine wichtige Voraussetzung für ein erfolgreiches Experimentierprogramm des Detektors ARGUS.

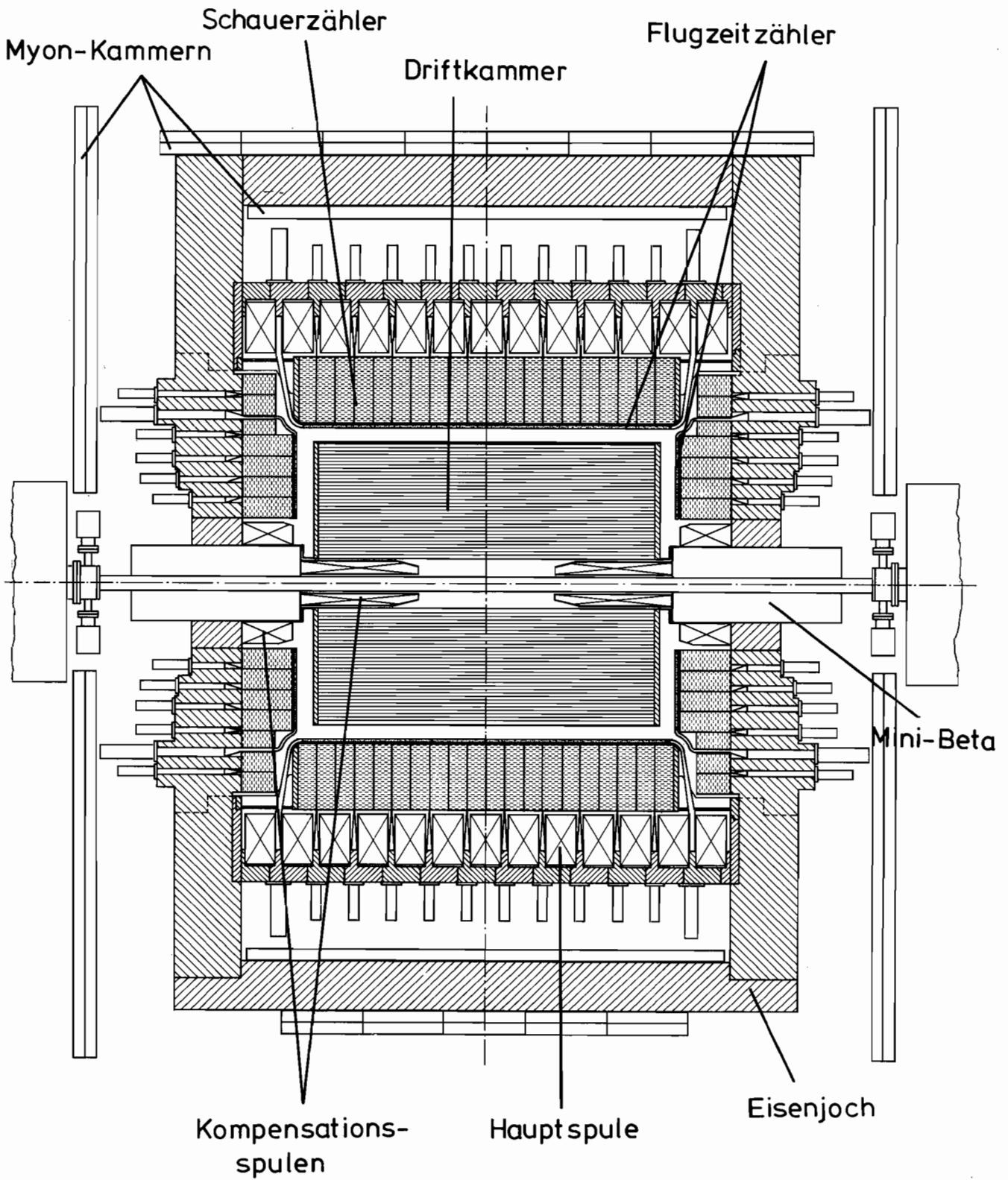
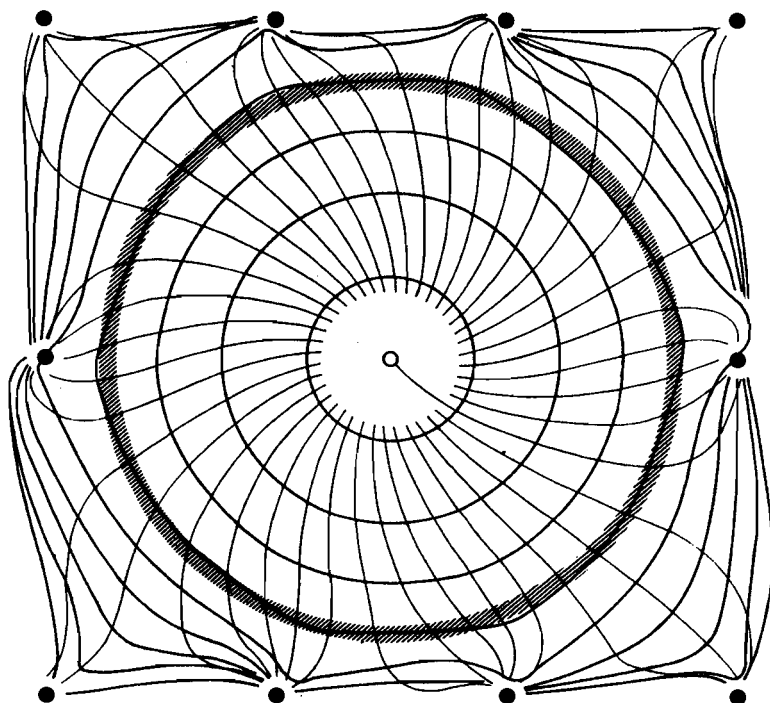


Abb. 83 ARGUS, ein neuer Detektor für DORIS.



- Signal Draht
- Potential Drähte
- ▨ Meßgenauigkeit

Abb. 84 Die Zelle der ARGUS-Driftkammer. Driftwege und Linien gleicher Driftzeit. Im Rahmen der Meßgenauigkeit sind die Linien gleicher Driftzeit kreisförmig.

Experimente an anderen Beschleunigern

Elektroproduktion in einer Streamerkammer DESY, Cornell Universität, Universität Hamburg, Ithaca College

Tief inelastische Prozesse

Dieses Experiment hat die Untersuchung von Elektron-Proton-Wechselwirkungen im tief-inelastischen Bereich zum Ziel. Es wurde in den Jahren 76/77 am 12 GeV Elektronensynchrotron der Cornell-Universität durchgeführt. Die Auswertung von 600 000 Streamerkammerbildern erfolgte anschließend in Hamburg unter Benutzung einer vollautomatischen Filmauswertemaschine (HPD). Es wurden 130 000 Ereignisse mit großen Vierer-Impulsüberträgen ($1 < Q^2 < 6 \text{ GeV}^2$) und Schwerpunktsenergien der Hadronen (W) bis zu 4.2 GeV vollständig ausgewertet. Im Mittelpunkt der physikalischen Analyse standen im Jahre 1979 Untersuchungen von Fragmentationsjets, elastischer und inelastischer ρ^0 -Erzeugung und Λ -Polarisation.

In früheren Veröffentlichungen hatten wir gezeigt, daß sich die Elektroproduktion sowohl von geladenen Hadronen als auch von K^0 und Λ sehr gut im Quark-Parton-Bild interpretieren läßt. Insbesondere konnten wir durch einen Vergleich mit anderen von Leptonen induzierten Reaktionen die vom Quark-Parton-Modell vorhergesagte Universalität der Quark-Fragmentationsfunktionen eindrucksvoll belegen. Es lag daher die Frage nahe, ob die in der e^+e^- -Annihilation gefundenen Hadronjets ebenfalls universeller Natur sind, wie es nach dem Quark-Parton-Modell zu erwarten ist.

Wir haben diese Frage an Ereignissen mit hohem W untersucht ($3 < W < 4 \text{ GeV}$), indem wir die Größen „Sphericity“ (S) und „Thrust“ (T) und die damit verknüpften Achsen im Schwerpunktsystem der Hadronen bestimmt haben. In der Tat zeigt die aus S oder T bestimmte „Jetachse“ eine deutliche Korrelation mit der Richtung des virtuellen Photons (Abb. 85). Bis auf eine Verschmierung um k_{\perp} (= Transversalimpuls der Quarks im Targetproton) ist im Quark-Parton-Modell die Richtung des fragmentierenden Quarks durch die Richtung des virtuellen Photons gegeben. Wir haben die Tatsache dieser Verschmierung auch dahingehend ausgenutzt, daß wir die Größe des mittleren Transversalimpulses der Quarks im Targetproton zu $\langle k_{\perp}^2 \rangle = (700 \pm 300) \text{ MeV}/c$ abschätzen konnten.

Die Existenz einer Jetstruktur in der Elektroproduktion führt auf die interessante Frage, inwieweit die Quer- und Parallelimpulse der Hadronen von Quarkjets aus ep -Reaktionen und e^+e^- -Annihilationen übereinstimmen. Ein Vergleich läßt sich durchführen, wenn wir uns in beiden Reaktionen auf die gleiche Jetachse beziehen. Ferner müssen wir für ep -Ereignisse die Quarkfragmente von den Targetfragmenten trennen; für die Bestimmung der Jetachse ist dies nicht erforderlich, da Quarkjet und Targetjet im Schwerpunktsystem der Hadronen kollineare Achsen haben. Abb. 86 zeigt $\langle p_{\perp} \rangle$ und $\langle p_{\parallel} \rangle$ relativ zur T -Achse als Funktion von W zusammen mit den Ergebnissen des PLUTO-Experiments zur e^+e^- -Annihilation. Die aus Quark- und Targetfragmenten gemeinsam bestimmte T -Achse der ep -Ereignisse ist stets so gerichtet, daß der Winkel mit der Richtung des virtuellen Photons $< 90^\circ$ ist. Damit wird gewährleistet, daß die Hadronen mit $p_{\parallel} > 0$ im wesentlichen aus der Quarkfragmentation stammen. Um den Überlappungsbereich von Target- und Quarkjet zu verkleinern, aber auch um die in beiden Experimenten unterschiedlichen Spurverluste bei kleinen Impulsen auszuklamern, sind die Mittelwerte für Hadronen mit $2p_{\parallel}/W > 0.1$ genommen worden. Die gute Übereinstimmung ist eine schöne Bestätigung des Quark-Parton-Modells in dem betrachteten W -Bereich, in dem QCD-Effekte eine vernachlässigbare Rolle spielen sollten.

Elastische ρ^0 -Erzeugung, $ep \rightarrow ep\rho^0$, wurde im Bereich bis $Q^2 = 4 \text{ GeV}^2$ untersucht. Die gemessene Q^2 -Abhängigkeit des totalen Wirkungsquerschnitts ist qualitativ im Einklang mit dem Vektormeson-Dominanz-Modell. Die Analyse der inklusiven ρ^0 -Erzeugung wurde fortgesetzt. Ein Vergleich der z -Verteilung ($z = E\rho^0/\nu$) mit den Ergebnissen aus μp - und e^+e^- -Experimenten zeigt gute Übereinstimmung.

Schließlich haben wir die Polarisation der Λ -Hyperonen senkrecht zur Erzeugungsebene gemessen. Der Wert von 0.38 ± 0.16 stimmt mit der Vorhersage eines Quark-Diquark-Stringmodells überein.

Mit diesen Untersuchungen ist die Auswertung unseres Experimentes zur tief-inelastischen Elektroproduktion im wesentlichen zu einem Abschluß gekommen.

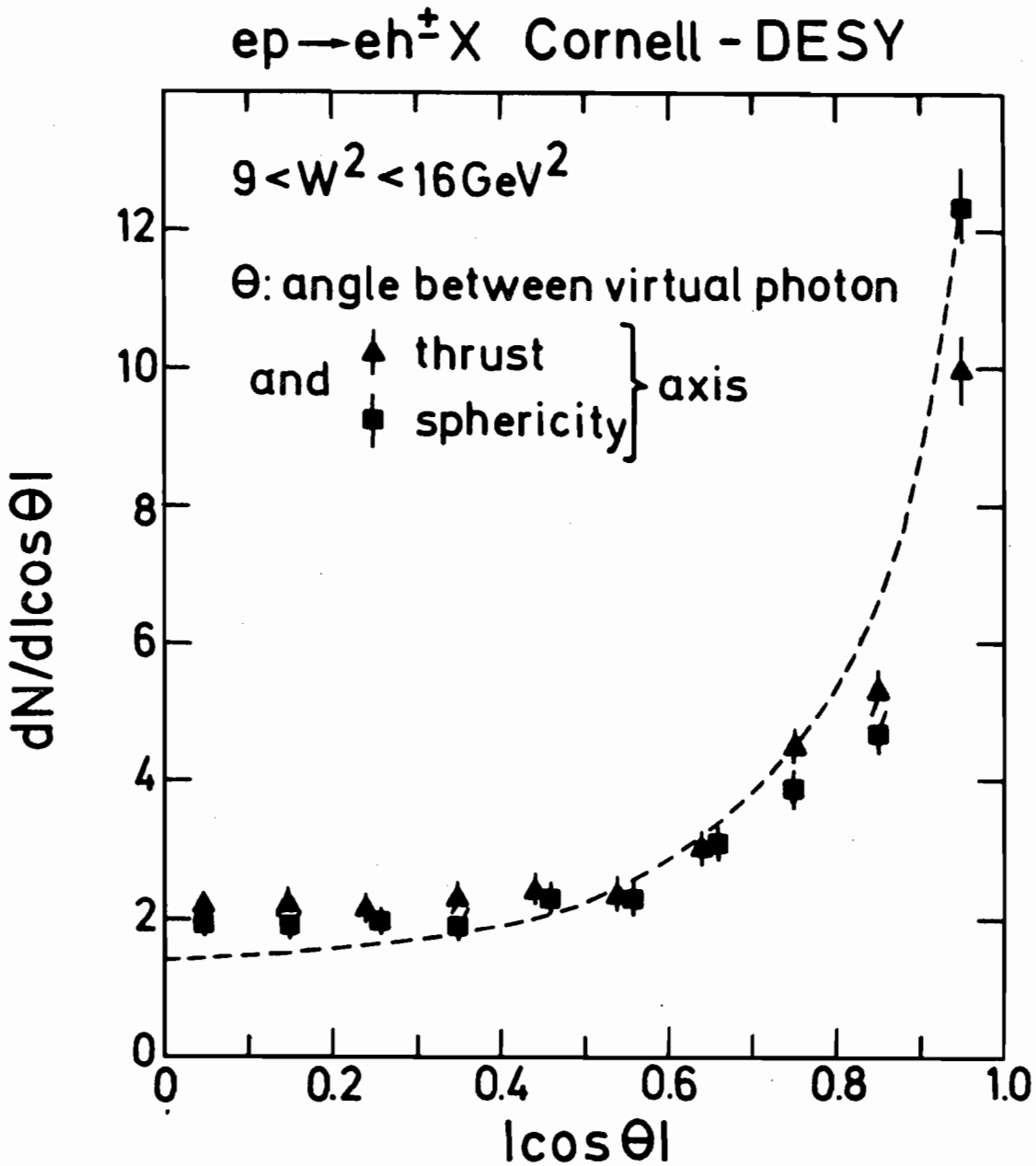


Abb. 85 Verteilung von $|\cos \Theta|$ (in willkürlichen Einheiten), wobei Θ der Winkel zwischen der Impulsrichtung des virtuellen Photons und der Thrust- bzw. Sphericityachse ist. Die Kurve stammt aus einem Quarkjet-Modell nach Field und Feynman.

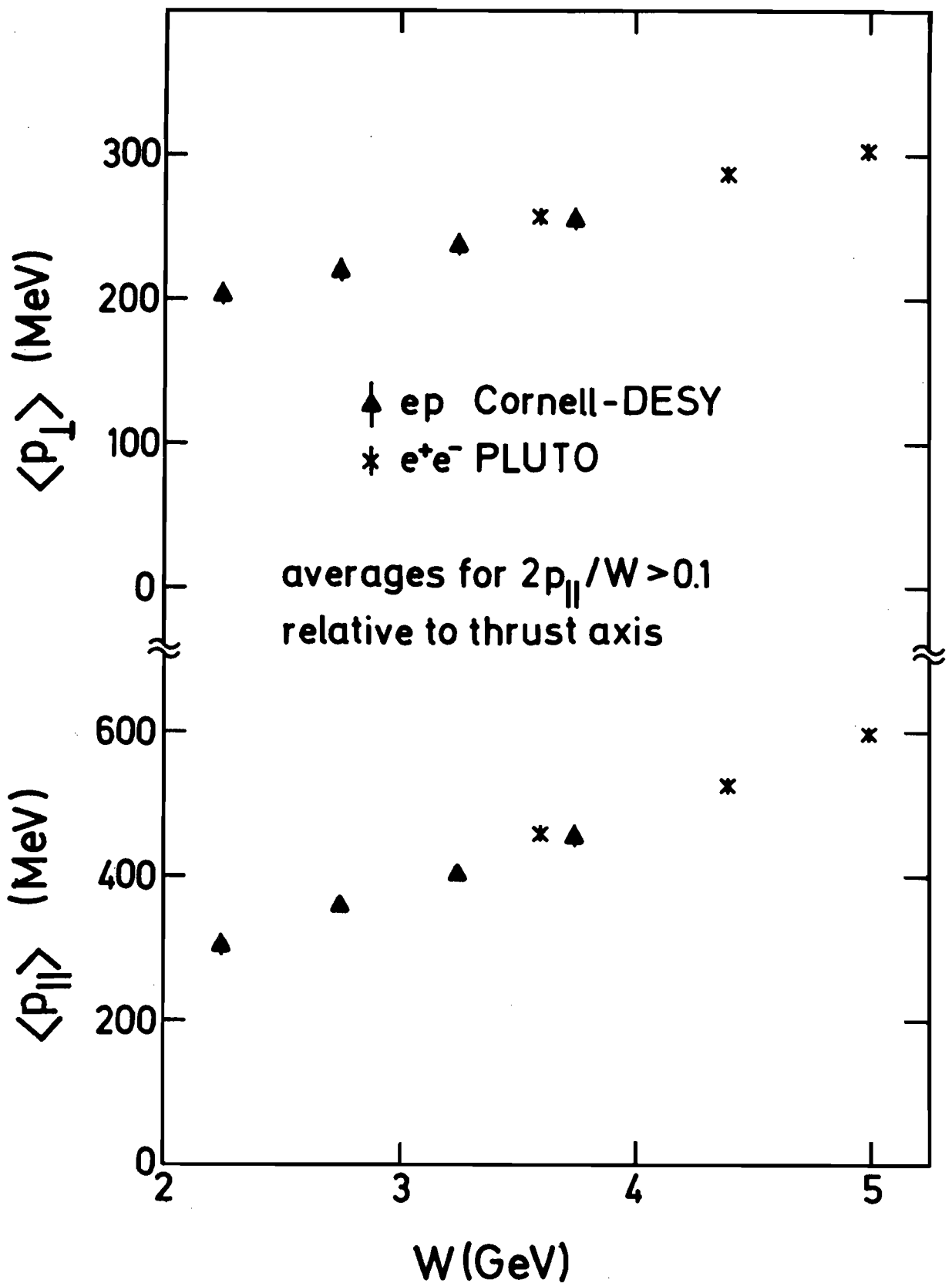


Abb. 86 Mittlere Quer- und Parallelimpulse bezüglich der Thrust-Achse als Funktion der Schwerpunktsenergie W für unser Experiment (Cornell-DESY) im Vergleich zu Ergebnissen der e^+e^- -Annihilation (PLUTO). Die Mittelwerte beschränken sich auf alle beobachteten geladenen Hadronen mit $2p_{\parallel}/W > 0.1$.

Elektroproduktion bei DESY DESY F21

Die Auswertung der Daten zur π und η Elektroproduktion wurde abgeschlossen. Die Daten stammen von Koinzidenzmessungen, wobei neben dem gestreuten Elektron jeweils ein Proton bzw. positives π -Meson nachgewiesen wurde.

Die Ergebnisse können wie folgt zusammengefaßt werden:

Eine Multipolanalyse der Wirkungsquerschnitte von $\gamma p \rightarrow p\pi^0$ im Bereich der 1. Resonanz zeigt, daß auch noch bei $Q^2 = 3 \text{ GeV}^2$ die Nukleonresonanz P_{33} im wesentlichen über die magnetische Multipolamplitude M_{1+} angeregt wird. Die resonante elektrische Multipolamplitude E_{1+} ist mit 0 verträglich, aus der Interferenz mit M_{1+} läßt sich jedoch eine kleine resonante skalare Amplitude $S_{1+} \approx -0.12 \cdot M_{1+}$ bestimmen. Der ermittelte Übergangsformfaktor G_M ist in guter Übereinstimmung mit älteren Ergebnissen aus Einarmquerschnitten und fällt schneller als der Dipolformfaktor ab.

P_{33} (1232)

In Übereinstimmung mit η -Produktionsdaten, die in der Analyse berücksichtigt wurden, fällt der elektrische Übergang nur langsam mit wachsendem Q^2 im Gegensatz zur Anregung der D_{13} . Das hat zur Folge, daß der Anteil der S_{11} am totalen ep-Querschnitt mit wachsendem Q^2 zunimmt. Bei $Q^2 = 3 \text{ GeV}^2$ beträgt der Beitrag der S_{11} am resonanten Anteil des totalen Einarmquerschnitts rund 70 %, während bei $Q^2 = 0.6 \text{ GeV}^2$ nur 30 % der S_{11} beitragen. Die S_{0+} -Amplitude ist klein.

S_{11} (1535)

Die E_2 -Amplitude fällt schnell mit wachsendem Q^2 ab und wechselt bei $Q^2 \approx 1 \text{ GeV}^2$ ihr Vorzeichen. Die magnetische Anregung (M_{2-}) fällt nur relativ schwach mit Q^2 ab. In guter Übereinstimmung mit Vorhersagen von Quarkmodellen überwiegt die Anregung mittels resonanter Amplituden der Helizität 1/2 des einlaufenden γ -Nukleonsystems ($A_{2-} = 3/2 M_{2-} - 1/2 E_{2-}$) bei $Q^2 = 0.6 \text{ GeV}^2$. Während bei $Q^2 = 0$ Amplituden der Helizität 1/2 verschwinden, bestimmen sie bei $Q^2 \geq 2 \text{ GeV}^2$ fast ausschließlich die Resonanzanregung der D_{13} (1520). Die skalare Anregung ist gering und verschwindet für $Q^2 > 1 \text{ GeV}^2$.

D_{13} (1520)

Ähnlich wie bei der D_{13} fällt auch hier die elektrische Anregung (E_{3-}) relativ schnell mit wachsendem Q^2 . Bei $Q^2 \approx 2 \text{ GeV}^2$ ist ein Vorzeichenwechsel der E_{3-} -Amplitude zu verzeichnen. Die M_{3-} -Amplitude fällt nur schwach ab, so daß bei $Q^2 = 2 \text{ GeV}^2$ Amplituden der Helizität 1/2 ($A_{3-} = 2 M_{3-} - E_{3-}$) überwiegen. Bei $Q^2 = 3 \text{ GeV}^2$ beträgt der Anteil der Helizität 3/2-Anregung nur noch etwa 27 %. Dies Ergebnis steht im Einklang mit Quarkmodellvorhersagen. Die S_{3-} -Amplitude ist in dem gemessenen Q^2 -Bereich verschwindend klein.

F_{15} (1688)

Muon Streuung beim CERN SPS F 21 DESY im Rahmen der European Muon Collaboration EMC beim CERN SPS am 280 GeV Myon Strahl

Myon Streuung

Abb. 87 zeigt den experimentellen Aufbau. Im Jahre 1979 wurden Messungen an Wasserstoff und Deuteriumtargets von 6 m Länge sowie auch an einem 3.7 m langen Eisen-Szintillator Kalorimetertarget (STAC) im Energiebereich von 120 – 280 GeV durchgeführt.

Für einen Teil der Daten sind die Strukturfunktionen F_2 für 280 GeV Strahlenergie an Wasserstoff (Abb. 88) sowie für 250 GeV und 280 GeV Strahlenergie an Eisen (Abb. 89a,b) dargestellt. Die Daten erfassen einen Bereich bis zu sehr großen Impulsübertragungen von $Q^2 = 200 \text{ GeV}^2$ und zeigen eine Verletzung der Skaleninvarianz. Aus den bisherigen Messungen bei verschiedenen Energien läßt sich das Verhältnis R von longitudinalen zum transversalen Photon-Nukleonquerschnitt am Proton und Neutron in einem großen kinematischen Bereich mit einem Fehler ΔR von etwa ± 0.15 bestimmen.

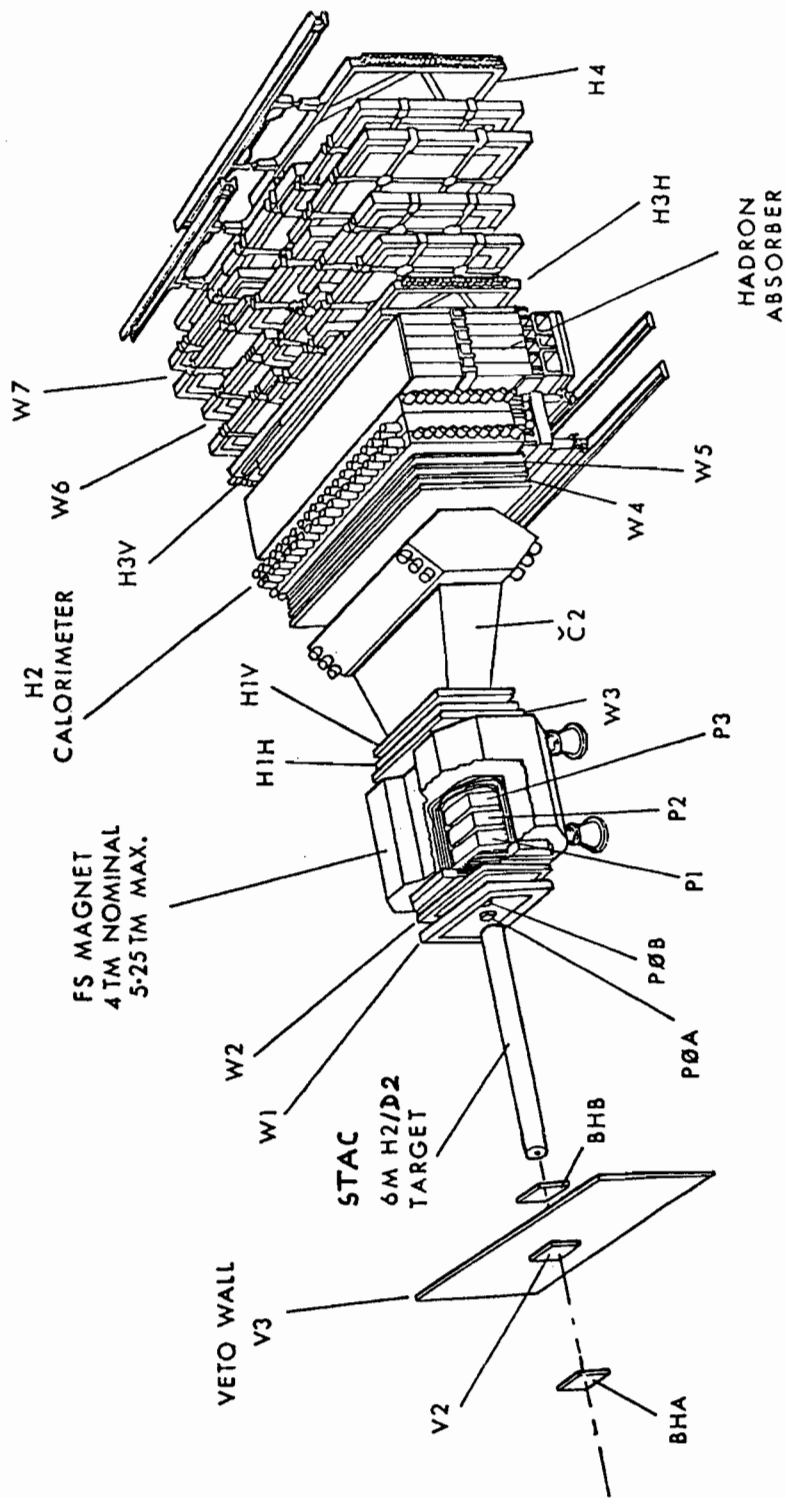
Bei den Messungen am STAC Target wurde auch auf Ereignisse mit ≥ 2 Myonen im Endzustand getriggert. Die Auswertung dieser Daten ist weit fortgeschritten. Erste Resultate über die elastische J/ψ Produktion – 3 Myonen im Endzustand – bei 280 GeV sind bereits publiziert (Ref. 11). Die Abb. 90 zeigt die Q^2 -Abhängigkeit der elastischen J/ψ Erzeugung. Inelastische J/ψ Erzeugung wird ebenfalls beobachtet. Die außerhalb des J/ψ Masse beobachteten zwei und 3 Myon Endzustände können durch $C\bar{C}$ Paarerzeugung an Gluonen (Photon – Gluon – Fusion) erklärt werden. Diese Endzustände zeichnen sich aus durch große Transversalimpulse der erzeugten Myonen und fehlende Energie, die das gleichzeitig erzeugte Neutrino we trägt. Abb. 91 zeigt den gemessenen steilen Anstieg der Di Myon Ereignisse mit zunehmender Masse des hadronischen Endzustandes W .

Vorbereitungen für das Vertex System

Im Jahre 1980 wird das Experiment am CERN Myon Strahl durch ein Vertexsystem wesentlich erweitert. Das Vertex System besteht aus einem supraleitenden Magneten, der in seinem Gap ein 1 m langes Wasserstofftarget und eine Streamerkammer enthält, sowie elektronischen Detektoren wie Proportionalkammer, Driftrohren, Flugzeitählern und verschiedenen Cerenkovzählern.

Mit diesem System können auch Hadronen nachgewiesen und identifiziert werden, die im Schwerpunktsystem in Rückwärtsrichtung fliegen. Deshalb ist die Analyse des nahezu vollständigen hadronischen Endzustandes möglich. Von besonderem Interesse ist dabei die Suche nach Erzeugung von Teilchen mit Charm und die Untersuchung von Jets.

Unsere Gruppe baut für das Vertexsystem einen großen Cerenkovzähler (Vorhaben 33 124), der aus 64 Zellen besteht. Im Berichtsjahr wurden die Planungsarbeiten für den Zähler abgeschlossen, so daß alle benötigten Komponenten in Auftrag gegeben werden konnten. An einer Testzelle wurden beim CERN Testmessungen durchgeführt.



EUROPEAN MUON COLLABORATION
FORWARD SPECTROMETER

- BHA, BHB Strahlnodoskope
- P0A, P0B Strahlproportionalkammern
- P1 - P3 Proportionalkammern
- W1 - W7 Driftkammern
- H1 - H4 Triggerhodoskope

Abb. 87

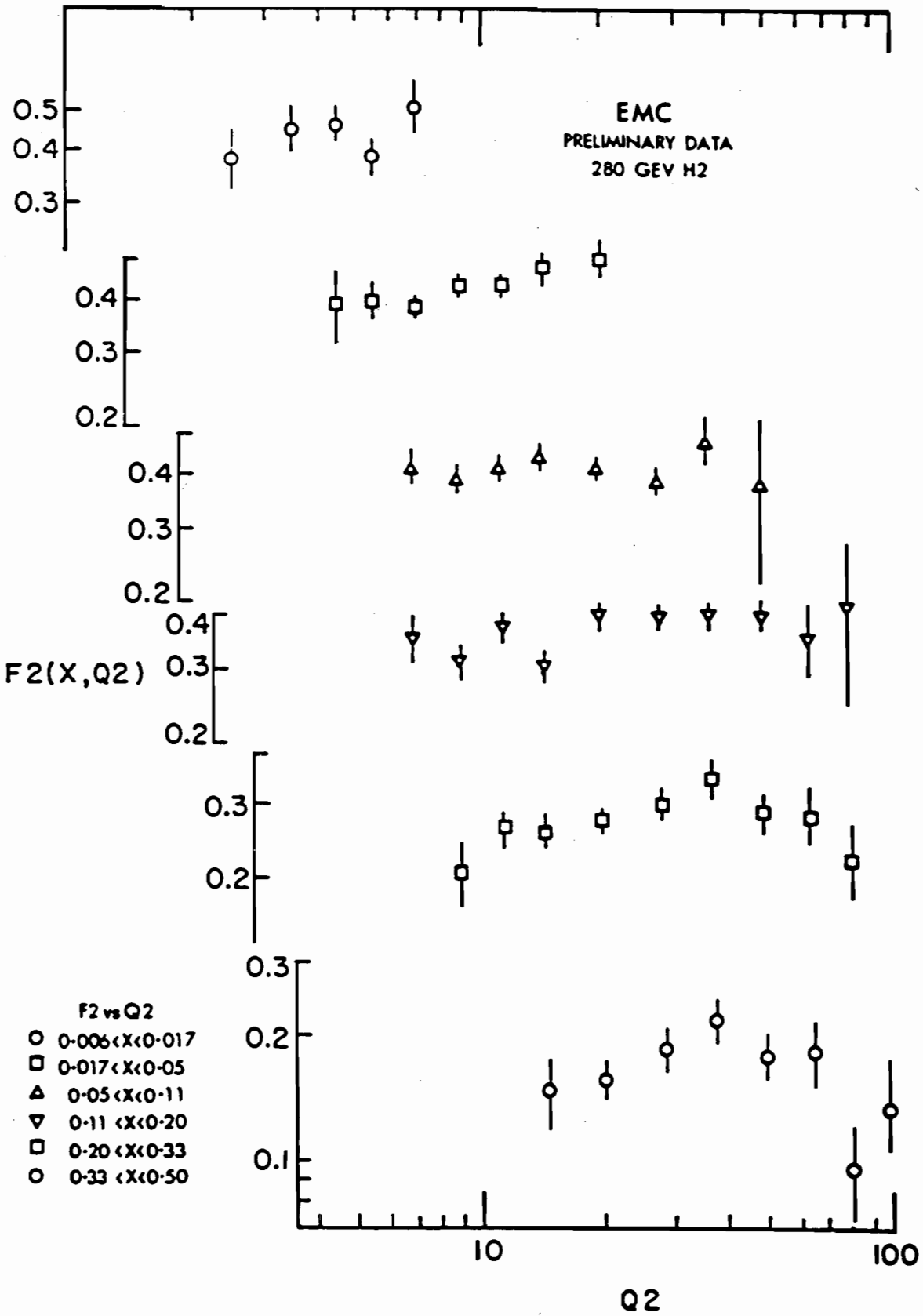


Abb. 88

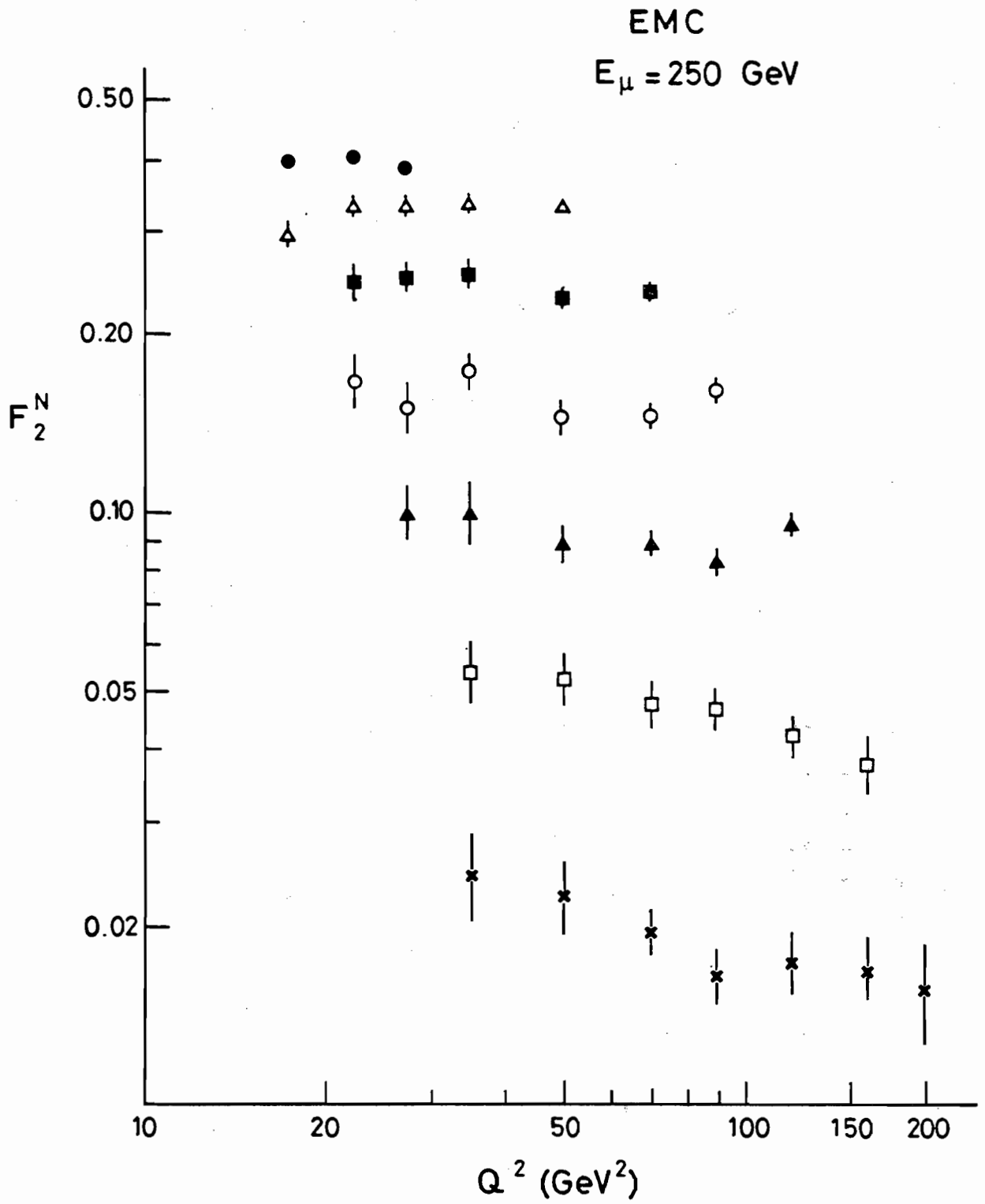


Abb. 89a

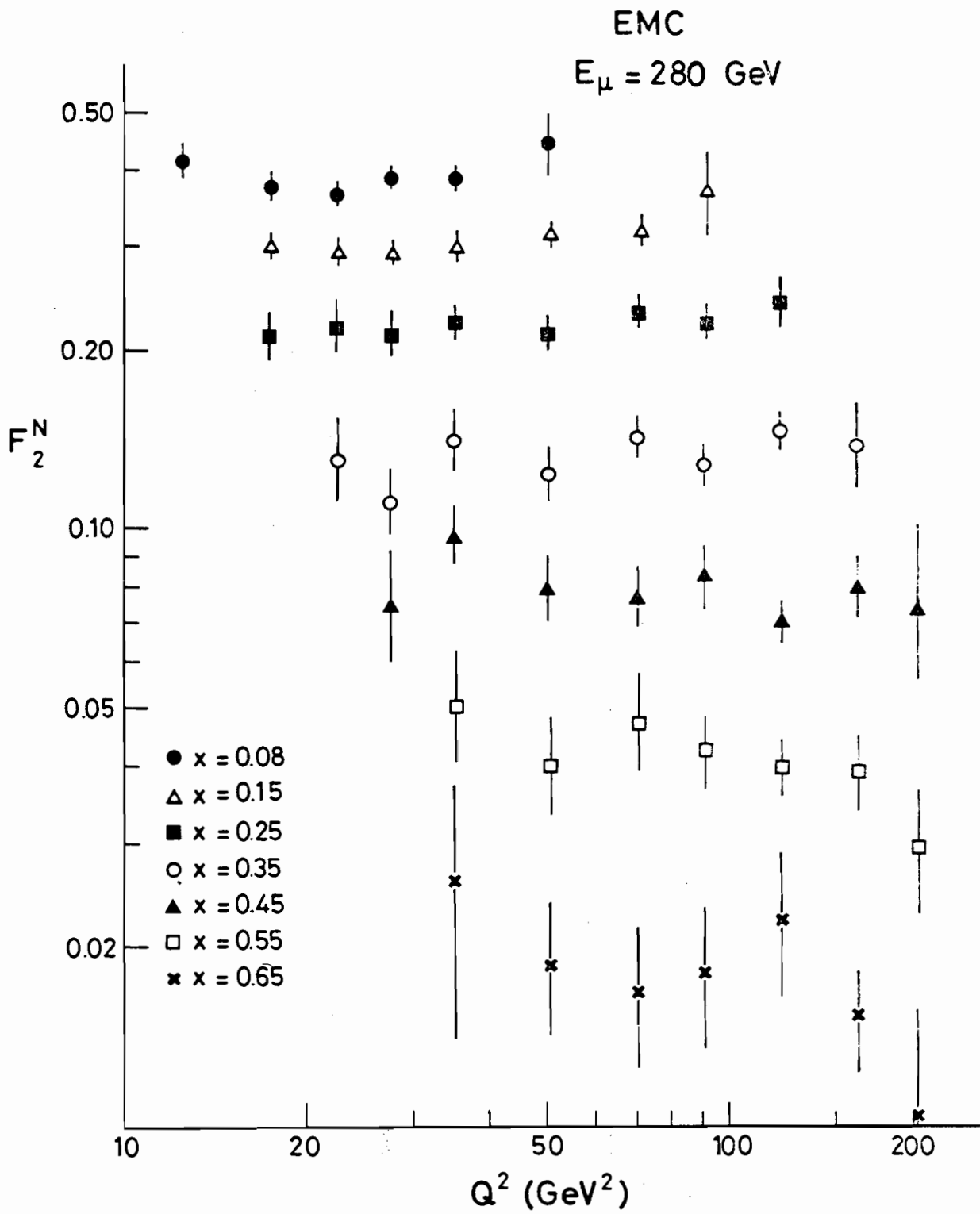


Abb. 89b

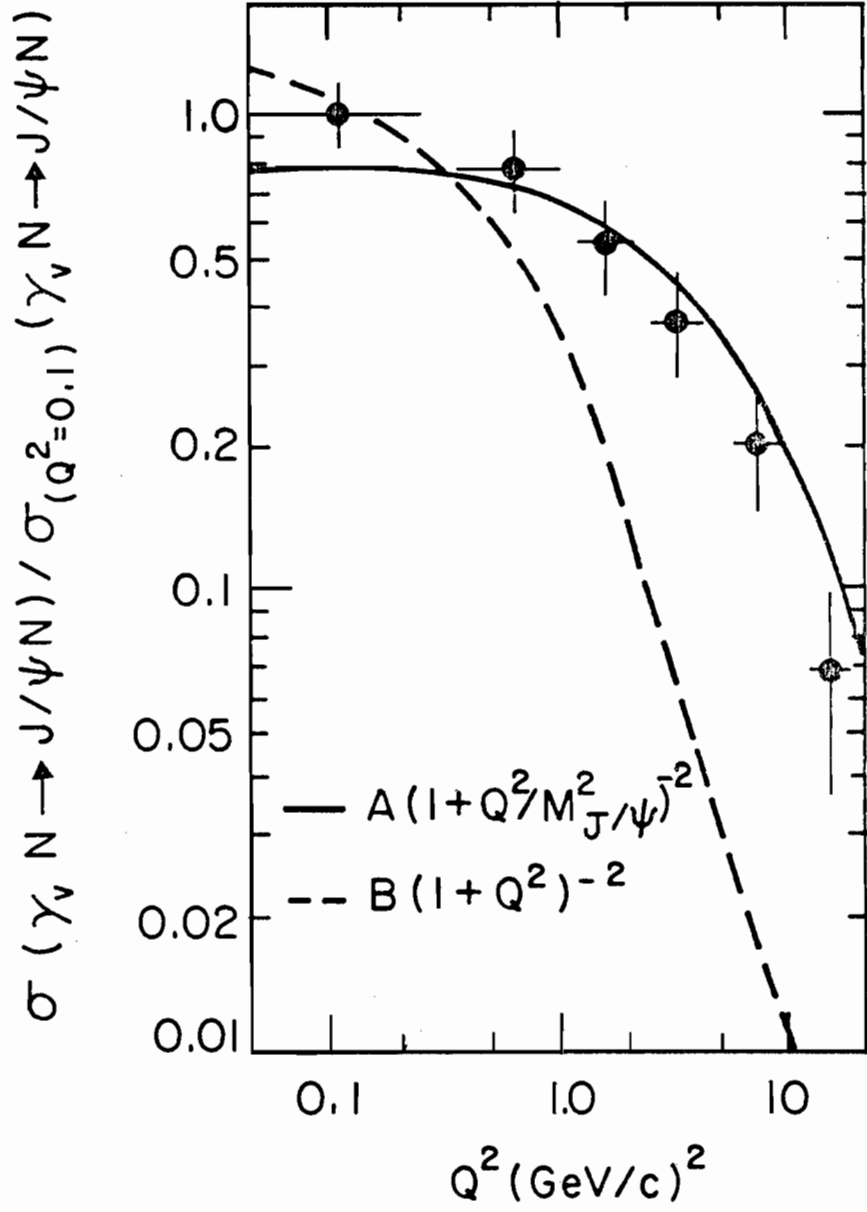


Abb. 90

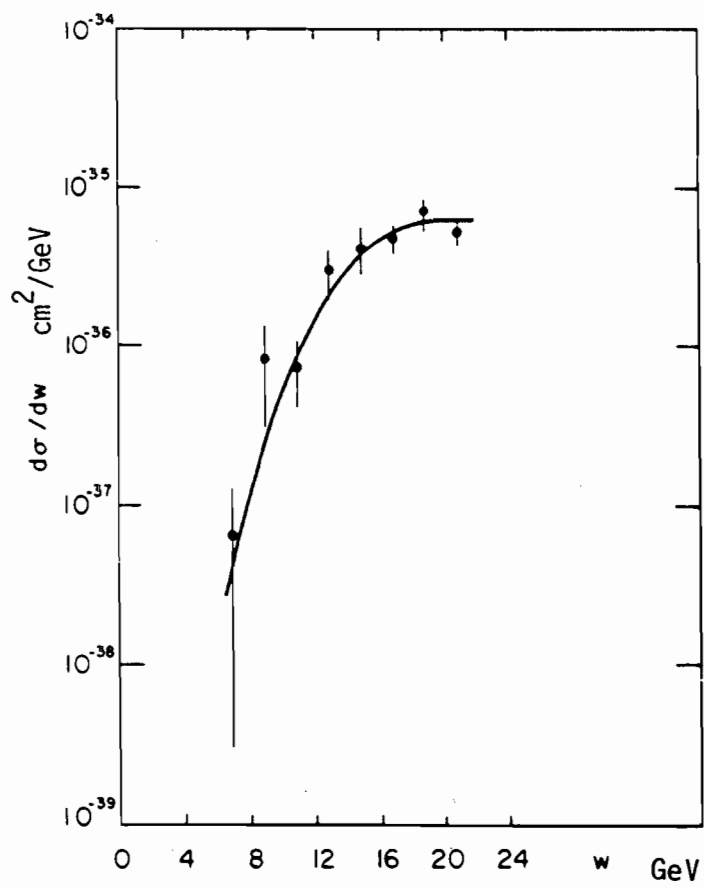


Abb. 91

Elektronenstreuung an Kernen bei DESY Universität Freiburg, Hamburg, Lund, DESY, F23

Im Jahre 1979 wurden zwei Aufgabengebiete bewältigt:

- a) Abschließende Analyse der Elektronenstreuung an Kernen im Resonanz-Bereich.
- b) Weiterführung der Auswertung tiefinelastischer Elektronenstreuung an Kernen.

Die Analyse der inklusiven Elektronenstreuung an Kernen im Bereich invarianter Massen $W \leq 1.8$ GeV konnte abgeschlossen werden. Hierzu wurde ein Rechen-Programmsystem entwickelt, das die inklusive Elektronenstreuung an gebundenen Nukleonen in Stoßnäherung beschreibt. Es konnte gezeigt werden, daß die Strukturfunktionen für die quasifreie Streuung sich als inkohärente Überlagerung der Strukturfunktionen der freien Prozesse darstellen lassen. Die Strukturfunktionen für die freien Prozesse wurden aus experimentellen Wirkungsquerschnitten ermittelt. Der Vergleich der Rechnungen mit den Elektronenstreuexperimenten an den Kernen ${}^6\text{Li}$, ${}^9\text{Be}$, ${}^{12}\text{C}$, ${}^{27}\text{Al}$ und ${}^{28}\text{Si}$ im kinematischen Bereich $0.1 < Q^2 < 1.5$ GeV² und $W \leq 1.8$ GeV ergab, daß sowohl die Struktur als auch der absolute Wirkungsquerschnitt der experimentellen Spektren durch diese Berechnungen gut beschrieben werden können (Abb. 92). Bei kleinen Q^2 beobachtete Abweichungen von den Ergebnissen der Stoßnäherung für die quasielastische Streuung können auf den Einfluß des Pauliprinzipes zurückgeführt werden. Für die inelastische Streuung wurde keine Abweichung von der Stoßnäherung gefunden (Abb. 93).

*Quasielastische
Streuung und
Resonanzproduktion
in Kernen*

Die Auswertung der Messungen zur Bestimmung des totalen Wirkungsquerschnitts virtueller Photonen am Proton, Deuteron, ${}^9\text{Be}$, ${}^{27}\text{Al}$ und ${}^{28}\text{Si}$ im Bereich $W > 2$ GeV und $Q^2 < 1.0$ GeV² wurde fortgeführt. Hierzu wurde ein Rechen-Programmsystem entwickelt, das eine vollständige Berücksichtigung der Strahlungskorrekturen ermöglicht. Mit dem Programmsystem können die Strahlungseffekte der elastischen, der quasielastischen Streuung unter Berücksichtigung des Pauliprinzipes und der gesamten inelastischen Streuung berechnet werden.

*Tiefinelastische
Elektronenstreuung
an Kernen*

Die vorläufige Auswertung der Messungen zeigt, daß für Werte der Skalenvariablen $x' < 0.04$ eine Unterdrückung des Wirkungsquerschnitts in Kernen auftritt (Abb. 94). Die Abhängigkeit des beobachteten Effekts von den kinematischen Variablen weicht von den Vorhersagen des Vektor-Meson-Dominanz-Modells ab. Die endgültige Analyse der Daten wird bis Mitte 1980 abgeschlossen sein.

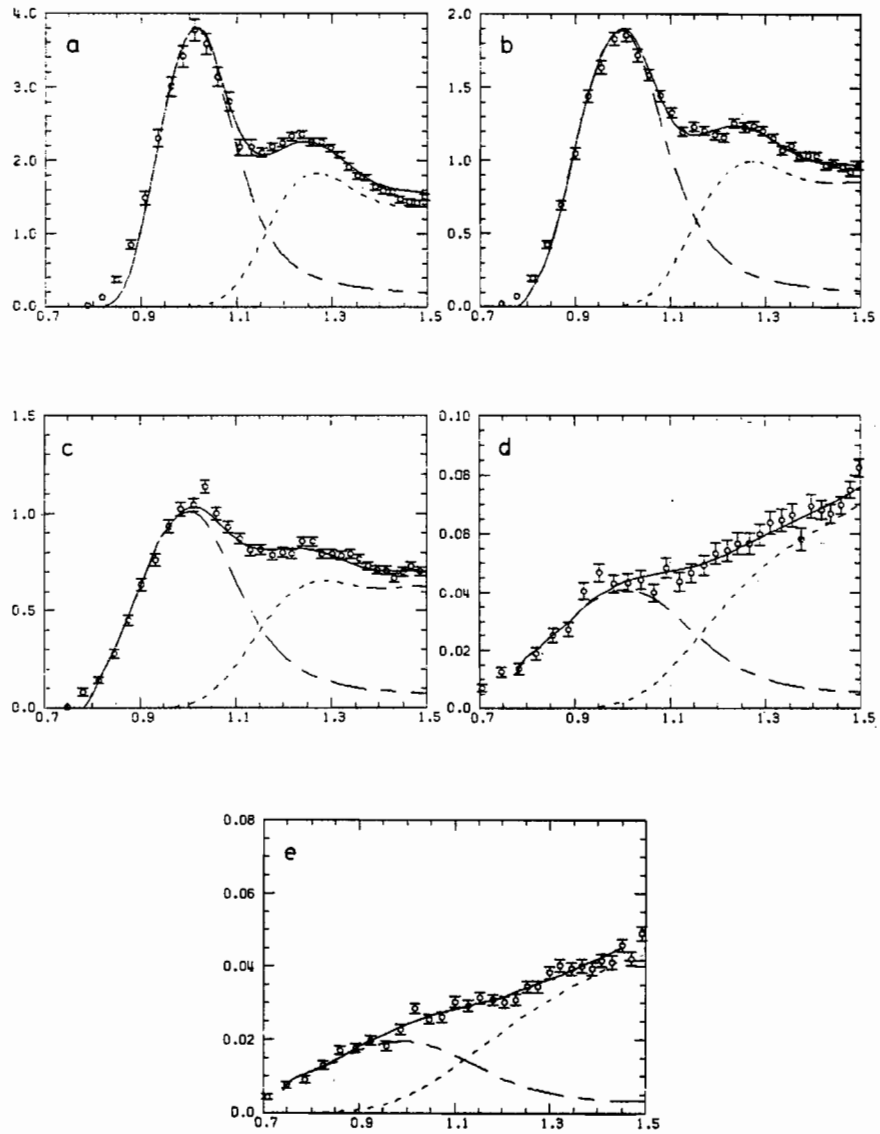


Abb. 92 Vergleich der berechneten Wirkungsquerschnitte mit den experimentellen Spektren aufgetragen gegen die invariante Masse W .

— — — quasielastisch

----- inelastisch

———— gesamtter Wirkungsquerschnitt

a ^{12}C 2.68 GeV 13°

b 3.08 GeV 13°

c 3.50 GeV 13°

d 3.08 GeV 22°

e 3.40 GeV 22°

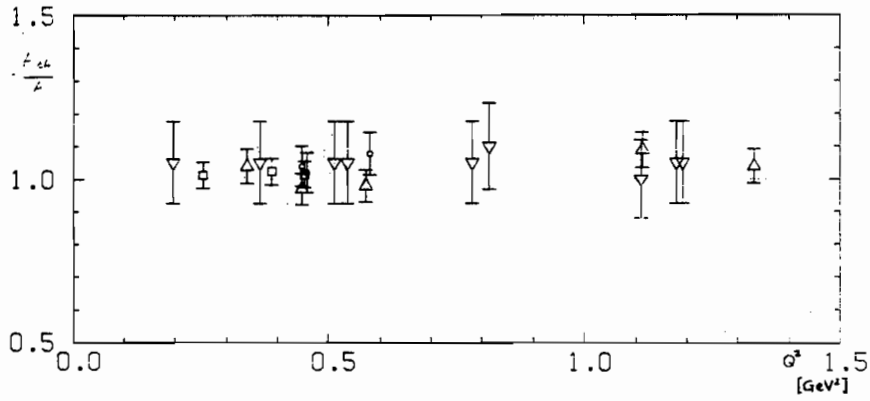


Abb. 93 A_{eff}/A für quasifreie Resonanzproduktion in Kohlenstoff in Abhängigkeit von Q^2 .

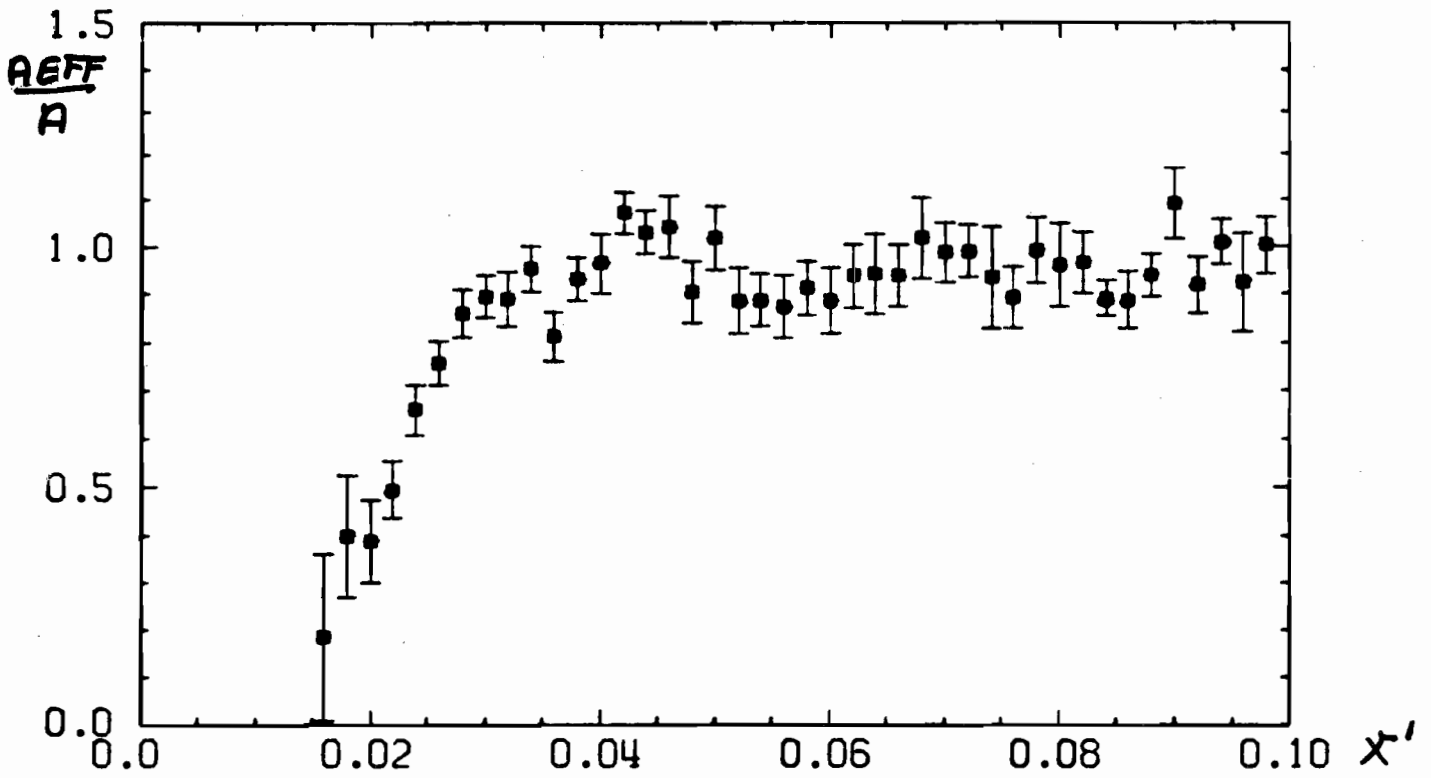


Abb. 94 A_{eff}/A Werte für ²⁸Si gegen Skalenvariable x' .

Theoretische Physik

Die theoretische Aufarbeitung und die experimentelle Bestätigung der Eichtheorien der starken und elektroschwachen Wechselwirkung, d.h. von Quantenchromodynamik (QCD) und Glashow-Salam-Weinberg-Theorie, standen 1979 im Brennpunkt des wissenschaftlichen Interesses auf dem Gebiet der Elementarteilchenphysik. Bei besonderer Beachtung der für diese Fragestellung relevanten PETRA-Experimente bestimmte dies weitgehend die Arbeit der Gruppe T.

Die umfangreichen Rechnungen zur Gluonbremsstrahlung im Rahmen der störungstheoretischen QCD begleiteten theoretisch die Experimente zum Nachweis von gluonischen Effekten bei PETRA, einem der wesentlichen Bestätigungen der QCD. Diese Untersuchungen betreffen die Verbreiterung von Quark-Jets durch weiche Gluonbremsstrahlung, deren Asymmetrie in den $q\bar{q}$ -Jets der e^+e^- -Vernichtung (43), Verteilungsfunktionen von 3-Jet-Ereignissen (43, 58), der Einfluß von 4-Jet-Ereignissen (6,10), das Auftreten von harter Gluon-Bremsstrahlung in 2 Photonreaktionen (33), inelastischer Leptonstreuung (41), bei der Leptonproduktion von schweren Quarks (35) und Hadron-Hadron-Streuung (24, 27, 28). Eine quantitative Analyse der e^+e^- -Messungen von PETRA erlaubt eine Bestimmung der gluonischen Kopplungskonstante α_s (12). Neben diesen neueren Tests der störungstheoretischen QCD wurden die klassischen Anwendungen (38, 39) auf die Abweichungen von der Skaleninvarianz der Strukturfunktionen fortgeführt. Ein Ziel ist dabei der experimentelle Nachweis der typischen Gluon-Gluon-Wechselwirkung einer nicht-abelschen Eichtheorie (34, 36, 37).

Die mögliche Produktion von Hadronen, welche neue schwere Quarks enthalten, durch e^+e^- -Vernichtung, führte zu einem starken Interesse an einer theoretischen Vorhersage von deren Zerfallseigenschaften (1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11). Diese ergeben einerseits Signaturen für den Nachweis der Produktion dieser neuartigen Mesonen; andererseits verwischt eine Beimischung schwerer Quarks die QCD-Jetstruktur der leichten Quarks. So liefert erst eine gleichzeitige Behandlung beider Komponenten einen quantitativen QCD-Test (12). Auf weite Sicht ist die genaue Analyse der Zerfälle der b- und des noch nicht gefundenen t-Quarks entscheidend für die Erweiterung der GSW-Theorie auf dieses schwere Quark-Paar.

Ein altes Arbeitsgebiet der Gruppe T bildet die Untersuchung von Bindungszuständen schwerer Quarks und Antiquarks, sogenannter Quarkonia (17, 18, 52).

Im Zusammenhang mit der QCD ist deren hypothetischer 3-Gluonzerfall von Bedeutung, würde dieser doch grundlegende Eigenschaften der Gluonen, wie Spin, Farbe etc. beweisen (21, 43).

Die nichtstörungstheoretische Behandlung der QCD mit dem Ziel der Erklärung des Quarkconfinements befindet sich trotz beachtlicher Fortschritte noch in einer rein theoretischen Phase. Wichtige Beiträge der Gruppe Theorie beziehen sich: (a) Auf die vollständige Behandlung der Instanton-Beiträge im Rahmen der semiklassischen Approximation, sowohl für zweidimensionale (29, 32, 53), als auch vierdimensionale Modelle (30, 47, 49). (b) In der Stringapproximation der QCD wurde gezeigt, daß Wilsons confinement Kriterium sich aus dem asymptotischen Verhalten der Lösungen der Stringgleichungen ergibt (31). Daneben wurden phänomenologische Anwendungen der Stringapproximation getestet (61). (c) Zum Studium der Renormalisierungseigenschaften von Feldtheorien in Gitterapproximation wurde das Verhalten der Φ_4^4 -Theorie auf dem Gitter untersucht und mit numerischen Rechnungen verglichen.

Dieser kurzer Überblick charakterisiert nur eine Auswahl der Untersuchungen der Gruppe T. Eine vollständigere Auskunft geben die im anschließenden Literaturverzeichnis aufgeführten Arbeiten.

Zum Schluß soll betont werden, daß das umfangreiche Arbeitsprogramm nur mit Hilfe der Zusammenarbeit mit den Kollegen des II. Instituts für Theoretische Physik der Universität Hamburg und mit zahlreichen auswärtigen Kollegen, die sich zeitweise als Gäste bei DESY aufhielten, durchgeführt werden konnte. Im Jahre 1979 waren folgende auswärtige Kollegen an den aufgeführten Veröffentlichungen beteiligt:

E Abdalla (Hamburg), J. Bartels (Hamburg), B. Berg (Hamburg), I. I. Y. Bigi (CERN, Genf), A. Casher (Tel Aviv), A. D'Adda (Turin), P. DiVecchia (CERN, Genf), G. Eichmann (Hamburg), M. Glück (Mainz), J. F. Gunion (Davis, USA), G. Hartmann (Hamburg), P. Hoyer (NORDITA, Kopenhagen), K. Kajantie (Helsinki), G. Köpp (Aachen), K. Koller (München), G. Kramer (Hamburg), M. Kuroda (Bielefeld), G. Lazarides (Hamburg), G. Mack (Hamburg), A. N. Mitra (Delhi), G. Münster (Hamburg), C. A. Nelson (State Univ. New York), S. Ono (Aachen), P. Osland (NORDITA, Kopenhagen), V. B. Petkova (Hamburg), E. Pietarinen (zeitw. Karlsruhe), Z. Rek (Warschau), C. Rumpf (Hamburg), H. G. Sander (Aachen), G. Schierholz (Hamburg), D. H. Schiller (Siegen), F. Steiner (Hamburg), K. H. Streng (Aachen), H. Suura (Minneapolis), P. Weisz (Berlin, Hamburg), J. Willrodt (Hamburg), T. C. Yang (Univ. of Massachusetts), P. M. Zerwas (Aachen).

Experimente mit Synchrotronstrahlung

Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB

Synchrotronstrahlung

An DESY und DORIS wird Synchrotronstrahlung (elektromagnetische Strahlung, die bei der Beschleunigung und Speicherung von Elektronen und Positronen abgestrahlt wird) für die Untersuchung der elektronischen und geometrischen Struktur der Materie und für angewandte Forschung im Bereich der weichen und harten Röntgenstrahlung genutzt. Neben den laufenden Experimenten mit dieser Strahlung wurde im Jahre 1978 mit dem Aufbau für ein stark erweitertes Labor an DORIS begonnen, das zusammen mit den notwendigen Hilfseinrichtungen eine wesentlich umfangreichere und bessere Nutzung der Synchrotronstrahlung erlauben soll und 1980 in Betrieb gehen wird.

Im März 1979 wurde das 1974 in Betrieb genommene Labor unmittelbar nach einer letzten Meßperiode geschlossen und mußte dem Neubau der etwa zehn mal größeren Experimentierhalle weichen. Ein Teil der Experimente konnte an ausländischen Labors und an einem von dem Europäischen Labor für Molekularbiologie freundlicherweise zur Verfügung gestellten Meßplatz provisorisch weitergeführt werden. Dort konnten auch eine Reihe von Projekten britischer Gastwissenschaftler, die auf die Fertigstellung ihrer eigenen Synchrotronstrahlungsquelle in Daresbury warten, mit Unterstützung von EMBL, Meßzeit wahrnehmen.

Viele Arbeitsgruppen beschäftigten sich jedoch 1979 intensiv mit der Auswertung und Interpretation ihrer Daten, wovon die große Zahl von mehr als 100 DESY SR-Berichten und externen Publikationen zeugt. Die HASYLAB Gruppe mit starker Unterstützung vor allem durch die Universität Hamburg befaßte sich hauptsächlich mit der Planung und Durchführung der beiden großen Bauvorhaben (Experimentierhalle und Labor- und Bürogebäude, Abb. 95) und mit der Erstellung der Strahlführung und der Hilfseinrichtung für das Labor. Das Richtfest der Gebäude wurde am 15. November gefeiert (s. Abb. 96) und zum Jahresende waren diese unter Dach. Damit konnte der ursprüngliche Zeitplan bis auf geringfügige Verzögerungen eingehalten werden.

Das jährliche Benutzertreffen fand am 30. November 1979 mit mehr als 100 Teilnehmern aus allen Teilen Deutschlands und dem Ausland statt. Es diente vor allem der Vorbereitung der Experimente in dem neuen Labor und der Koordinierung der Aufbauarbeiten für die Meßplätze. Daran sind mehr als 30 Institute von Universitäten und Forschungslabors aus dem In- und Ausland beteiligt.

Enge Beziehungen bestehen, wie bereits oben erwähnt, auch zu dem Europäischen Labor für Molekularbiologie, EMBL, das am DORIS ein eigenes Labor betreibt und in Zukunft den Schwerpunkt seiner Aktivität ebenfalls in die neue Experimentierhalle verlegen wird. Dadurch wird eine effektivere gemeinsame Nutzung der Strahlzeit ermöglicht werden. Außerdem bestehen gute Verbindungen zur Fraunhofergesellschaft, die in einem 1979 in Betrieb genommenen Labor am DORIS gemeinsam mit der Industrie Kopierverfahren für Mikrostrukturen entwickelt. Die Berliner Speicherring GmbH für Synchrotronstrahlung BESSY wurde beim Aufbau ihrer Instrumentierung durch Bereitstellung von know how, von Plänen und durch gemeinsame Beratungen unterstützt.

Mehrere Mitarbeiter von HASYLAB arbeiteten im Rahmen der European Science Foundation ESF (Strasbourg) an der 1979 fertiggestellten Studie für einen Europäischen Speicherring für Synchrotronstrahlung (ESRF) mit und erhielten bei dieser Gelegenheit wertvolle Anregungen für den Aufbau des Labors. Mehrere Wissenschaftlicher konnten Experimente in den USA am Speicherring in Cornell und am Synchrotron Radiation Center (Univ. Madison) durchführen.

Die gesamte Forschungstätigkeit, die im Rahmen von HASYLAB zusammengefaßt wird, ist inzwischen so umfangreich und vielfältig geworden, daß es unmöglich ist, sie in homogener Form darzustellen. Es wurden deshalb zum ersten Mal die einzelnen Arbeitsgruppen aufgefordert, in kurzen Beiträgen über ihre Projekte zu berichten. Sie sind praktisch unverändert,

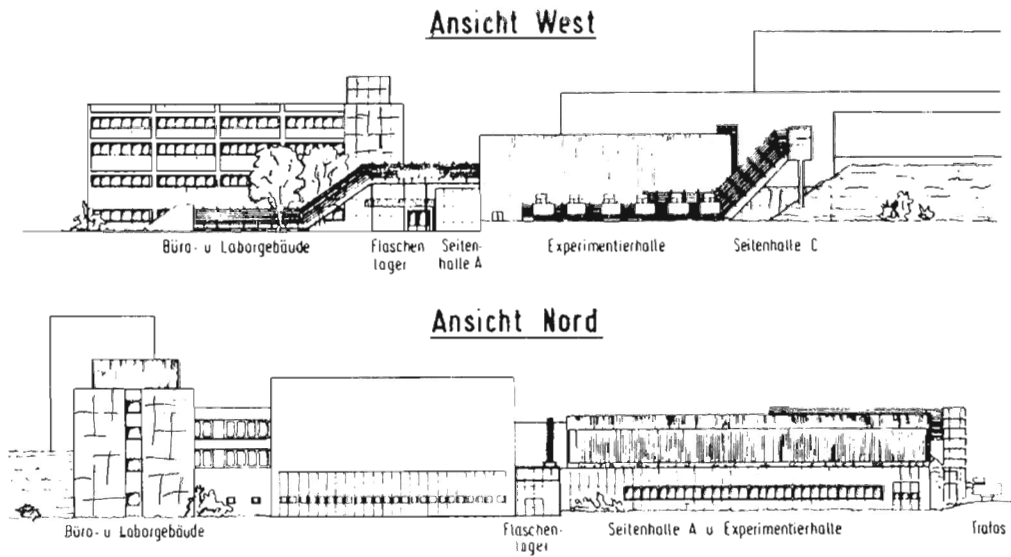


Abb. 95



Abb. 96

nach Sachgebieten geordnet, in einem getrennt erhältlichen Bericht zusammengestellt. Diese Beiträge geben nicht nur Auskunft über die wissenschaftlichen Resultate abgeschlossener Projekte, sondern auch über zukünftige Vorhaben und apparative Entwicklungen. (Bitte anfordern!)

1. Neue Gebäude

Die Experimentierhalle entsteht am Nordwestbogen des Speicherrings DORIS. In Abb. 97 ist die Lage des neuen Labors wiedergegeben. In Zukunft soll ein erheblicher Teil der Strahlung, die in diesem Bogen entsteht, Experimenten zur Verfügung gestellt werden.

Die umfangreichen Verlegungsmaßnahmen im Bereich der Halle wurden termingerecht abgeschlossen. Mit Ende der 8-wöchigen Betriebspause von DORIS Mitte Oktober 1979 wurden die Betonarbeiten am Ring planmäßig zu Ende geführt. Eine Verstärkung der Tunnelwand und -decke durch 50 cm Schwerbeton und ein zusätzlicher Bleiabschirmgürtel an der Ringinnenwand waren aus Strahlenschutzgründen notwendig, da sich die Experimentierhalle unmittelbar an den DORIS Tunnel anschließt und ihn teilweise sogar überspannt. Die Stahlbauarbeiten zur Aufstellung der Haupthalle wurden planmäßig Ende Oktober begonnen. Der Rohbau der Halle war mit Jahresende im wesentlichen abgeschlossen. Die Halle wird Ende März 1980 bezugsfertig sein.

Beim Labor- und Bürogebäude, das in unmittelbarer Nachbarschaft zur Experimentierhalle entsteht, hat sich gegenüber dem ursprünglichen Terminplan eine Verzögerung von etwa 8 Wochen ergeben. Die Rohbauarbeiten waren bei Jahresende zur Decke des dritten Obergeschosses abgeschlossen. Das Gebäude soll im Juni 1980 bezugsfertig sein.

Das Büro- und Laborgebäude wird neben den Arbeitsräumen für die Mitarbeiter und Gäste folgende Labors zur Vorbereitung der Experimente enthalten:

Rechnerraum, Elektronikwerkstatt, Optikmeßraum mit Mikroskopen und Densitometer, Röntgenlabor I und II mit Röntgengenerator, Zubehör und Universal Laue-Kamera, Kristalllabor mit Kristallsäge und Zubehör, Dunkelkammern, Aufdampflabor, Clean room mit staubfreien Arbeitsplätzen, mehrere Labors zur Vorbereitung der Experimente.

2. Strahlführung

Eine Übersicht über die Strahlführung und die Meßplätze in der neuen Experimentierhalle in der ersten Ausbaustufe wurde im Jahresbericht 1978 wiedergegeben. Diese Ausbaustufe soll unmittelbar nach der Errichtung der Experimentierhalle verwirklicht werden. Um die Ausnutzung sehr breiter Strahlungsfächer zu ermöglichen, werden dazu alle Magnete im Quadranten 1 mit neuen Auslaßkammern versehen. Dafür und für die Strahlführung im Ringtunnel wurden Konstruktions-, Fertigungs- und Beschaffungsvorhaben in großem Umfang abgewickelt.

Für die insgesamt 25 Meßplätze der ersten Ausbaustufe, die gleichzeitig mit Strahlung versorgt werden können, wurde die Strahlführung in der Halle mit vielen Detailfragen geplant, die Ende 1979 noch nicht alle gelöst waren.

Mit der Aufstellung der Experimente am Fächer 2, die bereits früher im alten Labor betrieben worden waren, ist ab Ende Februar zu rechnen. Terminbestimmend für die Strahlführung im Tunnelbereich sind die Lieferfristen der einzelnen Komponenten. Zur Zeit ist der Aufbau im April 80 vorgesehen. Danach sollen sukzessive die neuen Strahlen in der Halle aufgebaut und etwa ab Sommer 1980 in Betrieb genommen werden. Bei der gegenwärtigen Personalsituation ist in dieser Phase die Mitarbeit der Benutzer notwendig.

3. Strahlteilerspiegel für Strahlen im weichen Röntgengebiet

Das Strahlführungssystem wird in seiner Konzeption her gleichzeitiges, unabhängiges Messen an allen angeschlossenen Experimenten ermöglichen. In der Experimentierhalle werden die 15 neuen Strahlrohre aus 3 Magneten weiter unterteilt, um alle Meßplätze mit Strahlung ver-

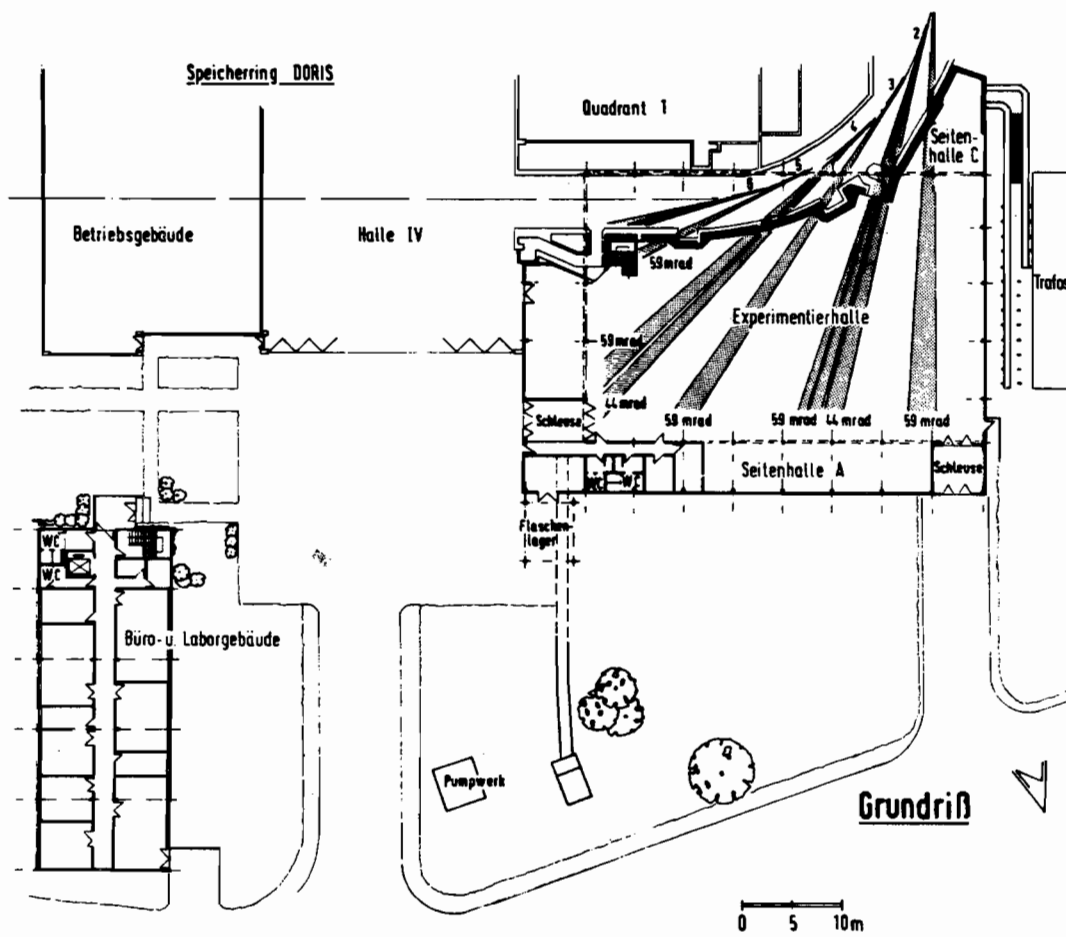


Abb. 97 Grundriß der neuen Experimentierhalle und des Labor- und Bürogebäudes

sorgen zu können. Die weitere Unterteilung der einzelnen Strahlen erfolgt in Spiegelkammern mit Hilfe von planen oder zylindrischen Spiegeln aus OFHC-Kupfer. Die Spiegelkammern mit hochpräzisen Justierelementen werden in modularer Bauweise aufgebaut. Da sie teilweise im Interlockgebiet stehen werden, sind Fernbedienungen notwendig. Wassergekühlte Absorberklappen schützen die strahlteilenden Spiegel vor Bestrahlung, wenn ausschließlich der nicht abgelenkte Röntgenstrahl benötigt wird. Die nachfolgenden Aluminium- oder Glasspiegel bilden i.a. die Quelle auf den Eintrittsspalt eines Monochromators ab. Um das Bild auf dem Spalt möglichst klein zu machen, müssen sphärische Aberrationen durch elliptische Oberflächenkonturen der Spiegel unterdrückt werden. Die neuen VUV-Strahlführungen akzeptieren horizontal zwischen 5 mrad und 50 mrad und vertikal zur Beschleunigerebene bis zu 3 mrad. Je nach Ablenkwinkel können die abgelenkten Strahlen für Experimente im Energiebereich von 20 – 500 eV oder im Bereich von 5 – 60 eV benutzt werden. Die Konstruktion der Spiegelkammern war Ende 1979 zur Hälfte abgeschlossen, die Spiegel sind bestellt.

Die meisten der abgelenkten Strahlen führen wegen vertikaler Spiegelungen zu Experimenten, die sich auf Experimentierbühnen etwa 3 m über dem Hallenboden befinden. Der Vorteil dieser Anordnung ist die größtmögliche räumliche Entkopplung der einzelnen Experimente unter Ausnutzung der gesamten Hallenhöhe. Diese Bühnen sind zweiteilig aufgebaut: sie bestehen jeweils aus einer stabilen, schwingungssteifen Stahlkonstruktion, auf der die optischen Komponenten der Monochromatoren und der eigentliche experimentelle Aufbau ruhen und aus einer übergreifenden Bedienungsbühne mit abnehmbaren Bodenblechen. Die Konstruktion und Erstellung der Experimentierbühnen in der Halle sind an eine Stahlbau-firma vergeben. Die Bühne wird bis Ende Februar 1980 montiert sein.

4. Strahlführung für Röntgenexperimente

Die Strahlrohre zur Nutzung der Synchrotron-Röntgenstrahlung werden für den Energiebereich oberhalb ca. 4 KeV durch ein standartisiertes Beryllium Doppelfenster gegenüber dem Atmosphärendruck abgeschlossen (UHV – 0.4 mm Be – He-Atmosphäre – 0.4 mm Be – Luft). Der Zustand des inneren Berylliumfensters wird auf der UHV-Seite permanent mit einem Massenspektrometer auf He-Lecks überwacht und kann bei durch die Bestrahlung auftretenden Undichtigkeiten ausgewechselt werden. Ebenso wird der Zustand des äußeren Be-Fensters routinemäßig kontrolliert. Um eine Korrosion des äußeren Be-Fensters (z.B. durch das auftretende Ozon) zu vermeiden, wird es einseitig mit einer dünnen Aluminiumschicht bedampft. Die lichte Weite der Fenster für den Strahldurchgang beträgt ca. 6 cm. Dieses Konzept war Ende 1979 fertig entwickelt.

5. Strahlungsüberwachung in der Experimentierhalle

Zur Überwachung des Strahlungspegels außerhalb der Interlockgebiete sind, analog zu den bisherigen Labors, drei Systeme vorgesehen:

Ein System von Detektoren zur Messung der hochenergetischen Strahlung, die durch Verluste des Elektronenstrahls bei der Injektion in den DORIS-Ring entsteht und die Abschirm-mauer durchdringt.

Eine Reihe von Nachweisgeräten für niederenergetische Strahlung, insbesondere von Synchrotronstrahlung bis herab zu 10 keV. Diese Geräte sind in der Lage, bei Überschreiten einer Dosisleistungsschwelle ein Signal abzugeben, das für Alarmmeldungen und Schließung des Strahlverschlusses zum DORIS-Ring verwendet werden kann.

Zur Überwachung der Dosis an diversen Stellen des Labors, insbesondere an Stellen großer Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Personen, werden integrierende Festkörperdosimeter verwendet, die nach einem bestimmten Zeitraum (wöchentlich oder monatlich) ausgewertet werden.

Jeweils die Strahlrohre und Experimente, die ihre Strahlung aus einem gemeinsamen Auslaßflansch aus dem Speicherring erhalten, sind durch ein „Vakuuminterlock“ miteinander verknüpft. Die Aufgabe des Interlocks ist der Schutz des Speicherrings vor Lufteinbrüchen, der Schutz der Experimente untereinander vor gegenseitiger Belüftung, der Schutz der im Strahlrohrsystem eingebauten Ventile vor unnötigen Betätigungen (UHV-Ventile haben eine sehr begrenzte Lebensdauer) und die übersichtliche Darstellung und einfache Bedienung des Vakuumsystems für den Benutzer.

6. Vakuuminterlock

Dieses System ist modular aufgebaut. Ende des Jahres waren Prototypen der einzelnen Komponenten fertig. Die Planung und der Aufbau dieses Systems lag weitgehend in den Händen der Technischen Entwicklungs- und Betriebsgruppe des II. Instituts für Experimentalphysik, Universität Hamburg.

Die Erfahrungen beim Experimentieren mit der Synchrotronstrahlung von DORIS haben gezeigt, daß die Quellpunkte (genauer die Quellstrecken) der Strahlungsfächer sowohl in der Höhe als auch in der Synchrotronstrahlungsebene um mehrere Millimeter vom theoretischen Sollort abweichen können. Außerdem kann die Richtung der Strahlungskeule gegen die Synchrotronstrahlungsebene geneigt sein, was besonders in großer Entfernung vom Quellpunkt zu erheblichen Abweichungen von der Sollhöhe führt. Um den DORIS-Operateuren zu ermöglichen, diese Abweichungen zu minimalisieren, muß die Lage der Quellstrecken und die Neigung präzise gemessen und an den Speicherring-Kontrollraum übermittelt werden. Die danach verbleibenden Abweichungen von der Sollstrahlhöhe sollen den Experimentatoren als Justierhilfe zur Verfügung gestellt werden. Für diese Zwecke sind mehrere, voneinander unabhängige Strahlbeobachtungssysteme geplant:

7. Strahlbeobachtungssysteme

a) Mit optischen Strahlagemonitoren sollen die vertikalen und horizontalen Abweichungen des Elektronenstrahls vom Sollort mit einer Genauigkeit von einigen 1/10 mm, sowie die Elektronenstrahlquerschnitte (Quell-Größe) in den Tangentialpunkten bestimmt werden.

b) Die thermoelektrischen Strahlagemonitore benutzen Hochtemperaturthermoelemente (bis 2.300° C verwendbar), mit denen das Synchrotronstrahlungsprofil vertikal abgetastet, automatisch das Maximum gesucht und als gemessene Strahlhöhe ausgewertet wird.

c) Die Emissionsstrahlagemonitore nutzen die durch die Synchrotronstrahlung bewirkte Photoemission (und bei höheren Temperaturen zusätzlich Glühemission) von dünnen, vertikal gespannten Wolframdrähten aus, um aus dem Verhältnis der Ströme in den beiden Zuleitungen die Strahlhöhe mit Hilfe von Divisionsverstärkern zu bestimmen.

Ende des Jahres war das Konzept für die Monitore a) und b) entwickelt, am Typ c) wurden noch Tests vorbereitet. Die Einbaustellen für die Monitore konnten festgelegt werden.

Es ist geplant, an den einzelnen Experimentierplätzen eine Reihe von Videosignalen anzubieten, die auf einem Monitor den aktuellen Zustand der Maschine, der Strahlage, der Beamshutter, Ventile, Druckschwellen etc. anzeigen.

8. Informationssystem

Auf diese Weise sollen alle Komponenten, die die Verfügbarkeit des Strahls beeinflussen, auf einen Blick sichtbar gemacht werden. Zusätzlich können aktuelle Mitteilungen eingeblendet werden. Die einzelnen Bilder sollen am jeweiligen Monitor anwählbar sein. Das Konzept des Systems wurde zusammen mit der DESY Gruppe F58 entwickelt und die Realisierung vorbereitet.

Ausgehend von den Erfahrungen mit dem bisherigen Datennahmesystem wurde in Absprache mit zukünftigen Nutzern und in Zusammenarbeit mit der Rechnergruppe und der Gruppe für Digitale Datenerfassung bei DESY ein Konzept für das neue Daten-Auswerte- und Sammel-System (DASSY) entwickelt:

9. Datenauswertung, Rechnerkonzepte

Als Zentralrechner ist eine vollausgebaute PDP 11/34 mit 256 KB Memory-Kapazität bereits geliefert. Der Rechner erhält eine Online-Verbindung zum DESY-Großrechenzentrum, so daß bei Bedarf auf die höhere Geschwindigkeit und Plattenkapazität dort zurückgegriffen werden kann. Über diesen Weg soll auch das Abspeichern von Daten auf IBM-Magnetbänder erfolgen. Der Zentralrechner läuft unter einem Multi-Tasking/Multi-User Real-Time Betriebssystem. Die peripheren Experimenterechner und Auswertestationen werden über einen intelligenten Multiplexer angeschlossen, der die zentrale CPU von Trivialaufgaben im Dialog-Verkehr entlastet. Der Anschluß der Experimente soll über Camac erfolgen.

Die Experimenterechner laufen unter einem selbständigen Real-Time Betriebssystem (wahlweise „Single User“ oder „Foreground/Background“), so daß jeder dieser Rechner auch völlig autonom arbeiten kann. Die gewählte Kommunikationssoftware zwischen Zentral- und Experimenterechner gestattet es jedoch auch, vom Kleinrechner aus im Zentralrechner zu programmieren und auszuwerten.

Das gesamte System soll in Absprache mit den Nutzern schrittweise verwirklicht werden. Die meisten Kleinrechner sind durch HASYLAB bzw. die Nutzer bereits bestellt, an der Software wird gearbeitet.

An der Vorbereitung von Experimenten für das Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB sind folgende Institute beteiligt:

Rhein-Westf. TH Aachen, Institut für Kristallographie, Priv.-Doz. Dr. H. Arnold, Priv.-Doz. Dr. H. Klapper

Freie Universität Berlin, Prof. Dr. H. Bradaczek, Prof. Dr. H. Baumgärtel, Prof. Dr. W. Plieth, Dr. H.-W. Jochims

Physikalisch Technische Bundesanstalt (PTB), Prof. Dr. B. Wende, Dr. D. Stuck, Dr. E. Tegeler

Fritz-Haber-Institut der Max-Planck-Gesellschaft Berlin, Prof. Dr. G. Hildebrandt, Dr. J. D. Stephenson

Universität Bonn, Mineralogisch-Petrologisches Institut, Lehrstuhl für Mineralogie und Kristallographie, Prof. Dr. G. Will

Deutsches Elektronen-Synchrotron DESY, Hamburger Synchrotronstrahlungslabor HASYLAB, Dr. E. E. Koch, Dr. G. Materlik, Dr. U. Hahn, Dr. W. Graeff, Dr. V. Saile, Dr. R. Zietz

Universität Dortmund, Lehrstuhl für Experimentalphysik I, Prof. Dr. U. Bonse, Dr. P. Spieker

European Molecular Laboratory EMBL, Außenstelle Hamburg, Prof. H. Stuhmann, Dr. J. Bordas, Dr. M. Koch, Dr. J. C. Phillips

Universität Frankfurt, Institut für physikalische Chemie, Prof. Dr. H.-U. Chun

Universität Freiburg, Fakultät für Physik, Prof. Dr. W. Mehlhorn, Dr. V. Schmidt

Universität Göttingen, Mineralogisch-Kristallographisches Institut, Prof. D. V. Kupcik

MPI für biophysikalische Chemie Göttingen, Abteilung Molekulare Biologie, Dr. T. Jovin

Universität Göttingen, Universitäts-Sternwarte, Prof. Dr. G. Schmahl, Dr. D. Rudolf, Dr. S. Niemann

Universität Hamburg, II. Institut für Experimentalphysik, Prof. Dr. E. Gerdau, Prof. Dr. C. Kunz, Prof. Dr. B. Sonntag, Prof. Dr. G. Zimmerer, Dr. R. Bruhn, Dr. P. Gürtler

Universität Hamburg, Institut für Anorganische und Angewandte Chemie, Prof. Dr. H. G. Zachmann, Dr. A. Knöchel

Universität Heidelberg, Pathologisches Institut, Prof. Dr. Th. Nemetschek

Technische Universität Helsinki, Prof. Dr. T. Tuomi

Universität Kaiserslautern, Fachbereich Physik, Prof. Dr. H. Schmoranzler

Universität Kiel, Institut für Experimentalphysik, Prof. Dr. R. Haensel, Prof. Dr. H. Hotop, Prof. Dr. M. Skibowski, Dr. P. Rabe, Dr. N. Schwentner

Universität Kiel, Mineralogisch-Petrographisches Institut, Prof. Dr. H. Küppers

University of Copenhagen, Dr. J. Staun Olsen

Technical University of Denmark Lyngby, Dr. L. Gerward

Universität München, Sektion Physik, Prof. Dr. W. Steinmann, Prof. Dr. G. Wiech, Prof. J. Prisl

Technische Universität München, Institut für physikalische und theoretische Chemie, Prof. Dr. E. W. Schlag

Technische Universität München, Physik Department, Prof. Dr. R. L. Mößbauer, Dr. F. Parak, Prof. Dr. D. Menzel

Gesamthochschule Paderborn, Fachbereich 6 – Experimentalphysik, Prof. Dr. W. B. Holzappel, Dr. W. May

Universität Regensburg, Fachbereich Physik, Prof. Dr. M. Creuzburg

Weizmann Institute of Science Rehovot/Israel, Dr. I. Pecht

Risø National Laboratory, Dept. of Physics and University of Copenhagen, Prof. Dr. B. Buras, Dr. J. Als Nielsen

Universität des Saarlandes, Fachrichtung 17.5 – Kristallographie, Prof. Dr. K. Fischer

University of Stockholm, Department of Medical Biophysics Karolinska Institutet, Dr. R. Rigler

Max-Planck-Institut für Festkörperforschung, Stuttgart, Prof. Dr. M. Cardona, Prof. Dr. H. Schulz, Dr. L. Ley, Dr. R. L. Johnson

Universität Tübingen, Institut für Angewandte Physik, Dr. W. Brünger

Gesamthochschule Wuppertal, Fachbereich 9 – Physikalische Chemie, Dr. D. Haaks

Verzeichnis der Beiträge der Arbeitsgruppen

ATOM- und MOLEKÜLPHYSIK

Gebunden-frei-Emission und Dissoziation von selektiv angeregten Schwingungszuständen des B-Zustands von H_2
(H. Schmoranzner und R. Zietz)

Hochaufgelöste Absorptionsspektroskopie an Kohlenmonoxid im Vakuum-Ultraviolett
(J.-H. Fock, P. Gürtler und E. E. Koch)

Hochaufgelöste Absorptionsmessungen an N_2 und CO in fester und matrixisolierter Phase im Vakuum-Ultraviolett-Bereich
(P. Gürtler und E. E. Koch)

Fragmentation kleiner Moleküle
(H. Baumgärtel, M. Kratzat, H. Oertel und H. Schenk)

Photoionisation chemisch instabiler Verbindungen
(H.-W. Jochims)

Einfach- und Doppelionisation von Metall-Atomen durch Photonen im Energiebereich von 15 bis 40 eV
(H. Hotop, B. Lewandowski und M.-W. Ruf)

Photoemission an Metaldämpfen – Aufbau eines Toroidgittermonochromators
(R. Bruhn, H. Schröder, B. Sonntag und K.-G. Wagner)

Aufbau einer Apparatur zur Messung von Winkelverteilungen von Photo- und Augerelektronen
(H. Derenbach, Ch. Franke und V. Schmidt)

Bildung und strahlender Zerfall von $KrCl^+$ und $ArCl^+$ in der Gasphase
(B. Jordan, G. Zimmerer, M. C. Castex, J. LeCalvé und D. Haaks)

Entwurf und Konstruktion einer UHV-Kammer mit Monochromator hoher Akzeptanz für Lumineszenz Experimente
(P. Gürtler, B. Jordan, E. Roick und G. Zimmerer)

Relaxationsprozesse in angeregten Zuständen von matrixisolierten Molekülen untersucht mit zeitaufgelöster Lumineszenzspektroskopie
(W. Böhmer, E. Boursey, R. Haensel, N. Schwentner und H. Wilcke)

Aufbau und Konstruktion eines schnellen mechanischen Choppers zur Modulation der Synchrotronstrahlung am DORIS Speicherring
(D. Haaks)

FESTKÖRPER- und OBERFLÄCHENPHYSIK

Exzitonen und Oberflächenanregungen in Isolatoren und Halbleitern
(M. Skibowski, G. Sprüssel und V. Saile)

Zwei-Photonen-Photoemission aus festem Kr
(V. Saile, D. Rieger, W. Steinmann und T. Wegehaupt)

Untersuchung bei Si-Al Grenzfläche durch verschiedene elektronenspektroskopische Methoden

(K. L. I. Kobayashi, F. Gerken, J. Barth und C. Kunz)

Einfluß der Interschalenwechselwirkung auf die Photoemissionsspektren der Übergangsmetalle Cr, Ni und Ag, Au und Gd

(J. Barth, F. Gerken, K. L. I. Kobayashi, C. Kunz und B. Sonntag)

Zur Linienbreite von 4f Zuständen in Yb Metall

(S. F. Alvarado, M. Campagna und W. Gudat)

Mehrelektroneneffekte in der Photoemission von 3d-Metallen und 3d-Metall-Phthalocyaninen

(M. Iwan und E. E. Koch)

Winkelabhängige Photoelektronenspektroskopie an organischen Molekülkristallen und Adsorbaten – Aufbau eines Meßplatzes für winkelaufgelöste Photoemission

(R. Engelhardt, C. A. Feldmann, M. Iwan, M. Ramm, E. E. Koch und V. Saile)

VUV-Photoelektronenspektroskopie an Cu-Einkristallen

(R. Courths, S. Hufner und H. Schulz)

Ein neuer Photoemissionsplatz für Halbleiteruntersuchungen

(L. Ley, R. L. Johnson und M. Cardona)

Röntgenemissionsspektren von Gläsern

(N. Kosuch und G. Wiech)

Messung der Anomalie der Dispersion an der K-Kante des Selens mit dem neuen Röntgeninterferometer an DORIS

(U. Bonse, P. Spieker, J. T. Hein und G. Materlik)

Compton Scattering with Monochromated Synchrotron Radiation

(R. S. Holt, M. J. Cooper und K. R. Lea)

STRUKTURUNTERSUCHUNGEN

A High Resolution X-ray Study of a Second-order Phase Transition in the Liquid Crystal $\overline{8S5}$

(J. Als-Nielsen and F. Christensen)

Untersuchungen der EXAFS an Festkörpern

(R. Haensel, W. Malzfeldt, P. Rabe, G. Tolkieln und A. Werner)

EXAFS-Messungen an elektronenbestrahlten Aluminium-Legierungen

(W. Weber und H. Peisl)

An EXAFS Study of Lithium Germanate Glasses

(A. D. Cox and P. W. McMillan)

EXAFS Studies of Supported Catalysts

(R. W. Joyner)

Topographische Untersuchung der Bewegung magnetischer Domänenwände in polykristallinen Proben aus (100) Fe-3 % Si

(J. D. Stephenson, T. Tuomi, M. Tilli und V. Kelhä)

Synchrotron X-radiation Studies of Magnetic Materials

(B. K. Tanner, G. F. Clark, D. Money, J. R. S. Nicholson and Y. Chikaura)

Application of synchrotron x-ray topography to the study of laser-annealed ion-implanted semiconductors

(V. V. Makarov, T. Tuomi, K. Naukkarinen, M. Luomajärvi and M. Riihonen)

Size distribution and perfection of small crystallites

(I. T. Steinberger, U. Asaf, W. Graeff and Z. H. Kalman)

Messung der Röntgenkleinwinkelstreuung während der isothermen Kristallisation von nicht-orientiertem Polyethylenterephthalat mit Hilfe der Synchrotronstrahlung

(G. Elsner, M. J. H. Koch, J. Bordas und H. G. Zachmann)

Untersuchung der Kristallisationskinetik von verrecktem Polyisobutylene mit Hilfe von Synchrotronstrahlung

(M. J. H. Koch, J. Bordas, E. Schöla und H. Ch. Broecker)

NEUE METHODEN UND ANGEWANDTE FORSCHUNG

Mössbauereffekt mit Synchrotronstrahlung als Quelle

(E. Gerdau, M. Mueller, R. Rüffer, H. Winkler, M. Harsdorff und P. Lilienkamp)

Kernresonanzfluoreszenz mit Synchrotronstrahlung

(C. Hermes, R. L. Mößbauer, F. Parak und H. Stuhmann)

Energy-dispersive x-ray scattering using synchrotron radiation

(B. Buras, J. Staun Olsen und L. Gerward)

Triple-Axis Spectrometer for X-ray Diffraction

(J. Als-Nielsen, F. Christensen and B. Buras)

Energiedispersive Röntgenbeugung an Seltenen Erden unter Druck

(W. May und W. B. Holzapfel)

Aufbau des Meßplatzes „Zweiachsendiffraktometer“

(U. Bonse und K. Fischer)

Vierkreisdiffraktometer mit durchstimmbarer Wellenlänge

(V. Kupcik und I. Valena)

Untersuchung von Phasenumwandlungen und modulierten Strukturen mit Synchrotronstrahlung

(H. Arnold und K. Kosten)

Röntgenfluoreszenzanalyse mit Synchrotronstrahlung als Anregungsquelle

(W. L. Dorn, A. Knöchel, W. Petersen und G. Tolkiehn)

Mikroskopie mit weicher Röntgenstrahlung

(R.-P. Haelbich, W. Staehr und C. Kunz)

Zeitaufgelöste Fluorimetrie (in Vorbereitung)

(G. Striker, T. M. Jovin, I. Pecht und R. Rigler)

Entwicklung von Standards der spektralen Strahldichte im VUV-Spektralbereich

(M. Kühne, D. Stuck und E. Tegeler)

EMBL, EUROPÄISCHES LABORATORIUM FÜR MOLEKULARBIOLOGIE

Die für die Molekularbiologie attraktiven Merkmale der Synchrotronstrahlung sind:

1. die scharfe Bündelung des Strahls wie bei einem Laser,
2. das kontinuierliche Spektrum, das bei üblichen Betriebsbedingungen von DORIS bis zur „harten“ Röntgenstrahlung reicht,
3. die Zeitstruktur, d.h. die Strahlung ist eine Folge von Blitzen von 10^{-10} Sekunden Dauer und wählbarem Abstand von 10^{-6} bis etwa 10^{-9} Sekunden.

Die Leuchtdichte der Synchrotronstrahlung ist sehr hoch und übersteigt bei weitem die der herkömmlichen Röntgengeräte.

Aus den physikalischen Eigenschaften der Synchrotronstrahlung und der derzeitigen Problemlage der molekularen Biophysik haben sich folgende Forschungsrichtungen entwickelt:

Methoden oder Anwendung	Vorteil
– Proteinkristallographie (Enzyme, Viren)	Erhöhung der Strukturauflösung: (1) Anomale Dispersion, (2) Tiefenuntersuchungen (1)
– Röntgenstreuung an wenig oder nicht geordneten Strukturen (Lösungen, Bindegewebe)	Zeitaufgelöste Röntgenstreuung, (1) Anomale Dispersion (2)
– Hochauflösende Röntgenspektroskopie	(2)
– Kernstreuung (Mößbauer-Effekt)	(2) (3)

Die Gewinnfaktoren der Synchrotronstrahlung gegenüber der Strahlung bester Drehknoten-Röntgengeneratoren liegt bei 100 bis 1000 für Experimente der Kategorie (1) und bei 100 000 bis 1 000 000 für Experimente der Kategorie (2).

Ausgewählte Beispiele –

Das hervorstechendste Merkmal der mit Synchrotronstrahlung gewonnenen Röntgenbeugungsbilder an kristallisierten Proteinen oder Viren ist ihre Schärfe und die damit verbundene Erhöhung der auswertbaren Röntgenbeugungsreflexe. Mit zunehmender Größe des kristallisierenden Makromoleküls nimmt die Zahl der in einem gegebenen Raumwinkel beobachtbaren Beugungsreflexe zu. Bei sehr großen Strukturen, wie den Viren, stößt man an die Grenze des Auflösungsvermögens klassischer Meßvorrichtungen. Synchrotronstrahlung trennt benachbarte Reflexe außerordentlich scharf, wie an der Röntgenaufnahme (Abb. 98) an einem Einkristall des Tabaknekrose-Satellitvirus zu sehen ist, (L. Liljas, B. Strandberg, Univ. Uppsala; K. S. Bartels, H. D. Bartunik, EMBL-Hamburg).

*Protein-
kristallographie*

Die Rotationsaufnahme wurde mit Hilfe von Synchrotronstrahlung an DORIS gemacht (Wellenlänge 1.0 Å; Bragg-Auflösung 1.8 Å; Rotationswinkel 0.5° ; Belichtungszeit 12 Minuten).

Dieser pflanzenpathogene Virus besitzt ein Molekulargewicht von 2 Millionen Dalton. Er vermehrt sich in der Tabakpflanze nur in Gegenwart eines zweiten Virus, des Tabaknekrosevirus.

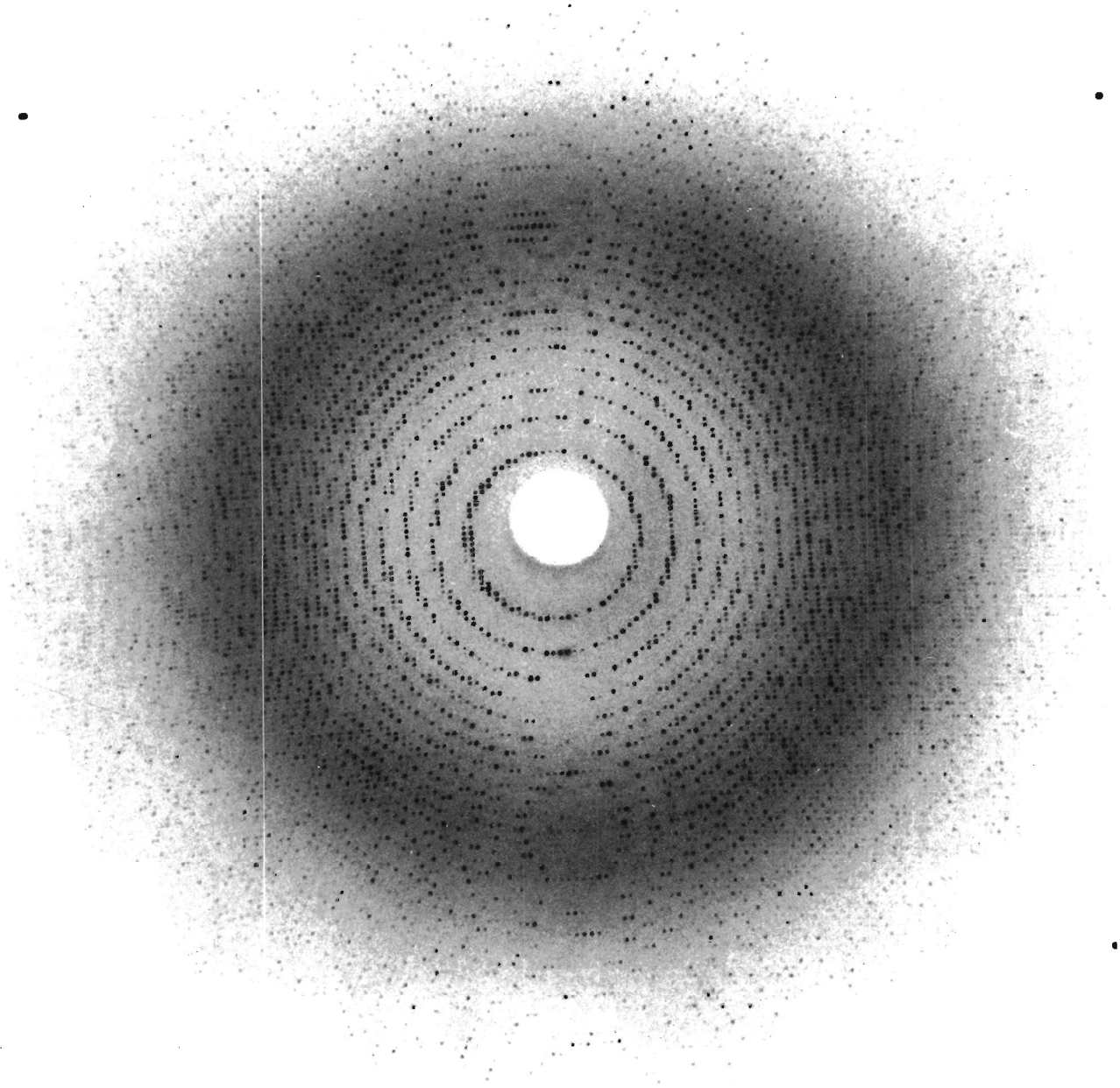


Abb. 98

Die hohe Intensität und Kollimation der Synchrotronstrahlung ermöglicht es, Röntgenstrukturdaten bis zu atomarer Auflösung (1.8 \AA) zu messen, um daraus ein sehr detailliertes Bild der inneren Struktur des Virusmoleküls und seiner biologischen Funktion zu gewinnen.

Die sehr hohe Intensität der Synchrotronstrahlung führt zu einer drastischen Verkürzung der Aufnahmezeiten für ein Röntgenbeugungsbild. Unter Einbeziehung der Möglichkeiten der Bilderfassung über elektronische Hilfsmittel (ortsauflösende Zähler mit schneller Signalverarbeitung und Abspeicherung im Rechner) ist die Belichtungsdauer auf eine Millisekunde beschränkt worden.

*Zeitaufgelöste
Röntgenbeugung am
Froschmuskel*

Als Beispiel sei die Kontraktion des Froschmuskels genannt. Die dicken Filamente dieses Muskels sind hexagonal gepackt und in trigonalen Lagen von den dünnen Filamenten durchsetzt.

Die schraubenförmige Anordnung der Querbrücken der Myosinfilamente führt zu einem informationsreichen Röntgenbeugungsbild, wie es in Abb. 99 zu sehen ist.

Welches sind nun die molekularen Änderungen, die das Gleiten der dünnen und dicken Filamente gegeneinander bewirken? Angesprochen ist hierbei die Funktion der Querbrücken.

Die Abb. 100 zeigt eine typische Änderung der Streuintensitätsverteilung während des durch einen elektrischen Reiz verursachten Schrumpfvorgangs des Muskels. Das Intensitätsprofil entlang der durch Pfeile in Abb. 99 markierten Strecke ist in Abständen von 10 Millisekunden aufgenommen worden. Zur Erhöhung der Genauigkeit ist die Anregung des Muskels einige hundert mal wiederholt worden und die Einzelbilder sind überlagert worden. Die Untersuchung eines Muskelpräparats kann bis auf einige Stunden ausgedehnt werden, bevor der Muskel seine natürlichen Funktionen verliert. (H. E. Huxley, A. Farugi, MRC Cambridge; J. Bordas, M. Koch, EMBL-Hamburg – Nature, März 1980)

(Abb. 99 und 100 erscheinen demnächst in J. of Physics E)

Anfärbetechniken spielen nicht nur in der Mikrokopie, sondern auch bei Streuexperimenten eine große Rolle. Besonders attraktiv ist das „chamäleonartige“ Verhalten der Atome in der Nähe ihrer durch elektronische Übergänge bedingten Absorptionskanten.

*Anomale Dispersion
bei ungeordneten
Strukturen
(Lösungen)*

Als Beispiel sei Ferritin, ein eisenspeicherndes Protein, genannt. Seine Struktur ist bekannt und daher für erste Versuche ein geeignetes Testobjekt. Ein Proteinkäfig von 120 \AA Durchmesser schließt einen mineralischen Eisenoxidhydratkern von etwa 3000 bis 4000 FeOOH Molekülen ein. Ferritin hat also eine sehr ungleichmäßige Elektronendichte, die im Kern recht hoch und in der Proteinhülle viel niedriger ist, aber dennoch die des Wassers übersteigt.

Es ist grundsätzlich möglich, die Elektronendichte des Lösungsmittels der des Kerns oder der Hülle anzupassen und somit für den Streuvorgang unwirksam zu machen. Hierfür ist das Zusatz von Caesiumchlorid zur Ferritinlösung geeignet.

Bei der bekannten L_{III} Absorptionskante des Caesiums bei einer Wellenlänge von 2.47 \AA ist das Streuverhalten durch einen scheinbaren Elektronenverlust des Caesiums zu beschreiben, d.h. die beim Streuprozeß wirksame Elektronendichte der Caesiumchloridlösung ist geringer. Dies hat zur Folge, daß die Überschusselektronendichte des gelösten Ferritins sich qualitativ ändert. Insbesondere nimmt die Überschusselektronendichte des Proteins im Vergleich zum Kern stärker zu. Die diesem Effekt zuzuordnende Beobachtungsgröße ist die Halbwertsbreite der Kleinwinkelstreuung des Ferritins. Aus der Halbwertsbreite des zentralen Peaks ist auch der Trägheitsradius des Ferritins leicht zu berechnen.

In der Abb. 101 ist sowohl der scheinbare Trägheitsradius des Ferritins als auch die Absorption des Cs in dem sehr engen Wellenlängenintervall von 1 % gegeben. Absorption und Trägheitsradius sind nicht ganz zufällig über die Kramers-Kronig-Beziehung verbunden (H. Stuhmann, Acta Cryst. im Druck).

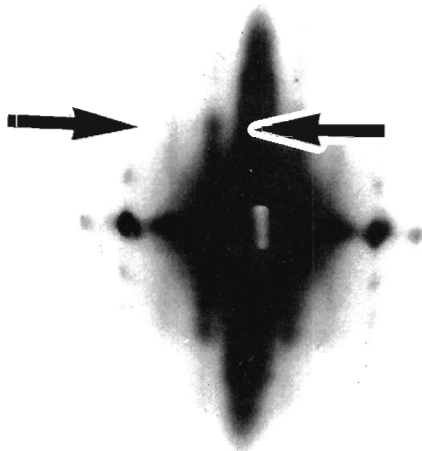


Abb. 99

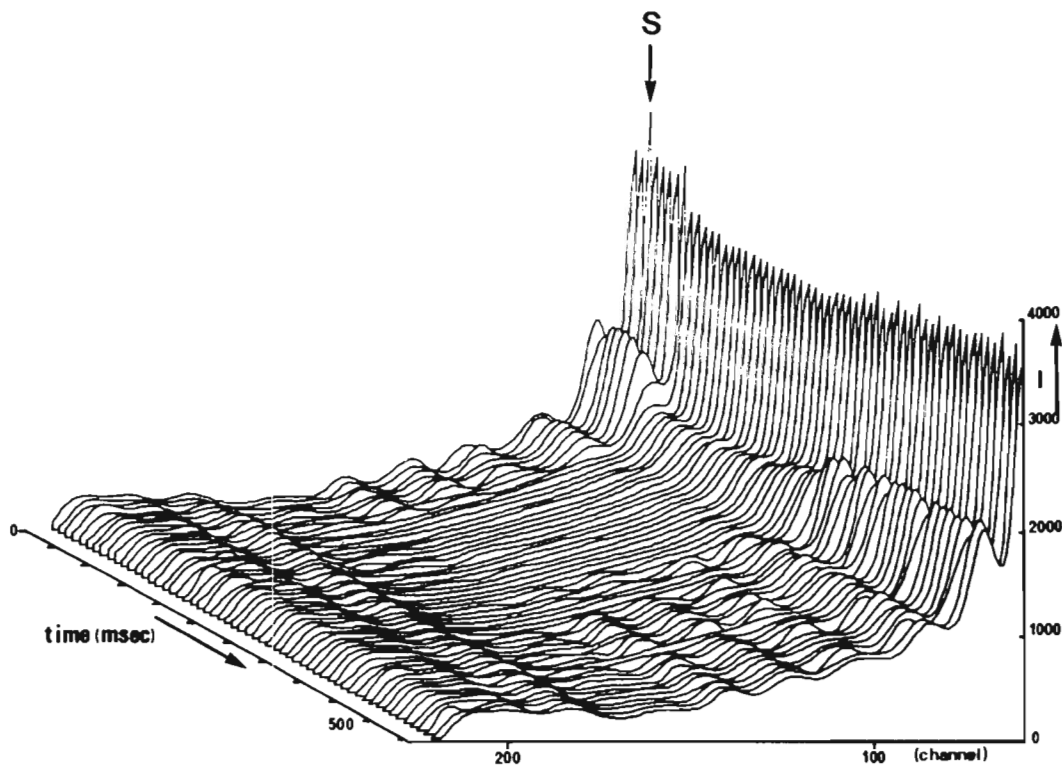


Abb. 100

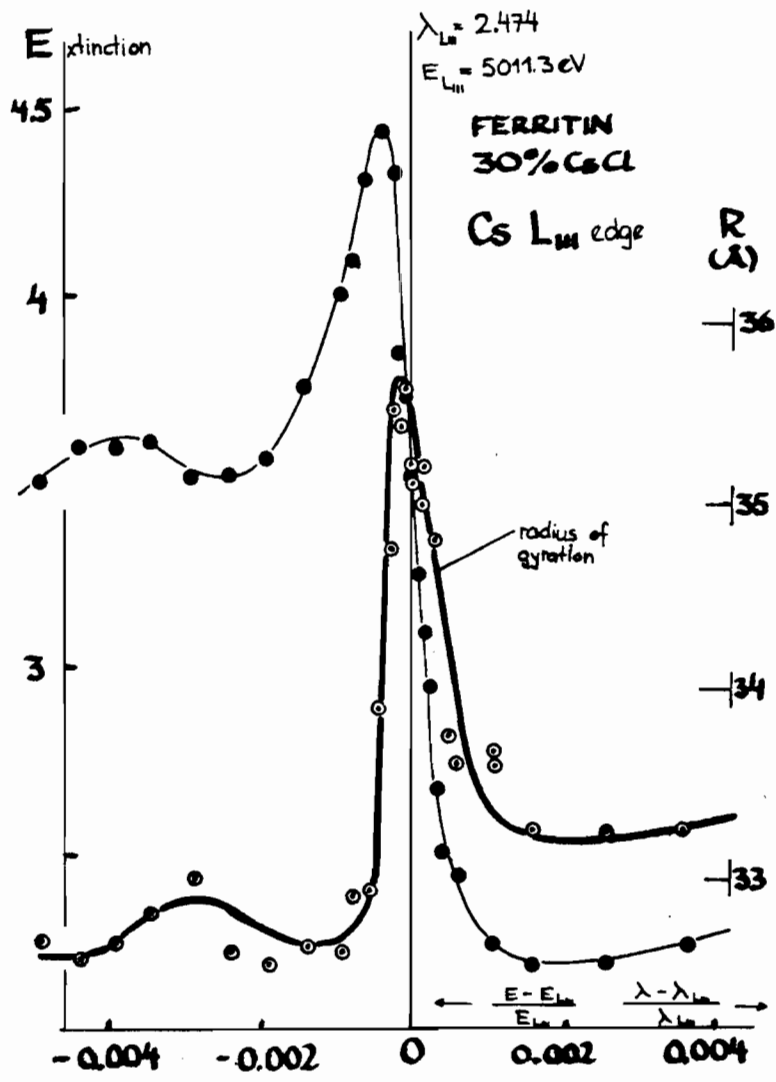


Abb. 101

Datenverarbeitung in der Medizin

Die Zusammenarbeit mit dem Universitätskrankenhaus Hamburg-Eppendorf auf dem Gebiet der medizinischen Datenverarbeitung wurde auch im Jahre 1979 erfolgreich fortgesetzt. Die gemeinsame Arbeitsgruppe verfolgte weiterhin das Konzept, anhand konkreter medizinischer Probleme Lösungskonzepte zu entwickeln. Hierfür war – wie bisher – das know-how und die Infrastruktur DESY's für die Durchführung größerer DV-Projekte von entscheidender Bedeutung.

Computer-Angiographie

Das Kernprojekt bildete weiterhin die Computer-Angiographie, eine von der DESY-UKE-Arbeitsgruppe entwickelte Methode zur Analyse und Darstellung der Durchblutung von Organen. Dazu werden aus Röntgenbildserien neuartige Bilder – Funktionsbilder – erzeugt, die nicht wie üblich die Strahlungsabsorption, sondern errechnete, die Blutdynamik beschreibende Funktionsparameter als Grauton oder besser als Farbton darstellen. Diese Methode wurde nunmehr mit Erfolg auf andere Organe wie Lunge und Hirn erweitert. Zur Feststellung der Genauigkeit der Methode wurden ausgedehnte Modellmessungen unternommen. Erste Versuche, die Methode auch zur Quantifizierung der Funktion von Herzklappen und Ventrikeln heranzuziehen, zeigten ermutigende Ergebnisse.

Das Bildverarbeitungssystem CA-1

Die genannten Untersuchungen werden auf dem Bildverarbeitungssystem CA-1 ausgeführt. Dieses wurde um zwei speziell entwickelte Konsolen erweitert, die dem Radiologen eine einfache interaktive Arbeit mit dem System erlauben. Die Software wurde um ein Dokumentationssystem erweitert, das die Patientendaten sowie die Verarbeitungsdichte der Bilder registriert. Der im Vorjahr entworfene Bildsequenzspeicher (9 Mbytes) wurde fertiggestellt. Er wird in Kürze in Echtzeitaufnahme und -wiedergabe bis zu 128 digitalen Röntgenbildern erlauben und die Algorithmen der Computer-Angiographie um eine Größenordnung verschnellern.

Programmiersprachen für die Bildverarbeitung

Die von uns entwickelte Bildverarbeitungssprache PROF1-11, mit der beim System CA-1 fast ausschließlich gearbeitet wird, wurde um Kontrollstrukturen erweitert. Die in einem früheren Projekt entwickelte Sprache XDL wird nun auch außerhalb unserer Projekte, z.B. an der Medizinischen Hochschule Hannover, benutzt.

Medizinische Datenbank

Das von uns in den Vorjahren entwickelte Datenbanksystem für medizinische Anwendungen wurde anhand eines Jahrgangs anonymisierter Patienten- und Labordaten aus dem Universitätskrankenhaus Eppendorf getestet. Das System zeichnet sich durch eine komfortable Datenbanksprache und ein benutzerfreundliches Terminal-Interface aus. Eine Besonderheit des Systems ist es, daß für jeden Benutzer mehrere Tasks generiert werden (Abb. 102). Dadurch ist es z.B. möglich, daß – während noch Ergebnisse untersucht werden – das System schon parallel weitere Ergebnisse sucht und puffert. Als Basis für die Speicherung der Daten und die Verwaltung und Zugriffspfade wurde das kommerzielle Datenbanksystem ADABAS verwendet. Die ersten Erfahrungen zeigen, daß das Ziel nahezu erreicht ist, dem Nichtexperten ein Instrument an die Hand zu geben, mit dem er ohne wesentliche Einschränkungen große und kompliziert strukturierte Datenmengen verwalten und analysieren kann.

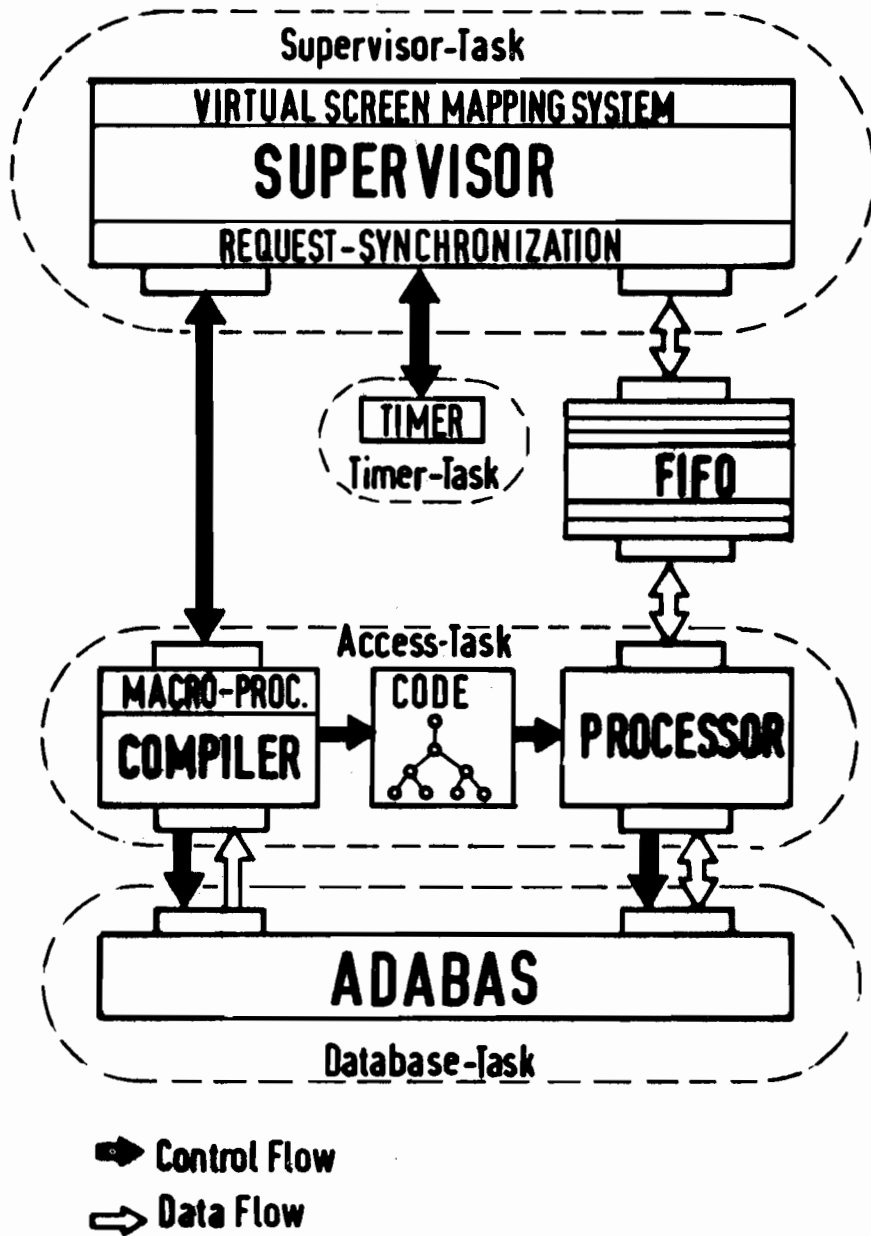


Abb. 102

Technische Entwicklungen und Service

Digitale Datenerfassung (F58)

Ausbau des PADAC-Systems

Ein ganze Reihe von weiteren Prozeßrechnern der Typen NORD-10, NORD-100, PDP-8, PDP-11 wurden mit dem von F58 entwickelten Interfacesystem PADAC ausgerüstet. Zur Zeit sind etwa 40 Crates installiert.

Das PADAC-System wurde durch die Entwicklung einer Reihe neuer Interfacemoduln erweitert. Unter den nun zusätzlich zur Verfügung stehenden Einschüben befinden sich u.a. ein Speichererweiterungsmodul (192 kByte) sowie eine microprozessorgesteuerte Floppy-Disc-Kontrolleinheit.

Die Entwicklung des PADAC-Microcomputers unter Verwendung des Microprozessors TMS9900 wurde abgeschlossen; dieser Microcomputer steht nun in größeren Stückzahlen zur Verfügung. Ein Basis-Betriebssystem für ihn befindet sich im Test.

Ausbau des On-Line-Systems

Das hauptsächlich zum Anschluß der PETRA-Experimente an das zentrale Rechenzentrum neu entwickelte On-Line-System wurde wesentlich ausgebaut. Sämtliche benötigten Moduln stehen nun in der endgültigen Version in größeren Stückzahlen zur Verfügung. Das momentane Anschlußschema ist in Abb. 103 zu sehen.

Messungen haben gezeigt, daß die maximale Datenrate bei etwa 100 kByte/s liegt und im wesentlichen durch den IBM-Multiplexkanal bestimmt wird. Versuche für den Anschluß an einen Selektorkanal, was eine wesentliche Erhöhung der maximalen Datenrate ermöglichen würde, sind in Vorbereitung.

Schnelles „Packet-Switching-System“ (FPSS)

Für die Verbindung mehrerer Rechner (bzw. „intelligenter“ Steuergeräte) untereinander wurde ein packet-switching system entwickelt, das einen sehr hohen Daten-Durchsatz ermöglicht. Dies wurde erreicht durch die Verwendung einer hohen internen Übertragungsgeschwindigkeit (160 Mbit/s) sowie einer kurzen packet-„Vermittlungszeit“ (max. 3 μ s). Die maximale packet-Länge beträgt 4 kByte, die maximale Anzahl von Teilnehmern ist 121.

Die Erprobung der einzelnen Einheiten ist abgeschlossen; die endgültigen Versionen der Moduln befinden sich in der Produktion.

Erster Anwendungsfall für das FPSS wird die Zusammenschaltung der PETRA/PIA/DESY/LINAC-Kontrollrechner sein.

In Zusammenarbeit mit MKR wurde die notwendige Software geschrieben, die die Kommunikation zwischen verschiedenen Rechnern über das FPSS auf der Grundlage von logischen Verbindungen erlaubt.

Spezielle Elektronik (F51)

Verschiedene Entwicklungen:

Außer der Mitarbeit in der DASP 2 und ARGUS Kollaboration hat die Gruppe F51 an verschiedenen Projekten für andere Gruppen mitgewirkt:

1. Inbetriebnahme des Fernsehinformationssystems über den Zustand der Beschleuniger und der zentralen Rechenanlage: Für letztere war eine digitale Fernübertragung zu erstellen.

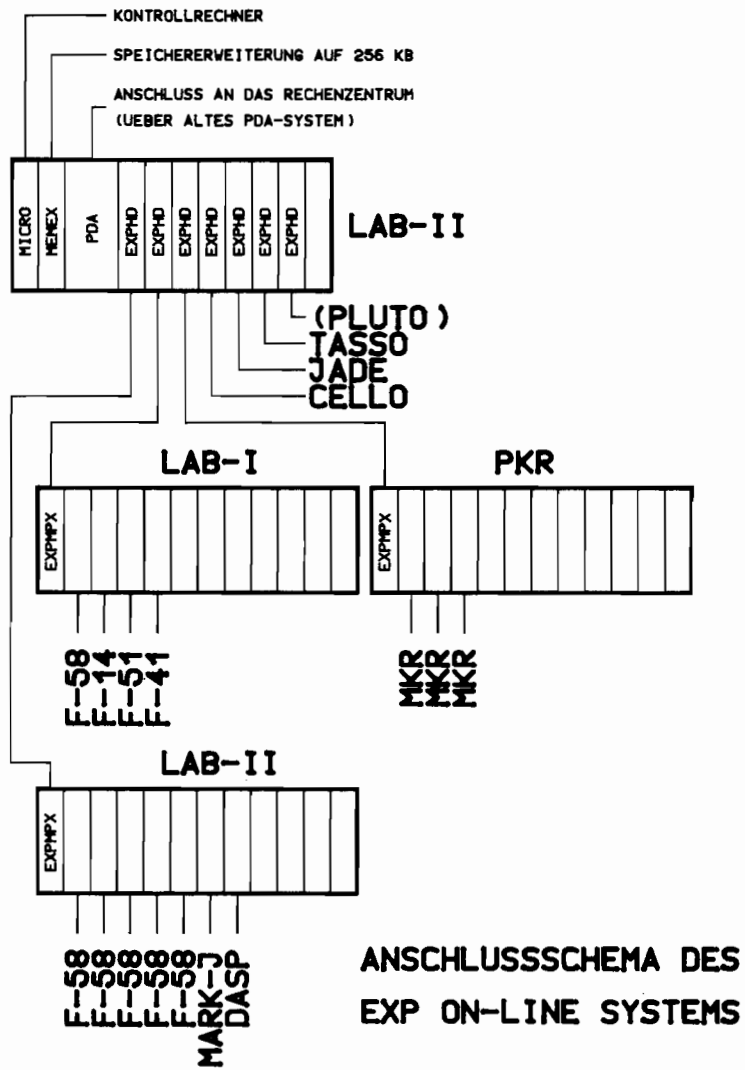


Abb. 103

2. Datenauswertung an der Polarisationsmeßeinrichtung PETRA: Hierfür ist unter Benutzung eines bei F51 entwickelten Mikroprozessors eine spezielle Meßeinrichtung zusammengestellt und nach Entwicklung der zugehörigen Programme in Gang gesetzt worden.

3. Anschluß der Ortsdosis-Meßanlage der Strahlenschutzgruppe an die Rechenanlage des Kontroll-Zentrums: Damit wurde die letzte geplante Stufe, die eine statistische Erfassung und Auswertung gestattet, abgeschlossen. Neu hinzu kamen Arbeiten zur Erweiterung der Anlage für HASYLAB.

4. Anpaß- und Änderungsarbeiten an den beim CELLO-Detektor verwendeten Mikroprozessoren der Type MIK 11.

Spezielle Elektronik (F56)

1. Der 1978 von F56 entwickelte TASSO-Preprozessor, der die Triggerbedienung in der R,ϕ -Ebene der Driftkammern prüft und, falls sie erfüllt ist, das Triggersignal erzeugt, wurde Anfang 1979 nach den Testerfahrten in Zusammenarbeit mit TASSO verbessert und in Betrieb genommen.

2. Der on-line Spurenerkennungsrechner MONIKA ist 1979 fertiggestellt und mit der Gruppe F12 ausgetestet worden.

3. Für die Liquid Argon Kammern des TASSO-Detektors wurden ladungsempfindliche Vorverstärker entwickelt, die in großen Stückzahlen von der Industrie gebaut und von F56 geprüft wurden. Die Ausgangssignale der Verstärker können linear addiert und zur Triggerentscheidung benutzt werden. Die gesamte Durchlaufzeit liegt unter $2\ \mu\text{s}$.

4. Für CELLO entwickelte F56 die Central Trigger Unit, die die Information des R,ϕ -Triggers, des R,z -Triggers und des Liquid Argon Triggers kombiniert.

5. Die Entwicklung des ARGUS-Triggers wurde begonnen. Drahtsignale aus 8 bis 12 Driftkammern werden auf Koinzidenz mit bis zu 2048 Masken geprüft. Eine Maske ist ein schmaler Schlauch von wenigen Grad Breite, in der eine oder mehrere Teilchenspuren enthalten sein können. Das Überprüfen einer Maske dauert 140 ns. Durch Sprungkriterien wird erreicht, daß die Spurensuche in etwa $50\ \mu\text{s}$ beendet ist. Die Masken sowie die Kriterien der Entscheidungslogik sind über CAMAC vom Rechner schreib- bzw. lesbar und können daher den experimentellen Bedingungen angepaßt werden.

Elektronik-Service (F54)

Eine lückenlose Betreuung der elektronischen Meßgeräte von deren Anschaffung bis zur Ausmusterung ist das Ziel der Gruppe – F54 – Elektronik-Service.

Geräteprüffeld

Das Geräteprüffeld unterstützt den Benutzer bei der Geräteauswahl. Nach den Spezifikationen des Anwenders wird aus dem reichhaltigen Geräteangebot der Industrie das geeignete Meßgerät ausgesucht. Zuverlässigkeit, Erfahrung und Typenreinheit sind bedeutende Auswahlkriterien. Eine technische Überprüfung der Gerätedaten geht den wichtigen Kaufentscheidungen voran.

Geräteservice

Fast alle Gerätereparaturen können dank der technischen Ausstattung der Gruppe und der Qualifikation der Mitarbeiter im eigenen Hause ausgeführt werden. Kurze Ausfallzeiten und die Berücksichtigung spezieller Kundenwünsche sind die wichtigsten Vorteile des hauseigenen Service. Mit über 1.200 Reparaturen ist wie im Vorjahr eine nahezu 100prozentige Auslastung der Gruppe erreicht. Bei vermehrten Geräteausfällen in einigen Stoßzeiten müssen Reparaturen an die Herstellerfirmen vergeben werden.

Gerätepool

Wegen der weitgehenden Standardisierung der Gerätetypen ist ein hohes Maß an Austauschbarkeit erreicht. So kann auch der Gerätepool mit einigen Standardtypen im Geräteverleih ein breites Anwenderfeld bedienen. Sei es wegen eines plötzlichen Gerätesausfalles oder wegen einer unvorhersehbaren Erweiterung einer Meßanordnung, Geräte vom Pool sind in den meisten Fällen sofort verfügbar.

Bibliothek und Dokumentation (L)

Bibliothek

Die beiden nachfolgenden Tabellen zeigen die zahlenmäßige Entwicklung der Bibliothek:

Bibliotheksbestand:

	Zugang	Löschungen	Bestand am 31.12.79
Monographien	455	11	9891
gebundene Zeitschriftenbände	679*)	—	9942
laufend gehaltene Zeitschriften	1	—	302
Berichte und Preprints	4483	2699**)	ca. 25400

*) Hierin sind 122 Bände für EMBL enthalten.

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

Bibliotheksbenutzung

Leserzahl	1457
Entleihvorgänge	700/Woche
Entleihvorgänge im auswärtigen Leihverkehr	147

Dokumentation

12534 Arbeiten aller Art (Preprints und Reports, Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Monographien) aus den Gebieten Elementarteilchen- bzw. Hochenergiephysik, Quantenfeldtheorie und Beschleunigertheorie wurden im Jahre 1979 dokumentarisch erfaßt, klassifiziert und mit Schlagwörtern versehen. Die so aufbereiteten Daten wurden auf Magnetbänder aufgenommen und fortlaufend kumuliert.

Die Tabelle zeigt die von der Dokumentation im Jahre 1979 erfaßten Schriften:

	experimentell	instrumentell	theoretisch	insgesamt
Reports und Preprints	782	608	3093	4483
andere Veröffentlichungen (Zeitschriften, Konferenzen, Bücher)	1408	1098	5545	8051
gesamt	2190	1706	8638	12534

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

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

Auch im Jahre 1979 erschienen etwa 10 % der aufgenommenen Artikel in russischer Sprache und wurden im Original erfaßt. Somit wurden sie etwa 10 Monate vor ihrem Erscheinen in englischer Übersetzung von der DESY-Dokumentation referiert.

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

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

b) als vierzehntägig herausgegebener SDI-Dienst (= Selective Dissemination of Information): Die 392 Teilnehmer (davon 97 Teilnehmer von DESY und der Universität Hamburg und 295 Teilnehmer von anderen deutschen und ausländischen Instituten) erhalten regelmäßig Maschinenausdrucke über neuerschienene Titel auf ihrem Forschungsgebiet.

c) als Retrieval-Ausdruck (Retrieval = einmalige retrospektive Literatursuche): Eine Datenbank von etwa 95 000 Publikationen steht dafür zur Verfügung, wobei veröffentlichte Preprints fortlaufend aus dem Datenbestand gelöscht werden. Insgesamt wurden im Berichtsjahr ca. 350 Retrievalanfragen erstellt.

d) als Magnetbanddienst:

Im Jahre 1979 wurden im Rahmen des wissenschaftlichen Austausches und der nationalen und internationalen Zusammenarbeit von DESY mit anderen Forschungsstätten 11 Institutionen regelmäßig mit den Datenbändern des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX beliefert bzw. mit der Belieferung begonnen. Diese Institute benutzen die DESY-Datenbänder in ihren eigenen Informationssystemen für Retrieval und SDI.

Institutionen, die den Magnetbanddienst der DESY-Dokumentation in Anspruch nehmen, verpflichten sich, die Datenbänder ausschließlich für Literaturinformationsdienste innerhalb ihrer Institute zu verwenden. Sie sind nicht berechtigt, die Datenbänder oder Kopien davon an Dritte weiterzugeben.

18 Arbeiten größeren Umfangs mit insgesamt 311 Schreibmaschinenseiten wurden aus dem Russischen bzw. Französischen ins Deutsche übersetzt. Ständig werden Titel, Zusammenfassungen, Inhaltsverzeichnisse sowie andere bibliographische Angaben der in russischer Sprache erscheinenden Arbeiten aus den wissenschaftlichen Zeitschriften, Reports, Konferenzen, Büchern ins Englische übersetzt.

Es wurden Druckaufträge für 124 DESY-Berichte, 75 Interne Berichte, sowie 62 Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften bearbeitet.

Zum ständigen Service von Bibliothek und Dokumentation gehörten auch 1979 die wöchentlichen Bibliotheksmitteilungen, die fortlaufend kumulierte Antipreprint-Liste (Liste der zur Veröffentlichung gelangten Preprints) sowie die vierzehntägig kumulierte Fassung des HIGH ENERGY PHYSICS INDEX.

Seit Mitte 1978 liegt die kumulierte Antipreprintliste auch auf Microfiches vor, die bei CERN unter Verwendung von DESY-Magnetbändern hergestellt werden. Die DESY-Antipreprintliste wird neben CERN auch an die Universitäten Aachen, Bielefeld, Bologna, Bonn, das Zentrum für Theoretische Physik in Marseille und das MPI für Physik in München geliefert.

Das Projekt „maschinenlesbare Erfassung des Buchbestandes der Bibliothek“ konnte auch im Jahre 1979 wegen Personalmangels nicht in Angriff genommen werden. Ziel des Projektes ist die maschinelle Erstellung der Bibliothekskataloge und die Möglichkeit für maschinelles Retrieval aus dem gesamten Buchbestand der DESY-Bibliothek.

Bereich Maschine

Bereich Maschine

INHALT

	Seite
Vorbemerkung	145
Speicherring PETRA	146
Speicherring PIA	151
Synchrotron	153
Speicherring DORIS	155
Aufbau der Experimente	157
Strahlenschutz	160

Vorbemerkung

Im Sommer 1978 war in dem neuen Elektronen-Positronen Großspeicherring PETRA der erste Strahl gespeichert worden. Am Jahresende hatten die Experimente zur Hochenergiephysik in dem neu erschlossenen Energiebereich begonnen. Im Jahre 1979 galt es, die Anlage zu voller Leistungsfähigkeit auszubauen und die Experimentierbedingungen stetig zu verbessern.

Das erste Ziel wurde durch den Einbau der restlichen vorgesehenen Hochfrequenzanlagen erreicht, wodurch der Energiebereich der Experimente von anfangs $2 \times 8,5$ GeV auf $2 \times 15,7$ GeV ausgedehnt werden konnte. Dem zweiten Ziel diente die Fertigstellung und Inbetriebnahme von PIA, dem Zwischenspeicherring für Positronen. Dadurch konnte die Injektionszeit von Positronen in PETRA erheblich verkürzt werden und der 5 GeV-Speicherring DORIS, der vorher als Zwischenspeicherring diente, wurde wieder frei für Hochenergiephysik.

*HF-Ausbau
in PETRA*

PIA

Intensive Maschinenstudien führten nicht nur zur Erhöhung der Luminosität in PETRA – 100 nb^{-1} pro Tag und pro Experiment wurden routinemäßig erreicht –, sondern auch zur Erklärung von Strahlverlusten bei Energieänderungen. Diese Verluste, die nach dem Einbau zusätzlicher HF-Beschleunigungsstrecken auftraten, wurden von Strahlresonanzen verursacht. Durch den Bau eines neuartigen Regelsystems gelang es, die Resonanzen und damit die Strahlverluste zu vermeiden.

*PETRA-Maschinen-
studien*

Am Speicherring DORIS wurde eine neue 1000 m^2 große Halle für Experimente mit der Synchrotronstrahlung angebaut.

HASYLAB

Speicherring PETRA

Übersicht

Zu Beginn des Jahres 79 war PETRA gerade aus der Eprobungsphase herausgewachsen und versorgte vier Experimente routinemäßig mit Luminosität bei Energien von $2 \times 8,5$ GeV, wobei nur 4 Hochfrequenzcavities aktiv in Betrieb waren. Im häufigen Wechsel wurden während des ganzen Jahres physikalische Daten gesammelt, die Experimenteanordnungen vervollständigt und die Maschine weiter ausgebaut. Ende Dezember wurde gerade das 60. Cavity im Ring installiert, um die Energie von 2×19 GeV erreichen zu können. Damit ist die erste Ausbaustufe von PETRA abgeschlossen.

Luminosität

Die Luminosität war in dieser frühen PETRA-Phase bereits erfreulich hoch. Bei 15 GeV wurden Spitzenwerte von $4 \cdot 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$ gemessen. Wichtiger als diese Spitzenwerte ist die über einen Tag summierte Luminosität. Hier konnten häufig 100 nb^{-1} pro Tag erzielt werden.

Trotzdem war das Hauptziel aller Maschinenstudien die weitere Erhöhung der Luminosität. Dabei stand die Untersuchung von drei Störeffekten im Vordergrund:

1. Die Begrenzung des maximal speicherbaren Stromes durch Instabilitäten.
2. Die Strahl-Strahlwechselwirkung, d.h. die Aufweitung eines Strahls bei Kollision mit einem anderen.
3. Die Strahlverluste beim Erhöhen der Energie von Einschußenergie auf Arbeitsenergie.

Und ein technisches Problem beschäftigte uns: Strahlungsschäden durch Synchrotronstrahlung.

Zunächst jedoch einige Sätze über Dinge, die so erfolgreich liefen, daß sie uns weniger stark beschäftigt haben.

Vakuum

Das Vakuum stellt, obwohl die Rohre nicht ausgeheizt und nicht geglimmt wurden, keine kritische Begrenzung der Strahllebensdauer dar. Bei allen Maschinenenergien ist die durch das Vakuum bedingte Lebensdauer größer als 5 Stunden.

Der Basisdruck ist kleiner als $2 \cdot 10^{-9}$ mbar und steigt mit wachsendem Strahlstrom um $1 \cdot 10^{-10}$ mbar/mA. Diese Werte wurden auch nach Belüftung des Vakuumsystems und anschließendem zweiwöchigen Betrieb mit Strahl erzielt. Dazu hat im wesentlichen eine neu entwickelte Belüftungstechnik beigetragen. Zur Belüftung des Vakuumsystems wird Stickstoff über eine Kühlfalle, die eine Reinheit von besser als 1 ppm garantiert, kontinuierlich eingelassen.

Injektion

Auch die Injektion wirft keine Probleme auf: Die Erzeugung und Beschleunigung intensiver Einzelbunche, bei den Positronen seit Juli 79 unter Zuhilfenahme von PIA, und ihre Injektion und Akkumulation in PETRA funktionieren einwandfrei³⁾.

Lagemessung

Die Strahlagen in PETRA können auf wenige 1/10 mm genau reproduzierbar gemessen werden. Durch Steuerspulen, deren Ströme der Rechner aufgrund der Lagemessung verstellt, kann die Strahlage auf weniger als 1 mm an die Sollage herangeführt werden.

Stromversorgung

Die 20 großen Stromversorgungsgeräte^{4), 5)} für die Hauptablenkmagnete, die Quadrupole und Sextupole und die etwa 250 Netzgeräte für die Korrekturspulen sind zusammen mit ihrer Ansteuerung sehr zuverlässig und bereiteten nur wenig Schwierigkeiten.

Kontrollsystem

Das Gleiche gilt für das Rechner- und Kontrollsystem, das auch zu keinen nennenswerten Ausfällen führte^{6, 7, 8)}.

Das Kontrollsystem wurde erheblich ausgebaut, u.a. durch den Kauf weiterer NORD 100 Rechner. Zum Ende des Jahres waren über 2000 Beschleunigerkomponenten mit dem zentralen Kontrollraum verbunden und von dort über die Rechnerkonsolen operierbar. Durch die Inbetriebnahme neuer Programme konnte die Reaktionszeit der Rechner teilweise drastisch verkürzt werden.

4 Bunches sind nur stabil, wenn ihre transversalen Schwingungen durch ein Rückkopplungssystem gedämpft werden. Auch dieses System verursachte keinerlei Schwierigkeiten^{9,10,11}).

Rückkopplung

Die ca. 500 Magnete von PETRA müssen mit hoher Genauigkeit am exakten Ort aufgestellt sein. Eine mehrmalige Vermessung²⁶) bestätigte die richtige Aufstellung, die nur in wenigen Fällen korrigiert werden mußte.

Vermessung

Strahlungsschäden durch Synchrotronstrahlung traten an den Kühlwasserschläuchen für Magnete und Vakuumkammern auf. Die ersten Schläuche platzten im Juli nach 2-wöchigem Betrieb oberhalb 15 GeV. Messungen des Strahlungspegels im Tunnel ergaben, daß die Strahlung aus den kurzen, nicht mit Blei abgeschirmten Verbindungsstücken zwischen Ablenkmagneten und Quadrupolen austrat. Die dort vorgesehene Abschirmung war bei der Montage von PETRA aus Zeitmangel noch nicht ausgeführt worden. Dies wurde in der August-Montagezeit nachgeholt und dadurch der Strahlungspegel im Ringtunnel um einen Faktor 100 abgesenkt.

Strahlungsschäden

Strahlungsschäden sind seither auch bei höheren Energien nicht mehr aufgetreten.

Die in PETRA speicherbaren Ströme sind bei der Injektionsenergie durch eine vertikale Instabilität begrenzt¹⁴). Dabei wird die maximale Stromstärke in einem einzelnen Bunch umso kleiner, je mehr Cavities im Ring eingebaut sind. Das stört nicht in dem Energiebereich, in dem der Raumladungseffekt nur kleinere Ströme zur Kollision zuläßt, als injizierbar sind, was zwischen 6 und 13 GeV der Fall ist (raumladungsbegrenztes Gebiet). Oberhalb 13 GeV könnten höhere Ströme benutzt, aber bei 7 GeV nicht mehr injiziert werden (strombegrenztes Gebiet).

Maximale Ströme

Die Instabilität setzt schwellenartig bei bestimmter Stromstärke des Einzelbunches ein und vergrößert die Strahlhöhe. Kohärente Signale einer Dipolschwingung konnten dabei nicht beobachtet werden und auch das Rückkopplungssystem wirkt nicht auf diese Instabilität. Der maximale Strom steigt mit höherer Injektionsenergie an, jedoch sind einer Erhöhung dieser Energie durch die Größe des Synchrotrons enge Grenzen gesetzt.

Der Strom wird ebenfalls größer bei Verkleinerung der Strahldimension in den Cavities. Auch dieser Weg ist rasch beendet durch die begrenzte Zahl von Quadrupolen in der HF-Strecke. An einer theoretischen Deutung dieser Instabilität wird gearbeitet.

In einer Füllung mit 4 Bunchen, wie sie für Experimente stets benutzt wurden, liegen die maximalen Ströme pro Bunch noch etwas tiefer als in Einzelbunchversuchen. Maximal wurden bisher 4 x 8 mA gespeichert.

Der Raumladungseffekt begrenzt den nutzbaren Strom und damit die Luminosität bei kleinen Energien^{15,16}). Schon 1978 konnte gemessen werden, daß die Strahlen auf die Wechselwirkung wesentlich empfindlicher reagieren als üblicherweise angenommen wird. Bei sehr kleinen Strömen beginnt eine vertikale Aufweitung, wobei der schwächere Strahl stärker aufgeweitet wird. Dadurch sinkt die spezifische Luminosität mit steigenden Strömen (Abb. 104).

Strahl-Strahl-Wechselwirkung

Die meisten äußeren Maschinenparameter haben keinen oder nur geringen Einfluß auf diesen Effekt. Nur durch Vergrößerung der Strahlbreite lassen sich die maximalen Ströme erhöhen und die Luminosität steigern.

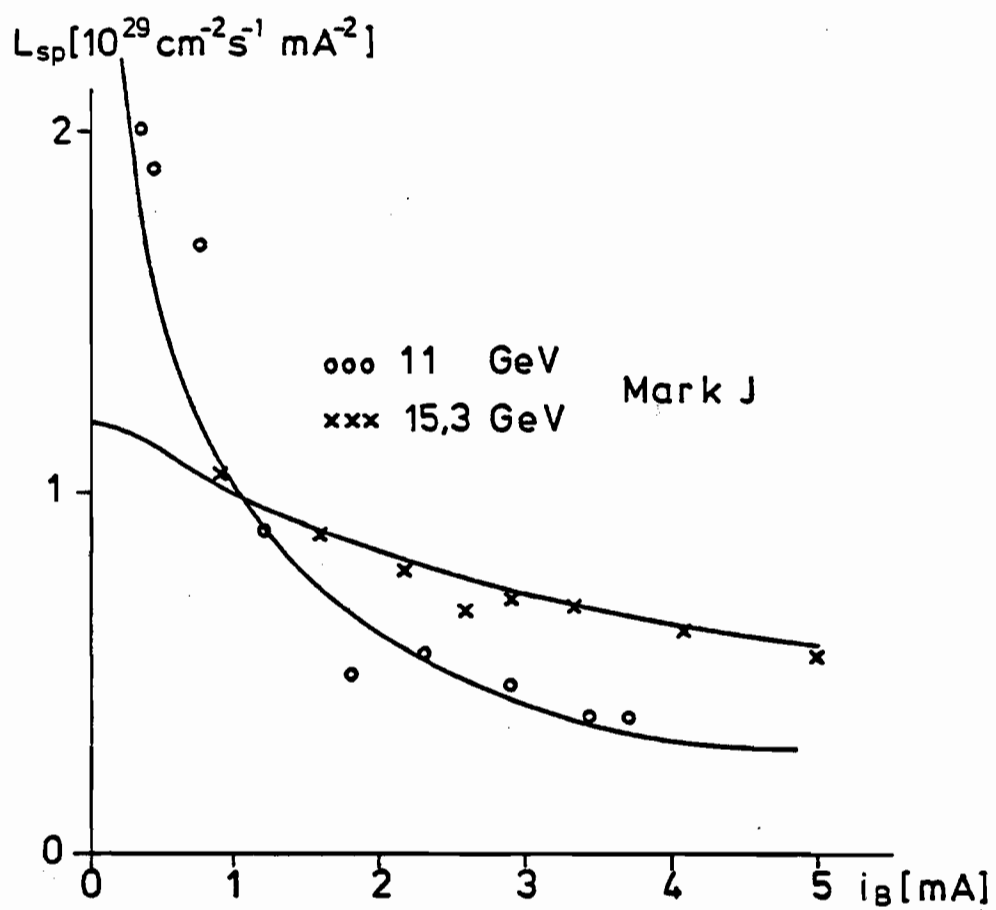


Abb. 104 Spezifische Luminosität als Funktion des Bunchstromes mit 2 x 2 Bunchen.

Bei ersten Versuchen, die Luminosität durch Füllung von 4 Bunchen pro Richtung zu erhöhen, wurde eher eine Verminderung als eine Steigerung beobachtet.

Die vertikale Strahlaufweitung reduziert selbst bei 15 GeV die spezifische Luminosität noch merklich. Dadurch konnten die geplanten Luminositäten nicht erreicht werden. Die Entwurfsluminosität von PETRA mit dem vergrößerten Freiraum für Experimente betrug $L_{\text{Ent}} = 4 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ mit 2×4 Bunchen. Das entspricht in der jetzigen Betriebsart mit 2×2 Bunchen $L = 2 \cdot 10^{31} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Gemessen wurden maximal $L = 4 \cdot 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, d.h. 20 % des Entwurfswertes infolge der frühzeitigen Strahlaufweitung.

Nach dem Einbau von 32 Cavities wurde ein anderes Problem akut: Die Strahlverluste bei der Energievariation zwischen Einschußenergie bei 6 GeV und Arbeitsenergie bei 13–16 GeV. Diese Verluste konnten auf Strahlresonanzen zwischen Synchrotron- und Betatronschwingungen, die sogenannten Satelliten, zurückgeführt werden²⁾. Auf diesen Resonanzen ist die Betatronfrequenz ein Vielfaches der Synchrotronfrequenz. Sie können durch Dispersion oder große Ablagen des Strahls in den Hochfrequenzstrecken verursacht werden, und führen durch starke Vergrößerung der Strahldimension zum Teilchenverlust.

Satellitenresonanzen

Ihre Stärke ist stromabhängig: Erst bei höheren Strömen verkürzen sie die Strahllebensdauer merklich.

Da bei der Energievariation die Betatronfrequenzen sich schwach und die Synchrotronfrequenz sich stark ändern, gerät der Strahl fast notwendigerweise auf eine solche Resonanz und geht verloren. Zunächst wurde versucht, diese Frequenzen durch Nachregelung von Hand konstant zu halten. Die Zuverlässigkeit dieser Methode war jedoch nur gering. Den Durchbruch brachten 2 vollautomatische Regelschleifen, die die aktuellen Frequenzen maßen, mit einem eingestellten Sollwert verglichen und aus den Abweichungen Nachführbefehle an die Magnetstromversorgungen ausgaben. Die rasche Entwicklung derartiger elektronischer Geräte hat erheblich zum erfolgreichen Betrieb von PETRA im vergangenen Jahr beigetragen.

Die Satellitenresonanzen stören aber nicht nur bei der Energievariation, sie können auch den maximalen Strom, der in 4 Bunchen eingefüllt werden kann, begrenzen und sie können auch einen Einfluß auf den Raumladungseffekt nehmen.

Genauere Untersuchungen dieser Resonanzen ergaben die Möglichkeit, sie in ihrer Stärke erheblich zu schwächen²⁾. Dies kann durch kleine Änderungen der Strahlage oder der Dispersion in den Hochfrequenzstrecken erfolgen. Da eine günstigere Einstellung sehr kritisch ist, fand diese Methode noch keine praktische Anwendung.

Außerhalb des raumladungsbegrenzten Bereiches bei hohen Energien läßt sich die Luminosität steigern durch Wahl möglichst kleiner Strahlquerschnitte an den Wechselwirkungspunkten. Während die Strahlbreite bereits durch die Wahl der Optik festgelegt wird, kann die Strahlhöhe stärker beeinflußt werden. Sie entsteht aus vertikaler Dispersion, die ihrerseits durch vertikale Lageabweichungen verursacht wird. Voraussetzung für kleine Strahlhöhen ist daher eine gute vertikale Lagekorrektur und danach eine systematische Kompensation der vertikalen Dispersion. Es wurde ein Verfahren entwickelt, das diese Kompensation bewirkt und das Verhältnis von vertikaler zu horizontaler Emittanz auf 1 % senkt.

Strahlhöhe

Zur Messung der Polarisation des gespeicherten Elektronenstrahls wurde ein Polarimeter eingebaut. Es benutzt die Comptonrückstreuung von zirkularpolarisierten Laserphotonen, die gegen den Elektronenstrahl laufen¹⁸⁾. Die Apparatur wurde im Laufe des Jahres weiter verbessert. Diverse Test- und Eichmessungen bestätigten die theoretisch erwarteten und geforderten Eigenschaften des Polarimeters. Bei einer ersten Polarisationsmessung bei 13.86 GeV

Polarisation

konnte jedoch eine Strahlpolarisation von mehr als 20 % mit 95 % Sicherheit ausgeschlossen werden. Theoretische Untersuchungen über Depolarisationseigenschaften von PETRA wurden begonnen.

Ausfälle

Die meisten technischen Ausfälle bei PETRA wurden durch das HF-System verursacht. Das ist verständlich, wenn man bedenkt, daß die Hochfrequenz, das wohl komplizierteste Einzelsystem bei PETRA^{28,29)}, während des ganzen Jahres weiter ausgebaut und daher meist in einem mehr oder weniger provisorischen Zustand betrieben wurde.

Insgesamt war der Zeitverlust durch Ausfälle bei PETRA sehr gering: Knapp 11 % der Betriebszeit gingen durch solche Ausfälle verloren. Davon entfiel etwa 1/4 oder 24,5 % auf die HF, 21 % auf die Magnetstromversorgung, 20 % auf die Strahlungsschäden an den Kühlschläuchen, der Rest verteilte sich fast gleichmäßig auf die anderen technischen Komponenten.

Zukünftige Verbesserungen

Drei zukünftige Verbesserungen bzw. Erweiterungen an PETRA wurden vorgeschlagen und in Angriff genommen:

1. Einbau eines zweiten Hochfrequenzsystems auf der doppelten Beschleunigungsfrequenz. Es soll bei Einschußenergie die Bunchlänge vergrößern und die Synchrotronfrequenz stark dämpfen. Man darf hoffen, dadurch die störenden Satellitenresonanzen zu beseitigen und höhere Ströme speichern zu können.
2. Die maximale Energie von PETRA durch Verdoppelung der Hochfrequenzleistung erhöhen.
3. Die Fokussierung der Strahlen an den Wechselwirkungspunkten durch sogenannte „Mini-Beta-Abschnitte“ verstärken und dadurch die Luminosität erhöhen.

Auch über zukünftige neue Beschleunigeranlagen wurde viel nachgedacht, wie die zahlreichen Veröffentlichungen zeigen^{19, 20,21,22,23,24,25)}.

Speicherring PIA

Ein wichtiges Ereignis im Jahre 1979 war die Inbetriebnahme des Positronen-Zwischenspeicherringes PIA³⁾.

Inbetriebnahme

Anfang 1979 waren alle Komponenten bis auf die Cavities und die Sender fertiggestellt, so daß PIA während einer 4-wöchigen Montagezeit im Februar aufgebaut und vermessen werden konnte. Gleichzeitig wurde der Positronenkonverter im Linac II um zwei Abschnitte in Richtung Kanone verschoben, ein Aufwand, der dem des PIA-Aufbaus gleichkam. Damit konnte die Energie der Positronen auf 450 MeV erhöht, die mögliche Einschußrate in PIA von 25 auf 50 Hz gesteigert werden.

Anfang März wurden die ersten Positronen in PIA eingeschossen und über 50 μ s lang entsprechend 500 Umläufen gespeichert. Mehr könnte man ohne HF zu diesem Zeitpunkt nicht erwarten (Strahlungsverlust in PIA bei 450 MeV: 3.6 keV/Umlauf).

Während einer 14-tägigen Montagezeit im Mai wurden die beiden Hochfrequenzresonatoren in PIA eingebaut und in Betrieb genommen.

Am 9.6.79 wurden zum ersten Mal Positronen in PIA akkumuliert und in einem Einzelbunch komprimiert.

Die weiteren Bemühungen richteten sich darauf, den Akkumulationswirkungsgrad, d.h. das Verhältnis akkumulierter Ladung zu eingeschossener Ladung zu verbessern. Das gelang mit Hilfe zweier Maßnahmen:

1. Verbesserung der Anpassung des Linac-Strahls an die PIA-Optik.
2. Kompensation der Sextupolkomponenten in den Ablenkmagneten durch zusätzliche Sextupolmagnete.

Der Akkumulationswirkungsgrad liegt jetzt bei 56 %.

Seit Juli 1979 läuft PIA routinemäßig für PETRA und DORIS. Dabei liefert der Linac (50 Hz, 450 MeV) 9 Pulse mit einer Länge von 100 ns und je 2×10^8 Positronen. Die Teilchen werden in PIA akkumuliert (Abb. 106) und mit einer Hochfrequenz von 10.4 MHz auf eine Länge von 80 cm gedämpft. Dann wird der Bunch mit einem 125 MHz-HF-System innerhalb von 60 ms auf 25 cm Länge gedämpft (Abb. 107) und Richtung Synchrotron ejsiziert. Bis zu 10^{10} Positronen werden in einem umlaufenden Bunch akkumuliert und mit einem Wirkungsgrad von 90 % ejsiziert. Die Wiederholungsrate von PIA beträgt 4 Hz.

Arbeitsweise

Ohne PIA schoß der Linac II seine Positronen direkt ins Synchrotron ein. Pro Synchrotronbunch konnte er maximal $7 \cdot 10^7$ Positronen liefern. PIA hat die für die Einzelbunchinjektion in PETRA benötigte Positronenzahl mehr als ver Hundertfacht, verglichen mit einer direkten Positroneninjektion aus dem Linac.

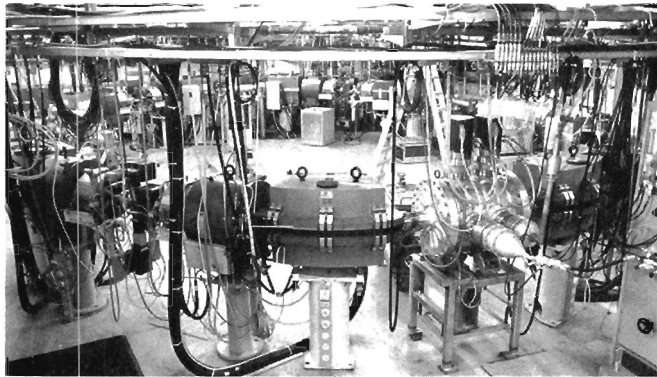


Abb. 105 Blick auf den Speicherring PIA

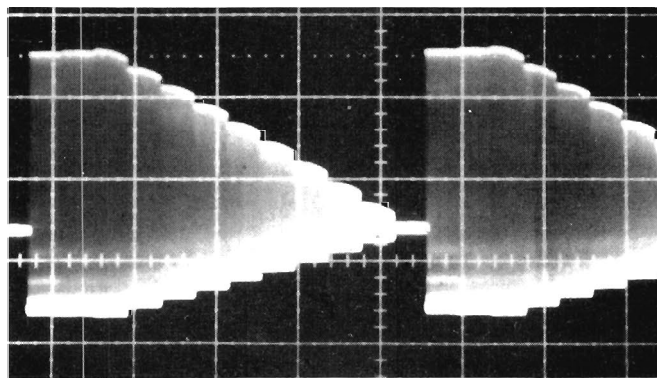


Abb. 106 Oszillographenbild der in PIA gespeicherten Positronen-Ströme in Abhängigkeit der Zeit. Der vertikale Ausschlag entspricht dem jeweils in PIA gespeicherten Strom. Man sieht die 9 Akkumulationszyklen und danach den Kompressionsvorgang (Horizontale Zeitskala: 50 ms/Division).

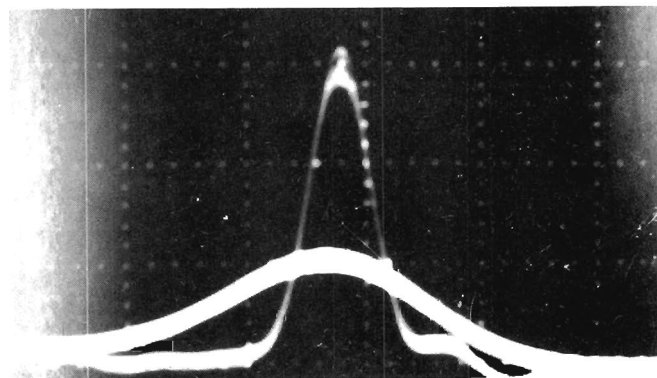


Abb. 107 Darstellung der Paket-(bunch-)Länge in PIA vor und nach der Einwirkung des 2. H.F. Systems bei 125 MHz. (Horizontale Zeitskala: 2 ns/Div.)

Synchrotron

Das Jahr 1979 brachte für den Betrieb des Synchrotrons eine weitere Vereinfachung dadurch, daß der relativ komplexe Verbundbetrieb mit DORIS als Positronen-Zwischenspeicher durch die Inbetriebnahme von PIA im Sommer 1979 entfallen konnte. Die Aufgaben DESY's konzentrierten sich im wesentlichen auf das Füllen der beiden Speicherringe PETRA und DORIS. Lediglich 3 γ -Teststrahlen in den Hallen I und II dienten dem Austesten von experimentellen Apparaturen.

Betriebsergebnis

Aus der Betriebsstatistik für das Jahr 1979 ist die verhältnismäßig geringe Ausfallrate des Synchrotrons zu entnehmen.

	Gesamt- betriebszeit	für Hauptbenutzer geplant	für Hauptbenutzer erhalten	Maschinen- studien	Wartungs- schichten
1964	—	1009 h	767 h	821 h	—
1965	5075 h	3463 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	6958 h	5745 h	5137 h	5137 h	696 h
1969	7160 h	5845 h	5574 h	552 h	760 h
1970	6456 h	5037 h	4854 h	766 h	653 h
1971	6384 h	5026 h	4431 h	696 h	662 h
1972	6876 h	5574 h	4967 h	571 h	731 h
1973	7792 h	6326 h	5641 h	558 h	908 h
1974	7760 h	6468 h	5906 h	456 h	836 h
1975	7400 h	6273 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

Mit der Vereinfachung des Betriebes konnte der Personaleinsatz im Schichtdienst am Synchrotron von bislang 3 bis 4 Personen auf nur 2 Personen zum Jahresende reduziert werden.

Verbesserungen an den Synchrotronkomponenten dienten ausschließlich und unmittelbar der neuen Aufgabenstellung:

Verbesserungen

- a) Studium des Führungsfeldes bei der LINAC I-Injektionsfeldstärke von 58 Gauß. Messung der Störbeeinflussung durch Fremdfelder (Getterpumpen, Streufelder von Strahlführungsmagneten in der Nähe des Synchrotrons usw.) und durch Unsymmetrien in der Magnetfelderregung durch die White-Schaltung.
- b) Messungen an den Ejektionen und dem Strahltransport zwischen DESY und PETRA. Eine wesentliche Reduktion der vertikalen Strahlemittanz konnte erreicht werden durch den Einsatz eines neu installierten vertikalen gepulsten beam bump, der dafür sorgt, daß der ejizierte Strahl den Streufeldbereich der Synchrotronmagnete in der Sollkreisebene passiert.
- c) Messungen an den Injektionsstrahltransportwegen LINAC II-Synchrotron und PIA-Synchrotron zur Erhöhung des Injektionswirkungsgrades. Die Bestwerte waren:

1. LINAC I: Von 4×10^9 Elektronen im Einzelbunch wurden bis zu 3×10^9 in DESY akzeptiert und beschleunigt (75 %).

2. PIA: Von 7×10^9 Positronen/Bunch wurden 6×10^9 akzeptiert und beschleunigt (86 %) bei einer Einschußfolge von 240 ms. Damit wurde die Positronenfüllzeit in PETRA gegenüber dem Betrieb mit DORIS als Zwischenspeicher weiter reduziert (z.B. ~ 2 min für 5×10^{11} Teilchen in PETRA).

Mit der Beschränkung auf den nahezu stationären Betrieb eröffnete sich die Möglichkeit, das Synchrotron über eine Rechnerkontrolle an den zentralen Kontrollraum im Speicherringgebäude anzubinden. Entsprechende Vorhaben wurden im Jahr 1979 beantragt und die Arbeiten begonnen. Diverse Verbesserungen an den Maschinenkomponenten wurden vorgenommen. Hervorzuheben ist das Vorhaben „Neues Synchrotron-Lagemonitor-System“, das von der Gruppe MEL gestartet worden ist. In Verbindung nach dem NORD-SEDAC-System wird damit eine genaue Strahlagebestimmung und -korrektur möglich sein.

Um die hohen Bunchströme aus PIA stabil beschleunigen zu können, wurde ein schmalbandiges transversales Gegenkopplungssystem eingebaut und erfolgreich in Betrieb genommen.

Die simultane Versorgung von zwei Speicherringen mit je zwei Teilchensorten wird erheblich erleichtert durch einen neuen mikroprozessorgesteuerten „Bunchtaktgenerator“.

Da mehrere Vakuumkomponenten des DESY-Vakuumsystems mehr als 20 Jahre alt sind, wurde 1979 mit der Erneuerung dieses Systems begonnen. Probeweise wurde zuerst ein ca. 60 m langer Abschnitt modifiziert. Dieser Test verlief sehr erfolgreich, so daß 1980 das gesamte Vakuumsystem erneuert werden soll.

Speicherring DORIS

Im Jahr 1979 lief DORIS insgesamt 5.550 Stunden für verschiedene Benutzer, wobei die Energien zwischen $E = 1.5 \text{ GeV}$ und $E = 5.0 \text{ GeV}$ lagen.

Seit Jahresbeginn arbeitete DORIS hauptsächlich als Positronenzwischenspeicher für PETRA bei einer festen Energie von 2.2 GeV . Dieser Betrieb dauerte bis zur Inbetriebnahme von PIA am 2. Juli insgesamt 2.574 Stunden. Üblicherweise wurde bei der Zwischenspeicherung ein Gesamtwirkungsgrad von ca. 30 % erreicht, Spitzenwerte lagen bei 50 – 60 %.

*Zwischenspeicher-
betrieb*

Die Synchrotronstrahlung der Positronen wurde vom EMBL genutzt. Um die Intensität der kürzerwelligen Strahlung zu erhöhen, wurde zeitweise in den Füllpausen von PETRA die Energie der Maschine auf 3 GeV erhöht. Dieser Betrieb erwies sich aber als etwas kritisch. Daher erhielt EMBL zusätzlich 1349 Stunden Hauptbenutzerzeit. Die Energien lagen bei 3.2 GeV bzw. bei 4.78 GeV mit Strömen zwischen 60 – 100 mA.

Synchrotronstrahlung

Im März lieferte DORIS für F41 die letzte Synchrotronstrahlung in das alte Labor, das danach abgerissen wurde, um dem Aufbau des HASYLAB Platz zu machen. Diese letzte Betriebsperiode dauerte 232 Stunden bei einer Energie von 3 GeV und mit Strömen bis zu 100 mA in 480 Bunchen.

HASYLAB

Nach der Verlegung eines großen Teils der Gleichrichtertransformatoren und Kabelverbindungen für die Magnetstromkreise von DORIS und PETRA konnte der Erdwall über dem Nordwest-Quadranten von DORIS abgetragen werden. Eine Schwerkong- und Bleiabschirmung ersetzte den Erdwall. Durchbrüche für die verschiedenen Strahlrohre wurden geschaffen. Dadurch verschoben sich einige Quadrupole in dem betroffenen Quadranten vertikal um bis zu 2 mm und mußten neu justiert werden.

Um für HASYLAB mehr Synchrotronstrahlen anbieten zu können, mußten die Vakuumkammern in den Ablenkmagneten des Nordwest-Quadranten geändert werden. Drei alte DORIS-Kammern wurden modifiziert sowie drei neue Kammern mit je zwei Auslaßfächern gefertigt. Die drei neuen Kammern wurden in Zusammenarbeit mit den W-Gruppen nach einer kostensparenden – von MVA neu entwickelten – Fügetechnik hergestellt (Abb. 108). Diese Vakuumkammern sind verhältnismäßig kompakt und hochfrequenzmäßig „glatt“, da die Kupferstrahlungsabsorber direkt auf die aus rostfreiem Stahl bestehenden Kammerwände aufgelötet sind.

Als dritter Synchrotronstrahlungsbenutzer erhielt die Fraunhofer-Gesellschaft (IFT) Benutzerzeit an DORIS, und zwar insgesamt 275 Stunden. Dafür wurden Elektronenstrahlen bei Energien von 1.5 GeV bis 3 GeV benötigt. Die Strahlströme lagen zwischen 20 – 60 mA.

Im Sommer-Shut-Down waren in DORIS wieder alle 8 PETRA-Cavities eingebaut worden, um Energien bis 5 GeV erreichen zu können. Nach Wiederanlauf wurde die Maschine für Hochenergiephysik in diesem Energiebereich eingerichtet. Die Spitzenströme lagen bei $2 \times 18 \text{ mA}$ und die Luminosität bei $1 \times 10^{30} \text{ cm}^{-2} \text{ sec}^{-1}$. Bedingt durch PIA und die Verbesserungen am Linac I wurden Injektionsraten von 2 mA/sec bei Elektronen und 1.2 mA/sec bei Positronen erzielt.

Luminositätsbetrieb

Da außerdem jeweils bei der Arbeitsenergie eingeschossen wurde, konnten die Füllzeiten sehr kurz gehalten werden. Das brachte in dem Y und Y'-Bereich einen spürbaren Gewinn an integrierter Luminosität. Übliche Werte lagen bei 20 – 30 nb^{-1} pro Tag, und Spitzenwerte von 60 nb^{-1} konnten erreicht werden.

Mit Luminosität im Y und Y'-Bereich, d.h. bei Energien von 4.73 GeV bzw. 5.01 GeV , wurden die Experimente DASP II und LENA versorgt, die bis Jahresende auf 1.072 Betriebsstunden kamen.

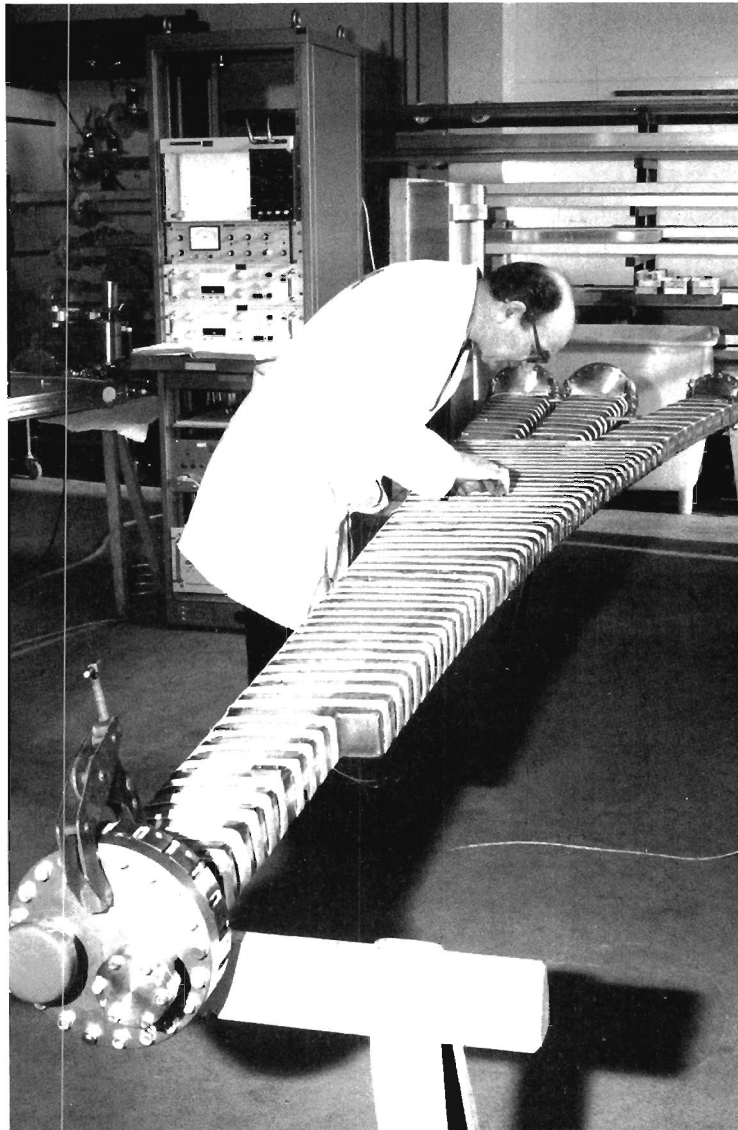


Abb. 108 Neue Synchrotronlicht-Auslaßkammer mit zwei Fächern für HASYLAB

DORIS-Ausbau

Zur längerfristigen Planung wurden Möglichkeiten untersucht, die Luminosität von DORIS zu erhöhen. Am meisten erfolgversprechend erscheint danach der Einbau von Mini-Beta Zonen im Wechselwirkungsbereich³⁰). Dafür müssen zusätzliche Quadrupole im Experimentebereich im Abstand von 1.2 m vom Wechselwirkungspunkt aufgestellt werden. Damit ist es möglich, die Betafunktionen auf $\beta_x^* = 0.4$ und $\beta_z^* = 0.03$ m zu verkleinern, was die Luminosität um den Faktor 5 – 10 ansteigen läßt.

Zu dem neuen, DORIS II genannten Konzept, gehören auch eine verbesserte Sextupolanordnung zur Chromatizitätskompensation, Separierplatten zur Strahltrennung während der Injektion, neue Kicker für die Injektion von Einzelbunchen und verbesserte Monitore für die Messung der Strahllage.

Eine Energieerhöhung auf 5.4 GeV ist mit den derzeitigen Ablenkmagneten nicht mehr möglich. Es wurde daher ein Weg untersucht, bei dem 7 Ablenkmagnete (anstelle von 6) pro Quadrant eingesetzt werden. Das gibt eine brauchbare Lösung, die aber praktisch eine komplett neue Aufstellung der Maschine erfordert und daher nicht weiter verfolgt wurde.

Aufbau der Experimente (MEA)

Im Jahre 1979 sind vorwiegend Arbeiten für die Ergänzungen bzw. Ein- und Umbau der PETRA-Experimente ausgeführt worden.

Im Februar wurde das Experiment JADE in die Wechselwirkungszone der Halle NW gefahren. Wegen eines Defektes am Innendetektor mußte der Magnet im März mit einem Teil des Experiments in einer mit allen beteiligten Gruppen gut abgestimmten Aktion innerhalb von 24 Stunden aus der Wechselwirkungszone entfernt, das Vakuumsystem ergänzt und das Gebiet durch eine neue Abschirmung geschlossen werden. Der Wiedereinbau erfolgte in der Montagezeit im Mai.

Einbau von JADE

Beim MARK-J-Experiment in Halle SW wurden größere Arbeiten an den Endcaps durch Änderung der Eisenkonstruktion, der Spulen und der Fahrwerke ausgeführt.

MARK-J

Das TASSO-Experiment in Halle SO wurde weiter ergänzt. Abb. 109 zeigt das Einheben des 23 t schweren Liquid-Argon-Zählers mit einer Traverse in hochpräzisen Schienen hängend, die das Einfädeln innerhalb des Magneten ermöglichen. Ferner wurden die großen Cerenkovzähler beiderseits vom Magneten in je 4 Einheiten auf fahrbare Unterbauten montiert.

TASSO

Im Dezember erfolgte ein Umbau in Halle NO, wo der PLUTO gegen das CELLO-Experiment ausgetauscht wurde. Abb. 110 zeigt das Einfahren des 1400 t schweren Detektors in die Wechselwirkungszone. Der Mittelteil wird mit zwei Hydraulikzylindern angetrieben, für die eine Gleichlaufregelung hoher Genauigkeit von MEA entwickelt wurde.

Einbau von CELLO

Bei allen PETRA-Experimenten wurde zur stärkeren Unterdrückung des Untergrundes die Abschirmung gegen den Ringtunnel durch verschiedene Maßnahmen erheblich verbessert.

Bei den Experimenten mit größeren Mengen flüssigen Argons, TASSO (Halle SO) und CELLO (Halle NO), erfolgt eine automatische Überwachung der Sauerstoffkonzentration in den Experimentiergruben. Außerdem sind an allen Experimenten die Gaswarnsysteme komplettiert worden.

Sicherheit

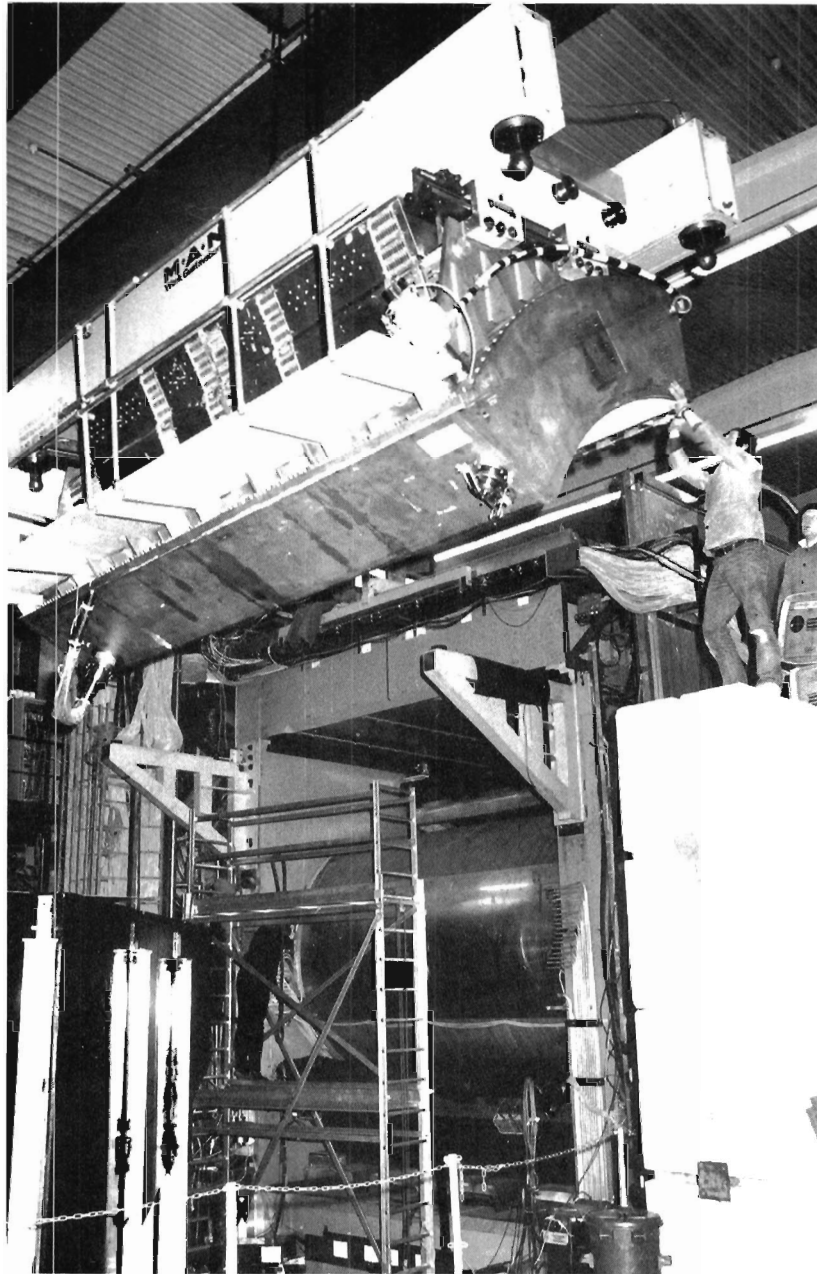


Abb. 109 Einbau der Liquid-Argon-Zähler bei TASSO

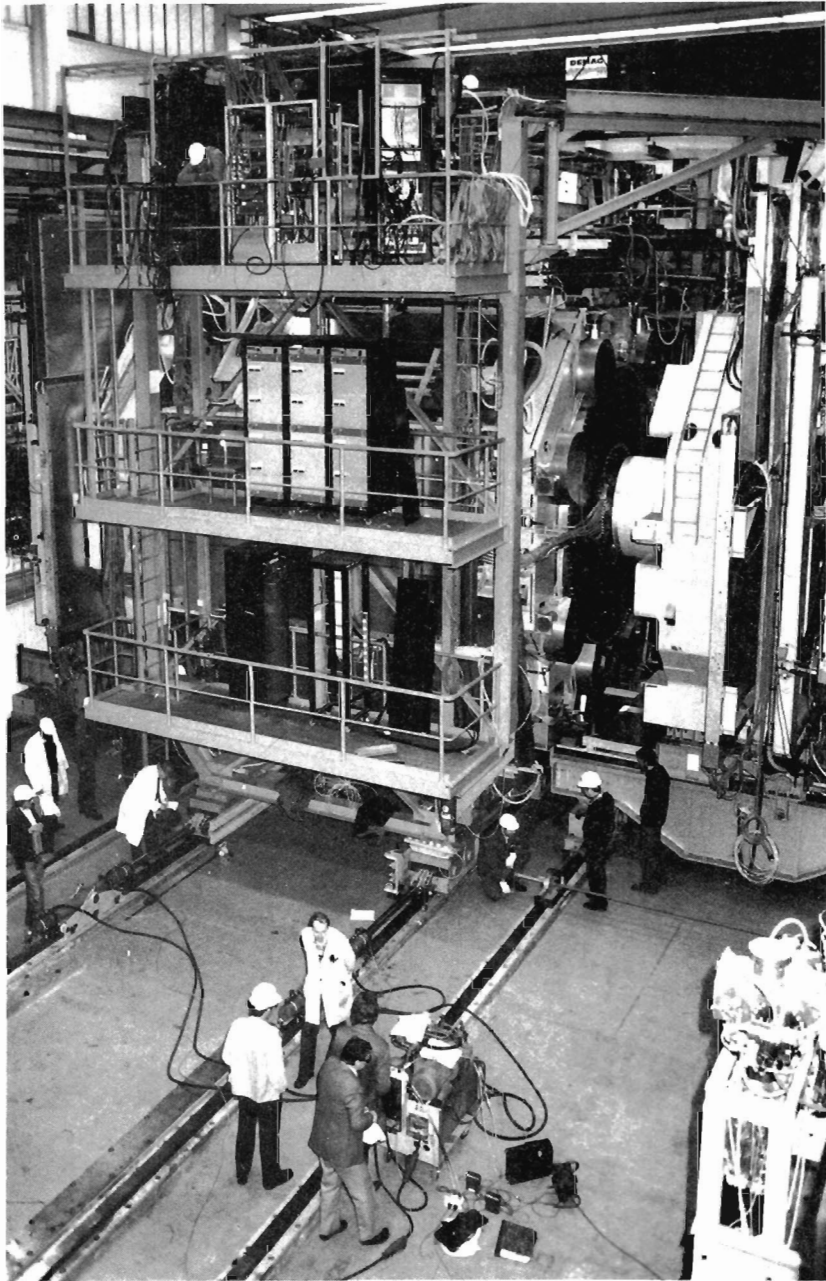


Abb. 110 Einbau des CELLO-Detektors

Strahlenschutz (D3)

Strahlungs- überwachung

Alle Strahlenschutzmessungen des Jahres 1979 zeigen, daß die Personendosen, die Ortsdosen in zugänglichen Gebieten, Aktivitätskonzentrationen in Luft und Wasser sowie staubförmige Kontaminationen in Beschleunigerräumen sicher unterhalb der zulässigen Grenzen lagen. Insbesondere liegt die Strahlenbelastung in den PETRA-Hallen bei Daueraufenthalt unter 500 mrem/Jahr, wie die beiden unabhängigen Ortsdosen-Meßsysteme (Ionisationskammern und Festkörperdosimeter) sowie die täglichen Kontrollgänge ergaben.

Die Datenübertragung vom Ionisationskammer-System zu den Rechnern im Kontrollraum wurde fertiggestellt, was die tägliche Funktionskontrolle erheblich erleichtert.

Innerhalb des PETRA-Tunnels hat D3 mit Festkörperdosimetern zahlreiche Messungen durchgeführt, um Anhaltspunkte über Intensität und spektrale Verteilung der Synchrotronstrahlung bei hohen Speicherringenergien zu erhalten zwecks Verbesserung der Abschirmung gegen diese Strahlungskomponente.

Die Untersuchung aktivierter Materialien wurde abgeschlossen³¹⁾. In typischen Materialproben, die in Beschleunigerräumen aktiviert wurden, sowie in aktivierten Beschleunigerteilen wurde die Häufigkeit γ -emittierender Nuklide gemessen, um aus der Korrelation zwischen Nuklidkonzentration und der leicht feststellbaren Dosisleistung an der Oberfläche Regeln für den sicheren Umgang mit aktivierten Werkstücken zu erhalten.

Abschirmrechnungen

Zur Anwendung auf das Projekt HERA wurden die Methoden zur Berechnung der Abschirmung bei sehr hohen Energien von anderen Beschleunigerzentren übernommen. Für die Neutronenkomponente wurden verschiedene Berechnungsmethoden verglichen, vereinfacht und die Werte für die Abschirmparameter mit der Strahlenschutzgruppe des CERN abgestimmt. Nach der Implementierung der vom CERN erhaltenen Programme MUSTOP und TOMCAT auf der DESY-Rechenanlage verfügt D3 über leistungsfähige Rechenprogramme zur Berechnung der Dosis durch Myonen in verschiedenen Abschirmgeometrien.

**Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung
und Betrieb**

Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb

INHALT

	Seite
Vorbemerkung	163
Datenverarbeitung	164
Neue Technologien und Kältetechnik	171
Werkstätten	175
Baumaßnahmen	177

Vorbemerkung

Der Bereich Zentrale Datenverarbeitung, Entwicklung und Betrieb, umfaßt alle jene Teile der technischen Infrastruktur, deren Dienste der Gesamtheit von DESY zur Verfügung stehen und die keine für die Bereiche „Forschung“ oder „Beschleuniger“ spezifischen Aufgaben erfüllen. Ihm gehören 324 Mitarbeiter an, davon 104 gewerbliche.

Für das Rechenzentrum lag der Schwerpunkt der Aktivitäten in der Bereitstellung ausreichender Rechnerkapazität für den durch die anlaufenden PETRA-Experimente stark erhöhten Datenanfall. Hierzu wurde zusätzlich zu den zwei existierenden Rechnern IBM 370/168 der Großrechner IBM 3033 installiert. Der Ausbau des interaktiven Graphischen Systems, das ebenfalls vorwiegend der Unterstützung der PETRA-Experimente dient, wurde zu einem vorläufigen Abschluß gebracht.

Die Gruppe Neue Technologien befaßte sich neben umfangreicher Unterstützung bei Bau und Inbetriebnahme der Cello-Kälteanlage mit ersten Entwürfen für supraleitende Dipolmagnete, die in künftigen Speicherringanlagen von DESY Verwendung finden könnten.

Bei den Technischen Diensten nahm wegen der Fertigstellung von PETRA der Umfang extern zu vergebender Aufträge gegenüber dem Vorjahr stark ab. Die interne Fertigung dagegen blieb etwa konstant. Für PETRA-Experimente wurden noch Gaskreislauf- bzw. Gasmischsysteme fertiggestellt, die einen sparsamen Verbrauch teurer Experimentiergase gewährleisten, sowie die elektronischen Systeme vervollständigt. Ansonsten verschob sich die Arbeitslast von den PETRA-Experimenten mehr auf Konstruktion und Bau des neuen Experiments ARGUS an DORIS, die Fertigung von Komponenten für den Zwischenspeicherring PIA und den Aufbau der Experimente für HASYLAB.

Auf dem Bausektor wurden im Rahmen der Abwicklung von Konjunkturprogrammen der Bundesregierung der Bau einer Lehrlingswerkstatt und eine umfangreiche Erweiterung der DESY-Kantine begonnen.

Datenverarbeitung

Rechenzentrum
– R 1 –

Die einschneidendste Maßnahme am Rechenzentrum war die zusätzliche Installation des Großrechners IBM 3033/U06. Er wurde am 10.6. zur allgemeinen Benutzung freigegeben und erhöhte die verfügbare Rechenkapazität um etwa 85 %. Die Auswertung der PETRA-Experimente hat dieses Angebot jedoch mühelos aufgezehrt, so daß seit August die Anlagen dennoch wieder voll ausgelastet, im Oktober und November sogar überlastet waren.

Kapazität und Auslastung
der Rechenanlagen

	Batch-Jobs	TSO-Sessions	CPU-Stunden	CPU-Auslastung
1977	346000	-----	9250	53 %
1978	351500	138500	8590	56 %
1979	523000	240000	13545	58 %

(Die 3033-Stunde wird als das 1.75 fache einer 168-Stunde gerechnet)

Betriebs-Statistik
der Rechenanlagen

Maschine AA (IBM 168)

	Ausfall (h)	Verfügbarkeit (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
Januar	3.9	99.4	50.1	0.3
Februar	8.5	98.7	31.8	0.4
März	47.6	93.5	40.4	2.6
April	13.0	97.8	29.1	0.6
Mai	37.2	95.0	26.4	1.3
Juni	12.7	96.7	30.1	1.0
Juli	13.3	98.2	74.1	1.3
August	6.3	99.1	60.5	0.5
September	5.5	99.2	117.6	0.9
Oktober	14.0	98.1	61.8	1.2
November	1.8	99.8	102.4	0.3
Dezember	22.8	95.4	82.2	3.8
1. Halbjahr	122.9	96.7	33.4	1.1
2. Halbjahr	63.7	98.5	68.7	1.1
Gesamt	186.6	97.6	45.7	1.1

Maschine BB (IBM 168)

	Ausfall (h)	Verfügbarkeit (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
Januar	23.9	96.4	39.6	1.4
Februar	40.2	93.4	31.8	2.1
März	29.6	96.0	53.0	2.1
April	18.4	96.8	29.1	0.9
Mai	24.6	96.6	26.0	0.9
Juni	18.8	96.5	20.5	0.7
Juli	10.1	98.6	42.9	0.6
August	11.9	98.4	52.5	0.9
September	1.8	99.7	117.0	0.3
Oktober	18.5	97.5	52.8	1.3
November	22.1	96.9	79.0	2.5
Dezember	1.7	99.7	120.4	0.4
1. Halbjahr	155.5	96.0	31.1	1.3
2. Halbjahr	66.1	98.4	64.0	1.0
Gesamt	221.6	97.2	42.3	1.2

Maschine CC (IMB 3033)

	Ausfall (h)	Verfügbarkeit (%)	MTBF (h)	MTTR (h)
Juni	17.0	94.4	12.4	0.4
Juli	59.9	92.0	39.1	3.2
August	4.0	99.5	39.1	0.2
September	2.4	99.7	89.1	0.2
Oktober	16.5	97.8	37.1	0.8
November	8.9	98.8	27.6	0.3
Dezember	7.0	98.6	20.4	0.3
Aug. – Dez.	38.8	98.9	34.0	0.4
Gesamt	115.7	97.5	29.4	0.7

Anlaufzeit

Der Online-Anschluß der Experimente und das Terminal-Netz erfordern es, daß nach einem Zusammenbruch möglichst schnell der Betrieb wieder aufgenommen wird. Die Fehlersuche wird deshalb (insbesondere bei seltener auftretenden Fehlern) zugunsten einer Verkürzung der Unterbrechung oft auf eine Wartungsperiode verschoben. Dadurch wird die MTBF (Meantime-failures) und die MTTR (Meantime-to-repair) verkürzt und die Verfügbarkeit erhöht.

Die auftretenden Zusammenbrüche sind nur zum Teil auf die CPU zurückzuführen. Im Zeitraum August bis Dezember waren folgende CPU-Fehler zu verzeichnen:

Maschine	Zahl der Zusammenbrüche	Ausfall (h)	% des Gesamtausf.
AA	5	10.7	21.2
BB	9	38.6	68.9
CC	13	3.3	8.5

Die Hardware der 3033 zeigt hier eindeutig ihre Überlegenheit, wie sich auch schon aus der durchweg geringeren MTTR ablesen ließ. Als neu installierte Anlage muß man der 3033 zusätzlich einen Bonus für „Kinderkrankheiten“ einräumen, so daß das Bild noch günstiger wird.

Auffällig ist die merklich verbesserte Stabilität der 168er seit Installation der 3033. Das ist auf die Übernahme der kritischen Aufgaben (JES3, TSO) durch die 3033 zurückzuführen, so daß die 168er im Wesentlichen Batch-Maschinen geworden sind, die wegen ihrer wesentlich geringeren Ein- und Ausgabeaktivität unabhängiger von der Peripherie sind.

Parallel zur Erhöhung der Rechner-Kapazität mußte auch die Platten-Kapazität erweitert werden, um eine vernünftige Auslastung der Zentraleinheiten zu ermöglichen. Zum erstenmal wurden dabei im DESY-Rechenzentrum seit März 79 Magnetplatteneinheiten vom Typ IBM 3350 verwendet, deren Datenträger nicht mehr auswechselbar sind. Bei den bisherigen Platten vom Typ 3330 war wegen des nicht seltenen Ausfalls von Laufwerken Praxis, in einem solchen Fall den Datenträger bei vollem Betrieb auf ein Reservelaufwerk umzuhängen. Den neuen Platteneinheiten wurde daher mit einer gewissen Skepsis entgegengesehen. Anreiz zum Einsatz waren der günstigere Preis pro Byte und die besseren Übertragungsdaten:

Platten-Peripherie

	3330	3350
mittl. Access-Zeit	30 msec	25 msec
Transferrate	800 KB	1200 KB

Nach Installation zeigte sich, daß die neuen Platteneinheiten wesentlich stabiler sind als die bisher verwendeten und zwar in einem Maße, daß jetzt geplant wird, vollständig auf 3350-Platten umzusteigen, zumal ein nicht unbeträchtlicher Teil der System-Zusammenbrüche auf Plattenfehler zurückzuführen ist.

Da Anbieter IBM-kompatibler Magnetplatteneinheiten i.A. billiger sind als IBM selbst, wurden seit einigen Jahren neben IBM-Laufwerken auch CDC-Laufwerke eingesetzt. Der Zuverlässigkeitsvergleich fiel eindeutig zugunsten IBM's aus, so daß im März die CDC-Einheiten durch Memorex-Einheiten abgelöst wurden. Auch hier sind die bisherigen Erfahrungen nicht ermutigend und die Stabilitätsaussagen des vorigen Absatzes beschränken sich in erster Linie auf IBM-Equipment.

Nach Erweiterung der Plattenperipherie stehen jetzt für Benutzerdaten 9 Plattenlaufwerke mit 2.8 GB Fassungsvermögen zur Verfügung.

TSO

Die Zahl der alphanumerischen Bildschirm-Terminals wurde im Berichtsjahr auf 86 erhöht (IBM, Datsaab und Raytheon). Durch den Einsatz des MVS-SE war es möglich, gleichzeitig 60 aktive Terminals (inklusive der grafischen) zu erlauben. Die Maximalzahl wird nur in seltenen Fällen erreicht.

Die Jobeingabe über Lochkarten ist auf 6 % zurückgegangen.

Benutzer-Organisationen

Bei der Komplexität des Betriebes eines Großrechenzentrums ist man auf Erfahrungsaustausch mit anderen Installationen angewiesen, um Lösungsmöglichkeiten für aktuelle Probleme zu diskutieren, um Abhilfe für Fehler oder Schwächen im Betriebssystem zu finden und um eine gemeinsame Basis für Einwirkung auf den Hersteller zu haben.

Mitarbeiter des DESY-Rechenzentrums sind aus diesen Gründen seit Jahren in 3 Benutzer-Organisationen aktiv tätig:

- a) Arbeitskreis Hamburger Groß-Installationen. Erfahrungsaustausch auf System-Programmierer-Ebene
- b) GUIDE Mitarbeit in deutschsprachigen Arbeitskreisen JES3 und MVS
- c) SEAS Internationale Vereinigung von IBM-Großanwendern, die sich besonders mit Zukunftsperspektiven befaßt.

Im September hat – R1 – in Räumen der Universität Hamburg den 5tägigen Jahreskongreß 79 von SEAS organisiert mit 300 Besuchern aus aller Welt in bis zu 10 Parallel-Veranstaltungen.

Rechnerperipherie – R 2 – Graphisches System TSO-IPS

TSO-IPS erreichte im Berichtsjahr mit 10 graphischen Terminals im neuen Benutzerraum, sowie weiteren 3 Terminals in den Experimentierhallen seinen bisher größten Ausbau. Das zugehörige Vorhaben Nr. 3590 („GRAPHIX“) wurde damit abgeschlossen.

Der Übergang des Rechenzentrums auf das neue Betriebssystem MVS/JES3 erforderte eine Anpassung der TSO-IPS-Systemprogramme. In diesem Zusammenhang konnte die größere Flexibilität von MVS, wie z.B. der dynamische Datensatz-Zugriff, ausgenutzt werden. Insbesondere wurde ein „SYSOUT-Writer“ für die Ausgabe von graphischen Daten auf dem elektrostatischen Plotter entwickelt, der gegenüber dem alten Plotprogramm wesentliche Vorteile im Betrieb bietet. Gegen Ende des Berichtsjahres wurden täglich ca. 360 Bilder ausgegeben; monatlich waren Benutzer aus ca. 30 verschiedenen Arbeitsgruppen am TSO-IPS aktiv.

DESY-RECHENZENTRUM

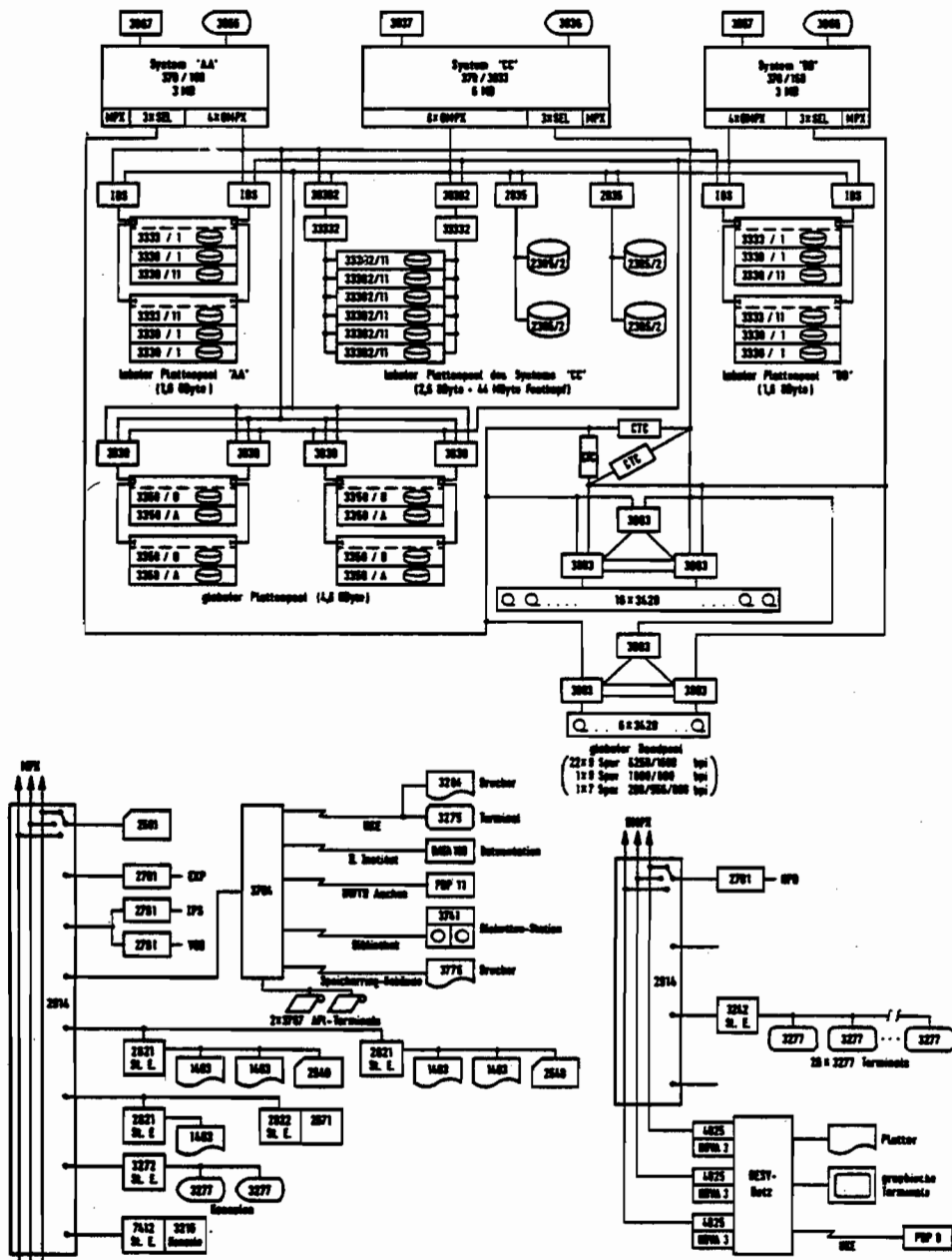


Abb. 111

Graphische Software

Das neu entwickelte Graphische Editor Programm (GEP) fand im Berichtsjahr eine wachsende Resonanz bei den Benutzern: Ende des Jahres liefen monatlich ca. 4000 GEP-Jobs im Stapelbetrieb. GEP ermöglicht eine benutzerfreundliche und flexible Darstellung ein- und zweidimensionaler Verteilungen beliebiger Daten, einschließlich der Berechnung von Mittelwerten und Momenten höherer Ordnung. Außer FORTRAN H und G, PL/I Optimizer, MORTRAN und SHELTRAN ist jetzt auch der FORTRAN H EXTENDED (ENHANCED)-Compiler unter GEP verfügbar.

Um den Benutzern des graphischen CERN-Programms HBOOK bei DESY die vollen graphischen Möglichkeiten des TSO-IPS zu erschließen, wurde ein GEP-HBOOK-Koppelprogramm erstellt, das großen Anklang gefunden hat. Außer der Portabilität der HBOOK-Programme wurde auch eine erhebliche Einsparung an CPU-Zeit bei der Ausführung erreicht, wie die Abb. 111 zeigt.

Da die direkte Manipulation graphischer Daten am Bildschirmgerät von großer Bedeutung ist, wurde im Berichtsjahr damit begonnen, eine interaktive Version von GEP zu erstellen. Zur Speicherung der graphischen Daten wird dabei ein neues effektives Format benutzt, das im „Ausschuß für graphische Datenverarbeitung“ der AGF entwickelt wurde. Dieses „AGF-File“ soll in Zukunft als nationale und internationale Norm standardisiert werden.

DESYNET

Das R2-Rechner-Netz DESYNET wurde im Berichtsjahr über den lokalen Bereich hinaus in die Experimentierhallen ausgedehnt. Die Abbildung 112 zeigt die logische Konfiguration, wobei die Terminalknoten bei PLUTO, TASSO und JADE physikalisch in den PETRA-Hallen NO, SO und NW aufgebaut sind. Intensive Arbeit an den Netz- und Terminalkontrollprogrammen führte zu einer erhöhten Stabilisierung des Betriebes.

Die Entwicklung eines microprogrammierten Hardware-Moduls zur Realisierung des HDLC (High level Data Link Control)-Protokolls wurde abgeschlossen. Dieser Modul soll in Zukunft im DESYNET für Datenübertragungen über weite Strecken eingesetzt werden.

Es wurde ein auf Microprozessoren basierender Einschub entwickelt, der das vollständige Äquivalent zu den in unserem Rechnernetz verwendeten Kleinrechner NOVA/1200 bzw. NOVA/3 mit voll ausgebautem Speicher auf einer Steckkarte enthält. Der geplante generelle Einsatz dieser kostensparenden Platine in den Netz- und Terminalknoten wird die Flexibilität und Verlässlichkeit des Systems wesentlich erhöhen.

Allgemeine Software

Das in der Gruppe R2 entwickelte Editorprogramm NEWLIB ist bei DESY das wichtigste Werkzeug unter TSO zur Manipulation von Quellprogrammen in verschiedenen Programmiersprachen, einschließlich der Übersetzung und Herstellung ausführbarer Module. Die umfangreiche Arbeit an NEWLIB bestand im Berichtsjahr in der Anpassung auf das neue Betriebssystem MVS/JES3. Die Komponenten zur Manipulation von Jobs im Stapelbetrieb durch NEWLIB wurden unter direkter Benutzung des MVS-„Subsystem Interface“ (SSI) neu erstellt. Dadurch konnte eine erhebliche Verbesserung der Antwortzeiten erreicht werden. Dem gleichen Ziel dienten eine Menge neuer Kommandos im NEWLIB. Um die Programmverwaltung innerhalb von Gruppen-Kollaborationen zu erleichtern, wurde der Austausch und Zugriff von Daten verschiedener Benutzer unter NEWLIB ermöglicht.

Der neue FORTRAN H EXTENDED (ENHANCED)-Compiler wurde unter NEWLIB sowie im Stapelbetrieb verfügbar gemacht sowie die neueste Version der CERN-Programmbibliothek installiert.

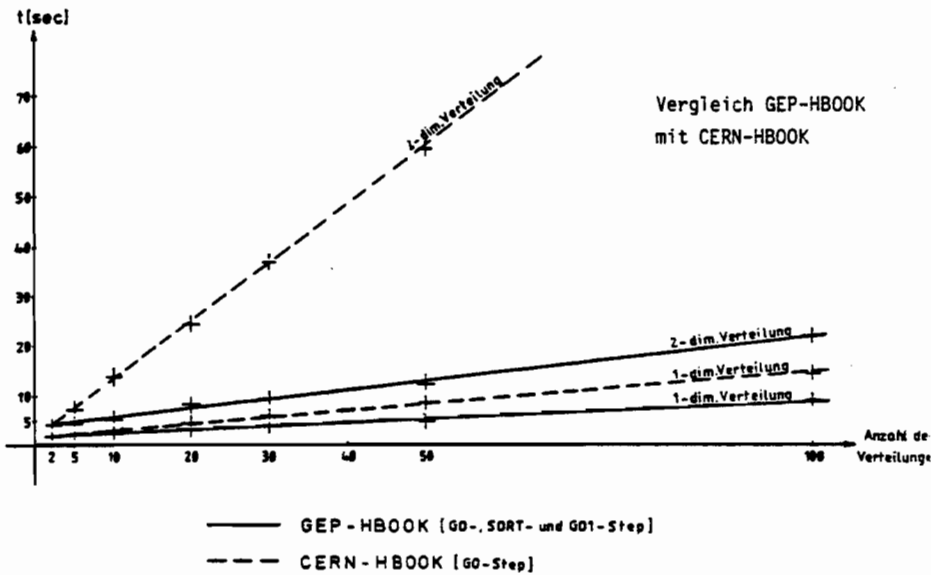


Abb. 112 Vergleich GEP-HBOOK mit CERN-HBOOK

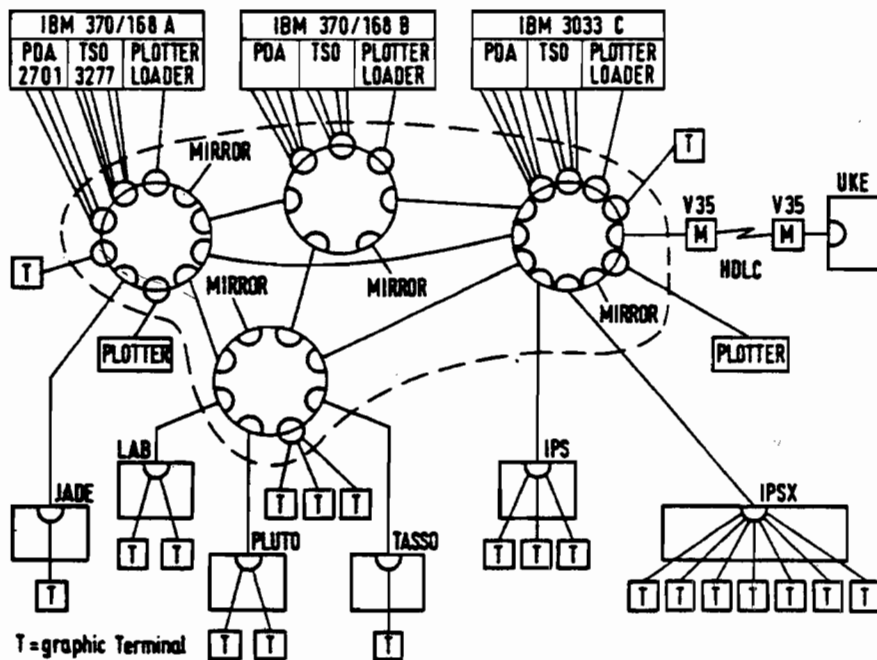


Abb. 113 DESYNET (1979)

Meßbetrieb

Auf den halbautomatisierten Meßtischen vom Typ VANGUARD wurden im Berichtsjahr 18725 Ereignisse der DESY-Cornell-Streamerkammer Experiment Nr. 76 vermessen. Auf der vollautomatischen Meßanlage HPD wurden insgesamt 58103 Ereignisse der DESY-Cornell-Streamerkammer mit der Programmkette FUGOS (Full Guidance) ausgewertet.

Mit Ende des Berichtsjahre wurde der Meßbetrieb von DESY an das II. Institut für Experimentalphysik übergeben und gehört seither nicht mehr zu den Aufgaben von R2.

Speicherringexperimente

Die Zusammenarbeit von R2 mit DESY-Experimentegruppen am Speicherring DORIS dauerte im Berichtsjahr an. Aus organisatorischen Gründen erfolgte ab 1.1.80 eine Versetzung von neun R2-Mitarbeitern zur Gruppe F15 für die Dauer von zunächst drei Jahren.

Neue Technologien

Die Aktivitäten der Gruppe B1 erstreckten sich im Jahre 1979 auf Wartung, Betrieb und Weiterentwicklung des supraleitenden Magnetsystems PLUTO sowie Installation, Test und betriebliche Übernahme des ebenfalls supraleitenden CELLO-Magneten. Ferner wurden Magnetfeldmessungen an verschiedenen Magneten durchgeführt, nachdem die erforderlichen Vorrichtungen gebaut bzw. reaktiviert worden waren. Physikalisch technische Grundlagen eines Septum-Magneten für ein neues Vorwärtsspektrometer für PLUTO wurden erarbeitet. In Zusammenarbeit mit einer internationalen Studiengruppe wurden im Auftrag von „ECFA“ die Möglichkeiten zum Bau eines 6.4 km langen supraleitenden Magnetringsystems für das e-p Projekt HERA untersucht und ein Vorschlag erarbeitet.

B1

Der supraleitende Magnet PLUTO befand sich praktisch das ganze Jahr über im PETRA-Wechselwirkungspunkt der Halle NO. Während eines Gesamtzeitraumes von

PLUTO

$$t_{b, \text{ soll}} = 6618 \text{ Std.}$$

wurde Betriebsbereitschaft verlangt. Innerhalb dieses Zeitraumes war der Magnet tatsächlich für eine Zeit von

$$t_{b, \text{ ist}} = 6389 \text{ Std.}$$

einschaltbereit. Das bedeutet eine Verfügbarkeit von

$$v = 96,5 \%$$

Die Einschaltquote ist mit

$$t_c = 5419 \text{ Std.}$$

etwas niedriger, da nicht immer Magnetfeld verlangt wurde.

Die CELLO-Magnetanlage wurde von den beteiligten Firmen und Instituten mit wesentlicher Unterstützung von B1 aufgebaut. Die Operateure von B1 machten sich während der Aufbau- und Testphase mit der Anlage vertraut und konnten Ende des Jahres die betriebliche Verantwortung übernehmen.

CELLO

Eine Reihe von Maßnahmen wurden in Angriff genommen mit dem Ziel, die Personalbelastung für den Betrieb beider Anlagen zu vereinfachen. Hierzu gehören neben direkten Systemverbesserungen – z.B. Entwicklung und Aufbau einer stabil laufenden Saugdruckregelung für PLUTO, Ausbau der Speicherkapazität für He-Gas unter Verwendung von Komponenten der Blaskammer – erste Untersuchungen in Richtung auf Automatisierung von Betrieb und Betriebsdatenerfassung mittels eines Rechners. Endziel ist die Personalentlastung im Schichtbetrieb während stationärer Betriebsphasen.

Betriebsvereinfachungen

Unter Verwendung der bereits im Jahresbericht 1978 beschriebenen, rechnergesteuerten Universalmeßmaschine MESSMA III (Vorhaben Nr. 33 540) wurde der CELLO-Magnet vermessen. Die für die PETRA-Quadrupole entwickelte Multipolmeßmaschine (Vorhaben Nr. 39 207) wurde wieder in Betrieb genommen und im Rahmen einer Zusammenarbeitsvereinbarung für die Vermessung der Quadrupole von BESSY zur Verfügung gestellt.

Magnetfeldmessungen

Für die Teilchenanalyse in Vorwärtsrichtung benötigt PLUTO einen Analysiermagneten mit Magnetfeld senkrecht zum Strahl, jedoch mit möglichst geringem Feld am Strahlort. Von B1 wurden zwei Lösungsmöglichkeiten untersucht: einerseits ein Toroid, andererseits zwei gegeneinander gerichtete Dipolmagnete. Letztere wurden zu einem Septummagneten vereinigt. Wegen des großen Streufeldanteils war eine Feldberechnung nicht mit der erforderlichen

PLUTO-Vorwärtsspektrometer

Genauigkeit möglich, so daß ein verkleinerter Modellmagnet in der B1-Werkstatt gebaut werden mußte. Die Vermessungsergebnisse dieses Modells lieferten die Unterlagen für die endgültige Konstruktion

HERA

Im Sommer 1979 wurden erste Arbeiten für den Entwurf und die Entwicklung eines supra-leitenden Magnetsystems für das geplante 6.4 km im Umfang messende e-p Speicherringsystem HERA geleistet. In Zusammenarbeit mit einer europäischen (ECFA) Studiengruppe wurden Entwürfe für Dipolmagnete (Abb. 114), Kälteversorgung, sowie elektrische- und Sicherheitsstromkreise erarbeitet. Laborversuche zur Gewinnung der notwendigen technischen Informationen wurden vorbereitet, z.B. ein Testkryostat zur Messung des Isolationswertes von Superisolation.

Kältetechnik und Targetbau – B2 –

Zu Beginn des Berichtsjahres wurde die zentrale Gaskreislaufanlage für das JADE-Experiment im Gashaus der Halle NW montiert und in Betrieb genommen. Die Anlage kann bis zu 10.000 nl/h Argon/Methan-Gemisch herstellen bzw. reinigen, wobei der Druck am Austritt konstant 100 mbar beträgt. In der Rückgasleitung wird der Druck konstant auf 0.5 – 0.6 mbar gehalten, wobei der Barometerdruck als Referenzdruck verwendet wird. Die Anlage folgt daher allen Barometerdruckschwankungen verzögerungsfrei. Gegen Ende des Berichtsjahres wurde die Anlage nach ununterbrochenem Betrieb auf Argon/Äthan-Gemisch umgestellt.

Für Vorversuche der Gruppe – F13 – MARK-J wurde eine Argon-Äthan-Mischanlage gebaut und in Halle II in Betrieb genommen. Der von – B1 – übernommene ehemalige Deuterium-Kompressor wurde auf Argon-Betrieb umgebaut, mit einer Abfüll-Station versehen und getestet.

Durch den Dauerbetrieb von JADE und MARK-J sowie die teilweise Inbetriebnahme von TASSO und CELLO ist der Verbrauch von fl. Argon sprunghaft auf 152.936 Liter/Jahr angestiegen. Der Verbrauch von gasförmigem Argon ist dagegen nahezu konstant geblieben (13.258 nm³).

Mengenmäßig steht fl. Stickstoff bei den Gasen nach wie vor an der Spitze. Im Jahre 1979 wurden 1.440.493 Liter verbraucht. Damit hat sich der fl. Stickstoffverbrauch verdoppelt, und es wurden zum ersten Mal der Verbrauchsrekord von 1972 übertroffen. Die im Anhang beigefügte Tabelle 1 zeigt den mengen- und wertmäßigen Umsatz der Gase für das Betriebsjahr sowie für das vorangegangene Jahr.

Für die Betreuung der verschiedenen Gasanlagen bei DORIS- und PETRA-Experimenten wurden 1.075 Schichten gefahren. Das bedeutet nochmals eine Erhöhung um 20 % gegenüber dem Vorjahr, so daß sich die Zahl der Schichten gegenüber den Jahren bis 1977 bei gleichbleibendem Personalstand mehr als verdoppelt hat.

Für das TASSO-Experiment wurde eine Frigen-Rückgewinnungsanlage geplant, gebaut, montiert und in Betrieb genommen sowie umfangreiche Verrohrungen innerhalb der Experimentierhalle SO installiert.

Für die Experimente MARK-J, JADE und CELLO wurden elektronische Durchflußmeßgeräte entwickelt und gebaut, deren Druckabfall praktisch vernachlässigbar ist.

Im letzten Quartal wurde eine systematische Untersuchung des Diffusionsverhaltens der bei DESY lagermäßig geführten PVC-Schläuche durchgeführt, die brauchbare Daten zur Berechnung der Diffusion von Sauerstoff, Stickstoff und Wasserdampf als Ergebnis geliefert hat.

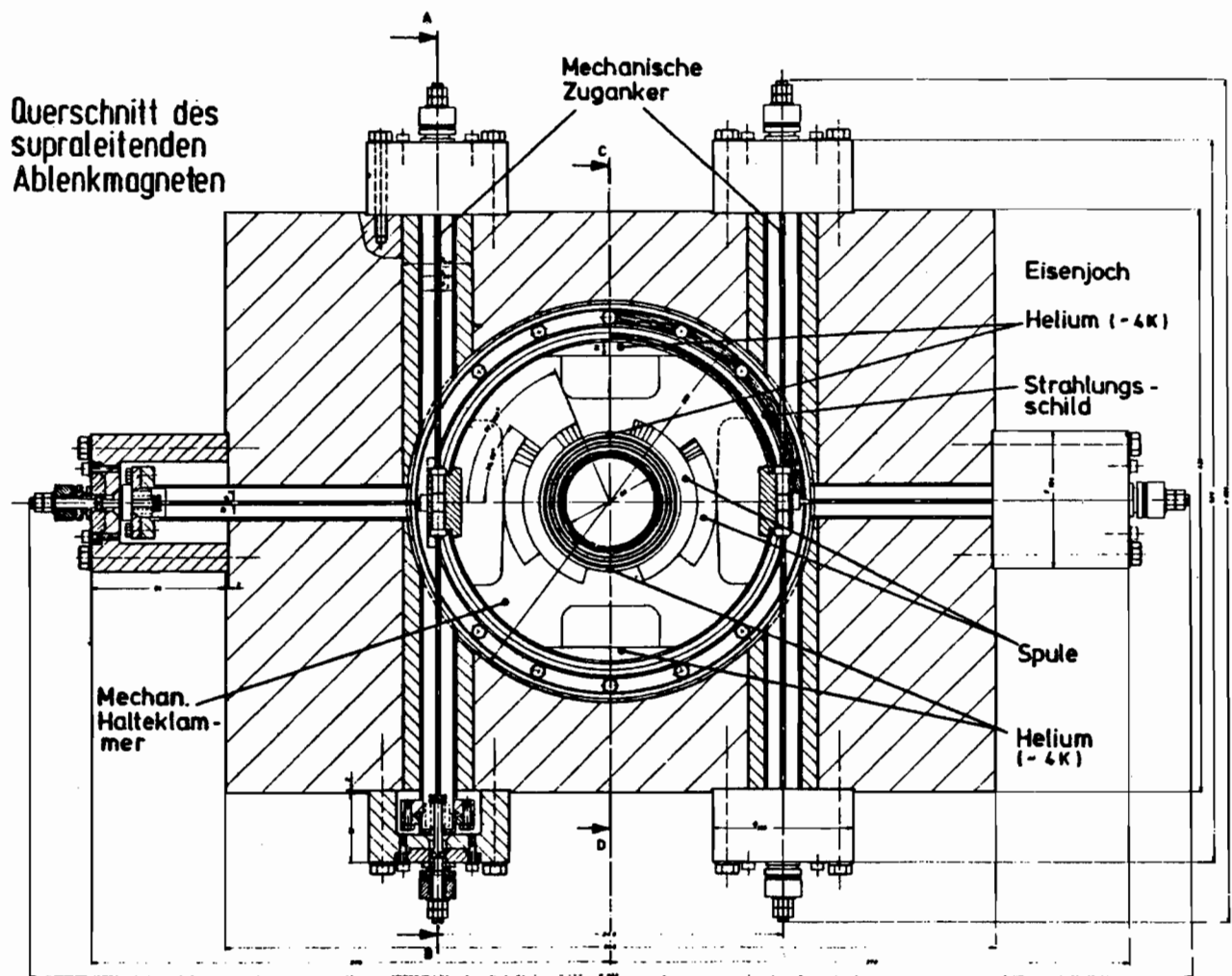


Abb. 114 Querschnitt des supraleitenden Ablenkmagneten

Die ursprünglich für PETRA vorgesehene Bleiabschirmung wurde Mitte 1979 fertiggestellt. Es wurden aber sofort danach umfangreiche Ergänzungsarbeiten erforderlich, in deren Verlauf 3 Oktanten völlig neu mit Bleiabschirmung versehen werden mußten.

Technologietransfer

Das Arbeitsgebiet „Technologietransfer“ – TT – wurde im Berichtsjahr neu eingerichtet. Ziel ist es, durch Ansprache von technisch interessierten Industrie- und Handwerksfirmen deutlich zu machen und dafür zu werben, daß bei DESY neben den wissenschaftlichen Ergebnissen auch viele technisch verwertbare Lösungen erarbeitet werden, die industriell genutzt werden sollten.

Besonders begrüßt würde es, wenn auch im Hamburger Raum Verwertungskontakte möglich wären. Deshalb wurde eine Reihe von Führungen für technisch-wissenschaftliche Mitarbeiter bei DESY durchgeführt – z.B. für die Handelskammer Hamburg, die Handwerkskammer Hamburg, die Unilever-Forschungsgesellschaft (NATEC), das Philips-Zentrallabor, die Fachhochschule Hamburg, den Zentralverband der Elektroindustrie (ZVEI), den Deutschen Verband für Schweißtechnik u.a.

Auf der Hannover-Messe 1979 war DESY erstmals mit Exponaten des Technologietransfers vertreten: Ausgestellt wurden eine elektronisch gesteuerte Warnleuchte, ein luftdruckgesteuertes Sicherheitsventil mit großer Öffnung für Flüssig-Gas-Behälter und die DEPI/REPI Aluminium-Edelstahl-Rohrverbindung. Vor allem für die Al-Edelstahlverbindung wurde eine Reihe von Industriekontakten angeknüpft, die u.a. zu einer Dauererprobung mit Uran-Hexafluorid für eine eventuelle Anwendung im Bereich der Isotopentrennung führten.

Neu angemeldet wurden 2 Patente für eine Unterdruckspannvorrichtung und ein Schnellschlußklappenventil, für dessen Einsatz wegen des „Booms“ beim Bau von Speicherringen für Synchrotronstrahlung (z.B. BESSY) eine Reihe von Lizenz-Interessenten vorhanden sind.

Werkstätten

In der Konstruktion lag der Schwerpunkt der Arbeiten bei den Experimenten. So wurden umfangreiche Konstruktionen für das Experiment ARGUS durchgeführt. Neben dem Detektormagnet und der Vakuumkammer wurden bei der Konstruktion der Driftkammer mit der Wahl eines kohlenstoff-faserverstärkten Innenrohres neue Wege beschritten.

Konstruktion
– W1 –

PLUTO benötigte für sein neues Experiment mit vergrößertem Vorwärtsspektrometer einen Septummagneten sowie neue Drift- und Vakuumkammern, die ebenfalls konstruiert wurden.

Eine besonders umfangreiche Arbeit war die Konstruktion der Torantriebe für CELLO.

Ein weiterer Schwerpunkt lag bei HASYLAB. Hier mußten sämtliche Komponenten der Strahltransportwege für Synchrotronstrahl-Experimente am Speicherring DORIS konstruiert werden. Wegen fehlender Kapazität mußten hier Konstruktionsarbeiten nach außerhalb vergeben werden.

Im Berichtsjahr wurden in den ersten Monaten bevorzugt Komponenten für den Zwischenspeicherring PIA gefertigt. Die benötigten Vakuumkammern, Cavities, Monitore sowie Kicker- und Septummagnete konnten dabei überwiegend in eigenen Werkstätten, die dazugehörigen Gestelle mit Justiereinrichtungen mußten extern, in Betrieben im Hamburger Raum, gefertigt werden. In beiden Fällen hatten Arbeitsvorbereitung und Fertigungskontrolle großen Anteil an der termingerechten Fertigstellung der Komponenten.

*Mechanische
Werkstatt – W4 –*

Die Hauptaktivität verlagerte sich ab Frühjahr 79 auf die Fertigung von Komponenten für HASYLAB. Es wurden neuartige Strahlauslaß-Vakuumkammern für DORIS-Magnete in Schweißausführung mit engen Toleranzen – fast verzugsfrei – in eigener Werkstatt gefertigt.

Über 120 lamellierte Kompensatoren NW 100 + 150 inklusive der erforderlichen Stanz-, Präge- und Schweißwerkzeuge wurden für HASYLAB benötigt. Neben Spiegelkammern wurde auch der Prototyp einer Vakuumschnellschlußklappe von der Werkstatt abgeliefert.

Die Arbeitsvorbereitung war außerdem für die Beschaffung von 26 Beamshuttern und diversen Stahlkonstruktionen und Gestellen wie auch der großen Experimentierbühne für die Experimentierhalle inklusive Statik und Konstruktion verantwortlich.

Die Aktivitäten für die PETRA-Experimente gingen naturgemäß zurück.

Insgesamt wurden von der Mechanischen Fertigung ca. 1400 Werkstattaufträge bearbeitet.

Die ersten im Februar bzw. August des Jahres 1976 aufgenommenen Auszubildenden in den Berufen Techn. Zeichner, Tischler, Feinmechaniker und Energieanlagenelektroniker – insgesamt 8 Lehrlinge – haben in diesem Jahr ihre Abschlußprüfungen bestanden.

*Ausbildung im
gewerblichen Bereich*
– W4/LA –

Für September d.J. wurde nun eine „neue Generation“ Auszubildender in diesen Handwerksrichtungen eingestellt, so daß sich die gewerbliche Ausbildung Ende 1979 wie folgt darstellt:

Beruf	Auszubildende DESY-Gruppe abgeschlossen	Ausbildungsstand		
		weiterlaufend	neu angefang.	
Techn. Zeichner	– W1 –	2	1	3
Tischler	– W7 –	2	–	3
Feinmechaniker	– W41 –	2	5	2
Betriebsschlosser	– G11 –	–	2	–
Energieanlagenelektroniker bzw. Elektrogerätemechaniker	– MKK1 –	2	–	2
		8	8	10

Gesamt zur Zeit in Ausbildung: 18

=====

Für die Erweiterung der Ausbildungskapazität ist im Berichtsjahr der Neubau einer Ausbildungswerkstatt begonnen worden und im Rohbau fertiggestellt, in der die Grundausbildung für metallverarbeitende und elektrotechnische Berufe einheitlich vermittelt werden soll, bevor die Auszubildenden in verschiedenen DESY-Gruppen in ihrem speziellen Fach weiterausgebildet werden.

Als Ausbilder in dieser neuen Lehrwerkstatt konnte zum 01.01.1980 nur ein Meister für Metallverarbeitung unter Vertrag genommen werden, weil die entsprechende Planstelle für 1 Elektromeister wieder gestrichen wurde.

Elektronik-Fertigung
– W5 –

Der Schwerpunkt der Tätigkeiten während des letzten Jahres lag bei der Vervollständigung der elektronischen Anlagen und Einrichtungen an PETRA, der Fertigstellung diverser Geräte und Komponenten für PIA sowie auch der Fertigstellung diverser Geräte für LINAC II.

Für das Experiment TASSO wurden die Aufträge bezüglich LA-Vorverstärker, einschließlich der zugehörigen Crates, zugehöriger Spezialkabel und der CADAS-Kassetten für Datenaufbereitung und -Auswertung abgeschlossen.

Daneben wurden wiederum eine Vielzahl von Kabelkonfektionierungsarbeiten der unterschiedlichsten Art ausgeführt.

Tischlerei
– W7 –

Neben den laufenden Reparaturarbeiten an DESY-Gebäuden und -Einrichtungen, zu denen auch die Neuanfertigung von Holztüren und Fenstern gehörte, nahm der Modellbau wieder einen breiten Raum ein. So wurden:

Das SYNCHROTRON-Strahlungslabor,	im Maßstab 1 : 50
das ARGUS-Experiment,	im Maßstab 1 : 10
und Modellanfertiungen von Strahlrohren für Experimente,	im Maßstab 1 : 1

gefertigt.

Durch Vergrößerungen der Werkstatt konnte für 3 Auszubildende ein eigener Arbeitsbereich geschaffen werden.

Fernmeldetechnik
– W8 –

Wie im Vorjahr lag der Schwerpunkt der Kabelarbeiten in der Verlegung und Konfektionierung von Kabeln für die PETRA-Experimente JADE, CELLO und TASSO, wobei in den Öffnungszeiten der Speicherringe zusätzliche Fremdfirmen eingesetzt werden mußten.

Daneben mußten aus der Experimentierhalle I sämtliche Kabel früherer Experimente eingezogen werden.

Ein wichtiger Beitrag war auch die Erarbeitung der technischen Grundlagen für die neue Telefonanlage sowie die Planung und Ausschreibung der neuen Hauptuhrenanlage.

Als Vorgriff auf die neue Telefonzentrale mußten im Fernsprechnetze umfangreiche Kabelumschaltungen vorgenommen werden.

Baumaßnahmen

Mit dem Bau einer Ausbildungswerkstatt und dem Anbau der Kantine wurde begonnen. Beide Bauvorhaben waren zum Jahresende rohbaufertig und alle Maßnahmen zum Innenausbau während des Winters waren getroffen. Die Planung für eine Erweiterung des Laborgebäudes I um ca. 250 qm Bürofläche wurde abgeschlossen.

*Neubauten,
Umbauten, Gebäude-
unterhaltung – G1 –*

Weitere Planungsarbeiten betrafen die Reorganisation des Regenwasser-Sielsystems auf dem DESY-Gelände sowie die Verbreiterung der Einfahrt an der Notkestraße zur Verbesserung der Ein- und Ausgangskontrolle.

Eine Fülle notwendiger Um- und Erweiterungsbauten wurde ebenfalls im Berichtsjahr ausgeführt. Beispielhaft zu erwähnen sind Umbauten im Bereich des Rechenzentrums und Einbau einer Klimaanlage. Umbauten für einen gemeinsamen Kontrollraum der Speicherringe DO-RIS, PIA und PETRA, Bau eines Telex-Raumes in der Warenannahme, Bau von Außen- bzw. Überbrückungstrappen an und in den PETRA-Experimentierhallen.

Mit dem Größer- und Älterwerden des Labors nimmt auch die Bauunterhaltung ständig zu. Besondere Sorge bereiten die Flachdächer der Hallen. Neben der Anlage von Parkplätzen wurde durch Erneuerung der Fahrbahnmarkierung für eine sichere Verkehrsführung auf dem Gelände gesorgt.

Nach Fertigstellung des PETRA-Beschleunigersystems wurden die Rauchmeldesysteme für die PETRA-Hallen und die Tunnelbereiche abgeschlossen. Zusätzlich wurden Experimentierkontrollen und größere Experimenteeinrichtungen durch Rauchmelder geschützt.

*Sicherheit
– D5 –*

Alle Gaswarnsysteme in den Experimentiergruben und in den Experimentieranlagen konnten in Betrieb genommen werden und zum Technischen Notdienst durchgeschaltet werden.

Überwachungsmaßnahmen für die Abluftsysteme der PETRA-Tunnelteile befinden sich noch in Planung.

Die Kabelmassierungen im X-Bauwerk wurden durch eine Sprinkler-Wasserlöschanlage zusätzlich geschützt. Die Rauchschutztüren im X-Bauwerk wurden durch Rauchmelder so geschaltet, daß sie beim Ansprechen automatisch schließen und einen Rauchbrandabschnitt bilden.

Im Jahre 1979 sind insgesamt 81 Unfälle an die Eigenunfall-Versicherung der Freien und Hansestadt Hamburg gemeldet worden.

Gemeinsam mit den Prüfern der Technischen Aufsicht wurden

16 Druckbehälter
und 8 Dampfkessel

überprüft.

Auch im Jahre 1979 wurden die gemäß Arbeitssicherheitsgesetz §§ 3, 6 und 10 regelmäßig vorgesehenen Betriebsbegehungen durchgeführt. Beteiligt waren hieran Sicherheitsingenieure und Betriebsarzt sowie ein Vertreter des Betriebsrates und als Arbeitgebervertreter jeweils die Aufsichtsperson nach der Reichsversicherungsordnung. Erfasst wurden hiervon die Plätze von 180 bis 200 Mitarbeitern.

Besonderer Wert wurde auf eine gute Unterweisung und Ausbildung der DESY-Mitarbeiter gelegt. Bei zahlreichen Gruppen für insgesamt 10 DESY-Gruppen und Abteilungen wurden fast 200 Personen in der Handhabung der bei DESY üblichen Handfeuerlöcher und in der Brandbekämpfung in der Praxis unterwiesen. Des Weiteren wurde die Feuerwehr in unsere neuen Gebäudeanlagen eingewiesen. Außerdem wurde in zwei Fällen die Feuerwehr zur Beratung in brandschutztechnischen Fragen hinzugezogen.

Der Sicherheitsrat tagte im Berichtsjahr 6 mal. In diesem Gremium wurden wieder die anstehenden besonderen Probleme sicherheitstechnischer Art diskutiert und durchgearbeitet. Schwerpunkte in der Arbeit waren Fragen der Gassicherheit bei den PETRA-Experimenten. Der Arbeitsschutzausschuß tagte 5 mal.

Zur Schulung und Weiterbildung nahmen die Sicherheitsfachkräfte an Seminaren und Schulungen teil.

Um ausreichend ausgebildete Mitarbeiter für die Erste Hilfe zu haben, wurden vom Deutschen Roten Kreuz abermals 2 Kurse durchgeführt. Einmal wurden 30 Mitarbeiter in der Ersten Hilfe unterwiesen (16-Stunden-Dauer). Außerdem wurden noch in Anbetracht unserer hohen Elektrogefährdung durch die umfangreichen elektrischen Anlagen in einer weiteren 8-stündigen Vertiefung 31 Mitarbeiter in der Herz-Lungen-Wiederbelebung unterwiesen.

Neue Mitarbeiter konnten auch bei der Feuerwehr den 14-tägigen Kursus als Rettungsanwärter absolvieren.

Die Personalstärke für den Technischen Notdienst betrug im Berichtsjahr 16 Mitarbeiter. Die Gruppe zog in das neue Gebäude 35 um. Ebenfalls wurde auch noch die Garage fertiggestellt, so daß jetzt Gruppe, Gerät und Fahrzeuge eng in einem Bereich untergebracht sind.

Betriebsarzt

Dieser nahm weiterhin mit einer Einsatzbereitschaft von 5 Stunden in der Woche die Aufgaben nach § 3 des Arbeitssicherheitsgesetzes wahr. Auf Beratungen, Untersuchungen und Betriebsbegehungen entfielen je ca. ein Drittel der Einsatzzeit. Eine feste wöchentliche Sprechstunde gab Gelegenheit für persönliche arbeitsmedizinische Beratungen, Untersuchungen und Schutzimpfungen.

Veröffentlichungen und Vorträge

JADE-Kollaboration

JADE-COLLABORATION, W. BARTEL et al.
Total Cross Section for Hadron Production
by e^+e^- -Annihilation at PETRA Energies.
Phys. Lett. 88B, (1979), 171

JADE-COLLABORATION,
W. BARTEL et al.
Search for New Flavour Production at
PETRA.
Phys. Lett. 89B, (1979) 136

JADE-Collaboration, W. BARTEL et al.
Observation of Planar Three-Jet Events in
 e^+e^- -Annihilation and Evidence for
Gluon Bremsstrahlung.
DESY 79/80 (to be published Phys. Lett.)

JADE-COLLABORATION,
S. ORITO et al.
First Results from JADE.
DESY 79/77 (to be published in the
Proceedings of the Lepton and Photon
Symposium 1979, FNAL, USA).

P. BRAUEL et al.
Electroproduction of π^+n , π^-p , and
 $K^+\Lambda$, $K^+\Sigma^0$ Final States Above the
Resonance Region.
Z. Physik C, Particles and Fields 3,
101 (1979)

DASP-COLLABORATION,
R. BRANDELIK et al.
Results from DASP on e^+e^- -Annihilation
between 3.1 and 5.2 GeV.
Z. Physik C' Particles and Fields 1,
233 (1979)

DASP-COLLABORATION,
R. BRANDELIK et al.
Production Characteristics of the
F Meson.
Phys. Lett. 80B (1979) 412

DASP-COLLABORATION,
R. BRANDELIK et al.
Charged Pion, Kaon and Nucleon Pro-
duction by e^+e^- -Annihilation for C. M.
Energies between 3.6 and 5.2 GeV.
Nucl. Phys. B148 (1979) 189

DASP-COLLABORATION,
R. BRANDELIK et al.
Experimental Results on the Decay
Sequence $\psi' (3685) \rightarrow \gamma\gamma J/\psi, \gamma\pi^+\pi^-$,
 γK^+K^- and the Decay $\psi \rightarrow J/\psi, \pi^0 J/\psi$.
Nucl. Phys. B160 (1979) 426

H. DRUMM et al.
The Jet Chamber, a Pictorial Drift
Chamber for Experiments at PETRA.
IEEE Trans. Nucl. Sci. NS-26 (1979)
Nr. 189

G. WEBER
Ypsilons and Jets at DORIS.
Physica Scripta 20 (1979) 240

J. ALLISON
Results from JADE.
Imperial College, Okt. 79

R. FELST
First Results from JADE.
Cornell University, August 79

R. FELST
Recent Results from JADE.
LAPP, Annecy, Dezember 79

D. HAIDT
Evidence for Gluonbremsstrahlung.
Kopenhagen, September 79

J. HEINTZE
Observation of Planar Three Jet Events.
Brookhaven National Lab.,
Yale University,
Rockefeller University,
Fermi National Laboratory,
California Institute of Technology,
Oktober 79

J. HEINTZE
Detectors at PETRA.
IEE-Meeting, San Franzisko, Oktober 79

J. HEINTZE
Results from JADE.
Saclay, November 79

R. MARSHALL
First Results from JADE.
Brookhaven National Laboratory,
August 79

R. MARSHALL
Results from JADE.
Queen Mary College,
Glasgow University,
Sheffield University, Oktober 79

S. ORITO
First Results from JADE.
Invited talk. Lepton and Photon Sym-
posium 1979, FNAL, USA, August 79

S. ORITO
Recent Results from JADE.
CERN, Oktober 79

S. ORITO
 e^+e^- Experiments.
Rutherford Laboratory, Dezember 79

A. WAGNER
First Results from JADE.
LRL Berkely, SLAC, September 79

A. WAGNER
Gluon Bremsstrahlung.
Koll. Heidelberg, November 79

G. WEBER
European Future Accelerators.
Invited talk at the MINERVA Meeting,
Dead Sea (Israel), 17. - 22.2.79

G. WEBER
Recent Results from DORIS and PETRA.
Plenarvortrag gemeinsamer Tagung des
Fachausschusses Kernphysik der DPG
und der holländischen Physikalischen
Gesellschaft
Gent (Belgien), 29. - 31.3.1979

G. WEBER
Interaction Regions and Experimental
Areas.
Invited talk at the ECFA-LEP study
week, Hamburg, April 2. - 6. 1979

G. WEBER
Recent e^+e^- Annihilation Results from
DESY.
Invited talk at the Symposium on Lep-
ton and Hadron Interactions,
17. - 20. September 1979, Visegrád
(Ungarn)

G. WEBER
Electron Proton Interaction Regions and
Experiments.
Summary talk at the Second ICFA Work-
shop on Possibilities and Limitations of
Accelerators and Detectors.
Les Diablerets (Schweiz), Oktober
4. - 9., 1979

MARK-J-KOLLABORATION

D. BARBER et al.
Measurement of the Relative Total
Hadronic Cross Section R at PETRA.
Phys. Rev. Lett. 42, 1113 (1979)

D. BARBER et al.
Test of Quantum Electrodynamics at
PETRA Energies.
Phys. Rev. Lett. 42 1110 (1979)

D. BARBER et al.
Study of Electron-Positron Collisions at
the Center of Mass Energies of 27.4 and
27.7 GeV at PETRA.
Phys. Rev. Lett. 43, 901 (1979)

D. BARBER et al.
Study of Electron-Positron Collisions at
the Highest PETRA Energy.
Phys. Lett. 85B, 462 (1979)

D. BARBER et al.
A Test of Universality of Charged
Leptons.
Phys. Rev. Lett. 43, 1915 (1979)

D. BARBER et al.
Discovery of Three Jet Events and A Test
of Quantum Chromodynamics.
Phys. Rev. Lett. 43, 805 (1979)

D. BARBER et al.
The First Year of MARK-J at PETRA.
M.I.T. Laboratory for Nuclear Science
Report No. 107

D. BARBER et al.
Test of Quantum Chromodynamics and a
Direct Measurement of the Strong
Coupling Constant α_s at $\sqrt{s} = 30 \text{ GeV}$.
Phys. Lett. 89B, 139 (1979)

PLUTO-KOLLABORATION

CH. BERGER et al.
PLUTO-Kollaboration
First Observation of Hadron Production
in e^+e^- Collisions at 13 and 17 GeV.
CMS-Energy with the PLUTO Detector
at PETRA
DESY 79/06

- CH. BERGER et al.
PLUTO-Collaboration
Cross Sections and Event Topologies in e^+e^- Annihilation at 13 and 17 GeV. Observed with the PLUTO Detector. DESY 79/11 und Phys. Lett. 81B (1979) 410
- CH. BERGER et al.
PLUTO-Collaboration
Measurement of Leptonic Branching Ratios of the Υ (9.46)
DESY 79/19 und Z. Physik C 1 (1979) 343
- CH. BERGER et al.
PLUTO-Collaboration
Search for a „Top“ Threshold in Hadronic e^+e^- Annihilation at Energies between 22 and 31.6 GeV.
DESY 79/56 und Phys. Lett. 86B (1979) 413
- CH. BERGER et al.
PLUTO-Collaboration
Evidence for Gluon Bremsstrahlung in e^+e^- Annihilations at High Energies
DESY 79/57 und Phys. Lett. 86B (1979) 418
- CH. BERGER et al.
PLUTO-Collaboration
Hadron Production from Photon-Photon Interactions in the CM Energy Range from 1 to 5 GeV
DESY 79/65 und Phys. Lett. 89B (1979) 120
- W. WAGNER et al.
PLUTO-Collaboration
Spin Parity Analysis of the Decay $\tau \rightarrow \pi \rho \nu$
DESY 79/66 und Z. Physik C 3 (1980) 193
- CH. BERGER et al.
PLUTO-Collaboration
Two Particle Correlation in e^+e^- Annihilation
DESY 79/83 und Phys. Lett. 90B (1980) 312
- S. BRANDT
Das Quarkmodell und seine experimentelle Überprüfung mit e^+e^- -Speicherungen
Kolloquium, Universität Bochum, Januar 1979
- G. ZECH
PLUTO at DORIS and PETRA
Vortrag APS-Meeting, New York, USA, Januar 1979
- H. SPITZER
 e^+e^- Interactions
Lectures, Int. Wintermeeting, Segovia, Spanien, Januar 1979
- G. ZORN
Results of PLUTO at PETRA
Seminarvortrag, John Hopkins University, Januar 1979
- CH. BERGER
First Results of PLUTO at PETRA
Seminarvortrag, DESY, Januar 1979
- G. ZECH
 Υ -Decay and Jet Production in e^+e^- Interactions
Kolloquium, University of Maryland, USA, Februar 1979
- U. TIMM
Results from PLUTO at DORIS and PETRA
Vortrag, Minerva-Konferenz, Ein Bokek, Israel, Januar 1979
- U. TIMM
Physics at DESY from 1963 to 1979
Kolloquium, Weizmann Institut, Israel, Januar 1979
- R. DEVENISH
A Review of Jet Behaviour in e^+e^- Annihilation into Hadrons
Vortrag, Caltech Workshop, Februar 1979 (Interner Bericht DESY F33/03 und Survey in High Energy Physics, Vol. 1, No. 1, 1979)
- G. ZORN
Results from PLUTO at PETRA
Seminarvortrag, Michigan State University, März 1979
- J. BÜRGER
 Υ -Mesonen und Jets in e^+e^- Reaktionen
Plenarvortrag, DPG Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- CH. GERKE
Messung des totalen hadronischen Wirkungsquerschnittes in der e^+e^- -Annihilation bei 9.4 GeV
Kurzvortrag, DPG-Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- K. DERIKUM
 $q\bar{q}$ -Jets zwischen 3 und 17 GeV
Kurzvortrag, DPG-Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- H. J. MEYER
Jet-Analyse des Υ -Zerfalls in geladene Hadronen
Kurzvortrag, DPG-Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- H. J. DAUM
Energieflußanalyse zur Struktur der Ereignisse der Υ -Resonanz
Kurzvortrag, DPG-Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- K. WACKER
Inklusive K_S^0 -Erzeugung in der e^+e^- -Vernichtung bei 9.4 GeV und beim Υ -Zerfall
Kurzvortrag, DPG-Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- O. MEYER
Untersuchung des Zerfalls $\Upsilon \rightarrow \psi + X$ mit dem Detektor PLUTO
Kurzvortrag, DPG-Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- E. LEHMANN
 J^P -Analyse von $\rho\pi$ in $\tau \rightarrow \nu\rho\pi$.
Kurzvortrag, DPG-Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- F. RAUPACH
Untersuchungen an Zwei-Photon-Ereignissen (PLUTO an PETRA)
Kurzvortrag, DPG-Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- W. LACKAS
Ergebnisse der PLUTO-Kollaboration bei PETRA, σ_{tot} unter besonderer Berücksichtigung der Luminositätsmessung
Kurzvortrag, DPG-Frühjahrstagung, Bonn, März 1979
- H. J. DAUM
Die 3-Gluon-Struktur des Υ
Seminarvortrag, DESY, März 1979
- G. FLÜGGE
Recent Experiments at DESY
Lectures, Int. Universitätswochen, Schladming, Österreich, März 1979 und DESY 79/26
- J. BÜRGER
PLUTO Results at DROIS and PETRA
Seminarvortrag, CEN Saclay, Frankreich, März 1979
- G. KNIES
Jet Production in e^+e^- Annihilation and Υ -Decays
Vortrag, Rencontre de Moriond, Les Arcs, Frankreich, März 1979 (DESY 79/47)
- W. WAGNER
First Results of PLUTO at PETRA
Vortrag, Rencontre de Moriond, Les Arcs, Frankreich, März 1979 (DESY 79/49)
- G. ZECH
Jets in e^+e^- Annihilation
Vortrag, Rencontre de Moriond, Les Arcs, Frankreich, März 1979
- H. MEYER
Results from PLUTO at DORIS and PETRA
Vortrag, Workshop, Erice, Italien, März 1979
- L. CRIGEE
Recent Results of PLUTO at DORIS and PETRA
Vortrag, APS Meeting, Washington, USA, April 1979
- H. MEYER
Results from PLUTO at DORIS and PETRA
Vortrag, Konferenz, Trieste, Italien, April 1979
- G. ZECH
Jets in der e^+e^- Vernichtung
Seminarvortrag, Universität Bonn, April 1979
- A. SKUJA
Results from PLUTO at PETRA
Seminarvortrag, Princeton University, USA, April 1979

G. FRANKE
Das PLUTO-Auswertesystem
Seminarvortrag, DESY, Mai 1979

H. J. MEYER
Jet Analysis of the Υ Decay
Vortrag, NORDIC Particle Physics
Meeting, Kopenhagen, April 1979

K. WACKER
Jet Analysis of Hadronic Events in
 e^+e^- Annihilation
Vortrag, NORDIC Particle Physics
Meeting, Kopenhagen, April 1979

CH. BERGER
 $\gamma\gamma$ Physics with PLUTO at PETRA
Vortrag, NORDIC Particle Physics
Meeting, Kopenhagen, April 1979

G. FLÜGGE
The Heavy Lepton τ
Vortrag, EPS Conference, Genf,
Juni 1979

PLUTO Collaboration,
vorgetragen von S. BRANDT
Experimental Search for Υ Decay into
3 Gluons
Vortrag, EPS Conference, Genf, Juni
1979 (DESY 79/43)

PLUTO Collaboration,
vorgetragen von V. BLOBEL
Results from PLUTO at PETRA
Vortrag, EPS Conference, Genf, Juni
1979 (DESY 79/42)

K. DERIKUM
Vorschlag zur Untersuchung von 2-Pho-
ton Prozessen mit PLUTO an PETRA
Seminarvortrag, Siegen, Juni 1979

H. MEYER
Decay Properties of the Υ
Seminarvortrag, CERN, Juni 1979

G. ZECH
Production de jets dans les interactions
 e^+e^-
Seminarvortrag, Universität Straßburg,
Juni 1979

A. BÄCKER
Results on the Υ -Meson from PLUTO
Vortrag, SLAC Summer Institute,
Stanford, USA, Juli 1979

G. ZORN
Results from PLUTO at PETRA
Vortrag, SLAC Summer Institute,
Stanford, USA, Juli 1979

B. KOPPITZ
QED-Tests mit PLUTO
Seminarvortrag, DESY, Juli 1979

H. MEYER
On 3-jet Structure in e^+e^- Annihilation
Seminarvortrag, Los Alamos, USA,
August 1979

H. MEYER
Evidence for Gluons in e^+e^- Annihi-
lation
Seminarvortrag, Caltech, USA,
August 1979

CH. BERGER
Results from the PLUTO Experiment
on e^+e^- Reactions at High Energies
Vortrag, Int. Symposium on Lepton and
Photon Interactions, FNAL, USA,
August 1979
(Bericht, RWTH Aachen PITHA 79/29)

H. MEYER
Measurements of Properties of Υ Partic-
les from e^+e^- Annihilation
Vortrag, Int. Symposium on Lepton and
Photon Interactions, FNAL, USA,
August 1979
(DESY 79/81)

H. MEYER
On 3 Jet Structure in e^+e^- Annihilation
Vortrag, Gordon Conference, Boston,
USA, August 1979

CH. BERGER
 $\gamma\gamma$ Results from the PLUTO Experiments
Vortrag, Konferenz, Lake Tahoe, USA,
August 1979

G. FLÜGGE
Recent e^+e^- Results from DESY
Lectures, Hawaii Topical Conference in
Particle Physics, August 1979
(Interner Bericht DESY PLUTO 80/01)

PLUTO Collaboration,
vorgetragen von CH. BERGER
A Proposal to Study $\gamma\gamma$ Interactions with
the Detector PLUTO at PETRA
Forschungsseminar, DESY, September
1979 (Interner Bericht DESY PLUTO
79/01, PRC 79/06, Juni 1979)

F. BARBEIRO
Two Particle Correlations in e^+e^- Inter-
actions
Vortrag, Theorie-Workshop, DESY,
September 1979

W. WAGNER
 $\gamma\gamma$ -Processes at PETRA
Vortrag, Theorie-Workshop, DESY,
September 1979

A. ESKREYS
Hadron Production in e^+e^- Annihilation
Observed with PLUTO at PETRA
Vortrag, Int. Symp. on Multiparticle
Dynamics, Goa, India, Oktober 1979

S. BRANDT
Suche nach Gluon Effekten in e^+e^- -
Wechselwirkungen bei hohen Energien
Seminarvortrag, Inst. f. Kernphysik KFA,
Jülich, November 1979

R. GLASSER
Results from PLUTO at PETRA
Kolloquium, University of Virginia, USA,
November 1979

R. GLASSER
Results from PLUTO at PETRA
Kolloquium, Naval Research Labora-
tory, November 1979

S. BRANDT
Jet Analysis of e^+e^- Interactions at
High Energies
Seminarvortrag, CERN, November 1979

S. BRANDT
Search for Triple Jets in the Υ (9.46)
Decay and in e^+e^- Annihilation at
 $E_{CM} \sim 30$ GeV
Seminarvortrag, CEN Saclay, Frankreich,
November 1979

U. TIMM
Der Weg zu Quarks und Gluonen
Kolloquium, Siegen, November 1979

B. NEUMANN
Aufbau und Test eines großflächigen
Systems von Proportionalrohrkammern
für den Detektor PLUTO zum Nachweis
von Myonen
Diplomarbeit, Interner Bericht DESY
F33-79/01, Januar 1979

H. KAPITZA
Bau und Erprobung von Proportional-
kammern zur Ortsmessung im Endcap-
Schauerzähler des Detektors PLUTO
Interner Bericht DESY F14-79/91

TASSO-Kollaboration

R. BRANDELIK et al.
TASSO-Collaboration
Properties of Hadron Final States in
 e^+e^- Annihilation at 14 GeV and
17 GeV
Center of Mass Energies
DESY 79/14 (1979); Phys. Lett. 83B
(1979) 261

R. BRANDELIK et al.
TASSO-Collaboration
The Hadronic Final State in e^+e^- Anni-
hilation at c.m. Energies of 13, 17 and
27.4 GeV
DESY 79/50 (1979)

R. BRANDELIK et al.
TASSO-Collaboration
Evidence for Planar Events in e^+e^- An-
nihilation at High Energies
DESY 79/53 (1979); Phys. Lett. 86B
(1979) 243

R. BRANDELIK et al.
TASSO-Collaboration
Rapid Growth of Charged Particle Multi-
plicity in High Energy e^+e^- Annihi-
lations
DESY 79/73 (1979); Phys. Lett. 89B
(1979) 418

R. BRANDELIK et al.
TASSO-Collaboration
 e^+e^- Annihilation at High Energies and
Search for the t-Quark Continuum Con-
tribution
DESY 79/74 (1979)

R. BRANDELIK et al.
TASSO-Collaboration
Energy Scan for Narrow States in e^+e^-
Annihilation at c.m. Energies between
29.90 and 31.46 GeV
DESY 79/75 (1979); Phys. Lett. 88B
(1979) 199

D. NOTZ
Hadron Final States in the TASSO De-
tector at PETRA
DESY 79/36 (1979)

P. SÖDING
Jet Analysis
Proceedings EPS Vol. 1, p. 271–281

B. H. WIJK
Recent Results from PETRA
DESY 79/84 (1979)

G. WOLF
Recent Results on e^+e^- Interactions
from DORIS
erschienen in Weak Interactions, Varenna
Lectures, XXI Corso, Soc. Italiana di
Fisica, Bologna, Italien

G. WOLF
Recent Results from DASP on e^+e^-
Annihilation
erschienen in Gauge Theories and Lep-
tons, Thirteenth Rencontre de Moriond,
1978, ed. by J. Tran Thanh Van, Band II,
S. 81

G. WOLF
Charm and Heavy Lepton Production by
 e^+e^- Interactions
erschienen in: Facts and Prospects of
Gauge Theories, Acta Physica Austriaca,
Supplement XIX, S. 677

G. WOLF
 e^+e^- Interactions
Vorträge auf der Erice International
School of Subnuclear Physics 1978

G. WOLF
High Energy Trends in e^+e^- Physics
DESY 79/41 (1979) and Proceedings of
the EPS Conference, Geneva 27 June –
4 July 1979, Band 1, Seite 220

G. WOLF
TASSO Results on e^+e^- Annihilation
between 13 and 31.6 GeV and Evidence
for Three Jet Events
DESY Bericht 79/61 (1979)

G. WOLF and P. SÖDING
Many-Body Processes
erschienen in: Electromagnetic Inter-
actions of Hadrons, ed. by A. Donnachie
and G. Shaw, Plenum Press, Band 2, S. 1

B. H. WIJK and G. WOLF
Electron-Positron Interactions
Monographie, Springer Tracts in Modern
Physics, Band 86

Dissertationen

O. RÖMER
Messung des semileptonischen Zerfalls
von Mesonen mit Charm am Elektron-
Positron Speicherring DORIS.

Diplomarbeiten

H. BURKHARDT
Gas-Cerenkovzähler für TASSO

R. FOHRMANN
Untersuchung an Driftkammern für den
Hadron-Arm des Detektors TASSO

Staatsexamensarbeiten

R. SCHLIE
Aufbau und Programmierung einer
Mikroprozessor-Anordnung zur Steue-
rung der Herstellung von Aerogel.

Vorträge

R. BARLOW
Results from the TASSO Detector at
PETRA
Vortrag Universität Bristol, England,
27. November 1979

W. BRAUNSCHWEIG
First Results of the TASSO Detector at
PETRA
Nordic Particle Physics Meeting, Kopen-
hagen, April 1979

W. BRAUNSCHWEIG
Recent Results of the TASSO Detector
at PETRA
Gordon Conference on Elementary
Particle Interactions, Andover, USA,
August 1979

W. BRAUNSCHWEIG
Neueste Resultate des TASSO Detektors
am e^+e^- -Speicherring PETRA
Seminar, Universität Wuppertal,
September 1979

H. BURKHARDT
Das Cerenkovzählersystem des TASSO-
Detektors
DPG-Tagung in Bonn, Februar 1979

R. J. CASHMORE
The Hadronic Final State in e^+e^- Anni-
hilation at c.m. Energies of 13, 17 and
27.4 GeV
Geneva, 27 June – 4 July 1979

H. HARTMANN
Erste Ergebnisse von TASSO
DPG-Frühjahrstagung 1979, Bonn

D. HEYLAND
Teilchentrennung und Spurerkennung im
Flüssig-Argon-Schauerzähler
Herbstschule für Hochenergiephysik
Maria Laach, 11. – 21. September 1979

M. HOLDER
Recent Results in Inclusive Charged-
Current Neutrino-Nuclear Scattering
XVIII Cracow School of Theoretical
Physics, Zakopane, Mai 1979

M. HOLDER
QCD Tests in Lepton-Nuclear Scattering
Experiments
Second International Symposium on
Hadron Structure and Multiparticle
Production, Kazimierz, Polen,
20. – 26. Mai 1979

U. KÖTZ
Die TASSO-Driftkammer
Vortrag Gesamthochschule Siegen,
3.12.1979

H. KOWALSKI
Ergebnisse von TASSO
CERN, 11.10.1979

S. LLOYD
Results from TASSO
Vortrag University Southampton,
England, 30. November 1979

H. L. LYNCH
Results from TASSO
American Physical Society, Washington,
April 1979

H. L. LYNCH
Results from TASSO
SLAC, May 1979

H. L. LYNCH
Results from TASSO
LBL, May 1979

H. L. LYNCH
Experimental Aspects of QCD (3 lectures)
GIFT School, Jaca, Spanien, Juni 1979

H. L. LYNCH
 e^+e^- Colliding Beams and their Contri-
butions to the Knowledge of Quarks and
Leptons (4 lectures)
Cargèse Summer School, Cargèse,
Corsica, Frankreich, Juli 1979

K. LÜBELSMEYER
Erste Resultate des TASSO-Detektors
am e^+e^- -Speicherring PETRA
Kolloquium, RWTH Aachen, Juni 1979

K. LÜBELSMEYER
Recent Results of the TASSO Detector
at PETRA
Seminar, Stanford Accelerator Center
SLAC, Stanford, USA, September 1979

K. LÜBELSMEYER
Recent Results of the TASSO Detector
at PETRA
Seminar, University of California, Santa
Cruz, USA, September 1979

K. LÜBELSMEYER
Recent Results of the TASSO Detector
at PETRA
Seminar, Massachusetts, Institute of
Technology MIT, Cambridge, USA,
September 1979

- K. LÜBELSMEYER
Recent Results of the TASSO Detector at PETRA
Seminar, Yale University, New Haven, USA, September 1979
- K. LÜBELSMEYER
Neueste Resultate des TASSO Detektors am e^+e^- -Speicherring PETRA
Workshop-Vortrag, DPG-Tagung, Ulm, September 1979
- K. LÜBELSMEYER
Neueste Resultate des TASSO Detektors am e^+e^- -Speicherring PETRA
Kolloquium, Universität Göttingen, Dezember 1979
- K. LÜBELSMEYER
Neueste Resultate des TASSO Detektors am e^+e^- -Speicherring PETRA
Kolloquium, Universität Mainz, Dezember 1979
- D. LÜKE
Recently Developments in e^+e^- Physics at DESY
Vortrag bei Katholieke Universiteit te Leuven, Belgien, 16. Januar 1979
- H.-U. MARTYN
Results from the TASSO Detector at PETRA
Tagung des Wissenschaftlichen Rates, DESY, Hamburg, März 1979
- H.-U. MARTYN
Evidenz für Quark- und Gluon-Jets in der e^+e^- -Vernichtung bei hohen Energien
Kolloquium, F.U. Berlin, Oktober 1979
- T. MEYER
First Results from TASSO at PETRA
Vortrag University of California, Los Angeles, USA, 2. Aug. 1979
- T. MEYER
Results from TASSO at PETRA
Vortrag Ecole Polytechnique, Palaiseau, Frankreich, 15. Nov. 1979
- G. MIKENBERG
New Results from TASSO
Third German-Israeli Minerva Symposium, Dead Sea, Israel, Feb. 18–23, 1979
- D. NOTZ
Hadron Final States in the TASSO Detector at PETRA
Invited Talk given at the XIVth Rencontre de Moriond, Les Arcs, Savoie, Frankreich, March 11 – 23, 1979
- D. NOTZ
Hadron Final States in the TASSO Detector at PETRA
Vortrag im Institut of Nuclear Physics, High Energy Physics Lab., Krakow/Polen, 6. April 1979
- J. PYRLIK
Teilchenstreuung und Spurerkennung im Flüssig-Argon-Schauerzähler
Herbst-Schule Maria Laach, September 1979
- R. RIETHMÜLLER
Die Aerogelzähler des TASSO-Detektors
DPG-Tagung in Bonn, Februar 1979
- D. SCHMITZ
Erste Resultate des TASSO Detektors am e^+e^- -Speicherring PETRA
Kolloquium, Universität Düsseldorf, Mai 1979
- P. SCHMÜSER
Neue Ergebnisse der Elementarteilchenphysik
Kolloquiumsvortrag, Kiel, Januar 1979
- P. SCHMÜSER
Experimental Evidence on Jets
Invited Talk, International Workshop on Theoretical Physics, Trieste, Juli 1979
- P. SCHMÜSER
Recent Results from TASSO
Talk at the PRC Meeting, DESY, Juli 1979
- P. SCHMÜSER
Leptons and Quarks
Cours Internationaux Post-Universitaires, Université de Liège, August 1979
- P. SÖDING
Jet Analysis
Invited talk at the European Physical Society International Conference on High Energy Physics, Geneva, 27 June – 4 July 1979
- P. SÖDING
Evidenz für Gluon-Bremstrahlung in der e^+e^- -Vernichtung bei PETRA
Hochenergie-Kolloquium der Universität Bonn, Oktober 1979
- P. SÖDING
Jets in High-Energy e^+e^- Annihilation at PETRA
Vortrag in the Theory Workshop on Quarks, Jets and QCD, DESY, 8. – 10. Okt. 1979
- P. SÖDING
Jets from Quarks and Gluons in e^+e^- Annihilation at PETRA
Physics Department Colloquium, University of Groningen, Nov. 1979
- P. SÖDING
Erste Hinweise of Gluonen in der e^+e^- -Vernichtung
Physikalisches Kolloquium der Universität Karlsruhe, Dez. 1979
- D. TRINES
Physik der Speicherringe
Herbst-Schule Maria Laach, September 1979
- B. H. WIJK
Recent Results from PETRA
Invited Talk given at the American Physical Society, McGill University, Montreal, Canada, 25 – 27 October 1979
- B. H. WIJK
First Results from PETRA
Neutrino Conference in Bergen, Norwegen, Juni 1979
- G. WOLF
 e^+e^- Experiments at DESY
Université Pierre et Marie Curie, Paris, 8.1.1979
- G. WOLF
First Results from TASSO
Seminarvortrag, SLAC, Stanford, USA, 19.2.1979
- G. WOLF
 e^+e^- Annihilation at PETRA Energies
Invited talk, Highly Specialized Seminars, Erice, Italien, 19.3.79
- G. WOLF
Experimental Results from PETRA
Laboratoire de Accélérateur Linéaire, Orsay, Paris, 4.5.1979
- G. WOLF
High Energy Trends in e^+e^- Physics
EPS Conference, Geneva, 27 June – 4 July 1979
- G. WOLF
Selected Topics on e^+e^- Physics
Vorträge auf der CERN-JINR-Schule, Dóbogókő, Ungarn, 7. – 13.9.1979
- G. WOLF
Experimental Results from PETRA
Eingeladener Vortrag, Tagung der Italienischen Physikalischen Gesellschaft, Ancona, Italien, 9.10.1979
- G. WOLF
Evidence for Gluon Jets
Vortrag am SIN, Villingen, Schweiz, 30.11.1979
- G. WOLF
TASSO Results on e^+e^- Annihilation between 13 and 31.6 GeV and Evidence for Three Jet Events
Vortrag bei DESY, 20.8.1979
- G. WOLF
TASSO Results on e^+e^- Annihilation between 13 and 31.6 GeV and Evidence for Three Jet Events
Invited talk, 1979 International Symposium on Lepton and Photon Interactions at High Energies, Aug 23 – 29, 1979, FNAL, Chicago, USA
- M. WOLLSTADT
Eine große zylindrische Driftkammer für TASSO
DPG-Frühjahrstagung 1979, Bonn
- P. WOODWORTH
TASSO Results on e^+e^- Annihilations
Vortrag University of Birmingham, England, September 1979
- S. L. WU
Results from TASSO at PETRA
Irvine Conference, Irvine, CA, November 30 and December 1, 1979

S. L. WU
Recent Results from TASSO
Frascati, Roma, Italy, May 10, 1979

S. L. WU
Recent Results from TASSO and
Evidence for Three-Jet Events
CERN, August 20, 1979

S. L. WU
Recent Results from TASSO and
Evidence for Three-Jet Events
Brookhaven National Laboratory,
Upton, N.Y., August 1979

S. L. WU
Evidence for Gluon Bremsstrahlung
Cornell University, Ithaca, N.Y.,
August 1979

S. L. WU
Probing for the Gluons — Results from
TASSO at PETRA
University of Wisconsin, Madison,
September 1979

S. L. WU
Results from TASSO and Evidence for
Three-Jet Events
California Institute of Technology,
Pasadena, CA, September 1979

S. L. WU
Probing for the Gluons
University of California, Irvine, CA,
September 1979

S. L. WU
Results from TASSO at PETRA and
Evidence for Three-Jet Events
University of Chicago, Illinois,
October 1979

S. L. WU
Probing for the Gluon and Results from
TASSO
Department of Energy, Washington, D.C.,
October 1979

S. L. WU
Probing of the Gluon
University of California, Berkeley,
CA, November 1979

S. L. WU
Probing of the Gluon
University of Washington, Seattle, WA,
November 1979

S. L. WU
Results from TASSO at PETRA
Topical Workshop, Madison, WI.,
October 22–24, 1979

S. L. WU
Gluon and its Evidence
University of Wisconsin, Madison, WI.,
November 14, 1979

DESY, Hamburg, Heidelberg, MPI-München Kollaboration

J. K. BIENLEIN et al.
Observation of an Excess of Events in
 e^+e^- Annihilations into neutral Final-
States Leading to Three Electromag-
netic Showers at 10 GeV
DESY 79/24

F. H. HEIMLICH et al.
Hadronic Jets from e^+e^- -Annihilations
in the Υ and Υ' Regions
DESY 79/39 and Phys. Lett. 86B
(1979) 399

J. K. BIENLEIN
Eingeladener Vortrag auf der Tagung
der American Physical Society am
31. Jan. 1979 in New York

Vorträge auf der Tagung der Deutschen
Physikalischen Gesellschaft am 1. März
1979 in Bonn

- a) C. RIPPICH
Topologische Untersuchung der ha-
dronischen Zerfälle des Υ (9.46)
- b) P. BOCK
Beobachtung der Υ und Υ' Reso-
nanzen in der e^+e^- -Vernichtung und
Suche nach rein neutralen Endzustän-
den im Energiebereich zwischen
9.4 und 10.1 GeV
- c) F. H. HEIMLICH
Jetstruktur der neutralen Zerfalls-
produkte bei den Υ (9.46) und Υ'
(10.02) Resonanzen
- d) M. SCHMITZ
Radiative Zerfälle der Υ (9.46)
Resonanz

J. K. BIENLEIN
Experimental Results from DESY
Seminar in Krakau am 12. Mai 1979

F. H. HEIMLICH
Jetstruktur im Υ - und Υ' -Bereich
Seminarvortrag bei DESY,
16. Januar 1979

BONANZA-Kollaboration

Veröffentlichungen von TASSO siehe dort.

H. J. BESCH et al.
First Observation of Photon-Photon Inter-
actions at DORIS.
Phys. Lett. 81B (1979) 79

H. J. BESCH et al.
An Experimental Study of the Anti-
neutron-light Nucleus Annihilation at
1.4 GeV/c.
Z. Physik A 292 (1979) 197

H. W. EISERMANN
Die erste Beobachtung der Photon-Pho-
ton-Wechselwirkung am Elektron-
Positron Speicherring DORIS.
Bonn-IR-79-2, Januar 1979

F. ROTH
Aufbau und Test einer Matrix aus Blei-
glas-Cerenkov-Zählern für den TASSO-
Detektor bei PETRA.
Bonn-IR-79-19, Juni 1979

W. KORBACH
Bau und Test eines Proportionalkammer-
systems für den TASSO-Detektor am
 e^+e^- -Speicherring PETRA.
Bonn-IR-79-37, September 1979

H. HARTMANN
Erste Ergebnisse von TASSO.
DPG-Frühjahrstagung Bonn, Feb. 79

M. WOLLSTADT
Eine große zylindrische Driftkammer
für TASSO.
DPG-Frühjahrstagung Bonn, Feb. 79

H. KOWALSKI
Zwei-Photon-Physik mit BONANZA an
DORIS.
LUND, 10.10.79

H. KOWALSKI
Ergebnisse von TASSO.
LUND, 11.10.79

DASP 2 und ARGUS Kollaboration

C. W. DARDEN et al.
Study of the Υ (9.46) Meson in Electron-
Positron Annihilations,
Physics Letters 80 B (1979) 419

C. W. DARDEN et al.
Observations of the Υ and Υ' Meson in
Electron Positron Annihilations
XIVth Rencontre de Moriond, March
17–23, 1979, in Current Hadron Inter-
actions, Vol. II., p. 129, edited by
D. Tran Thanh Van

P. BÖCKMANN
Multiplizität und inklusive Spektren im
Bereich der Υ -Resonanz
DPG-Tagung Bonn, 1.3.1979

H. HASEMANN
Status Report on the ARGUS drift-
chamber and time of flight system.
Forschungsseminar 15.6.1979

W. SCHMIDT-PARZEFALL
Observation of the Υ and Υ' Meson in
Electron Positron Annihilations
XIVth Rencontre de Moriond, March
17–23, 1979

Results from DORIS and SPEAR
Lectures at the International School of
Elementary Particle Physics,
Kupari-Dubrovnik, September 1979

H. SCHRÖDER
The Υ Family
3rd Nordic Conference on High Energy
Reactions, Geilo, Norway, January 1979

Eigenschaften der Υ Mesonen
Seminarvortrag, Universität Heidelberg,
26. Januar 1979

K. R. SCHUBERT
Upsilon Formation at DORIS.
Vortrag auf dem Highly Specialized Seminar
on Probing Hadrons with Leptons, Erice,
April 1979

K. R. SCHUBERT
Upsilon Formation Experiments at
DORIS
Kolloquiumsvortrag in der Kansas State
University, Lawrence, USA, August 1979

E. STEINMANN
 Γ_{ee} und Γ_{tot} der Resonanzen Υ und Υ' ,
bestimmt nach DASP
DPG-Tagung Bonn, 28.2.1979

Status report on the ARGUS magnet
and shower counter system
Forschungssseminar 15.6.1979

Elektroproduktion in einer Streamerammer

R. ERICKSON et al.
Charge Retention in Deep Inelastic
Electroproduction
Phys. Rev. Letters 42, 822 (1979).

F. JANATA
Jets in Deep Inelastic Electroproduction.
International Conference on High Energy
Physic, Genf, 27.6. – 4.7.1979

H. PREISSNER
Study of Transverse Momenta and
 Δ -Polarization in the Current and Target
Fragmentation in Deep Inelastic Electro-
production
Xth International Symposium on High
Energy Multiparticle Dynamics, Goa,
Sept. 1979

G. DREWS
Quark Fragmentation in tief-inelastischer
Elektron-Proton-Streuung
Kolloquium für Hochenergiephysik,
Aachen, Jan. 1979

G. DREWS
Inelastic Electron Scattering and Quark
Fragmentation
MINERVA Meeting, Dead Sea, Israel,
Feb. 1979

G. DREWS
Jets in tief-inelastischer Elektron-Proton-
Streuung
DPG-Tagung, Bonn, Feb. 1979

G. DREWS
Besteht die hadronische Materie aus
Quarks?
– Deutung eines Elektron-Proton-Streu-
experiments bei hohen Energien im
Quark-Parton-Modell –
Kolloquium, Universität Hamburg,
April 1979

Elektroproduktion bei DESY und Myon-Streuung bei CERN

- 1) J. GAYLER
Minerva Meeting, Februar 1979,
Israel
The EMC deep inelastic Muon
Scattering Experiment
- 2) H. WAHLEN
Vortrag bei der DPG, Bonn
Tief inelastische Myon Streuung
im 100 GeV-Bereich
- 3) C. GOESSLING
Kurzvortrag bei der DPG, Bonn
Myon Streuung an einem Eisen-
target bei 280 GeV
- 4) V. KORBEL
Fourteenth Rencontre de Moriond,
Les Arcs, Savoie
„The European Muon Collaboration
deep inelastic muon scattering experi-
ments and the status of analysis of
the data taken at 280 GeV
- 5) P. PAYRE
Fourteenth Rencontre de Moriond,
Les Arcs, Savoie
EMC results on multimyon produc-
tion in 280 GeV muon-iron inter-
action
- 6) V. KORBEL
Tief inelastische Myon-Nukleon
Streuung bei 280 GeV, ein Bericht
über den Stand der Experimente
der Europäischen Myon Kollabora-
tion und erste, vorläufige Resultate
DESY Seminarvortrag, 24.4.1979
- 7) V. GERHARDT
Pion-Elektroproduktion im Bereich
der 2. und 3. Nukleonresonanz
Dissertation, DESY F21-79/02
- 8) R. HAIDAN
Elektroproduktion pseudoscalarer
Mesonen im Resonanzgebiet bei
großen Impulsüberträgen
Dissertation, DESY F21-79/03
- 9) W. FLAUGER
A fast multiplicity unit with
cluster logic
Nucl. Instr. and Meth. 161 (1979)
169
- 10) W. FLAUGER
A fast programmable coincidence
matrix
Nucl. Instr. and Meth. 165 (1979)
113
- 11) J. J. AUBERT et al.
Measurement of J/ψ Production in
280 GeV/c μ^+ Iron Interactions
CERN EP/79-140 und Phys. Lett.
89B (1980) 267

- 12) O. C. ALLKOFER et al.
The EMC Muon Scattering Experi-
ment at CERN
CERN EP/79-158, Vortrag bei
1979 Int. Symposium on Lepton
and Photon Interactions at High
Energy FNAL, 23–29 August 1979
- 13) V. KORBEL
Invited talk at the 1979 SLAC
SUMMER INSTITUTE ON PAR-
TICLE PHYSICS „The CERN High
Energy Deep Inelastic Muon Expe-
riments“
- 14) F. BRASSE
Results on deep inelastic Muon
Scattering from the European Muon
Collaboration
DESY Seminarvortrag 30.10.1979

Elektronenstreuung an Kernen

S. HARTWIG et al.
Comparison of Inelastic Electron and
Positron Scattering Cross Sections on
 ^{12}C and ^{27}Al
Phys. Lett. 82B, 297 (1979)

G. HUBER et al.
Shadowing Effect in Inelastic Electron
Scattering on ^{12}C and ^{27}Al Nuclei at
Small Momentum Transfer
Z. Physik C2, 279 (1979)

U. GLAWE et al.
High-Energy Electron Scattering on
 ^6Li and ^{12}C as an Incoherent Super-
position of Single-Nucleon Processes
DESY 79/46
Phys. Lett. 89B, 44 (1979)

U. GLAWE
Quasielastische Streuung und Elektro-
produktion der Δ_{33} Resonanz bei leich-
ten und mittelschweren Kernen
Vortrag, Frühjahrstagung Hochenergie-
physik, Deutsche Physikalische Gesell-
schaft, Bonn, Feb. 1979

G. MECKLENBRAUCK
Totale Absorptionsquerschnitte virtueller
Photonen an leichten und mittleren
Kernen im Bereich $W > 2$ GeV
Vortrag, Frühjahrstagung Hochenergie-
physik, Deutsche Physikalische Gesell-
schaft, Bonn, Feb. 1979

G. GUZIELSKI
Quasielastic Scattering and Electro-
production of the Δ_{33} Resonance in
Light and Medium Nuclei
Vortrag, Spring Meeting Nuclear Physics,
Deutsche Physikalische Gesellschaft,
Gent, März 1979

U. GLAWE
A Method for Handling the Fermi
Motion of Bound Nucleons in Electron
Scattering Experiments
Vortrag, Spring Meeting Nuclear Physics,
Deutsche Physikalische Gesellschaft,
Gent, März 1979

J. FRANZ et al.
Experimental Study of Shadowing in the Low 2Q Region
Contr. Paper, International Conference on Nuclear Physics with Electromagnetic Interactions, Mainz, Juni 1979

J. FRANZ et al.
A New Method to Describe Inclusive Electron Scattering on Nuclei
Contr. Paper, International Conference on Nuclear Physics with Electromagnetic Interactions, Mainz, Juni 1979

J. FRANZ et al.
Does the Impulse Approximation Hold for Inclusive Electroproduction of the Δ_{33} Resonance?
Contr. Paper + Vortrag, International Conference on Nuclear Physics with Electromagnetic Interactions, Mainz, Juni 1979

J. FRANZ et al.
Electron Scattering on Nuclei in the Δ_{33} Resonance Region at High Energies
Contr. Paper, 8th International Conference on High Energy Physics and Nuclear Structure, Vancouver, August 1979

J. FRANZ et al.
Inclusive Electron Scattering on Nuclei in the Vector Meson Dominance Region
Contr. Paper, 8th International Conference on High Energy Physics and Nuclear Structure, Vancouver, August 1979

J. FRANZ
Electron Scattering on Nuclei in the Δ_{33} Resonance Region at High Energies
Vortrag, International School of Intermediate Energy Nuclear Physics, Ariccia (Roma), Juni 1979

Theoretische Physik

A. Mit Beteiligung von Mitgliedern der Gruppe T

1) A. ALI
On the Semileptonic Decay Distributions from the Next Heavy Quark.
Zeitschrift für Physik C 1 (1979) 25

2) A. ALI (DESY), Z. Z. AYDIN
Weak mixings and CP-violation involving heavy quarks and possible measurements in e^+e^- annihilation.
Nucl. Phys. B 148 (1979) 165

3) A. ALI, J. KÖRNER (DESY), G. KRAMER, J. WILLRODT
Jet like distributions from the weak decays of heavy quarks.
Zeitschrift für Physik C 1 (1979) 203

4) A. ALI, J. KÖRNER (DESY), G. KRAMER, J. WILLRODT
Final states in non-leptonic bottom meson decays.
Zeitschrift für Physik 2 C (1979) 33

5) A. ALI, J. KÖRNER (DESY), G. KRAMER, J. WILLRODT
Non-leptonic weak decays of bottom mesons.
Zeitschrift für Physik C 1 (1979) 269

6) A. ALI, J. G. KÖRNER, Z. KUNSZT, J. WILLRODT (DESY), G. KRAMER, G. SCHIERHOLZ, E. PIETARNINEN
Four-jet production in e^+e^- annihilation.
DESY 79/03, Phys. Lett. 82B (1979) 285

7) A. ALI (DESY), E. PIETARNINEN
Semileptonic decays of heavy quarks in quantum chromodynamics.
DESY 79/12, Nucl. Phys. B154 (1979) 519

8) A. ALI, J. G. KÖRNER, J. WILLRODT (DESY), G. KRAMER
Indications of $b\bar{b}$ production and decay at PETRA
DESY 79/16, Phys. Lett. 83B (1979) 375

9) A. ALI and G. MIKENBERG
Searching for Higgs at PETRA using the Wilczek mechanism.
DESY 79/38

10) A. ALI, J. G. KÖRNER, Z. KUNSZT, E. PIETARNINEN (DESY), G. KRAMER, G. SCHIERHOLZ, J. WILLRODT
QCD Predictions for four-jet final states in e^+e^- annihilation.
DESY 79/54

11) A. ALI, J. G. KÖRNER (DESY), G. KRAMER, J. WILLRODT
Heavy quarks in e^+e^- annihilation.
DESY 79/63

12) A. ALI and E. PIETARNINEN (DESY), G. KRAMER and J. WILLRODT
A QCD analysis of the high energy e^+e^- data from PETRA
DESY 79/86

13) F. GUTBROD (DESY), Z. J. REK
QED background to heavy lepton production in e^+e^- annihilation.
Z. Physik C 1 (1979) 171

14) F. GUTBROD (DESY), G. KRAMER, CH. RUMPF
Dynamics of charm molecules.
Z. Physik C 1 (1979) 391

15) F. GUTBROD, G. HARTMANN
On the isovector form factors of the nucleon in meson theory.
Z. Physik C 2 (1979) 153

16) F. GUTBROD (DESY), G. KÖPP
Dispersion theory for the $e^+e^- \rightarrow \rho\bar{e}$ transition formfactors.
Phys. Rev. D19 (1979) 1997

17) H. JOOS
Introduction to quark confinement. in Quarks and Leptons as Fundamental Particles (P. Urban, Editor) S. 407 (1979), Springer Verlag Wien New York

18) H. JOOS
Quark confinement. Proceedings of the International Conference on High Energy Physics in Genf (1979) S. 975

19) M. KRAMMER, H. KRASEMANN
Quarkonium. in New Phenomena in Lepton-Hadron Physics (D.E.C. Fries, J. Wess Editors) S. 161, Plenum Publishing Corp.

20) M. KRAMMER, H. KRASEMANN
Quarkonia. DESY 79/20, Quarks and Leptons as Fundamental Particles (P. Urban, Editor) S. 259 (1979) Springer Verlag Wien New York

21) H. KRASEMANN, K. KOLLER
Excluding scalar gluons.
DESY 79/52, Phys. Lett. 88B (1979) 119

22) J. G. KÖRNER (DESY), G. KRAMER, J. WILLRODT
Quark model calculation of the parity NN π -coupling in the Weinberg-Salam model.
Phys. Lett. 81B (1979) 365

23) J. G. KÖRNER (DESY), G. R. GOLDSTEIN
Quark and particle helicities in hadronic particle decays.
DESY 79/60, Phys. Lett. 89B (1979) 105

24) Z. KUNSZT (DESY), E. PIETARNINEN
QCD scattering processes with hard gluon emission.
DESY 79/18

25) Z. KUNSZT (DESY), E. PIETARNINEN
QCD scattering processes with hard gluon bremsstrahlung.
Z. Physik C 2, 355 (1979)

26) Z. KUNSZT, E. PIETARNINEN, E. REYA
Transverse momenta of hadronically produced heavy quark systems: $2 \rightarrow 3$ processes in QCD.
DESY 79/28

27) Z. KUNSZT and E. PIETARNINEN
Production of three large p_{\perp} jets in hadron-hadron collisions.
DESY 79/34

28) Z. KUNSZT and E. PIETARNINEN (DESY), J. F. GUNION
Comment on the ISR $\pi^0 - \bar{\pi}^0$ azimuthal correlation data.
DESY 79/35

- 29) M. LÜSCHER (DESY), B. BERG
Computation of quantum fluctuations around multi-instanton fields from exact Green's functions: The CP^{n-1} case.
DESY 79/17, Comm. Math. Phys. 69 (1979) 57
- 30) M. LÜSCHER (DESY), B. BERG
Computation of quantum fluctuations of quark fields in an arbitrary Yang-Millian instanton background.
DESY 79/40, Nucl. Phys. B 160 (1979) 281
- 31) M. LÜSCHER
The area law as a consequence of the loop wave equation.
DESY 79/82
- 32) M. LÜSCHER (DESY), A. D'ADDA, P. DI VECCHIA
Confinement and chiral symmetry breaking in CP^{n-1} models with quarks.
Nucl. Phys. B152 (1979) 125
- 33) E. PIETARINEN (DESY), J. FIELD, K. KAJANTIE
Characteristics of photon-photon initiated 3 jet events in QCD.
DESY 79/85
- 34) E. REYA
Can recently measured moments of F_3^N discriminate between field theories of strong interactions?
DESY 79/02, Phys. Lett. 84B (1979) 445
- 35) E. REYA (DESY), M. GLÜCK
Deep inelastic quantum chromodynamic charm leptonproduction.
DESY 79/05, Phys. Lett. 83B (1979) 98
- 36) E. REYA (DESY), M. GLÜCK
Discriminative deep inelastic tests of strong interaction field theories.
DESY 79/13, Nucl. Phys. B156 (1979) 456
- 37) E. REYA
Measuring the triple gluon vertex.
DESY 79/15, Phys. Rev. Lett. 43 (1979) 8
- 38) E. REYA
Deep inelastic structure functions: Decisive tests of QCD.
DESY 79/30
- 39) E. REYA
Perturbative quantum chromodynamics.
DESY 79/88
- 40) K. SYMANZIK
Cutoff dependence in lattice Φ_4^4 theory
DESY 79/76
- 41) T. F. WALSH (DESY), K. H. STRENG und P. M. ZERWAS
Quark and gluon jets in the Breit frame of lepton-nucleon scattering.
DESY 79/10
- 42) T. F. WALSH (DESY), P. HOYER, P. OSLAND, H. G. SANDER, P. M. ZERWAS
Quantum chromodynamics and jets in e^+e^- .
DESY 79/21
- 43) T. F. WALSH (DESY), K. KOLLER, H. G. SANDER, P. M. ZERWAS
Angular asymmetries of e^+e^- annihilation of three jets.
DESY 79/87
- 44) T. F. WALSH (DESY), K. KOLLER, P. M. ZERWAS
Cross-section for polarized e^+e^- beams.
Internal Report DESY T-79/01
- 45) T. F. WALSH (DESY), K. KOLLER, H. KRAEMANN
The 3 Gluon Decay of Quarkonium.
Z. Phys. C 1 (1979) 71
- 46) T. F. WALSH (DESY), I. I. Y. BIGI
Angular Energy Flow in Perturbative QCD.
Phys. Lett. 82B (1979) 267
- 47) T. F. WALSH (DESY), K. KOLLER, P. M. ZERWAS
Testing QCD: Direct Photons in e^+e^- -Collisions.
Z. Phys. C 2 (1979) 197
- 48) T. F. WALSH (DESY), K. KOLLER, P. M. ZERWAS
The Three-Gluon Vertex of QCD.
Phys. Lett. 82B (1979) 263
- 49) J. WILLRODT (DESY), J. G. KÖRNER, G. KRAMER
Weak decays of charmed baryons.
Z. Physik C 2 (1979) 117
- B. DESY-Berichte von zeitweiligen Gästen der Gruppe T und von Mitgliedern des II. Instituts für Theoretische Physik.
- 50) E. ABDALLA und B. BERG, II. Inst. f. Theor. Physik d. Univ. Hamburg, P. WEISZ, Inst. für Theor. Physik, Freie Univ. Berlin
More about the S matrix of the chiral $SU(N)$ Thirring model.
DESY 79/04
- 51) B. BERG, II. Inst. f. Theor. Physik d. Univ. Hamburg
Recent results on the instanton approximation.
DESY 79/58
- 52) J. BARTELS, II. Inst. f. Theor. Physik, Univ. Hamburg
High energy behavior of nonabelian gauge theories.
DESY 79/68
- 53) A. CASHER, Dept. of Physics and Astronomy, Tel Aviv Univ.
Explicit parametrization of the general $SU(2)$ instantons.
DESY 79/55
- 54) N.-P. CHANG, City College of the City Univ. of New York, C. A. NELSON, State Univ., NY
Parity determination for the new generation of heavy neutral mesons.
DESY 79/45
- 55) G. KRAMER, G. SCHIERHOLZ, J. WILLRODT, II. Inst. f. Theor. Physik, Univ. Hamburg
Cross sections and angular distributions of three-jet final states in e^+e^- annihilation for heavy quarks.
DESY 79/69
- 56) H. KRAEMANN, II. Inst. f. Theor. Physik d. Univ. Hamburg, S. ONO, Inst. f. Theor. Physik der RWTH Aachen
Heavy quarkonia and asymptotic freedom.
DESY 79/09
- 57) G. LAZARIDES, II. Inst. f. Theor. Physik, Univ. Hamburg
The effect of statistical fluctuation on confinement and on the vacuum structure of the CP^{n-1} models.
DESY 79/01
- 58) CH. RUMPF, G. KRAMER, II. Inst. f. Theor. Physik, Univ. Hamburg
Longitudinal cross section and asymmetries for jets in leptonproduction.
DESY 79/62
- 59) G. MACK, V. B. PETKOVA, II. Inst. f. Theor. Physik, Univ. Hamburg
 Z_2 monopoles in the standard $SU(2)$ lattice gauge theory model.
DESY 79/22
- 60) G. MÜNSTER, II. Inst. f. Theor. Physik, Univ. Hamburg
On the characterization of the Higgs phase in lattice gauge theories.
DESY 79/72
- 61) I. SANTHANAM, S. CHAKRABARTY, A. N. MITRA, Dept. of physics, Univ. of Delhi
On understanding $\eta' \rightarrow \eta\pi\pi$ and allied process despite Adler zeros.
DESY 79/33
- 62) G. SCHIERHOLZ, II. Inst. f. Theor. Physik, Univ. Hamburg
 e^+e^- jets.
DESY 79/71
- 63) G. SCHIERHOLZ, J. WILLRODT, II. Inst. f. Theor. Physik, Univ. Hamburg
Two-particle correlations in e^+e^- jets from QCD.
DESY 79/32

- 64) G. SCHIERHOLZ, II. Inst. f. Theor. Physik, Univ. Hamburg, D. H. SCHILLER, Fachb. Physik, Gesamthochschule Siegen
Angular distributions of hadron jets in e^+e^- annihilation from QCD: γ -Z interference.
DESY 79/29
- 65) H. SUURA, Univ. of Minnesota
Equation of motion for string operators in quantum chromodynamics.
DESY 79/25
- 66) T. C. YANG, Dept. of Physics and Astronomy, Univ. of Massachusetts
Chiral U(1) symmetry and weak neutral currents at high energy.
DESY 79/44

Vorträge

- A. ALI
Schwache Wechselwirkung.
Herbstschule Maria Laach (1979)
- A. ALI
Jet broadening in e^+e^- annihilation.
QCD Symposium NORDITA
Kopenhagen (1979)
- H. JOOS
Introduction to Quark Confinement in QCD.
XVIII Internationale Universitätswochen für Kernphysik, Schladming (1979)
- H. JOOS
Quarkconfinement.
International Conference on High Energy Physics, EPS-Genf (1979)
- J. KÖRNER
Jets bei PETRA Energien.
DPG Frühjahrstagung 1979 (Bonn)
- J. KÖRNER
Paritätsverletzende $NN\pi$ Kopplung im Salam-Weinberg Modell
DPG Frühjahrstagung 1979 (Bonn)
- J. KÖRNER
Jet Broadening from Weak Decays of Heavy Quarks.
Nordic Particle Physics Meeting
- J. KÖRNER
Heavy Quarks in e^+e^- Annihilation.
DESY Workshop on „Quarks, Jets and QCD“, Hamburg 1979
- M. KRAMMER
Quarkonia
XIII Internationale Universitätswochen für Kernphysik, Schladming (1979)
- M. LÜSCHER
Exact Instanton Gases.
Summer Institute „Progress in Gauge Theories“, Cargese 1979

M. LÜSCHER
Recent results on 2-dimensional ferromagnets.
Tagung der Gesellschaft für Math, Physik, Lausanne 1979

E. PIETARINEN
Three large transverse momentum jets in hadron hadron collisions.
QCD Symposium NORDITA
Kopenhagen 1979

E. PIETARINEN
Recent results in e^+e^- annihilation.
Discussion Meeting on Nucleon Resonances and High Energy Physics,
Karlsruhe 1979

E. REYA
Deep inelastic structure functions: Decisive tests in QCD.
International Meeting on „Probing Hadrons with Leptons“, Erice, March 1979

E. REYA
QCD-Aspects of Myon Physics.
International EMC Collaborating Meeting, Wuppertal 1979

E. REYA
Structure functions.
International Conference on High Energy Physics, EPS-Genf (1979)

K. SYMANZIK
Cutoff dependence in Lattice Φ_4^4 theory.
Summer Institute „Progress in Gauge Theories“, Cargese 1979

T. WALSH
Two Photon Physics.
Photon-Photon Conference, Davis — Lake Tahoe (1979)

T. WALSH
Invited Talk on Theory of e^+e^- Reactions.
Frühjahrstagung APS, Washington (1979)

T. WALSH
QCD-Phenomenology
3. Minerva Meeting, Ein Bokek (1979)

Synchrotronstrahlung

A. Beiträge in Büchern, Zeitschriften und Konferenzproceedings

M. IWAN, W. EBERHARDT, G. KALKOFFEN, E. E. KOCH und C. KUNZ
Photoemission Studies on Phthalocyanine Compounds: Cross Section Dependence of Outer Core Levels
Chem. Phys. Lett. 62, 344 (1979)
(DESY SR-78/04)

E. TEGELER, N. KOSUCH, G. WIECH und A. FAESSLER
On the Electronic Structure of Hexagonal Boron Nitride
phys. stat. sol. (b) 91, 223 (1979)
(DESY SR-78/05)

P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
High Accuracy Bond Lengths from EXAFS of Solid $KMnO_4$ and MnO_4 in Aqueous Solution
J. Phys. C 12, 1173 (1979)
(DESY SR-78/10)

G. ZIMMERER
Luminescence Properties of Rare Gas Solids
J. Luminescence 18/19, 875 (1979)
(DESY SR-78/12)

P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
Investigation of the Extended X-Ray Absorption Finestructure (EXAFS) at L-Edges of Heavy Elements
J. Phys. C 12, 899 (1979)
(DESY SR-78/13)

E. BOURSEY, V. CHANDRASEKHARA R. HAENSEL, U. HAHN and N. SCHWENTNER
Radiationless Processes in the Luminescence Spectrum of NO Isolated in Rare Gas Matrices
J. Luminescence 18/19, 508-512 (1979)

U. HAHN and N. SCHWENTNER
Electronic Relaxation Cascades in Wannier and Frenkel Type Exciton States
J. Luminescence 18/19, 23 (1979)
(DESY SR-78/17)

R. BRUHN, B. SONNTAG and H. W. WOLFF
3p-Excitations of Atomic and Metallic Fe, Co, Ni and Cu
J. of Phys. B 12, 203 (1979)
(DESY SR-78/14)

C. KUNZ
Properties of Synchrotron Radiation
Chap. I for „Synchrotron Radiation“ ed. by C. Kunz
Topics in Current Physics, 10, Springer Verlag, Heidelberg 1979, p. 1
(Int. Ber. DESY F41-78/09)

W. GUDAT and C. KUNZ
Instrumentation for Spectroscopy and other Applications
Chap. 3 for „Synchrotron Radiation“, ed. by C. Kunz
Topics in Current Physics, 10, Springer Verlag Heidelberg 1979, p. 55
(Int. Ber. DESY F41-78/03)

E. E. KOCH and B. F. SONNTAG
Molecular Spectroscopy with Synchrotron Radiation
Chap. 6 for „Synchrotron Radiation“, ed. by C. Kunz
Topics in Current Physics, 10, Springer Verlag Heidelberg 1979, p. 269
(Int. Ber. DESY F41-78/02)

H.-W. JOCHIMS, W. LOHR and H. BAUMGÄRTEL
Photoreactions of Small Organic Molecules VI: Photoionization Processes of Difluoroethylenes
Nouveau Journal de Chimie 3, 109 (1979)

- H. SCHENK, H. OERTEL and H. BAUMGÄRTEL
Photoreactions of Small Organic Molecules VII: Photoionization Studies of the Ion-Pair Formation of the Fluorochloromethanes CF_2Cl_2 , CF_3Cl and CFC_3
Ber. Bunsenges. Phys. Chemie 83, 683 (1979)
- M. SKIBOWSKI, G. SPRÜSSEL and V. SAILE
Ga-3d-Excitation in GaAs 110-Crystals Studied by High Resolution Reflectivity down to 15 K
14th Int. Conf. on Physics of Semiconductors, Edinburgh 4–8 Sept. 1978
Inst. Phys. Conf. Ser. No. 43, 1359 (1979)
- V. SAILE
VUV Monochromators at Synchrotron Radiation Sources
published in „Synchrotron Radiation Applied to Biophysical and Biochemical Research“, ed. A. Castellani and I. F. Quercia, Nato Advanced Study Institutes Series, Series A, Vo. 25, p. 49–77 Plenum Publishing Corp. New York 1979
(Int. Ber. DESY F41-78/07)
- W. EBERHARDT, G. KALKOFFEN and C. KUNZ
Surface Induced Broadening of the 2p Core Levels of Al
Solid State Comm. 32, 901-905 (1979)
(DESY SR-78/15)
- R.-P. HAELBICH, A. SEGMÜLLER and E. SPILLER
Smooth Multilayer Films Suitable for X-Ray Mirrors
Appl. Phys. Letts. 34, 184 (1979)
(DESY SR-78/21)
- Z. H. KALMAN, I. T. STEINBERGER and S. S. HASNAIN
Determination of Crystallite Dimensions Using Synchrotron Radiation X-Ray Diffraction Photographs
J. Appl. Cryst. in press
(DESY SR-79/01)
- W. BUTSCHER, W. H. E. SCHWARZ, H. FRIEDRICH, B. SONNTAG and P. RABE
Term-Values and Valence-Rydberg Mixing in Core-Excited States: SiH_4 and PH_3
Chem. Phys. Lett. 64, 360 (1979)
(DESY SR-79/02)
- M. IWAN and E. E. KOCH
Resonant Photoemission at the 3p-Core Threshold from Quasiatomic Ni in Nickel-Phthalocyanine
Sol. State Comm. 31, 261 (1979)
(DESY SR-79/03)
- W. BÖHMER and P. RABE
Temperature Dependence of the Mean Square Relative Displacements of Nearest Neighbour Atoms Derived from EXAFS Spectra
J. Phys. C 12, 2465 (1979)
(DESY SR-79/05)
- D. E. ASPNES, M. CARDONA, V. SAILE, M. SKIBOWSKI and G. SPRÜSSEL
Fine Structure in Optical Transitions from 3d and 4d Core Levels to the Lower Conduction Band in Ga-V and In-V Compounds
Solid State Comm. 31, 99 (1979)
(DESY SR-79/06)
- H. D. WENCK, S. S. HASNAIN, M. M. NIKITIN, K. SOMMER, G. ZIMMERER and D. HAAKS
Time and Spectrally Resolved Fluorescence of Xe_2 Molecules Excited with Synchrotron Radiation
Chem. Phys. Lett. 66, 138 (1979)
(DESY SR-79/07)
- E. TEGELER, N. KOSUCH, G. WIECH and A. FAESSLER
Molecular Orbital Analysis of the CO_3^{2-} Ion by Studies of the Anisotropic X-Ray Emission of its Components
J. Electron Spectrosc. and Relat. Phenom. 18, 23 (1980)
(DESY SR-79/08)
- B. BURAS, L. GERWARD, A. M. GLAZER, M. HIDAKA and J. STAUN OLSEN
Quantitative Structural Studies by Means of the Energy-Dispersive Method With X-Rays From a Storage Ring
J. Applied Cryst. 12, 531 (1979)
(DESY SR-79/09)
- P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
Mean Square Relative Displacements of Nearest Neighbour Atoms in Ge
J. Phys. C 12, L545 (1979)
(DESY SR-79/10)
- P. PREDEHL, R.-P. HAELBICH and H. BRÄUNINGER
Transmission Grating Efficiencies in the 50 Å to 250 Å Range
Appl. Opt. 18, 2906 (1979)
(DESY SR-79/11)
- R.-P. HAELBICH, W. STAEHR, C. KUNZ
A Scanning Ultrasoft X-Ray Microscope with Large Aperture Reflection Optics for Use with Synchrotron Radiation
Annals of the New York Academy of Sciences in press
(DESY SR-79/12)
- E. SPILLER, A. SEGMÜLLER and R.-P. HAELBICH
The Fabrication of Multilayer X-Ray Mirrors
Annals of the New York Academy of Sciences in press
(DESY SR-79/13)
- G. SPRÜSSEL, M. SKIBOWSKI and V. SAILE
 K^+ 3p-Core Excitons in Potassium Halides Studied at Low Temperatures with High Resolution
Sol. Stat. Comm. 32, 1901–1904 (1979)
(DESY SR-79/14)
- G. MARTENS, P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
EXAFS in Photoelectron Yield Spectra at K Edges of Cu, Ni and Ge
phys. stat. sol. (a) 55, 105 (1979)
(DESY SR-79/15)
- B. PITTEL, W. H. E. SCHWARZ, P. RABE, H. FRIEDRICH and B. SONNTAG
Overlapping Core to Valence – Core to Rydberg Transitions and Resonance in the XUV Spectra of SiF_4
J. Phys. B 13, 25 (1980)
(DESY SR-79/16)
- N. SCHWENTNER, U. HAHN, D. EINFELD and G. MÜHLHAUPT
Time Resolved Spectroscopy with Synchrotron Radiation
Nuclear Instr. and Meth. 167, 499 (1979)
(DESY SR-79/17)
- G. ELSNER and H. G. ZACHMANN
Study of the Crystallisation Process of Oriented Polyethylene Terephthalate by means of Synchrotron Radiation
Preprints IUPAC Macromolecules Mainz, ed. by I. Lüderwald und R. Weis, Vol. III, p. 1314 (1979)
(DESY SR-79/18)
- C. KUNZ
Nützlich Licht aus Großbeschleunigern
Umschau in Wissenschaft und Technik, Heft 21 (1979) S. 657–662
- D. EINFELD, K. GRÜTZMACHER and D. STUCK
On the Use of a Low Current Argon Arc with a MgF_2 -Window as a VUV-Transfer Standard of the Spectral Radiance ($125 \text{ nm} \leq \lambda < 335 \text{ nm}$)
Z. Naturforsch. 34a, 233–238 (1979)
- U. HAHN, N. SCHWENTNER and G. ZIMMERER
Comment on „Exciton lifetimes in electron beam excited condensed phases of argon and xenon“
submitted to J. Chem. Phys.
(DESY SR-79/33)
- V. SAILE and E. E. KOCH
Bulk and Surface Excitons in Solid Neon
Phys. Rev. B20, 784 (1979)
(DESY SR-78/22)
- S. F. ALVARADO, M. CAMPAGNA and W. GUDAT
Hole Lifetime and Chemical Shift of the 4f Levels in Yb Metal
J. Electr. Spectros. Rel. Phenom 18, 43 (1979)
(DESY SR-79/19)
- P. GÜRTLER and E. E. KOCH
High Resolution VUV Matrix Isolation Spectroscopy Using Synchrotron Radiation: N_2 in Ne
J. Molec. Structure, Proceedings 14th European Congress on Molec. Spectroscopy, Frankfurt, Sept. 1979
(DESY SR-79/20)

- J. BARTH, G. KALKOFFEN and C. KUNZ
Resonance Enhancement of the Nickel d-Band Photoemission
Phys. Lett. A74, 360 (1979)
(DESY SR-79/21)
- P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
Anisotropic EXAFS in GeS
J. Phys. C. (in press)
(DESY SR-79/22)
- P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
Experimental Setup for X-ray Absorption Spectroscopy at the DESY Nuclear Instruments and Methods
(in press)
(DESY SR-79/23)
- V. V. MAKAROV, T. TUOMI, K. NAUKKARINEN, M. LUOMAJÄRVI and M. RIIHONEN
Laser Induced Recrystallisation and Defects in Ion Implanted Hexagonal SiC
Appl. Phys. Lett. 35, 922-924 (1979)
(DESY SR-79/24)
- J.-H. FOCK, P. GÜRTLER and E. E. KOCH
Molecular Rydberg Transitions in Carbon Monoxide: Term value/Ionization Energy Correlation of BF, CO and N₂
Chem. Phys. 47, 87-93 (1980)
(DESY SR-79/25)
- U. HAHN and N. SCHWENTNER
Radiative and nonradiative lifetimes in excited states of Ar, Kr and Xe atoms in Ne matrix
submitted to Chem. Phys.
(DESY SR-79/26)
- J. BARTH, F. GERKEN, K. L. I. KOBAYASHI, J. H. WEAVER and B. SONNTAG
3p-3d Intershell Interaction in Cr
J. Phys. C. 13, 1369 (1980)
(DESY SR-79/27)
- H. OERTEL, H. SCHENK and H. BAUMGÄRTEL
Ion Pair Formation from Photon Irradiation of O₂, NO, and CO from 17 to 30 eV
Chem. Phys. 46, 251 (1980)
(DESY SR-79/28)
- U. BONSE
X-Ray Sources
Proceedings of NATO Advanced Study Institute, Durham/England 29.8.-9.9.79
(DESY SR-79/29)
- F. GERKEN, J. BARTH, K. L. I. KOBAYASHI and C. KUNZ
Observation of Resonance Recombination Lines in Electron Excited Auger Spectra of Gd
Phys. Rev. Lett. (submitted)
(DESY SR-79/30)
- P. RABE, G. TOLKIEHN, A. WERNER and R. HAENSEL
Structural Investigation of bond-isomeric hexakis (thiocyanatoisothiocyanato) osmates (III) from OsL_{III}-edge EXAFS
Z. Naturforsch. (in press)
(DESY SR-79/31)
- J. P. HANNON, G. T. TRAMMELL, M. MUELLER, E. GERDAU, H. WINKLER and R. RÜFFER
Impedance-Matched Grazing-Incidence Films: Pure Nuclear Reflections, Resonant Filtering of Synchrotron Radiation, and X-Ray Interferometry
Phys. Rev. Lett. 43, 9 (1979)
- Y. CHIKAURA and B. K. TANNER
Evidence of Interactions Between Domain Walls and a Dislocation Bundle in Synchrotron X-Radiation Topographs of Iron Whisker Crystals
Jap. J. Appl. Phys. 18, 1389 (1979)
- R. W. JOYNER
Extended X-Ray Absorption Fine Structure (EXAFS)
Studies of Highly Dispersed Platinum Catalysts
Proc. Faraday Soc. I (1979) in press
- J. D. STEPHENSON, V. KELHÄ, M. TILLI and T. TUOMI
Quasi-Lifetime Topography of Magnetic Domain Movements in Grain Oriented (100) [001] Fe-3 wt% Si Polycrystals Using White Synchrotron Radiation Part I: The Influence of an External Magnetic Field
phys. stat. sol. (a) 51, 93-105 (1979)
- J. D. STEPHENSON, T. TUOMI, V. KELHÄ and M. TILLI
Quasi-Lifetime Topography of Magnetic Domain Movements in Grain Oriented (100) [001] Fe-3 wt% Si Polycrystals Using White Synchrotron Radiation Part II: The Influence of Small Tensile Stress
phys. stat. sol. (a) 53, 271-276 (1979)
- T. TUOMI, J. D. STEPHENSON, M. TILLI and V. KELHÄ
Application of Synchrotron Topography to the Study of Magnetic Domain Movements in (100) Fe-3 wt% Si Produced by Mechanical Stress
phys. stat. sol. (a) 53, 571-576 (1979)
- G. F. CLARK and B. K. TANNER, B. M. WANKLIN
X-Ray Topographic Assessment of Flux Grown Crystals of Rare Earth Germanates (R₂G₂O₇)
J. Mater. Sci. (in press), Daresbury Preprint DL/SCI/P200E (1979)
- H. SCHENK, H. OERTEL and H. BAUMGÄRTEL
Photoreactions of Small Organic Molecules VII. Photoionization Studies of the Ion-Pair-Formation of the Fluorochloromethanes CF₂Cl₂, CF₃Cl and CFC₃
Ber. Bunsenges. Phys. Chem. 83, 683 (1979)
- U. BONSE, P. SPIEKER, J.-T. HEIN and G. MATERLIK
Measurement of K-Edge Dispersion Anomalies with the New X-Ray Interferometer at DORIS
Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation, Washington (DC), 4.-6. June, 1979, to be published in Nucl. Instr. Methods
- N. KOSUCH, G. WIECH and A. FAESSLER
Oxygen K-Spectra and Electronic Structure of the Oxyanions SO₃²⁻, SeO₃²⁻, SeO₂²⁻, TeO₃²⁻ and SO₄²⁻, SeO₄²⁻, TeO₄²⁻
J. Electron Spectrosc. Relat. Phenom., in press
(DESY-SR-79/34)
- B. BURAS
Synchrotron Radiation and Energy-Dispersive Diffraction
Symposium „Accuracy in Powder Diffraction“, National Bureau of Standards, Washington, D.C., USA, 11.-15.6.1979
in print
- M. C. CASTEX, J. LECALVÉ, D. HAAKS, B. JORDAN and G. ZIMMERER
Formation of KrCl⁺ and ArCl⁺ Molecules and Radiative Lifetimes of their B States Investigated with Selective Synchrotron Radiation Excitation
Chem. Phys. Letters (in press) and L.U.R.E. preprint October 1979
- G. F. CLARK, B. K. TANNER, R. S. SERY and H. T. SAVAGE
The Magnetization Process in Rare Earth Iron Laves Phase Compounds
J. de Phys. Colloq. C5 40, C5-183 (1979)
- L. GERWARD and B. BURAS
Special Features of Synchrotron Radiation as Applied to X-ray Energy-Dispersive Diffraction - A Review
Physical Laboratory II, University of Copenhagen, Monograph No. 79-24 (1979)
- R. HANSEL
EXAFS, a Tool for Structure Determination
Proc. VII. Conf. Interna. Ass. Adv. High Pressure Science and Technology, Le Creusot 30.7. - 3.8.79
Pergamon Press (in press)
- R. HAENSEL, P. RABE, G. TOLKIEHN and A. WERNER
EXAFS: Possibilities, Advantages and Limitations for the Investigation of Local Order in Metallic Glasses
NATO Advanced Study Institute „Liquid and Amorphous Metals“, Zwiesel, 10.-22.9.79
D. Reidel Publ. Comp. (in press)

M. IWAN, F.-J. HIMPSEL and
D. E. EASTMAN
Two-Electron Resonance at the 3p
Threshold of Cu in Ni
Phys. Rev. Lett. 43, 1829 (1979)

E. E. KOCH
Synchrotron Radiation Facilities at
DESY, A Status Report
Nuclear Instruments and Methods,
in press
(DESY SR-79/35)

V. O. KOSTROUN and G. MATERLIK
Order Sorting, Focussing and Polarizing
Monolithic Monochromators for Syn-
chrotron Radiation
Proc. National Conf. on Synchrotron
Radiation: Instrumentation,
Washington, D.C., June 1979
Nucl. Instr. and Meth., to be published

H. SCHMORANZER und R. ZIETZ
Radiative dissociation of selectively
excited vibrational levels of the B state
of H₂
Abstracts of Papers XIth Int. Conf. on
the Physics of Electronic and Atomic
Collisions (Eds. K. Takayanagi and
N. Oda, The Society for Atomic Colli-
sion Research (Japan), Kyoto, (1979),
56 (1979)

J. STAUN OLSEN and B. BURAS
Synkrotronstraling og dens anvendelse i
forskning
Fysisk Tidsskrift 77, 1 (1979) (in Danish)

J. D. STEPHENSON, V. KELHÄ,
M. TILLI and T. TUOMI
Quasi-lifetime topography of magnetic
domain movements in grain oriented
(100) [001] Fe-3 wt% Si polycrystals
using white synchrotron radiation.
Conference on Applied Crystallography,
Kozubnik, Poland August 13-16, 1978
Proceedings 11, 496-517, Silesian
University Katowice, Katowice (1979)

B. K. TANNER
Antiferromagnetic Domains
Contemporary Physics 20, 187 (1979)

T. TUOMI, M. TILLI, V. KELHÄ and
J. D. STEPHENSON
Pendellösung fringes observed in silicon
using continuous synchrotron radiation.
Conference on Applied Crystallography,
Kozubnik, Poland August 13-16, 1978
Proceedings Vol. II, p. 491 - 495,
Silesian University in Katowice,
Katowice 1979

B. Diplom, Doktor- und Habilitations-
arbeiten und interne Berichte

J. BARTH
Photoemissionsuntersuchungen dünner
Gold-Aufdampfschichten auf Lithium-
fluorid und Silizium
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1979
Int. Bericht DESY F41-79/04

R. BRUHN
Einfluß des Super-Coster-Kronig Zer-
falls auf die Absorption der 3p-Schale
der atomaren 3d-Übergangselemente
Chrom, Mangan, Eisen, Kobalt, Nickel
und Kupfer
Dissertation Univ. Hamburg 1979
Int. Bericht DESY F41-79/08

J.-H. FOCK
Hochaufgelöste Absorptionsspektrosko-
pie an Kohlenmonoxid im Vakuum-
Ultraviolett
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1979
Int. Bericht DESY F41-79/05

F. GERKEN
Untersuchung von Zerfallsprozessen der
4d-Anregung in den Seltenen Erden Gd,
Tb und Ce mit Photoemissions- und
Auger-Elektronenspektroskopie
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1979
Int. Bericht DESY F41-79/11

R. GERLACH
Schnelle Auflösung einer Vakuum-
Schnellschlußklappe
Abschlußarbeit Dipl. Ing. an der Fach-
hochschule Hamburg 1979

P. GÜRTLER
Untersuchung der Valenzanregungen von
N₂ und CO in fester und Matrix-isolierter
Phase mit Hilfe von Vakuum-Ultravio-
lett-Spektroskopie
Dissertation Univ. Hamburg 1979
Int. Bericht DESY F41-79/06

B. JORDAN
Untersuchung der elektronenangeregten
Lumineszenz von festem Krypton mit
Methoden der zeit- und energieaufge-
lösten Spektroskopie zwischen 4,2 K
und 27 K
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1978
Int. Bericht DESY F41-79/07

M. KRATZAT
Die elektronische Struktur von 2x1-re-
konstruierten Germanium -(111)-
Oberflächen, untersucht mit LEED und
Photoemission im Vakuum-Ultra-
violett
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1979
Int. Bericht DESY F41-79/03

L. MÖLLER
Mikroskopie mit weichem Röntgenlicht
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1979

K.-E. OCKENGE
Hochaufgelöste Absorptionsspektrosko-
pie an Benzol, Hexadeuterobenzol und
fluorierten Benzolen im Vakuum-Ultra-
violett
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1979

R. RÜFFER
Planung, Aufbau und vorbereitende
Messung für ein Experiment „Mössbauer-
effekt mit Synchrotronstrahlung“
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1978
Int. Bericht DESY F41-79/01

N. SCHWENTNER
Energiedissipation in festen und
flüssigen Edelgasen
Habilitationsschrift Universität Kiel
1979

K. SOMMER
Energie- und zeitaufgelöste Lumines-
zenzuntersuchungen an festem Argon
mit und ohne Cl₂-Dotierung
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1979
Int. Bericht DESY F41-79/09

A. S. VINOGRADOV
Absorption an Molekülen im weichen
Röntgengebiet
Interner Bericht DESY F41-79/02

H.-D. WENCK
Zeitaufgelöste Untersuchung der Va-
kuum Ultraviolett-Fluoreszenz von
gasförmigem Xenon und Krypton bei
monochromatischer Anregung mit Syn-
chrotronstrahlung im Bereich der ³P₁
und ¹P₁ Resonanzlinie
Diplomarbeit Univ. Hamburg 1979
Int. Bericht DESY F41-79/10

A. WERNER
Untersuchung der Einflüsse von Paar-
verteilungen und Rückstreuamplituden
sowie der Endzustandsymmetrie auf
die Röntgenabsorptionsfeinstruktur
und Anwendung der Ergebnisse auf die
Lösung von Strukturproblemen
Dissertation Univ. Kiel 1979
Int. Bericht DESY F41-80/02

H.-W. WOLFF
Atomare Effekte in den Vakuum-Ultra-
violett-Spektren der Metalle Barium,
Cer und Nickel, der kristallinen Cäsium-
halogenide sowie von NaCl-Oberflächen
Dissertation Univ. Hamburg 1979

Vorträge

Frühjahrstagung der DPG Festkörper-
physik in Münster (12.-17.3.1979)

S. F. ALVARADO, W. GUDAT und
M. CAMPAGNA
Photoemission aus 4f-Niveaus von Yb
Metall
Verhandl. DPG (VI) 14, 302 (1979)

J. BARTH, G. KALKOFFEN und
C. KUNZ
Photoemissionsmessungen dünner Gold-
aufdampfschichten auf Lithiumfluorid
Verhandl. DPG (VI) 14, 59 (1979)

J. BARTH, G. KALKOFFEN, C. KUNZ
und W. EBERHARDT
Photoemissionsmessungen dünner Gold-
aufdampfschichten auf Silizium
Verhandl. DPG (VI) 14, 143 (1979)

F. GERKEN, G. KALKOFFEN,
C. KUNZ und K. I. KOBAYASHI
Resonante Photoemission an Seltenen
Erdmetallen: Ce, Eu und Tb
Verhandl. DPB (VI) 14, 302 (1979)

- W. GUDAT, S. F. ALVARADO und M. CAMPAGNA
Resonante Photoemission aus Selten-erdmetallen und Verbindungen
Verhandl. DPG (VI) 14, 183 (1979)
- R. HAENSEL, P. RABE, G. TOLKIEHN und A. WERNER
Untersuchung der Nahordnung in metallischen Gläsern mittels der Röntgenabsorptionsfeinstrukturmethode (EXAFS)
Verhandl. DPG (VI) 14, 226 (1979)
- M. IWAN und E. E. KOCH
Resonante Photoemission von Nickel-Phthalocyanine
Verhandl. DPG (VI) 14, 143 (1979)
- M. IWAN und E. E. KOCH
Photoemissionsuntersuchungen der Valenzbänder einige Phthalocyanine
Verhandl. DPG (VI) 14, 143 (1979)
- G. MARTENS, P. RABE, G. TOLKIEHN und A. WERNER
EXAFS an Grenzflächen mit Hilfe der Photoelektronenausbeute
Verhandl. DPG (VI) 14, 296 (1979)
- P. RABE, G. TOLKIEHN und A. WERNER
Temperaturabhängigkeit der mittleren relativen Auslenkungen von Atompaa- ren in kristallinem und amorphem Germanium
Verhandl. DPG (VI) 14, 66 (1979)
- V. SAILE, W. STEINMANN und E. E. KOCH
Aufspaltung von Exzitonenlinien mit hoher Oszillatorstärke in festen Edelgasen
Verhandl. DPG (VI) 14, 298 (1979)
- G. SPRÜSSEL, M. SKIBOWSKI, G. KARSCHNIK u. V. SAILE
Anregung von Ga-3d- und In-4d-Elektronen an GaAs- und InAs-(110)-Oberflächen bei tiefen Temperaturen
Verhandl. DPG (VI) 14, 75 (1979)
- Frühjahrstagung der DPG Atomphysik, Massenspektrometrie, Molekülphysik . . . vom 5. — 9.3.1979 in Berlin
- W. BÖHMER, R. HAENSEL, N. SCHWENTNER und E. BOURSEY
Anregungs- und Emissionsenergien von H₂ in Ne Matrix
Verhandl. DPG (VI) 14, 607 (1979)
- W. BÖHMER, R. HAENSEL, N. SCHWENTNER und E. BOURSEY
Rydbergzustände von NO in Edelgasmatrizen
Verhandl. DPG (VI) 14, 610 (1979)
- J. FOCK, P. GÜRTLER und E. E. KOCH
Hochaufgelöste Absorptionsspektren von CO im Vakuum-Ultraviolett
Verhandl. DPG (VI) 14, 609 (1979)
- P. GÜRTLER, V. SAILE und E. E. KOCH
Hochaufgelöste Matrixisolations- spektroskopie im VUV: N₂ und CO in Ne
Verhandl. DPG (VI) 14, 609 (1979)
- R. HAENSEL
Die vielfältigen Anwendungsmöglich- keiten der Synchrotronstrahlung
Plenarvortrag DPG Berlin
- B. JORDAN, M. M. NIKITIN, H. D. WENCK, G. ZIMMERER, M. C. CASTEX und D. HAAKS
Zeit- und energieaufgelöste Fluoreszenz von Kr₂^{*}
Verhandl. DPG (VI) 14, 589 (1979)
- K. SOMMER, B. JORDAN und G. ZIMMERER
Fluoreszenz von Cl₂-dotiertem festen Ar unter e⁻-Anregung
Verhandl. DPG (VI) 14, 609 (1979)
- E. TEGELER, N. KOSUCH, G. WIECH und A. FAESSLER
Anisotrope Emission der charakteristi- schen Röntgenstrahlung des CO₂⁻-Ions
Verhandl. DPG (VI) 14, 568 (1979)
- H. D. WENCK, S. S. HASNAIN, M. M. NIKITIN, K. SOMMER, G. ZIMMERER und D. HAAKS
Zeitaufgelöste Fluoreszenz von Xe₂⁺
Verhandl. DPG (VI) 14, 590 (1979)
- R. ZIETZ und H. SCHMORANZER
Selektive Anregung von VUV-gebunden- frei-Übergängen in molekularem Wasser- stoff
Verhandl. DPG (VI) 14, 571 (1979)
- Frühjahrstagung der DPG Astronomie, Extraterre. Physik, Plasma-, Gasentla- dungsphysik, Kurzzeitphysik in Bochum (12. — 14.3.1979)
- M. KÜHNE und E. TEGELER
Bestimmung der relativen Strahldichte einer BRV-Kontinuumsquelle im UV und VUV mit Hilfe von Synchrotron- strahlung
Verhandl. DPG (VI) 14, 1124 (1979)
- 14th European Congress on Molecular Spectroscopy, Frankfurt, 3—7 Sept. 1979
- E. E. KOCH
The Use of Synchrotron Radiation in Spectroscopy
Invited Talk
- P. GÜRTLER und E. E. KOCH
High Resolution VUV Matrix Isolation Spectroscopy Using Synchrotron Radiation
- Weitere Vorträge (Seminare, Kolloquien, Konferenzen etc.)
- S. F. ALVARADO, M. CAMPAGNA und W. GUDAT
Fano-Resonance and Anti-Resonance, Surface and Bulk Effects in Photo- emission from the Rare Earths
Colloque Int. CNRS SM 79, Semicon- ducteurs Magnetiques, 10—13 Sept. Montpellier (1979), Satellite of Int. Conf. Magnetism 79
- B. BURAS
Synchrotron radiation and white beam diffractometry
Laue-Langevin Institute, Grenoble, France, 13.12.1979
- B. BURAS
Synchrotron radiation and its applica- tions in natural sciences
Instituts of Physics, University of Odense, Denmark, 6.11.1979
- B. BURAS
Perspectives for synchrotron radiation research
CERN, Geneva, Switzerland, 15.2.1979
Physics Institute, University of Aarhus, Denmark, 12.3.1979
- B. BURAS
The possibilities for Danish synchrotron radiation research at present and in the near future.
Danish Natural Sciences Research Council Meeting on Synchrotron Radiation, Risø, Denmark, 4.5.1979
- L. GERWARD and B. BURAS
Special features of synchrotron radia- tion as applied to x-ray energy-disper- sive diffraction
Symposium on Crystallographic Studies using Energy-dispersive Diffraction, American Crystallographix Association, Summer Meeting, Boston, USA, 12. — 17.8.1979
- R.-P. HAELBICH
Synchrotron Radiation at DESY
Conference on Ultrasoft X-Ray Microscopy, New York, Academy of Sciences (1979)
- R.-P. HAELBICH and R. ZIETZ
Radiation damage tests to mirror materials at DORIS
Conference on Synchrotron Radiation Instrumentation, Washington (1979)
- R. HAENSEL
Atom- und Festkörper-Spektroskopie mit Synchrotronstrahlung
Kolloquium Universität Frankfurt, 20.6.79
- R. HAENSEL
Optical Spectroscopy by Synchrotron Radiation
Plenarvortrag Jahrestagung Dänische Physikalische Gesellschaft, Middelfart, 28. — 29.5.79

G. HILDEBRANDT

Kurzbericht über den Stand der Planung eines Meßplatzes für Röntgentopographie mit Synchrotronstrahlung am HASYLAB des DESY
Arbeitskreis Röntgentopographie, A.E.G., Ulm, 1. — 2.10.79

M. IWAN

Two-Electron Resonances at the 3p-Threshold of Cu and Ni
Synchrotron Radiation Center Univ. of Madison, 26.5.79

E. E. KOCH

Synchrotron Radiation Properties and some Applications
EMBL workshop on x-ray and neutron scattering of biological structures
Hamburg, 24.9.1979

E. E. KOCH

VUV Spektroskopie an Molekülen und Molekülkristallen mit Synchrotronstrahlung
Kolloquium, Univ. Giessen 14.5.1979

E. E. KOCH

Neue Ergebnisse zur elektronischen Struktur von organischen Molekülen und Molekülkristallen
I. Inst. Exp. Phys. Univ. Hamburg, 26.7.1979

E. E. KOCH

Matrix Isolation Spectroscopy with Synchrotron Radiation
Synchrotron Radiation Center, Univ. of Madison, 28.6.1979

E. E. KOCH

Research with Synchrotron Radiation at DESY — a Status Report —
Japan US Seminar on Synchrotron Radiation Facilities, Honolulu, 5.11.1979

C. KUNZ

Atomare Effekte im Festkörper mit Synchrotronstrahlung
Kolloquium Universität Kiel, 22. Mai 1979

C. KUNZ

Resonante Photoemission an Festkörperoberflächen mit Synchrotronstrahlung
Kolloquium Hannover, 29.5.1979

C. KUNZ

Photoemission: The Transition from Atoms and Molecules to Condensed Phases
Gordon Conference on Synchrotron Radiation, Plymouth, New Hampshire, USA, 10. Juli 1979

C. KUNZ

The Scientific Case for the European Synchrotron Radiation Facility
3 Vorträge: Stockholm 21.11.1979, Uppsala 22.11.79, Göteborg 23.11.1979

G. MATERLIK

Properties of Synchrotron Radiation from the proposed ESRF-storage ring
Workshop on Emission Spectroscopy, München, 29.1.1979

G. MATERLIK

Applications of x-ray Interferometer with Synchrotron Radiation
Seminarvortrag Cornell University, 9.10.1979

G. MATERLIK

Anwendung der Röntgeninterferometrie mit Synchrotronstrahlung
Seminarvortrag TH Darmstadt, 11.12.1979

P. RABE

Die Analyse der Röntgenabsorptionsfeinstruktur (EXAFS): Eine Methode zur Untersuchung der geometrischen Nahordnung
Seminar Universität München, 5.2.1979

P. RABE, G. TOLKIEHN und

A. WERNER

Abhängigkeit der Röntgenabsorptionsfeinstruktur (EXAFS) von der Polarisationsrichtung am Beispiel des GeS
19. Diskussionstagung der AG. Kristallographie, Aachen, 19. — 21.3.79

P. RABE, G. TOLKIEHN und

A. WERNER

Die Analyse der EXAFS: Eine neue Methode zur Strukturaufklärung
18. Hauptversammlung, Gesellschaft Deutscher Chemiker, Berlin, 10. — 14.4.1979

P. RABE

The Extended X-Ray Absorption Fine-structure
Symposium on Core and Surface Processes in Condensed Matter
International Centre for Theoretical Physics, Triest, 31.7. — 3.8.1979

P. RABE, G. TOLKIEHN,

A. WERNER und R. HAENSEL

Strukturbestimmung an Bindungsisomeren Hexakis (Thiocyanato-isothiocyanato) Komplexen des Osmium (III) aus Messungen der Röntgenabsorptionsfeinstruktur (EXAFS) oberhalb der L_{III}-Kante
18. Hauptversammlung, Gesellschaft Deutscher Chemiker, Berlin, 10. — 14.9.79

P. RABE

Recent Results on EXAFS at DESY
Seminar Istituto Nazionale di Fisica Nucleare, Frascati, 2.11.79

P. RABE

Die Röntgenabsorptionsfeinstruktur (EXAFS) und ihre Analyse zur Bestimmung der Nahordnung in kondensierter Materie
Kolloquium Gesamthochschule Duisburg, 3.12.1979
Seminar Universität Dortmund, 7.12.79

V. SAILE

Untersuchung von Exzitonen mit der Synchrotronstrahlung
Oberseminar der Sektion Physik der Universität München, 23.1.1979

V. SAILE

The Future of Synchrotron Radiation Research at Hamburg
SRS Group Seminar, Daresbury, U.K., 19.12.1979

J. D. STEPHENSON

Synchrotron Radiation Topography at DORIS
Seminarvortrag Inst. f. Kristallographie, Freie Univ. Berlin, 22.10.1979

J. D. STEPHENSON

Recent Studies of Magnetic Domain Formation in Fe-Si Polycrystal using White Synchrotron Radiation
Arbeitskreis Röntgentopographie, A.E.G., Ulm, 1. — 2.10.1979

T. TUOMI

X-ray diffraction topography obtained with synchrotron radiation
Fifth European Crystallographic Meeting, Copenhagen, Denmark
14.—17. August 1979 Collected Abstracts p. 17

T. TUOMI

Laser-induced recrystallization and defects in ion-implanted SiC
Laser Induced Nucleation in Solids, Europhysics Study Conference, Masnuy St. Jean, Mons, Belgium, 4.—6. October 1979

T. TUOMI

X-ray topography using synchrotron radiation
Université de L'Etat, Mons, Belgium, 8. October 1979

A. WERNER

EXAFS-Untersuchungen an den L-Kanten schwerer Elemente
Max-Planck-Institut für Festkörperphysik, Stuttgart, 6.4.1979
Universität München, 9.7.1979

G. WIECH

Röntgenspektroskopische Untersuchungen der Elektronenstruktur von Festkörpern mit Schichtstruktur
Physikalisch-Chemisches Kolloquium, Univ. München, 7.2.1979

H. G. ZACHMANN

Kinetik der Kristallisation und Relaxation im orientierten Polyethylenterephthalat
Vortrag Dechema, Frankfurt, 24.1.1979

H. G. ZACHMANN

Schmelz- und Kristallisationsphänomene bei Hochpolymeren
Technische Universität Berlin, Kunststofftechnik/Kunststofftechnikum, 25.1.79

H. G. ZACHMANN
Einfluß der Orientierung auf die Kristallisation und die mechanischen Eigenschaften von Kunststoffen
Vortrag Kunststoffinstitut Darmstadt, 17.5.1979

H. G. ZACHMANN
Molekulare Ordnung in festen Polymeren
Vortrag auf der 18. Hauptversammlung der Gesellschaft Deutscher Chemiker 10.9.1979

Synchrotronstrahlung EMBL

BENDALL, P. J. & CLOUT, P. N. (1979)
Genomte FORTRAN Unterprogramme für CAMAC unter Betriebssystemen RSX-11M and RT11.
DECUS München, 1979, 95–97.

BORDAS, J., BRAY, R. C.,
GARNER, C. D., GUTTERIDGE, S. &
HASNAIN, S. (1979)
EXAFS studies of the molybdenum centre of xanthine oxidase.
J. Inorgan. Biochem., 11, 181–186.

BORDAS, J., BRAY, R. C.,
GARNER, C. D., GUTTERIDGE, S.,
HASNAIN, S. & PETERSON, O. (1979)
EXAFS studies of the molybdenum center of xanthine oxidase.

In Proc. Symposium on the Applications of Synchrotron Radiation to the Study of Large Molecules of Chemical and Biological Interest: eds. Cundall, R. B. & Munro, I. H.; Daresbury Laboratory, DL/SCI/R13.

BORDAS, J. & KOCH, M. H. J. (1979)
Synchrotron radiation and x-ray small angle scattering and diffraction from macromolecules.
In Proc. Symposium on the Applications of Synchrotron Radiation to the Study of Large Molecules of Chemical and Biological Interest: eds. Cundall, R. B. & Munro, I. H.; Daresbury Laboratory, DL/SCI/R13, p.13–19

BORDAS, J., KOCH, M. H. J.,
CLOUT, P. N., DORRINGTON, E.,
BOULIN, C. & GABRIEL, A. (1980)
A synchrotron radiation camera and data acquisition system for time resolved x-ray scattering studies.
J. Phys., E., (in press).

CLOUT, P. N. (1979)
Computation facilities for recording and data treatment.
In European Synchrotron Radiation Facility. Suppl. III Instrumentation. European Science Foundation, Strasbourg, p. 75–88

HENDRIX, J., KOCH, M. H. J. &
BORDAS, J. (1979)
A double-focussing x-ray camera for use with synchrotron radiation.
J. Appl. Cryst., 12, 467–472.

HUXLEY, H. E., FARUQI, A. R.,
MILCH, J. & BORDAS, J. (1979)
Use of synchrotron radiation for time resolved x-ray diffraction studies on contracting muscle.
In Proc. Symposium on Applications of Synchrotron Radiation to the Study of Large Molecules of Large Molecules of Chemical Interest: eds. Cundall, R. B. & Munro, I. H.; Daresbury Laboratory, DL/SCI/R13.

HUXLEY, H. E., FARUQI, A. R.,
BORDAS, J., KOCH, M. H. J. &
MILCH, J. (1980)
The use of synchrotron radiation in time-resolved x-ray diffraction studies of myosin layer-line reflections during muscle contraction.
Nature (London), 284, 140–143.

JONAK, R., NEMETSCHKEK-GANSLER, H., NEMETSCHKEK, Th.,
RIEDL, H., BORDAS, J. &
KOCH, M. H. J. (1979)
Glutaraldehydeinduced states of stress of the collagen triple helix.
J. Mol. Biol., 130, 511–512.

KOBLITZ, W., PETERSON, O.,
CLOUT, P. N., KNEIS, W. &
WEISNER, G. (1979)
Industrial real-time FORTRAN. In EURO IFIP 79: ed. Samet, P. A.; North-Holland, Amsterdam, p. 21–25.

KOCH, M. H. J. & STUHRMANN, H. B. (1979)
Neutron scattering studies of ribosomes. In Methods in Enzymology, Vol. 59. Nucleic acid and protein synthesis, pt. G: eds. Moldave, K. & Grossmann, L.; Academic, New York. p. 670–706.

KOCH, M. H. J., STUHRMANN, H. B.,
TARDIEU, A. & VACHETTE, P. (1980)
Small angle scattering of solutions. In: Uses of Synchrotron Radiation in Biology: ed. Stuhmann, H. B.; Academic Press, London (in press).

NEMETSCHKEK, Th., RIEDL, H.,
JONAK, R., NEMETSCHKEK-GANSLER, H., BORDAS, J., KOCH, M. H. J. & SCHILLING, V. (1980)
Die Viskoelastizität parallelsträngigen Bindegewebes und ihre Bedeutung für die Funktion.
Virchows Archiv, (in press).

PHILLIPS, J. C., CERINO, J. A. &
HODGSON, K. O. (1979)
A four-circle diffractometer on focused tuneable synchrotron radiation source: mechanical design, computer control and evaluation of system performance.
J. Appl. Cryst., 12, 592–600.

STUHRMANN, H. B. (1979)
Neutronenstreuung an Biopolymeren.
Chemie in unserer Zeit, 13, 11–22.

STUHRMANN, H. B. (1980)
Small angle x-ray scattering of large molecules in solution.
In Synchrotron Radiation Research: eds. Doniach, S. & Winick, H.; Plenum Press, New York (in press).

Datenverarbeitung in der Medizin

- 1) W. ERBE, B. SONNE, K. H. HÖHNE
Eine quantitative Bestimmung der Wirkung von Angiotensin auf die Nierendurchblutung
Fortschr. Röntgenstr. 130 (1979) 82
- 2) M. BÖHM, G. C. NICOLAE, G. PFEIFFER, K. H. HÖHNE
Darstellung digitaler Bilder in der Radiologie
Frühjahrstagung der GMDS, Heidelberg 1979
- 3) G. C. NICOLAE, M. BÖHM, K. H. HÖHNE
Hardware-Strukturen zur Erfassung, Darstellung und Verarbeitung von medizinischen Bildserien
Frühjahrstagung der GMDS, Heidelberg 1979
- 4) K. H. HÖHNE, M. BÖHM, G. C. NICOLAE, B. SONNE
Computer-Angiographie – Eine neue Methode zur Analyse und differenzierten Darstellung dynamischer Vorgänge aus Angiogrammen
Jahrestagung der Gesellschaft für Biomedizinische Technik, Kiel 1979
- 5) B. SONNE, M. BÖHM, G. VOGEL, K. H. HÖHNE
Die Aussagekraft der Computer-Angiographie
Jahrestagung der Gesellschaft für Biomedizinische Technik, Kiel 1979
- 6) K. H. HÖHNE, M. BÖHM, G. C. NICOLAE
The Processing of X-Ray Image Sequences
in P. Stucki (Ed.), Advances in Digital Image Processing, Plenum Press (1979) 147
- 7) M. BÖHM
Implementation Aspects of a Relational Data Base System
SEAS Anniversary Meeting, Hamburg 1979
- 8) K. H. HÖHNE, M. BÖHM, G. C. NICOLAE, G. PFEIFFER, B. SONNE
The Analysis and Visualisation of Blood Dynamics and Motion of Organs by Computer Angiography
Conference on Computer Aided Analysis of Radiological Images, Newport Beach, 1979

- 9) K. H. HÖHNE, M. BÖHM, B. SONNE, E. BÜCHELER
The Determination and Display of Organ Functions with the Computer Angiography
IV. Europäischer Kongreß für Radiologie, Hamburg 1979
- 10) M. BÖHM, G. C. NICOLAE, K. H. HÖHNE
CA/1: A System for Clinical Application of Computer Angiography
IV. Europäischer Kongreß für Radiologie, Hamburg 1979
- 11) B. SONNE, K. H. HÖHNE
Computer Angiographic Determination of the Influence of the Bolus-Injection on Videodensitometric Blood-Flow Measurements
IV. Europäischer Kongreß für Radiologie, Hamburg 1979
- 12) J. HAGEMANN, B. SONNE, M. BÖHM, K. H. HÖHNE, W. ERBE
Videoangiendensitometrie bei transplantierten Nieren
IV. Europäischer Kongreß für Radiologie, Hamburg 1979
- 13) M. BÖHM, G. C. NICOLAE, K. H. HÖHNE
Advanced Hardware and Software Tools for Analysis of multitemporal Images in Clinical Environment
Medical Informatics Berlin 1979
Lecture Notes in Medical Informatics 5 (1979) 445
- 14) K. H. HÖHNE, M. BÖHM, G. C. NICOLAE, G. PFEIFFER, B. SONNE
The high Resolution Measurement and Display of Blood Dynamics in Organs such as the Kidney and the Liver by Computer Angiography
Medical Informatics Berlin 1979
Lecture Notes in Medical Informatics 5 (1979) 452
- 15) M. BÖHM, M. RIEMER, K. H. HÖHNE
Implementation of a Relational Data Base System on Top of a Commercial DBMS
Medical Informatics Berlin 1979
Lecture Notes in Medical Informatics 5 (1979) 611
- 16) G. C. NICOLAE, S. WENDT
Design of a Microprogrammed Video Display Processor for Dual-Time Image Processing
5th EUROMICRO Symposium on Microprocessing and Microprogramming, Göteborg 1979

Technische Entwicklungen

(s. auch Bereich Maschine)

- P. SCHILDT
Entwicklung eines mikroprogrammierbaren Rechners zur on-line Rekonstruktion von Spuren für den Detektor TASSO am Speicherring PETRA.
Diplomarbeit im Fachbereich Physik der Universität Hamburg, Februar 1979
- H.-J. STUCKENBERG
Bipolare Bitscheibenprozessoren.
Vortrag bei Studiengruppe für Nukleare Elektronik, München, März 1979
- H.-J. STUCKENBERG
On-line Track Following in High-Energy Physics Experiments.
Colloquium at Rutherford High-Energy Lab., June 1979
- H.-J. STUCKENBERG
Bipolare, schnelle Mikroprozessorsysteme in Taschenrechner und Mikrocomputer, Jahrbuch 1980, Vieweg, Braunschweig, Aug. 1979
- H.-J. STUCKENBERG
Triggering and Preprocessing in High-Energy Physics Experiments, presented at the Conference on Real Time Data Handling and Process Control in Berlin, October 1979 (to be published by North-Holland Publishing Company edited by EEC, Brussels and Luxembourg 1980).

Bereich Maschine

- 1) G. A. VOSS et al.
The 19 GeV e^+e^- Storage Ring PETRA,
1979 Particle Accelerator Conference, San Francisco, IEEE Trans. on Nucl. Sc. Vol. NS 26, No. 3, 2970
- 2) D. DEGELE et al.
Results of Machine Physics Studies on PETRA in
1979, DESY 80/10
- 3) A. FEBEL, G. HEMMIE
PIA, The Positron Intensity Accumulator for the PETRA Injection,
IEEE Trans. of Nucl. Sc. Vol. NS 26, No. 3, 3244
- 4) W. BOTHE
Energieversorgungsanlage für PETRA,
Interner Bericht M-79/18
- 5) M. ROHDE
Theoretische Untersuchung einer untergelagerten Magnetstromregelung mit Passivfilter,
Interner Bericht M-79/19

- 6) H. FRESE et al.
First Experience with the PETRA Control System,
IEEE Trans. on Nucl. Sc. Vol. NS26, No. 3, 3379
- 7) G. HOCHWELLER, H. FREESE
Tools for Man Machine Communication in the PETRA Control System,
IEEE Trans. on Nucl. Sc. Vol. NS26, No. 3, 3382
- 8) H. FRESE, G. HOCHWELLER
The Serial Data Acquisition System at PETRA,
IEEE Trans. of Nucl. Sc. Vol. NS26, No. 3, 3385
- 9) K. WILLE
Damping of Coherent Transverse Oscillations in PETRA,
IEEE Trans. on Nucl. Sc. Vol. NS 26, No. 3, 3281
- 10) K. WILLE
Calculation of a Nonlinear Transverse Feedback System,
Interner Bericht M-79/01
- 11) D. HEINS et al.
The Transverse Feedback System at PETRA,
Interner Bericht M-79/06
- 12) M. BASSETTI, H. GERKE, K. HÜBNER, R. D. KOHAUPT
First Measurement of Parasitic Mode Losses in PETRA,
DESY 79/07
- 13) R. D. KOHAUPT
Comparison of HOML in PETRA between 4 and 32 Cavities,
Vorläufige Mitteilung M/VM-79/4
- 14) R. D. KOHAUPT
Single Beam Instabilities in PETRA,
IEEE Trans. on Nucl. Sc. Vol. NS 26, No. 3, 3480
- 15) A. PIWINSKI
Observation of Beam-Beam Effects in PETRA,
IEEE Trans. on Nucl. Sc. Vol. NS 26, No. 3, 4268
- 16) A. HUTTON, A. PIWINSKI, M. PLACIDI
Measurements of the Luminosity with one and two Bunches per Beam at Different Machine Tunes - I,
Interner Bericht, M-79/32
- 17) G. A. VOSS
First and Only Partial Analysis of Space Charge Effects in PETRA,
Vorläufige Mitteilung M/VM-79/6
- 18) H. C. DEHNE, R. ROSSMANITH, RÜDIGER SCHMIDT
Beam Profile Measurement by Backscattering of Laser Photons in PETRA,
Interner Bericht M-79/02

- 19) H. GERKE, K. STEFFEN
Note on a 45 – 100 GeV „Electron Swing“ Colliding Beam Accelerator,
Interner Bericht M-79/04
- 20) K. STEFFEN
The Wiggler Storage Ring, a Device with Strong Radiation Damping and Small Beam Emittance,
Interner Bericht M-79/05
- 21) K. STEFFEN
Note on a Possible 45 GeV Low Beta Electron Storage Ring in the PETRA Tunnel („PETRA 45“),
Interner Bericht M-79/07
- 22) K. STEFFEN
Note on a Siberian Snake of the 2nd Kind for the Inversion of Vertical and Longitudinal Spin Components,
Interner Bericht M-79/08
- 23) K. STEFFEN
Achromatic Mini Beta Interaction Region with Longitudinal Electron Spin,
Interner Bericht M-79/24
- 24) J. KOUPTSIDIS
Vacuum System Design Considerations for Electron Storage Rings above PETRA Energies,
Interner Bericht M-79/26
- 25) H. KAISER
Entwurf eines Dipols für einen 6,3 km e-Ring,
Vorläufige Mitteilung M/VM-79/5
- 26) F. LÖFFLER
Geodätische Präzisionsvermessung des Groß-Speicherringes PETRA,
Interner Bericht M-79/22
- 27) K. STEFFEN
Mini Beta Sections,
Interner Bericht M-79/23
- 28) H. GERKE, A. ZOLFAGHARI
The Frequency Control Equipment for the PETRA Cavity,
Interner Bericht M-79/27
- 29) H. GERKE, H. MUSFELDT
The Radiofrequency System for the PETRA Storage Ring,
Interner Bericht M-79/33
- 30) K. WILLE
Erhöhung der DORIS-Luminosität durch „Low-Beta“-Quadrupole in den Wechselwirkungszonen,
Interner Bericht DESY M-79/29
- 31) K. AMSINCK und H. DINTER
Untersuchung aktivierter Materialien,
Interner Bericht D3/30 (1979)
- K. TESCH
Radiation Shielding, in: Y. FARGE, European Synchrotron Radiation Facility, Suppl. 2: The Machine, Chapt. 14.
- F. LÖFFLER
Geodätische Präzisionsvermessung des Groß-Speicherringes PETRA
63. Deutscher Geodätentag in Hamburg, Sept. 1979, Allgemeine Vermessungs-Nachricht 8/9. 1979
- W. BOTHE
Electric power and cooling systems for PETRA
IEEE Transl. Nucl. Sc. NS-26, No. 3, June 1979
- D. DEGELE
DORIS bei 5 GeV
Frühjahrstagung der Physikalischen Gesellschaft Bonn, Feb. 79
- K. WILLE
Aspects on the Choice of Energy and Luminosity for DORIS II
DESY 16.11.79
- K. TESCH
Dosimetrie an Hochenergiebeschleunigern
Haus der Technik, Essen, März 1979
- K. TESCH
Neutron Shielding and Dosimetry at High-energy Electron Accelerators, Seminar on Particle Accelerators, Centre d'Etudes Nucleaires de Saclay, May 1979 (invited paper)
- THE DORIS STORAGE RING GROUP
DORIS at 5 GeV
DESY-79/08
- K. STEFFEN
Simplified formulae for properties and scaling of large electron storage rings
Bericht M-79/3
- J. KEWISCH, G. RIPKEN
Beschreibung eines numerischen Verfahrens zur Chromatizitätskorrektur durch Sextupole in Ringbeschleunigern und Storage-Ringen mit Anwendung auf die PETRA-Optik
Bericht M-79/9
- R. D. KOHAUPT
Single beam instabilities in PETRA
Bericht M-79/10
- A. PIWINSKI
Observation of beam-beam effects in PETRA
Bericht M-79/11
- K. WILLE
Damping of coherent transverse oscillations in PETRA
Bericht M-79/12
- A. FEBEL, G. HEMMIE
PIA, the positron intensity accumulator for the PETRA injection
Bericht M-79/13
- W. RADLOFF
The intensity monitor device for PETRA
Bericht M-79/14
- G. STANGE
An inexpensive positron converter of high reliability and high yield
Bericht M-79/15
- G. A. VOSS
The 19 GeV e^+e^- storage ring PETRA
Bericht M-79/16
- YA. S. DERBENEV, H. MAIS, R. ROSSMANITH
A Rough Estimation of the Influence of Beam-Beam Depolarizing Effects in PETRA
Bericht M-79/20
- R. W. KADEL
Life at '45
Bericht M-79/21
- H. GERKE, H. P. SCHOLZ
„Ion-Trapping“ Observations in a Standing Wave Iris-Loaded Accelerating Structure under CW-Conditions
Bericht M-79/25
- H. GERKE, W. EBELING, H. HARTWIG, M. NAGL, H. P. SCHOLZ, M. SOMMERFELD, A. ZOLFAGHARI
The Radiofrequency-Systems for the Positron Intensity Accumulator PIA
Bericht M-79/28
- J. PETERS
Phasing am L II mit einer Frequenzspektrumanalyse des Strahlsignals von Linearbeschleunigern
Bericht M-79/30
- K. BREDEHÖFT, J. MAASS, H. WAGNER
Das PETRA Vakuum-Kontrollsystem
Bericht M-79/31
- CHR. FALLAND
Experiences with Helium-Leak-Detection in the „PETRA“-Storage Ring
Bericht M-79/34
- J. ROSSBUCH
 β IP-Beulen für empirische PETRA-Optiken
Bericht M-79/35
- H. HARTWIG
Untersuchungen an WIG-Schweißungen zwischen Bauteilen aus Kupfer und nichtrostendem Stahl
Bericht M/VM-79/1
- H. KAISER, H. WÜMPELMANN
Untersuchungen über eine Neukonstruktion der DESY Synchrotron-Spulen
Bericht M/VM-79/2

H. KAISER
Hauptmagnet für einen Protonenspei-
cherring von 6,3 km Umfang
Bericht M/VM-79/3

J. ROSSBACH
Q-Beulen für die empirischen Optiken
M20 und M83
Bericht M/VM-79/7

E.-L. BOHNEN

Datenverarbeitung (R)

E.-L. BOHNEN
DESYNET
DESY DV-79/02, November '79

P.-K. SCHILLING
Computer Graphics at DESY
DESY DV-79/03, November '79

E. BASSLER
GEP-Graphical Editor Program for
Presenting Physical Data, Version 1.0
Interner Bericht DESY R2-79/01,
Mai '79

U. KNOPF, K.-D. NOWAKOWSKI,
O. PETERS, S. WOLFF
Results of Field Measurements for
PETRA Magnets
1979 Particle Accelerator Conference
IEEE Trans. Nuclear Science NS-26,
No. 3, 1979, p. 3925



DESY

WISSENSCHAFTLICHER JAHRESBERICHT
1979

